Bando CARIPLO 2004
"Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali"

[N° riferimento pratica: 2004.0829/11.8034]

– Progetto –

"SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE IDRAULICA NEL TORRENTE LURA: UN PROGETTO PILOTA DI GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA"

REPORT SCIENTIFICO FINALE

ENTI E ISTITUTI PARTECIPANTI AL PROGETTO

CONSORZIO PARCO DEL LURA
(Capogruppo e Coordinatore Amministrativo)
Ente di gestione del parco sovracomunale approvato e riconosciuto con D.G.R. n. 05311 del 24/11/1995

Consulenza agronomica
Dott.ssa Francesca Oggionni

Consulenza naturalistica
L.I.P.U. (Lega Italiana Protezione Uccelli – Associazione per la conservazione della Natura)

CENTRO STUDI IDRAULICA URBANA – CSDU
(Coordinatore Scientifico)
Associazione di ricerca no profit, con sede presso il Politecnico di Milano – DIIAR, articolata in diverse unità operative presso numerose università italiane e specializzata in attività di ricerca e divulgazione inerenti i sistemi idrici integrati e la tutela dei corpi ricettori

Consulenza di progettazione ingegneristica
Studio d’ingegneria Etatec s.r.l.

DIIAR
Dipartimento Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie e Rilevamento del Politecnico di Milano

DISAT
Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e del Territorio presso l’Università degli Studi di Milano Bicocca

Laboratorio ABITA
del Dipartimento Building Environment Science and Technology (BEST) del Politecnico di Milano Bovisa

Consulenza di progettazione paesaggistica
Arch. Monica Manfredi

LURA AMBIENTE S.p.A.
Società costituita da nove comuni dell'area comasca per la gestione dell'impianto di depurazione di Caronno Pertusella e del relativo Sistema Idrico Integrato

PROVINCIA DI COMO
Settore Ecologia e Ambiente

INDICE GENERALE DEL REPORT SCIENTIFICO FINALE

PARTE 1 1

1. PREMESSA GENERALE 7
   - 1.1 Inquadramento del problema 7
   - 1.2 Stato di fatto e origine del progetto di ricerca 7
2. SINTESI DEI CONTRIBUTI SPECIALISTICI (PARTE 2) 9
3. SINTESI DEI RISULTATI MULTIDISCIPLINARI (PARTE 3) 14
   - 3.1 I possibili scenari d'intervento 14
   - 3.2 La wetland pilota di Cadorago 19

PARTE 2 23

ASPETTI IDROLOGICI DEL BACINO DEL TORRENTE LURA. FUNZIONAMENTO IDRAULICO DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE 25

(CSDU, PoliMi – DIIAR, ETATEC s.r.l.)

1. INTRODUZIONE 29
   - 1.1 Cause e conseguenze delle piene 29
   - 1.2 Provvedimenti per il controllo delle piene 30
   - 1.3 L'evoluzione della legislazione sulle acque in Italia 36
   - 1.4 Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) 39
2. IDRAULICA DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE 46
   - 2.1 Invasi in linea 46
   - 2.2 Invasi fuori linea 50
   - 2.3 Ipotesi di laminazione ottimale 55
3. VASCHE URBANE: SCOPO E FUNZIONAMENTO 57
   - 3.1 Vasche di laminazione urbana 57
   - 3.2 Vasche di prima pioggia 57
4. ASPETTI IDROLOGICI DEL BACINO DEL TORRENTE LURA 64
   - 4.1 Caratteristiche del bacino del torrente Lura e richiami sugli interventi di controllo delle piene previsti dall'Autorità di Bacino del fiume Po 64
   - 4.2 Modello numerico del Lura a monte di Bregnano-Lomazzo 68
   - 4.3 Analisi dei fenomeni di piena estremi a Bregnano-Lomazzo 78
   - 4.4 Analisi degli eventi di piena ordinari e dei periodi di tempo secco a Bregnano-Lomazzo 85
5. MONITORAGGIO NELL'AREA DI BREGNANO-LOMAZZO 104
   - 5.1 Strumentazione installata 104
   - 5.2 Sezioni di monitoraggio 107
   - 5.3 Campagna sperimentale di ToT 108
   - 5.4 Dati raccolti 113
   - 5.5 Scala delle portate del Torrente Lura alla sezione del ponte canale a valle della SP 32 119
6. INTRODUZIONE AI POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL LORO FUNZIONAMENTO IDRAULICO 120
7. BIBLIOGRAFIA 120

ASPETTI DI IDROPAESAGGIO E USO DEL TERRITORIO. ASCOLTO E PARTECIPAZIONE DA PARTE DEI PORTATORI D'INTERESSE LOCALE 123

(PoliMi – Laboratorio ABITA, arch. Manfredi)

1. PREMESSA *(Maria Bottero)* 129
   - 1.1 Il ruolo della partecipazione e del paesaggio nella riqualificazione ambientale 129
2. ASCOLTO E PARTECIPAZIONE *(Anna Delera)* 133
   - 2.1 Il parco come comunità. La partecipazione 133

2.2 Sintesi progettuale....135
2.3 Interviste e focus group ai testimoni privilegiati *(a cura di Camilla Mele)*....140
2.4 Assemblea pubblica del 18.03.2006. Dibattito....159
2.5 Postfazione *(Bianca Bottero)*....167
3. LA RISORSA AGRICOLA NEL PARCO DEL LURA *(Paolo Carli)*....169
3.1 Politiche comunitarie per l'agricoltura....169
3.2 Ipotesi di intervento in campo agricolo nell'area di studio....172
3.3 Bibliografia....175
4. ASPETTI PAESAGGISTICI NEL CONTESTO INTERNAZIONALE *(Luca Maria Francesco Fabris)*....176
4.1 Preambolo....176
4.2 Paesaggio....176
4.3 Modelli....179
4.4 Bibliografia....185
5. IDEAZIONE PAESAGGISTICA NELLA VALLE DEL LURA *(Monica Manfredi)*....187
5.1 Premessa....187
5.2 Infrastruttura idraulica e territorio....188
5.3 Gli idropaesaggi....190
5.4 L'inserimento di vasche di laminazione nel parco del Lura....196
5.5 Gli scenari come associazione tra usi del territorio e possibili sequenze di allagamento per laminazione e prelievo....205
5.6 Conclusioni riassuntive....280
5.7 Glossario....281
5.8 Bibliografia....285
5.9 Bibliografia delle immagini e crediti fotografici....287
5.10 Elenco delle Tavole allegate....288
6. CRONISTORIA PROCEDURALE *(Anna Delera)*....290
6.1 Laminare le acque del torrente Lura....290
6.2 Il progetto di ricerca interdisciplinare "sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica del torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata"....291

ASPETTI ECOLOGICI E QUALITATIVI DEL TORRENTE LURA. POSSIBILI MODALITÀ DI INSERIMENTO DI WETLAND…… 317

(UniMib – DISAT)

1. INTRODUZIONE....321
2. IL TORRENTE LURA....324
3. MATERIALI E METODI....328
3.1 Parametri chimico-fisici di base e classificazione secondo il D.Lgs.152/99....328
3.2 Indice Biotico Esteso....329
3.3 Indice di Funzionalità Fluviale....331
3.4 Metalli pesanti....332
3.5 Pesticidi....332
3.6 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)....333
3.7 Scelta dei siti di campionamento....334
3.8 Metodologie analitiche....334
3.9 Modellizzazione fluviale: il modello di simulazione *QUAL2E*....338
3.10 Test di tossicità....348
4. RISULTATI....349
4.1 Parametri chimico-fisici, idraulici ed ecologici....349
4.2 Sostanze chimiche pericolose e Stato Ambientale del Corso d'Acqua (SACA)....362
4.3 Test di tossicità....368
4.4 Monitoraggio - conclusioni....372
5. PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RECUPERO....375
5.1 La strategia delle Aree Umide....375
5.2 Modellazione degli effetti benefici della Strategia delle Aree Umide....379
6. CONCLUSIONI....385
7. BIBLIOGRAFIA....386

ASPETTI AGRONOMICO – FORESTALI, PAESAGGISTICI E NATURALISTICI E DI USO DEL TERRITORIO…… 393

(Consorzio Parco del Lura, dott.ssa Oggionni, LIPU)

1. ASPETTI AGRONOMICI....397
1.1 L'Agricoltura nel parco: un futuro possibile....397

1.2 Le politiche di uso del territorio 397
1.3 Gli esempi europei – Conclusione 402
2. LA WETLAND PILOTA DI CADORAGO 406
2.1 Premessa 406
2.2 Obiettivi e risultati attesi 406
2.3 Area d'intervento 406
2.4 Analisi del progetto 407
3. ASPETTI PAESAGGISTICO–NATURALISTICI E IMPLICAZIONI DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO ... 414
3.1 Premessa 414
3.2 Aree umide 414
3.3 Aspetti naturalistici 414
3.4 Descrizione degli scenari dal punto di vista naturalistico 416
3.5 Proposte per l'incremento della biodiversità 418

PARTE 3 423

1. INTRODUZIONE 429
2. INTERAZIONE TRA LO STUDIO IDRAULICO E LA COSTRUZIONE DEGLI IDROPAESAGGI - ANALISI PRELIMINARI PER GLI SCENARI 431
2.1 Le vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca nel piano dell'Autorità di Bacino del Po per il controllo delle piene del Torrente Lura 431
2.2 Definizione di scenario 434
2.3 Approcci e scelta delle metodologie di calcolo idraulico per una verifica di fattibilità idraulica dell'ipotesi di progetto paesaggistico 436
3. POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO 447
3.1 Funzionamento idraulico della configurazione FUORI LINEA con scarichi non regolati 447
3.2 Fuzionamento idraulico della configurazione IN LINEA con scarichi non regolati 477
3.3 Fuzionamento idraulico della configurazione MISTA con scarichi non regolati 484
3.4 Conclusioni: confronto tra i diversi scenari proposti 492

Bando CARIPLO 2004
"Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali"

[N° riferimento pratica: 2004.0829/11.8034]

– Progetto –

"SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE IDRAULICA NEL TORRENTE LURA: UN PROGETTO PILOTA DI GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA"

PARTE 1

PREMESSA
E SINTESI DEI RISULTATI

Consorzio Parco del Lura
(*Capogruppo e Coordinatore Amministrativo*)
arch. Francesco Occhiuto

Consulenza agronomica: *dott.ssa Francesca Oggionni*

Consulenza naturalistica: LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli) - *Massimiliano Biasioli,* Dott. Alessandro Monti, Dott.ssa Silvia Baldo

DISAT – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio
Università degli Studi di Milano Bicocca
prof.ssa Valeria Mezzanotte, dott. Sergio Canobbio, dott.sa Federica Benvenuto, dott.sa Michela Siotto

Laboratorio ABITA – Dipartimento BEST
Politecnico di Milano
prof.ssa Maria Bottero, prof.ssa Bianca Bottero, arch. Paolo Carli, arch. Anna Delera, arch. Luca Maria Francesco Fabris

Consulenza paesaggistica: *arch. Monica Manfredi*

CSDU – centro studi idraulica urbana
(*Coordinatore Scientifico*)
arch. Monica Paoletti

DIIAR – Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie e Rilevamento
Politecnico di Milano
prof. Alessandro Paoletti,
ing. Ilaria Innocenti, ing. Umberto Sanfilippo

Consulenza di progettazione ingegneristica:
Società d'ingegneria Etatec s.r.l.
ing. Cristina Passoni, ing. Giovanni Peduzzi

Lura Ambiente S.p.A.

Provincia di Como
Settore Ecologia e Ambiente

INDICE DELLA PARTE 1

1. PREMESSA GENERALE 7
1.1 Inquadramento del problema 7
1.2 Stato di fatto e origine del progetto di ricerca 7
2. SINTESI DEI CONTRIBUTI SPECIALISTICI (PARTE 2) 9
3. SINTESI DEI RISULTATI MULTIDISCIPLINARI (PARTE 3) 14
3.1 I possibili scenari d'intervento 14
3.1.1 Vasche di laminazione fluviale e urbana e vasche di prima pioggia 15
3.1.2 Gli scenari come costruzione integrata di un parco e di una infrastruttura idraulica 17
3.2 La wetland pilota di Cadorago 19
3.2.1 Scopi dell’intervento pilota 19
3.2.2 Caratteristiche dell’opera realizzata 19

1. PREMESSA GENERALE

1.1 INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA

La necessità d'intervenire sul bacino del torrente Lura è dettata da esigenze di salvaguardia idraulica e ambientale per le popolazioni residenti lungo il corso d'acqua nei Comuni da Lomazzo a Rho. Infatti il territorio altamente urbanizzato determina ed accentua la riduzione della capacità di deflusso delle acque per i numerosi restringimenti artificiali presenti.

La Regione Lombardia aveva già individuato negli anni novanta un'ipotesi di soluzione, sottoforma di un grande invaso per la laminazione idraulica delle piene in tale sito; tuttavia tale intervento sarebbe risultato troppo impattante e quindi venne accantonato per le opposizioni suscitate a livello locale. Così Lura Ambiente S.p.A. e il Consorzio Parco del Lura avevano successivamente iniziato a studiare la possibilità di realizzare vasche di laminazione delle piene del torrente meglio integrate nel territorio. In tal senso l'Autorità di Bacino ha in seguito definito il progetto di massima per un sistema di invasi delocalizzati lungo tutta l'asta fluviale, composto da 7 casse d'espansione sul Lura e 9 vasche volano sulla rete di drenaggio urbano, per una capacità totale indicativamente pari a 1'200'000 m³. In particolare, fra queste, la realizzazione delle capacità d'invaso in Lomazzo risulta prioritaria, in quanto consentirà di ottenere un primo significativo contributo (da integrare successivamente con la realizzazione dei previsti altri invasi) alla protezione idraulica dalle piene di Saronno, e, in seconda battuta, Lainate e Rho.

Il progetto di ricerca ha affrontato, a scala di bacino, le modalità di tale primo intervento, relativo appunto all'area di Lomazzo e Bregnano, attraverso uno studio interdisciplinare sugli aspetti idraulici e ambientali basati su una dettagliata attività di monitoraggio e di concertazione con i diversi portatori di interessi locali (stakeholders).

1.2 STATO DI FATTO E ORIGINE DEL PROGETTO DI RICERCA

Il progetto di ricerca nasce dunque dal fabbisogno di contenere le piene del Lura, ma nel contempo si propone anche di studiare se e come alla finalità di salvaguardia idraulica del territorio si può abbinare quello di migliorare la qualità del corso d'acqua. In particolare, il progetto ha messo a punto criteri innovativi di realizzazione, integrazione e gestione idrobiologicamente sostenibile di un ambito territoriale che comprende, insieme alla protezione idraulica, la definizione di aree umide.

Lo svolgimento della ricerca ha anche incluso la realizzazione sperimentale di un'area umida pilota, al fine di creare uno strumento di verifica nel tempo della sua efficacia rispetto alla fitodepurazione e alla produzione biodiversità all'interno di un corridoio ecologico esistente.

Scopo ultimo della ricerca è, dunque la sistemazione complessiva del bacino del torrente Lura nel territorio del Parco del Lura ai fini della regimazione delle acque e dei suoi deflussi, della fitodepurazione e dell'incremento di biodiversità, messi in relazione con nuove possibili configurazioni paesaggistiche del territorio. Si tratta di un progetto pilota a carattere innovativo e sperimentale da realizzarsi con metodiche a basso impatto ambientale da verificare mediante processi di comunicazione e partecipazione, diretti in particolare al mondo agricolo, a quello delle imprese e in generale ai cittadini delle zone interessate. I risultati conseguiti potranno essere utilizzati come riferimento per analoghi interventi su corsi d'acqua a carattere torrentizio e a forte pressione antropica presenti in Lombardia e in altre Regioni.

Il progetto si è perciò basato sulla collaborazione e il partenariato fra soggetti diversi fra loro per natura e competenze.

In sintesi, gli obiettivi del progetto sono così enunciabili:

- Proporre un progetto pilota a basso impatto per la protezione idraulica dei territori, associato ad intenti di riqualificazione ambientale e naturalistica di un ambito fluviale e alla costruzione di nuove opportunita' produttive e fruitive per il territorio.
- Definire e valutare i costi/benefici di criteri innovativi su un progetto a basso impatto ambientale per la realizzazione della prima capacità di invaso fra Lomazzo e Rovellasca già previste dall'Autorità di Bacino lungo l'asta del Lura, attraverso tecniche di ingegneria naturalistica, promuovendone la verifica in ambito

sociale.

- Sperimentare una preliminare campagna, con misure in continuo di pioggia, di portata e qualità delle acque di tempo sia secco che piovoso.
- Coniugare le esigenze di tutela con quelle di fruizione sociale e di produzione agraria.
- Rendere partecipi del progetto sia i cittadini che i portatori d’interesse locali.
- Porre le basi per l’esecuzione dell’opera già inserita nel “Contratto di fiume Olona – Bozzente – Lura” per la quale sussiste uno stanziamento regionale di € 2'500'000.

Il Consorzio Parco del Lura ha svolto il ruolo di coordinatore amministrativo, mentre il Centro Studi Idraulica Urbana - CSDU è stato il coordinatore scientifico del gruppo di lavoro. I partner operativi sono stati:

- Consorzio Parco del Lura;
- Centro Studi Idraulica Urbana - CSDU, presso Politecnico di Milano – DIIAR Sez. CIMI;
- Politecnico di Milano - DIIAR - Sez. CIMI;
- Lura Ambiente S.p.A.;
- Università degli Studi di Milano Bicocca – DISAT;
- Politecnico di Milano – Dipartimento Best - Laboratorio Abita;
- Provincia di Como – Servizio Ecologia e Territorio.

In particolare, il CSDU, il DIIAR e il DISAT si sono occupati, con il supporto di Lura Ambiente S.p.A. e con la consulenza della società di ingegneria ETATEC srl di Milano, degli aspetti inerenti l’ingegneria idraulica, la qualità delle acque e l’idrobiologia. Il Consorzio Parco del Lura, la Provincia di Como e il Laboratorio Abita si sono occupati, con la consulenza dell’arch. M. Manfredi, della dott.ssa F. Oggionni e della LIPU, degli aspetti paesaggistico-ambientali e d’inserimento territoriale, agronomici e naturalistici, nonché dell’istituzione di momenti di concertazione e partecipazione, che raccolgano le aspettative e le esigenze dei portatori d’interesse locali e dei Comuni del Consorzio del Parco del Lura e che espongano le prospettive degli interventi previsti.

2. SINTESI DEI CONTRIBUTI SPECIALISTICI (PARTE 2)

Come accennato inizialmente, alla fine degli anni novanta la Regione Lombardia aveva proposto, al fine d'invasare le piene del torrente Lura, di realizzare uno sbarramento con diga a Rovellasca, che avrebbe formato un bacino artificiale potenziale di enormi dimensioni, con insostenibile impatto ambientale: tutta la valle del Lura fra la diga e la Novedratese, di fatto, avrebbe potuto essere sommersa dalle acque durante gli eventi di piena più estremi. I Comuni del Consorzio del Lura, hanno respinto tale proposta, lavorando su un'alternativa a basso impatto ambientale e maggiore sostenibilità per il territorio. L'Autorità di Bacino del Po ha condiviso tale nuova impostazione e, di conseguenza, sono stati stanziati inizialmente € 2'500'000 per la realizzazione della prima parte dell'opera.
Si rendeva altresì necessario approfondire i dati conoscitivi e comunicare il fabbisogno ai cittadini, condividendo con loro il percorso progettuale.
In effetti, attualmente si osserva una sempre maggiore presa di coscienza da parte della popolazione riguardo i problemi legati al territorio, quali i fenomeni di piena e più in generale di dissesto idrogeologico, causati sostanzialmente dalla progressiva crescente impermeabilizzazione dei suoli e dallo sfruttamento del territorio e delle risorse idriche. Il criterio di pianificazione è stato per lungo tempo prioritariamente quello dell'espansione e dello sviluppo delle attività antropiche, senza quasi alcuna considerazione per il delicato equilibrio ambientale che si andava così ad alterare. Questi problemi sono emersi in tutta la loro evidenza mediante eventi estremi, come le frequenti alluvioni e l'abbassamento o l'innalzamento della falda che creano danni alla popolazione e alle cose, e hanno dunque notevoli conseguenze negative a livello economico per la loro incidenza sulle infrastrutture e sulle attività produttive.
I bacini idrografici della zona Lambro, Seveso, Olona sono ormai da tempo accomunati da gravi problemi di rischio idraulico e di inquinamento che hanno contribuito in maniera rilevante, soprattutto con la crescita della conurbazione centrale della regione milanese, a determinarne lo stato di crisi ambientale. Tali problemi sono di diversi tipi:

- idraulici, come le frequenti esondazioni provocate dalle forti ed estese impermeabilizzazioni del territorio e dalle strozzature d'alveo, causate da ponti e tratti coperti;
- di inquinamento delle acque, causati dall'industria, dall'agricoltura e dalle modalità insediative;
- ecologici in senso lato, provocati, oltre che dall'inquinamento delle acque, dalla contrazione delle fasce di pertinenza fluviale, dall'interruzione della rete ecologica nord-sud e dalla moltiplicazione di spazi interclusi degradati.

L'insieme delle caratteristiche d'acqua dell'area nord milanese è strettamente correlato con la massiccia antropizzazione del territorio che attraversano. Le superfici dei bacini idrografici, pur contenendo zone di pregio come i parchi protetti, sono ormai quasi completamente impermeabilizzate in conseguenza dell'elevatissimo livello di urbanizzazione da essi raggiunto. I danni prodotti da anni di politiche espansionistiche non razionalizzate sono ben visibili sia nei periodi di magra, sia durante le piene.
Nei periodi di magra, in particolare, il regime torrentizio di corsi d'acqua come, per esempio, il Seveso ed il Lura, è stato alterato non solo dal mancato apporto delle acque sotterranee, ma anche dalla costante immissione degli efflussi dei depuratori, che non hanno però modo di venire diluiti dalla portata di magra dei corsi d'acqua, essendo questa assente oppure costituita a sua volta prevalentemente o integralmente dall'efflusso di altri depuratori situati più a monte. Ne consegue che in tali periodi la qualità delle acque, seppure in presenza di depuratori che funzionano a norma, rimane comunque insoddisfacente.
Durante le piene si assiste, invece, ad un aumento repentino delle portate transitanti dovute allo scorrimento superficiale dei deflussi che non si infiltrano nel terreno impermeabilizzato ma, attraverso i sistemi fognari e gli scolmatori di piena, raggiungono i corsi d'acqua con tempi di concentrazione innaturalmente rapidi, incrementando così la criticità di allagamenti e fenomeni erosivi (si vedano ad esempio la Figura 2.1 e la Figura 2.2), talvolta con conseguenti instabilità delle sponde e crolli. La stessa impermeabilizzazione degli alvei dei corsi d'acqua concorre ad aggravare tale situazione, in quanto accelera ulteriormente la corrente riducendo i tempi di concentrazione dei deflussi. Questi fenomeni aumentano notevolmente di dimensione man mano che ci si avvicina alla città di Milano, anche perché la presenza di lunghi tratti coperti, più frequenti nei centri dell'hinterland, limita l'entità delle portate

convogliabili, fungendo da strozzatura e dando luogo ad allagamenti a monte. Per garantire la protezione della città di Milano dai pericoli di esondazione è stato realizzato, negli anni ‘80, a cura della Provincia di Milano, il Canale Scolmatore di Nord-Ovest (CSNO), integrato a sud-ovest dal Deviatore Olona. Quest’opera, pur potendo derivare una portata notevole, si è però già rivelata insufficiente nei confronti delle piene, con conseguenti esondazioni che si verificano con sempre maggior frequenza (Parte 2.A).

Figura 2.1 - Ponte in Rovello Porro con funzionamento in pressione durante una piena.

Figura 2.2 - Esondazione in area residenziale durante la piena del novembre 2002.

Allo scopo di realizzare nuovi interventi resisi così via via necessari per il controllo delle piene, sono in corso numerosi studi sui singoli corsi d’acqua, effettuati dall’Autorità di Bacino del fiume Po.
Il torrente Lura, affluente in sinistra del fiume Olona, soffre di tutte le problematiche sopra citate ed è anzi tipicamente ben rappresentativo di tale realtà. A questo proposito, ai fini della protezione idraulica del territorio mediante la laminazione delle piene, l’Autorità di Bacino del Fiume Po ha già compiutamente definito il progetto di massima di un sistema di invasi di laminazione da realizzarsi in modo delocalizzato lungo tutta l’asta del torrente Lura. Questo sistema consisterà in 7 casse d’espansione sul Lura e 9 vasche volano sui sistemi di drenaggio urbano ad esso afferenti, per una capacità complessiva indicativamente pari a 1'200'000 m³, grazie alla quale controllare gli effetti di piene aventi tempo di ritorno fino a 100 anni (in corrispondenza del quale il volume complessivo dell’onda di piena sarebbe pari a circa 2'640'000 m³).
In particolare, fra tali opere, che richiedono un notevole impegno anche dal punto di vista finanziario e che quindi richiederanno presumibilmente alcuni decenni per essere completate, quelle da realizzarsi nell’area compresa fra Lomazzo, Bregnano e Rovellasca sono le più efficaci, avendo volumetria complessiva maggiore e quindi capaci di produrre il miglior beneficio immediato, e sono quindi quelle a cui verrà data precedenza di realizzazione. A livello della pianificazione dell’Autorità di Bacino del Po si ipotizza infatti una vasca volano urbana di capacità complessiva attorno ai 70'000 m³ e una cassa d’espansione fluviale di capacità indicativamente non inferiore a 300'000 m³ (naturalmente la capacità effettivamente richiesta dipenderà dal tipo d’invaso che s’intenderà andare a realizzare per

ottenere il controllo delle piene). Si tratta quindi di un volume pari a poco meno di un quarto della capacità complessiva dell'intero sistema di controllo delle piene del Lura. In effetti tali opere rivestono carattere prioritario in quanto consentiranno di ottenere un primo significativo contributo (da completare poi via via che verranno realizzate anche le altre capacità d'invaso più a monte) alla protezione idraulica della città di Saronno, il più grande ma anche il più vulnerabile nei confronti delle piene fra i centri abitati lungo l'asta del Lura, che si trova appunto subito a valle di Rovellasca. L'esatta localizzazione e dimensionamento di questi interventi sarà il risultato del processo di progettazione partecipata qui presentato.

Pertanto restringere il campo di studio alla zona di Lomazzo, Bregnano e Rovellasca è apparso opportuno, in quanto gli studi e le analisi che sono stati condotti, sia sperimentalmente che teoricamente, su tale caso-pilota potranno fornire i criteri e le metodologie di riferimento da utilizzare successivamente per la progettazione, la realizzazione e la gestione delle altre capacità d'invaso previste lungo l'asta del torrente Lura e, analogamente, per altri interventi su bacini simili.

In generale, la difesa idraulica del territorio, a livello legislativo, è trattata dalla Legge 183/89 sulla Difesa del Suolo, in cui si impone di affrontare il problema a scala di bacino con interventi integrati mirati alla riduzione del rischio idraulico (Parte 2.A).

L'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (l.r. 14 marzo 2003 n. 2) intitolato "Contratto di Fiume Olona-Bozzente-Lura" stipulato tra la Regione Lombardia, le Amministrazioni Comunali sottoscrittrici l'AQST, le Amministrazioni Provinciali di Milano, Varese e Como, gli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) di Milano (Provincia), Varese e di Como, l'ARPA della Lombardia, l'Autorità di Bacino del fiume Po, l'Agenzia Interregionale per il Po (AIPO) e l'Ufficio Scolastico Regionale Per la Lombardia, è diretto alla realizzazione di un programma di attività ed interventi di interesse comune, concernente l'ambito territoriale dei bacini dei fiumi Olona-Bozzente-Lura, sul quale concentrare interventi afferenti a diverse politiche da integrare reciprocamente, perseguendo nel contempo gli obiettivi della semplificazione amministrativa e dell'efficacia, efficienza ed economicità delle azioni previste.

Gli obiettivi del "Contratto di Fiume" si incentrano su:

- riduzione dell'inquinamento delle acque;
- riduzione del rischio idraulico;
- riqualificazione del sistema ambientale e paesistico;
- riqualificazione dei sistemi insediativi all'interno del territorio dei bacini dell'Olona, del Bozzente e del Lura;
- miglioramento della fruibilità delle aree perifluviali al fine di ridare ai fiumi centralità nelle politiche di sviluppo;
- condivisione delle conoscenze sul fiume e delle informazioni sulle azioni in corso o in progetto;
- sviluppo di attività di comunicazione, formazione ed educazione adeguate al raggiungimento degli obiettivi condivisi.

Lo spirito del progetto proposto s'inserisce perfettamente nel contesto del suddetto Contratto di fiume, in quanto si è operato in un quadro di forte valorizzazione del principio di sussidiarietà, attivando tutti gli strumenti partenariali utili all'ottenimento di una multifunzionalità degli interventi idraulici che sono stati articolati e differenziati in seguito alla assunzione di obbiettivi non solo appartenenti all'ambito scientifico-tecnico strettamente disciplinare.

In particolare la condivisione della proposta paesaggistica che interpreta l'obiettivo dell'integrazione tra infrastrutture di laminazione delle piene e territori che le ospitano attraverso la formulazione del concetto di "idropaesaggio", ovvero di un paesaggio costruito e fondato sulla gestione dell'acqua (Capitolo 5 della Parte 2.B), ha portato ad indagare variabili idrauliche diversamente non considerate in sede di progettazione del controllo delle piene (portate di magra e di secca) e a valutare in termini più articolati i costi-benefici dell'ottenimento dell'efficienza idraulica (Parte2.A).

L'associazione tra diversi usi del suolo possibili per la presenza dell'acqua (resa disponibile per laminazione e/o prelievo) e diversi tempi di ritorno previsti per l'invaso delle aree interessate, insieme all'attribuzione di un ruolo attivo ai manufatti idraulici nella continuità della vita animale e vegetale del parco e della sua capacità produttiva in senso ampio, costituiscono la matrice comune degli scenari che sono stati studiati.

Essa si basa sulla scelta di sperimentare e verificare una possibile reciproca determinazione tra la costruzione di una infrastruttura di laminazione idraulica e la costruzione di un nuovo paesaggio, in cui risultano prioritari gli obiettivi di:

- miglioramento della qualità ambientale in generale e della qualità dell'acqua in particolare (Parte 2.C e Capitolo 3 della Parte 2.D),
- mantenimento e miglioramento della produzione agricola (Capitolo 1 della Parte 2.D),
- di articolazione della fruizione del parco e delle sue capacità produttive in accordo con le esigenze e le

aspettative espresse dai portatori di interesse locale (Parte 2.B).

L'approccio multidisciplinare che ha caratterizzato la presente ricerca ha dunque portato all'individuazione di possibili scenari di inserimento di vasche di laminazione idraulica all'interno del Parco del Lura (entro i confini dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca) che dimostrano come sia possibile trasformare la servitù idraulica che ne consegue da vincolo a occasione positiva per il territorio sia in senso ecologico e ambientale che produttivo e fruitivo.

La ricerca descrive come creare questa opportunità definendo alcuni scenari che rappresentano la declinazione di uno stesso obiettivo progettuale: cercare la massima integrazione e la migliore reciproca determinazione tra la costruzione di un'infrastruttura idraulica e la costruzione di un parco.

L'integrazione tra infrastruttura idraulica e parco viene definita dunque, come già detto, associando gli usi del territorio alle sequenze degli allagamenti dovuti alla laminazione delle piene e alla fornitura di acqua resa disponibile dal prelievo delle portate di piccola entità.

Le differenze tra gli scenari sono quindi strettamente connesse alle diverse sequenze di allagamento che sono conseguenti al differente funzionamento idraulico delle tre possibili configurazioni di laminazione (in linea, fuori linea e mista). La relativa progettazione idraulica ha verificato alcune soluzioni possibili sulla conformazione del territorio e sui tempi di ritorno degli eventi di piena, tali da garantire l'efficienza idraulica richiesta dalla Autorità di Bacino e contemporaneamente capaci di costituire l'impianto fondante di un "*idropaesaggio*".

Le similitudini tra gli scenari dipendono invece dal fatto che essi rappresentano la declinazione progettuale degli stessi temi di parco: il mantenimento dell'agricoltura come attività produttiva interna al parco, confermando quella esistente o proponendo la sua conversione in produzioni più redditizie e integrate alla fruizione pubblica del parco; la costruzione di aree umide finalizzate al miglioramento della qualità delle acque e all'incremento della biodiversità; l'ampliamento delle opportunità di fruizione pubblica del parco, creando le condizioni per lo svolgimento di ulteriori attività legate al tempo libero e all'educazione ambientale. Ma la similitudine fondamentale tra gli scenari sta nel fatto che in ognuno di essi l'infrastruttura idraulica si attiva non solo per la tutela del territorio gestendo la quantità d'acqua degli eventi eccezionali, ma anche per il miglioramento della qualità dell'acqua e degli usi del territorio gestendo il prelievo in occasione degli eventi ordinari e in tempo secco. Viene dunque attribuita un'utilità funzionale ai manufatti idraulici di laminazione (soglie, sbarramenti, canali di alimentazione, …) e alla trasformazione altimetrica del territorio (scavi e argini) che trovano una ragione di esistere non esclusivamente in riferimento agli eventi di piena, ma alla vita quotidiana del parco. Si definisce così un "*idropaesaggio"* dove la costruzione dinamica del parco è legata alla gestione idraulica dell'acqua. In quest'ottica, cambiano anche i tempi di riferimento: mentre per la laminazione essi si associano ai tempi di ritorno statistici e quindi al rischio residuo di inondazione ritenuto accettabile nella tutela del territorio, per il prelievo essi si misurano col tempo biologico della vita animale e vegetale.

Dalla definizione di questi obiettivi progettuali consegue la modifica dell'approccio "classico" alla costruzione di vasche di laminazione, che generalmente prevede come obiettivo principale la funzionalità idraulica delle vasche e, solo successivamente, attua una fase di mitigazione degli effetti di impatto ambientale conseguenti alla costruzione dell'infrastruttura idraulica stessa. L'introduzione degli obiettivi paesaggistico e di qualità ambientale ha portato dunque a un'articolazione dello studio idraulico del Torrente Lura, ovvero ha richiesto la verifica della funzionalità idraulica rispetto ad obiettivi diversi dalla sola efficienza di laminazione. In particolare, l'ideazione degli "idropaesaggi" che associa usi del territorio e sequenze di allagamento ha indirizzato le scelte sui manufatti idraulici e sul dimensionamento delle vasche in base alla prefigurazione dei singoli scenari e ai temi di parco prevalenti che ognuno di essi propone. Si è operato, infatti, in modo che la sequenza degli allagamenti progettata sia congruente con le funzioni inserite e tale che agli ambiti di allagamento frequente (T < 10-15 anni) corrispondano funzioni di parco non sostanzialmente danneggiate ma piuttosto favorite dall'allagamento dovuto alla protezione idraulica dalle piene (Capitolo 5 della Parte 2.B e Parte 3).

Valutare la necessaria disponibilità di acqua, procurabile attraverso il prelievo e che consente la vita vegetale e animale secondo i tempi biologici e stagionali corrispondenti agli usi del territorio definiti nei singoli scenari, ha richiesto l'analisi di variabili idrauliche diverse da quelle considerate nella laminazione degli eventi eccezionali, comportando lo studio delle portate di piena frequente e i periodi di tempo secco (Parte 2.A).

Il carattere torrentizio del Lura, in cui lunghi periodi di tempo secco e basse portate sono seguiti da repentini eventi di piena di diversa entità, rende aleatoria la disponibilità naturale della risorsa idrica (Parte 2.A).

Parallelamente si evidenzia una qualità dell'acqua direttamente correlata all'entità delle portate: in tempo secco si rileva una qualità scadente legata alla mancata diluizione degli scarichi degli impianti di depurazione, che costituiscono la quasi totalità dell'acqua presente in alveo; in occasione di eventi meteorici intensi, in assenza di

vasche urbane di prima pioggia, si ha dapprima un ulteriore scadimento della qualità dell’acqua, causato dall’attivazione degli scolmatori della rete fognaria, che viene seguito da un successivo miglioramento legato alla diluizione delle concentrazioni per l’aumentata portata in alveo (Parte 2.C).
Questi due aspetti mostrano che un miglioramento della qualità è possibile solo attraverso la gestione in continuo dell’acqua, sia quando essa è tanta sia quando è poca. In particolare, la gestione della quantità d’acqua degli eventi eccezionali ha come conseguenza la tutela dalle inondazioni e dai relativi danni dei territori posti a valle, mentre la gestione della quantità d’acqua degli eventi ordinari permette il prelievo e l’accumulo di volumi che si rendono disponibili per nuove opportunità di sviluppo e uso del territorio, sia dal punto di vista ecologico che della sua fruibilità (Parte 2.B e Parte 3).

3. SINTESI DEI RISULTATI MULTIDISCIPLINARI (PARTE 3)

3.1 I POSSIBILI SCENARI D'INTERVENTO

Come mostrato in dettaglio nel paragrafo 4.1.2 della Parte 2.A, il Piano dell'Autorità di Bacino per il Torrente Lura è stato sviluppato sulla base di analisi idrodinamiche di dettaglio e prevede, oltre al mantenimento delle laminazioni naturali esistenti lungo l'asta e all'adeguamento delle opere interferenti, *16 invasi di laminazione* (di cui 9 urbani e 7 fluviali) per un volume totale d'invaso pari a 1'200'000 m³ (Figura 3.1 e Tabella 3.1).

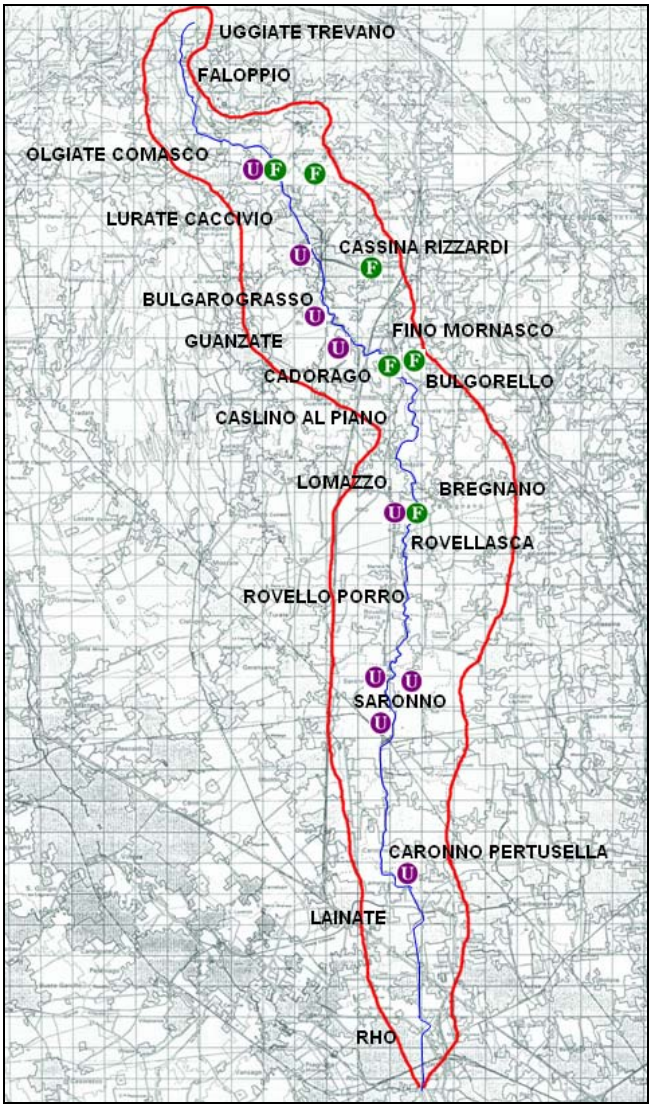


Figura 3.1 - Il bacino del torrente Lura con la localizzazione di massima dei 16 interventi di laminazione fluviale (F) e urbana (U) pianificati dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

Questo approccio di laminazione distribuita sul territorio permette di limitare il volume dei singoli interventi a valori ragionevoli, compatibili con la loro effettiva introduzione in un territorio già caratterizzato da un'intensa urbanizzazione, pur mantenendo la richiesta efficacia in termini di riduzione delle portate al colmo di piena. Ogni invaso viene infatti dimensionato per gestire le piene nel luogo dove esse si formano, ovvero direttamente le portate del Lura e le immissioni al torrente provenienti dai suoi affluenti e dagli scolmatori della rete fognaria dei centri urbani che attraversa. In particolare, gli invasi fluviali che laminano direttamente le acque del Lura, sono stati localizzati poco a monte dei nodi critici che devono proteggere: ad esempio, la vasca di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca per

la protezione del centro urbano di Saronno e del territorio a valle, la vasca di Caronno Pertusella per la tutela della nuova Fiera di Rho-Pero. Le vasche di laminazione fluviale e urbana hanno invece la funzione di diminuire le portate in entrata, riducendo quindi l'entità complessiva della piena nel Lura.

Tabella 3.1 - Tipologia e caratteristiche degli invasi di laminazione previsti nel Piano dell'Autorità di Bacino del Po.

Località	Tipo	Volume [m^3]	$Q_{stato\ attuale}$ [m^3/s]	$Q_{progetto}$ [m^3/s]
Olgiate Comasco - Gironico	F + U	250'000	28.5	6.5
Fossato	F	50'000	6.5	2
Lurate Caccivio	U	50'000	7.5	3
Livescia - Cassina Rizzardi	F	50'000	6.5	4
Bulgarograsso (c/o depuratore)	U	30'000	6.5	2.5
Guanzate	U	30'000	5.5	2
Cadorago (ex-depuratore)	F	100'000	32	27
Roggia Murella - Bulgorello	F	50'000	6.5	2.5
Lomazzo - Bregnano	F	300'000	52	21
Lomazzo - Bregnano	U	70'000	13	2
Rovello Porro	F	80'000	25	22
Saronno (3 vasche)	U U U	90'000	24	5
Caronno Perusella (c/o depuratore)	U	50'000	11.2	5

F: invaso di laminazione FLUVIALE U: invaso di laminazione URBANA

E' opportuno sottolineare che tutti gli invasi previsti andranno realizzati, affinché il rischio idraulico sia ridotto secondo quanto pianificato dall'Autorità di Bacino, ma alcuni di essi sono prioritari rispetto ad altri (come qui di seguito mostrato) e quindi dovranno essere costruiti prima. Infatti, in un'ottica globale di costi-benefici a scala di bacino, il luogo a rischio massimo è risultato essere la città di Saronno, pertanto ha priorità assoluta l'invaso di laminazione localizzato nel territorio dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca: esso costituirà quindi un primo lotto dell'intervento globale che interessa tutta l'asta del Torrente Lura.
Focalizzando quindi l'attenzione su questo intervento, per la valutazione dei dati necessari alla progettazione dell'infrastruttura idraulica (idrogrammi in ingresso alle vasche), è stata considerata come sezione di controllo quella localizzata a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, riferendosi ai tre stadi di avanzamento delle realizzazioni definiti dall'AdB:

- "***Stato attuale***", situazione prima di ogni intervento, ovvero quando non è ancora stata costruita nessuna vasca a monte delle vasche in oggetto;
- "***Stato di Fase 1***", situazione in cui sono già state costruite le vasche a priorità più elevata a monte delle vasche in oggetto;
- "***Stato di Progetto***", situazione in cui sono stati realizzati tutti gli interventi previsti.

E' bene sottolineare che le volumetrie minime da invasare, definite dall'AdB, sono riferite alla situazione di *Fase 1* (e non a quella finale di Progetto) per un evento di pioggia con tempo di ritorno T = 100 anni. Si è quindi assunto implicitamente che, una volta completati tutti gli interventi di Progetto, le stesse vasche garantiranno una migliore efficienza di laminazione per piogge di uno stesso tempo di ritorno e una minore frequenza di allagamento delle vasche, ovvero gli stessi volumi saranno invasati in occasione di eventi con tempi di ritorno maggiori.
Si definisce tempo di ritorno $T(X)$ il numero di intervalli di tempo che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi in cui viene raggiunto o superato il prefissato valore di soglia x della variabile aleatoria X considerata. Per il problema in oggetto, esso è quindi definito come il numero di anni che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi di pioggia della stessa severità. Da ciò discende che, dato un evento di pioggia di un determinato tempo di ritorno T, si ottengono tre diversi idrogrammi di portata nel torrente Lura alla sezione di controllo, uno per ciascuno stadio di avanzamento lavori: $Q_{ATTUALE}(T)$, $Q_{FASE1}(T)$ e $Q_{PROGETTO}(T)$.

3.1.1 Vasche di laminazione fluviale e urbana e vasche di prima pioggia

Lo scopo principale delle vasche di laminazione urbana (descritte nel capitolo 3 dell'Contributo Specialistico A), è la riduzione delle portate al colmo di piena non compatibili con il convogliamento in rete. In occasione degli eventi meteorici più intensi, infatti, le acque piovane entrano in rete e aumentano repentinamente portate e livelli rispetto ai valori di tempo secco, mandando in pressione i collettori e causando allagamenti urbani.
Nel caso di centri urbani attraversati da corsi d'acqua (naturali o artificiali), la rete fognaria è solitamente provvista di opportuni manufatti idraulici, detti scolmatori o scaricatori di piena, la cui funzione è proprio quella di dirottare

direttamente nel corpo idrico ricettore le portate eccedenti la capacità di convogliamento della rete stessa. E' bene sottolineare che, dal momento che tali volumi idrici vengono scaricati nei ricettori senza alcuna preventiva depurazione, accanto al problema quantitativo (costituito dal contributo alla piena del corso d'acqua) si aggiunge un contemporaneo e non trascurabile problema di qualità delle acque indotta nel ricettore.
Per questo motivo è auspicabile che esse vengano accoppiate alle vasche di prima pioggia per l'accumulo temporaneo di tali acque durante un evento meteorico, in vista di un loro successivo invio al trattamento una volta che, terminato l'evento stesso, le portate siano ridiscese al di sotto del valore massimo accettabile in ingresso alla depurazione. Una volta riempita completamente la vasca di prima pioggia, per le portate ormai diluite ma ancora elevate (eccedenti la capacità di convogliamento di valle) si può prevedere una seconda capacità d'invaso con funzione di laminazione, oppure è possibile lo scarico diretto nel ricettore. In generale le vasche di prima pioggia hanno volumetria molto limitata, poiché il loro scopo principale non è la laminazione, ma la cattura della massa inquinante associata alla fase iniziale dell'evento, ovvero quella dovuta alle cosiddette prime piogge.
Nel caso dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca oggetto di studio, l'Autorità di Bacino ha previsto la realizzazione di due vasche di laminazione, una fluviale che prende acqua direttamente dal Lura (300'000 m³) e una urbana alimentata dalla rete fognaria (70'000 m³).
Dalle considerazioni sull'impatto ambientale degli sfiori provenienti dagli scolmatori della rete fognaria, nel presente lavoro si è assunto come obiettivo la tutela e il miglioramento della qualità delle acque del Lura e quindi è stata prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia associata alla vasca di laminazione urbana.
Data però la coincidenza della localizzazione, da parte dell'Autorità di Bacino, delle due tipologie di vasca di laminazione (fluviale e urbana), per massimizzare l'efficienza idraulica complessiva e garantire comunque la laminazione globale richiesta al sistema di due vasche, si è deciso di considerare come volumetria di dimensionamento della vasca fluviale la somma dei volumi parziali richiesti (370'000 m³), mantenendo parallelamente la vasca di prima pioggia per evitare il fenomeno del first flush (o prima cacciata inquinata). Dovendo contenere acque fortemente inquinate, le vasche di prima pioggia devono essere impermeabili e chiuse, in generale realizzate in cemento armato. Compatibilmente con l'alimentazione a gravità da parte degli scolmatori fognari, esse possono essere sia fuori terra che interrate. Secondo la normativa della Regione Lombardia tali vasche vanno dimensionate per trattenere i primi 5 mm di pioggia, con una volumetria specifica di 50 m³/ha di bacino urbano. Nel territorio in esame, gli scolmatori che la vasca di prima pioggia deve gestire sono 4 (vedi capitolo 5 dell'Contributo Specialistico A): essi afferiscono ai comuni di Bregnano, Lomazzo e Cermenate e servono una superficie totale di circa 150 ha, perciò il volume necessario per la vasca di prima pioggia è di 7'500 m³. Come decritto in dettaglio nel paragrafo 3.2.1 dell'Contributo Specialistico A, le dimensioni massime di tali vasche dipendono dalla necessità di autolavaggio dopo il loro svuotamento. Nel caso in oggetto, in prima approssimazione si può prevedere un ingombro di massima di dimensioni 50 x 100 m per 7 metri di altezza, da pensare interrato o seminterrato con riutilizzo del tetto a scopo parcheggio o altra funzione di parco. In Figura 3.2 sono mostrate alcune possibili localizzazioni alternative, tutte compatibili con la fognatura, ma non sempre realizzabili a seconda dello scenario di laminazione/prelievo considerato, a causa della sovrapposizione degli ingombri dei diversi manufatti (Parte 3).

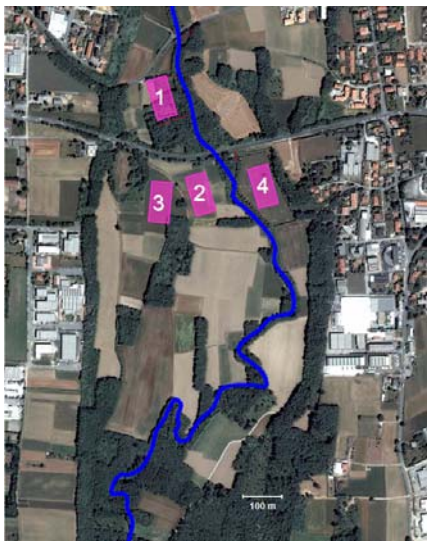


Figura 3.2 - Possibili localizzazioni alternative della vasca di prima pioggia.

3.1.2 Gli scenari come costruzione integrata di un parco e di una infrastruttura idraulica

Il risultato finale della presente ricerca è costituito dalla individuazione di alcuni scenari alternativi, associati alle tre diverse modalità di laminazione fluviale (in linea, fuori linea e mista), la cui progettazione è stata svolta in modo interdisciplinare.

La definizione degli scenari si è basata sull'ideazione del concetto di "idropaesaggio" (Capitolo 5 della Parte 2.B) da cui sono scaturite 6 configurazioni, che verranno descritte nel seguito e che in ogni caso non esauriscono le possibilità di costruzione integrata di un parco e di una infrastruttura idraulica di laminazione.

La progettazione paesaggistica degli scenari ha proposto una nuova struttura di parco fondata sui manufatti e sul funzionamento idraulico delle vasche di laminazione. Essa si è basata, come già detto, sull'associazione tra usi del territorio e sequenze di allagamento. In particolare sono state inserite, negli ambiti di allagamento frequente, funzioni di parco favorite dalla presenza dell'acqua per laminazione e garantite dal prelievo capace di fasare la disponibilità di acqua sulla vita animale e vegetale. In questo modo la costruzione della infrastruttura idraulica, di laminazione e prelievo, coincide con la costruzione stessa del parco ed è in grado di restituire all'acqua il suo valore di risorsa. Negli scenari dunque la costruzione di nuovi paesaggi e i relativi singoli funzionamenti idraulici di regolazione delle piene e del prelievo risultano intrinsecamente connessi e quindi inscindibili e totalmente interdipendenti tanto da non poter essere separatamente descritti (Capitolo 5 della Parte 2.B e Parte 3).

Gli scenari alternativi propongono diverse conformazioni di parco, ognuna con un tema prevalente, che viene richiamato nel nome attribuito al singolo scenario (Figura 3.3):

- S1.a: *Fuori linea – Minimi scavi/riporti*
- S1.b: *Fuori linea – Risparmio suolo*
- S1.c: *Fuori linea – Agricolo con irrigazione*
- S1.d: *Fuori linea – Area umida/naturalistica*
- S2: *In linea – Area umida e attuale produzione agricola*
- S3: *Misto – Area umida e attuale produzione agricola*

Ogni scenario è stato verificato e progettato in ambito interdisciplinare rispetto:

- al disegno del parco e del paesaggio e agli usi del suolo, produttivi e di fruizione (Arch. Monica Manfredi);
- all'efficienza di laminazione idraulica e ai volumi disponibili per il prelievo (csdu, PoliMI-DIIAR, Etatec srl, UniMib-DISAT);
- alle specifiche caratteristiche ambientali in grado di produrre biodiversità e di migliorare la qualità dell'acqua (UniMib-DISAT, Consorzio Parco del Lura, LIPU);
- agli interventi di mantenimento o modifica della produzione agricola (Consorzio Parco del Lura, D.ssa Francesca Oggionni);
- alle richieste dei portatori di interesse emerse nelle attività di partecipazione (PoliMI-Laboratorio ABITA).

La generalizzabilità delle proposte progettuali contenute nella definizione degli scenari, tali da presentarsi come progetti pilota rispetto agli altri interventi previsti lungo l'asta del torrente Lura così come in casi analoghi, è riconoscibile nella capacità rispondere con proposte alternative di parco e di modalità di laminazione fluviale differenti agli stessi obiettivi di sostenibilità ambientale e di integrazione nel territorio della infrastruttura di protezione idraulica.

Per la descrizione dettagliata degli schemi idraulici di riempimento e svuotamento delle differenti configurazioni ipotizzate per la vasca di laminazione di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, nonché per la discussione delle corrispondenti frequenze di allagamento di ciascuno dei suoi comparti, si rimanda alla Parte 3 del presente Report scientifico. E' comunque bene sottolineare che un'ulteriore verifica dell'efficienza idraulica di tutti gli interventi proposti ha mostrato, nei diversi scenari, come modesti incrementi del dimensionamento degli argini (e i relativi aumenti della capacità d'invaso) consentirebbero di rispondere all'evento di piena causato da una pioggia di 100 anni di tempo di ritorno non solo in Fase 1 (come richiesto dall'Autorità di Bacino), ma già in Stato Attuale, ovvero senza vasche di laminazione costruite a monte di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca. Ovviamente questa possibilità deve essere valutata nell'ottica della pianificazione dell'Autorità di Bacino, che prevede comunque la realizzazione di tutte le vasche (sia a monte sia a valle dell'intervento in oggetto). La costruzione di invasi un poco più grandi di quelli minimi pianificati otterrebbe il vantaggio immediato di poter gestire completamente l'evento di piena causato da una pioggia di T = 100 anni, proteggendo la città di Saronno. Il completamento degli altri invasi permetterà poi attraverso il sistema completo di vasche di laminazione, oltre a una drastica riduzione della frequenza di allagamento delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, di gestire eventi di piena causati da precipitazioni anche più gravose di quelle massime considerate.

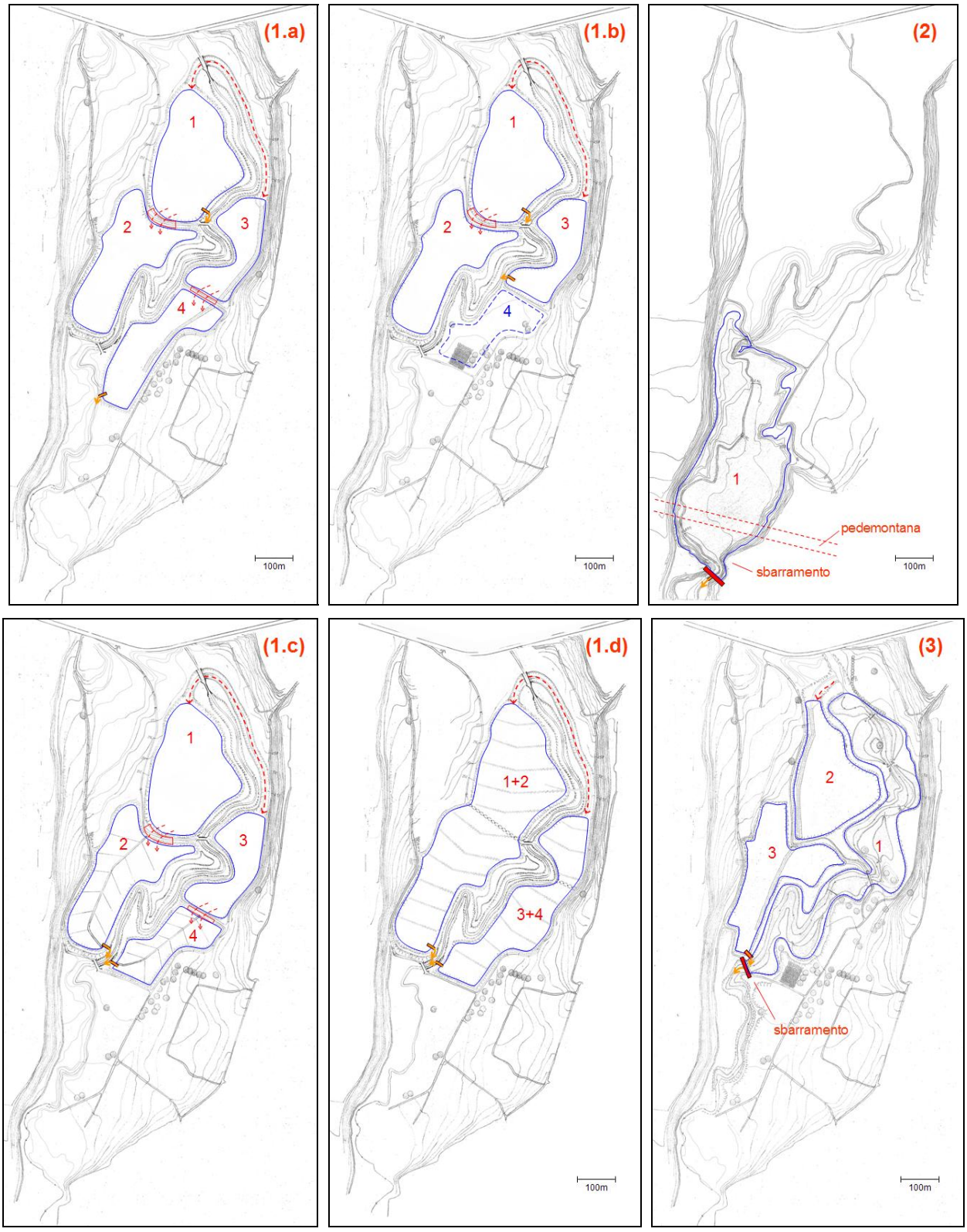


Figura 3.3 - Scenari proposti:

S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti
S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo
S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione
S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica
S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola
S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

3.2 LA WETLAND PILOTA DI CADORAGO

3.2.1 Scopi dell'intervento pilota

Lo scopo della realizzazione di una area umida pilota a Cadorago è esclusivamente di tipo scientifico- didattico, infatti le acque prelevate dal corso d'acqua principale vengono deviate all'interno della wetland ed infine riconvogliate nel torrente dopo aver subito un processo di fitodepurazione.

Il senso di tale operazione è constatare la capacità depurativa del sistema ed il conseguente miglioramento della qualità delle acque da esso operato. Tecnicamente le finalità di tali sistemi sono:

- la rimozione della sostanza organica e dei nutrienti,
- l'abbattimento dei solidi sospesi (recupero nella colorazione dell'acqua)
- la diminuzione della carica batterica presente.

In generale la realizzazione di aree umide ricostruite e quindi artificiali (constructed wetlands) è un sistema che coniuga i benefici relativi all'abbattimento dei carichi inquinanti, con quelli inerenti la diversificazione degli habitat, producendo un effetto positivo plurimo a livello economico, ambientale e paesaggistico.

La scelta dell'area di intervento è risultata subito molto importante in quanto doveva rispondere a caratteristiche specifiche:

- gli effetti del progetto pilota dovevano venire mostrati in modo diretto alla popolazione,
- doveva essere possibile svolgere monitoraggi costanti
- si doveva affiancare l'aspetto della rinaturalizzazione con quello della fitodepurazione.
- il costo doveva essere compatibile con quello previsto dai finanziamenti.

L'area selezionata ricade interamente nel Comune di Cadorago (CO): la superficie catastale interessata è di circa 4550 m².

Sulla base del documento "Determinazione del reticolo idrico minore: Regolamento del Comune di Cadorago – attuazione delle competenze in materia di polizia idraulica" si sono desunte le zone e le fasce di rispetto del reticolo idrico e si sono rilevati i due tipi di vincoli presenti sull'area:

- la fascia di rispetto del reticolo idrico principale
- la fascia allargata di vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

3.2.2 Caratteristiche dell'opera realizzata

Il progetto pilota ha visto la costruzione di uno specchio d'acqua (Figura 3.6) realizzato in sponda sinistra idraulica parallelamente al corso d'acqua esistente.

La wetland è alimentata da una tubazione sotto battente, avente una saracinesca di regolazione al suo estremo di valle che preleva acqua dall'alveo; la reimmisisone dell'acqua in alveo avviene circa 50 m più a valle, mediante una tubazione di restituzione questa volta, per sicurezza, priva di organi di regolazione.

La scelta di operare l'alimentazione sotto battente anziché a stramazzo, è dovuta alla necessità di contenere, in occasione delle piene, gli incrementi della portata recata all'area umida, allo scopo di preservarla.L'opera di presa, oltre al tubo prevede il posizionamento di una briglia a valle del tubo, in grado di generare un innalzamento del livello idrico tale che in condizioni di tempo secco si riesca a deviare la Qw,s (portata di tempo secco) voluta sotto battente. Il tubo di adduzione è inclinato di circa 45° rispetto al flusso di corrente e leggermente rialzato rispetto al fondo onde limitare il rischio di occlusioni. Tale tubazione riversa la portata nella wetland con uno sbocco in atmosfera regolabile tramite una saracinesca manuale, consentendo il controllo dell'entità della portata addotta.

A monte della briglia la conformazione e le quote dell'alveo rimangono quelle pregresse. L'opera di presa comprende anche, quali sue parti essenziali, una vasca di dissipazione d'energia in alveo subito a valle della briglia, una controbriglia che funge da parete di valle della vasca di dissipazione in alveo e infine una zona di dissipazione d'energia nella wetland, là dove avviene il recapito da parte della tubazione d'immissione. A valle della controbriglia il fondo dell'alveo ritorna ad essere quello naturale del torrente Lura.

L'opera di restituzione dalla wetland all'alveo consiste in una tubazione che riattraversa l'argine, con quota d'imbocco opportunamente inferiore alla quota di sbocco della tubazione di alimentazione ma, a differenza di questa, è priva di organi di regolazione. Le opere in alveo sono realizzate in massi ciclopici opportunamente sagomati in sommità, in modo da conferire una quota costante lungo tutta la larghezza dell'alveo. Anche le tre zone di dissipazione dell'energia (rispettivamente in alveo a valle della briglia, nella wetland allo sbocco della tubazione di alimentazione e

in alveo allo sbocco della tubazione di restituzione) sono costruite in massi ciclopici.
Il progetto prevede anche l’inserimento di opere d’ingegneria naturalistica in grado di integrare gli accorgimenti di cui sopra, nonché garantirne l’efficienza e la stabilità, specie nei punti di particolare vulnerabilità. In particolare si propongono l’impianto di culmi di specie acquatiche in tutta l’area che si trova a quota 0 - 50 cm e la sistemazione dei bordi tramite fascine in salice.
Il fondo della wetland fino alla quota di impianto della vegetazione fitodepurante è resa impermeabile con materassi bentonitici, operazione che si è resa necessaria dato che le analisi pedologiche hanno indicato la presenza di un substrato a granulometria grossolana (Figura 3.4).
Dalla chiusura dei lavori l’area è diventata un ambito di ricerca da parte del DISAT dell’Università di Milano-Bicocca che sta seguendo con cura l’evoluzione della vegetazione (Figura 3.6) e sta cercando di valutare i suoi reali effetti di fitodepurazione sulla qualità delle acque.

Figura 3.4 - La wetland pilota di Cadorago: fasi di realizzazione della vasca – aprile 2007.

Figura 3.5 – Area umida pilota: la crescita delle fascine di salice – giugno 2007.

Figura 3.6 - La wetland pilota di Cadorago: la rigogliosa crescita della vegetazione sulle sponde – luglio 2008.

Bando CARIPLO 2004
"Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali"

[N° riferimento pratica: 2004.0829/11.8034]

– *Progetto* –

"SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE IDRAULICA NEL TORRENTE LURA: UN PROGETTO PILOTA DI GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA"

PARTE 2

PARTE 2.A

ASPETTI IDROLOGICI DEL BACINO DEL TORRENTE LURA

FUNZIONAMENTO IDRAULICO DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE

CSDU – centro studi idraulica urbana
presso Politecnico di Milano – DIIAR sez. CIMI: Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano
Tel. 0223996212 – Fax. 0223996207 – Email: info@csdu.it
Responsabile: arch. Monica Paoletti

DIIAR – Dipartimento Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie e Rilevamento
Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano – Tel. 0223996228 – Fax. 0223996207
Email: ilaria.innocenti@polimi.it, alessandro.paoletti@polimi.it, umberto.sanfilippo@polimi.it

Responsabile: prof. Alessandro Paoletti
Altri componenti del gruppo di ricerca:
ing. Ilaria Innocenti, ing. Umberto Sanfilippo

Consulenza di progettazione ingegneristica:
Società d’ingegneria ***Etatec s.r.l.***: ing. Cristina Passoni, ing. Giovanni Battista Peduzzi
Via Bassini, 23 – 20133 Milano – Tel. 0226681264 – Email: etatec@etatec.it

INDICE DELLA PARTE 2.A

1. INTRODUZIONE 29
1.1 Cause e conseguenze delle piene 29
1.2 Provvedimenti per il controllo delle piene 30
1.2.1 Sistemazioni d'alveo 31
1.2.2 Canali scolmatori e diversivi 32
1.2.3 Invasi di laminazione 34
1.3 L'evoluzione della legislazione sulle acque in Italia 36
1.3.1 Legge 319/1976 36
1.3.2 Legge 183/1989 sulla difesa del suolo 37
1.3.3 Legge "Galli" 36/1994 38
1.3.4 D.Lgs. 152/1999 e sue modifiche 38
1.3.5 Recepimento della Direttiva Europea 2000/60/CE 39
1.4 Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) 39
1.4.1 Generalità ed esempi di grandi bacini italiani 39
1.4.2 Il comprensorio Olona-Bozzente-Lura-Seveso-Lambro 43

2. IDRAULICA DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE 46
2.1 Invasi in linea 46
2.1.1 Equazioni che regolano il fenomeno della laminazione 47
2.1.1.1 Equazione di continuità del serbatoio 47
2.1.1.2 Legge d'invaso 47
2.1.1.3 Legge di efflusso 48
2.2 Invasi fuori linea 50
2.2.1 Equazioni che regolano il fenomeno della laminazione 51
2.2.1.1 Equazioni di continuità nelle sezioni di controllo 52
2.2.1.2 Sfioratore laterale 52
2.2.1.3 Equazione di continuità del serbatoio 53
2.3 Ipotesi di laminazione ottimale 55

3. VASCHE URBANE: SCOPO E FUNZIONAMENTO 57
3.1 Vasche di laminazione urbana 57
3.2 Vasche di prima pioggia 57
3.2.1 Tipologie di vasca di prima pioggia e fasi di funzionamento 60
3.2.1.1 Vasca in linea, fuori linea di transito o fuori linea di cattura: Riempimento 60
3.2.1.2 Svuotamento 61
3.2.1.3 Autolavaggio 62

4. ASPETTI IDROLOGICI DEL BACINO DEL TORRENTE LURA 64
4.1 Caratteristiche del bacino del torrente Lura e richiami sugli interventi di controllo delle piene previsti dall'Autorità di Bacino del fiume Po 64
4.1.1 Generalità sull'assetto idraulico e sulle criticità del Torrente Lura 64
4.1.2 Piano degli interventi dell'AdB per il controllo delle piene del Torrente Lura 65
4.1.2.1 I diversi stadi di avanzamento lavori 67
4.1.3 Analisi idrologiche e modellazione idraulica per la caratterizzazione del bacino a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca 67
4.2 Modello numerico del Lura a monte di Bregnano-Lomazzo 68
4.2.1 Generalità 68
4.2.2 Software MIKE 11 68
4.2.2.1 Modellazione idrodinamica di correnti a superficie libera 68

4.2.2.2 Manufatti di attraversamento 70
4.2.3 Modello del Torrente Lura 72
4.2.3.1 Sottobacini 74
4.2.3.2 Modello afflussi – deflussi 76
4.3 Analisi dei fenomeni di piena estremi a Bregnano-Lomazzo 78
4.3.1 Piogge di progetto 78
4.3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica (CPP) 78
4.3.1.2 Ietogramma di progetto di tipo Chicago 79
4.3.2 Idrogrammi relativi allo Stato attuale 81
4.3.3 Idrogrammi relativi allo stadio di Fase 1 81
4.3.4 Idrogrammi relativi allo stadio di Progetto 81
4.4 Analisi degli eventi di piena ordinari e dei periodi di tempo secco a Bregnano-Lomazzo 85
4.4.1 Pluviometri 85
4.4.1.1 Regola dei poligoni di Thiessen 86
4.4.2 Simulazione dei deflussi idrologici 87
4.4.2.1 Ietogrammi e idrogrammi risultanti 87
4.4.2.2 Curve di durata 100
4.4.3 Analisi probabilistica dei deflussi idrologici 100
4.4.3.1 Portate di piena frequenti 100
4.4.3.2 Volumi al di sopra di una soglia prefissata e tempi di superamento 102
4.4.3.3 Intervalli di tempo secco 103

5. MONITORAGGIO NELL'AREA DI BREGNANO-LOMAZZO 104
5.1 Strumentazione installata 104
5.1.1 Idrometro a ultrasuoni e aste idrometriche 104
5.1.2 Misuratore di portata a ultrasuoni nello scolmatore 106
5.2 Sezioni di monitoraggio 107
5.3 Campagna sperimentale di ToT 108
5.3.1 Modalità operative 109
5.3.2 Strumenti di misura 110
5.3.3 Procedura di elaborazione dei dati 112
5.3.3.1 Calcolo della portata transitante in alveo 112
5.4 Dati raccolti 113
5.4.1 Misure di portata con il ToT 113
5.4.2 Livelli all'idrometro sul Lura e livelli nello scolmatore fognario C1 115
5.5 Scala delle portate del Torrente Lura alla sezione in corrispondenza del ponte canale a valle della SP 32 119

6. INTRODUZIONE AI POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL LORO FUNZIONAMENTO IDRAULICO 120

7. BIBLIOGRAFIA 120

1. INTRODUZIONE

1.1 CAUSE E CONSEGUENZE DELLE PIENE

Si va oggi sempre più affermando, anche in conseguenza dei sempre più numerosi e frequenti eventi drammaticamente alla ribalta della cronaca, la consapevolezza della gravità dei problemi territoriali dovuti a vari fenomeni di dissesto idrogeologico, causati dalla progressiva crescente impermeabilizzazione dei suoli e dallo sfruttamento spesso non ecosostenibile ed irrazionale del territorio e delle risorse idriche. Fino a poco tempo fa, il criterio di pianificazione è stato prioritariamente quello dell’espansione e dello sviluppo delle attività antropiche, senza quasi alcuna considerazione per il delicato equilibrio ambientale che si andava così ad alterare. Questi problemi sono emersi in tutta la loro evidenza in occasione di eventi estremi, come le frequenti alluvioni e l’abbassamento o l’innalzamento della falda che creano non solo danni alla popolazione ed alle cose, ma hanno anche notevoli conseguenze negative a livello economico per la loro incidenza sulle infrastrutture e sulle attività produttive.
L'insieme delle caratteristiche idrauliche, chimiche, fisiche ed ecologiche delle acque di molti corsi d’acqua è quindi strettamente correlato alla massiccia antropizzazione del territorio che attraversano. Le superfici dei bacini idrografici, pur contenendo zone di pregio come i parchi protetti, sono ormai quasi completamente impermeabilizzate in conseguenza dell’elevatissimo livello di urbanizzazione da essi raggiunto. Durante le piene si assiste, perciò, ad un aumento repentino dei volumi idrici degli scorrimenti superficiali che non si infiltrano nel terreno impermeabilizzato. A ciò si aggiunge un concomitante aumento delle portate che, attraverso i sistemi fognari e gli scolmatori di piena, raggiungono i corsi d’acqua con tempi di concentrazione innaturalmente rapidi, incrementando così la criticità di allagamenti e fenomeni erosivi, talvolta con conseguenti instabilità delle sponde e crolli. La stessa impermeabilizzazione degli alvei dei corsi d’acqua concorre ad aggravare tale situazione. E’ inoltre da sottolineare il fatto che la mancata infiltrazione di parte della precipitazione provoca anche la generalizzata diminuzione dei deflussi di base nei corsi d’acqua, che possono ritrovarsi con portate molto basse o addirittura in secca durante le magre estive.
A partire da questa situazione generalizzata di degrado idrogeologico, le cause localizzate delle inondazioni possono comunque essere molteplici: in generale, se lungo un corso d’acqua esistono restringimenti di sezione, durante le piene può accadere che la portata che riesce a defluire verso valle risulti minore di quella in arrivo da monte; in tali casi l’eccesso di portata in arrivo provoca allagamenti, talora a carattere catastrofico. Queste situazioni possono avvenire sia nelle reti idrografiche naturali, come fiumi e torrenti, sia nelle reti di drenaggio artificiali, quali canali di bonifica e fognature.
Molti dei cosiddetti corsi d’acqua “naturali”, però, sono stati nel tempo inglobati via via nel tessuto urbano: infatti, a causa della crescente tendenza all’inurbazione della popolazione, si è verificata una sempre maggiore penuria di aree edificabili e si sono quindi utilizzate a questo scopo anche le aree di pertinenza fluviale, che dovrebbero essere invece lasciate libere proprio per garantire la naturale espansione del corso d’acqua in occasione di violente precipitazioni. Inoltre essi presentano lungo il loro corso numerosi “ostacoli” al naturale deflusso delle acque, rappresentati da diminuzioni della sezione trasversale, quali tombini, ponti stradali, attraversamenti pedonali, edifici in argine (Figura 1.1), che durante le piene creano localmente un innalzamento dei livelli d’acqua e un conseguente possibile allagamento delle aree circostanti a monte per fenomeni di rigurgito della corrente).

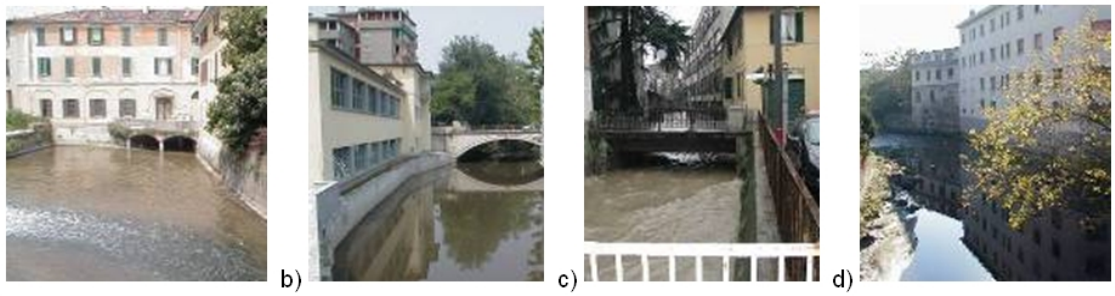


Figura 1.1 – Esempi di restringimenti di sezione in zone fortemente urbanizzate.

Le conseguenze delle inondazioni, causate da tali fiumi e torrenti che scorrono in zone fortemente antropizzate, sono in genere commisurate alla rarità dell'evento: possono andare dalla paralisi del traffico, con danni alle attività commerciali e allagamento degli scantinati (come accade frequentemente ad esempio a Milano per le esondazioni urbane del Seveso), fino all'allagamento e all'isolamento di interi centri abitati, comprese le infrastrutture viarie e le zone agricole circostanti.
Come detto, per eventi di piena molto intensi si assiste quindi ad un generalizzato aumento dei livelli idrici, che possono arrivare ad interferire pesantemente con le infrastrutture presenti in alveo. In particolare, la presenza di ponti (pedonali, stradali o ferroviari) può ingenerare al crescere di tali livelli dapprima un funzionamento in pressione del ponte stesso, con forti sollecitazioni dell'impalcato, per giungere al loro sormonto e, specialmente in caso di intasamento della luce libera da parte del materiale solido trasportato dalla corrente, con un catastrofico "effetto diga": le sollecitazioni alla struttura possono in tal caso diventare insostenibili e portare al collasso della stessa, ad esempio per cedimento dell'impalcato e/o scalzamento di pile intermedie.

Figura 1.2 – Piena del Torrente Lura nel novembre 2002: (a) ponte a Rovello Porro che costituisce ostacolo al deflusso; (c) tombino fognario, in sovraccarico, all'interno del parco cittadino di Saronno; (d) frana in alveo; (e) esondazione in area residenziale; (f) esondazione in zona industriale.

Il Torrente Lura, oggetto del presente studio, può essere incluso nella categoria "corsi d'acqua naturali urbani", poiché attraversa lungo il suo corso il territorio e i centri abitati di ben 18 Comuni. Pertanto esso risulta affetto da tutte le problematiche sopra descritte ed è quindi soggetto a repentini fenomeni di piena, i cui effetti sono enfatizzati dalla presenza di numerose tra le citate singolarità che ostacolano il deflusso, come dimostrano le immagini in Figura 1.2 che si riferiscono all'evento del novembre 2002.

1.2 PROVVEDIMENTI PER IL CONTROLLO DELLE PIENE

Preso atto delle potenziali conseguenze relative alla citata mancanza di adeguata pianificazione nel passato, è però possibile intervenire ora con la realizzazione di una serie di provvedimenti per il controllo delle piene. La letteratura tecnico-scientifica in tema di protezione idraulica del territorio usualmente divide tali possibili interventi in due grandi categorie: gli interventi "strutturali" e quelli "non strutturali". Tra i primi si collocano le sistemazioni d'alveo, le sistemazioni delle opere di attraversamento, gli invasi di laminazione, gli scolmatori e i diversivi; mentre i secondi comprendono le normative urbanistiche, i regimi fiscali e/o assicurativi e soprattutto i sistemi di preannuncio delle piene e di protezione civile.
In generale la difesa dalle inondazioni tramite le cosiddette "misure strutturali passive" mira a creare condizioni di deflusso che evitino l'allagamento delle aree da proteggere aumentando la capacità di deflusso in alveo con livelli idrici inferiori a quelli d'esondazione. Ciò può ottenersi innalzando le sponde dell'alveo nella zona da difendere

mediante *arginature* o *muri di sponda*, oppure allontanando dalla zona da difendere parte della portata, deviandola in un nuovo alveo mediante uno *scolmatore* o un *diversivo*.
La difesa dalle inondazioni tramite "misure strutturali attive" mira invece a ridurre le portate di piena al colmo, laminando le piene per mezzo di *invasi di laminazione* localizzati a monte delle zone da proteggere.

1.2.1 Sistemazioni d'alveo

Quando il livello idrico di piena di un corso d'acqua è superiore a quello del piano campagna, per evitare allagamenti del territorio circostante è necessario rialzare le sponde mediante dei rilevati detti *argini*. Essi sono generalmente costituiti da rilevati impermeabili di terra disposti lungo i fiumi per proteggere le zone a tergo, quindi dal punto di vista strutturale sono simili a dighe di terra di modesta altezza, ma rispetto a queste sono soggetti a condizioni meno gravose, perché mentre le dighe di terra devono trattenere l'acqua per tempi indeterminati, anche per anni di seguito, gli argini sono investiti dall'acqua solo durante il periodo della piena. Peraltro, nei grandi fiumi questo periodo può essere anche assai lungo, potendo durare molti giorni e, in qualche caso, settimane. Nella progettazione degli argini si deve tenere perciò presente questa situazione dinamica, che può variare sensibilmente da caso a caso.
Spesso la sezione di un corso d'acqua arginato si presenta composta da due zone: un alveo interno di dimensioni più limitate, detto alveo inciso e normalmente capace di contenere le portate di piena ordinaria, e da una zona, detta golena, interessata dalle acque solo in occasione delle piene più importanti. Se manca la golena si parla di argine in froldo. In qualche caso l'alveo inciso è circondato da argini minori, detti argini secondari o golenali, che risultando interni all'argine maestro sono destinati ad essere sommersi in occasione delle piene maggiori (Figura 1.3). In località dove manca lo spazio, come molte zone urbanizzate, per guadagnare spazio l'argine può essere delimitato verso fiume da muraglioni, che in casi estremi possono completamente sostituirli (Figura 1.4).
E' bene sottolineare che le arginature, impedendo l'espansione delle piene nelle zone che precedentemente all'intervento venivano inondate, limitano l'invaso, riducendo la capacità di laminazione: hanno quindi l'effetto di aumentare le portate a valle.
Inoltre le elevate velocità associate alle onde di piena, specialmente in situazioni di alvei in curva, possono causare dissesti localizzati o diffusi alle sponde; perciò spesso si ricorrre ad interventi di protezione spondale attraverso il rivestimento con scogliere in pietrami sciolti, gabbioni e materassi riempiti di ciottoli, muri in calcestruzzo, ecc (Figura 1.5). E' da sottolineare che tali interventi hanno sicuramente un impatto paesaggistico-ambientale al momento della loro realizzazione, che va però diminuendo nel tempo grazie al processo spontaneo di rinaturalizzazione (Figura 1.6).

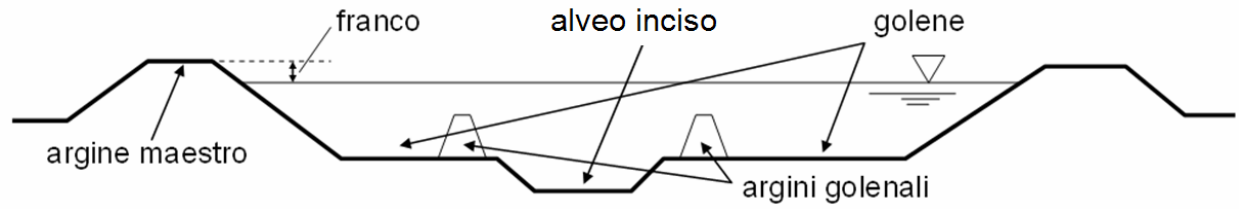


Figura 1.3 – Schema di sistemazione d'alveo con argini golenali e maestri.

Figura 1.4 – Esempio di sistemazione d'alveo in ambito urbano con argini in froldo in muratura e massi (Fiume Adda a Tirano, si noti l'attraversamento pedonale).

a) b)

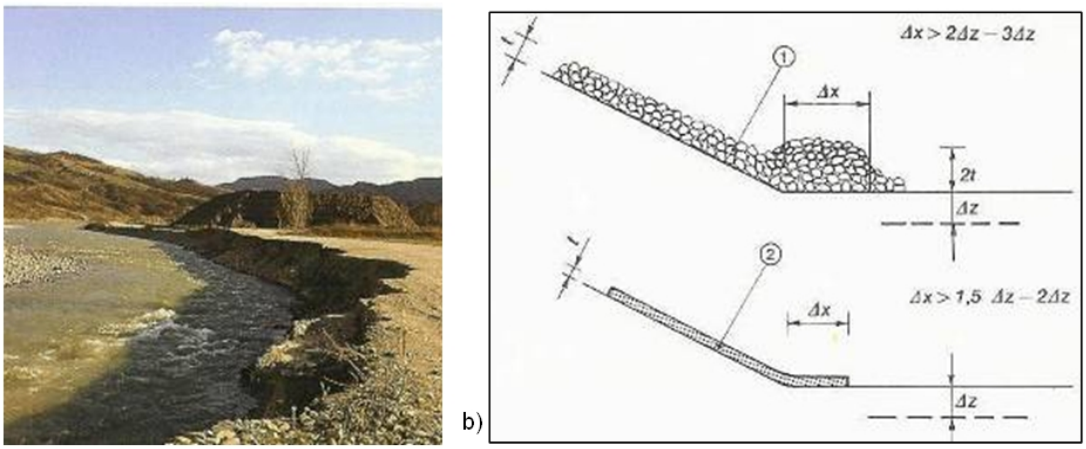


Figura 1.5 – (a) Dissesto delle sponde e (b) schemi di protezione spondale (con scogliere in pietrame sciolto e materassi).

Figura 1.6 – Esempi di protezione spondale e del loro processo di rinaturalizzazione.

1.2.2 Canali scolmatori e diversivi

Un modo di aumentare la capacità di trasporto complessiva del corso d'acqua consiste nel deviare parte della corrente di piena in un nuovo alveo, allontanandola dalla zona da difendere (Figura 1.7). L'opera impiegata a questo scopo prende il nome di:

- *scolmatore*, se la portata in eccesso viene recapitata all'esterno del bacino in oggetto: in un altro bacino (come la galleria-scolmatore del fiume Adige nel Lago di Garda), o direttamente a mare (come lo scolmatore del fiume Arno, Figura 1.8);
- *diversivo*, se la portata in eccesso, derivata a monte della zona da difendere, viene restituita a valle nello stesso corso d'acqua.

Una classificazione alternativa per canali artificiali che derivano l'acqua da un fiume e la convogliano direttamente al mare, in un lago o in un altro fiume è la seguente:

- *diversivo*, se è destinato a derivare permanentemente una frazione della portata dell'alveo naturale ed è quindi dotato di portata continua;
- *scolmatore*, se è concepito per derivare ed allontanare verso opportuni recapiti una parte delle acque di piena od eventualmente di morbida, ma nei periodi di magra è normalmente privo di acqua (e ciò consente lo sviluppo di vegetazione da cui deriva il nome "fiume verde").

Si noti che, però, non tutti gli autori accettano però queste distinzioni: secondo alcuni i due termini possono essere usati indifferentemente, come avviene ad esempio nella letteratura anglosassone che utilizza la sola espressione *river diversion*.

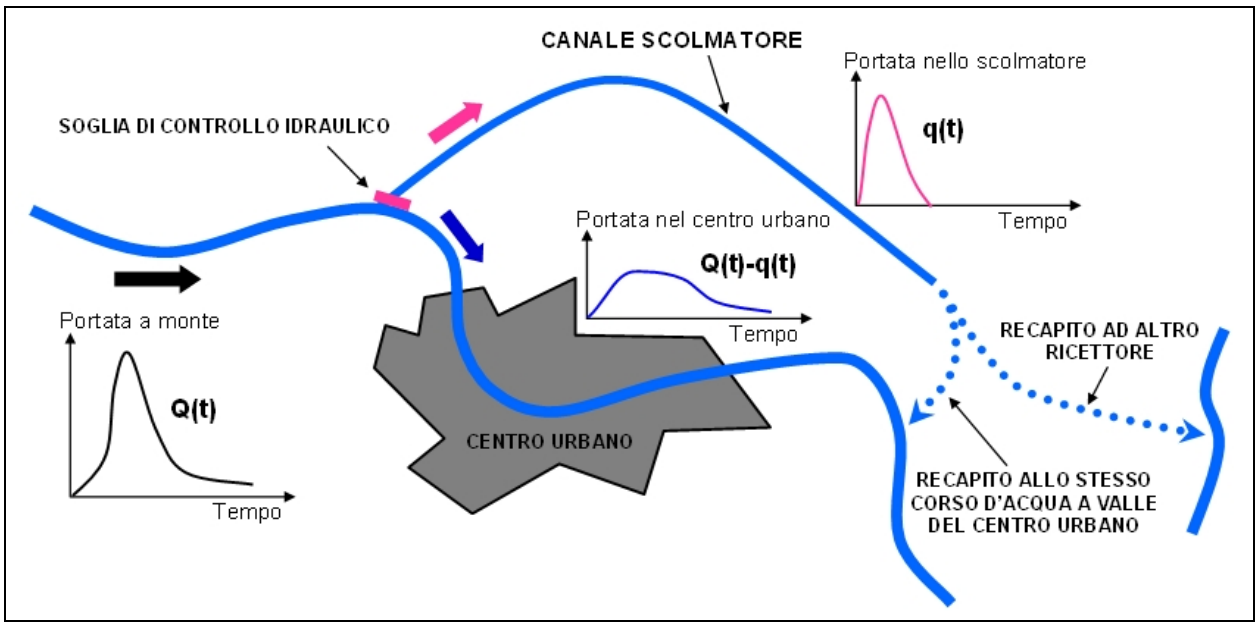


Figura 1.7 – Schema di un canale scolmatore a tutela di un centro urbano (sono evidenziati due possibili recapiti: lo stesso corso d'acqua a valle del centro urbano, oppure un altro ricettore).

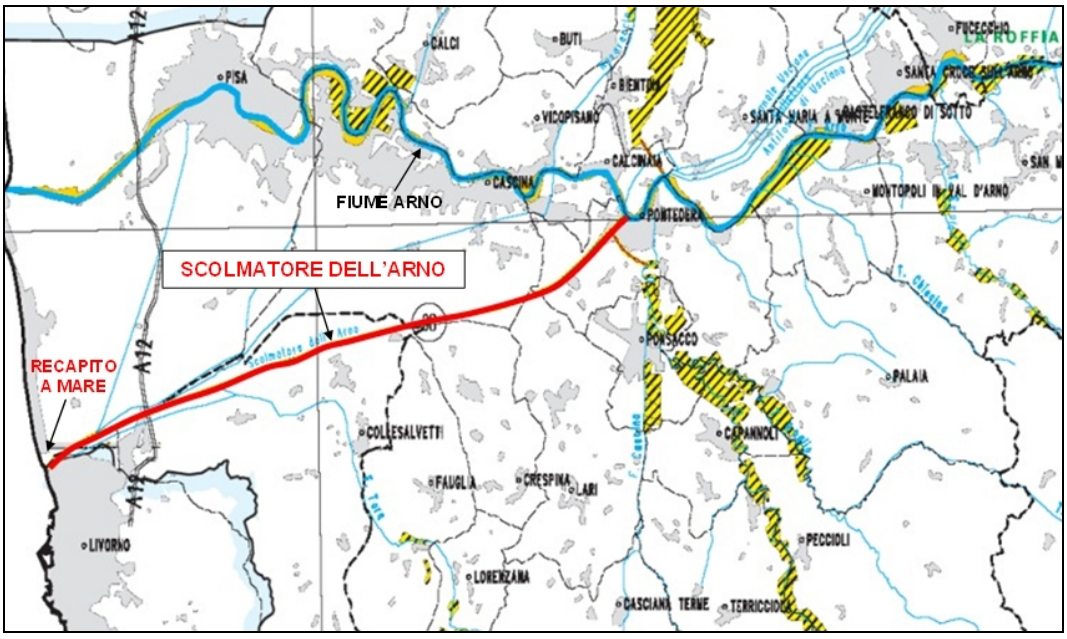


Figura 1.8 – Scolmatore dell'Arno a Pontedera per la protezione di Pisa.

I diversivi hanno il compito di ridurre il valore della massima piena e sono tanto più efficaci quanto più la portata scaricata è elevata, in tal modo però il diversivo stesso può diventare un corso d'acqua pericoloso. Un ulteriore inconveniente sta nel fatto che, suddividendo la portata tra più rami, la velocità dell'acqua diminuisce e pertanto si riduce anche la forza di trascinamento dei materiali; ne consegue spesso un sovralzo del letto del fiume subito a valle dell'imbocco del diversivo che può eliminare in breve tempo tutti i vantaggi ottenuti con la costruzione dell'opera convogliando verso il diversivo sempre maggiori portate. Perciò i diversivi devono essere progettati con molta prudenza e si deve anche studiare se sia conveniente allontanare con mezzi meccanici il materiale alluvionale depositato per ripristinarne l'efficienza. Lo stesso inconveniente si manifesta negli scolmatori, ma in misura notevolmente minore, perché funzionano raramente. È per questo motivo che la maggioranza degli scrittori classici di idraulica fluviale si è espressa negativamente al riguardo dei diversivi, affermando che la capacità di portata solida

del fiume e del suo diversivo è inferiore alla capacità di portata solida di un alveo unico. Se il trasporto solido però è limitato, la capacità di trasporto, pur ridotta, del fiume e del suo diversivo è sufficiente ad evitare i depositi. Pertanto è necessario, prima di costruire un diversivo, controllare l'entità percentuale delle torbide trasportate ed eventualmente cercare di ridurre il trasporto solido con opere forestali e di piccola idraulica dirette a limitare l'erosione nel bacino imbrifero. Si deve però tenere presente che l'efficacia di tali opere si manifesta alcuni anni dopo la loro esecuzione.
Sia gli scolmatori sia i diversivi sono costituiti da un manufatto di presa (costituito in genere da uno sfioratore frontale o laterale), da un canale di trasporto (che può essere anche in galleria) e da un manufatto di restituzione.
Nella progettazione di un diversivo e/o scolmatore occorre in ogni caso tenere in conto alcuni aspetti di particolare importanza:

- la sezione assegnata all'opera deve essere adeguata alle caratteristiche del corso d'acqua e soprattutto alla tipologia e quantità di materiale trasportato in piena; in ogni caso andrà valutata l'opportunità di realizzare a monte briglie selettive che ne preservino la corretta funzionalità;
- occorre tenere in conto l'effettiva ripartizione della portata di piena rispetto all'alveo naturale, e valutare, mediante l'utilizzo della modellistica numerica con simulazioni in condizioni di moto vario, gli effetti nel punto di restituzione nell'alveo naturale per confronto con la situazione preesistente;
- la tipologia costruttiva del diversivo e/o scolmatore dovrà garantire attraverso la normale attività di manutenzione la piena funzionalità dell'opera nel tempo.

1.2.3 Invasi di laminazione

Gli invasi di laminazione (detti anche "vasche di laminazione" o "casse di espansione" in ambito fluviale e "vasche volano" in ambito urbano) sono costituiti da volumi ricavati da un'opportuna delimitazione di aree soggette, in occasione delle piene, a inondazione controllata. Il loro scopo è la tutela del territorio posto a valle, attraverso la riduzione dell'entità delle portate durante la fase di colmo della piena, invasando temporaneamente una parte del volume dell'onda. Tale volume invasato viene rilasciato in tempi successivi, compatibilmente con la capacità di convogliamento di valle.
L'inserimento di tali infrastrutture idrauliche, schematizzato in Figura 1.9, può essere "in linea" o "fuori linea" (quest'ultimo è detto anche "in derivazione"), con eventuale combinazione delle due tipologie a creare una configurazione "mista" (ovvero parte in linea, parte fuori linea, come nell'esempio mostrato in Figura 1.11).

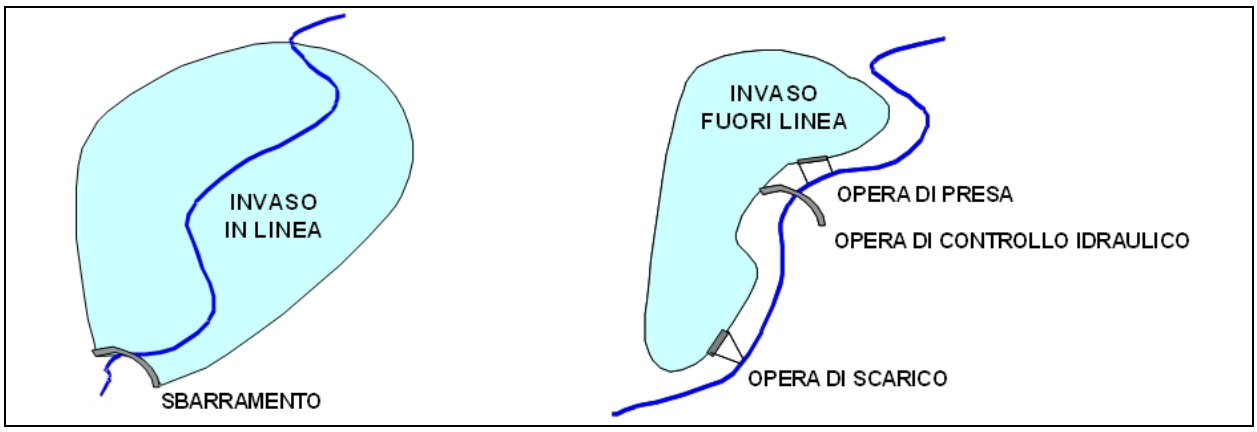


Figura 1.9 – Tipologie di invasi di laminazione fluviale: (a sinistra) "in linea", (a destra) "fuori linea".

Nella configurazione "*in linea*" l'area destinata all'invaso è quella circostante l'alveo stesso, a seguito della delimitazione ed eventuale ampliamento delle aree golenali ivi disponibili. Nella sezione di valle dell'area viene realizzata un'opera di controllo, il cui scopo è quello di provocare un rigurgito verso monte e quindi l'invaso temporaneo dell'onda. Tale opera può essere una soglia con dei restringimenti laterali oppure una traversa (più o meno alta a seconda dei casi), a cui sono associati i manufatti di scarico. Nella configurazione "*fuori linea*" il bacino è ricavato da aree limitrofe non direttamente appartenenti all'alveo, che vengono invase dalle acque di piena solo quando la portata supera un certo valore progettuale di soglia. L'ingresso e l'uscita delle portate dall'invaso avvengono mediante un'opera di presa ed un'opera di scarico generalmente distinta dalla prima. Anche in questo caso può essere prevista un'opera di controllo a valle dell'opera di presa per incrementare l'efficienza idraulica della presa stessa.

Il funzionamento degli invasi di laminazione dipende dalla loro morfologia e dal tipo di opere di controllo e di scarico presenti (vedi capitolo 2). In primo luogo è importante rilevare che, se possibile, è sempre preferibile prevedere opere non regolate, ovvero che non richiedano l'intervento umano o la mobilitazione di organi mobili, perché infrastrutture di questo tipo sono destinate ad entrare in funzione con frequenze molto basse (al massimo qualche volta all'anno, ma in generale una volta ogni diversi anni) e quindi la manutenzione delle attrezzature elettromeccaniche potrebbe risultare troppo costosa e/o poco affidabile. L'opera di controllo è perciò generalmente realizzata con una traversa dotata di luci fisse o con una soglia dotata di restringimenti laterali. L'opera di scarico (distinta dalla presa solo per invasi in derivazione) è anch'essa realizzata solitamente mediante luci non controllate, a battente e/o a stramazzo, mentre l'opera di presa è generalmente una soglia sfiorante realizzata sull'argine laterale dell'alveo.
Proprio a causa della diversa modalità di alimentazione, le vasche di laminazione si comportano in modo diverso anche nei confronti del trasporto solido: gli invasi in linea tendono infatti ad interrirsi più facilmente rispetto a quelli in derivazione, perché la soglia dell'opera di presa permette di selezionare il materiale in ingresso alla cassa, eliminando quello che si muove per trasporto di fondo.

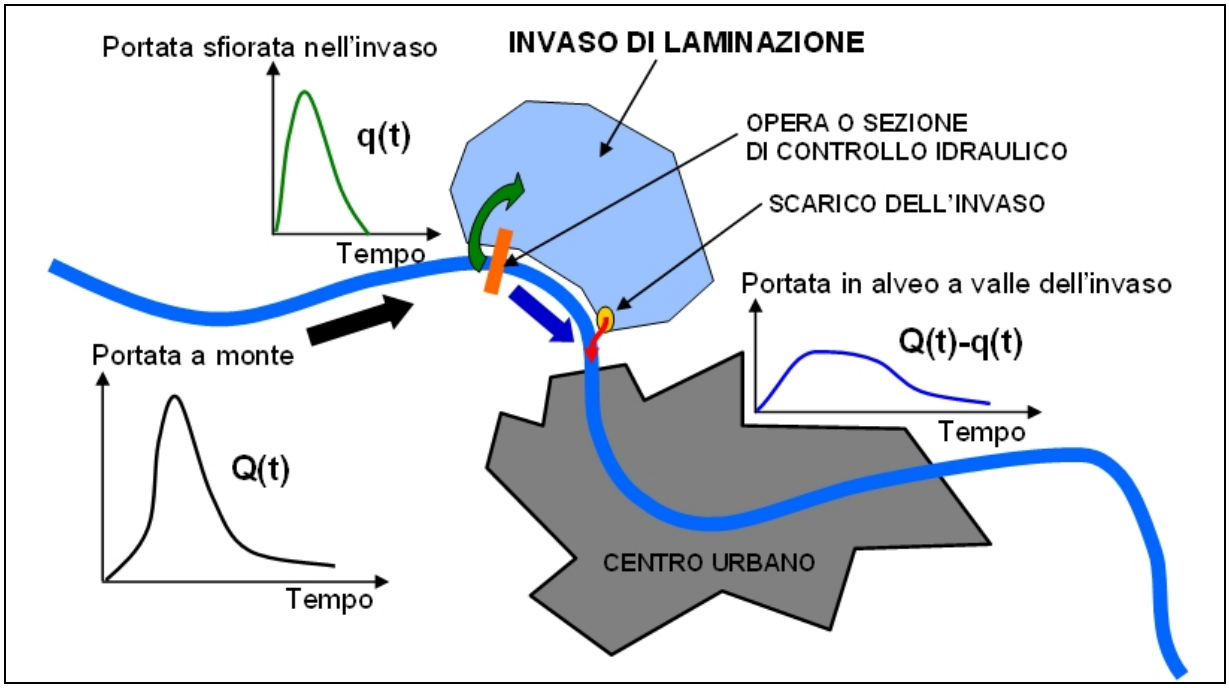


Figura 1.10 – Schema di un invaso di laminazione fluviale a tutela di un centro urbano.

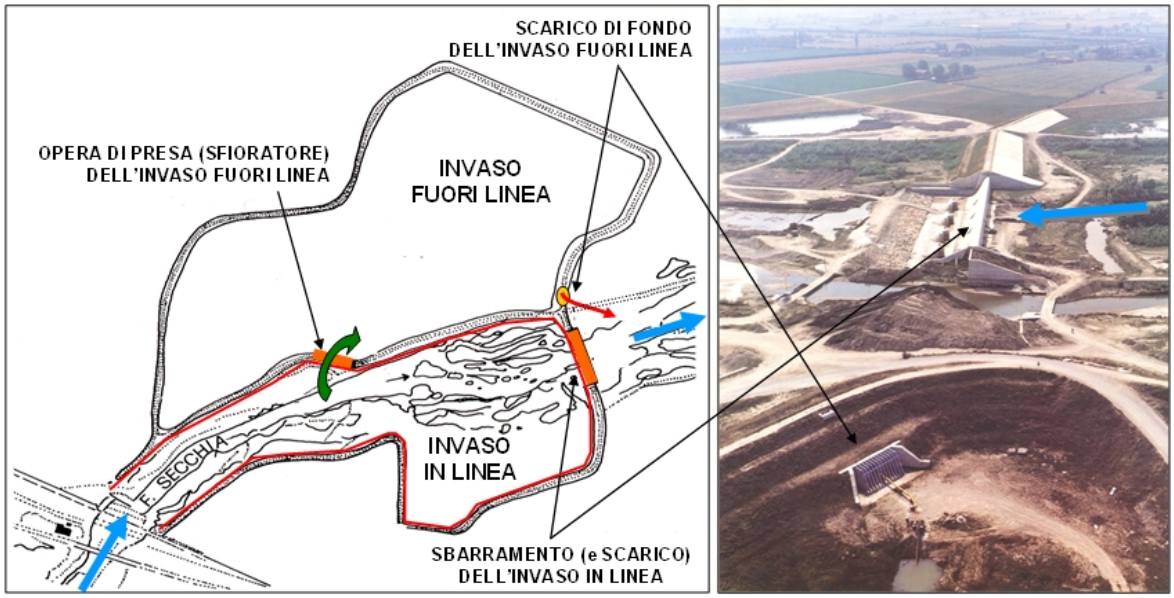


Figura 1.11 – Cassa d'espansione "mista" del Fiume Secchia a Modena (parte in linea, parte fuori linea).

1.3 L'EVOLUZIONE DELLA LEGISLAZIONE SULLE ACQUE IN ITALIA

L'attuale quadro normativo tende a tutelare i corsi d'acqua dagli interventi antropici, e non viceversa come invece avveniva in passato.

A questo proposito si riporta una sintesi delle principali tappe dell'evoluzione della normativa italiana in materia di risorse idriche, così come presentato dall'Autorità di Bacino del Po [2006] nel documento illustrativo del bacino di competenza (a cui afferisce anche il Torrente Lura) e dello stato dei corpi idrici superficiali e sotterranei in esso compresi, in linea con quanto richiesto dall'art. 5 della Direttiva 2000/60/CE. Tale direttiva comunitaria, che è stata recentemente recepita dall'Italia con l'emanazione del D.Lgs. 152/2006, all'art. 5 prevede che gli Stati membri, entro quattro anni dalla sua entrata in vigore, debbano provvedere, per ciascun distretto idrografico (o parte di distretto idrografico internazionale compreso nel loro territorio), a redigere:

- un'analisi delle caratteristiche del distretto;
- un esame dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque;
- superficiali e sulle acque sotterranee;
- un'analisi economica dell'utilizzo idrico.

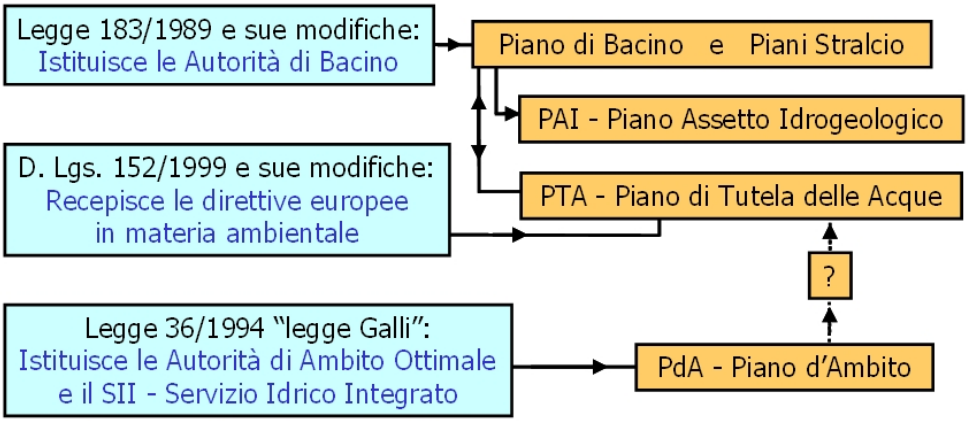


Figura 1.12 – Alcuni passi dell'evoluzione della legislazione sulle acque in Italia.

In Figura 1.12 sono mostrati alcuni riferimenti normativi sulle acque e gli strumenti di pianificazione che da essi sono stati via via introdotti al fine di una più razionale pianificazione della tutela idrogeologica del territorio. È da osservare che i riferimenti normativi di Figura 1.12 sono citati per la loro notorietà, anche se sono stati successivamente inglobati nel prima richiamato D. Lgs. 152/2006.

1.3.1 Legge 319/1976

La Legge 319/1976, sulla tutela delle acque dall'inquinamento, disciplinava gli scarichi ma non toccava direttamente il tema della quantità. La sua filosofia era sostanzialmente mirata a contrastare gli effetti più gravi causati dalle attività industriali. Il serrato dibattito che l'aveva preceduta, aveva preferito una norma schematica attenta solo allo scarico, ma facilmente applicabile su tutto il territorio nazionale, piuttosto che una norma più articolata attenta anche alle specificità dei corpi idrici. La 319/76 fissava limiti di concentrazione allo scarico per una cinquantina di parametri validi su tutto il territorio nazionale indipendentemente dalla tipologia del corpo idrico ricettore. La disciplina imponeva perciò "standards allo scarico" e non "standards di qualità dei ricettori".

Pur non trattandosi quindi di una legge organica di tutela delle acque, la legge 319/1976 permise comunque di avviare un processo virtuoso che culminò nella redazione da parte delle Regioni dei *Piani Regionali di Risanamento delle Acque (PRRA)*.

L'impostazione scelta dalle Regioni nei PRRA seguì prevalentemente due filoni: l'uno secondo il quale il PRRA si configurava come strumento di settore a se stante, e quindi con come tale necessitava di indagini originali relative ad aspetti socio-economici, demografici e urbanistici; l'altro come parte di un sistema multisettoriale correlato, anche se talvolta non esplicitamente, con il resto della pianificazione di livello regionale. Nei casi più riusciti il PRRA assunse la veste del punto di sintesi di un percorso procedurale nel quale la Regione, partendo dall'esame della realtà in atto (censimento dei corpi idrici, catasto degli scarichi, valutazione dell'inquinamento potenziale e verifica quantitativa e qualitativa delle infrastrutture esistenti), giunse a ricostruire un quadro dei fabbisogni nel settore e a definire le

previsioni di nuove realizzazioni o di ristrutturazioni degli impianti esistenti. Il risultato più vistoso dovuto all'applicazione della legge 319/1976 è stato quindi l'aver reso possibile il perseguimento di finalità qualitative attraverso la realizzazione di un reale sistema per il disinquinamento idrico. Questo ha portato l'Italia ad avere al 1999 un sistema di infrastrutture igienico-sanitarie ben distribuito sul territorio. Altro risultato dovuto all'applicazione della legge 319/76 fu un'intensa produzione normativa regionale in materia di risanamento acque volta a valorizzare le interrelazioni del sistema risorse-territorio-fabbisogni, anche se queste interdipendenze si risolvevano spesso più in indirizzi programmatici che in linee di intervento concrete. Questa legge è stata poi abrogata e sostituita dal D.Lgs. 152/1999 , poi a sua volta inglobato nel D. Lgs. 152/2006.

1.3.2 Legge 183/1989 sulla difesa del suolo

Una svolta nella direzione di una gestione coordinata del ciclo dell'acqua che tenesse conto dei principali aspetti ambientali a esso connessi è rappresentata dalla Legge 183/1989 in materia di difesa e conservazione del suolo, oggi abrogata e sostituita dal D.Lgs. 152/2006.

Essa ha istituito l'*Autorità di Bacino idrografico*, intesa come sede di coordinamento delle attività di programmazione, pianificazione e controllo, e ha individuato nel *Piano di Bacino* lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo con cui devono essere pianificate e programmate le azioni di difesa del suolo e di gestione delle acque.

Tale legge prevede anche l'istituzione di Servizi tecnici nazionali (idrografico e mareografico; sismico; dighe; geologico) ai quali è affidata la gestione del Sistema informativo nazionale e regionale.

Con la legge non viene disciplinata una (ulteriore) materia, bensì individuato un obiettivo, la difesa del suolo, che necessariamente comprende ogni aspetto di governo e gestione degli elementi materiali che vi rientrano. Infatti, l'ambito tutelato da tale legge è molto ampio e comprende non solo il territorio, il suolo propriamente detto ed il sottosuolo, ma anche gli abitati e le opere infrastrutturali, la difesa delle acque, delle risorse naturalistiche, forestali, silvo-pastorali, botaniche e faunistiche (art. 1 e 3).

In questa normativa l'acqua viene assunta quale bene-risultato, di cui occorre tutelare la qualità ambientale e, conseguentemente, coordinare qualsiasi uso suscettibile di produrre effetti rilevanti su di essa. In qualche modo in tale legge confluiscono concetti elaborati nella dottrina ambientale, parafrasando la quale potrebbe definirsi la difesa del suolo come "valore aggiunto", risultante dalla garanzia degli elementi materiali che compongono il territorio, comprensiva sia degli aspetti più propriamente naturali sia degli interventi antropici.

Il *bacino idrografico* costituisce il concetto fondamentale attorno al quale viene elaborata la normativa contenuta nella legge 183/1989: l'intero territorio nazionale (isole comprese) viene diviso in bacini di differente rilievo (nazionale, interregionale e regionale), a seconda dell'estensione del sistema idrografico di riferimento; ogni bacino costituisce un ecosistema unitario, un'unità fisico-amministrativa in relazione alla quale viene prevista una gestione unitaria.

Anche in questo caso il coordinamento dei differenti strumenti gestionali viene realizzato mediante la redazione di un Piano, il Piano di bacino, concepito come riassuntivo di tutti gli indirizzi e coordinatore di tutte le scelte aventi influenza sulla destinazione delle risorse ambientali e territoriali comprese nel bacino.

I criteri per la redazione del Piano di bacino sono stati precisati dal D.P.R. 18 luglio 1995, ove sono state indicate tre fasi che, anche se non da realizzare necessariamente in sequenza, vanno correlate tra di loro in un processo interattivo.

Nella PRIMA FASE si devono raccogliere e riordinare le conoscenze esistenti sul bacino. In particolare vanno descritti:

- l'ambiente fisico, in modo da consentire la definizione di tutti gli elementi di base per inquadrare i problemi da esaminare con il Piano;
- l'ambiente antropico, al fine di procedere all'identificazione dell'uso del territorio e delle attività economiche nel bacino;
- l'utilizzo delle acque, con individuazione per ogni tipo di uso (potabile, irriguo, industriale, idroelettrico, termoelettrico, ecc.) delle opere di captazione, invaso, adduzione, sollevamento e restituzione;
- gli scarichi nei corpi idrici superficiali e sotterranei, con individuazione di tutti gli scarichi significativi concentrati provenienti da utilizzazioni idriche di natura domestica, urbana, industriale e zootecnica;
- lo stato di qualità delle acque, attraverso l'utilizzo di idonei indicatori in grado di rappresentare le diverse condizioni di compromissione dei corpi idrici, anche sotto l'aspetto dello stato trofico;
- le opere di difesa del territorio, con individuazione delle opere di difesa idraulica, di sistemazione delle frane, di protezione dall'erosione e di protezione dalle valanghe;

- lo stato di manutenzione e di efficienza delle opere.

Nella SECONDA FASE vanno individuate le situazioni di squilibrio ovvero le situazioni di rischio idraulico, geologico e ambientale, le insufficienze nella disponibilità quali-quantitativa delle risorse, l'inquinamento delle acque e del suolo, ecc. Il riconoscimento degli squilibri di varia natura interessanti il bacino comporta l'acquisizione delle relative conoscenze definite nella fase conoscitiva e costituisce il passo preliminare della pianificazione. Sulla base delle risultanze di questo riconoscimento vanno giustificati tutti gli interventi previsti nella fase propositiva (terza fase).
Nella TERZA FASE, la più decisamente propositiva, vanno individuate le proposte di intervento organizzate secondo una scala di priorità; inoltre, in una documentazione di sintesi, deve essere fornito un quadro completo ed esauriente delle situazioni di squilibrio e di rischio, che devono essere riportate su carte tematiche ove vanno localizzate le soluzioni progettuali proposte, sia diffuse sia puntuali.
Come per i Piani di Gestione previsti dalla Direttiva è prevista la possibilità che questi vengano integrati con piani di gestione più dettagliati per sottobacini, settori, problematiche o categorie di acque (art. 13, paragrafo 5), anche il Piano di Bacino può essere redatto ed approvato per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate (art. 17, comma 6 ter). A tal fine risulta molto importante ricordare che i Piani di Tutela delle Acque previsti dall'art 44 del D.Lgs. 152/99 sono Piani Stralcio del Piano di Bacino ai sensi dell'art. 17, comma 6*ter*, della L. 183/89. In entrambe le disposizioni normative viene dato ampio risalto alla partecipazione attiva di tutte le parti interessate alla elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei Piani (cfr. art. 14 Dir. 2000/60/CE, cfr. art. 18 L. 183/89).
Anche *le disposizioni del Piano di Bacino approvato hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati*, pertanto gli strumenti programmatori, devono conformarsi al Piano di Bacino, strumento di pianificazione della risorsa idrica e, contestualmente, di coordinamento delle pianificazioni degli elementi da essa riguardati (art. 17, comma 5). L'applicazione di un approccio integrato, quale quello previsto dalla legge 183/89, coniugata con l'oggetto di riferimento principale della legge 36/94 (costituito dalla gestione integrata dei servizi idrici), produce una prevalenza della "materia idrica" su quelle indicate nella normativa sulla difesa del suolo: nel servizio idrico integrato si tenta di operare una gestione complessiva della risorsa, tendenzialmente comprensiva di ogni aspetto d'uso del territorio. La gestione del servizio idrico diviene dunque la linea-guida di intervento su ogni elemento materiale costituente il territorio.

1.3.3 Legge "Galli" 36/1994

La Legge 36/1994 sulla gestione della risorsa idrica, oltre a stabilire alcuni importanti principi generali, definisce i criteri per l'organizzazione del Servizio Idrico Integrato e delle sue strutture di gestione, considerandone in modo integrato l'intero ciclo dall'approvvigionamento alla depurazione. I criteri che vengono introdotti da tale legge sono volti a:

- superare la frammentarietà delle gestioni (su 8.100 comuni, all'epoca erano presenti circa 5500 gestori di acquedotto, 7000 di fognatura e 2000 di depuratori per un totale, tenendo conto delle sovrapposizioni, di oltre 8.000 gestori);
- migliorare la gestione delle acque secondo criteri di economicità, efficienza ed efficacia;
- prevedere la copertura integrale dei costi del servizio attraverso la tariffa;
- garantire la gestione integrata di tutto il ciclo delle acque (acquedotto, fognatura e depurazione). A questo scopo le regioni devono individuare gli *Ambiti Territoriali Ottimali di gestione (ATO)* in cui deve essere garantita da uno o più gestori la gestione integrata;
- separare il ruolo di governo da quello della gestione: le istituzioni (ATO) decidono gli obiettivi e le politiche attraverso i *Piani di Ambito Ottimale* e regolano e controllano l'attività del gestore.

Oggi questa legge è stata abrogata e sostituita dal D.Lgs. 152/2006.

1.3.4 D.Lgs. 152/1999 e sue modifiche

La nuova normativa italiana sulla tutela delle acque è basata sul D.Lgs. 152/1999, successivamente integrato dal D.Lgs. 258/2000, entrambi poi abrogati e sostituiti dal D.Lgs. 152/2006. I punti salienti che caratterizzano la nuova legge sono una politica della tutela delle acque che integra gli aspetti qualitativi con quelli quantitativi; una politica di risanamento e prevenzione basata sugli obiettivi di qualità dei corpi idrici recettori e sulla necessità di diversificare le azioni di prevenzione in base alle criticità presenti sul territorio (aree sensibili e zone vulnerabili) e il *recepimento*

delle Direttive Comunitarie 91/271 e 91/676. Il tema della *tutela integrata quali–quantitativa* contenuto nella nuova legge si basa su i seguenti punti cardine:

- la tutela quantitativa della risorsa concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità;
- i Piani di Tutela devono contenere le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico nel rispetto delle priorità per l'uso idropotabile e agricolo, e tenendo conto delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative;
- tutte le derivazioni di acqua sono regolate in modo da garantire il minimo deflusso vitale e il raggiungimento degli obiettivi di qualità, senza che ciò possa dar luogo alla corresponsione di indennizzi da parte della pubblica amministrazione.

La nuova legge sposta quindi l'attenzione dallo scarico alla qualità del corpo idrico introducendo così un decisivo elemento di innovazione rispetto alla L. 319/1976. Il D.Lgs 152/99, ha un *approccio combinato (limiti agli scarichi + obiettivo di qualità)*, i limiti di emissione indicati sono però di carattere transitorio. Tali limiti sono definiti dalle Regioni (art. 28, comma 2) per ogni tipo e punto di scarico e per ogni corpo idrico al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale entro definiti traguardi temporali.

Lo strumento cardine attraverso cui il disposto legislativo deve essere attuato è rappresentato dal *Piano di Tutela delle acque (PTUA)* che, ai sensi dell'art. 44, è predisposto dalle Regioni entro il 31 dicembre 2004 e costituisce un Piano Stralcio del Piano di Bacino. L'art. 44 prevede anche che le Autorità di bacino di rilievo nazionale ed interregionale definiscono gli obiettivi su scala di bacino, cui devono attenersi i Piani di Tutela delle Acque, nonché le priorità degli interventi.

In questo nuovo scenario legislativo il *Piano di Bacino* previsto dalla L. 183/1989 assume valore di piano direttore orientato ad indirizzare la programmazione regionale in materia di pianificazione della tutela delle acque. Tale connessione tra il Piano Stralcio e la normativa di settore consente di conseguire, a scala di bacino, l'unitarietà dell'azione di governo e delle scelte di programmazione comuni a più Regioni e di lasciare all'autonoma determinazione delle stesse la scelta delle azioni di specifico interesse per il territorio e per le materie di propria competenza, pur nel rispetto delle condizioni fondamentali definite dagli obiettivi della pianificazione di bacino.

Mentre gli obiettivi del *Piano di Risanamento* consistevano (in sostanza) nel rispetto dei limiti tabellari di accettabilità sugli scarichi, il *Piano di Tutela* delle acque deve:

- indicare gli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione assunti sulla scala regionale e disporne il coordinamento (art. 4, comma 6),
- effettuare la classificazione dei corpi idrici e delle aree da assoggettare a speciale prevenzione o risanamento,
- adottare le misure per la tutela di ciascun corpo idrico prevedendo in caso di necessità anche l'adozione dei provvedimenti integrativi o restrittivi della disciplina degli scarichi e dell'uso delle acque (art. 15, comma 7),
- recepire i programmi di miglioramento dell'ambiente idrico (art. 6, comma 3),
- assicurare la tutela qualitativa e quantitativa per bacino idrografico,
- definire le cadenze temporali, le priorità e gli interventi di bonifica dei corpi idrici (art. 44).

1.3.5 Recepimento della Direttiva Europea 2000/60/CE

La legislazione nazionale ha recepito la Direttiva 2000/60/CE con il D. Lgs. 152/2006, che come visto include tutte le normative precedenti e che peraltro è tuttora in fase di revisione legislativa.

1.4 IL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

1.4.1 Generalità ed esempi di grandi bacini italiani

Come ben evidenziato dal quadro normativo esposto nel paragrafo precedente, il Piano di Bacino risulta essere lo strumento cardine e vincolante di pianificazione della risorsa idrica. Nel caso del bacino del fiume Po, l'Autorità di bacino di competenza ha redatto ed approvato il suo Piano per sottobacini e per stralci relativi a settori funzionali, che ne costituiscono fasi sequenziali e interrelate: il Piano stralcio di Tutela delle Acque (PTUA), il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), il Piano stralcio Eutrofizzazione (PsE), il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po (PAI Delta), etc. I piani stralcio sono, dunque, atti settoriali, o riferiti a parti dell'intero bacino, che

consentono un intervento più efficace e tempestivo in relazione alle maggiori criticità ed urgenze.
Obiettivo prioritario dei *Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico* adottati dalle diverse Autorità di bacino è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.
Nei riguardi del bacino del F. Po nel PAI è confluito il precedente *Piano stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)* che riguarda i corsi d'acqua principali del bacino idrografico del fiume Po. Quest'ultimo è lo strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediati, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali. Esso è principalmente un piano di misure non strutturali, atte a perseguire obiettivi di difesa del rischio idraulico, di mantenimento e recupero dell'ambiente fluviale, di conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali all'interno delle regioni fluviali; esso contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua principali piemontesi, del fiume Po e dei corsi d'acqua emiliani e lombardi, limitatamente ai tratti arginati a monte della confluenza in Po.
In particolare, il PAI del F. Po prevede quindi che nel territorio interessato da un corso d'acqua si individuino tre distinte zone, dette "*fasce fluviali*", commisurate a differenti livelli probabilistici di occupazione da parte della corrente (Figura 1.13):

- Fascia A (fascia di deflusso di piena),
- Fascia B (fascia di esondazione),
- Fascia C (area d'inondazione per piena catastrofica).

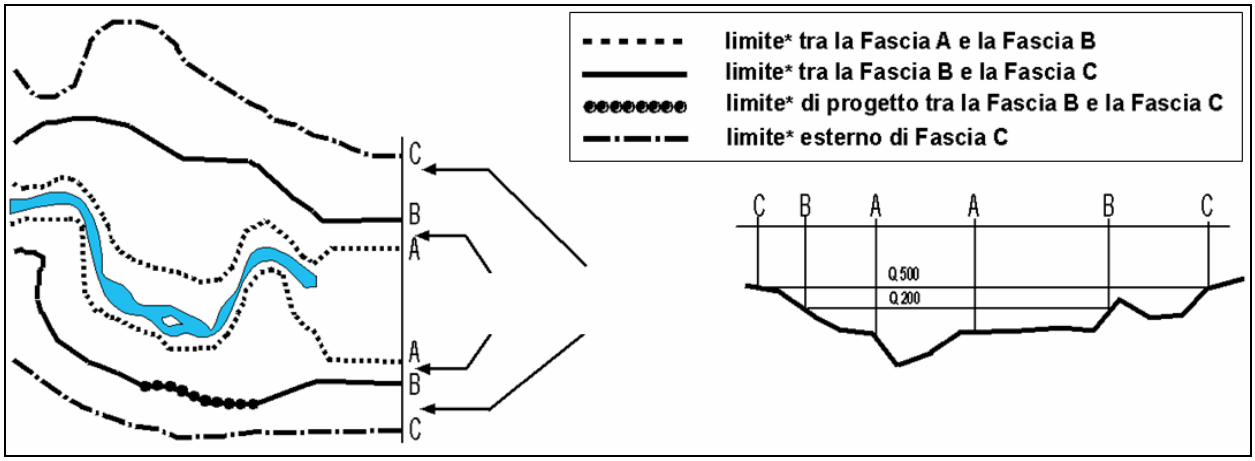


Figura 1.13 – Esempio di fasce fluviali: (a sinistra) vista planimetrica, (a destra) sezione trasversale.

L'insieme degli indirizzi, delle norme e dei vincoli deve riservare la fascia A al deflusso della piena e alla dinamica evolutiva dell'alveo, riservare la fascia B all'espansione naturale per la laminazione della piena e segnalare con la fascia C le condizioni di rischio residuale. E' bene ricordare, però, che la delimitazione delle fasce fluviali ha sempre escluso di principio i centri abitati esistenti, considerando prioritaria la difesa degli stessi. Ciò nonostante, all'interno delle fasce vi sono numerosi insediamenti sparsi (abitativi e produttivi) e infrastrutture, che hanno un diverso grado di compatibilità con le condizioni di deflusso in piena, come mostrato nell'esempio di Figura 1.14.
Come mostrato in Figura 1.15, per quanto riguarda il Bacino del fiume Po (a cui afferisce anche il Torrente Lura), sono stati "fasciati" complessivamente 3680 km appartenenti a 52 corsi d'acqua, con:

- 7060 km perimetro della fascia B sull'insieme dei corsi d'acqua interessati;
- 1570 km² superficie della fascia A;
- 1060 km² superficie della fascia B;
- 7700 km² superficie della fascia C;
- 4 mld m³ volume d'invaso delimitato dalla fascia B sugli affluenti principali;
- 1 mld m³ volume d'invaso sul Po medio-basso nelle golene aperte e chiuse.

I tratti classificati come "*fascia B di progetto*" individuano le esigenze di realizzazione di opere di contenimento dei livelli idrici di piena, incompatibili con lo stato attuale: tali tratti sono risultati 448 per una lunghezza complessiva di circa 900 km.

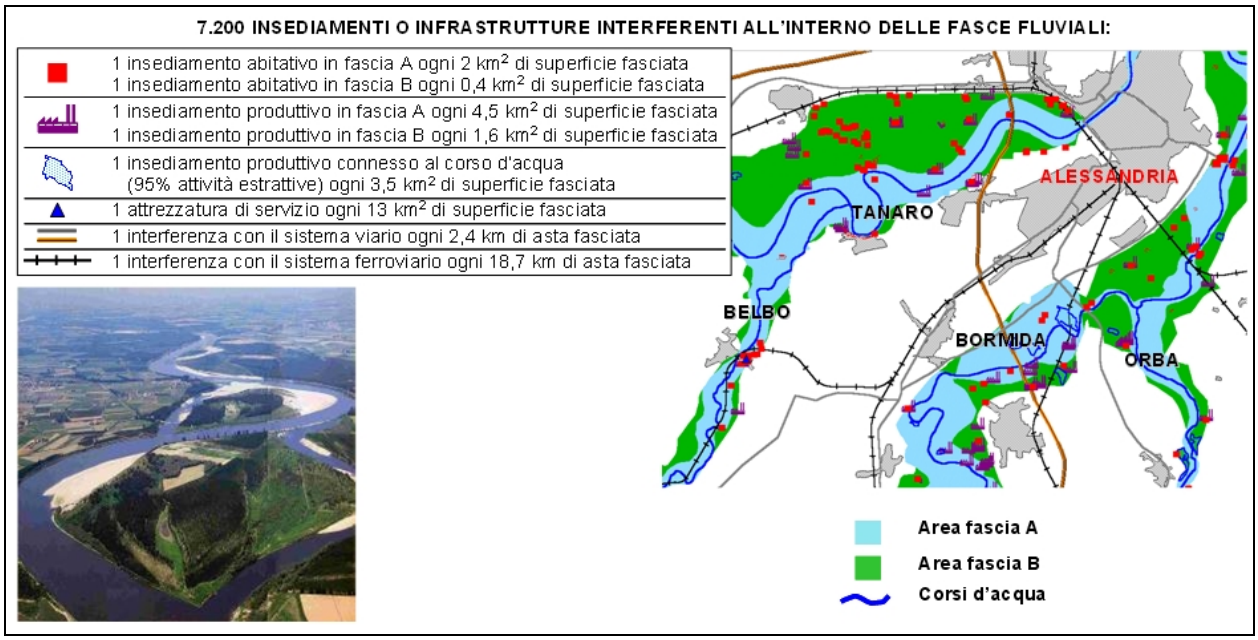


Figura 1.14 – Alessandria: insediamenti e infrastrutture interferenti con le fasce fluviali.

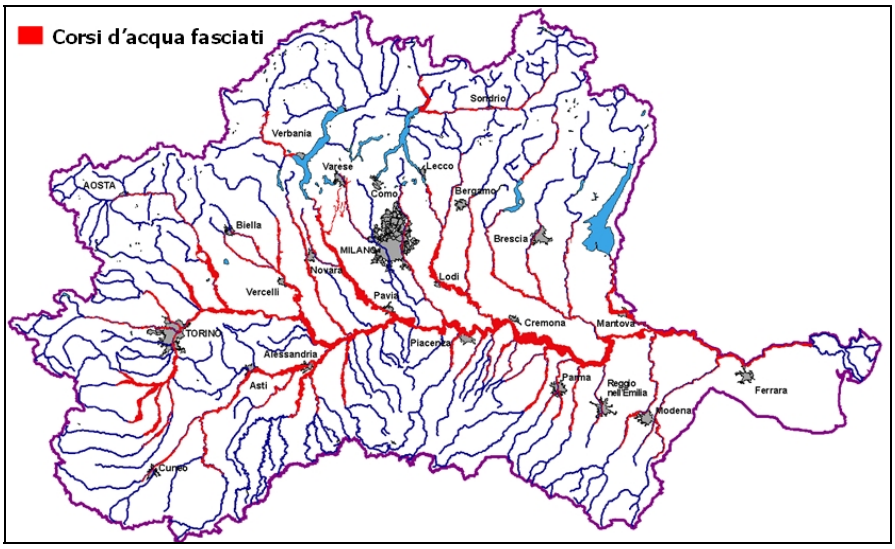


Figura 1.15 – Corsi d'acqua complessivamente "fasciati" nel Bacini del fiume Po.

Le strategie di intervento dei PAI adottati dalle diverse Autorità di bacino sono indirizzate a due scopi principali: riduzione del rischio attuale e prevenzione dell'aumento del rischio nel tempo.

Il primo obiettivo viene perseguito attraverso la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (Figura 1.16); la realizzazione di opere di difesa e controllo dei fenomeni per la riduzione del rischio (Figura 1.17), integrate con i piani di protezione civile per la gestione dell'emergenza (priorità sul rischio molto elevato); la definizione di incentivi economici alla delocalizzazione degli insediamenti ricadenti nelle aree a più elevata pericolosità intrinseca; l'adeguamento delle infrastrutture interferenti incompatibili. Il secondo obiettivo prevede la delimitazione delle aree in dissesto in funzione della tipologia e della pericolosità intrinseca dei fenomeni e limitazioni d'uso del suolo nelle aree in dissesto, con vincoli a severità crescente con la pericolosità.

Ad esempio, nell'ottica di tale riduzione del rischio idrogeologico, il PAI del Bacino del fiume Po prevede la sistemazione fisica del territorio per conseguire ovunque un rischio *medio* o *moderato*, per salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti. Allo stato attuale, l'86% dei 3210 comuni ha un rischio idrogeologico, inteso come danno probabile causato da una piena, da elevato a molto elevato. E' bene sottolineare, però, che la pianificazione viene effettuata in un'ottica di "*rischio accettabile*": i pericoli e i danni derivanti dalle piene possono essere attenuati ma non completamente eliminati, anche realizzando tutti gli interventi previsti, poiché spingersi oltre porterebbe oneri talmente elevati da risultare insostenibili (Figura 1.18).

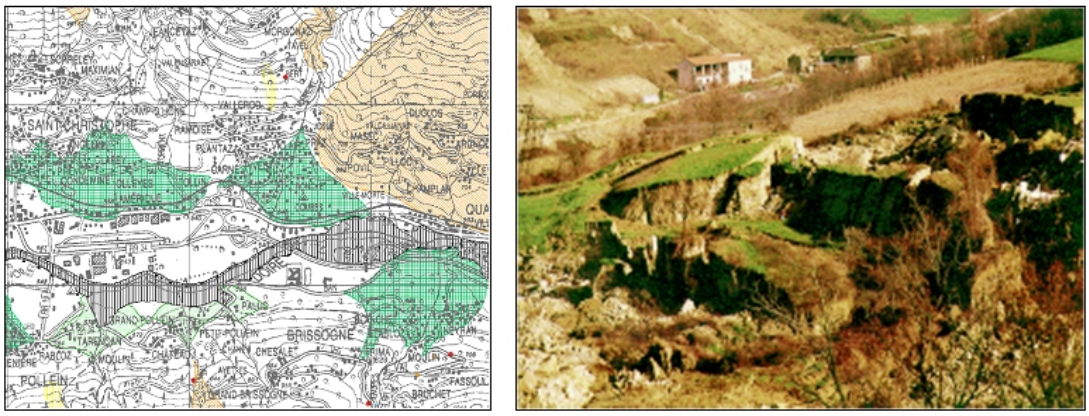


Figura 1.16 – Esempio di perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (a sinistra) e foto di dissesti in atto (a destra).

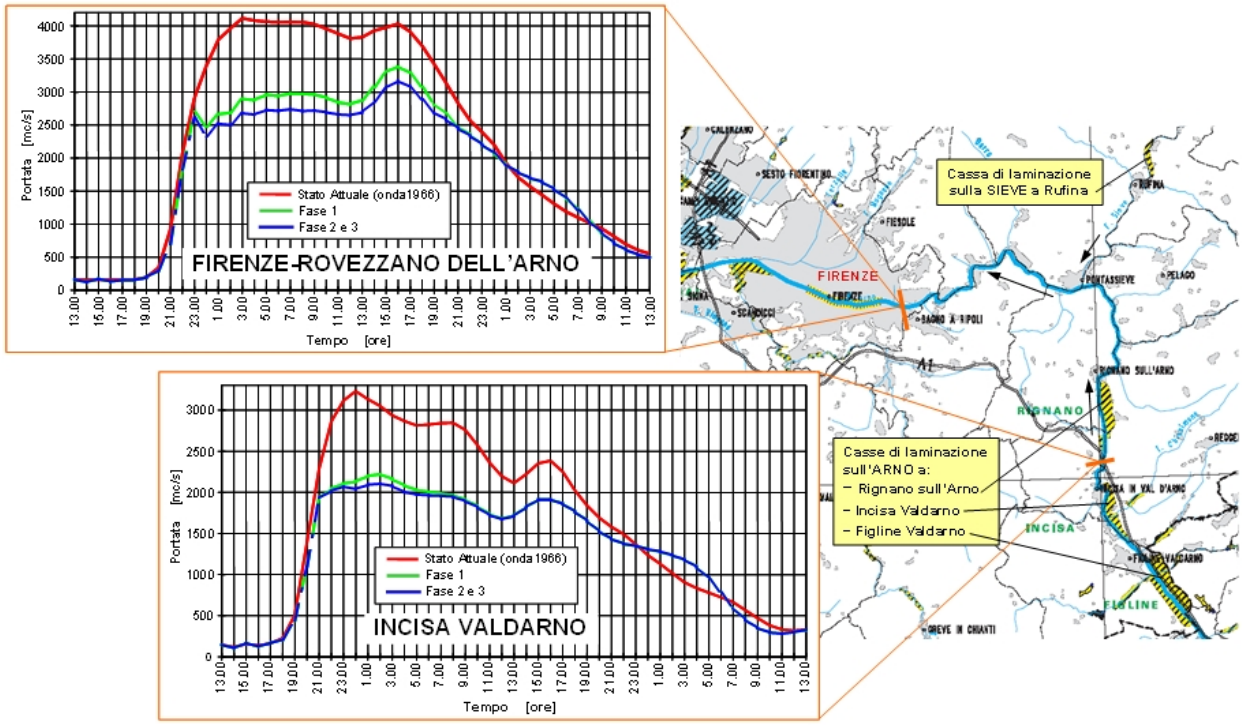


Figura 1.17 – Piano stralcio di Rischio Idraulico del Bacino dell'ARNO: casse di espansione in grado di laminare un'ipotetica ripetizione dell'onda di piena massima storica del 4 novembre 1966 e renderla compatibile con l'attraversamento di Firenze: riduzione delle portate di piena nelle 3 fasi d'intervento a Firenze-Rovezzano dell'Arno e a Incisa Valdarno.

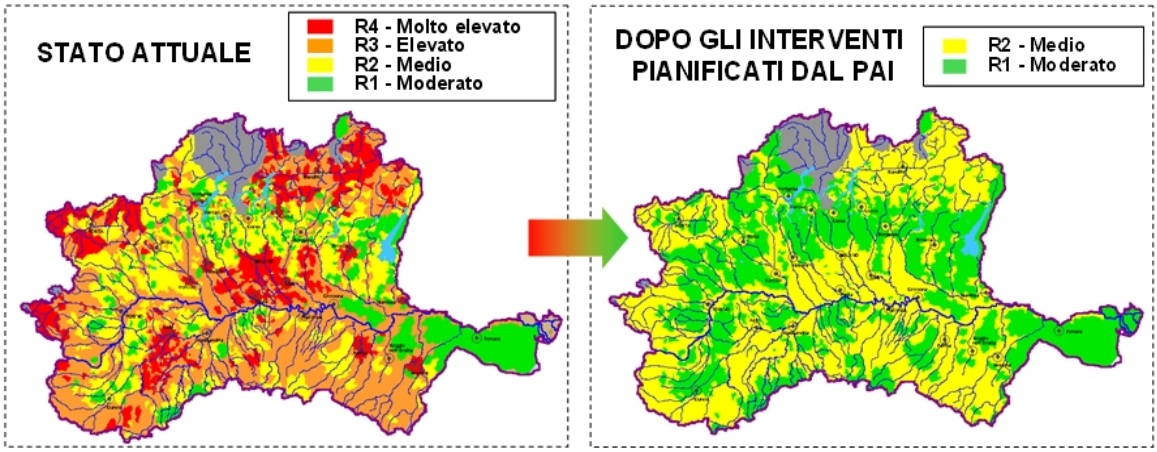


Figura 1.18 – L'obiettivo di riduzione del rischio idrogeologico del PAI del Bacino del Po.

1.4.2 Il comprensorio Olona-Bozzente-Lura-Seveso-Lambro

Focalizzando poi l'attenzione sul comprensorio dei corsi d'acqua Olona-Bozzente-Lura-Seveso-Lambro che scorrono nell'area fortemente antropizzata a nord di Milano, si può notare come esso risulti caratterizzato da un reticolo idrografico complesso e articolato. I numerosi corsi d'acqua naturali che gravitano a nord di Milano scorrono con direzione nord-sud e risultano interconnessi tramite una fitta rete di canali artificiali, realizzati nel corso di molti secoli sia a fini irrigui e di trasporto merci sia per la protezione dalle piene dei centri abitati. Procedendo verso ovest si incontrano nell'ordine il fiume Lambro, il torrente Seveso, il torrente Lura, il torrente Bozzente e il torrente Olona (Figura 1.19).

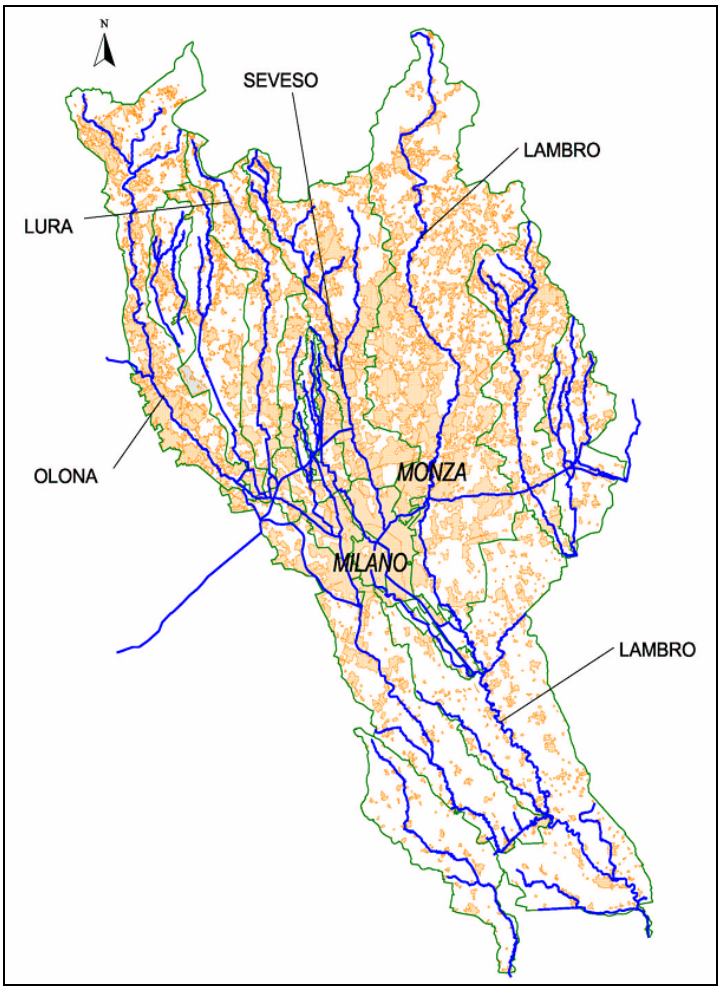


Figura 1.19 – Il reticolo idrografico nel comprensorio Olona-Lura-Seveso-Lambro.

La superficie totale del bacino del comprensorio fino al Po è di 2490 km^2, di cui la superficie urbana di 722 km^2 rappresenta il 29%; se il bacino del comprensorio è chiuso a Milano tale suddivisione tra aree naturali e urbane si sposta ancor più a favore di quest'ultima con 639 km^2 che rappresentano il 36% della superficie totale di 1770 km^2 .
Allo stato attuale, la Figura 1.20 mostra la numerosità delle aree che l'Autorità di Bacino del Po ha definito "a grado di sicurezza insufficiente o molto insufficiente" dal punto di vista del rischio idraulico.
I bacini principali che lo compongono, analizzati dall'Autorità di bacino, sono 20, ulteriormente suddivisibili in 242 sottobacini. L'estensione di fiumi e torrenti modellati è di 560 km, con 2485 sezioni trasversali rilevate.
Per alleggerire i carichi idraulici dei citati corsi d'acqua diretti alla volta di Milano, all'inizio degli anni '80 fu realizzato il *Canale Scolmatore Nord-Ovest (C.S.N.O.)*, che deriva le acque del Seveso per sversarle nel Ticino all'altezza di Abbiategrasso. Nel suo percorso intercetta le portate eccedenti dell'Olona derivate alle prese denominate Olona 1 e Olona 2. Le portate provenienti da quest'ultima si immettono nel canale scolmatore al nodo ubicato presso Cornaredo, da dove si diparte un ennesimo canale, denominato *Deviatore Olona*. Questo è stato recentemente realizzato per alleggerire le portate dell'Olona in ingresso a Milano, che non possono essere deviate al C.S.N.O. Il Deviatore compie l'aggiramento della città a ovest e si ricongiunge con il percorso originario in un nodo ubicato presso Gratosoglio, proseguendo quindi con il nome di Lambro meridionale.

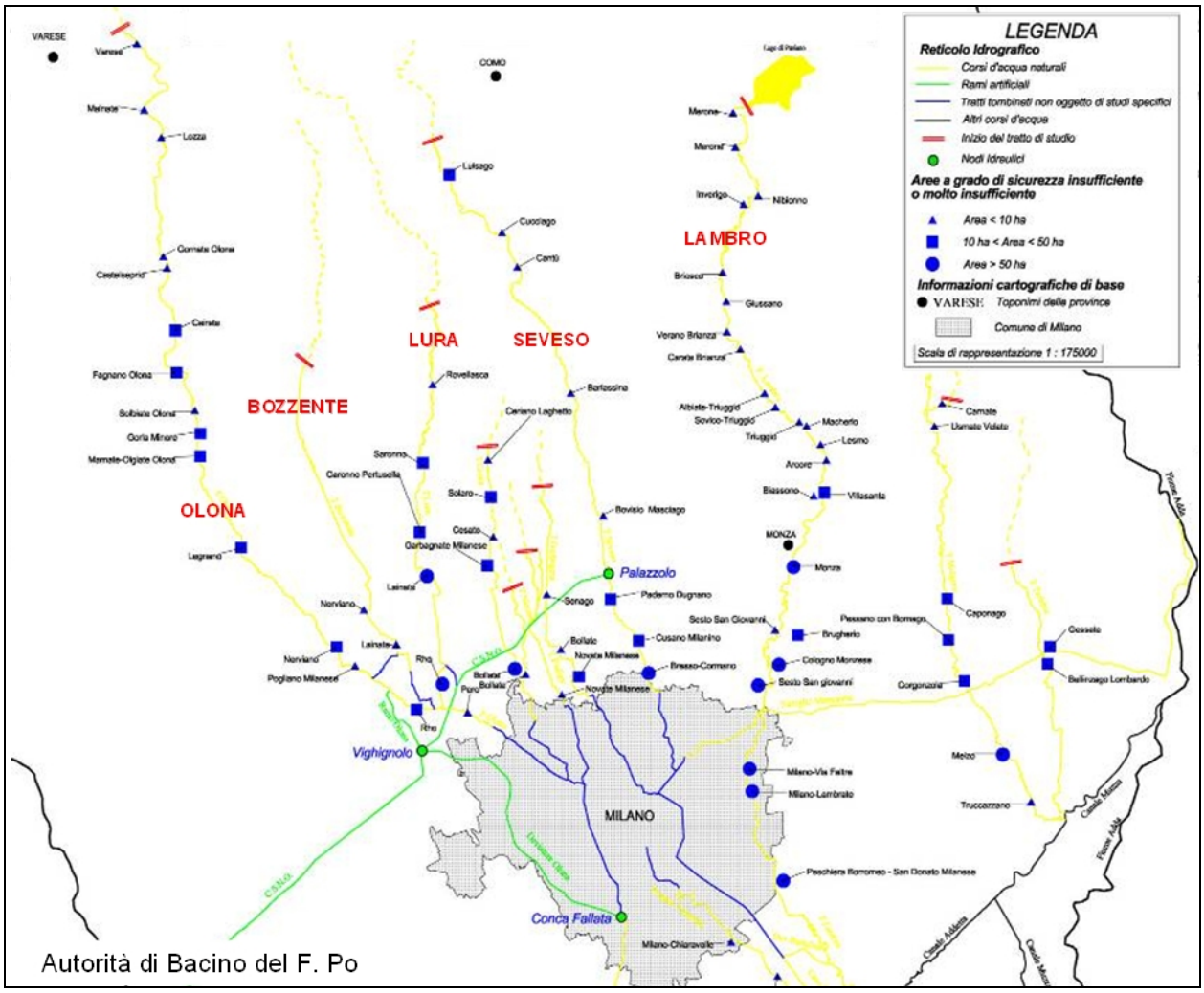


Figura 1.20 – Localizzazione delle principali criticità nell’area nord-milanese con identificazione delle aree a grado di sicurezza insufficiente o molto insufficiente.

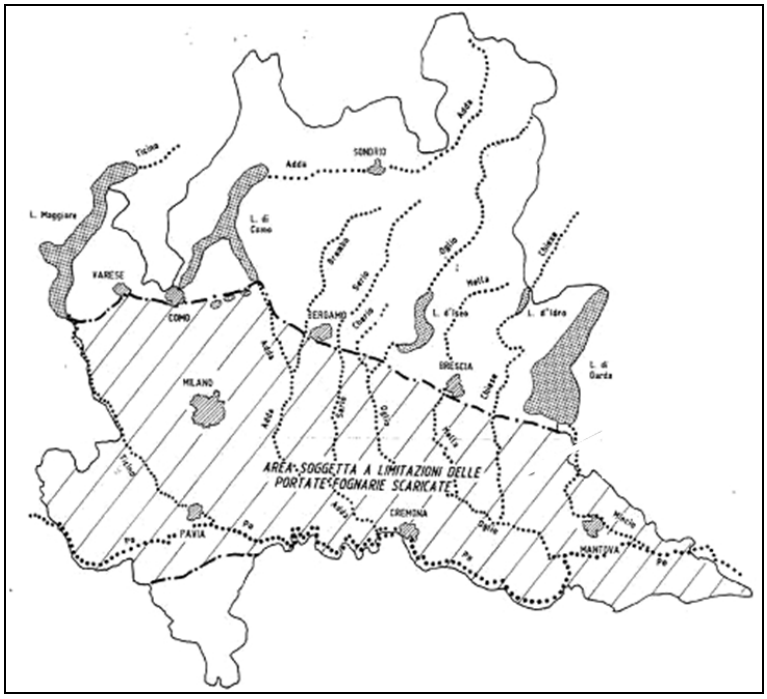


Figura 1.21 – Piano della Regione Lombardia: area soggetta a limitazioni di portata allo scarico.

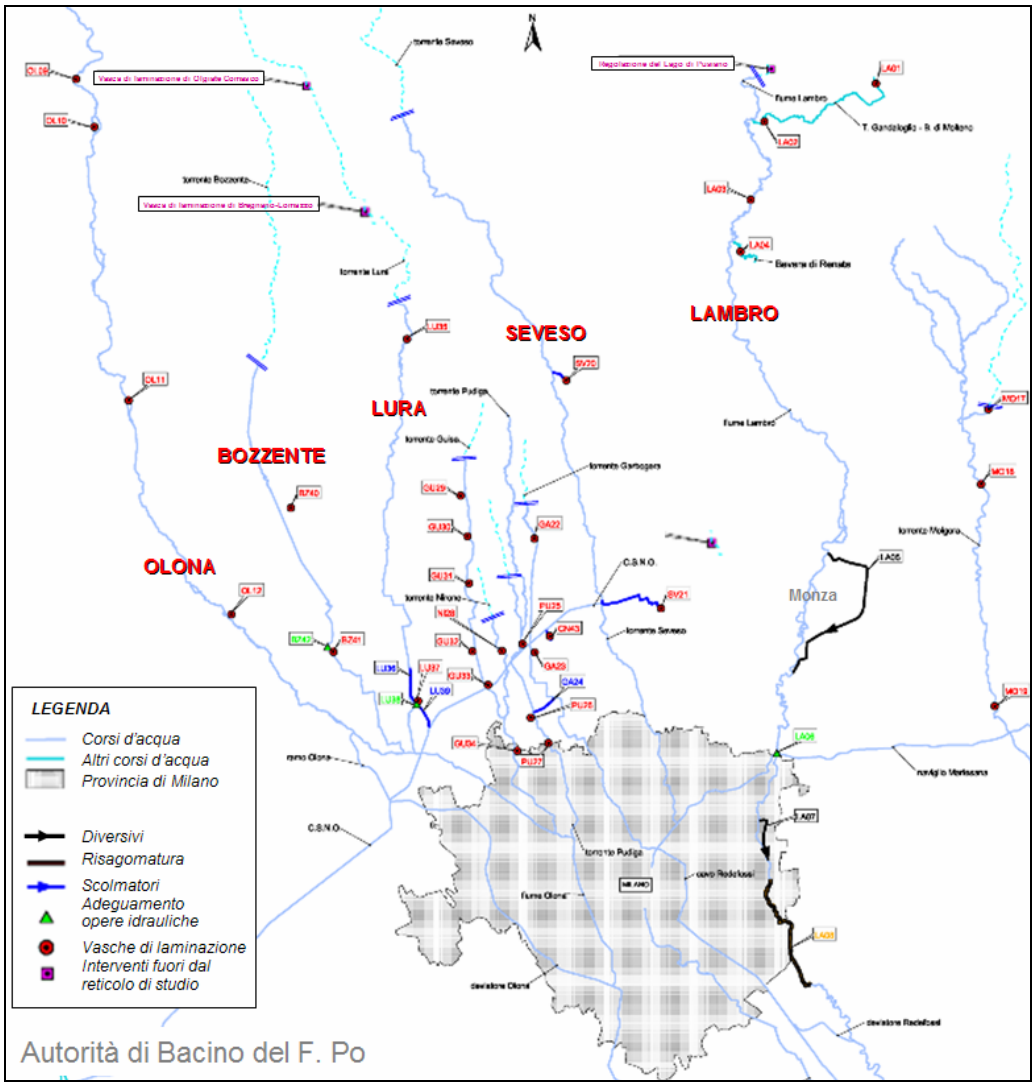


Figura 1.22 – Localizzazione delle strutture di controllo delle piene (invasi di laminazione, diversivi o scolmatori), oltre alle laminazioni urbane (qui non riportate) pianificate dall’Autorità di Bacino del Po nel comprensorio dei corsi d’acqua Olona-Bozzente-Lura-Seveso-Lambro.

D’altra parte, il Piano di Tutela della Regione Lombardia prevede che tutti i centri urbani nel territorio tratteggiato in Figura 1.21 limitino decisamente le portate pluviali di picco scaricate dai sistemi di drenaggio urbano nei corsi d’acqua, eventualmente per mezzo di serbatoi di laminazione urbana. In tale territorio le portate massime del drenaggio urbano ammesse allo scarico nei corsi d’acqua devono essere:

- non più di 40 litri/s/ha$_{imp}$ per le aree urbane già esistenti,
- non più di 20 litri/s/ha$_{imp}$ per le aree di nuova urbanizzazione.

Poiché le portate di picco durante le piogge più intense possono raggiungere valori anche di 200 litri/s/ha$_{imp}$, tale regolamentazione impone l’adozione di strategie drastiche per la riduzione delle portate di picco e quindi per la salvaguardia idraulica dei corsi d’acqua. La stessa regolamentazione richiede inoltre che le nuove urbanizzazioni limitino le portate pluviali in modo da non richiedere adeguamenti delle reti di drenaggio urbano a valle.

E’ facile notare in Figura 1.21 che tutto il comprensorio dei corsi d’acqua Olona-Bozzente-Lura-Seveso-Lambro risulta compreso nell’area soggetta a limitazione delle portate scaricate e quindi tutte le reti fognarie dei Comuni interessati dovranno essere adeguate in questo senso, affinché non aggravino con gli apporti urbani il rischio idraulico naturale.

A partire da queste considerazioni, tenendo conto che in generale non sono quasi più possibili interventi di tipo scolmatore/diversivo, poiché tutti i corsi d’acqua limitrofi risultano già in crisi e non possono essere ulteriormente sovraccaricati, l’Autorità di Bacino ha individuato (Figura 1.22) gli interventi volti a porre in sicurezza le aree più soggette a inondazione, attraverso interventi di laminazione fluviale (33 vasche di laminazione di volume complessivo pari a 17'000'000 m^3) e interventi di laminazione urbana, in accordo con la citata normativa regionale.

2. IDRAULICA DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE

Come verrà mostrato nel paragrafo 4.1.2, la tipologia di interventi per il controllo delle piene previsti dall'Autorità di Bacino del fiume Po sul Torrente Lura è rappresentata da invasi di laminazione, sia fluviale che urbana. Si ritiene perciò opportuno riportare una breve descrizione del fenomeno della laminazione e dei differenti scenari possibili in relazione alle due principali modalità alternative di inserimento di tali invasi rispetto al corso d'acqua (già introdotte nel paragrafo 1.2.3): *in linea* e *fuori linea* (ovviamente la configurazione *mista* non è altro che la combinazione dei due precedenti).

2.1 INVASI IN LINEA

Le vasche di laminazione in linea (Figura 2.1) sono caratterizzate dalla presenza di uno sbarramento, più o meno importante, posto a valle, eventualmente sormontato da un ponte di attraversamento. Tale manufatto ospita non solo gli scarichi di fondo, ovvero luci a battente deputate all'evacuazione delle portate sia durante la piena sia durante il successivo svaso, ma in generale anche lo sfioro di sicurezza, stramazzo che si attiva quando la vasca è ormai piena e permette il sormonto dello sbarramento stesso in occasione di eventi più gravosi rispetto a quello di progetto (naturalmente in questi casi le portate a valle risulteranno maggiori della capacità di convogliamento dell'alveo, perché si sommerà anche la portata uscente dal troppo pieno).

Figura 2.1 – Schema planimetrico caratteristico di un invaso in linea.

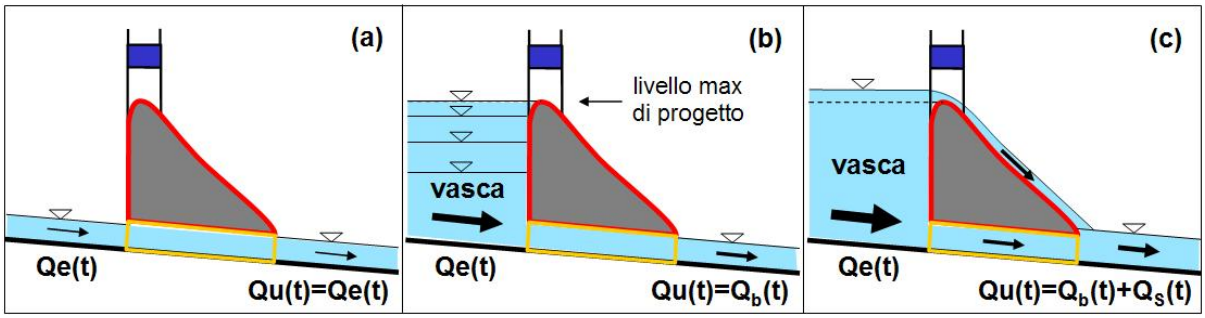


Figura 2.2 – Sezione longitudinale dello sbarramento di un invaso in linea: (a) funzionamento a superficie libera e vasca vuota, (b) invaso e portate uscenti solo a battente fino a completo riempimento, (c) ulteriore invaso e portate uscenti a battente e dallo sfioro di sicurezza.

Durante uno stesso evento di piena, negli invasi in linea si possono osservare tre fasi di funzionamento successive (Figura 2.2):

(a) per portate inferiori a quella evacuabile a superficie libera dalle luci di fondo, l'invaso resta vuoto e la portata uscente risulta pari a quella entrante;

(b) quando invece le portate in ingresso aumentano oltre tale valore inizia il processo di invaso a monte dello sbarramento e le portate uscenti risultano inferiori a quelle entranti;

(c) in occasione di eventi di piena che portano al completo riempimento del volume disponibile della vasca, le successive portate in ingresso da monte vengono evacuate dallo sfioro di superficie.

2.1.1 Equazioni che regolano il fenomeno della laminazione

La forma dell'idrogramma in uscita $Qu(t)$ da una vasca in linea di tipo *statico* e priva di organi di regolazione mobili dipende dal volume massimo in esso contenibile, dalla sua geometria e dalle caratteristiche della sua bocca di scarico.

Il processo di laminazione nel tempo t è perciò descritto matematicamente dal seguente sistema di equazioni:

- equazione differenziale di continuità:

$$Qe(t) - Qu(t) = \frac{dW(t)}{dt} \tag{2.1}$$

- legge di efflusso, che governa l'uscita dall'invaso:

$$Qu(t) = Qu[H(t), t] \tag{2.2}$$

- legge d'invaso:

$$W(t) = W[H(t)] \tag{2.3}$$

dove $Qe(t)$ è la portata entrante, $Qu(t)$ quella uscente, $W(t)$ il volume invasato, $H(t)$ il battente idrico nel bacino.

2.1.1.1 Equazione di continuità del serbatoio

Da un punto di vista matematico, il processo di integrazione dell'equazione di continuità (2.1), ovvero la risoluzione del sistema (2.1)-(2.2)-(2.3), richiede che siano note le funzioni $Qe(t)$, cioè l'onda di piena in ingresso, $Qu(H)$, cioè la legge d'efflusso, $W(H)$, cioè la legge d'invaso del bacino. Esso consente di simulare il comportamento dell'invaso nel tempo e di determinare il massimo volume invasato W_{max}, la massima portata in uscita Qu_{max} e il massimo livello idrico nell'invaso h_{max}. Naturalmente tale portata massima uscente deve essere minore o al più uguale alla capacità di convogliamento dell'alveo a valle della vasca.

L'esempio in Figura 2.3 mostra che il volume complessivamente invasato W_{max} (corrispondente nel grafico all'area compresa tra l'idrogramma entrante e quello uscente prima del loro punto d'intersezione) deve essere pari al volume svasato (corrispondente nel grafico all'area compresa tra l'idrogramma entrante e quello uscente dopo il loro punto d'intersezione). Inoltre si può pure osservare che l'intersezione tra idrogramma entrante e idrogramma uscente si trova proprio in corrispondenza del massimo dell'idrogramma uscente; infatti dall'equazione di continuità (2.1) si vede che il massimo W_{max} della funzione volume invasato $W(t)$ si ha quando portata entrante $Qe(t)$ e portata uscente $Qu(t)$ si uguagliano; d'altra parte il massimo del volume invasato $W(t)$ corrisponde ovviamente anche al massimo del livello idrico in vasca $h(t)$; se la bocca d'efflusso è a geometria fissa allora al massimo del livello idrico in vasca $h(t)$ corrisponde pure il massimo della portata uscente $Qu(t)$.

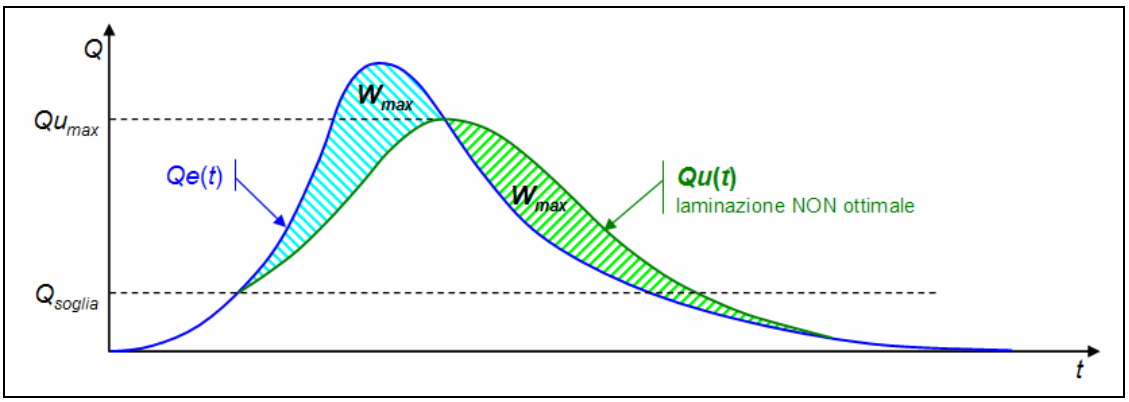


Figura 2.3 – Esempio di laminazione NON ottimale: portata uscente massima Qu_{max} e volume d'invaso necessario W_{max}.

2.1.1.2 Legge d'invaso

La legge d'invaso (2.3) può essere generalmente scritta in forma monomia $W = a \cdot y^b$ con y livello d'invaso rispetto al cielo dello scarico di fondo. Tale volume, se l'area della superficie libera $S(y) = S = cost$ può ritenersi ragionevolmente costante al variare dell'altezza d'acqua invasata, diviene $W = S \cdot y$.

2.1.1.3 Legge di efflusso

La legge di efflusso (2.2) è legata alla tipologia e alla geometria degli scarichi presenti nell'invaso di laminazione, che possono essere a battente e/o a stramazzo (Figura 2.4).

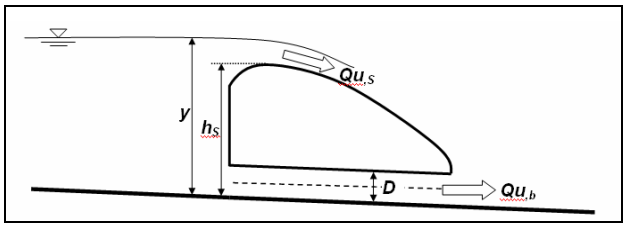


Figura 2.4 – Schema in sezione trasversale e simbologia caratteristici di un invaso in linea.

Legge di efflusso solo a stramazzo

Se l'efflusso è *solo a stramazzo*, definito il tirante y (rispetto al fondo della bocca a battente), si ottiene la seguente relazione:

$$Qu_S = \mu_S \cdot L_{eff} \cdot (y - h_S)^{3/2} \cdot \sqrt{2g} \tag{2.4}$$

che, sostituita nella (2.1) insieme alla (2.3), fornisce la funzione risolvente con cui ricavare l'idrogramma uscente e l'andamento del volume invasato nel tempo.

Si noti (Figura 2.5) che, in assenza di scarichi di fondo (o meglio, a scarichi di fondo chiusi), il serbatoio si riempie inizialmente finché non è pieno e solo allora inizia ad esserci una portata uscente non nulla. Infatti, a partire dall'istante t_W, si osserva un rapido e violento incremento delle portate uscenti, dovuto all'attesa efficacia di evacuazione caratteristica delle luci a stramazzo che proprio per questo motivo vengono utilizzate come scarichi di sicurezza. Le portate uscenti raggiungono il valore massimo nell'istante t_u in cui esse eguagliano le portate entranti, poi decrescono durante il processo di svaso. E' bene sottolineare che nella condizione di scarichi di fondo chiusi l'unico volume che può essere svasato è solo quello accumulato sopra la soglia di sfioro W^+, quindi il volume utile della vasca W, inizialmente vuoto, resta pieno a fine evento.

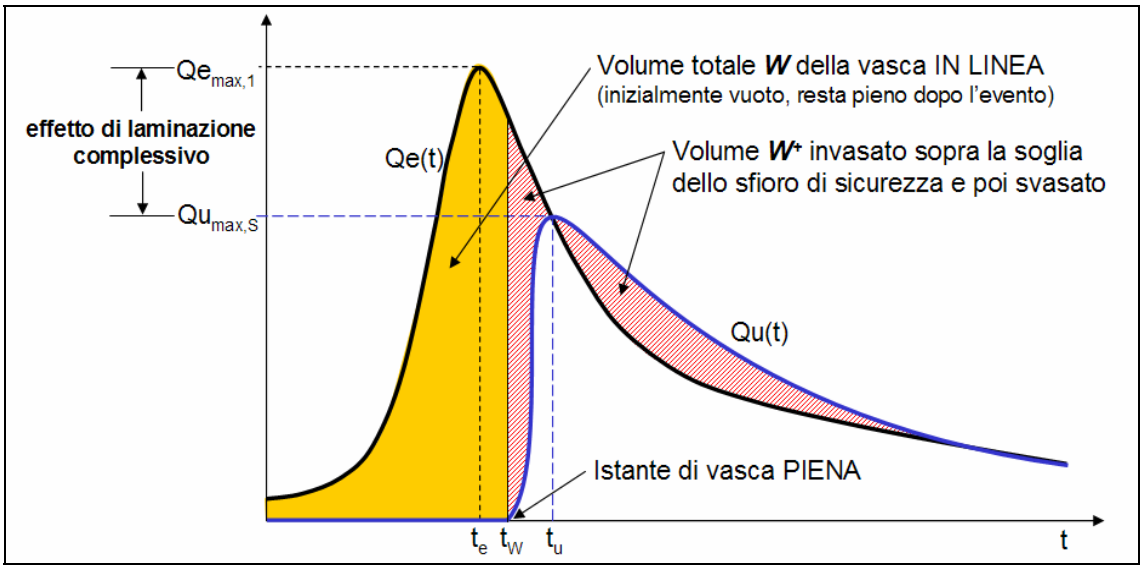


Figura 2.5 – Esempio di idrogramma uscente solo a stramazzo dallo sfioro di sicurezza di un invaso in linea con scarichi di fondo chiusi.

Legge di efflusso solo a battente

Se l'efflusso è *solo a battente*, finché le portate entranti sono inferiori alla capacità di convogliamento a superficie libera della bocca a battente $Q_{sup\ lib}$, le portate uscenti coincidono con le entranti $Qu(t) = Qe(t)$. Per portate superiori a $Q_{sup\ lib}$ occorre nuovamente ricorrere all'integrazione della (2.1), sostituendovi questa volta l'espressione della legge d'efflusso della luce a battente (ad esempio di forma circolare di diametro D):

$$Qu_b = \mu_b \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \sqrt{2g \cdot \left(y - \frac{D}{2}\right)} \tag{2.5}$$

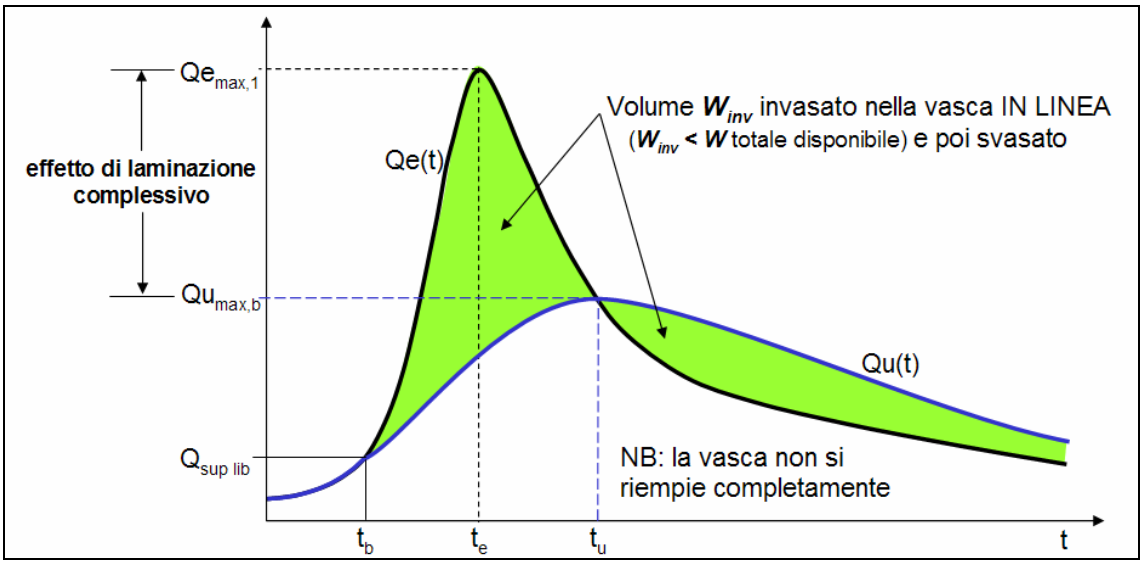


Figura 2.6 – Esempio di idrogramma uscente solo a battente dallo scarico di fondo di un invaso in linea.

L'esempio in Figura 2.6 mostra che gli scarichi di fondo si attivano subito e funzionano inizialmente a superficie libera (fino all'istante t_b, con $Qu = Qe$) e poi a battente quando comincia il processo d'invaso; se l'onda di piena in ingresso è meno gravosa di quella di progetto, ovvero tale che il volume massimo invasato W_{inv} è minore della capacità totale della vasca W, allora il livello massimo y_{max} non raggiunge la soglia dello sfioro di sicurezza h_S che quindi non si attiva. A partire dall'istante t_u in cui si verifica il colmo della portata uscente si attua il processo di svaso, fino al completo svuotamento della vasca.

Legge di efflusso completa (a battente e a stramazzo)

Se invece sono attive entrambe le tipologie di scarico, di nuovo per motivi di migliore convergenza della soluzione è bene evidenziare ancora il battente y come incognita.

La legge d'efflusso sarà quindi caratterizzata da tre rami:

- il primo che descrive l'evacuazione a superficie libera per piccole portate entranti ($Qu = Qe$, per $Qe < Q_{sup\ lib}$);
- il secondo che descrive l'efflusso solo a battente secondo l'eq.(2.5), valida finché il livello nell'invaso è inferiore alla soglia dello sfioro di sicurezza $h_{max} < h_S$ (ovvero finché non si è completamente riempito il volume totale della vasca $W_{inv} < W$);
- il terzo che descrive la fase in cui la vasca è piena ($W_{inv} = W$), le portate in ingresso sono ancora rilevanti e vengono evacuate sia dagli scarichi di fondo, ancora secondo l'eq.(2.5), sia dallo stramazzo di superficie, secondo l'eq.(2.4), e si ha un ulteriore volume W^+ invasato sopra la soglia di sfioro.

In Figura 2.7 viene mostrato la rappresentazione grafica di tale legge d'efflusso.

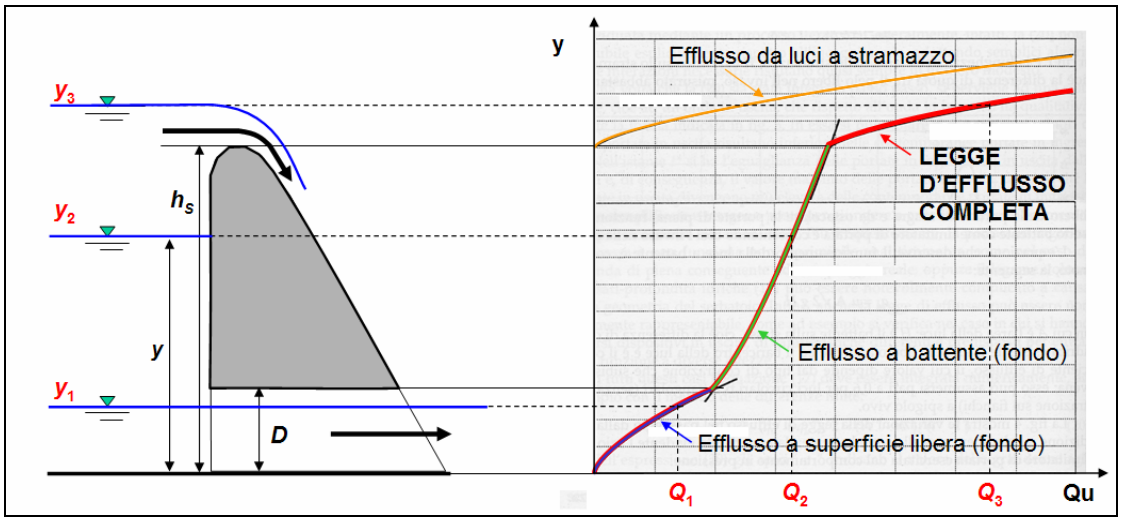


Figura 2.7 – Esempio di legge di efflusso da un invaso in linea, dotato di scarichi di fondo e di uno stramazzo come sfioro di sicurezza.

Il processo d'invaso si attua secondo le tre fasi consequenziali ora descritte solo nel caso di un'onda in ingresso $Qe(t)$ più gravosa di quella di progetto della vasca in linea, infatti lo stramazzo deve attivarsi solo come scarico di sicurezza atto ad evacuare le portate eccedenti. Il processo di svaso procede in modo analogo secondo tre fasi, ma con ordine inverso: dall'istante di colmo della portata uscente t_u si svasa il volume W^+ invasato sopra la soglia di sfioro, poi si svuota solo a battente il volume utile della vasca W con un'ultima coda a superficie libera quando ritorna $Qe < Q_{sup\ lib}$.

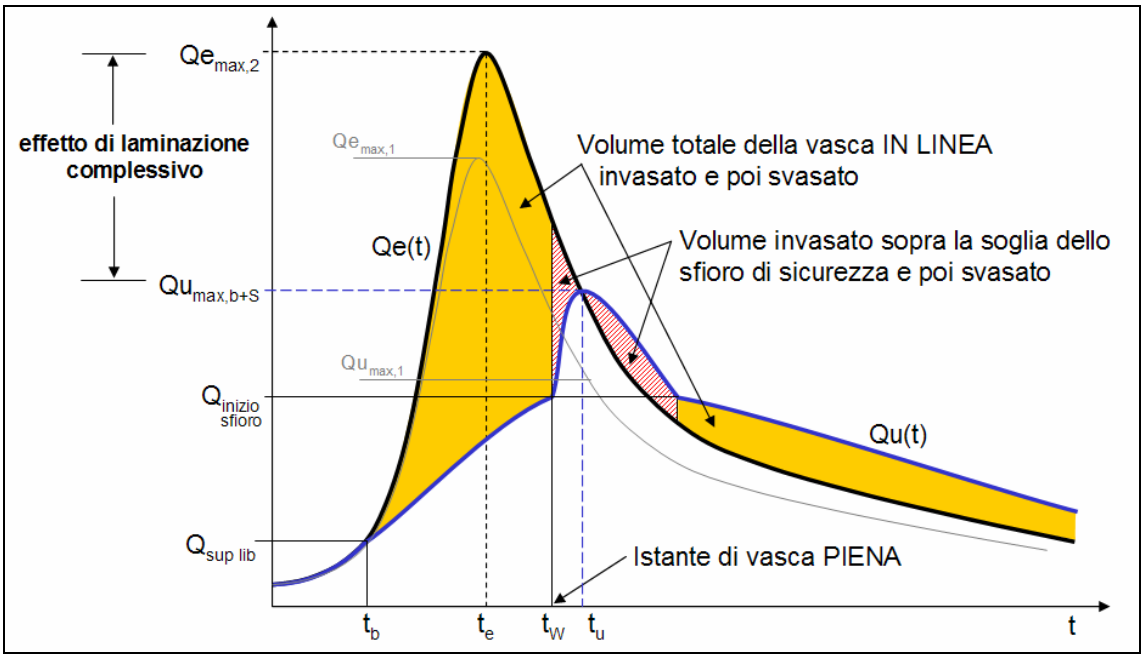


Figura 2.8 – Esempio di idrogramma uscente da un invaso in linea dapprima solo a battente dallo scarico di fondo e poi anche dallo stramazzo che costituisce lo sfioro di sicurezza.

2.2 INVASI FUORI LINEA

Le vasche di laminazione *fuori linea* (o *in derivazione*, Figura 2.9) sfruttano porzioni di territorio che si sviluppano parallelamente all'alveo; in generale si tratta di aree di pertinenza fluviale, collocate solo da un lato oppure bilaterali, idraulicamente collegate al corso d'acqua da soglie tracimabili, sifoni o altri sistemi idraulici posti nel corpo dell'argine fluviale. Tali manufatti sono progettati in modo da garantire non solo un valore accettabile della frequenza (ovvero di tempo di ritorno) con cui le vasche vengono interessate dalle piene, ma soprattutto che la massima portata che defluisce a valle dell'opera risulti compatibile con quella ritenuta accettabile per l'alveo più a valle.

Figura 2.9 – Schema planimetrico caratteristico di un invaso fuori linea.

Come appena accennato, esse sono caratterizzate dalla presenza di un'opera di presa costituita generalmente da una soglia di sfioro, ovvero da un ribassamento arginale che permette di far defluire parte della portata verso la vasca quando il livello in alveo cresce oltre la quota della soglia di sfioro stessa (Figura 2.10). Dal momento che il

processo di ingresso in vasca è determinato dal livello idrico in alveo in corrispondenza della soglia, di solito si cerca di aumentarne l'efficienza provocando localmente un rigurgito (ovvero un innalzamento del livello) attraverso un restringimento di sezione subito a valle dello sfioro. Se tale restringimento non risultasse sufficiente a garantire lo smaltimento verso la vasca di grandi portate durante le fasi di colmo della piena, è possibile associarvi anche un piccolo sbarramento, in modo da innalzare ulteriormente il livello in alveo.

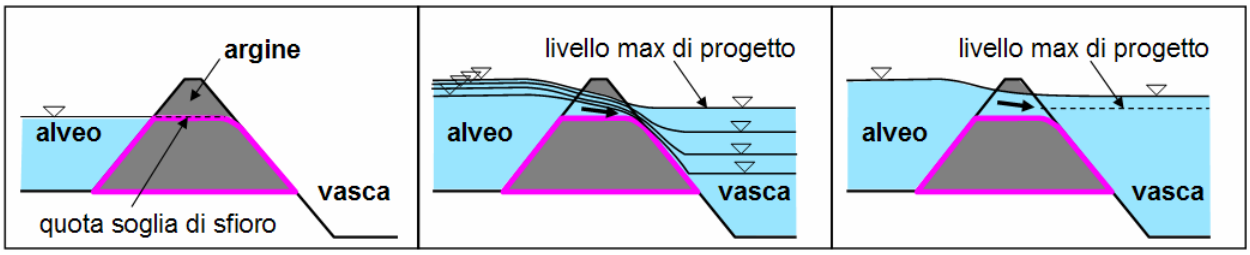


Figura 2.10 – Sezione trasversale dell'opera di presa di un invaso fuori linea: (a) livello in alveo sotto soglia e vasca vuota, (b) livello in alveo sopra soglia e invaso fino a completo riempimento, (c) livello in alveo sopra soglia, ulteriore invaso e portate uscenti dallo sfioro di sicurezza.

Gli scarichi di fondo di un invaso fuori linea restano generalmente chiusi durante la piena tramite valvole di ritegno a clapet (Figura 2.11): è infatti la pressione esercitata dalla corrente in alveo a mantenere la tenuta del "tappo". Quando il livello in corrispondenza dello scarico si abbassa (e diminuisce la corrispondente pressione sui clapet), tali luci a battente permettono poi l'evacuazione del volume accumulato nelle vasche nel successivo processo di svaso, che si attua durante la fase calante dell'evento oppure dopo la sua fine. In generale nella stessa posizione è localizzato anche lo sfioro di sicurezza, stramazzo che si attiva quando la vasca è ormai piena e permette il sormonto di una parte dell'argine opportunamente sagomata e rinforzata, affinché la vasca possa operare in sicurezza anche in occasione di eventi più gravosi rispetto a quello di progetto (naturalmente in questi casi le portate a valle risulteranno maggiori della capacità di convogliamento dell'alveo, perché si sommerà anche la portata uscente dal troppo pieno della vasca).

Figura 2.11 – Esempio di valvola di ritegno a clapet (si noti il livello di magra in alveo che la lambisce).

Se la pendenza dell'alveo è elevata, sia per ragioni costruttive che di ottimizzazione del funzionamento idraulico, è bene suddividere la cassa in più *comparti* (o *settori*), ciascuno dotato di soglia sfiorante e scarico di fondo che ne permetta il riempimento e il successivo totale svuotamento. Questa suddivisione permette di costruire l'invaso di laminazione in più lotti successivi; inoltre, sagomando opportunamente gli argini interni, in occasione di eventi di piena meno gravosi di quello di progetto è possibile allagare superfici inferiori a quella complessivamente occupata dalle vasche. E' da tener presente, però, che a fronte di una maggiore flessibilità le casse di espansione a settori presentano un'efficienza di laminazione inferiore rispetto ad un unico invaso con capacità pari alla somma di quelle dei diversi comparti.

2.2.1 Equazioni che regolano il fenomeno della laminazione

Per verificare il funzionamento di casse d'espansione fuori linea non sono più sufficienti le equazioni (2.1)-(2.2)-(2.3), proprio perché il processo di ingresso in vasca è determinato dal collegamento idraulico definito dalla soglia sfiorante e quello di svuotamento dallo scarico di fondo.

2.2.1.1 Equazioni di continuità nelle sezioni di controllo

Nel caso di invasi posti fuori linea le sezioni di controllo in cui applicare la conservazione della massa (ovvero scrivere un'equazione di continuità) sono due:

- la sezione in corrispondenza dell'opera di presa

$$Qe(t) = Q_{SF}(t) + Q_1(t) \tag{2.6}$$

- la sezione in corrispondenza dello scarico di fondo

$$Q_v(t) = Q_1(t) + Q_2(t) \tag{2.7}$$

dove $Qe(t)$ è la portata che in arrivo dal bacino di monte,
$Q_{SF}(t)$ è la portata sfiorata nella vasca di laminazione,
$Q_1(t)$ è la portata che rimane in alveo a valle dell'opera di presa,
$Q_2(t)$ è la portata uscente dalla vasca,
$Qv(t)$ è la portata complessivamente convogliata a valle.

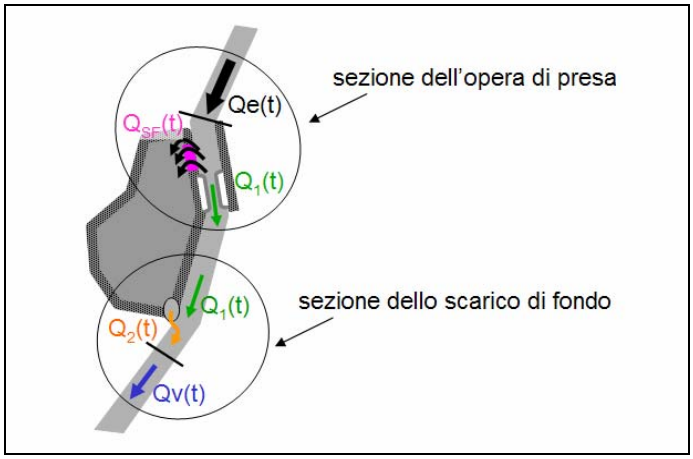


Figura 2.12 – Identificazione delle sezioni di controllo ove scrivere l'equazione di continuità.

2.2.1.2 Sfioratore laterale

Pertanto occorre innanzitutto determinare quale sia l'idrogramma in ingresso $Q_{SF}(t)$, che si ottiene "decapitando" opportunamente l'onda in arrivo dal bacino a monte $Qe(t)$ attraverso lo sfioratore laterale.
Il manufatto (Figura 2.13) viene dimensionato in condizioni di moto permanente affinché, in corrispondenza della portata di progetto *Qe* in arrivo da monte, esso lasci defluire verso valle una prefissata percentuale di tale portata *Qu* e sfiorando nella vasca la restante parte Q_{SF}. Uno sfioratore reale, però, necessita di un innalzamento del livello al di sopra della quota del ciglio di sfioro affinché le portate possano entrare nella vasca, perciò per ottenere la prefissata *Qu* occorre che il processo di sfioro inizi in corrispondenza di una portata inferiore, detta portata di soglia Q_t (o portata di taglio). Se invece l'energia della corrente nell'estremo di valle dello sfioratore non è sufficiente per realizzare il voluto processo di occorre considerare uno *sfioratore laterale con restringimento* (Figura 2.14).

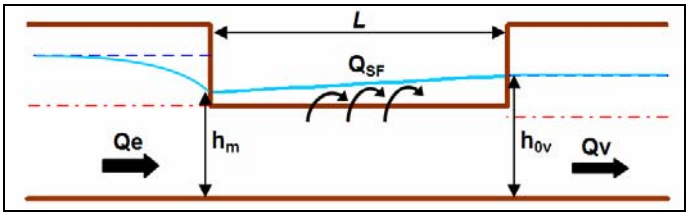


Figura 2.13 – Profilo di moto permanente lungo la soglia di uno sfioratore semplice per la portata *Qe*.

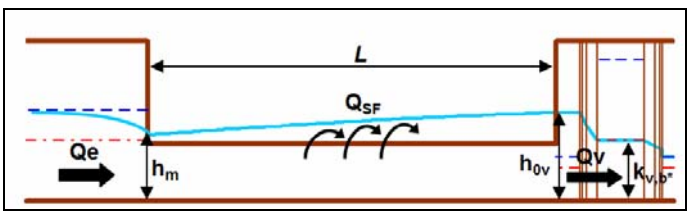


Figura 2.14 – Profilo di moto permanente lungo la soglia di uno sfioratore con restringimento per la portata *Qe*.

In generale si effettuano dei lavori di sistemazione e risagomatura dell'alveo nell'intorno dell'opera di presa e dell'eventuale restringimento in modo da rendere la sezione di forma rettangolare. Questo porta anche delle semplificazioni nelle relazioni matematiche che regolano il fenomeno.

2.2.1.3 Equazione di continuità del serbatoio

Una volta determinato l'idrogramma in ingresso alla vasca, è ora possibile applicare l'equazione di continuità alla vasca con le stesse procedure viste nel paragrafo 2.1.1 per gli invasi in linea, a patto di sostituire nelle equazioni del sistema (2.1)-(2.2)-(2.3) i simboli corretti nel caso di invasi fuori linea: in particolare, $Q_{SF}(t)$ come portata entrante al posto di $Qe(t)$ e $Q_2(t)$ come portata uscente al posto di $Qu(t)$, ottenendo:

$$Q_{SF}(t) - Q_2(t) = \frac{dW(t)}{dt} \tag{2.8}$$

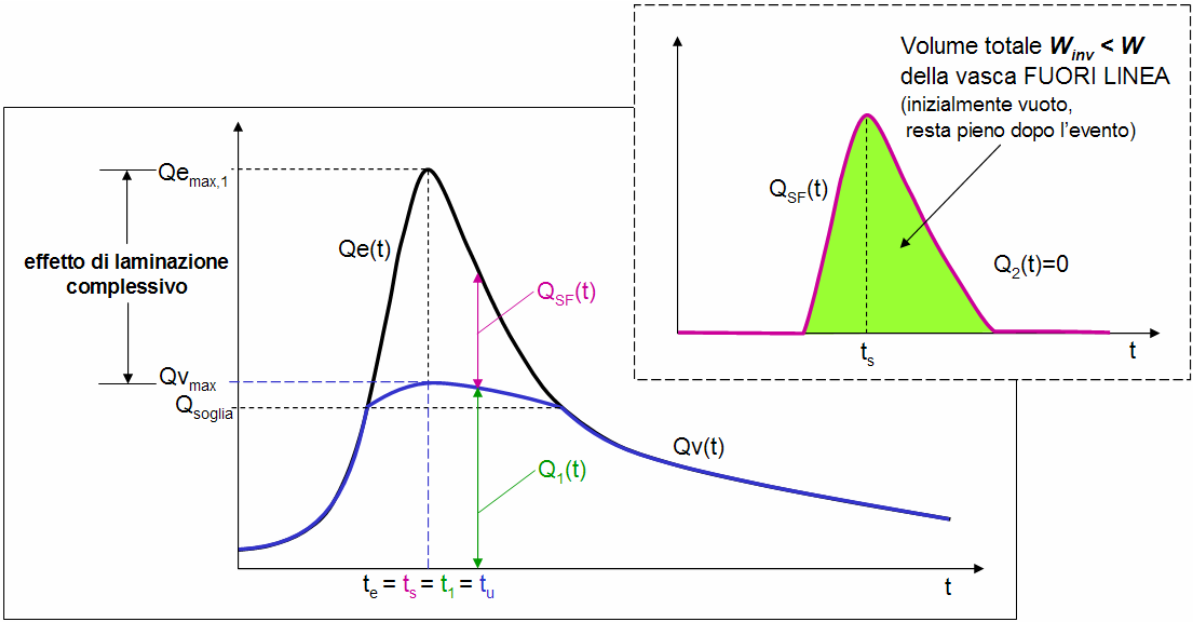


Figura 2.15 – Esempio di laminazione di piena meno gravosa di quella di progetto in ipotesi di scarichi di fondo CHIUSI: idrogramma $Q_V(t) = Q_1(t)$ a valle della vasca (a sinistra) e idrogramma sfiorato $Q_{SF}(t)$ in ingresso alla vasca (a destra).

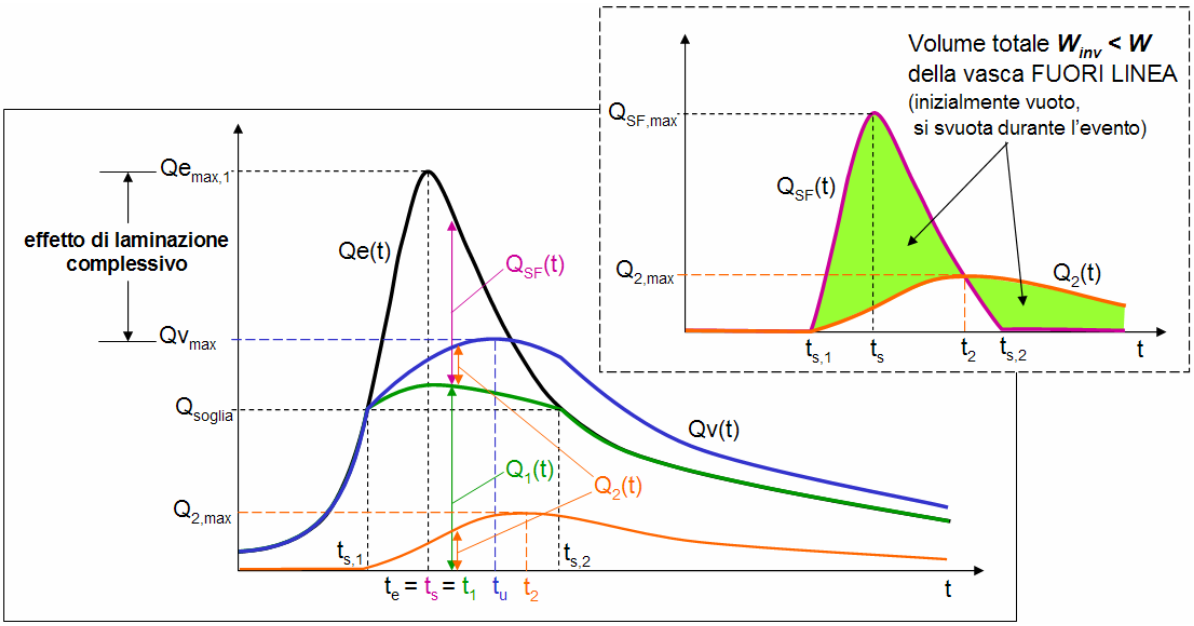


Figura 2.16 – Esempio di laminazione di piena meno gravosa di quella di progetto in ipotesi di scarichi di fondo APERTI: idrogramma $Q_V(t) = Q_1(t)+Q_2(t)$ a valle della vasca (a sinistra) e idrogramma sfiorato $Q_{SF}(t)$ in ingresso alla vasca (a destra).

Per quanto riguarda la legge d'efflusso e la legge d'invaso, esse restano invariate così come il processo di integrazione numerica alle differenze finite ora applicato alla (2.8). E' quindi possibile determinare l'idrogramma uscente dall'invaso fuori linea e il volume ivi invasato durante l'evento. La portata complessivamente convogliata a valle $Qv(t)$,però, è in generale data dalla somma della portata $Q_1(t)$ rimasta in alveo e di quella uscente dagli scarichi di fondo delle vasche $Q_2(t)$, ma torna ad essere pari alla sola $Q_1(t)$ se tali scarichi restano chiusi.
Naturalmente è proprio la massima $Qv(t)$ che deve essere inferiore o al più uguale alla capacità di convogliamento dell'alveo a valle, perciò è immediato notare dal confronto tra Figura 2.15 e Figura 2.16 che l'ipotesi di scarichi di fondo aperti porta (a parità di portata di inizio sfioro e di massima portata sfiorata) da un lato a diminuire il volume invasato, dall'altro lato ad aumentare la portata complessivamente defluente a valle.

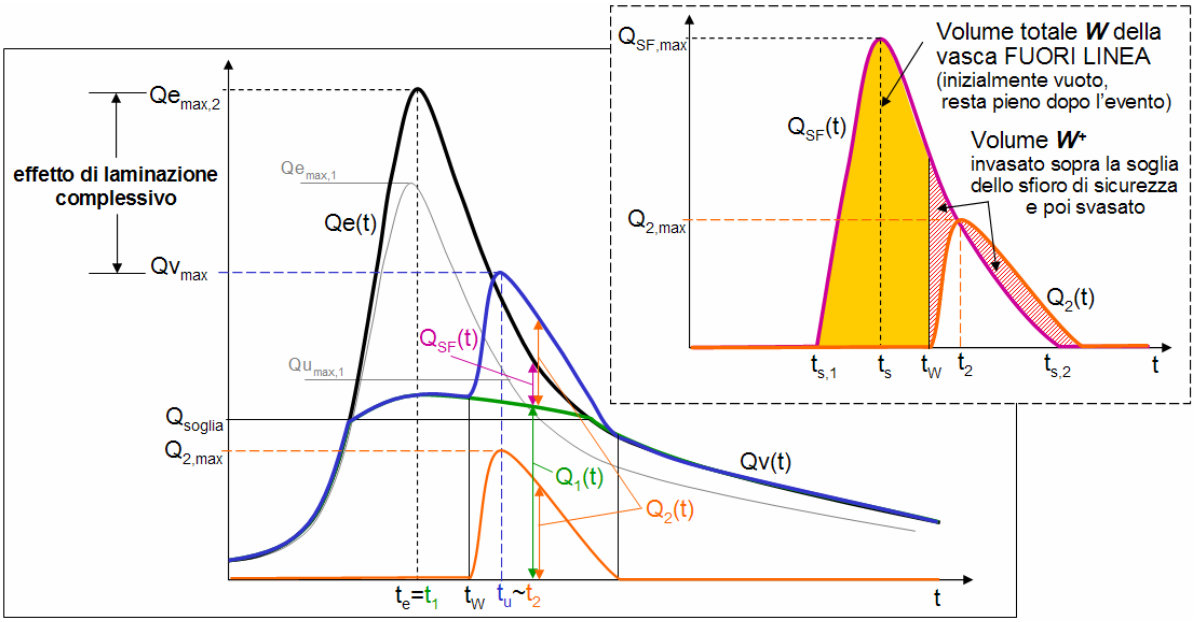


Figura 2.17 – Esempio di laminazione di piena più gravosa di quella di progetto in ipotesi di scarichi di fondo CHIUSI: idrogramma $Q_V(t) = Q_1(t)+Q_2(t)$ a valle della vasca (a sinistra) e idrogramma sfiorato $Q_{SF}(t)$ in ingresso alla vasca (a destra).

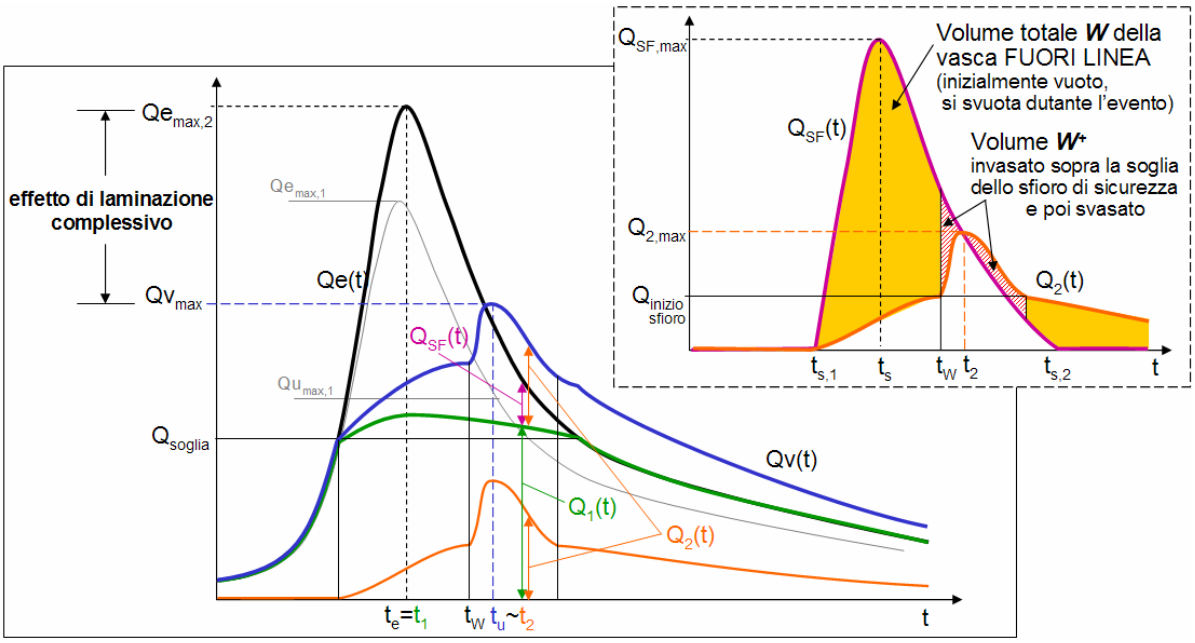


Figura 2.18 – Esempio di laminazione di piena più gravosa di quella di progetto in ipotesi di scarichi di fondo APERTI: idrogramma $Q_V(t) = Q_1(t)+Q_2(t)$ a valle della vasca (a sinistra) e idrogramma sfiorato $Q_{SF}(t)$ in ingresso alla vasca (a destra).

Occorre quindi prestare attenzione alle diverse combinazioni possibili per trovare la soluzione più idonea a soddisfare tutti i vincoli presenti nella zona oggetto di studio, tenendo inoltre presente che, dal momento che le due sezioni di

controllo hanno funzionamenti idraulici diversi e indipendenti, è possibile che l'idrogramma che prosegue verso valle risulti avere 2 picchi (a partire da un'onda monopicco in ingresso).
Anche nel caso di un evento di piena più gravoso rispetto a quello di progetto il comportamento dell'invaso di laminazione dipende dall'apertura o meno degli scarichi di fondo. In particolare, inizialmente si assiste ad una ripetizione della fase di riempimento (ed eventuale contemporaneo svuotamento, se gli scarichi di fondo sono aperti) del caso precedente; quando però si raggiunge il livello massimo di progetto col completo riempimento della vasca, interviene lo sfioro di sicurezza che evacua le grandi portate aggiuntive che entrano in vasca dall'opera di presa e che vengono restituite in alveo, come mostrato in Figura 2.17 e in Figura 2.18.

2.3 IPOTESI DI LAMINAZIONE OTTIMALE

Le tre equazioni che in generale governano il fenomeno della laminazione sono quelle utilizzate finora e che costituiscono il sistema (2.1)-(2.2)-(2.3), per ottenere la cosiddetta laminazione "*non ottimale*", ovvero con scarichi a bocca fissa non regolati.
Tra le varie tipologie di regolazione possibile, si può dimostrare che ne esiste una che si può ritenere "migliore", a parità di altre condizioni, rispetto a tutte le altre alternative: la cosiddetta "*laminazione OTTIMALE*".
In Figura 2.19 e Figura 2.20 viene mostrata la natura duale della sua definizione:

- la prima si riferisce alla laminazione ottimale intesa come *minimo volume* W_{ott} necessario, dato un idrogramma in ingresso $Qe(t)$, per contenere la portata uscente $Qu(t)$ entro un prefissato valore Qu_{max};
- la seconda si riferisce invece alla laminazione ottimale intesa come *minima portata uscente* $Qu_{max,ott}$ ottenibile, dato un idrogramma in ingresso $Qe(t)$, per un prefissato volume disponibile W_{max}.

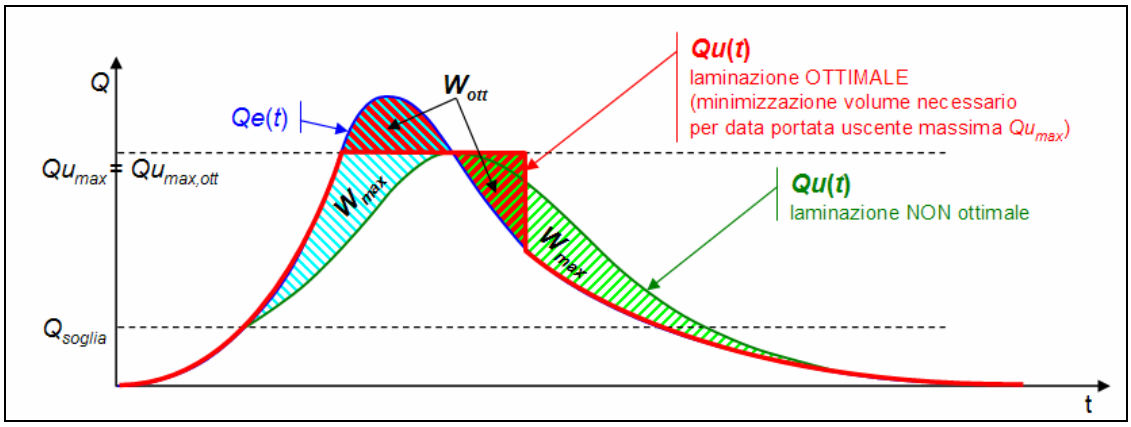


Figura 2.19 – Esempio di laminazione OTTIMALE intesa come minimo volume necessario per contenere la portata uscente entro un prefissato valore Qu_{max}.

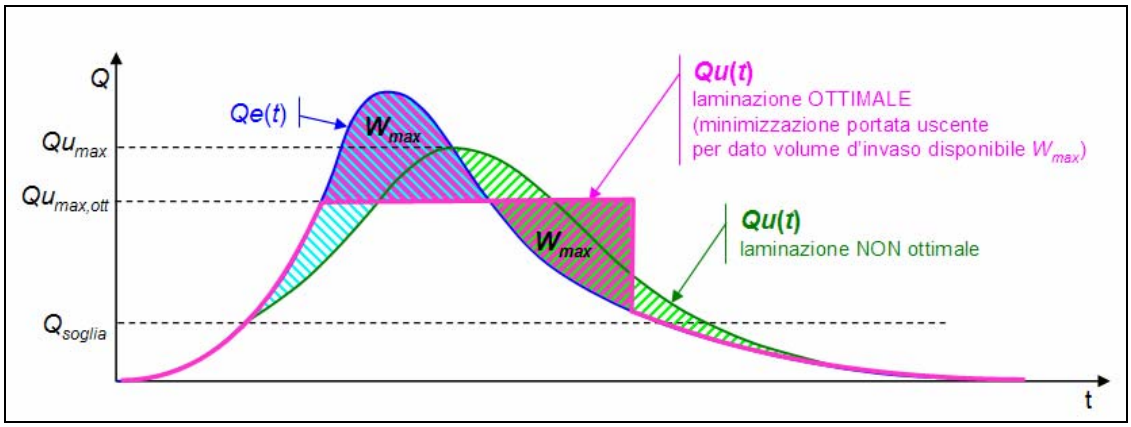


Figura 2.20 – Esempio di laminazione OTTIMALE intesa come minima portata uscente ottenibile con un prefissato volume disponibile W_{max}.

In entrambi i casi l'ottimizzazione in questione è ottenuta imponendo che la portata uscente $Qu(t)$ sia costante durante il picco, ovvero quando la portata entrante $Qe(t)$ è maggiore di della capacità di convogliamento di valle e pari proprio a Qu_{max}.

Se inoltre, come mostrato nelle figure, si fa in modo di mantenere la portata uscente costante e pari a Qu_{max} anche quando la portata entrante torna ad essere inferiore alla portata uscente, ecco che allora anche il *tempo di svaso* viene minimizzato:

$$Qu(t) = \begin{cases} Qe(t) & se\, Qe(t) < Qu_{\max} \\ Qu_{\max} & se\, Qe(t) \geq Qu_{\max} \vee dW/dt < 0 \end{cases} \tag{2.9}$$

Naturalmente anche nel caso di laminazione ottimale il volume invasato (corrispondente nel grafico all'area compresa tra l'idrogramma entrante e quello uscente prima del loro punto d'intersezione) deve essere pari al volume svasato (corrispondente nel grafico all'area compresa tra l'idrogramma entrante e quello uscente dopo il loro punto d'intersezione).

D'altro canto, per poter realizzare una laminazione ottimale occorre considerare alcune evidenti difficoltà pratiche che consistono, logicamente, proprio nell'ottenere il mantenimento della portata uscente costante. Ciò può essere assicurato in diversi modi a seconda della modalità di svuotamento considerata, come ad esempio:

- nel caso di efflusso mediante sollevamento, ipotizzando di installare opportune batterie di pompe con caratteristiche appunto tali da mantenere la portata costante (ma si dovranno mettere in conto anche i costi energetici dell'elettricità necessaria al loro funzionamento);
- nel caso di un invaso in linea con efflusso a gravità, regolando opportunamente in tempo reale le luci d'efflusso delle bocche a battente che costituiscono gli scarichi di fondo o degli stramazzi, in modo da compensare via via le variazioni del livello idrico in vasca;
- nel caso un invaso fuori linea (con scarichi di fondo piccoli o chiusi durante l'evento), dimensionando opportunamente la soglia di sfioro dell'opera di presa.

E' bene sottolineare che grazie alla presenza della soglia sfiorante, che ha proprio la funzione di "decapitare" l'onda di piena in arrivo, il comportamento reale di vasche fuori linea è quello che si avvicina di più a quello ideale della laminazione ottimale, anche in assenza di regolazione in tempo reale.

3. VASCHE URBANE: SCOPO E FUNZIONAMENTO

Un particolare tipo di invaso di laminazione è quello localizzato a servizio della rete di fognatura di un centro urbano.

3.1 VASCHE DI LAMINAZIONE URBANA

Lo scopo principale delle vasche di laminazione urbana, o *vasche volano*, è la riduzione delle portate al colmo di piena non compatibili con il convogliamento in rete. In occasione degli eventi meteorici più intensi, infatti, le acque piovane entrano in rete e aumentano repentinamente portate e livelli rispetto ai valori di tempo secco, mandando in pressione i collettori e causando allagamenti urbani (Figura 3.2). Nel caso di centri urbani attraversati da corsi d'acqua (naturali o artificiali), la rete fognaria è solitamente provvista di opportuni manufatti idraulici detti scolmatori o scaricatori di piena (Figura 3.1), la cui funzione è proprio quella di dirottare direttamente nel corpo idrico ricettore le portate eccedenti la capacità di convogliamento della rete stessa.

Figura 3.1 – Scaricatori fognari di piena: (a sinistra) sul collettore consortile a Caronno Pertusella sulla sponda destra del Lura, (a destra) sulla fognatura del Comune di Cermenate.

E' bene sottolineare che, dal momento che tali volumi idrici vengono scaricati nei ricettori senza alcuna preventiva depurazione, accanto al problema quantitativo (costituito dal contributo alla piena del corso d'acqua) si aggiunge un contemporaneo e non trascurabile problema di qualità delle acque nel ricettore, che verrà approfondito nel paragrafo 3.2.

Il funzionamento idraulico delle vasche volano urbane rispetta quanto visto in generale nel capitolo 2 per gli invasi di laminazione. Esse infatti riducono le portate al colmo di piena in fognatura, accumulando e trattenendo temporaneamente il corrispondente volume, per poi restituirlo alla rete una volta esaurito l'evento meteorico. Vengono solitamente localizzate subito a monte di quei tronchi della rete fognaria che si dimostrano insufficienti al convogliamento delle portate fognarie di piena, con funzione solo quantitativa di laminazione (Figura 3.3). E' possibile, però, che esse vengano accoppiate alle vasche di prima pioggia (che verranno descritte in dettaglio nel paragrafo successivo): infatti, se il loro volume è adeguatamente dimensionato, la realizzazione di vasche volano può diminuire notevolmente la frequenza degli sfiori dalla fognatura al ricettore, ovvero aumentare il tempo di ritorno relativo agli eventi meteorici che provocano tali scarichi. In ogni caso, però, non è possibile eliminare completamente tali sfiori perché sarebbero necessarie volumetrie incompatibili col loro concreto inserimento nel tessuto urbano. Pertanto il dimensionamento viene effettuato in modo da ridurre le portate scaricate nel ricettore ai valori definiti dal Piano della Regione Lombardia (vedi paragrafo 1.4.2).

3.2 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Le acque nere di tempo secco e le acque meteoriche di prima pioggia hanno una dimostrata pericolosità dal punto di vista ambientale, dovuta ai carichi inquinanti dilavati in tempo di pioggia dalle superfici dove si sono accumulati durante il tempo secco antecedente. Tale impatto è stato evidenziato negli ultimi decenni da un grandissimo numero di misure raccolte in numerosi bacini sperimentali in Italia e all'estero.

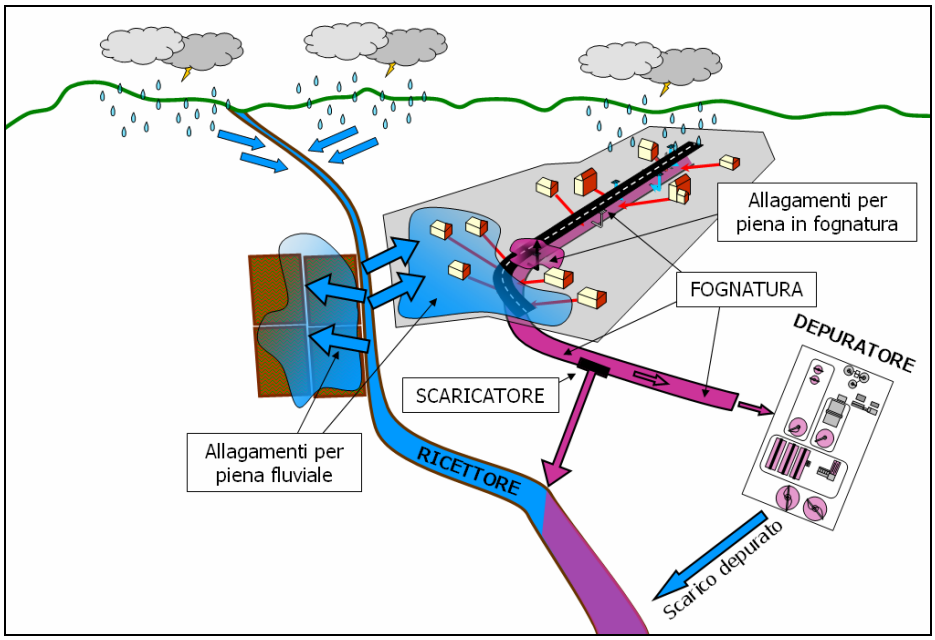


Figura 3.2 – STATO ATTUALE: presenza di allagamenti urbani e agricoli dovuti alla piena fluviale (in azzurro) e di allagamenti urbani causati dalla piena nella rete fognaria (in viola). Si noti l'effetto dello scaricatore di piena sulla qualità dell'acqua nel ricettore.

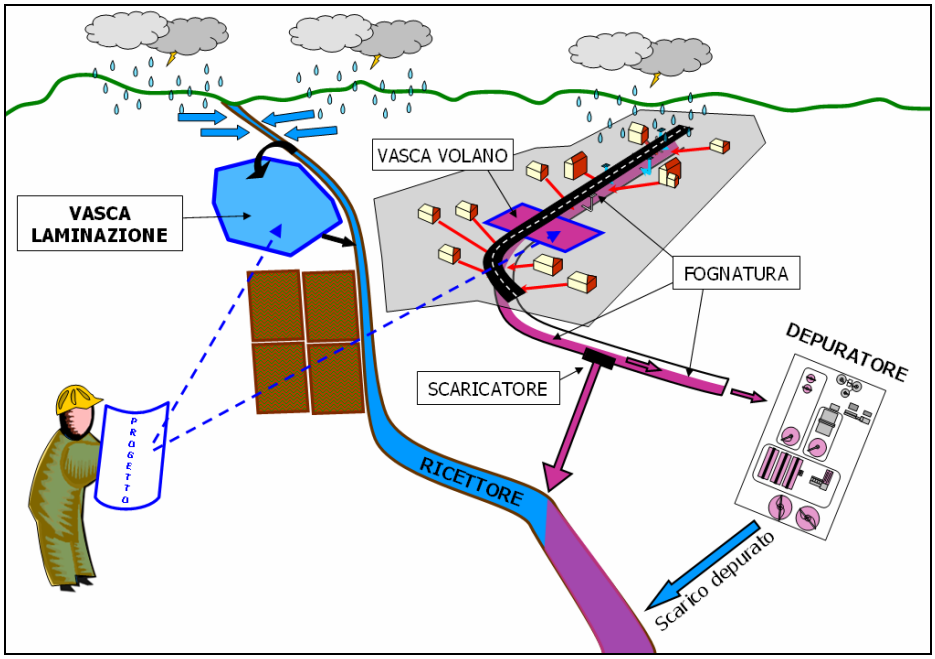


Figura 3.3 – Realizzazione di VASCA DI LAMINAZIONE FLUVIALE e VASCA VOLANO: controllo degli allagamenti urbani e agricoli dovuti alla piena fluviale e degli allagamenti urbani causati dalla piena nella rete fognaria. Si noti ancora l'effetto dello scaricatore sulla qualità dell'acqua nel ricettore.

In sintesi, dall'esame della letteratura scientifica del settore emerge con chiarezza che è assolutamente giustificata l'opinione, ormai sempre più diffusa nella comunità scientifica, che per perseguire un effettivo miglioramento qualitativo dei corpi idrici non è sufficiente depurare le sole acque reflue, ma è anche necessario mettere in atto opportune strategie per il controllo degli scarichi di origine meteorica. La letteratura scientifica, infatti, presenta un'abbondante casistica di determinazioni della qualità delle acque meteoriche di dilavamento nelle più svariate situazioni [Weibel *et al*., 1964; De Filippi & Shih, 1971; Sartor *et al*., 1974; Wanielista *et al*., 1977; Lindholm & Balmér, 1978; Novotny *et al*., 1981; Reinertsen, 1982; Veltri, 1988; Oliveri *et al*., 2002; Artina *et al*., 1997; Calenda, 1997; Ciaponi *et al*., 2002; Milano *et al*., 2002; Barco *et al*., 2004; Fuchs *et al*., 2004]. Le attività dell'uomo, quali il traffico veicolare o l'accumulo di rifiuti, e la qualità dell'aria, per mezzo delle deposizioni atmosferiche, sono infatti come è ben noto tra le primarie fonti di inquinamento nelle aree urbane.

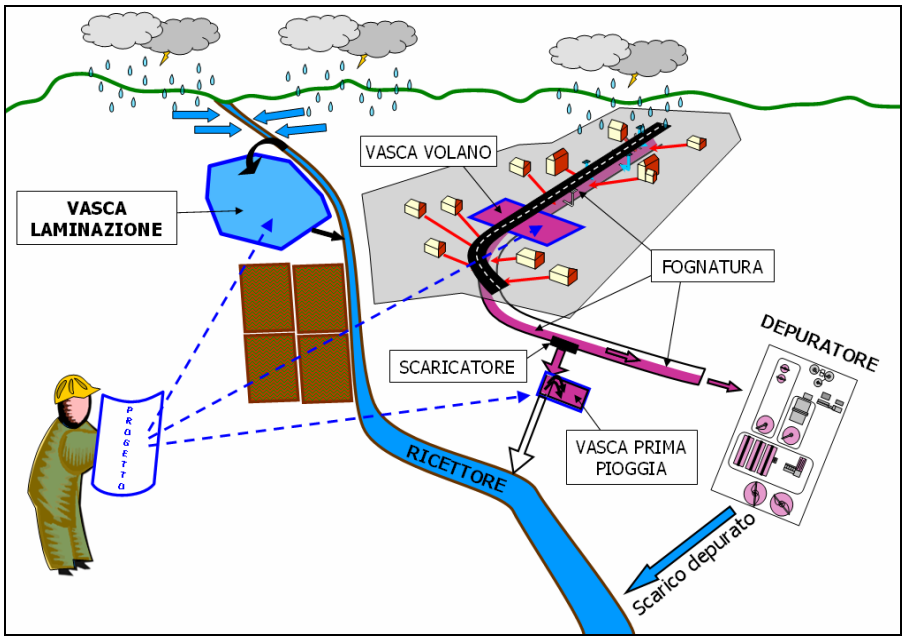


Figura 3.4 – Realizzazione di vasca di laminazione fluviale, vasca volano (per la laminazione urbana) e VASCA DI PRIMA PIOGGIA (per l'accumulo della massa inquinante) con eventuale scarico diretto ricettore a completo riempimento.

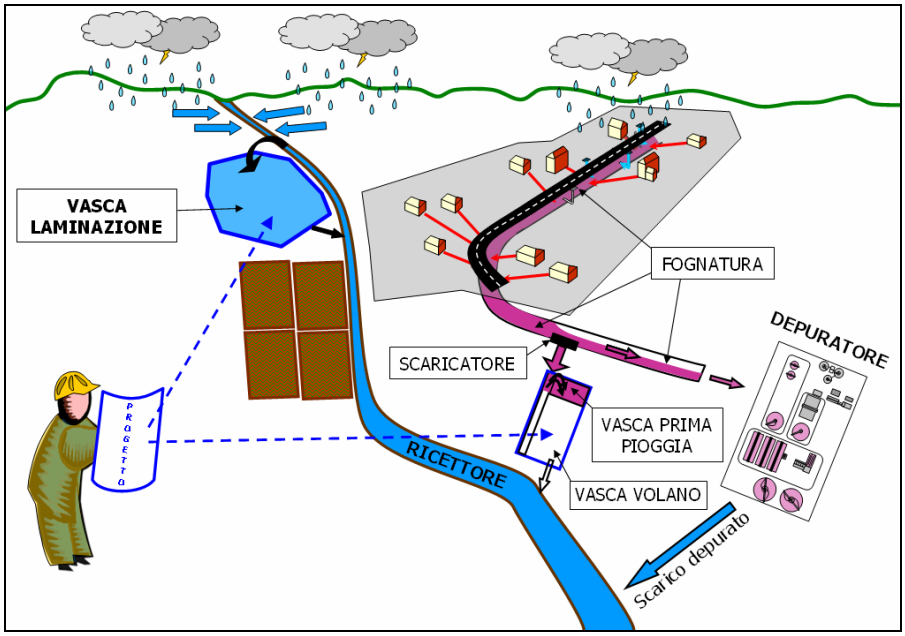


Figura 3.5 – Realizzazione di vasca di laminazione fluviale e VASCA DI PRIMA PIOGGIA (per l'accumulo della massa inquinante) accoppiata a vasca volano (per la laminazione urbana).

Gli inquinanti presenti sul bacino sono generati principalmente dai rifiuti organici prodotti dalle attività umane, dalle deiezioni animali e dai veicoli transitanti, dall'erosione di aree urbane di varia natura come l'usura della pavimentazione stradale, dalle emissioni derivanti da combustioni industriali o riscaldamenti domestici. Il vento può trasportare polveri e particelle anche a notevole distanza e le precipitazioni, siano esse neve, pioggia o grandine hanno potere assorbente e trascinante nei confronti di tali inquinanti contribuendo al trasporto al suolo e alla formazione di tali deposizioni. Esistono poi sulle superfici urbane inquinanti di varia natura dovuti essenzialmente all'incuria umana, la cui quantificazione risulta essere difficile a causa delle diversità di comportamento o da fattori locali (carta, mozziconi di sigarette, involucri).

In conseguenza di tali considerazioni e della flessibilità limitata degli impianti di depurazione nei confronti delle escursioni della portata in ingresso, si va quindi attualmente diffondendo la consapevolezza della necessità di realizzare, a corredo dei sistemi di drenaggio urbano, *vasche di prima pioggia* per l'accumulo temporaneo di tali

acque durante un evento meteorico, in vista di un loro successivo invio al trattamento una volta che, terminato l'evento stesso, le portate siano ridiscese al di sotto del valore massimo accettabile in ingresso alla depurazione (Artina & Paoletti, 1997; Artina & Maglionico, 2003). Una volta riempita completamente la vasca di prima pioggia, per le portate ormai diluite ma ancora elevate (eccedenti la capacità di convogliamento di valle) si può prevedere una seconda capacità d'invaso con funzione di laminazione (vasca volano, Figura 3.5 e Figura 3.6), oppure è possibile lo scarico diretto nel ricettore (Figura 3.4). In generale tali invasi hanno volumetria molto limitata, poiché il loro scopo principale non è la laminazione, ma la cattura della massa inquinante associata alla fase iniziale dell'evento, ovvero quella dovuta alle cosiddette prime piogge. Per la Regione Lombardia esse si definiscono come i primi 5 mm di precipitazione caduti sul bacino e il corrispondente volume deve essere considerato per il loro dimensionamento (Figura 3.5). Infatti la prima parte dell'evento è quella che veicola la maggior parte della massa inquinante, in seguito al fenomeno della prima cacciata inquinata (o first foul flush). Esso è legato in primo luogo al dilavamento delle superfici del bacino soggette ad accumulo di inquinanti da parte delle prime acque meteoriche, che vengono poi convogliate nella rete fognaria attraverso i pluviali e le caditoie stradali, e in secondo luogo alla contemporanea risospensione dei sedimenti presenti sul fondo dei collettori.

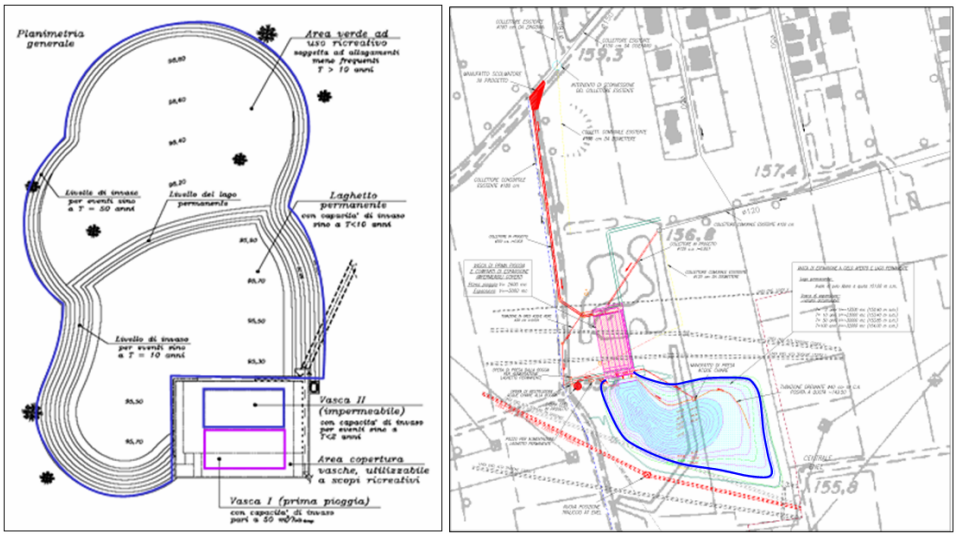


Figura 3.6 – Esempi di VASCA DI PRIMA PIOGGIA (in viola) chiusa e coperta associata a un'espansione a cielo aperto con funzione di VASCA VOLANO.

3.2.1 Tipologie di vasca di prima pioggia e fasi di funzionamento

3.2.1.1 Vasca in linea, fuori linea di transito o fuori linea di cattura: Riempimento

Si descrivono ora i possibili schemi impiantistici relativi all'inserimento e alle modalità di alimentazione di vasche di prima pioggia all'interno di sistemi fognari unitari (ovvero in cui le acque meteoriche si aggiungono alle nere di tempo secco nello stesso collettore) muniti di scaricatori di piena. Le vasche si dicono IN LINEA (Figura 3.7-a) quando l'invaso è realizzato direttamente in serie al collettore fognario e può essere costituito da una "scatola" rettangolare o dai cosiddetti "supertubi" ovvero collettori di diametro molto superiore a quelli subito a monte e a valle di essi. La portata in ingresso coincide sempre con quella in arrivo dalla rete di monte, mentre la portata in uscita è regolata da una bocca d'efflusso in grado di limitare la portata in uscita al valore massimo ammissibile a valle ($Q_{v,max}$). Le vasche si dicono invece FUORI LINEA, quando l'invaso è realizzato in derivazione rispetto alla rete fognaria. Nei sistemi unitari essa è sempre accoppiata ad uno scaricatore di piena che alimenta la vasca quando la portata in arrivo da monte supera il valore della portata limite di inizio sfioro Q_{soglia}. Lo scaricatore può essere associato a un dispositivo di by-pass che esclude la vasca una volta completamente riempita. La presenza o l'assenza di tale by-pass comporta l'ulteriore distinzione tra vasche di transito e vasche di cattura. Nelle VASCHE DI CATTURA (Figura 3.7-c), raggiunto il totale riempimento, la portata in ingresso eccedente $Q_{v,max}$ (quindi ancora elevata, ma ormai diluita) viene scaricata direttamente nel ricettore tramite il by-pass stesso, senza miscelazione con il volume già accumulato in vasca. Nelle VASCHE DI TRANSITO (Figura 3.7-b), raggiunto il totale riempimento, la portata viene scaricata nel ricettore tramite uno sfioratore posto all'interno de tali vasche; si verifica quindi una miscelazione più o meno completa con il volume immagazzinato.

Per quanto riguarda l'efficienza ambientale degli schemi impiantistici mostrati in Figura 3.7, lo schema (a) ha interesse solo quando il volume necessario non sia ottenuto con la costruzione di una vera a propria vasca, ma sfruttando o maggiorando la capacità d'invaso disponibile nella rete fognaria di monte. A parità di volume, infatti, la loro efficienza è poco diversa da quella conseguibile con gli schemi di tipo (b),ma minore di quella conseguibile con schemi di tipo (c). Confrontando poi i due schemi fuori linea, le vasche di transito (b) sono di scarso interesse pratico in quanto quelle di cattura (c), a fronte di piccole complicazioni impiantistiche e a parità di volume, presentano in genere un'efficienza ambientale maggiore.

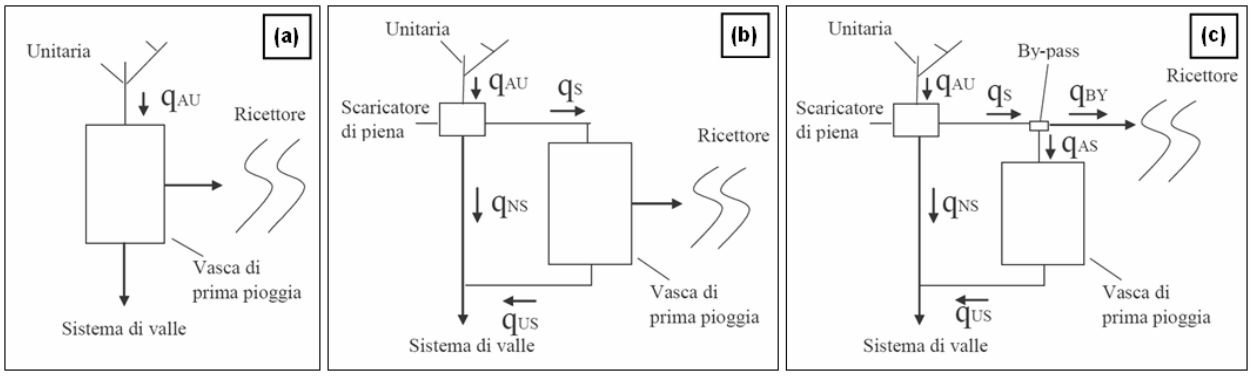


Figura 3.7 – Schemi impiantistici di inserimento di vasche di prima pioggia all'interno di sistemi fognari unitari: (a) vasca in linea, (b) vasche fuori linea di transito, (c) vasche fuori linea di cattura [da Papiri, 2007].

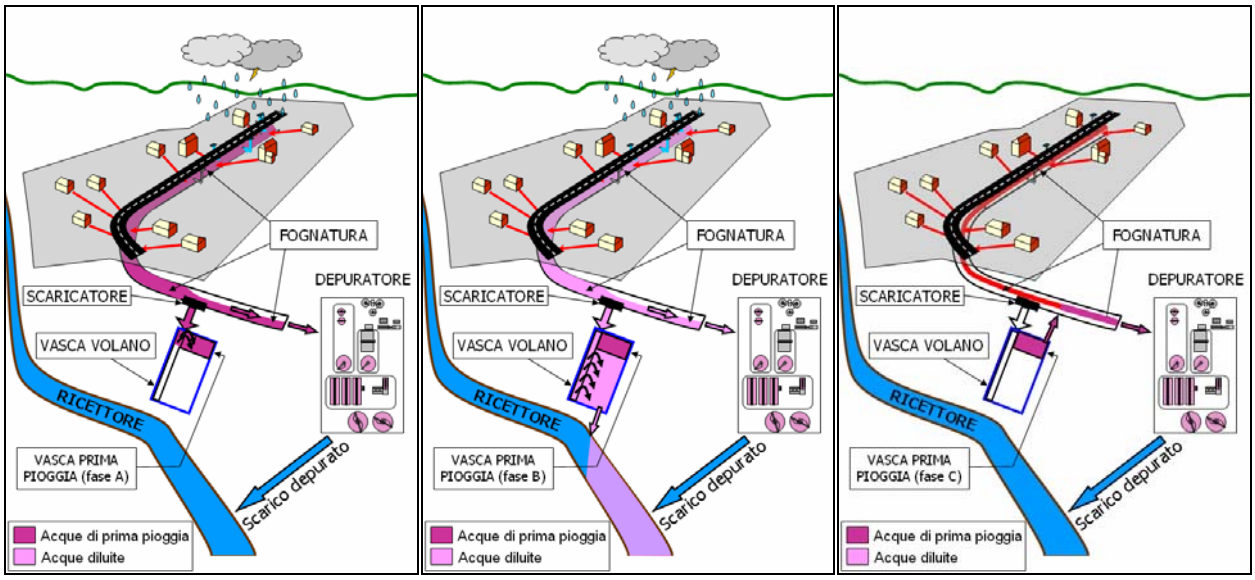


Figura 3.8 – Fasi di funzionamento di una vasca di prima pioggia (fuori linea di cattura) accoppiata a vasca volano:
Fase A [primi 5 mm di pioggia] – accumulo delle acque fortemente inquinate (viola scuro) nella vasca di prima pioggia, che viene chiusa una volta completamente riempita;
Fase B [altezze di pioggia oltre i 5 mm] – l'evento di pioggia ha ormai diluito le acque in fognatura (viola chiaro), che vengono dapprima accumulate nella vasca volano e poi possono essere scaricate direttamente nel ricettore;
Fase C [dopo fine evento] – svuotamento delle acque fortemente inquinate accumulate nella vasca di prima pioggia e loro avvio in fognatura verso il depuratore (segue autolavaggio della vasca).

3.2.1.2 Svuotamento

Lo svuotamento delle vasche di prima pioggia, ferma restando la necessità di limitare la portata a valori compatibili con la massima capacità di convogliamento della rete di valle, può essere realizzato secondo due differenti soluzioni: in continuo e intermittente.

Lo svuotamento in continuo, tipicamente applicato alle vasche in linea, costituisce il sistema più semplice dal punto di vista costruttivo e gestionale, in quanto richiede solo una bocca d'efflusso in grado di limitare la portata in uscita al valore massimo ammissibile a valle ($Q_{v,max}$). In tempo di pioggia, le portate di deflusso eccedenti $Q_{v,max}$ vengono temporaneamente accumulata in vasca; raggiunto il completo riempimento le portate eccedenti vengono scaricate

direttamente nel ricettore. Quando il deflusso torna ad essere inferiore a $Q_{v,max}$ (in fase di esaurimento dell'evento meteorico o nel corso di una sua temporanea attenuazione), la vasca si svuota sotto il controllo della bocca d'efflusso: la portata in uscita dalla vasca (somma della portata in arrivo da monte e della portata di svuotamento) resta pari a $Q_{v,max}$. A fronte di una notevole semplicità di funzionamento, il sistema di svuotamento in continuo è quello che comporta, a parità di volume totale della vasca, l'accumulo e l'invio alla depurazione dei maggiori volumi di pioggia. Col progredire dello svuotamento, infatti, si rendono disponibili in vasca nuovi volumi per l'accumulo delle acque in arrivo (più pulite di quelle già invasate). La vasca perde quindi la connotazione di manufatto atto all'accumulo delle sole acque di prima pioggia, per assumere quella di manufatto atto all'accumulo (nei limiti delle disponibilità volumetriche dipendenti dalla forma degli idrogrammi in arrivo da monte e dai precedenti svuotamenti) di tutte le portate eccedenti $Q_{v,max}$.

Lo svuotamento intermittente, applicabile a tutti gli schemi impiantistici con vasche fuori linea, è più complesso del precedente in quanto contempla la definizione dell'istante di inizio del processo di svuotamento (ed eventualmente la sua interruzione se il deflusso meteorico ritorna ad essere diverso da zero), nonché il controllo della portata Q_{US} in uscita dalla vasca in funzione della portata Q_{NS} lasciata proseguire nel collettore a valle dello sfioratore. Tutto ciò richiede i seguenti apparati tecnologici di misura e controllo: misuratori di livello, sistemi logici di controllo e di comando, attuatori in grado di azionare organi meccanici di manovra. A fronte della sua maggior complessità, questa modalità può consentire, senza alterare significativamente l'efficacia ambientale della vasca, una sensibile riduzione dei volumi immessi nel sistema di valle, con conseguenti minori costi gestionali dell'impianto di depurazione.

La definizione dell'istante di inizio del processo di svuotamento è strettamente connessa alla definizione del criterio che stabilisca quando due eventi meteorici debbano essere considerati distinti agli effetti della necessità di intercettare le acque di prima pioggia. Se l'intervallo di tempo secco (InterEvent Time, o IET) che separa un evento dal precedente è abbastanza breve, è ragionevole ritenere che la qualità delle acque di deflusso meteorico associate al secondo evento no sia tale da richiederne l'accumulo in vasca e l'invio al trattamento. L'IET rappresenta quindi un parametro molto importante ai fini della gestione delle vasche di prima pioggia. Al crescere di IET, diminuisce ovviamente il numero di eventi per i quali si intercettano le acque di prima pioggia, con un conseguente maggiore impatto sul ricettore; viceversa, a bassi valori di IET corrisponde una maggior protezione ambientale del ricettore, ma anche maggiori oneri gestionali per la depurazione. Si tratta quindi, attraverso apposite analisi con simulazioni numeriche quali-quantitative in continuo della rete fognaria, di quantificare su base probabilistica gli effetti in termini di impatto ambientale sul ricettore e sul depuratore per il valore assunto di IET.

Si noti che l'interruzione temporanea del processo di svuotamento quando il deflusso meteorico torna ad essere maggiore di zero, è molto opportuna negli schemi fuori linea, per evitare che le acque molto cariche di inquinanti stoccate in vasca si miscelino con le acque meteoriche drenate a valle e vengano scaricate mediante gli scaricatori posti lungo la rete di valle.

3.2.1.3 Autolavaggio

Le vasche di prima pioggia sono realizzate in centro urbano solitamente come scatole in calcestruzzo armato chiuse e impermeabili, in genere interrate, al fine di limitare i disagi che l'accumulo di reflui fognari può causare (cattivi odori, ecc…).

Figura 3.9 – Lavaggio in corso in una vasca di prima pioggia coperta (a sinistra) e perfettamente pulita dopo il lavaggio (a destra) [da Dionisi, 2007].

In questi casi la finitura esterna prevede la realizzazione di un parcheggio o un piazzale (Figura 3.10), contribuendo come opportunità di riqualificazione del quartiere in cui è stata localizzata. Oppure possono essere a cielo aperto, se localizzate fuori dai centri abitati o in testa agli impianti di depurazione. Esse sono inoltre equipaggiate con opportuni sistemi di autolavaggio, affinché non restino residui o sedimenti sul fondo a svuotamento completato (Figura 3.9 e Figura 3.11). Possono essere suddivise in più settori, che vengono via via allagati al crescere del tempo di ritorno dell'evento meteorico, e al loro interno presentano uno o più corridoi di lavaggio, se la loro larghezza è superiore a 5 m, per garantire che non restino zone morte del flusso dove si accumulino i sedimenti.

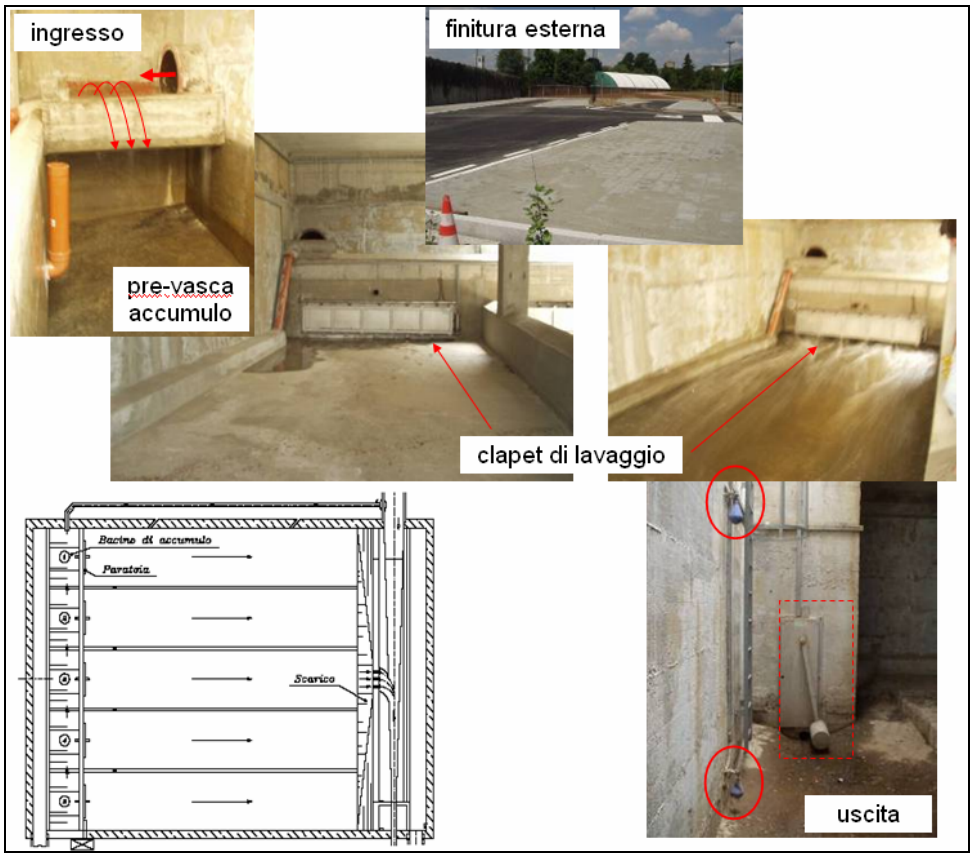


Figura 3.10 – Esempio di VASCA DI PRIMA PIOGGIA a più settori chiusi e impermeabili, localizzata a Sesto San Giovanni (MI): ingresso e pre-vasca di accumulo delle acque di lavaggio, clapet di lavaggio, bocca di scarico verso la fognatura con limitatore di portata a galleggiante (nel rettangolo rosso). Si notino i due galleggianti (nei cerchi rossi) che costituiscono i sensori di avvenuto svuotamento della vasca e che attivano automaticamente il processo di lavaggio.

Figura 3.11 – Propagazione dell'onda di lavaggio dopo lo svuotamento della vasca di prima pioggia all'aperto: i corridoi paralleli a destra sono già stati lavati [da Dionisi, 2007].

4. ASPETTI IDROLOGICI DEL BACINO DEL TORRENTE LURA

4.1 CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL TORRENTE LURA E RICHIAMI SUGLI INTERVENTI DI CONTROLLO DELLE PIENE PREVISTI DALL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

4.1.1 Generalità sull'assetto idraulico e sulle criticità del Torrente Lura

Il Torrente Lura nasce a Bizzarrone (CO) e confluisce nel fiume Olona a Rho (MI); l'asta fluviale misura circa 40 Km e attraversa zone fittamente antropizzate (Figura 4.2).

Esso ha origine da colline moreniche sede di conche torbose, che prima dell'impermeabilizzazione dovuta all'urbanizzazione avevano l'effetto "spugna" in grado di assorbire le acque i pioggia per poi cederle gradualmente al torrente in tempo secco. Infatti le morene, frutto del deposito di sabbie e ghiaie ai margini e alla testa degli antichi ghiacciai, sono molto drenanti. L'apporto delle sorgenti unitamente a quello proveniente dal drenaggio naturale alimentava un deflusso relativamente costante di acque pulite nel fiume (Figura 4.1).

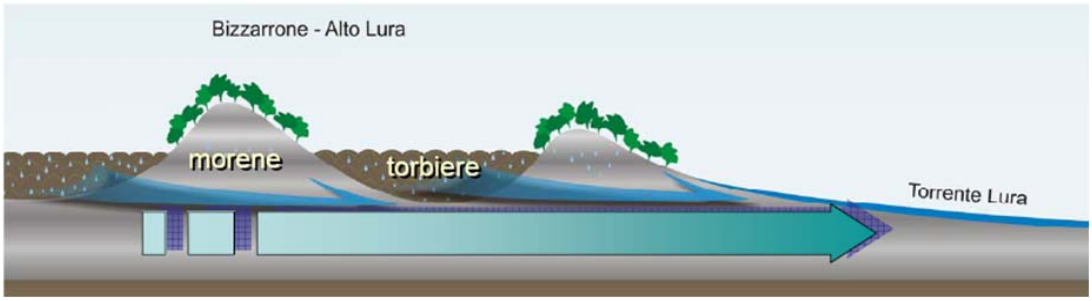


Figura 4.1 – Lo schema idrologico del bacino del Torrente Lura prima dell'urbanizzazione.

Come visto in generale nel capitolo introduttivo, anche in questo territorio l'avvento dell'urbanizzazione ha alterato profondamente l'equilibrio idrologico preesistente. In particolare, le torbiere sono state impermeabilizzate ed edificate (soprattutto con capannoni e centri commerciali); gli scarichi industriali e civili del territorio, un tempo senza depurazione, oggi confluiscono nel torrente attraverso gli impianti; il fiume è stato rimodellato come un canale artificiale e talvolta anche costretto in condotte sotterranee. Con il notevole sviluppo urbanistico degli anni '70 ed '80 il Lura, nel suo corso da Saronno a Rho, ha assunto caratteristiche di insufficienza idraulica che lo hanno omogeneizzato ai corsi tradizionalmente critici del comprensorio Olona-Lambro.

Nel bacino si alternano zone di assenza di urbanizzazione sulle sponde a zone ove i centri abitati sono costruiti sul corso d'acqua a quote tali da essere soggetti con frequenza ad esondazioni. I nodi urbani critici risultano: a nord la zona di Lurate Caccivio/Bulgarograsso, al centro la zona di Saronno e a sud la zona di Rho, come evidenziato dal confronto riportato in Tabella 4.1 tra la portata al colmo con tempo di ritorno 100 anni e quella compatibile con il tratto urbano. Tutti e tre i citati nodi critici presentano la caratteristica di essere preceduti da zone naturali (la piana di Olgiate Comasco per Lurate Caccivio, la valle tra Guanzate e Saronno per Saronno, le piane di Caronno Pertusella, Lainate e Passirana per Rho) e di apportare notevoli deflussi con lo scarico delle reti di drenaggio a valle. Tra i tratti critici andrebbe inserito anche quello tra Caronno Pertusella e Lainate, dove tuttavia il corso d'acqua non attraversa abitati e pertanto sono sufficienti rimozioni di ostacoli (ponti) e ricalibrature d'alveo.

Tabella 4.1 – Portata al colmo con tempo di ritorno 100 anni e portata compatibile con il tratto urbano delle 3 principali zone critiche sul Torrente Lura.

Località	**Q(T=100)** [m^3/s]	$\mathbf{Q_{compatibile}}$ [m^3/s]
Lurate Caccivio / Bulgarograsso	40	15÷20
Saronno	65	20
Rho	45	15* (30**)

* *con funzionamento in pressione*

** *con funzionamento in pressione e deviazione di 14 m³/s nel CSNO*

L'asta si dirige in una zona ove nel passato non vi era il termine del corso d'acqua che proseguiva a sud disperdendosi in rivoli e fontanili. Il continuo spostamento del punto di recapito finale del torrente testimonia il fatto che esso sia stato via via modificato per esigenze connesse all'urbanizzazione del territorio e non in seguito a una precisa pianificazione idraulica. La citata progressiva impermeabilizzazione di vaste aree ha provocato il conseguente aumento delle portate scaricate dal reticolo fognario. Le potenzialità di scarico di detto reticolo sono in grado di saturare la capacità di deflusso del corso d'acqua già per eventi associati a modesto tempo di ritorno, pur in assenza di afflussi naturali: la sola portata derivante dalle reti di drenaggio urbano sarebbe superiore alla portata massima che può transitare nelle zone critiche del bacino. Pertanto risulta necessario, al fine di rendere compatibile l'alveo del Lura nelle zone urbane con adeguati margini di sicurezza, ridurre le portate provenienti dalle reti fognarie, attraverso opere di laminazione urbana.

L'attuale assetto del Torrente Lura presenta una situazione ben suddivisibile in sei tratti, qui di seguito elencati da nord a sud (ovvero dalla sorgente alla confluenza in Olona).

- Tratto di monte da Olgiate Comasco a Bulgarograsso:
- gli allagamenti, desunti per la piena di progetto dai documenti del '97 della Regione Lombardia e da osservazioni dirette, interessano zone abitate, in quanto gli insediamenti si portano a ridosso del corso d'acqua che non si presenta inciso.

Tratto "di generazione della piena e propagazione" da Cadorago a Saronno:

- gli allagamenti sono inesistenti o al più locali e dove il corso d'acqua si snoda per lo più in zone agricole e boschive del Parco Valle del Lura;
- in tutto il tratto pertanto, pur non evidenziandosi particolari problemi di allagamento, se non in punti localizzati ove gli insediamenti si sono spinti sin sul corso d'acqua (es. tombotto di Cadorago a confluenza Livescia o ponte di via Madonna a Rovello Porro), non si ha un apprezzabile effetto naturale di laminazione.

Tratto "urbanizzato" di Saronno:

- l'antropizzazione del corso d'acqua ha imposto una portata assai limitata (20 m³/s a fronte di una piena centennale di 65 m³/s e di una capacità teorica del bacino di generare portate di circa 85 m³/s)
- le esondazioni assumono una dimensione arealmente rilevante (oltre 100'000 m²) in pieno centro urbano.

Tratto "di laminazione" in attraversamento di Caronno P., Lainate e Garbagnate M.:

- l'alveo si porta rapidamente da una situazione incisa a una pseudo-pensile;
- la piena, per la ristrettezza delle dimensioni dell'alveo e per l'interferenza dei numerosi manufatti, esonda sia in destra che in sinistra con continuità in tutto il tratto con conseguente positivo effetto di riduzione del colmo di piena a valle;
- la presenza del canale Villoresi, che taglia in direzione ovest-est l'asta ed il bacino del torrente Lura, di fatto chiude il tratto rappresentando una barriera invalicabile per i volumi e le portate esondate a monte;
- nel tratto si alternano zone agricole a zone densamente urbanizzate con vocazione prevalentemente industriale.

Secondo tratto "di trasporto", tra il canale Villoresi e il ponte dell'autostrada A8:

- la piena si propaga senza elevate possibilità di espansione, delimitata a destra dalla naturale morfologia del terreno e a sinistra dalle difese murarie che delimitano la zona dell'ex Alfa Romeo di Arese;
- nel tratto il torrente riceve i notevoli contributi urbani delle zone citate.

Tratto terminale in comune di Rho:

- caratterizzato da una progressiva costrizione del corso d'acqua in ambiti via via minori e da un assetto disuniforme costituito da sezioni chiuse alternate ad altre con sponde in muratura e a manufatti;
- circa a metà del tratto, in centro a Rho, è posta la derivazione al CSNO che di fatto presenta capacità di deflusso maggiore dell'alveo vero e proprio.

4.1.2 Piano degli interventi dell'AdB per il controllo delle piene del Torrente Lura

L'insieme delle citate particolarità idrologico-idrauliche fa sì che l'individuazione di soluzioni a scala di bacino possa essere frutto unicamente di uno studio di dettaglio sui centri di afflusso delle portate e sui centri di pericolo. Una imprecisa determinazione di questi due fattori comporta automaticamente un sovradimensionamento e una localizzazione non efficace delle opere di laminazione.

Il Piano dell'Autorità di Bacino per il Torrente Lura è stato sviluppato, infatti, sulla base di analisi idrodinamiche di dettaglio e prevede:

- mantenimento delle laminazioni naturali esistenti lungo l’asta;
- ricalibrature d’alveo e completamento delle difese spondali;
- adeguamento di opere interferenti;
- *16 invasi di laminazione*, di cui 9 urbani e 7 extraurbani, per un volume totale d’invaso pari a 1'200’000 m³ rispetto al volume totale della piena centennale (ovvero con tempo di ritorno T = 100 anni) di 2'640’000 m³.

Questo approccio di laminazione distribuita sul territorio permette, come detto, di limitare il volume dei singoli interventi a valori ragionevoli, compatibili con la loro effettiva introduzione in un territorio già caratterizzato da un’intensa urbanizzazione, pur mantenendo la richiesta efficacia in termini di riduzione delle portate al colmo di piena.

In Tabella 4.2 e in Figura 4.2 sono mostrate le volumetrie dei singoli invasi e la loro localizzazione di massima lungo l’asta del Lura. E’ opportuno sottolineare che tutti gli invasi previsti andranno realizzati, affinché il rischio idraulico sia ridotto secondo quanto pianificato dall’Autorità di Bacino, ma alcuni di essi sono prioritari rispetto ad altri e quindi dovranno essere costruiti prima.

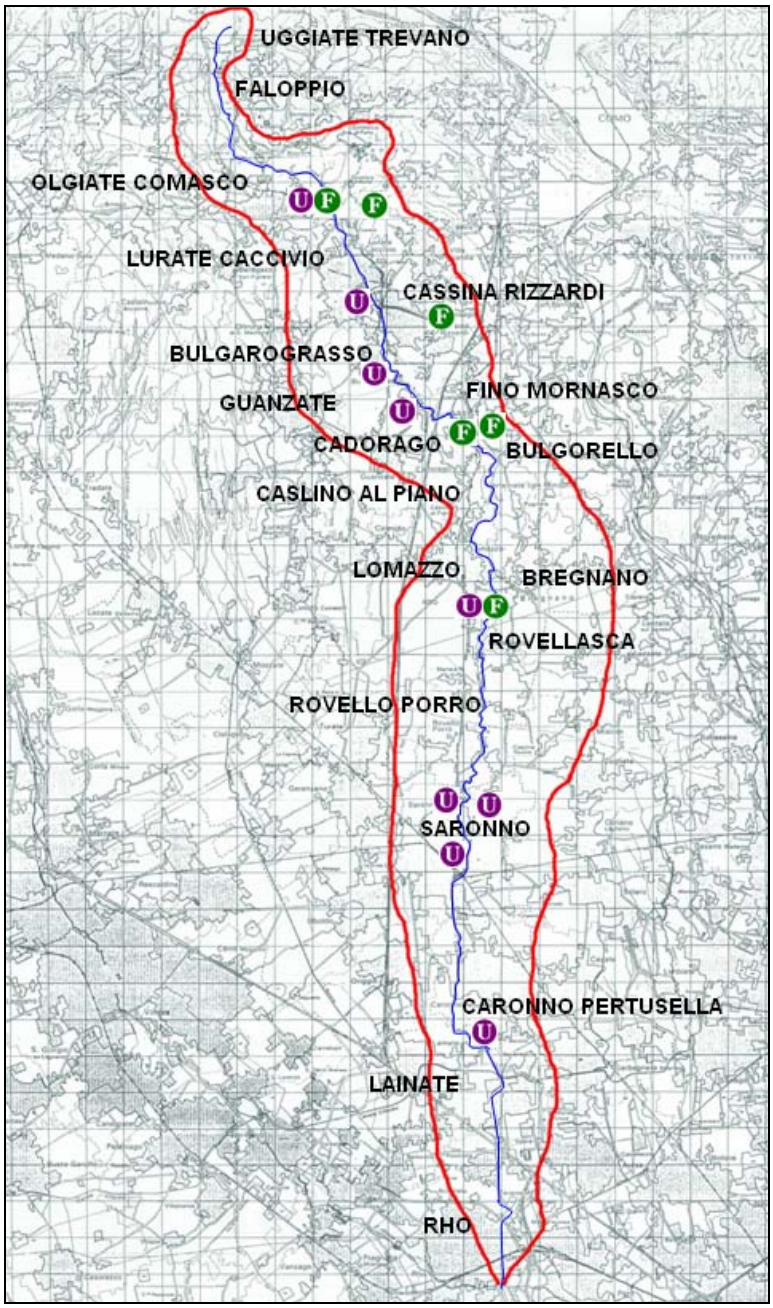


Figura 4.2 – Il bacino del torrente Lura con la localizzazione di massima dei 16 interventi di laminazione fluviale (F) e urbana (U) pianificati dall’Autorità di Bacino del fiume Po.

Tabella 4.2 – Tipologia e caratteristiche degli invasi di laminazione previsti nel Piano dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Località	Tipo	Volume [m^3]	$Q_{stato\ attuale}$ [m^3/s]	$Q_{progetto}$ [m^3/s]
Olgiate Comasco - Gironico	F + U	250'000	28.5	6.5
Fossato	F	50'000	6.5	2
Lurate Caccivio	U	50'000	7.5	3
Livescia - Cassina Rizzardi	F	50'000	6.5	4
Bulgarograsso (c/o depuratore)	U	30'000	6.5	2.5
Guanzate	U	30'000	5.5	2
Cadorago (ex-depuratore)	F	100'000	32	27
Roggia Murella - Bulgorello	F	50'000	6.5	2.5
Lomazzo - Bregnano	F	300'000	52	21
Lomazzo - Bregnano	U	70'000	13	2
Rovello Porro	F	80'000	25	22
Saronno (3 vasche)	U U U	90'000	24	5
Caronno Perusella (c/o depuratore)	U	50'000	11.2	5

F: invaso di laminazione FLUVIALE U: invaso di laminazione URBANA

Per quantificare la frequenza con cui si verificano gli eventi estremi, e quindi il rischio ad essi associato, si introduce il concetto di tempo di ritorno T(x). Esso è il numero di intervalli di tempo che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi in cui viene raggiunto o superato il prefissato valore di soglia x della variabile aleatoria considerata. Per il problema in oggetto, esso è quindi definito come il numero di anni che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi di pioggia della stessa severità.
Nella determinazione delle priorità d'intervento, l'AdB ha ritenuto che fossero da prevedere in primo luogo le opere senza le quali si assisterebbe a fenomeni di esondazione in corrispondenza di portate al colmo con tempo di ritorno pari a 10 anni; in seconda luogo le opere senza le quali le esondazioni si verificherebbero per tempi di ritorno di 50 anni. Inoltre si sono localizzate opere di laminazione in ambiti dove creare anche formule di recupero e valorizzazione ambientale.
In particolare, per la protezione del centro urbano di Saronno e del territorio a valle e soprattutto in un'ottica globale di costi-benefici, ha priorità assoluta l'invaso di laminazione (fluviale e urbano) localizzato nel territorio dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca: esso costituirà quindi un primo lotto dell'intervento globale che interessa l'asta del Torrente Lura da Olgiate Comasco fino a Caronno Pertusella.

4.1.2.1 I diversi stadi di avanzamento lavori

Come illustrato nel paragrafo precedente, le casse d'espansione dell'area di Bregnano e Lomazzo risultano essere strategiche e pertanto devono costituire il primo lotto da realizzare, che sarà poi seguito dalla costruzione delle altre vasche localizzate sia a monte sia a valle di esse. A questo proposito, già in fase pianificatoria, l'AdB ha previsto tre diversi stadi di riferimento in base alle quali definire le volumetrie necessarie per ottenere il voluto livello di rischio:

- "***Stato attuale***", che rappresenta la situazione attuale prima di ogni intervento;
- "***Stato di Fase 1***", che rappresenta la situazione in cui sono già state costruite le vasche a priorità più elevata;
- "***Stato di Progetto***", in cui sono stati realizzati tutti gli interventi previsti.

I tempi di ritorno delle piogge considerate dall'AdB per la generazione delle piene di riferimento sono T = 10, 100, 500 anni. E' bene sottolineare che le volumetrie necessarie definite dall'AdB sono riferite alla situazione di *Fase 1* (e non a quella finale di Progetto) per un tempo di ritorno di riferimento T_{prog} = 100 anni. Si è quindi assunto implicitamente che, una volta completati tutti gli interventi di Progetto, le stesse vasche garantiranno una migliore efficienza di laminazione per piogge di uno stesso tempo di ritorno e una minore frequenza di allagamento delle vasche (ovvero gli stessi volumi saranno invasati in occasione di eventi con tempi di ritorno maggiori).

4.1.3 Analisi idrologiche e modellazione idraulica per la caratterizzazione del bacino a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca

Focalizzando l'attenzione sull'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, in cui è prevista la realizzazione dell'intervento a priorità massima, il presente studio vuole caratterizzare la risposta del bacino del Torrente Lura. In particolare, sono stati analizzati eventi estremi generati da piogge con i tempi di ritorno già considerati dall'AdB (10, 100 e 500

anni) nei tre stadi di avanzamento lavori:

- Allo *Stato attuale* gli idrogrammi in arrivo dal bacino a monte sono quelli in assenza di qualsiasi tipo di intervento per il controllo delle piene.
- In *Fase 1* il progetto prevede la realizzazione di una parte delle vasche sia a monte che a valle dell'area in oggetto; naturalmente quelle che hanno un effetto sugli idrogrammi in arrivo nella sezione di controllo sono solo quelle localizzate a monte e in particolare: le cassa di espansione fluviale a Lurate Caccivio (volume di 50'000 m^3), a Luisago – Cassina Rizzardi (volume di 50'000 m^3) e nel territorio guanzatese (volume di 30'000 m^3), oltre alla vasca di laminazione urbana per le acque provenienti dai collettori fognari di Bregnano, Lomazzo e Cermenate (volume totale di 70'000 m^3).
- A completamento degli interventi pianificati dall'AdB, in *Progetto* è prevista la realizzazione di una vasca di espansione fluviale a Olgiate Comasco-Gironico di elevata capacità pari a 250'000 m^3. Con questa integrazione la laminazione effettuata a monte dell'area in oggetto risulta già molto efficace, ma resta la necessità di un ulteriore abbattimento dei picchi di portata. Infatti, nonostante che le portate al colmo relative ai tempi di ritorno più elevati si siano quasi dimezzate rispetto ai corrispondenti valori dello Stato attuale, esse non risultano ancora compatibili con la ridotta capacità di convogliamento dell'alveo a valle: è pertanto ancora indispensabile una loro riduzione che viene assicurata proprio dalle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.

Sono state quindi effettuate simulazioni di eventi di pioggia di riferimento caratterizzati dai diversi tempi di ritorno con modelli numerici calibrati (vedi paragrafo 4.2) relativi ai tre stadi di avanzamento lavori e sono stati ottenuti i corrispondenti idrogrammi lungo l'asta del Lura. Al fine di una migliore caratterizzazione idrologico-idraulica dell'area in oggetto e di una più approfondita conoscenza della risposta degli invasi di laminazione alle piene, nel presente studio si sono poi analizzati anche numerosi tempi di ritorno intermedi: T = 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 200 anni (vedi paragrafo 4.3).

Per completare il quadro conoscitivo del comportamento del Torrente Lura relativo alle portate di piena di elevato tempo di ritorno (eventi rari), si è estesa l'analisi idrologica alle portate di piena frequente e ai periodi di tempo secco (vedi paragrafo 0). Tale approfondimento ha molteplici scopi:

- caratterizzare, in generale, il regime torrentizio del corso d'acqua;
- esaminare, in particolare, la durata dei periodi di tempo secco;
- individuare eventuali aree di frequente esondazione lungo l'asta;
- valutare le frequenze di allagamento dei vari comparti interni alle vasche e dei corrispondenti volumi idrici immagazzinabili durante gli eventi di piena ordinaria, in funzione dei possibili usi paesaggistici, ricreativi e agricoli ad essi associabili.

4.2 MODELLO NUMERICO DEL LURA A MONTE DI BREGNANO-LOMAZZO

4.2.1 Generalità

Il modello numerico del torrente Lura messo a disposizione dallo studio di ingegneria ETATEC s.r.l. è stato realizzato utilizzando il software MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute (DHI).

4.2.2 Software MIKE 11

Per conseguire le migliori possibilità di rappresentazione della dinamica fluviale che si sviluppa nell'asta principale del Lura in occasione delle piene, si è utilizzato il ben noto modello MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute. In particolare il modulo idraulico (HydroDynamic, o HD), tramite la risoluzione delle equazioni differenziali di De Saint-Venant, consente di determinare i profili di corrente sia in condizioni di moto vario che permanente. Il modello simula il flusso monodimensionale e quasi-bidimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei, in sistemi di canali o aste fluviali. Si riportano di seguito alcuni richiami teorici sul moto vario delle correnti a superficie libera e sui metodi di risoluzione delle equazioni che le descrivono.

4.2.2.1 Modellazione idrodinamica di correnti a superficie libera

Il moto di una corrente idrica a superficie libera, nella quale non siano presenti significative componenti trasversali di moto, è descritto matematicamente dalle equazioni di continuità e del moto, note come equazioni di De Saint-Venant

monodimensionali. Nelle ipotesi di fluido omogeneo ed incomprimibile, pendenza di fondo modesta, distribuzione della pressione idrostatica nelle sezioni trasversali, assenza di immissioni e sottrazioni di portata, tali equazioni assumono la forma seguente:

$$\begin{cases} \dfrac{\delta Q}{\delta x} + \dfrac{\delta A}{\delta t} = 0 \\ \dfrac{\delta Q}{\delta t} + \dfrac{\delta}{\delta x}\left(\beta \cdot \dfrac{Q^2}{A}\right) + g \cdot A \cdot \dfrac{\delta h}{\delta x} + \dfrac{g \cdot |Q| \cdot Q}{\chi^2 \cdot A \cdot R} = 0 \end{cases} \tag{4.1}$$

dove h è la quota idrica misurata rispetto ad un livello orizzontale di riferimento (m),
A è l'area bagnata (m^2),
R è il raggio idraulico (m),
χ è il coefficiente di scabrezza di Chezy ($m^{1/2}\ s^{-1}$),
Q è la portata ($m^3\ s^{-1}$),
g è l'accelerazione di gravità ($m\ s^{-2}$),
β è il coefficiente di ragguaglio delle quantità di moto (solitamente unitario).

Il coefficiente di resistenza di Chezy può essere valutato secondo l'espressione di Strickler, in cui k_S è il così detto coefficiente di scabrezza di Strickler:

$$\chi = k_S \cdot R^{1/6} \tag{4.2}$$

Le equazioni generali di De Saint Venant vengono trasformate dal modello, in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale.

La soluzione del sistema (4.1) permette di rappresentare, in dettaglio, tutte le trasformazioni che l'onda di piena subisce nella traslazione da monte a valle per effetto della laminazione naturale, dell'interferenza con le opere idrauliche, delle esondazioni al di fuori dell'alveo attivo, della confluenza di tributari laterali e del contributo distribuito dei bacini versanti. Le equazioni del moto vengono risolte numericamente dopo aver definito le condizioni al contorno e quelle iniziali. Il programma di calcolo ha la possibilità di utilizzare diverse tipologie di condizioni al contorno da definirsi nelle sezioni estreme del tronco in esame, tra le quali si ricordano:

- valore costante del livello idrico o della portata;
- variazione nel tempo del livello idrico o della portata;
- relazioni fra le due variabili h (livello) e Q (portata).

E' necessario descrivere le caratteristiche geometriche del corso d'acqua attraverso l'inserimento della geometria di un determinato numero di sezioni trasversali dell'alveo. A tal fine sono state utilizzate ed inserite le sezioni rilevate sulle aste dei corsi d'acqua nell'ambito dalle recenti campagne di rilievo topografico.

MIKE 11 consente di utilizzare due diverse formulazioni delle resistenza d'attrito: l'espressione di Strickler e quella di Chezy ed è possibile tener conto di ogni variazione della scabrezza all'interno delle sezioni trasversali, nelle golene o lungo l'alveo. Le caratteristiche specifiche dei materiali d'alveo e della copertura vegetazionale sono state valutate sulla base delle indicazioni fornite in letteratura: in particolare si è fatto riferimento all'indicazione fornite da USDA [1929], Chow [1973] e Chaudhry [1993].

Attraverso la costruzione di sistemi quasi-bidimensionali ramificati è stato possibile rappresentare compiutamente qualunque tipo di ponte o di arginatura trasversale, valutando sia l'effetto sulla corrente d'alveo che l'eventuale tracimazione della struttura da parte delle acque di piena. Inoltre, con il suddetto schema quasi-bidimensionale, oltre al ramo principale, che costituisce il corso d'acqua primario, sono stati simulati qualunque ordine o tipo di ramificazioni parallele collegate al ramo principale stesso.

Tale possibilità risulta molto utile per tener conto delle aree di espansione laterale (aree golenali "aperte"). Allargando le sezioni oltre le aree spondali fino a coprire l'area di possibile esondazione, vengono introdotti rami paralleli in destra e sinistra, collegati all'alveo principali a mezzo di stramazzi a larga soglia su canali fittizi di collegamento ("link") su cui possono essere impostate reali condizioni di deflusso. Dal punto di vista idraulico la connessione tra alveo e golena è schematizzata con uno stramazzo dall'equazione:

$$q = 0.385 \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \tag{4.3}$$

Le caratteristiche geometriche dello stramazzo vengono assegnate mediante la compilazione di una tabella in cui si specificano, in funzione della reale forma degli argini sormontati, le larghezze L dello stramazzo al variare del livello h

raggiunto dall'acqua.
E' inoltre possibile considerare le aree golenali "chiuse", ovvero zone di espansione delle portate di piena che però non partecipano al deflusso delle acque; tale aree risultano generalmente delimitate verso il corso d'acqua da rilevati arginali. Esse vengono invasate dalle acque solo in occasione delle piene e svolgono un importante ruolo di laminazione accumulando parte del volume della piena sottraendolo al transito verso valle. Questo tipo di approccio è basato su una schematizzazione del territorio a "celle di invaso" connesse direttamente all'alveo inciso mediante elementi governati dalle medesime leggi di scambio precedentemente illustrate.
Può inoltre essere prevista la prevalenza dei fenomeni di laminazione su quelli dinamici, introducendo aree di laminazione addizionali ("additional flooded areas") nelle quali viene risolta solamente l'equazione di continuità della portata.

4.2.2.2 Manufatti di attraversamento

La presenza in alveo di elementi quali pile o spalle di ponti tali da restringere la sezione disponibile per il deflusso delle acque provoca modifiche sull'andamento delle altezze idriche che si propagano, verso monte o verso valle, secondo il carattere "lento" o "veloce" della corrente.
Le situazioni che si possono presentare più frequentemente in corrispondenza di un attraversamento sono le seguenti:

- la corrente è lenta e rimane lenta;
- il moto avviene con transizione attraverso lo stato critico nella sezione ristretta;
- il livello idrico è superiore alla quota dell'impalcato e il deflusso passa da pelo libero a condizioni di moto in pressione.

Il "rigurgito" indotto dai ponti è calcolato secondo le usuali metodologie proposte in letteratura, ad esempio da Rubatta e Marchi:
Dapprima si calcola il numero di Froude della corrente indisturbata, dove v_0 ed y_0 sono rispettivamente i valori di velocità e di altezza idrica calcolati in corrispondenza della sezione dell'attraversamento considerata priva del manufatto:

$$Fr_0 = \frac{v_0}{\sqrt{g \cdot y_0}} \tag{4.4}$$

Poi si valuta lo stato energetico della corrente indisturbata, attraverso il confronto tra il carico specifico della corrente indisturbata e il carico critico. Definendo b_0 la larghezza "naturale" dell'alveo e b la larghezza del restringimento, la condizione affinché in assenza di perdite, non si verifichi l'attraversamento della profondità critica y_c:

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}} \tag{4.5}$$

è che il carico specifico della corrente indisturbata sia maggiore od uguale al carico critico per la portata data, ovvero che sia verificata la disuguaglianza:

$$E_c = \frac{3}{2} y_c = \frac{3}{2} \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}} \tag{4.6}$$

$$y_0 + \frac{v_0^2}{2g} \geq \frac{3}{2} \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gb^2}} \tag{4.7}$$

Se la corrente indisturbata è lenta il primo membro rappresenta il carico a valle del restringimento; in realtà tra la sezione ristretta di area minima e la sezione indisturbata a valle si verificano perdite di carico dell'ordine di qualche unità percentuale del carico specifico. Quindi, affinché la corrente si mantenga sempre lenta, la condizione limite non si verifica nel caso di esatta uguaglianza dei due membri dell'equazione, ma quando il primo diventa inferiore al secondo di qualche unità per cento. Riscrivendo la relazione in funzione del numero di Froude della corrente indisturbata Fr_0 si ottiene:

$$1 + \frac{Fr_0^2}{2} - \frac{3}{2} \frac{Fr_0^{\frac{2}{3}}}{(b/b_0)^{\frac{2}{3}}} \geq 0 \tag{4.8}$$

Imponendo l'uguaglianza e risolvendo l'equazione si nota che ad ogni valore del rapporto di contrazione b/b_0

corrispondono due soluzioni positive definite numeri di Froude "*limite*" con $F_L^{'} < 1$ e $F_L^{'} > 1$. Noto il rapporto di contrazione b/b_0 ed il numero di Froude della corrente indisturbata Fr_0, la corrente si mantiene ovunque lenta nel passaggio attraverso il restringimento se risulta $Fr_0 \le F_L^{'}$, mentre si verifica il passaggio attraverso lo stato critico nel caso in cui $Fr_0 \ge F_L^{'}$. In Figura 4.3 è riportato il grafico con l'andamento delle curve limite (soluzioni F_L) in funzione del rapporto di contrazione b/b_0 e la suddivisione dei vari campi corrispondenti ai diversi tipi di moto assunti dalla corrente nell'attraversare il restringimento.

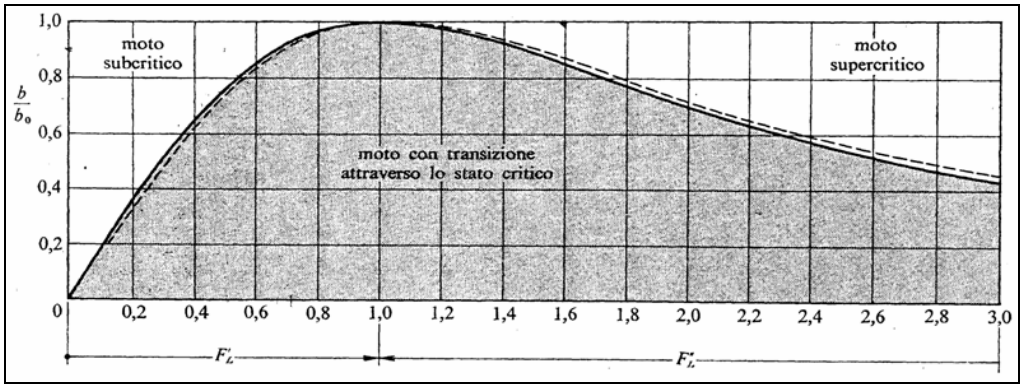


Figura 4.3 – Grafico per l'individuazione del tipo di corrente in corrispondenza di un restringimento.

Se si verifica il passaggio della corrente attraverso lo stato critico la profondità y_1 della corrente a monte del ponte si calcola con l'equazione seguente:

$$y_1 = K_f \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g b_0^2 F_L^{'2}}} \tag{4.9}$$

dove il valore di F_L' può essere ottenuto imponendo l'uguaglianza nella precedente disequazione e risolvendo rispetto a Fr_0; per il coefficiente K_f si assumono, sulla base di risultati sperimentali, i valori seguenti variabili con la forma del fronte della pila:

- pile con fronti squadrate $K_f = 1.135$
- pile con fronti triangolari a 90° $K_f = 1.085$
- pile con fronti semicircolari $K_f = 1.050$

Nel caso in cui la corrente si mantenga lenta e non si verifichi quindi il passaggio della corrente attraverso lo stato critico la sopraelevazione y del profilo idrico a monte del restringimento rispetto all'altezza idrica y_0 della corrente indisturbata può essere calcolata con la formula empirica proposta da Yarnell:

$$\frac{\Delta y}{y_0} = k_2 (k_2 - 0.6 + 5 Fr_0^2) \left\{ 1 - \frac{b}{b_0} + 15 \left(1 - \frac{b}{b_0} \right)^4 \right\} Fr_0^2 \tag{4.10}$$

dove k_2 è un coefficiente che dipende dalla forma geometrica della sezione delle pile:

- pile a sezione rettangolare $k_2 = 1.25$
- pile a sezione rettangolare e fronti triangolari a 90° (sia verso monte che verso valle) $k_2 = 1.05$
- coppia di pile a sezione circolare $k_2 = 1.05$
- coppia di pile a sezione circolare unite da setto longitudinale $k_2 = 0.95$
- pile a sezione rettangolare e fronti circolari (sia verso monte che verso valle) $k_2 = 0.90$

Nel caso in cui i manufatti di attraversamento presentano la quota dell'intradosso dell'impalcato minore dell'altezza idrica, il fenomeno in studio può esser schematizzato come è illustrato in Figura 4.4. Le caratteristiche del moto dipendono principalmente dalla forma dell'imbocco e dal tipo di sezione, dalla scabrezza, dalla pendenza e dalle condizioni idrometriche di monte e di valle. Definita H^* un'altezza di riferimento compresa tra 1.2 e 1.5 volte l'altezza del tombino D, si possono individuare diversi comportamenti idraulici con riferimento allo stato idrometrico dello sbocco (se sommerso o non sommerso), al rapporto tra il carico H^* ed il carico H esistente all'imbocco ($H<H^*$ oppure $H>H^*$) e alle caratteristiche del deflusso all'interno del tombino. Indicate con y_c e y_o le altezze corrispondenti rispettivamente allo stato critico e di sbocco, i_c e i le pendenze, rispettivamente critica e del fondo del tombino, i casi possibili sono quelli rappresentati in Figura 4.4.

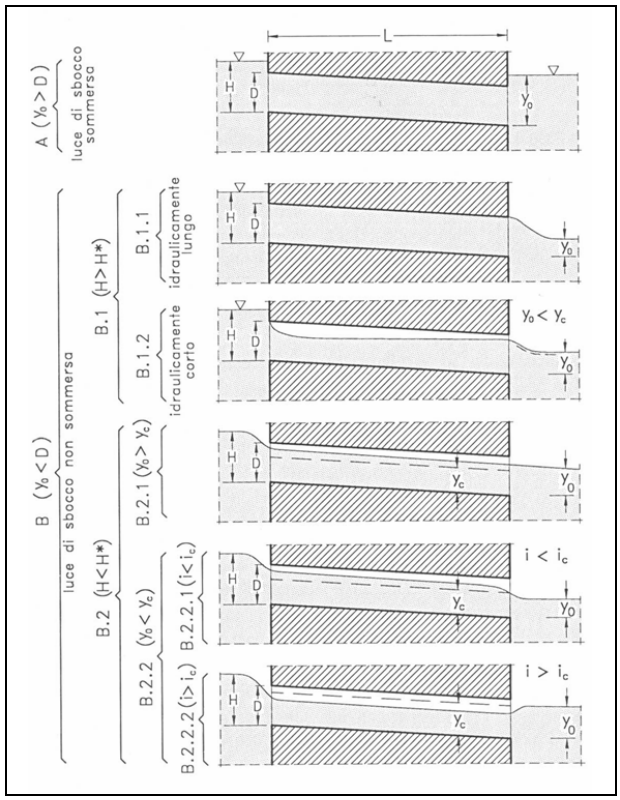


Figura 4.4 – Possibili andamenti dei profili liquidi in un tombino.

I ponti in cui la quota idrica è superiore all'impalcato possono essere schematizzati come nel caso A, come corrente in pressione. Il dislivello Δh tra il carico di monte e di valle, è dato applicando l'equazione del moto per i liquidi reali:

$$\Delta h = \frac{1}{C^2} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \tag{4.11}$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{2 \cdot g \cdot L}{K^2{}_s \cdot R^{4/3}} + k_i + k_s \tag{4.12}$$

dove v rappresenta la velocità della corrente, L la lunghezza dell'attraversamento, K_s il coefficiente di scabrezza di Strickler, R il raggio idraulico, k_i e k_s i coefficienti di imbocco e di sbocco, posti rispettivamente pari a 0.5 (imbocco a spigolo vivo) e 0.18.

Nel caso in cui la quota idrica supera anche la quota dell'estradosso del ponte si deve tenere conto anche della portata che transita al di sopra del manufatto, schematizzando il fenomeno con uno stramazzo a larga soglia:

$$q = 0.385 \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \tag{4.13}$$

4.2.3 Modello del Torrente Lura

Il modello idrodinamico in MIKE 11 del Torrente Lura (Figura 4.6), è stato originariamente predisposto per la simulazione dei soli eventi di piena estremi (ovvero per tutti i tempi di ritorno T > 10 anni). In seguito, per la simulazione degli eventi ordinari e dei periodi di tempo secco, si sono resi necessari alcuni affinamenti del modello, per risolvere i problemi di stabilità dei risultati che generalmente si riscontrano nei modelli numerici in condizioni di basse portate.

La Figura 4.5 riporta a titolo di esempio due sezioni trasversali che sono servite alla costruzione della geometria del modello: tali grafici riportano anche il fattore di resistenza, coefficiente adimensionale con cui è possibile tener conto della diversa scabrezza tra l'alveo inciso e le aree di espansione golenale.

Naturalmente i risultati delle simulazioni sono stati ricavati per ciascuna delle sezioni inserite nella geometria del modello. Nel seguito, però, si farà riferimento a tali risultati solo nella sezione di controllo '23520', che nel modello MIKE 11 del Lura identifica la sezione immediatamente a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, in cui è prevista la realizzazione del primo e prioritario lotto dell'intervento di controllo delle piene dell'AdB.

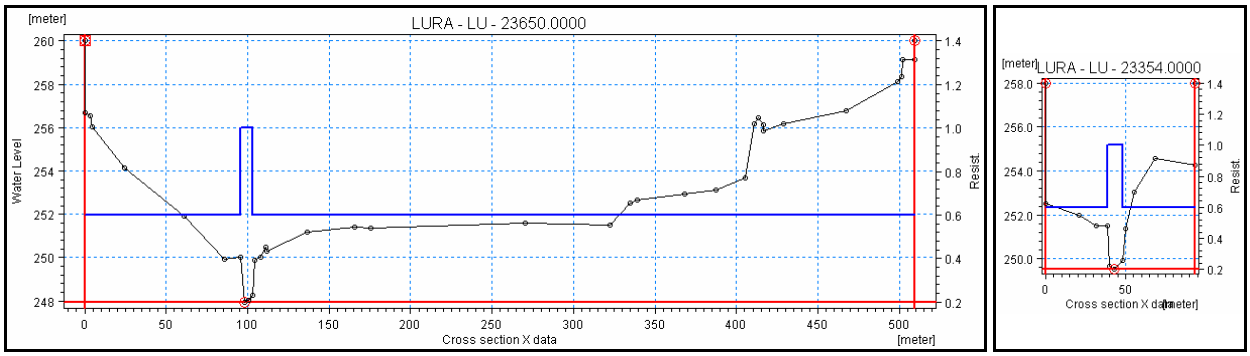


Figura 4.5 – Due esempi di sezioni trasversali inserite nel modello MIKE 11 del Torrente Lura (in blu e sull’asse verticale destro il fattore di resistenza, che tiene conto della diversa scabrezza tra l’alveo inciso e le aree di espansione golenale).

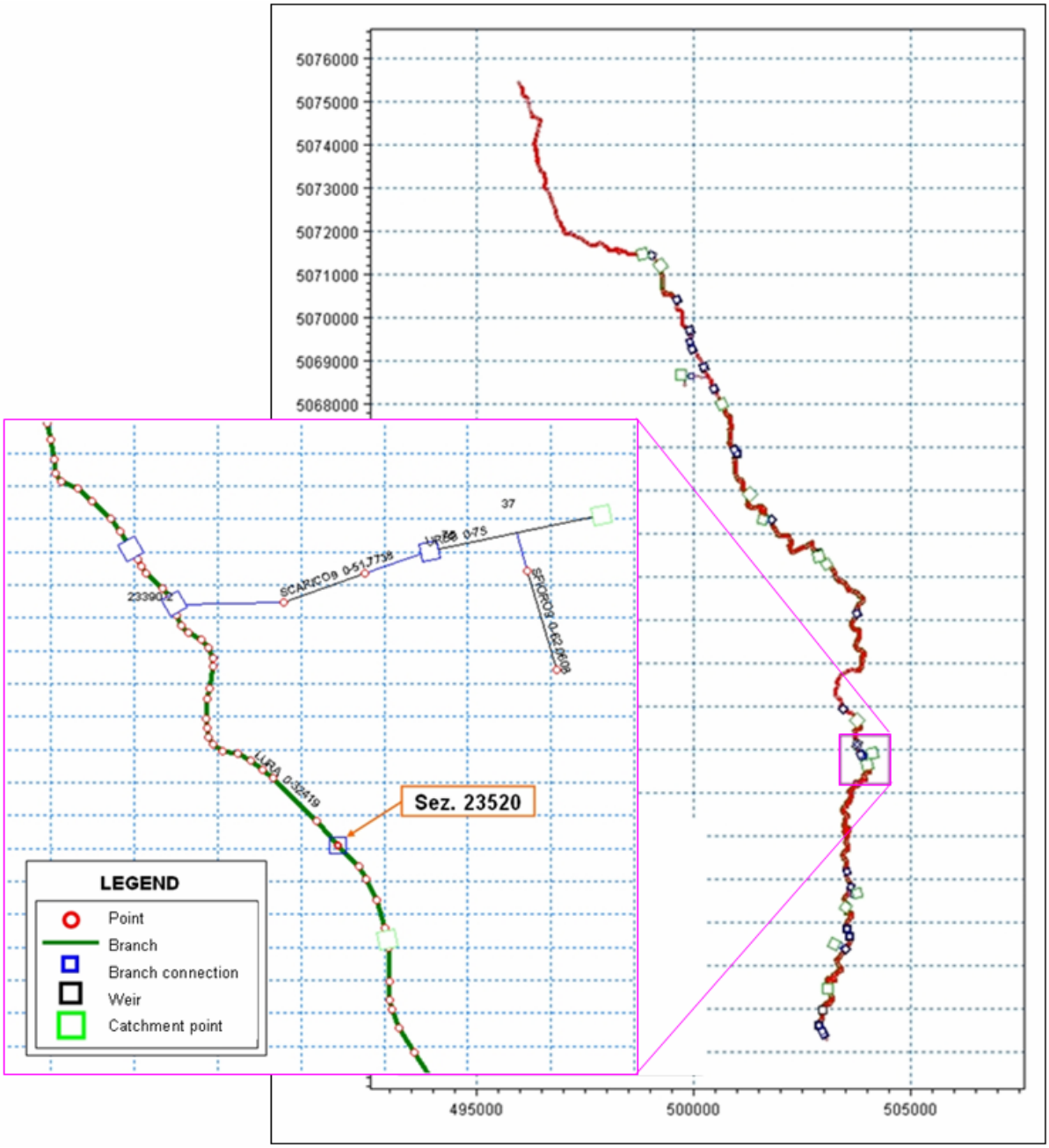


Figura 4.6 – Planimetria del modello MIKE 11 del torrente Lura fino a Saronno: nel riquadro fucsia è evidenziata l’area delle vasche di laminazione di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca (nell’intorno della sezione 23520).

4.2.3.1 Sottobacini

Per l'analisi dei fenomeni di piena estremi alla sezione di Bregnano-Lomazzo si sono anzitutto considerati i singoli sottobacini che concorrono alla formazione delle onde di piena, evidenziando al loro interno le aree urbanizzate a deflusso rapido (Figura 4.7).

Non tutti i sottobacini sono suddivisi in parte naturale e parte urbana: in particolare, quando lo scorrimento superficiale (soprattutto nelle zone collinose) ha una risposta abbastanza rapida, è parso inutile costruire le parti urbane, in quanto l'apporto naturale giunge in alveo in tempi relativamente brevi comparabili a quelli del deflusso dalle superfici urbane, come mostrato in Tabella 4.3 e Tabella 4.4.

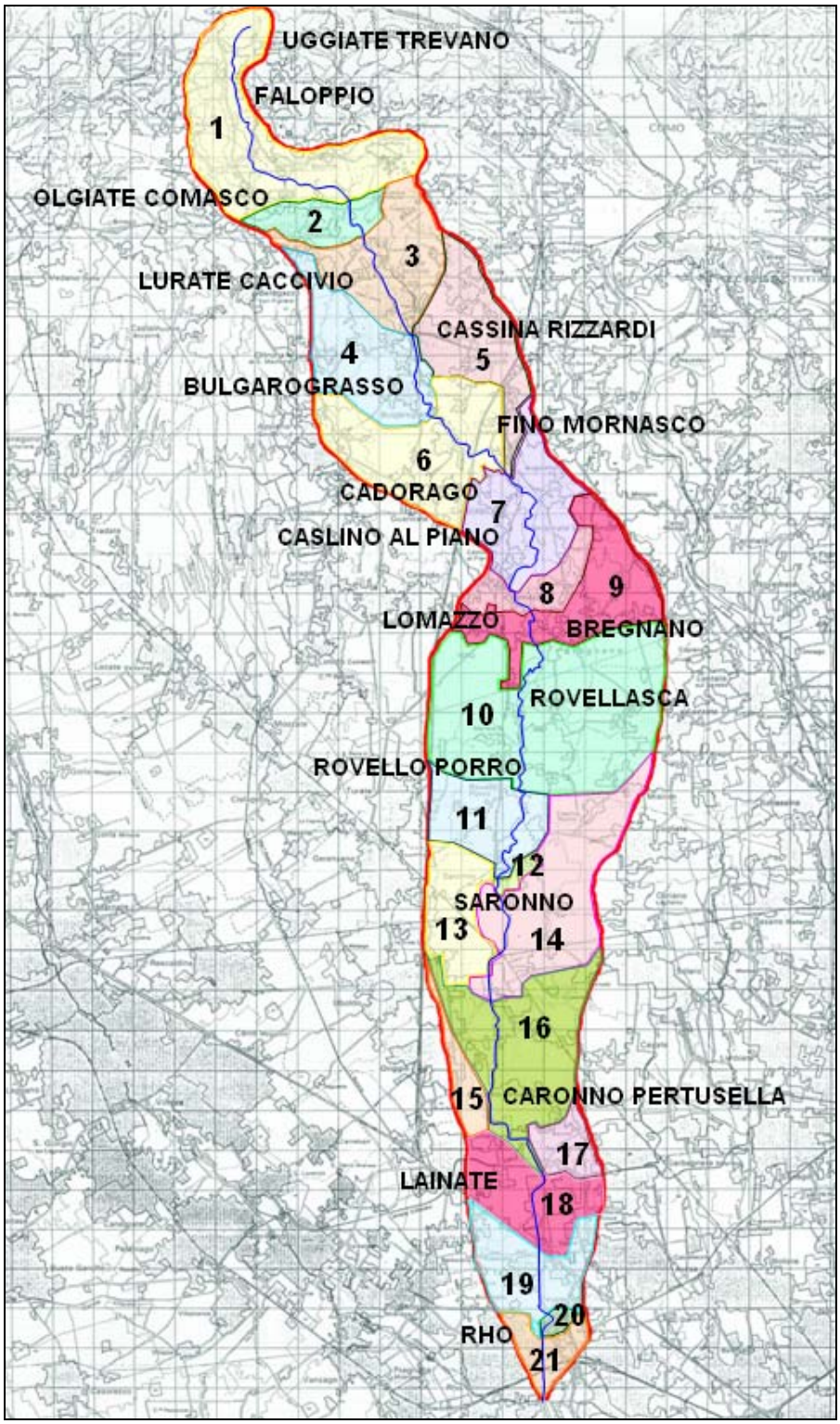


Figura 4.7 – Suddivisione in sottobacini idrologici del bacino del Lura a monte di Bregnano e Lomazzo.

Tabella 4.3 – Dati relativi alla suddivisione in sottobacini idrologici del bacino del Lura (nel nome del sottobacino, 'N' indica la parte naturale e 'U' quella urbana).

Nome bacino	*Nome sottobacino*	*Modellato diviso*	*Superficie*	*Applicazione bacino*			*Portata*	*Note*
				conc,	*distrib.*		*Q(T=100)*	
			[km²]	*[sez.]*	*da [sez.]*	*a [sez.]*	*[m³/s]*	
LUR 1		**no**	**14.34**					
	LUR1N		12.24	LU-125			24.8	Uggiate Trevano, Bizzarone, Albiolo, Gaggino Faloppio, Olgiate Comasco, Gironico, Parè
	LUR1U		2.1	LU-125				
LUR 2		**no**	**2.74**					
	LUR2N		2.24		LU-123	LU-122	6.6	Olgiate Comasco, Gironico, Lurate Caccivio
	LUR2U		0.5		LU-123	LU-122		
LUR 3		**si**	**6.75**					
T. Fossato	LUR3N		4.15	LU-110			6.5	Lurate Caccivio, Villa Guardia, Montano Lucino
	LUR3U		2.6	LU-112			7.5	
LUR 4		**no**	**9.61**					
	LUR4N		7.11		LU-110	LU-102	6.8	Olgiate Comasco, Lurate Caccivio, Oltrona S. Mamette, Bulgarograsso
	LUR4U		2.5		LU-110	LU-102		
LUR 5		**no**	**6.6**					
R. Livescia	LUR5N		4.6	LU-96			6.6	Villa Guardia, Cassina Rizzardi, Fino Mornasco
	LUR5U		2	LU-96				
LUR 6		**si**	**8.3**					
	LUR6N		6.4		LU-101	LU-97	4.7	Guanzate
	LUR6U		1.9	LU-99			5.8	
LUR 7		**no**	**7.08**					
	LUR7N		4.78		LU-95	LU-91	21.2	Cadorago, Fino Mornasco
	LUR7U		2.30		LU-95	LU-91		
LUR 8		**no**	**3.14**					
R. Murella	LUR8N		2.44	LU-87			7.0	Cadorago, Bregnano
	LUR8U		0.70	LU-87				
LUR 9		**si**	**10.53**					
	LUR9N		6.03		LU-87	LU-83	3.3	Cermenate, Bregnano, Lomazzo
	LUR9U		4.50	LU-84BIS			14.0	
LUR 10		**si**	**13.7**					
	LUR10N		11.10		LU-83	LU-68	2.2	Lomazzo, Rovellasca
	LUR10U		2.60	LU-69			5.2	
LUR 11		**si**	**4.4**					
	LUR11N		3.10		LU-68	LU-60	1.0	Rovello Porro
	LUR11U		1.30	LU-65			4.0	
LUR 12		**no**	**0.48**					
	LUR12N		0.28		LU-60	LU-56	2.0	Saronno
	LUR12U		0.20		LU-60	LU-56		
LUR 13		**si**	**5.74**					
	LUR13N		2.44		LU-56	LU-43	0.2	Saronno sponda destra
	LUR13U		3.3	LU-40BIS			11.0	
LUR 14		**si**	**10.22**					
	LUR14N		5.22		LU-56	LU-43	0.4	Saronno sponda sinistra
	LUR14U		5	LU-40BIS			11.5	
LUR 15		**si**	**3.64**					
	LUR15N		2.54		LU-35	LU-33	0.2	Origgio
	LUR15U		1.1	LU-32			2.8	
LUR 16		**si**	**9.3**					
	LUR16N		5		LU-42	LU-28	0.3	Caronno Pertusella
	LUR16U		4.3	LU-28			12.0	
LUR 17		**si**	**1.58**					
	LUR17N		1.28		LU-27	LU-25	0.4	Garbagnate
	LUR17U		0.3	LU-25			1.1	
LUR 18		**si**	**6.68**					
	LUR18N		2.08		LU-24BIS	LU-16BIS	0.5	
	LUR18U		4.60					
	LUR18U-DX		3.1	LU-18BIS			4.5	Lainate
	LUR18U-SX		1.50	LU-18			12.8	Zona stabilimenti Alfa di Arese
LUR 19		**si**	**3.19**					
	LUR19N		2.49		LU-15BIS	LU-07	0.6	Passirana (fraz. di Rho)
	LUR19U		0.7	LU-07			2.3	
LUR 20		**no**	**0.41**					
	LUR20N		0.41		LU-5BIS	LU-04	0.3	Rho
	LUR20U		0.00		LU-5BIS	LU-04		
LUR 21		**si**	**1.41**					
	LUR21N		0.21		LU-04	LU-04	0.0	Rho
	LUR21U		1.20	LU-04-2			2.1	

Tabella 4.4 – Parametri idrologici di riferimento per i sottobacini naturali e urbani del bacino del Lura: superfici, lunghezza di pendio e tempi di corrivazione.

Sottobacino	***Superficie TOT***[Km^2]	***Superficie NAT*** [Km^2]	***Superficie URB*** [Km^2]	***Lunghezza NAT*** [m]	***Lunghezza URB*** [m]	***Tc NAT*** [ore]	***Tc URB*** [ore]
LUR1	14.3	12.2	2.1	5000		1.39	0
LUR2	2.7	2.3	0.5	1500		0.58	0
LUR3	6.8	4.2	2.6	3750	2000	1.04	0.72
LUR4	9.6	7.1	2.5	4000	1000	1.11	0.28
LUR5	6.6	4.6	2	6250		1.74	0
LUR6	8.3	6.4	1.9	4000	2000	1.11	0.72
LUR7	7.1	4.8	2.3	1250		0.51	0
LUR8	3.1	2.4	0.7	3250		0.9	0
LUR9	10.5	6	4.5	3000	4750	0.83	1.32
LUR10	13.7	11.1	2.6	2500	1500	0.86	0.58
LUR11	4.4	3.1	1.3	1500	1500	0.58	0.58
LUR12	0.5	0.3	0.2	250		0.24	0
LUR13	5.7	2.4	3.3	3000	3500	0.83	0.97
LUR14	10.2	5.2	5	4000	4000	1.11	1.11
LUR15	3.6	2.5	1.1	2000	2500	0.72	0.69
LUR16	9.3	5	4.3	3000	2500	1	0.69
LUR17	1.6	1.3	0.3	1500	1250	0.58	0.51
LUR18	6.7	2.1	4.6	2500	3500	0.86	0.97
LUR19	3.2	2.5	0.7	2000	1000	0.72	0.44
LUR20	0.4	0.4	0	250		0.24	0
LUR21	1.4	0.2	1.2	1000	1000	0.44	0.61

4.2.3.2 Modello afflussi – deflussi

Data l'eterogeneità del territorio prima collinare e prevalentemente naturale, poi pianeggiante e densamente urbanizzato, si è ritenuto opportuno utilizzare due differenti metodi di calcolo per il modello afflussi-deflussi (RR, o Rainfall-Runoff, di MIKE 11). Tale modulo trasforma le precipitazioni cadute sul bacino nei contributi al deflusso (naturale e urbano) che vengono inseriti come ingressi distribuiti o concentrati nei Catchment points (evidenziati con quadratini verdi in Figura 4.6).

Aree naturali

Il modulo idrologico di Mike11, denominato NAM, consiste in un modello afflussi-deflussi utilizzato per le valutazioni idrologiche di stima dei contributi di piena dei sottobacini "naturali" afferenti al torrente Lura.

Tale modello, costituito sostanzialmente da un set di relazioni matematiche in grado di descrivere quantitativamente la fase terrestre del ciclo dell'acqua, è di tipo deterministico a parametri concentrati con un discreto, ma moderato, set di grandezze richieste in input. Esso opera simulando in continuo la variazione di contenuto di acqua (in fase liquida o vapore) di quattro serbatoi distinti e reciprocamente collegati, i quali rappresentano gli elementi fisici principali di un qualsiasi bacino idrografico. Il modello matematico è fisicamente basato e utilizza equazioni matematiche unitamente a relazioni semiempiriche; pertanto alcuni parametri possono essere stimati dai dati fisici del bacino, mentre altri vengono definiti attraverso processi di calibrazione. I quattro serbatoi (Figura 4.8) rappresentano i seguenti processi: accumulo e scioglimento neve (non utilizzato nel presente studio), intercettazione, infiltrazione, immagazzinamento nella falda. Il modulo NAM tratta ciascun sottobacino in cui è stato suddiviso l'intero bacino idrografico come un'unità singola; per questo i parametri e le variabili in gioco sono rappresentati come valori medi per ciascun sottobacino.

Aree urbane

Per i bacini a contributo prevalentemente urbano posti nei settori di pianura le acque meteoriche raccolte dal sottobacino vengono recapitate nei corsi d'acqua solo attraverso le reti fognarie (scarichi e sfioratori). In tali aree urbane, infatti, non esiste più in pratica un reticolo idrografico naturale e l'adduzione al Lura delle acque meteoriche avviene solo attraverso le reti fognarie e quindi con onde di piena fortemente dipendenti dalle modalità di funzionamento di reti idrauliche a sezione chiusa, dimensionate per bassi tempi di ritorno (tipicamente compresi fra 2 e 10 anni). D'altra parte non sarebbe ipotizzabile una situazione futura che presenti nuove dimensioni delle reti fognarie atte a recapitare al Lura portate meteoriche commisurate per eventi di tempo di ritorno di 100 – 200 anni. Ciò non solo per i costi diretti e indiretti assolutamente inaccettabili che avrebbero collettori così dimensionati, ma

anche perché tali portate sarebbero non compatibili e non ricevibili nel torrente Lura. A tale proposito è anche da ricordare che il P.R.R.A. (Piano Regionale di Risanamento delle Acque, vedi paragrafo 1.4.2) della Regione Lombardia, riconosciute tali circostanze, ha previsto estesi interventi di laminazione urbana delle portate meteoriche allo scopo di rendere compatibili i deflussi urbani con i corsi d'acqua ricettori. In sostanza le tipiche limitazioni di portata delle reti fognarie devono essere considerate non solo in modo positivo nei riguardi dei corsi d'acqua ricettori, ma anche come non sopprimibili nel futuro e parte fondamentale delle politiche di regimazione idraulica dei territori fortemente urbanizzati.

Per rappresentare le onde di piena che dalle aree urbane affluiscono al Lura, sensibilmente "deformate" dalle limitazioni di portata delle reti fognarie e dai conseguenti fenomeni di invaso negli allagamenti cittadini o nelle vasche volano eventualmente esistenti, non è proponibile l'utilizzazione del modulo puramente idrologico NAM, ma è stata studiata una particolare applicazione dello stesso modulo, denominata NAM-URBANO.

Il modulo NAM-URBANO è configurato accoppiando lo stesso modulo NAM relativo ai sottobacini extraurbani con un serbatoio dotato di un opportuno limitatore di portata in uscita, il cui funzionamento è rappresentato in Figura 4.9. Per simulare la limitazione della portata al colmo si è imposto in uscita dal suddetto serbatoio uno scarico caratterizzato da una tubazione in grado di convogliare una portata al colmo pari a circa $T = 2$ anni di tempo di ritorno, condizione oltre la quale, mediamente, le fognature dell'area milanese risultano essere insufficienti e funzionanti in pressione.

Per quanto riguarda, invece, il volume sotteso dall'idrogramma confluente nel Lura, il serbatoio prima citato è stato dimensionato, mediante una soglia di sfioro, in modo da invasare un volume massimo pari a circa 1000 m^3 per ogni km^2 di bacino (volume medio delle reti fognarie); il volume dell'onda di piena che, in relazione allo ietogramma considerato, si forma nel sottobacino e che eventualmente eccede tale capacità d'invaso è considerato sfiorato e poi perduto agli effetti dell'idrogramma di piena in uscita dal modello e in ingresso all'asta fluviale. Con tale artificio si è inteso rappresentare il comportamento di molte aree urbane del territorio milanese, messo in luce da ripetute indagini sperimentali e teoriche.

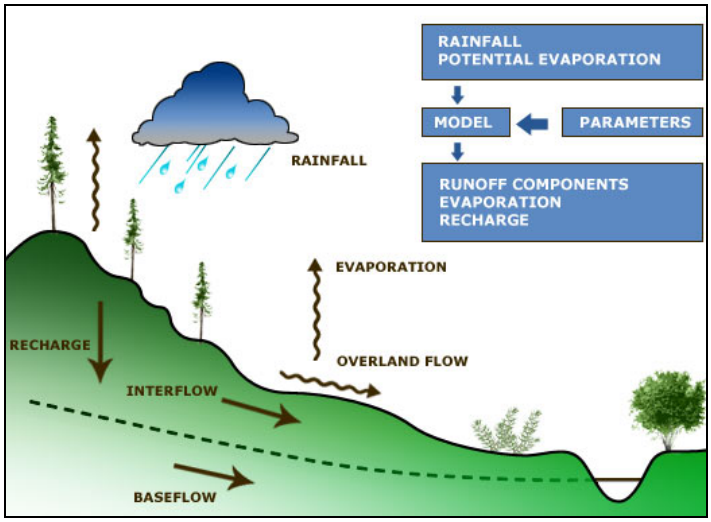


Figura 4.8 – Schema di funzionamento dei modelli afflussi – deflussi in MIKE 11. Si possono notare i tre "serbatoi" principali (overland – interflow – baseflow).

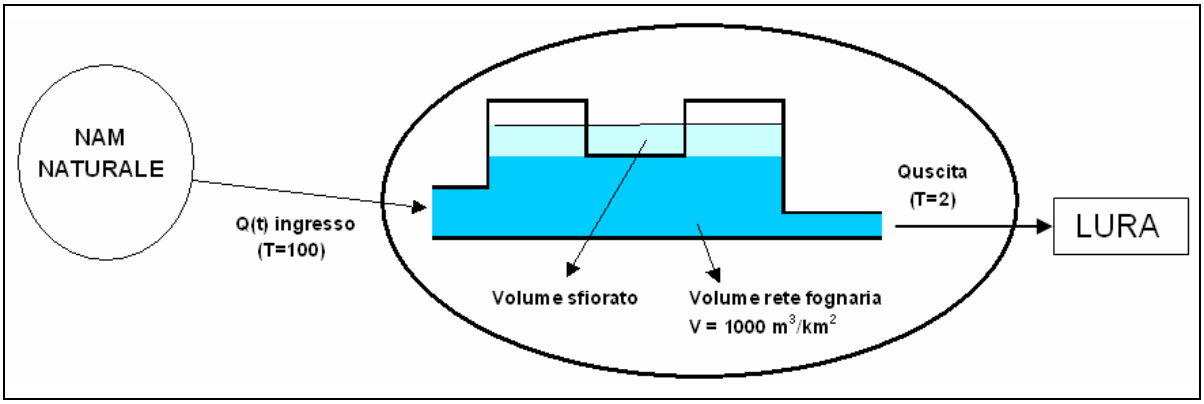


Figura 4.9 – Schema NAM-URBANO.

4.3 ANALISI DEI FENOMENI DI PIENA ESTREMI A BREGNANO-LOMAZZO

4.3.1 Piogge di progetto

Per la stima delle portate generate da piogge con diversi tempi di ritorno sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica e gli ietogrammi Chicago ad esse associati, calcolati dallo studio di ingegneria ETATEC s.r.l.

4.3.1.1 Curve di possibilità pluviometrica (CPP)

Le curve di possibilità pluviometrica (CPP) esprimono per assegnato tempo di ritorno T l'altezza di pioggia h che cade nella località considerata per una durata θ.

L'individuazione delle curve di possibilità pluviometrica di riferimento è stata condotta relativamente all'intero territorio di indagine dell'ambito idrografico Lambro–Olona. Partendo dalle curve monomie, riportate nel rapporto VAPI [CNR, 1994], di tipo:

$$h(\theta,T) = a\,\theta^n \tag{4.14}$$

sono state determinate per l'intero territorio le isolinee per i parametri n e $a(T)$; ad ogni sottobacino è stato quindi attribuito il valore medio dei parametri a (per diversi tempi di ritorno) ed n.

Tali dati discendono dall'analisi statistica delle piogge storiche: in particolare, sono state indagate tutte le stazioni di misura di precipitazione dotate di pluviografo registratore, poste sia all'interno dei bacini dei corsi d'acqua appartenenti alla regione Lambro-Olona, sia posti nelle immediate vicinanze (come quelli all'interno del Comune di Milano). Tra questi sono stati considerati solo quei pluviografi per i quali fossero disponibili più di 20 anni di osservazioni.

In letteratura [ad esempio in Maione, 1999] si trova che frequentemente la distribuzione di probabilità che meglio si adatta all'interpretazione di questi dati è la legge di Gumbel, vale a dire la distribuzione asintotica del valore massimo del primo tipo (EV1):

$$P(x) = \exp\{-\exp[-(x-u_\theta)/\alpha_\theta]\} \tag{4.15}$$

dove α_θ ed u_θ indicano i parametri della distribuzione che possono, per esempio, essere stimati con il metodo dei momenti che conduce alle seguenti espressioni:

$$\alpha_\theta = 0.78\, m_\theta\, Cv_\theta \tag{4.16}$$

$$u_\theta = m_\theta\,(0.1 - 0.45\, Cv_\theta) \tag{4.17}$$

dove m_θ media del campione delle precipitazione di durata θ

Cv_θ coefficiente di variazione del campione delle precipitazione di durata θ

Stimati questi parametri, è possibile calcolare l'altezza di pioggia di assegnata durata e di tempo di ritorno T invertendo l'espressione della distribuzione Gumbel:

$$h_{\theta,T} = u_\theta - \alpha_\theta \ln[-\ln(1-1/T)] \tag{4.18}$$

Disponendo in valori $h_{\theta,T}$ in un piano bilogaritmico in cui in ascissa si riportano le durate θ, si osserva che i punti che corrispondono ad un medesimo valore del tempo di ritorno tendono a disporsi approssimativamente su di una stessa retta. Da qui, per interpretare le stime delle altezze di pioggia di assegnato tempo di ritorno si può utilizzare la (4.19) esplicitando i due parametri a_μ ed n che corrispondono al coefficiente angolare ed al termine noto delle rette nel citato piano bilogaritmico:

$$\begin{aligned} h(\theta,T) &= a_\mu \cdot \left\{1 + Cv_\theta \cdot \left\langle -0.45 - 0.779 \cdot \ln\left[-\ln\left(1-\frac{1}{T}\right)\right]\right\rangle\right\} \cdot \theta^n \\ &= a_\mu \cdot \{1 + Cv_\theta \cdot K_T\} \cdot \theta^n \end{aligned} \tag{4.19}$$

dove K_T è detto fattore di frequenza, perché contiene tutta la dipendenza dal tempo di ritorno T. Una volta definiti i valori puntuali di tali parametri per ciascuna delle stazioni pluviografiche di interesse, è stato necessario individuarne la variabilità spaziale, definendo le mappe di isovalore col software SURFER 7.0 (Surface Mapping System): una isolinea per il parametro a_μ e una per il parametro n. Naturalmente si ottiene un diverso valore di $a(T)$ per ciascun tempo di ritorno mentre n risulta indipendente da T.

Dall'analisi delle curve di isovalore del parametro a_μ, si ricava un andamento generale delle piogge crescente procedendo da sud verso nord. La validità di questa stima è stata confermata dal confronto con il modello di regionalizzazione delle piogge definito nello studio "Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed

elevato tempo di ritorno" [Maione *et al.*, 2000]. Gli andamenti delle linee di isovalore calcolati con i due sistemi risultano coerenti. In Figura 4.10 si può notare come vi sia una tendenza crescente delle precipitazioni da sud a nord con lo stesso minimo intorno a Mortara (zona più chiara a ovest di Pavia), e con zone di massimo a est di Como, nella zona di Costa Masnaga e a ovest nella zona di Venegono e Gallarate.

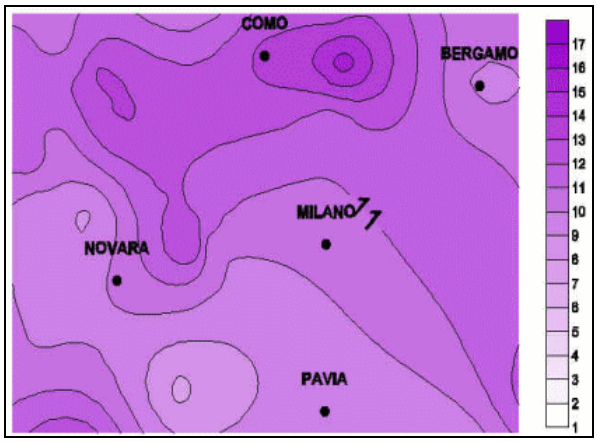


Figura 4.10 – Distribuzione delle curve di isovalore del parametro a_μ nell'area oggetto dello studio.

4.3.1.2 Ietogramma di progetto di tipo Chicago

Per la definizione della distribuzione temporale della precipitazione nell'evoluzione dell'evento meteorico di durata θ si utilizza lo ietogramma Chicago [Keifer & Chu, 1957], in cui l'intensità del massimo scroscio relativo a ogni durata inferiore θ' < θ per definizione risulta essere congruente con la CPP. Lo ietogramma Chicago presenta molteplici vantaggi largamente messi in luce dagli studi specializzati di settore. E' da sottolineare come tale ietogramma conduca a riprodurre onde di piene la cui portata di picco è poco sensibile rispetto alla durata totale dell'evento meteorico, poiché un aumento di esse ha effetto solo sul prolungamento delle code iniziale e finale dello ietogramma ove l'intensità è minore. Inoltre uno stesso ietogramma Chicago, proprio perché è congruente con la curva di possibilità pluviometrica per ogni durata parziale attorno al picco, risulta contenere le piogge critiche di ogni sottobacino del bacino complessivo, purché la durata totale dello ietogramma sia maggiore del tempo di risposta del bacino complessivo. Esso quindi evita la ricerca dell'evento critico specifico di ogni sottobacino. La presenza del picco dello ietogramma Chicago consente di evitare gli errori di sottostima delle portate al colmo conseguenti, soprattutto nei bacini di piccole e medie dimensioni, all'adozione dello ietogramma costante, assai diffuso nelle elaborazioni idrologiche anche perché particolarmente semplice. Si deve peraltro ricordare che lo ietogramma Chicago, poiché rispetta la curva di possibilità pluviometrica per ogni durata parziale, è caratterizzato da un tempo di ritorno maggiore di quello nominale, con conseguente sovrastima, per quanto concerne i volumi dell'onda di piena. È noto che tale aspetto può assumere rilevanza soprattutto quando si scelga una durata eccessivamente maggiore del tempo di riposta del bacino e quando sia di interesse la simulazione di fenomeni di invaso influenzati più dal volume che dal picco dell'idrogramma di piena. Peraltro l'eventuale sovrastima è da considerarsi tutto sommato positivamente ai fini della pianificazione, in cui le valutazioni devono essere a carattere prudenziale, tenendo conto delle inevitabili approssimazioni di tutte le elaborazioni idrologiche.

Per il calcolo dello ietogramma Chicago è stato utilizzato il software URBIS [Mignosa & Paoletti, 1996] che richiede come dati in ingresso: i parametri *a* e *n* della prescelta curve di possibilità pluviometrica; la durata della pioggia; il parametro *r* che definisce la posizione del picco all'interno della durata complessiva.

La durata di pioggia viene divisa in due parti (Figura 4.11): $\theta_b = r\cdot\theta$ definita prima del picco ed $\theta_a = (1-r)\cdot\theta$ successiva al picco di intensità istantanea di pioggia. Le equazioni che descrivono l'andamento dell'intensità istantanea di pioggia nei due rami sono:

$$i(t) = \begin{cases} n\,a\,[t_b/r]^{n-1} & \textit{prima del picco} \\ n\,a\,[t_a/(1-r)]^{n-1} & \textit{dopo il picco} \end{cases} \qquad (4.20)$$

dove t_b tempo mancante al verificarsi del picco,
t_a tempo trascorso dal verificarsi del picco,
r posizione del picco (gli autori del metodo suggeriscono di assumere r = 0.33),
θ durata totale della precipitazione.

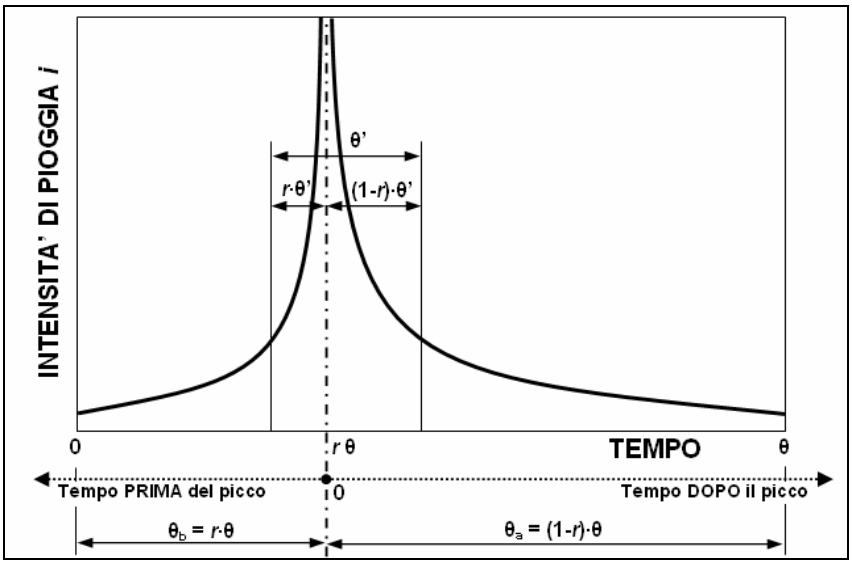


Figura 4.11 – Ietogramma Chicago: definizioni delle grandezze significative.

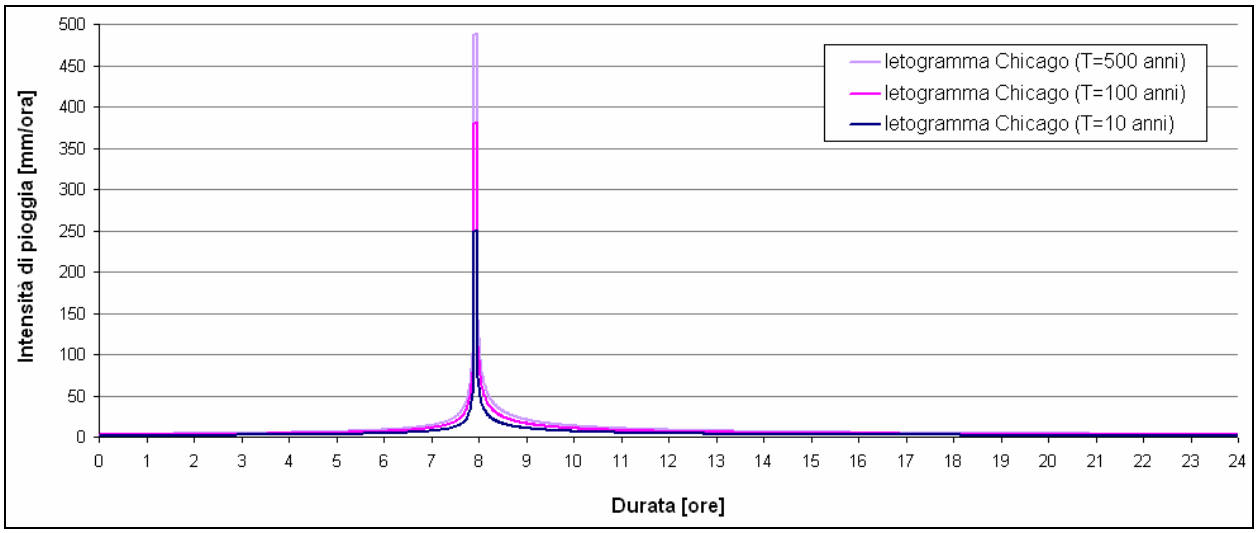


Figura 4.12 – Ietogrammi Chicago di riferimento per il bacino del Lura a monte di Bregnano e Lomazzo per tempi di ritorno *T* pari rispettivamente a 10, 100 e 500 anni.

Tabella 4.5 – Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

Sottobacino	*n*	*a (T=2)*	*a (T=10)*	*a (T=100)*	*a (T=200)*	*a (T=500)*
LUR1	0.32	31	46	70	75	80
LUR2	0.32	31	46	70	75	85
LUR3	0.32	30	46	70	75	85
LUR4	0.32	30	46	70	75	90
LUR5	0.33	30	46	70	75	90
LUR6	0.33	29	46	70	75	90
LUR7	0.33	29	46	70	75	90
LUR8	0.33	29	46	70	75	90
LUR9	0.33	29	46	70	75	90
LUR10	0.32	27	46	70	75	90
LUR11	0.32	26	44	70	75	90
LUR12	0.34	26	44	70	75	90
LUR13	0.36	25	44	70	75	90
LUR14	0.36	25	44	70	75	90
LUR15	0.3	29	46	70	75	90
LUR16	0.3	29	48	70	75	90
LUR17	0.28	31	50	75	80	90
LUR18	0.3	31	50	75	80	90
LUR19	0.27	33	52	75	85	95
LUR20	0.27	33	52	75	85	95
LUR21	0.26	34	54	80	85	95

Ogni ietogramma Chicago, individuato per ogni sottobacino, deve essere moltiplicato per due coefficienti di ragguaglio riferiti al bacino complessivo, allo scopo di tener conto sia pure in modo sintetico della disuniformità della distribuzione spaziale delle piogge legata al movimento delle celle temporalesche. Il primo è il coefficiente di riduzione del volume di pioggia all'area ed è stato stimato pari a 0.9; esso tiene conto che il volume complessivo di pioggia considerato nello ietogramma di progetto, da intendersi riferito al centro di scroscio, deve essere ridotto all'aumentare dell'area del bacino per tener conto del fatto che statisticamente altri punti del bacino sono investiti da piogge minori. Il secondo, il cui valore è 1.1, è un coefficiente correttivo che tiene conto del fatto che l'onda di piena che consegue ad un determinato ietogramma presenta volumi e portate al colmo maggiori qualora la precipitazione avvenga con distribuzione disuniforme nello spazio, rispetto al caso in cui uno ietogramma di pari forma e volume avvenga uniformemente nello spazio. A titolo di esempio si riportano in Tabella 4.5 i valori di *a* e di *n* delle curve di possibilità climatica e in Figura 4.12 gli ietogrammi Chicago di riferimento per il bacino del Lura a monte di Bregnano e Lomazzo per tempi di ritorno pari a 10, 100 e 500 anni.

4.3.2 Idrogrammi relativi allo Stato attuale

Allo Stato attuale gli idrogrammi in arrivo dal bacino a monte sono quelli in assenza di qualsiasi tipo di intervento per il controllo delle piene. Come detto, si è partiti dai tre eventi pluviometrici estremi di riferimento già considerati nel piano dell'Autorità di Bacino, ovvero quelli con tempo di ritorno pari 10, 100 e 500 anni: simulando attraverso il modello MIKE 11 la risposta ai corrispondenti ietogrammi Chicago sono stati calcolati gli idrogrammi riportati in Figura 4.13. E' evidente che al crescere del tempo di ritorno T crescono sia il valore di portata al colmo Q_{picco}, sia il volume dell'onda di piena W_{tot} : entrambe queste grandezze hanno una forte influenza sul fenomeno della laminazione e soprattutto sull'efficacia di una stessa vasca di laminazione di capacità fissata. Esaminando i valori di portata massima degli idrogrammi simulati si è notato che, graficando tali valori in funzione del tempo di ritorno in un grafico semi-logaritmico, essi risultano quasi perfettamente allineati: si è pertanto ricavata l'equazione della retta interpolante, da cui si sono dedotte le portata al colmo e gli idrogrammi corrispondenti a eventi con i citati tempi di ritorno intermedi (T = 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 200 anni), come mostrato in Figura 4.14 e Figura 4.15.

4.3.3 Idrogrammi relativi allo stadio di Fase 1

A seguito della realizzazione degli interventi pianificati dall'Autorità di Bacino aventi priorità più elevata, come mostrato in Figura 4.18, per tutti i tempi di ritorno si nota una riduzione delle portate al colmo e del volume complessivo della piena rispetto allo Stato attuale, inoltre si evidenzia un cambiamento nella forma degli idrogrammi. E' bene sottolineare che tali idrogrammi sono stati simulati come risposta agli stessi eventi meteorici utilizzati per lo Stato attuale, utilizzando il modello MIKE 11 opportunamente modificato:con l'inserimento a monte di vasche che invasano temporaneamente altrove i volumi per i quali sono state dimensionate, a parità di severità della precipitazione considerata (ovvero considerando piogge con lo stesso tempo di ritorno) si ottengono risposte diverse nella sezione di controllo di Bregnano-Lomazzo.
Come per lo Stato attuale si è partiti dai risultati dell'AdB (ovvero per i soli tempi di ritorno T = 10, 100, 500 anni, Figura 4.16) e poi si è estesa l'analisi ai tempi di ritorno intermedi (Figura 4.18). Dal grafico semi-logaritmico riportato in Figura 4.14 si nota che, già in questo stadio di avanzamento lavori, i punti rappresentativi delle portate al colmo in funzione del tempo di ritorno non seguono più un andamento quasi perfettamente rettilineo, come nello Stato attuale, in quanto l'effetto delle vasche a monte dell'area di studio, anch'esse progettate per un evento con tempo di ritorno T = 100 anni, diminuisce con l'aumentare della eccezionalità dell'evento.

4.3.4 Idrogrammi relativi allo stadio di Progetto

Infine è stata simulata anche la fase progettuale definitiva, utilizzando un'altra versione del modello MIKE 11 in cui si considerano presenti tutti gli invasi di laminazione previsti dall'AdB, ottenendo gli idrogrammi riportati in Figura 4.19 e Figura 4.21. In questo stadio di completamento dei lavori è ancora più evidente (Figura 4.20) come sul grafico semi-logaritmico l'andamento di riduzione delle portate al colmo non sia lineare col tempo di ritorno: infatti le casse d'espansione presenti a monte lungo l'asta, che per eventi meno gravosi di quello di progetto (T = 100 anni) assicurano un'elevata efficienza di laminazione, in occasione di eventi pluviometrici molto rari (T > 100 anni), si riempiono prima dell'esaurimento del colmo di piena e le portate aumentano repentinamente a valori pari a quelli in assenza di vasche.

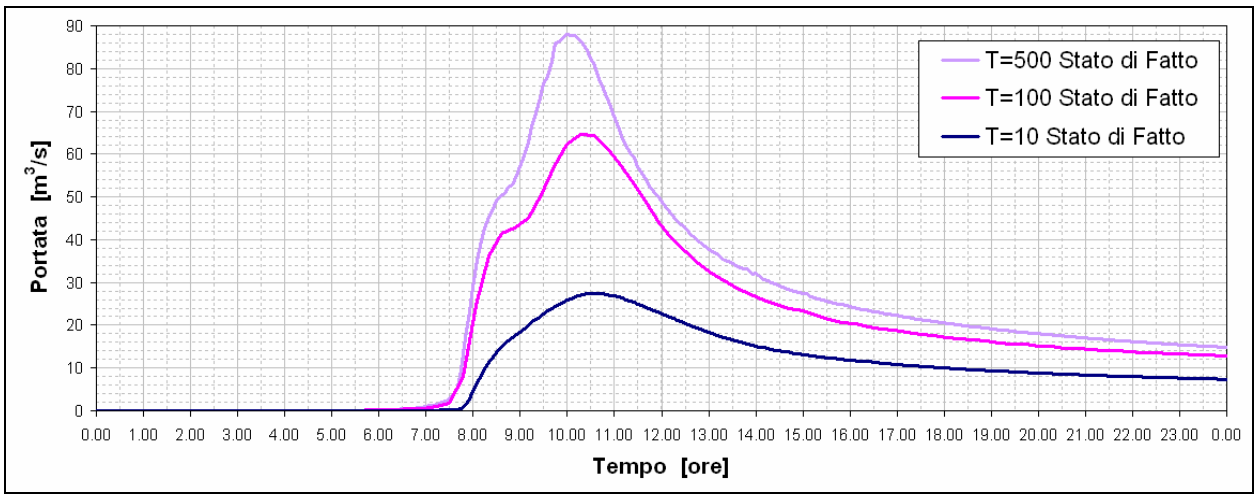


Figura 4.13 – Idrogrammi allo STATO ATTUALE nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno considerati dall'AdB.

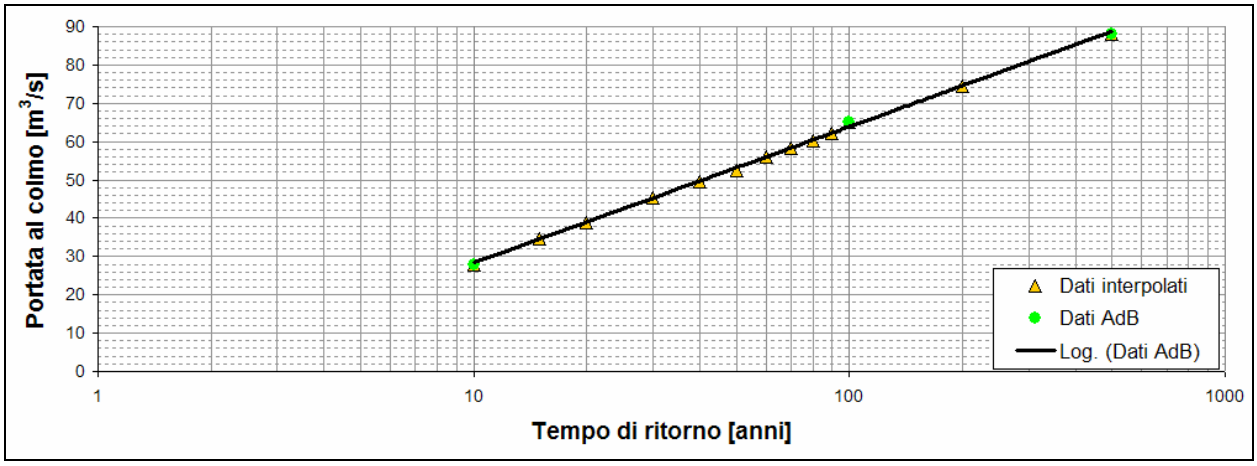


Figura 4.14 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno dell'AdB e intermedi (T = 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 200 anni).

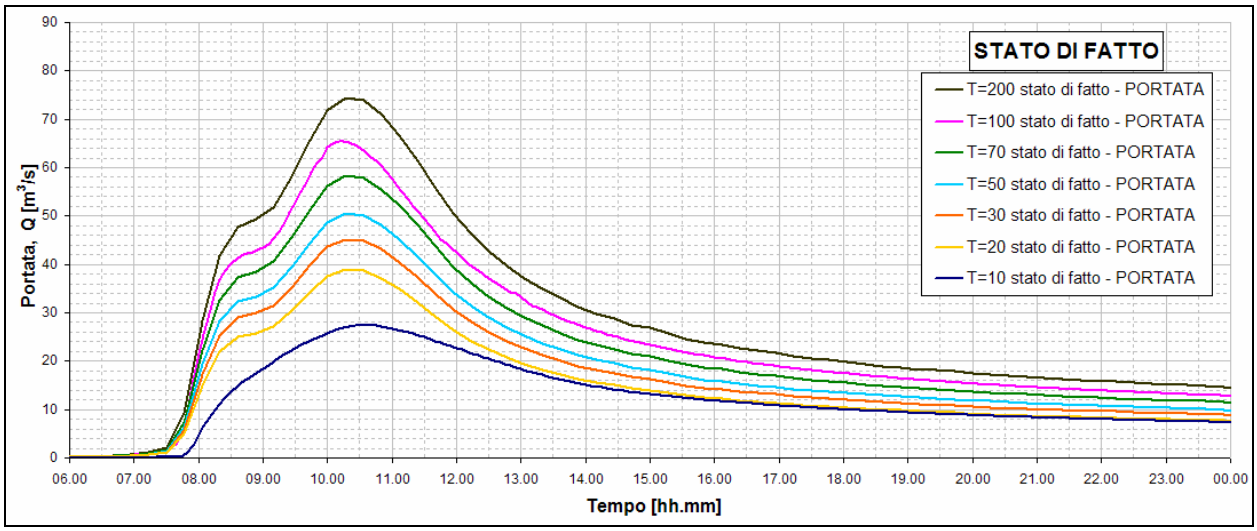


Figura 4.15 – Idrogrammi allo STATO ATTUALE nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per alcuni dei tempi di ritorno intermedi considerati.

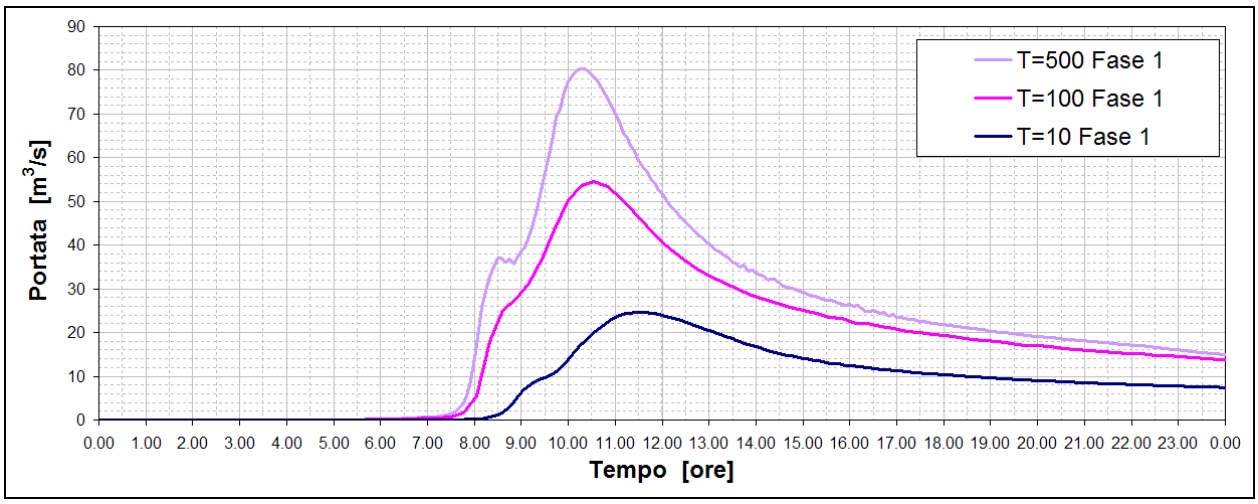


Figura 4.16 – Idrogrammi allo stadio di FASE 1 nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno considerati dall'AdB.

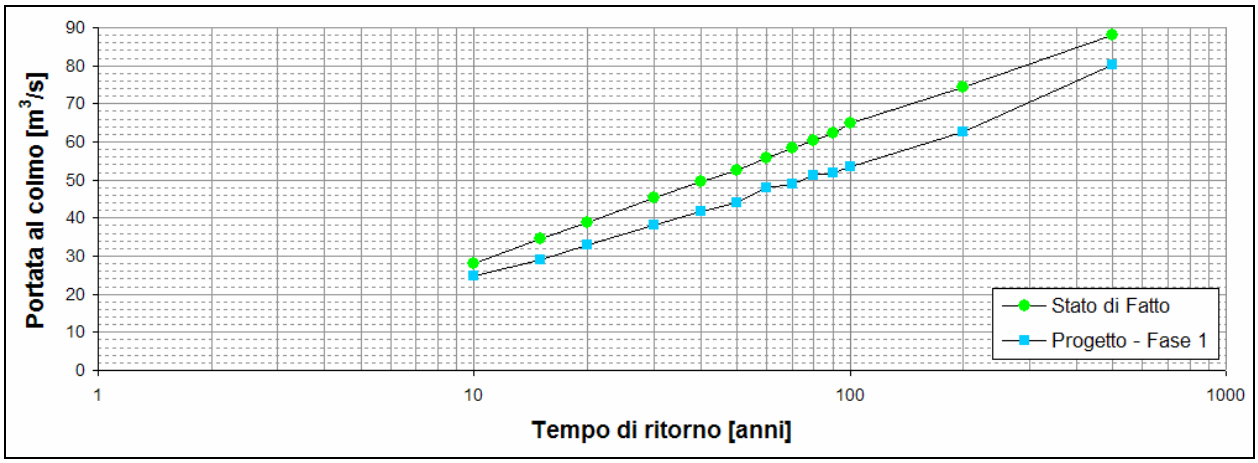


Figura 4.17 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo stadio di FASE 1 nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno dell'AdB e intermedi.

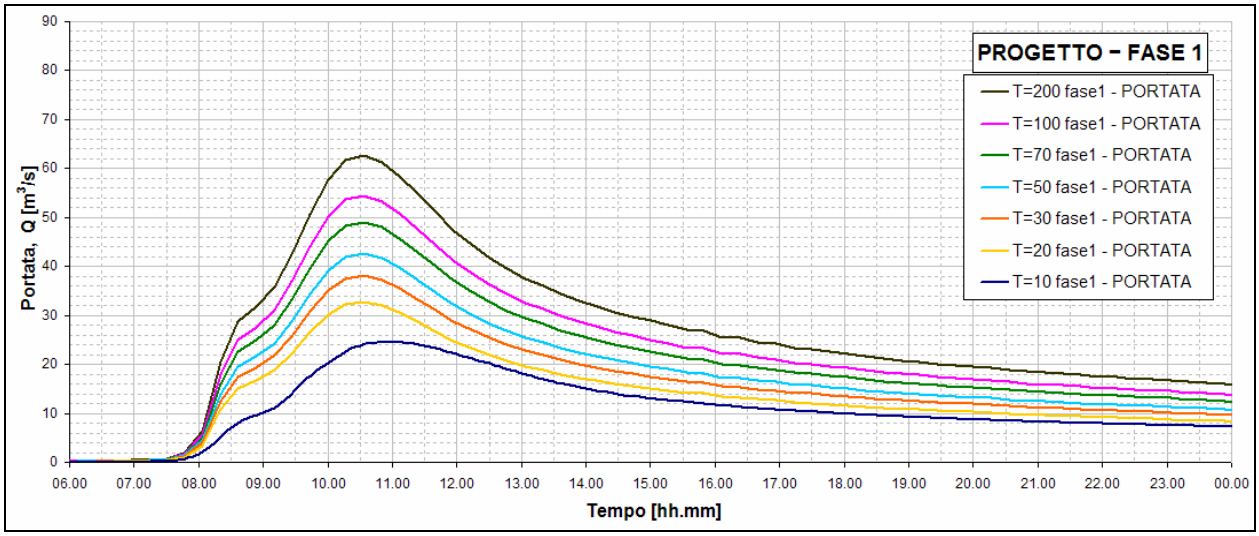


Figura 4.18 – Idrogrammi nello stadio di FASE 1 nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per alcuni dei tempi di ritorno intermedi considerati.

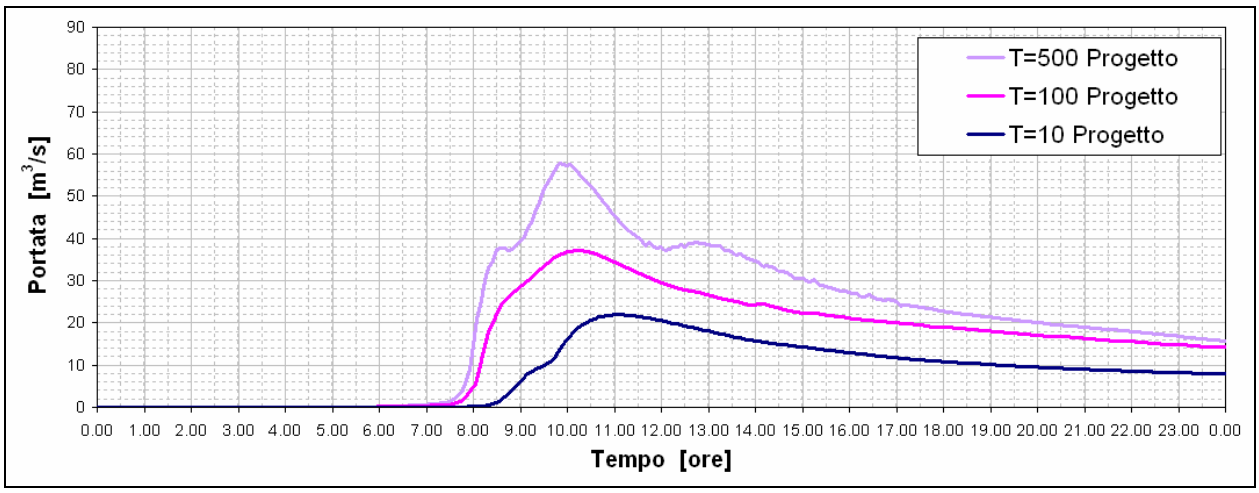


Figura 4.19 – Idrogrammi allo stadio di PROGETTO nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno considerati dall'AdB.

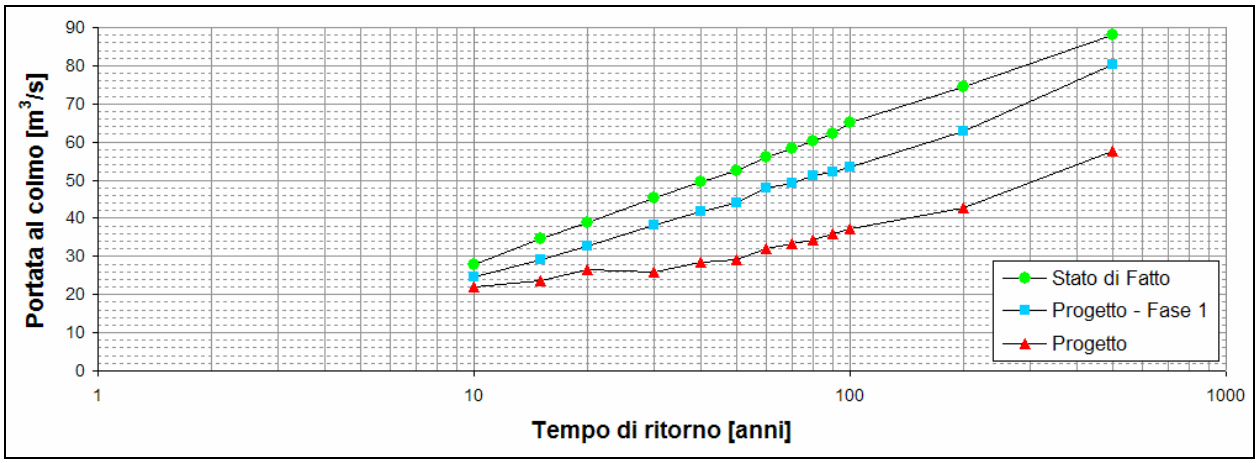


Figura 4.20 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo stadio di PROGETTO nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo per gli ietogrammi Chicago con i tempi di ritorno dell'AdB e intermedi.

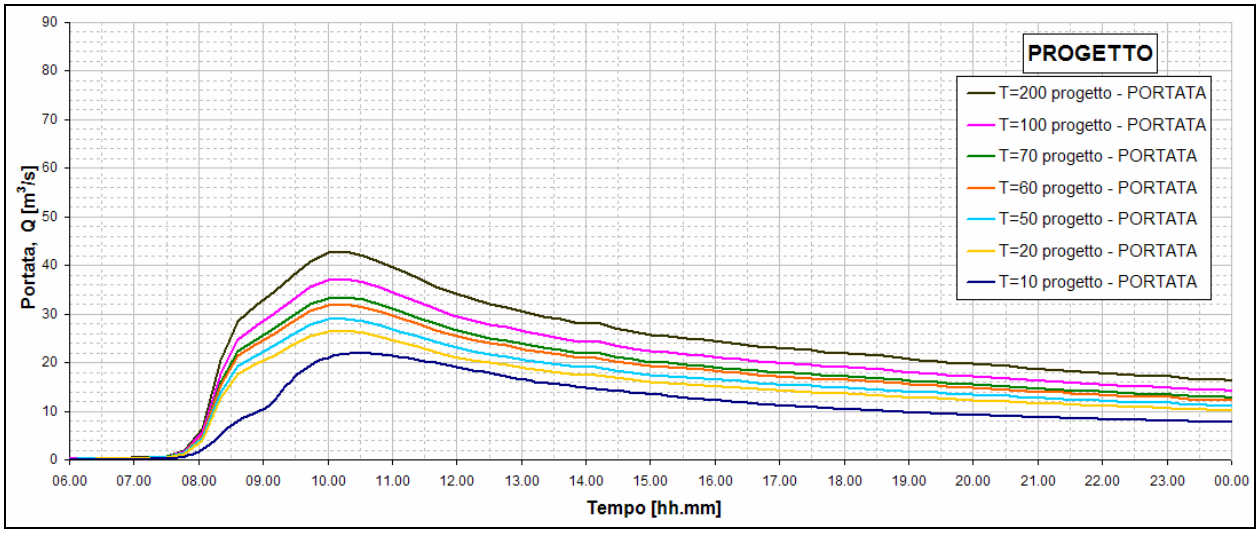


Figura 4.21 – Idrogrammi nello stato di PROGETTO nella sezione di controllo di monte e di valle delle vasche di Bregnano-Lomazzo.

4.4 ANALISI DEGLI EVENTI DI PIENA ORDINARI E DEI PERIODI DI TEMPO SECCO A BREGNANO-LOMAZZO

4.4.1 Pluviometri

Un ruolo senza dubbio fondamentale per la ricostruzione delle portate di piena ordinaria e di tempo secco, attraverso modello afflussi-deflussi, è svolto dai pluviometri. Gli strumenti a disposizione con misure dettagliate di pioggia in anni recenti sono tre (Figura 4.22), localizzati al serbatoio di via I maggio a Cermenate (CO), al serbatoio di via Don Ballabio a Rovello Porro (CO) e presso l'impianto di depurazione Lura Ambiente S.p.A. a Caronno Pertusella (VA). In particolare la loro disposizione permette una copertura abbastanza rappresentativa del bacino a monte di Bregnano e Lomazzo, che è appunto la zona d'interesse.

Figura 4.22 – Ubicazione dei 3 pluviometri a disposizione per il rilevamento dei dati di poggia (evidenziato col tratteggio rosso l'area delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca).

Qui di seguito sono riportati i dati registrati a detti tre pluviometri negli anni 2004-2005 (Figura 4.23, Figura 4.24, Figura 4.25). Tali due anni sono stati ritenuti significativi per questo studio in quanto il primo è stato caratterizzato da una buona piovosità, mentre il secondo è stato un anno siccitoso.

Come si può notare dagli istogrammi presentati, i dati registrati dai tre pluviometri sono tutti abbastanza coerenti tra loro. Uniche annotazioni da segnalare a riguardo sono le registrazioni nei mesi di luglio e agosto 2004. Come si può notare in Figura 2.7 infatti, in quei due mesi si ha una netta differenza tra i dati del pluviometro di Caronno Pertusella da una parte e quelli di Cermenate e Rovello Porro dall'altra. Ciò è verosimilmente dovuto al fatto che, trattandosi di anomalie localizzate in mesi estivi, le registrazioni possono essere diverse a seconda del manifestarsi di intensi temporali localizzati.

Sebbene i dati registrati fossero disponibili con una discretizzazione temporale pari a 1 minuto, essi sono poi stati inseriti in ingresso al modello di simulazione MIKE 11 con una discretizzazione è pari a 15 minuti, mentre la risoluzione nella misura dell'altezza di pioggia consentita dagli strumenti è pari a 0.1 mm ed è rimasta quella poi adottata in ingresso al modello di simulazione.

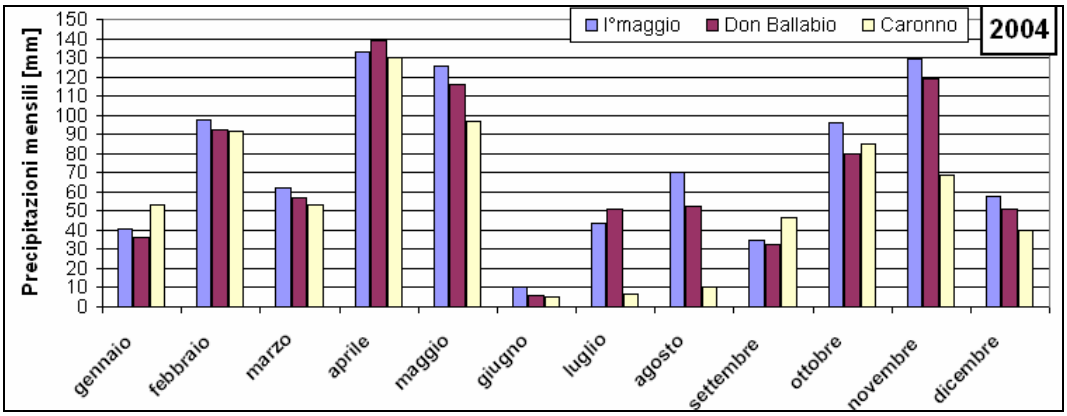


Figura 4.23 – Istogramma delle precipitazioni mensili per l'anno 2004 ottenuto dai dati registrati ai 3 pluviometri di Cermenate, Rovello Porro e Caronno Pertusella.

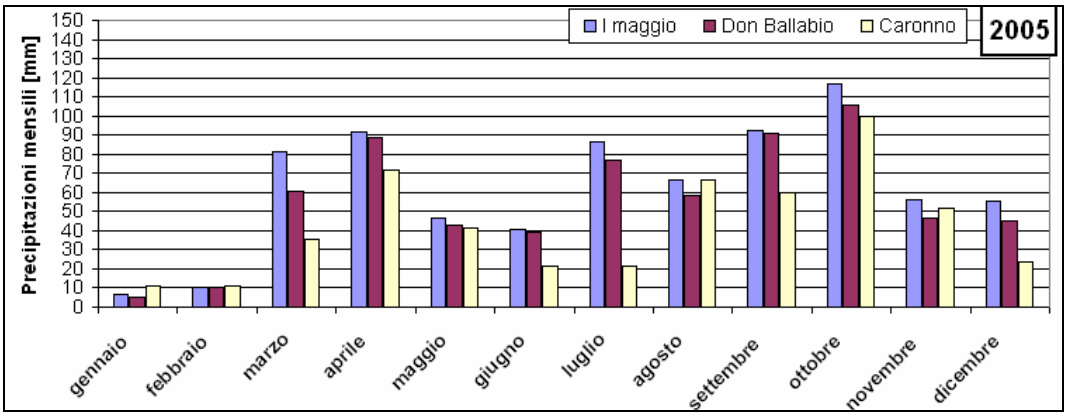


Figura 4.24 – Istogramma delle precipitazioni mensili per l'anno 2005 ottenuto dai dati registrati ai 3 pluviometri di Cermenate, Rovello Porro e Caronno Pertusella.

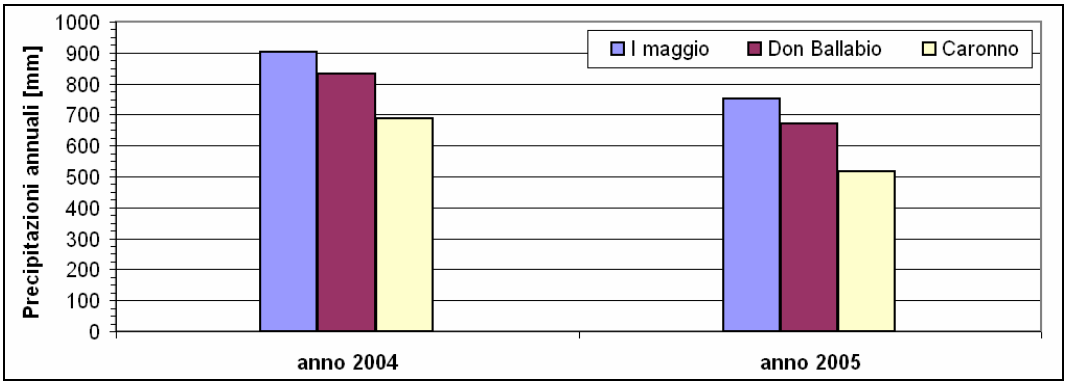


Figura 4.25 – Istogramma delle precipitazioni totali annue (2004 – 2005) ottenuto dai dati registrati ai 3 pluviometri di Cermenate, Rovello Porro e Caronno Pertusella.

4.4.1.1 Regola dei poligoni di Thiessen

E' stato quindi applicato il metodo dei poligoni di Thiessen, o dei topoieti, per assegnare a ciascuno dei 3 pluviometri citati le rispettive aree di competenza (Figura 4.26).

Ne è risultato che 10 dei 12 sottobacini a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca ricadono interamente all'interno di un unico poligono di pertinenza, mentre per gli altri due si deve calcolare la pioggia come media pesata tra le zone di influenza di due pluviometri differenti. Di conseguenza in ingresso alle simulazioni si avranno le seguenti 4 differenti serie temporali in ingresso:

- bacini naturali 1-8, bacini urbani 3 e 6: ricadono interamente nel poligono di pertinenza del pluviometro di via I maggio a Cermenate;
- bacino urbano 11, bacini naturali 11 e 12: ricadono interamente nel poligono di pertinenza del pluviometro di via Don Ballabio a Rovello Porro;

- sottobacino LUR 9: per 13/14 ricade nel poligono di pertinenza del pluviometro di via I maggio a Cermenate, per 1/14 nel poligono di pertinenza del pluviometro di via Don Ballabio a Rovello Porro;
- sottobacino LUR 10: per 1/4 ricade nel poligono di pertinenza del pluviometro di via I maggio a Cermenate, per 3/4 nel poligono pertinenza del pluviometro di via Don Ballabio a Rovello Porro.

Si noti che il pluviometro di Caronno Pertusella non viene preso in considerazione per la parte del bacino a monte di Bregnano e Lomazzo oggetto di queste analisi, in quanto il corrispondente poligono di pertinenza rimane più a sud (la corrispondente linea di demarcazione passa infatti per il centro di Saronno, come mostrato in Figura 4.26).

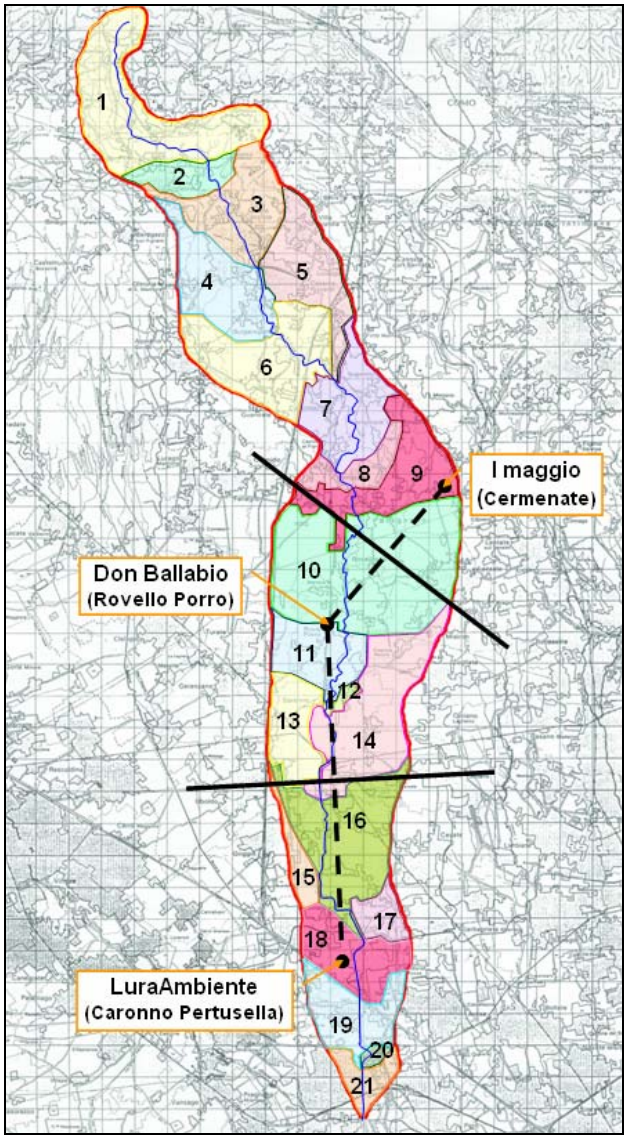


Figura 4.26 – Poligoni di Thiessen per la definizione delle aree di pertinenza di ciascun pluviometro.

4.4.2 Simulazione dei deflussi idrologici

4.4.2.1 <u>Ietogrammi e idrogrammi risultanti</u>

Grazie alle simulazioni effettuate con MIKE 11 sono stati ottenuti nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca gli eventi di piena che si sono succeduti lungo i due anni simulati (2004-2005). Da Figura 4.27 a Figura 4.50 sono mostrati gli ietogrammi di pioggia misurati ai tre pluviometri e i corrispondenti idrogrammi.

In particolare, per i periodi di tempo secco (ovvero una volta esauritosi ogni singolo evento di piena), è stato assunto un valore della portata in alveo pari 330 l/s, rappresentativo dell'unico contributo presente in condizioni di tempo secco, che è quello dovuto alle portate di scarico dell'impianto di depurazione localizzato a Bulgarograsso e di quello posto sull'affluente Livescia.

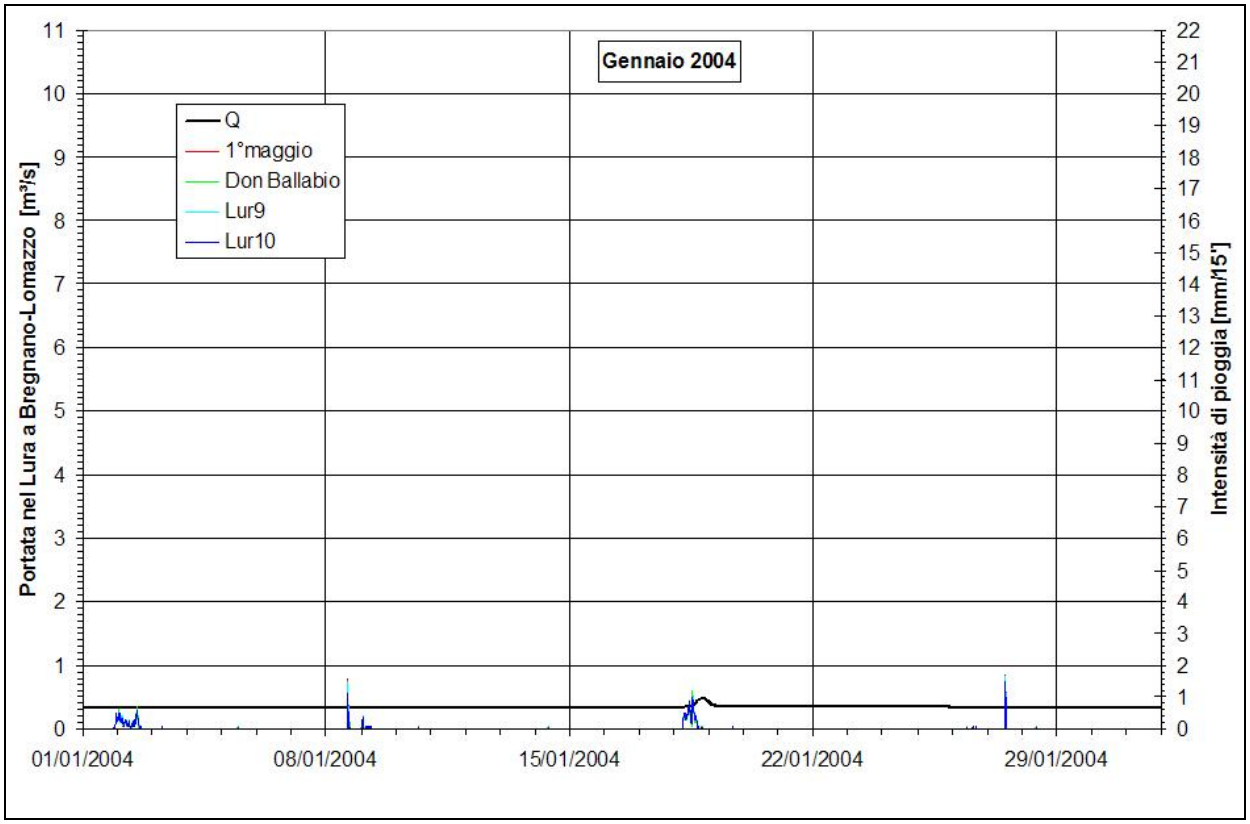


Figura 4.27 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il gennaio 2004.

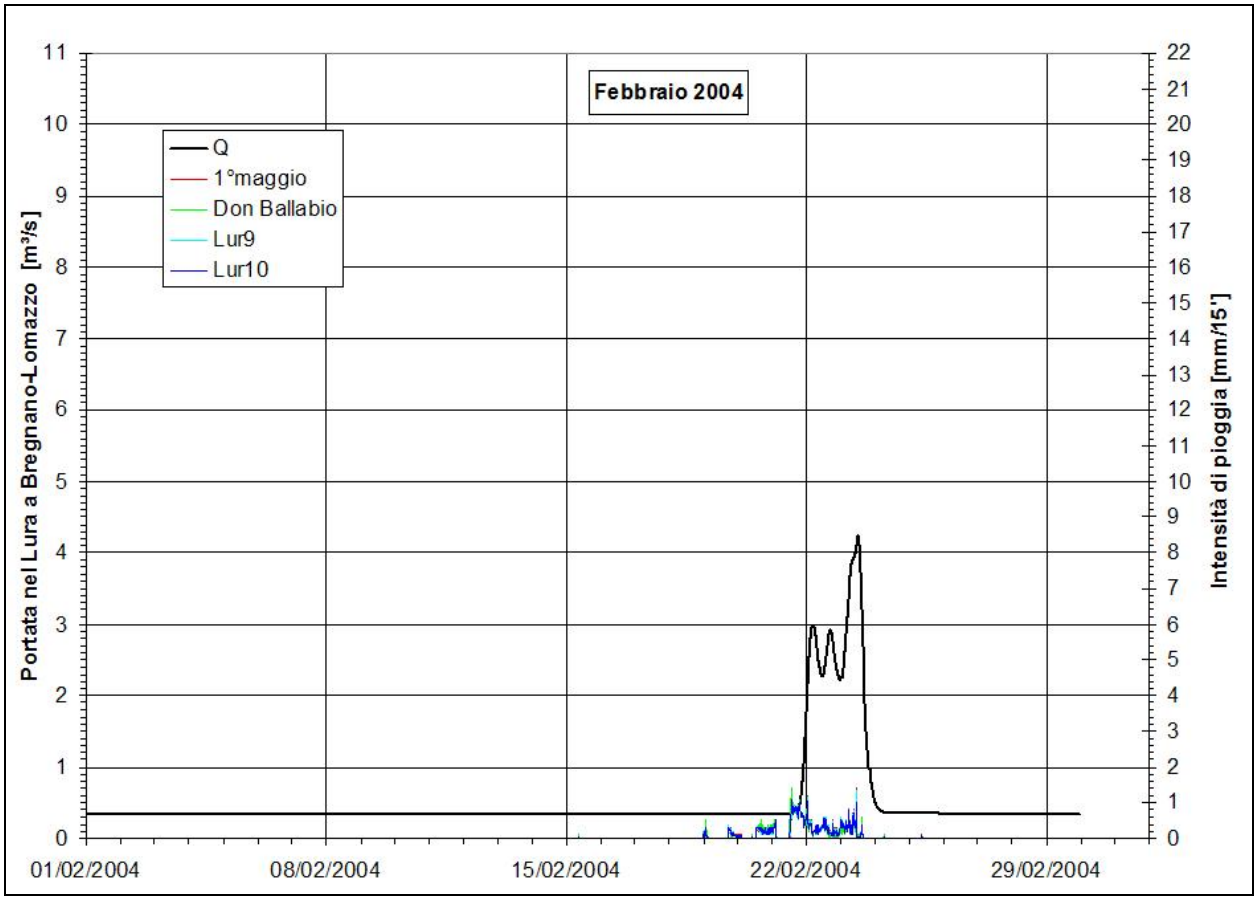


Figura 4.28 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il gennaio 2004.

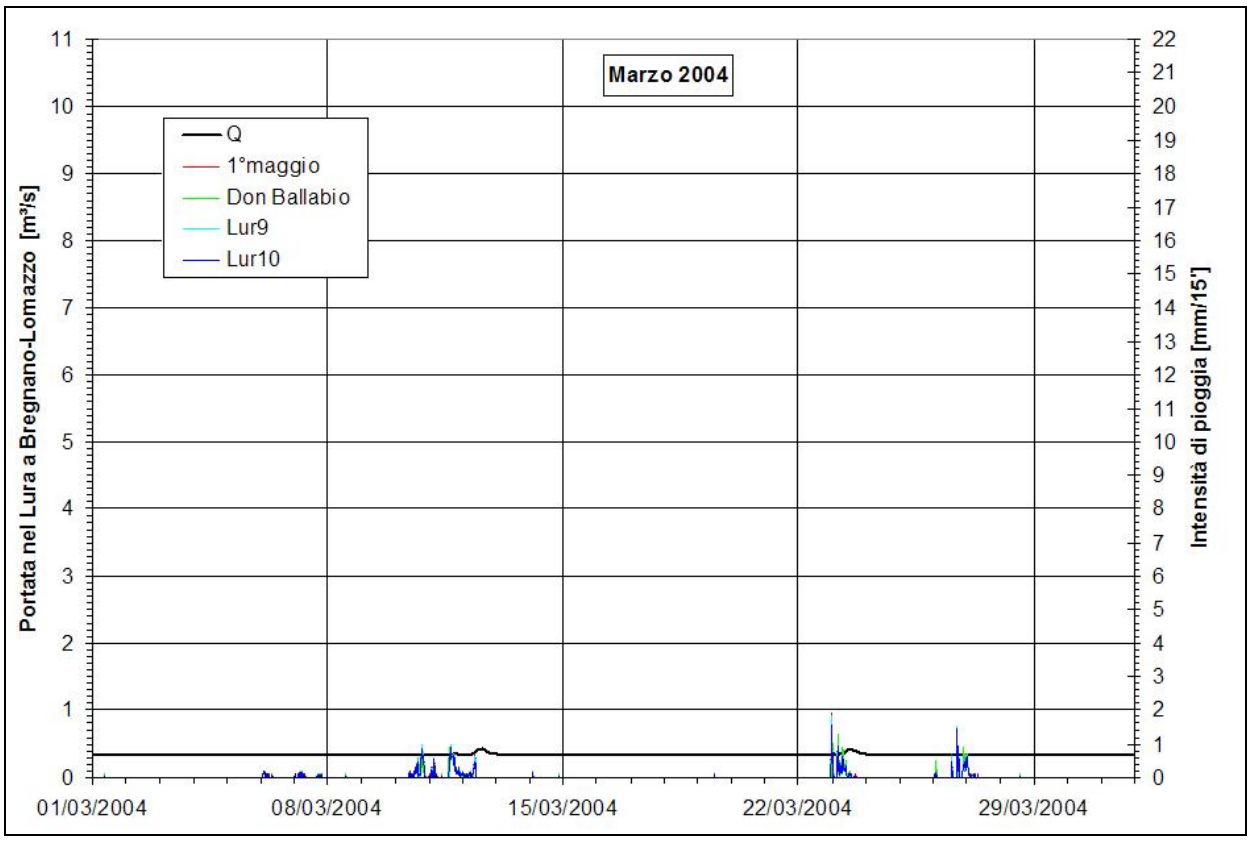


Figura 4.29 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il marzo 2004.

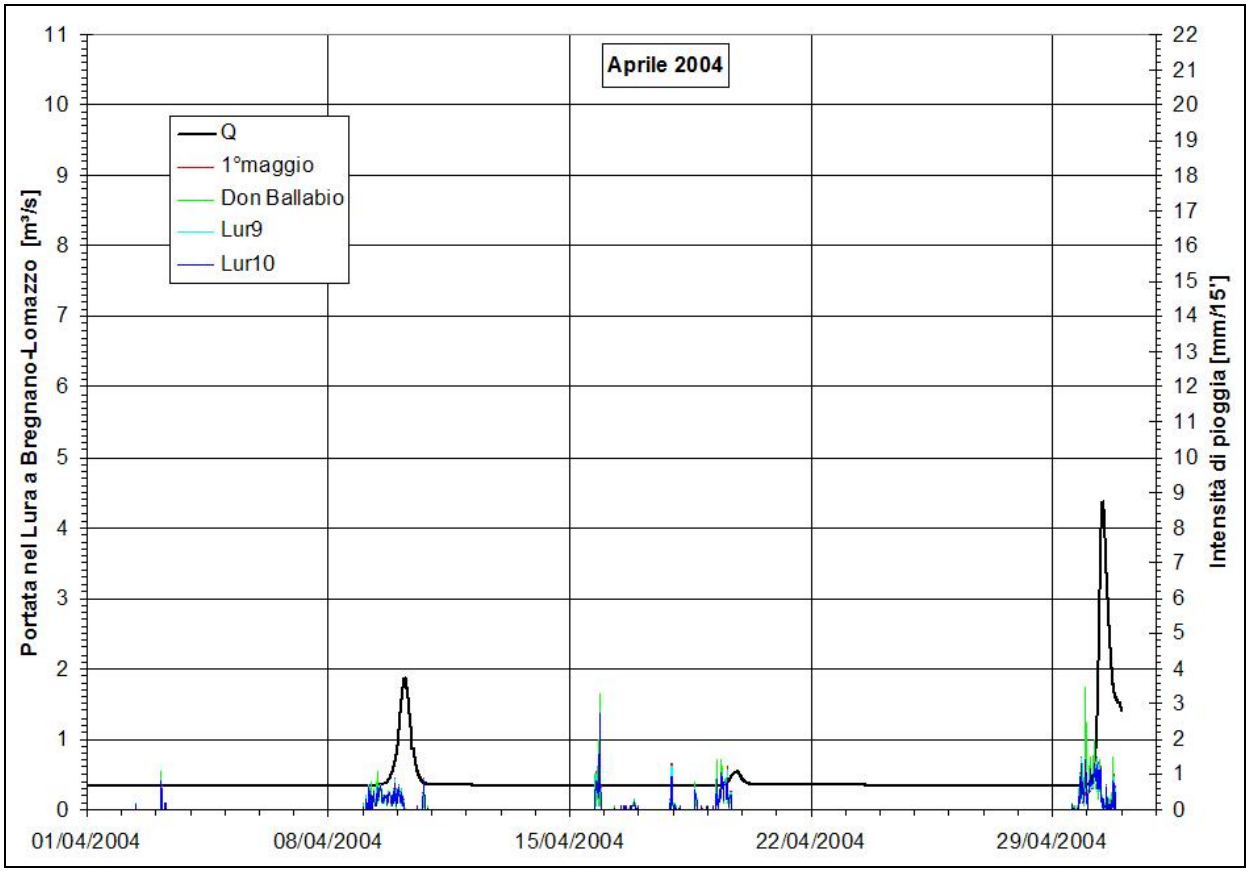


Figura 4.30 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'aprile 2004.

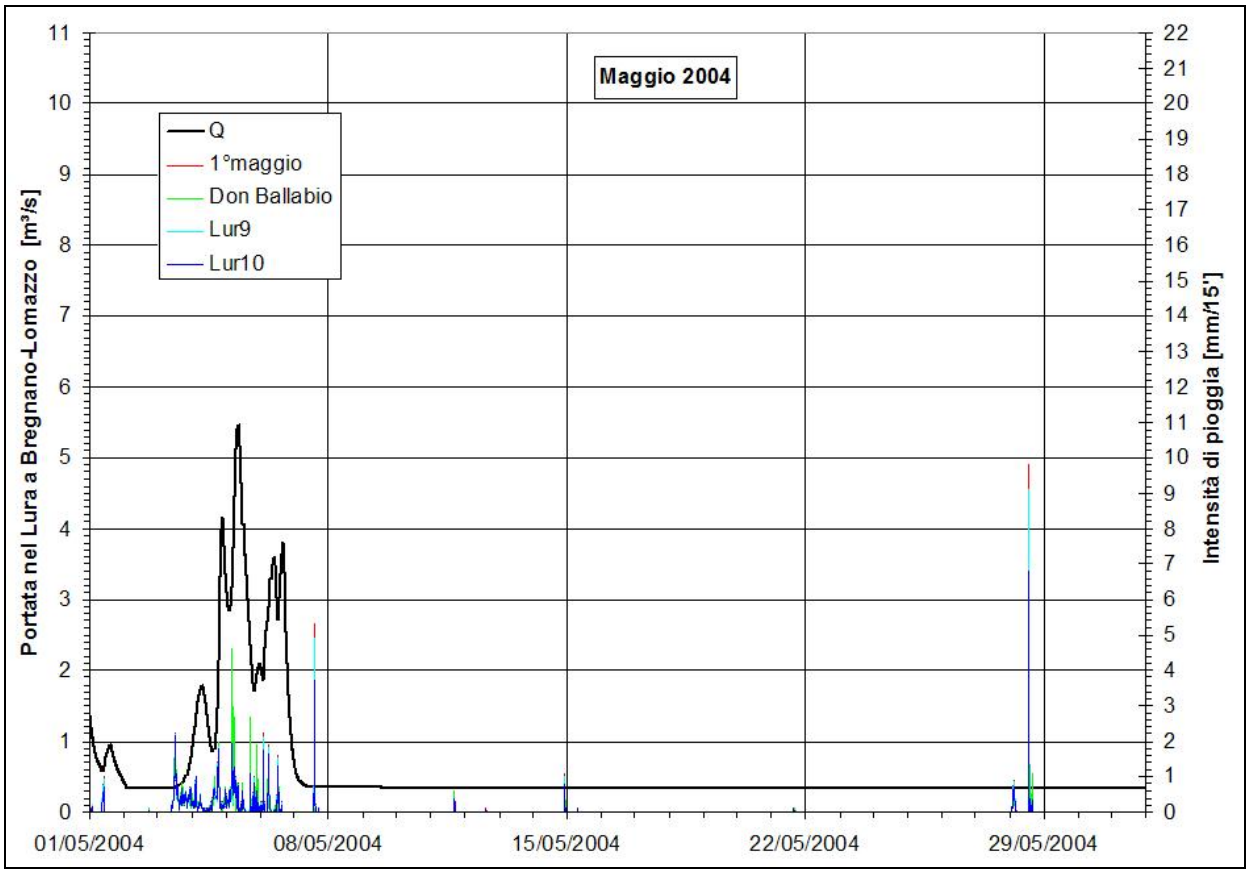


Figura 4.31 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il maggio 2004.

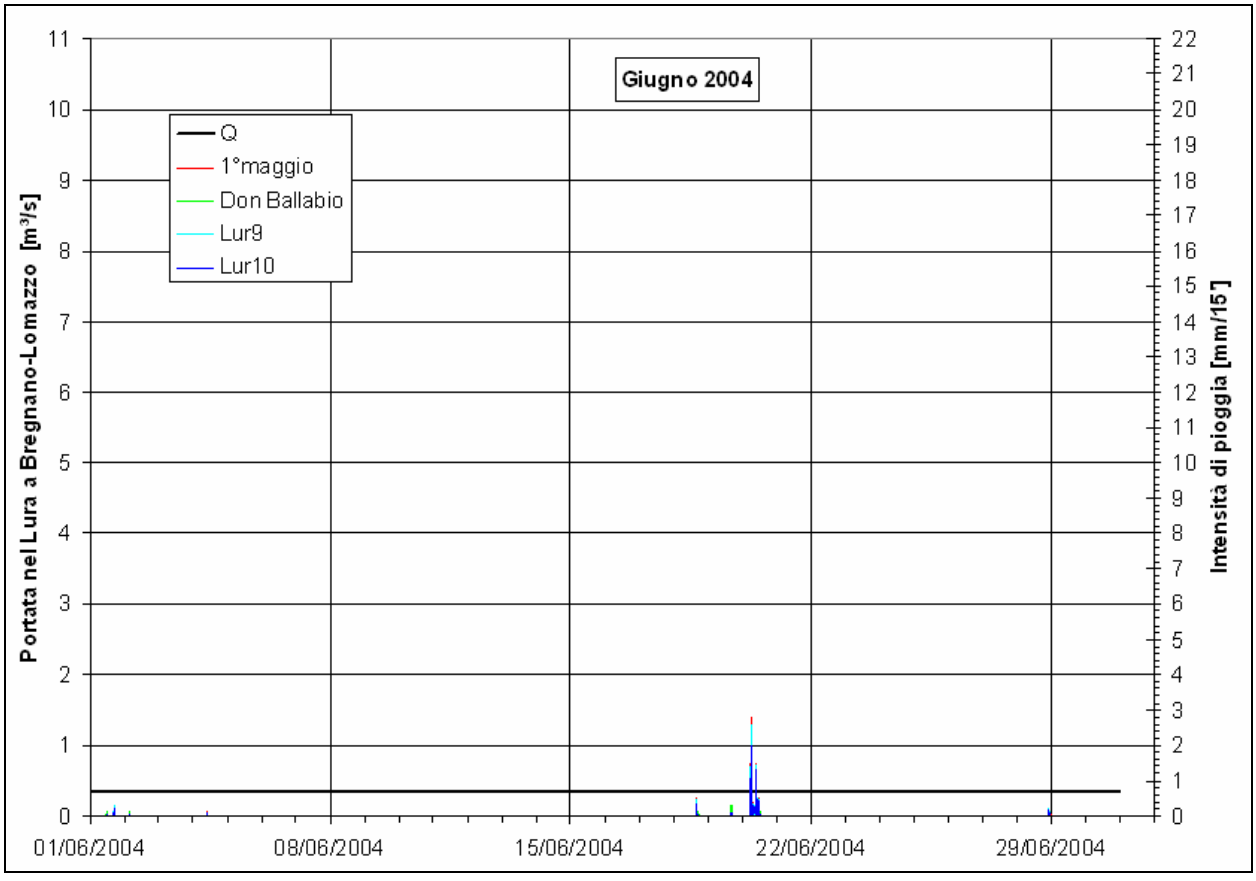


Figura 4.32 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il giugno 2004.

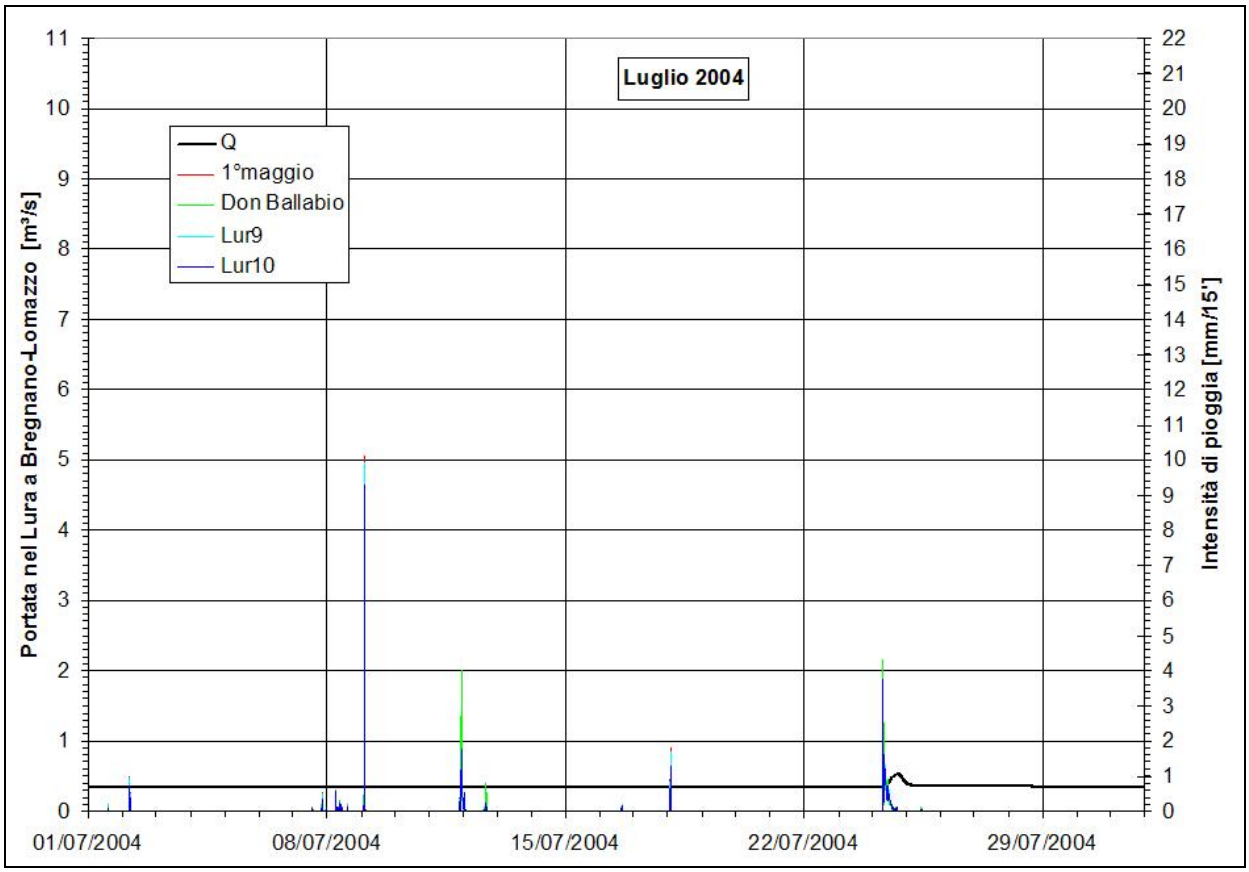


Figura 4.33 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il luglio 2004.

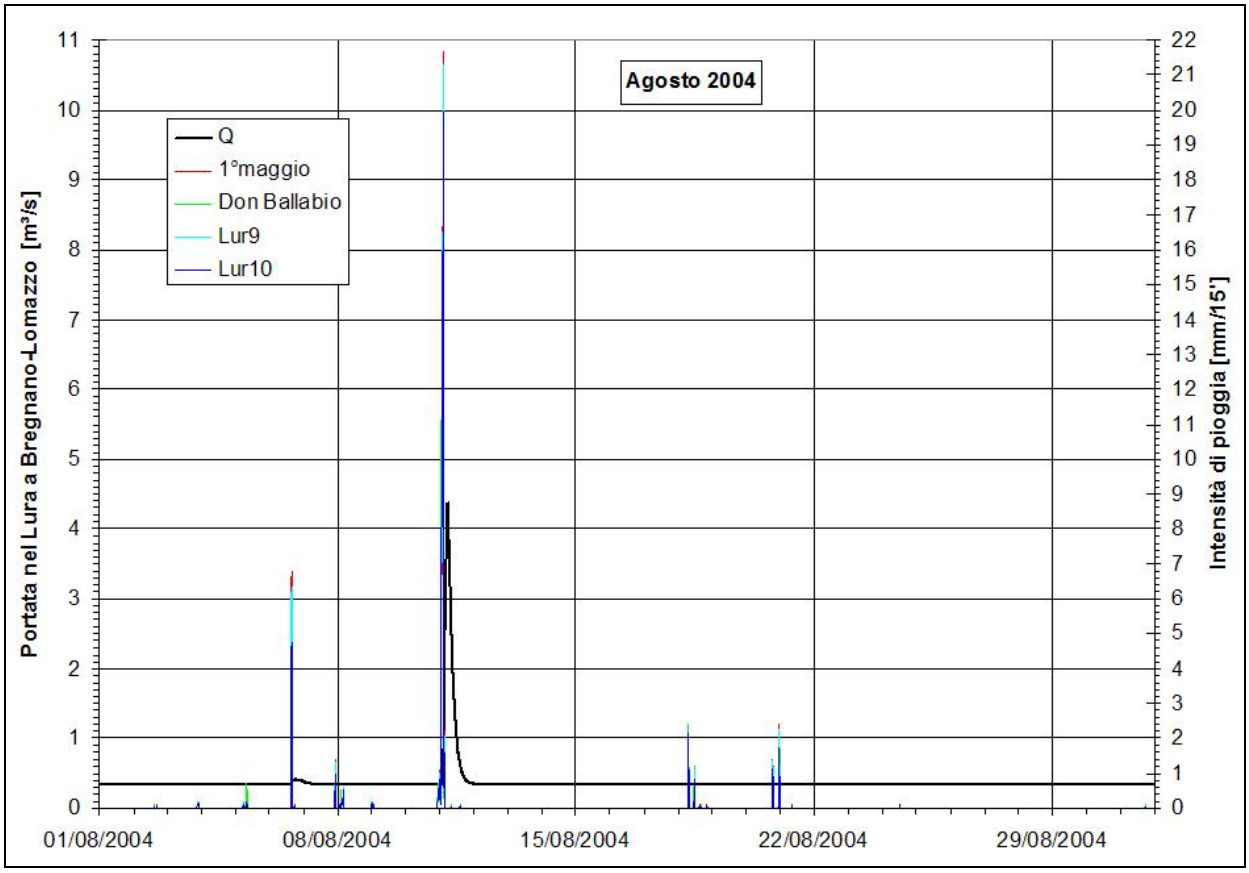


Figura 4.34 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'agosto 2004.

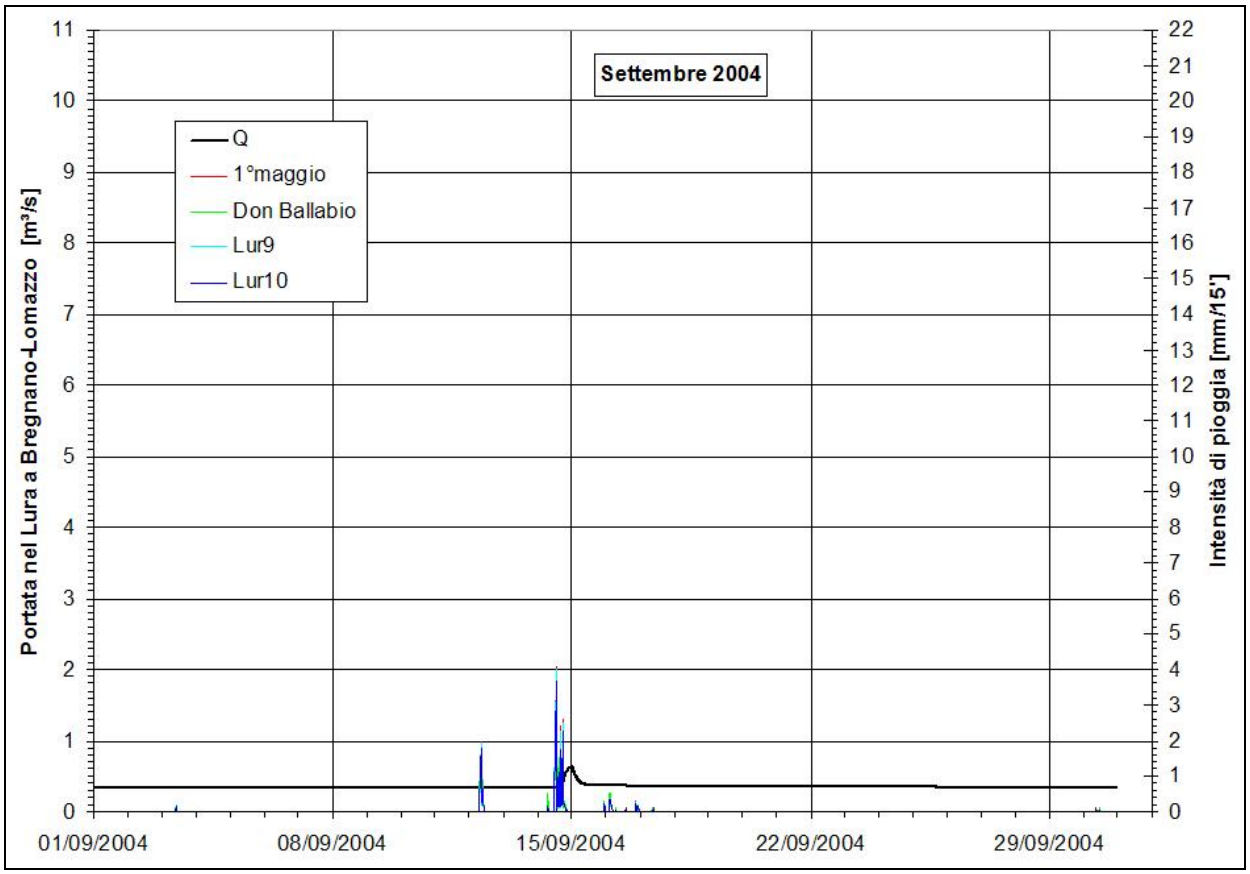


Figura 4.35 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il settembre 2004.

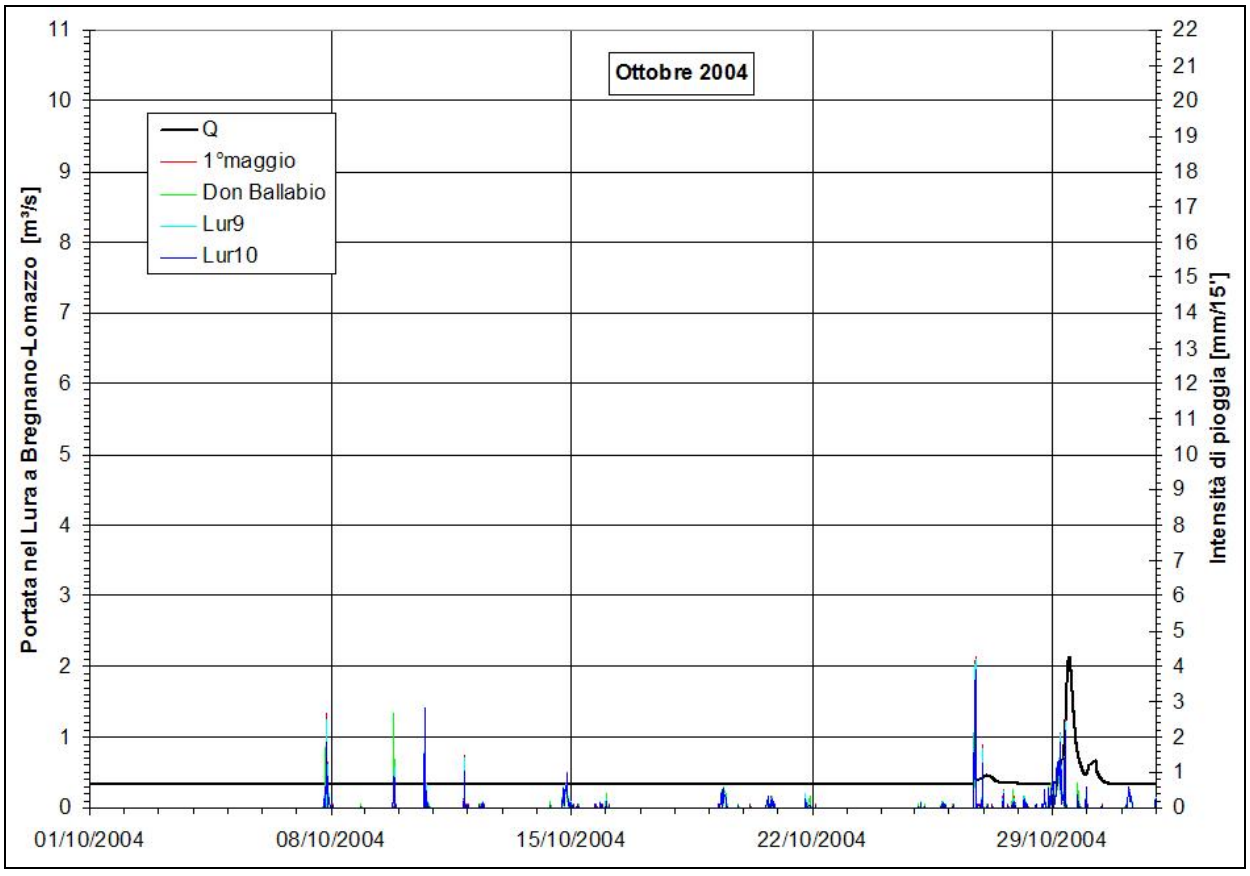


Figura 4.36 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'ottobre 2004.

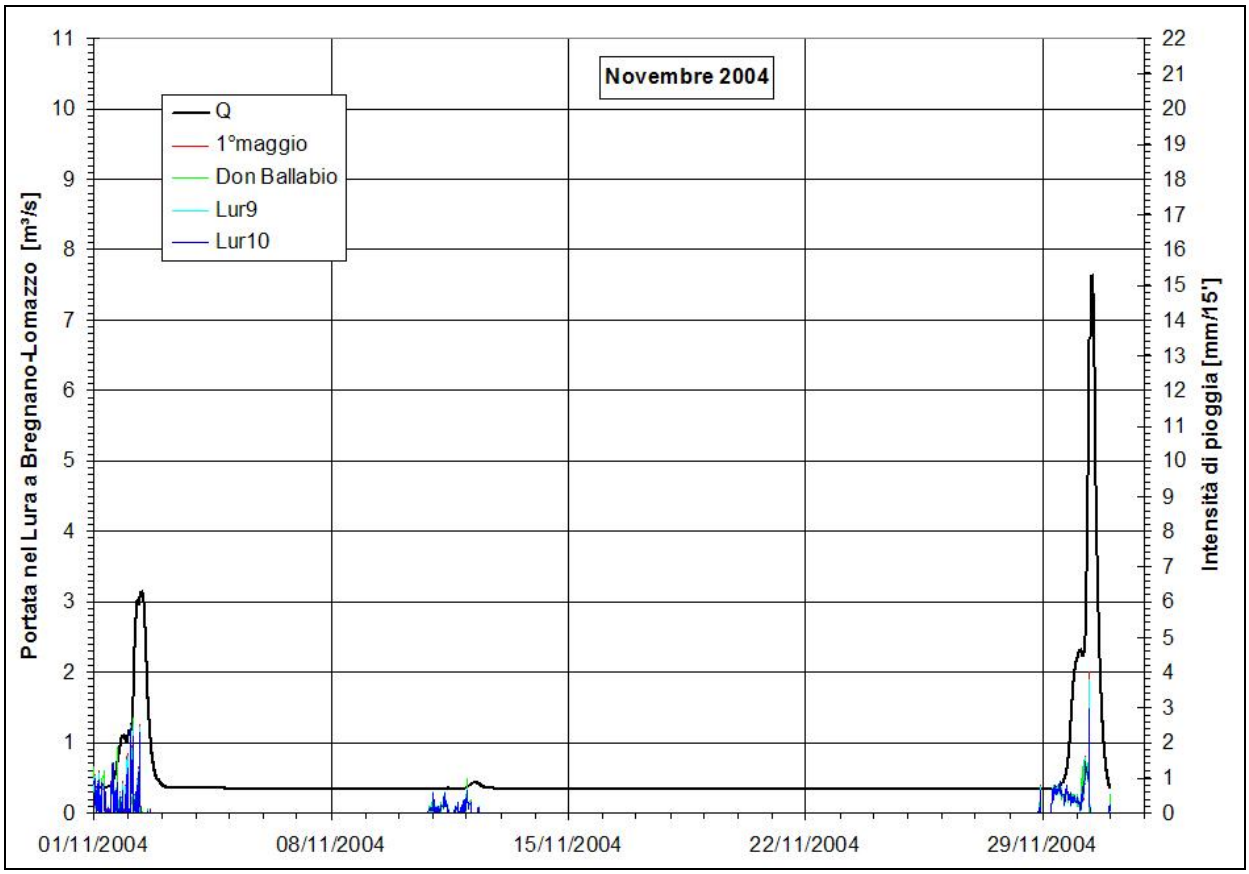


Figura 4.37 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il novembre 2004.

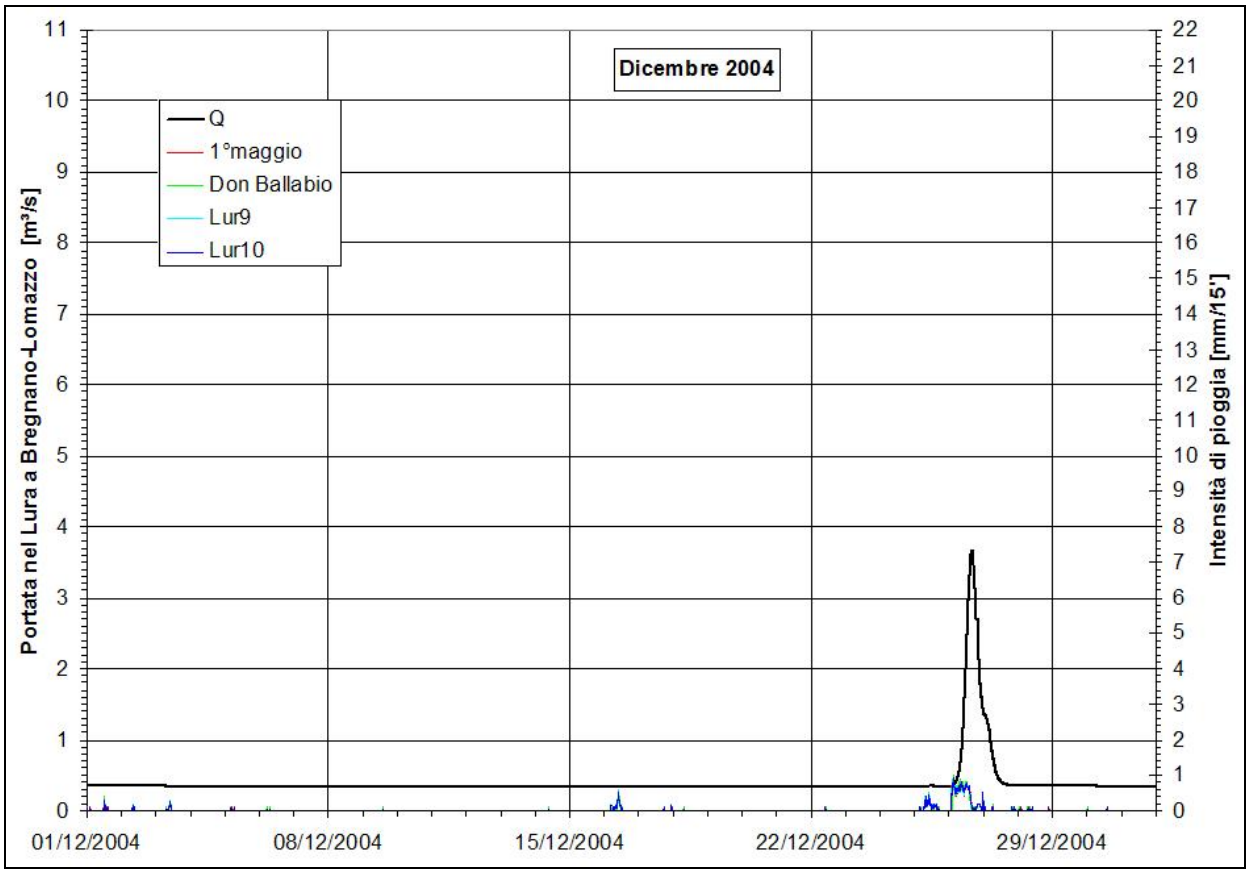


Figura 4.38 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il dicembre 2004.

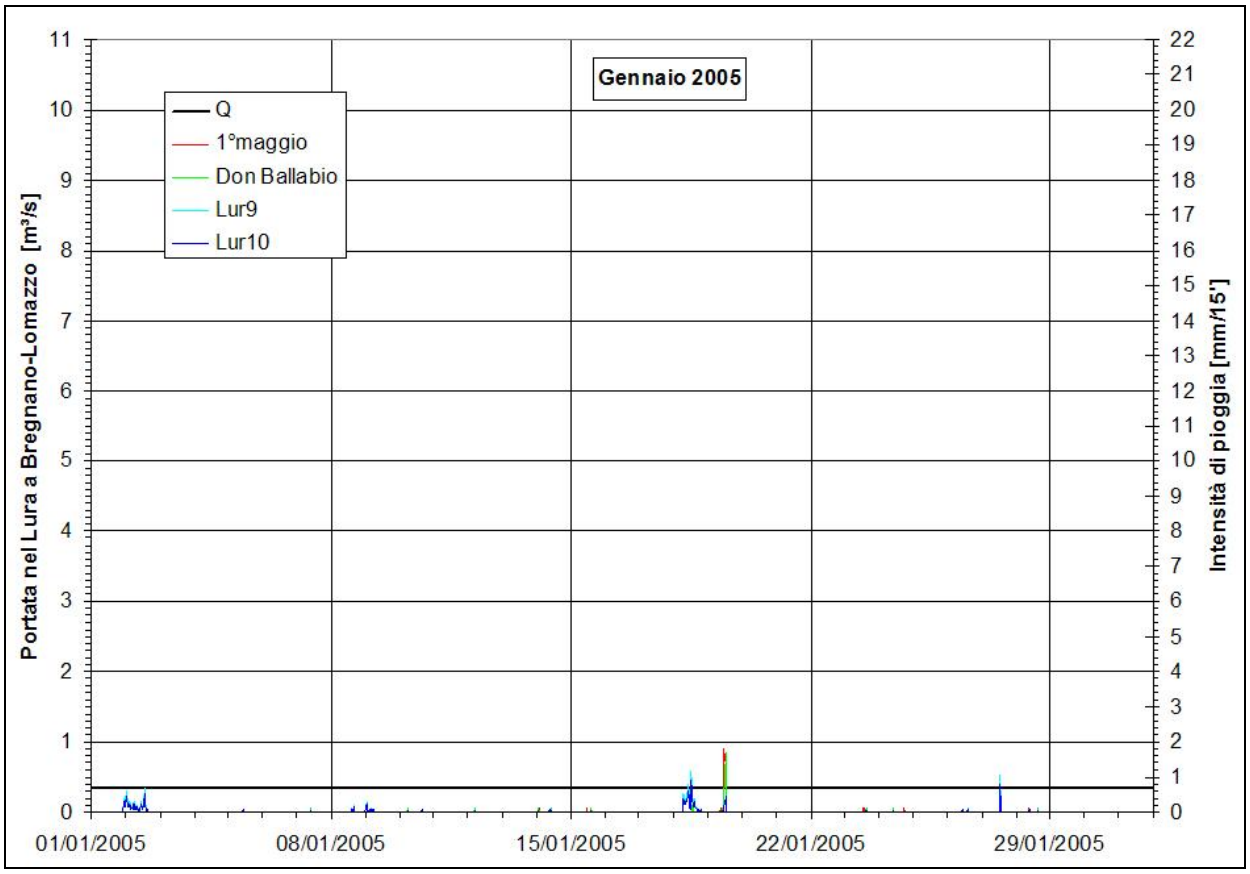


Figura 4.39 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il gennaio 2005.

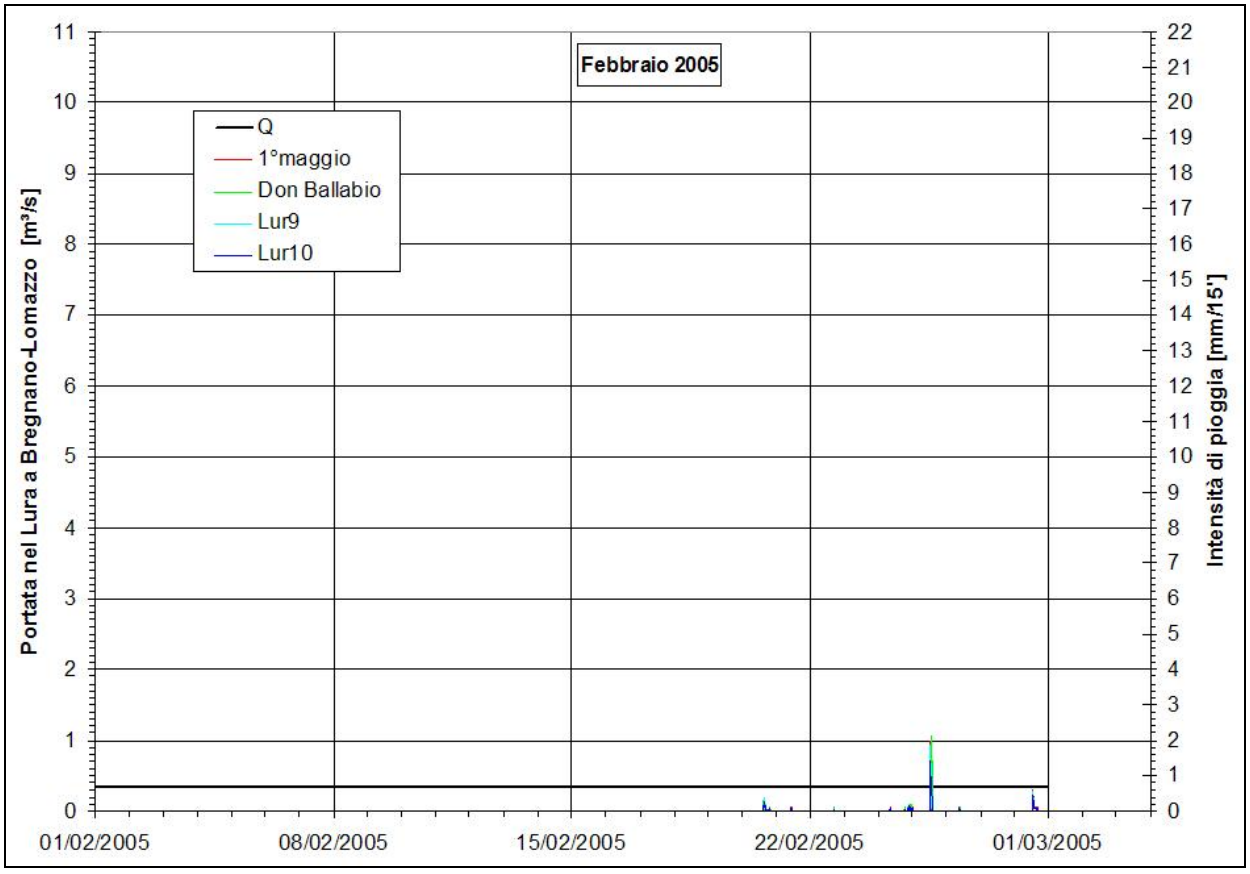


Figura 4.40 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il febbraio 2005.

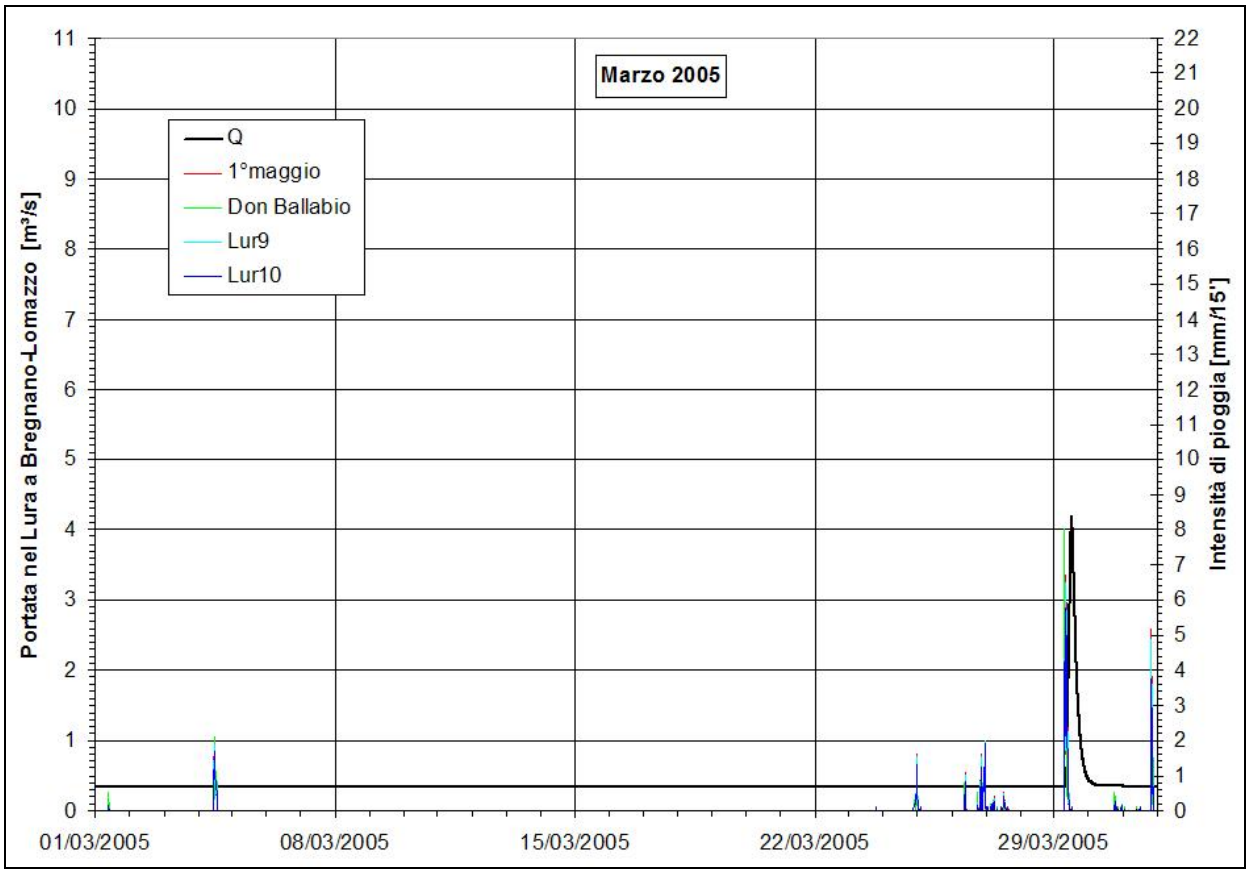


Figura 4.41 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il marzo 2005.

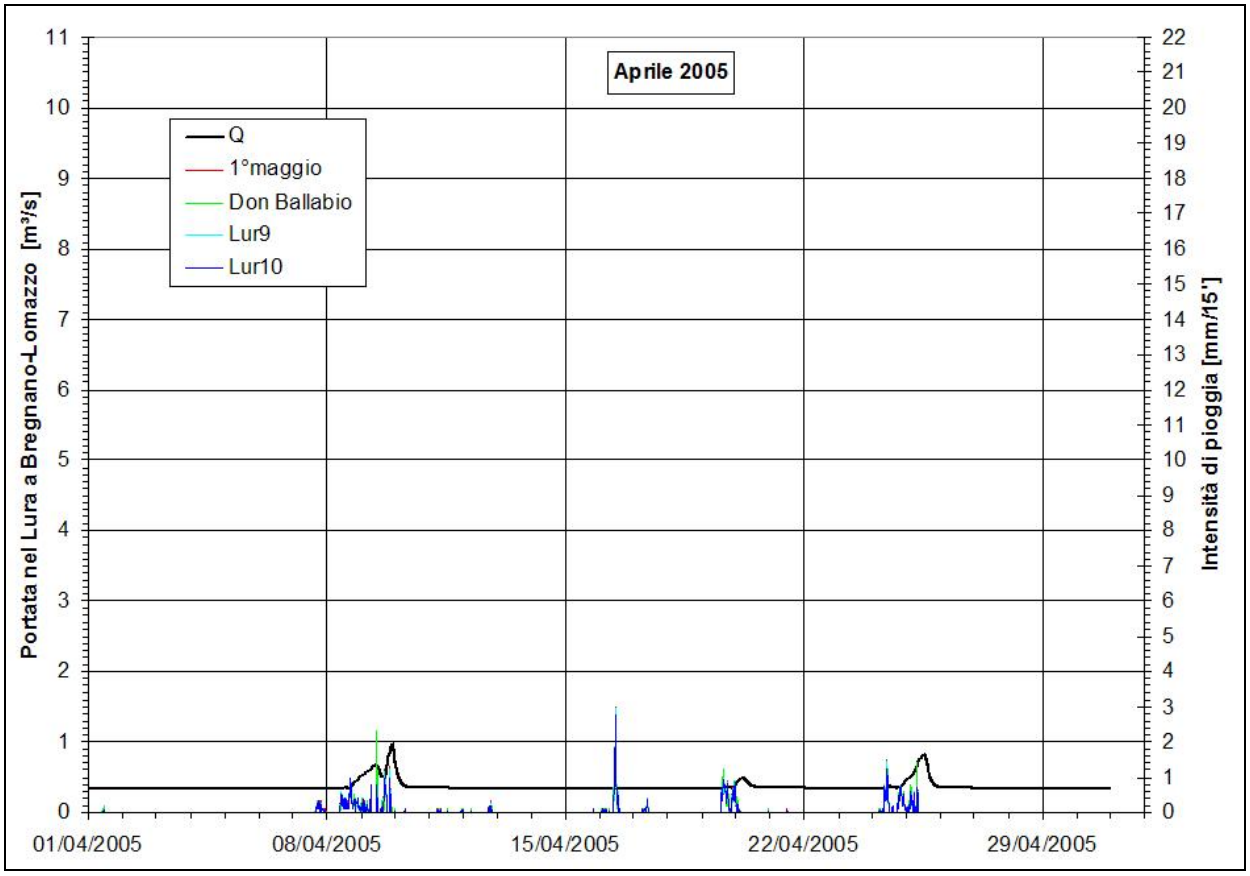


Figura 4.42 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'aprile 2005.

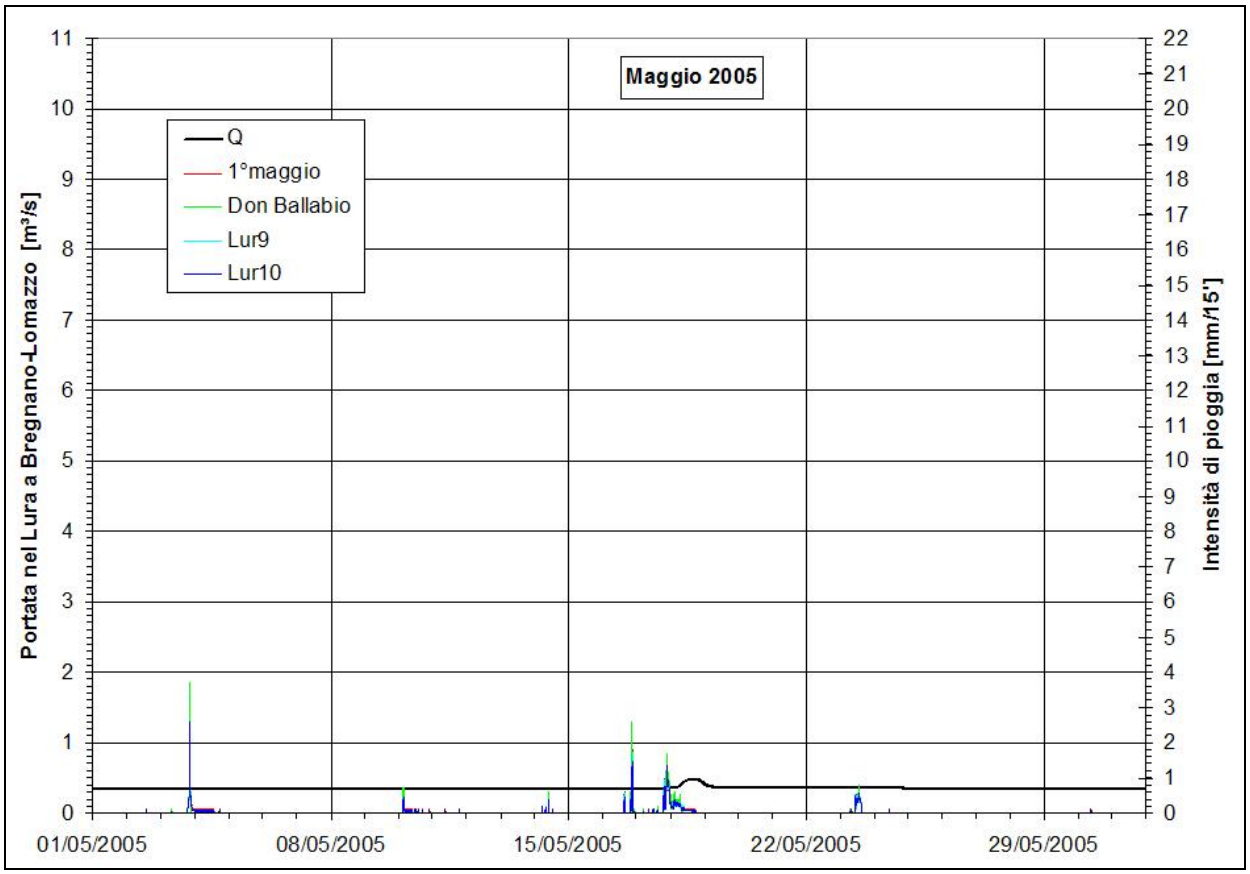


Figura 4.43 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il maggio 2005.

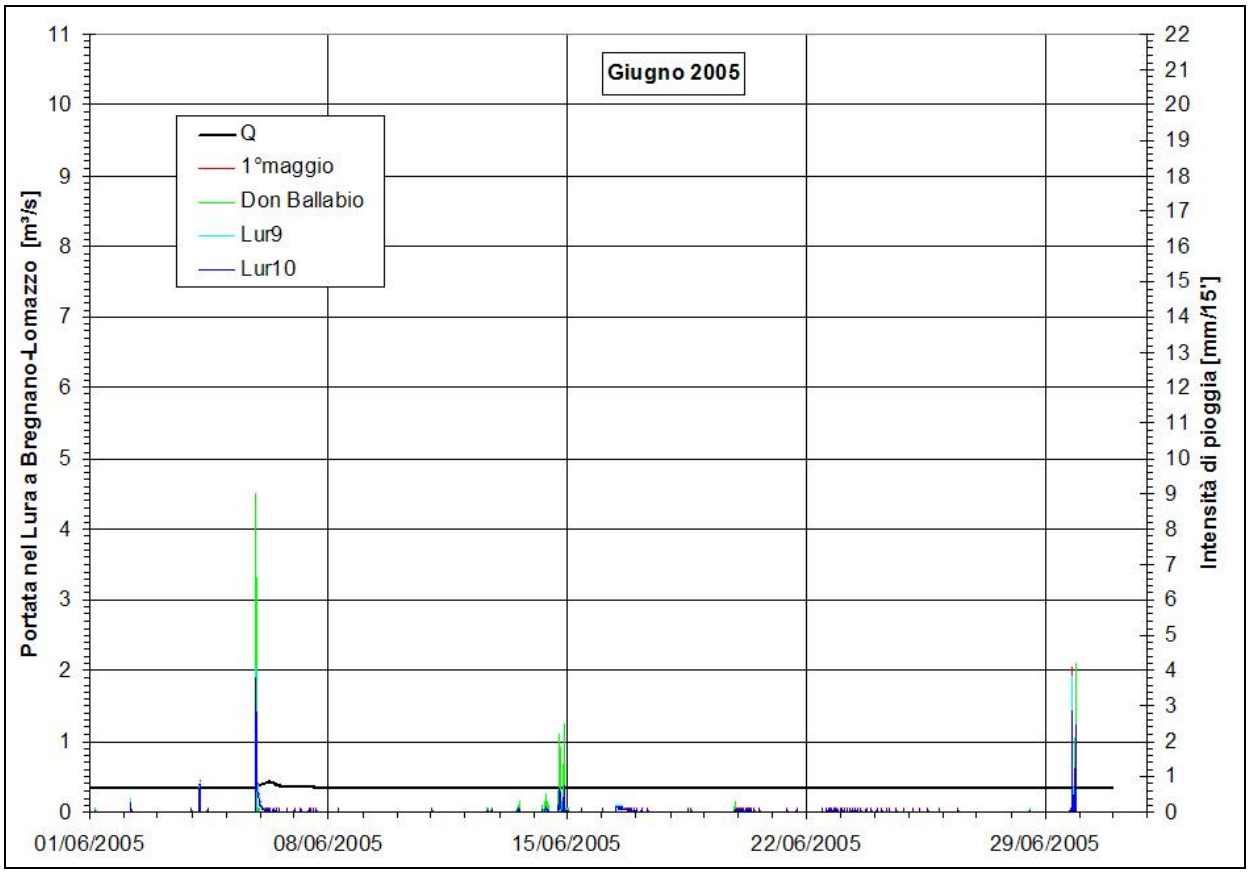


Figura 4.44 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il giugno 2005.

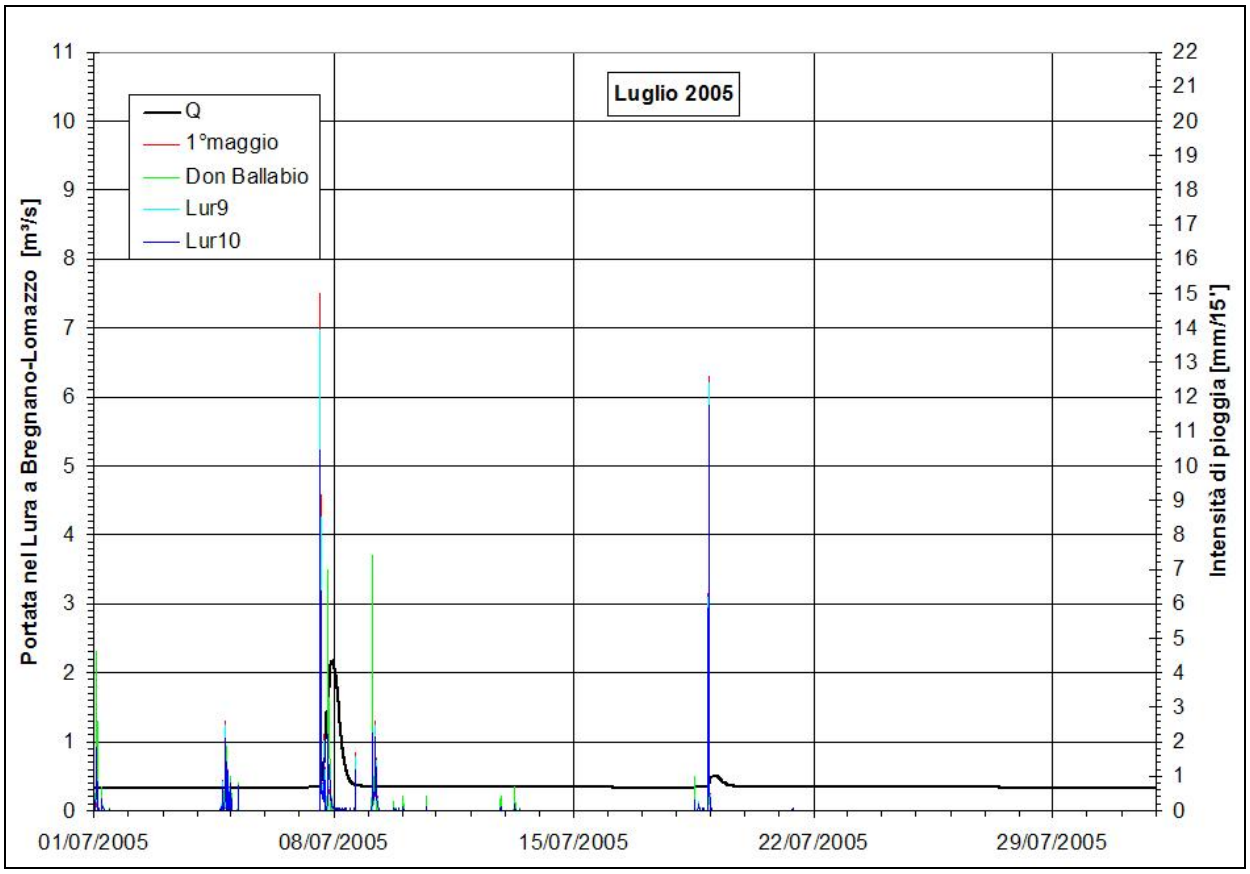


Figura 4.45 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il luglio 2005.

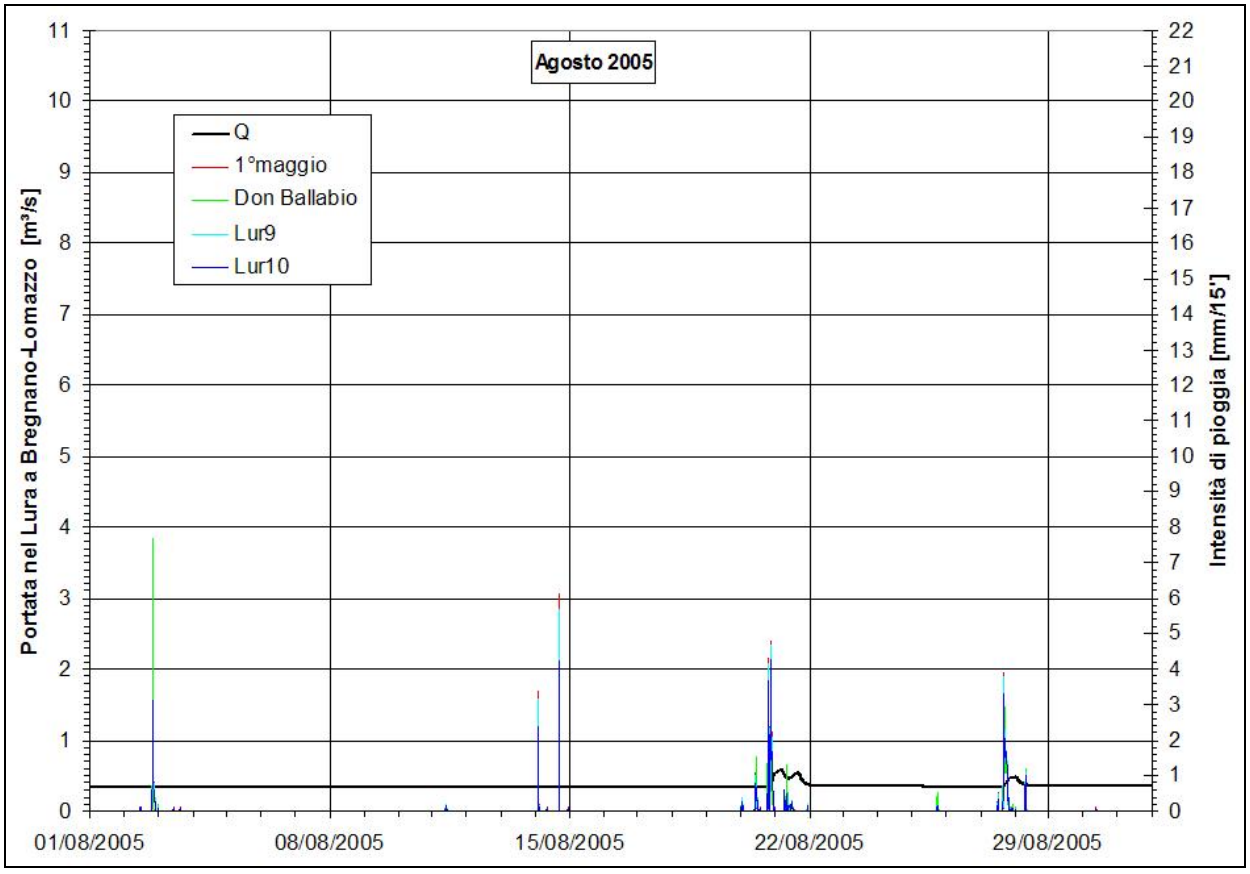


Figura 4.46 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'agosto 2005.

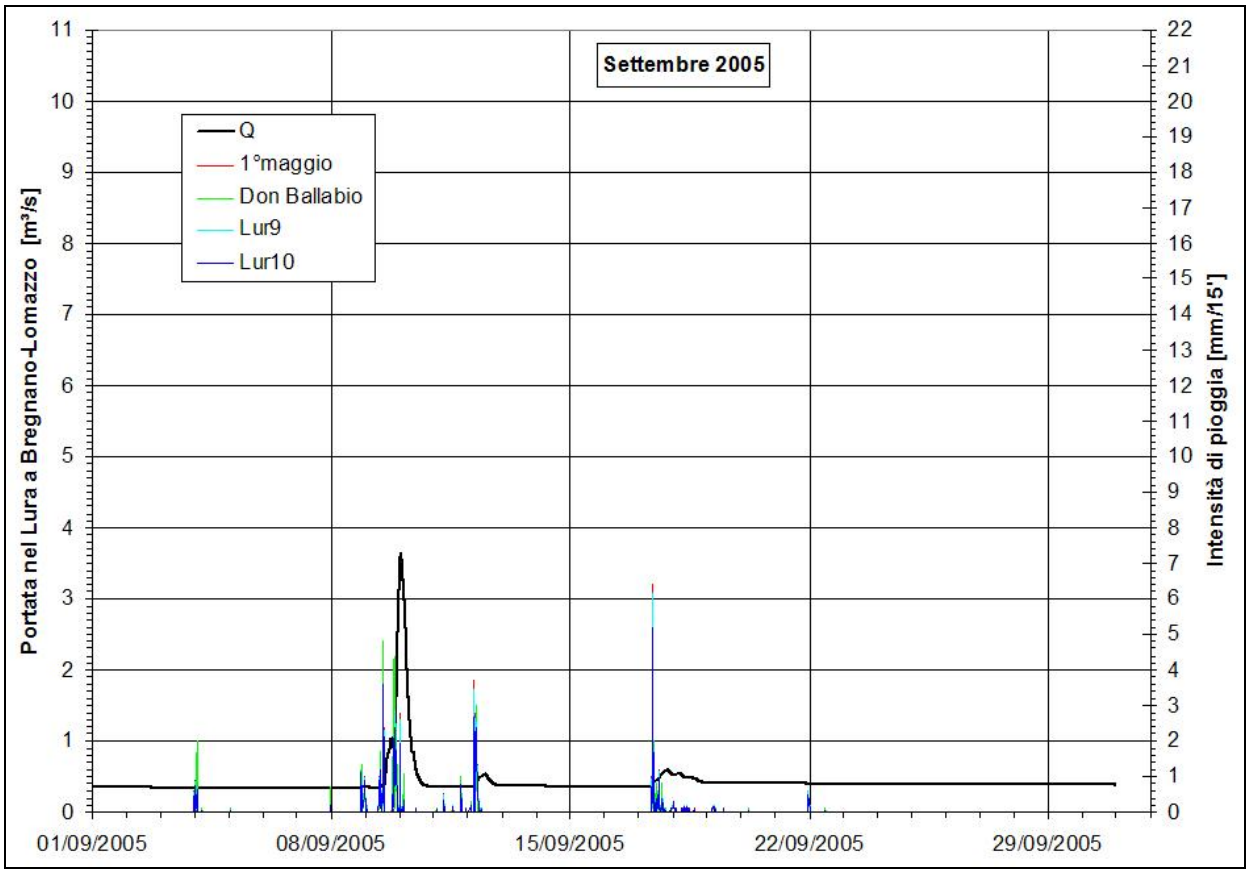


Figura 4.47 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il settembre 2005.

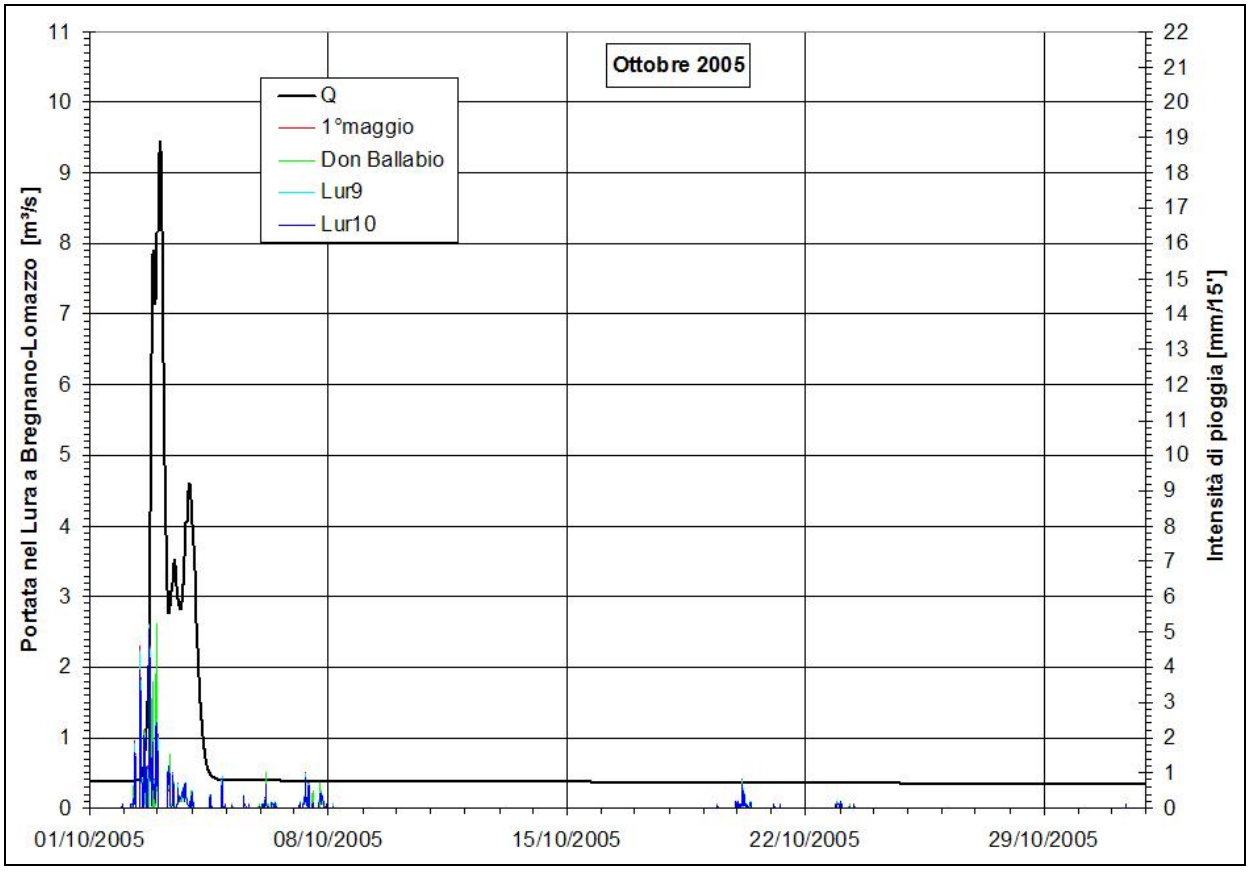


Figura 4.48 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'ottobre 2005.

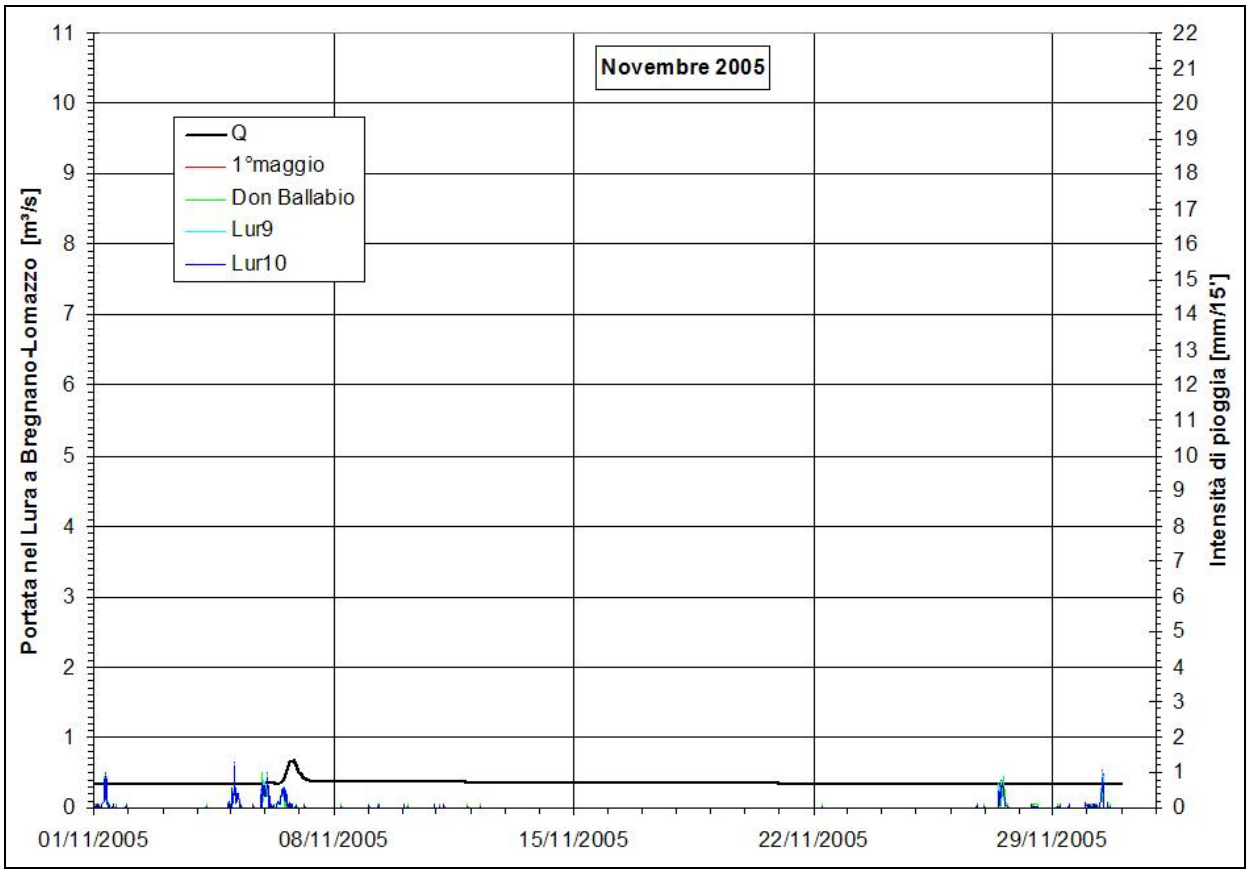


Figura 4.49 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il novembre 2005.

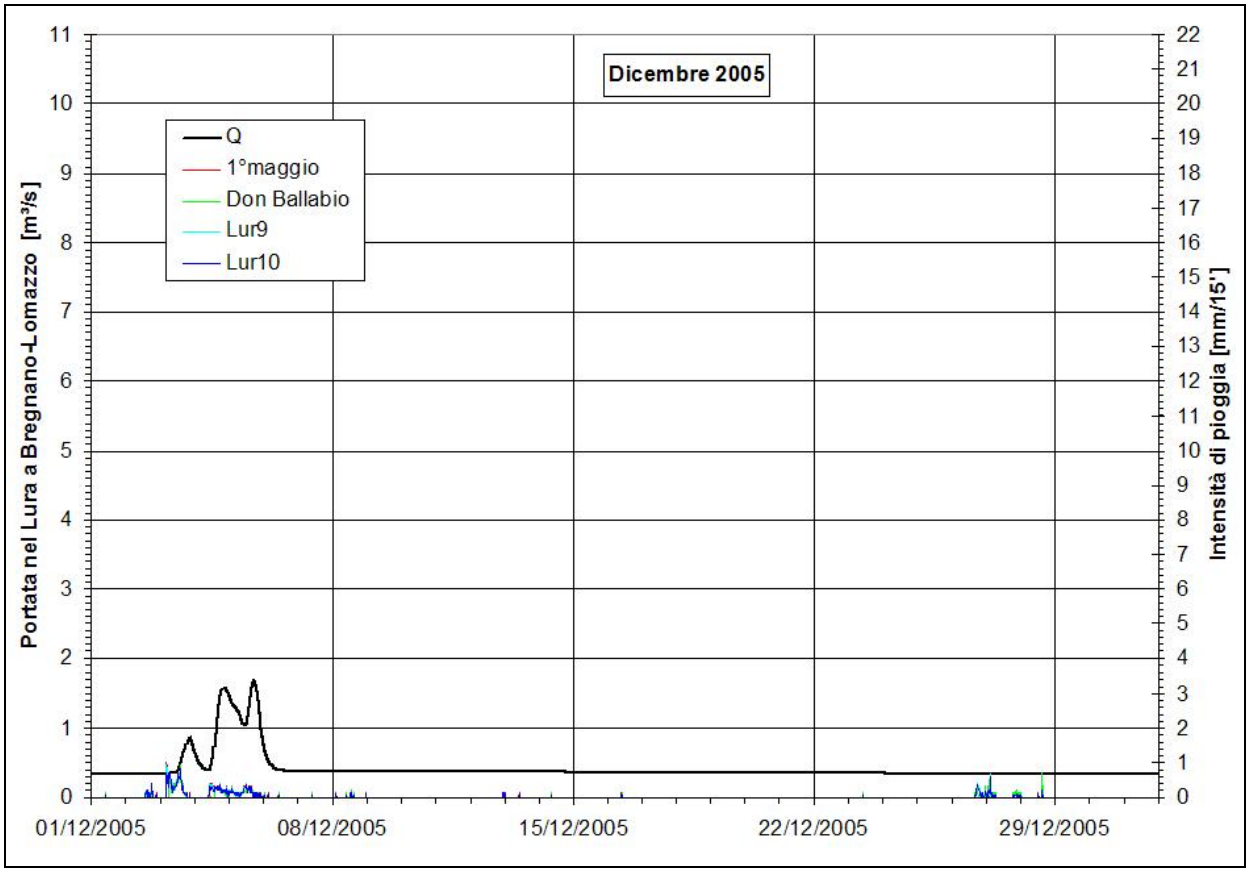


Figura 4.50 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il dicembre 2005.

4.4.2.2 Curve di durata

Una prima elaborazione degli idrogrammi così simulati consiste nelle "curve di durata", che riportano in ascissa il numero di giorni durante i quali la portata è stata uguale o maggiore del corrispondente valore in ordinata. Il regime torrentizio proprio del torrente Lura trova riscontro nel brevissimo intervallo di tempo durante le quali si è superata la portata di 1 m³/s, corrispondenti complessivamente ad appena 10 giorni circa nel 2004 (Figura 4.51) ed 4 giorni circa nel 2005 (Figura 4.52).

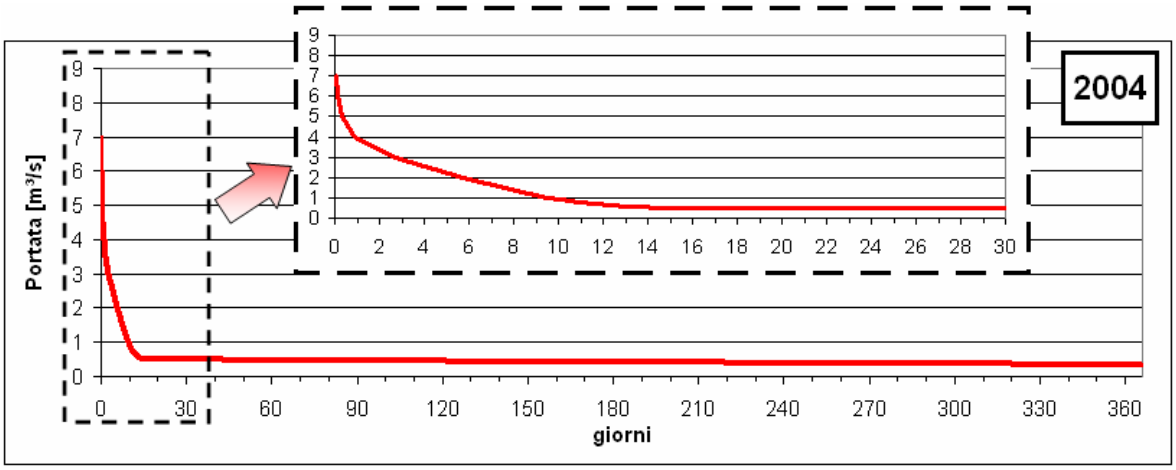


Figura 4.51 – Curva di durata dell'anno 2004.

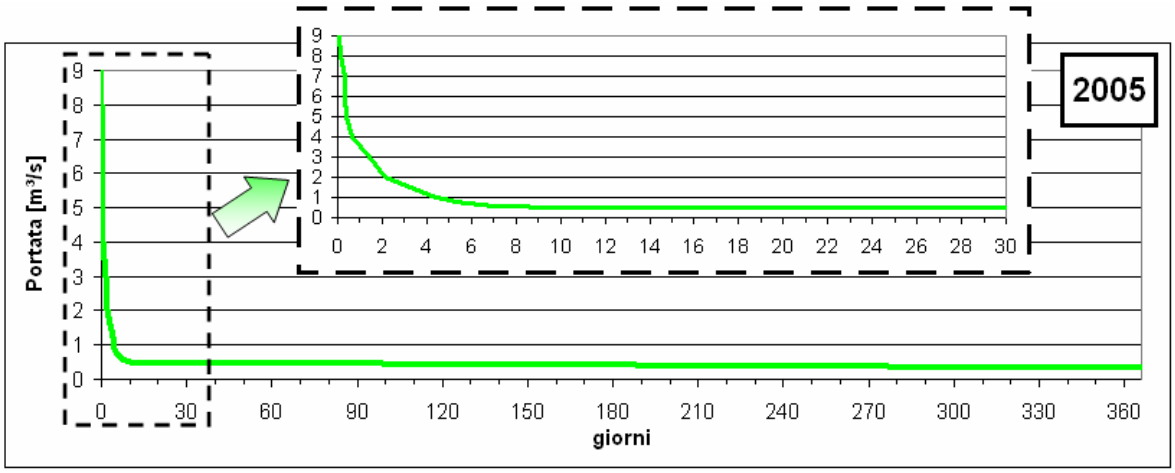


Figura 4.52 – Curva di durata dell'anno 2005.

4.4.3 Analisi probabilistica dei deflussi idrologici

Sulla base della simulazione degli idrogrammi del 2004 e del 2005 è stato possibile sviluppare un'analisi statistica finalizzata a studiare:

- le frequenze di atteso superamento delle portate e dei volumi in occasione degli eventi di basso tempo di ritorno;
- le durate dei periodi di tempo secco.

4.4.3.1 Portate di piena frequenti

A rigore, nei 2 anni considerati non vi sono stati mesi del tutto privi di precipitazioni registrate. Tuttavia sono stati osservati solo 13 mesi in cui la portata massima mensile simulata è risultata maggiore di 1 m/s, ovvero significativamente maggiore (per l'esattezza, 3 volte maggiore) rispetto alla portata di riferimento di tempo secco (330 l/s). Pertanto occorre articolare l'analisi statistica in questione in forma di probabilità censurata inferiormente:

$$P(x) = P(x_0) + [1 - P(x_0)] \cdot P(x \mid x \geq x_0) \tag{4.21}$$

nella quale x_0 è il valore minio di soglia e $P(x_0)$ è semplicemente il rapporto tra il numero di mesi senza eventi sopra soglia, ovvero $P(x \mid x \geq x_0)$, e il numero di mesi totale. Nel caso in oggetto si ha appunto che il valore minimo di

soglia è stato assunto pari a x_0 = 1 $m^{3/s}$, il numero di mesi senza eventi sopra soglia è 11 e il numero di mesi sopra soglia è risultato pari a 24. Pertanto $P(x_0)$ = 11/24. La sintesi dei risultati ottenuti tramite tale analisi statistica, che per inciso ha individuato nella distribuzione di probabilità di tipo LogNormale quella più adatta a interpretare i dati al fine di ottenere la funzione di probabilità $P(x \mid x \geq x_0)$, è riportata in Figura 4.53.

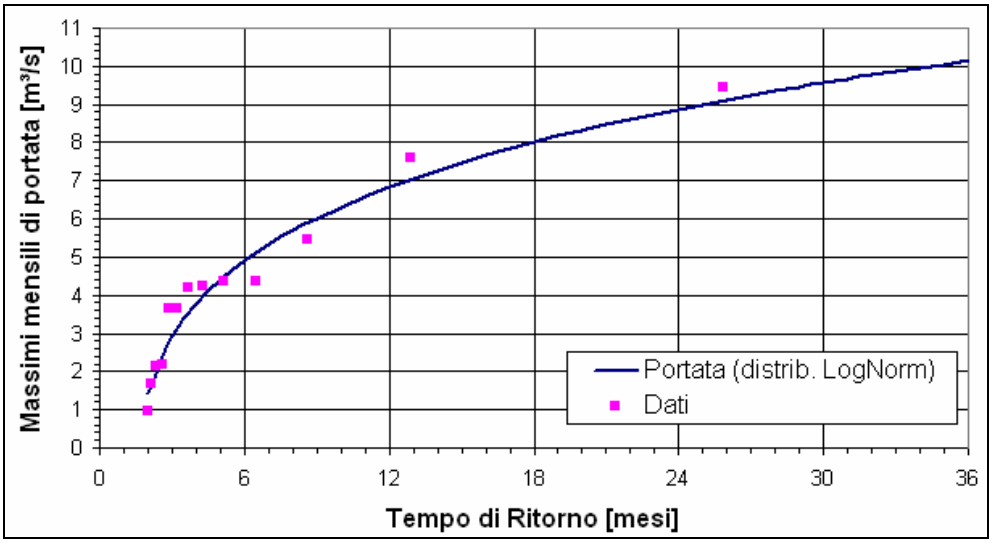


Figura 4.53 – Curva di crescita dei massimi mensili di portata.

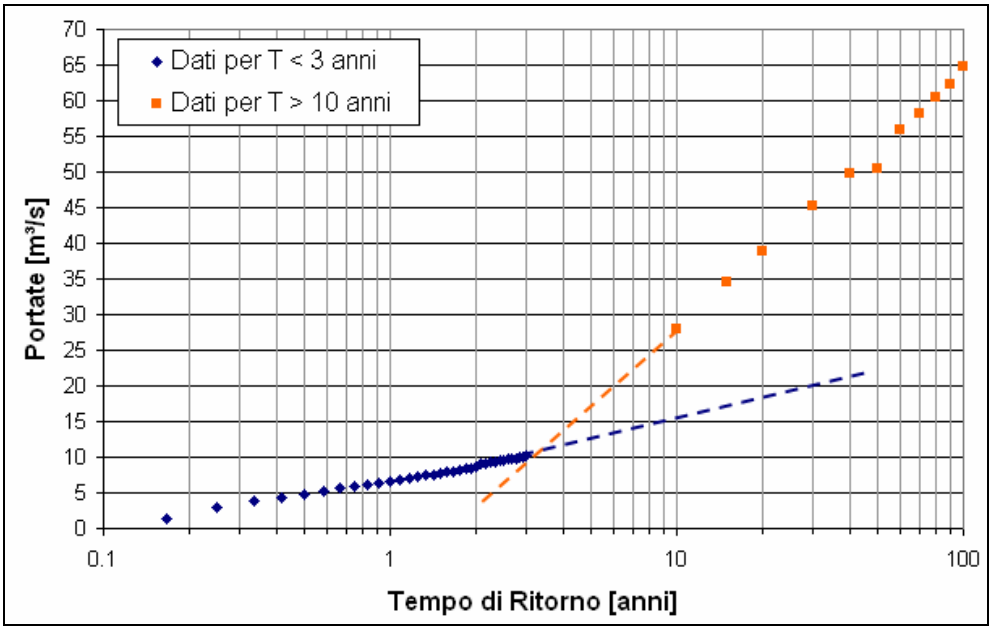


Figura 4.54 – Confronto fra curve di crescita per T < 2 anni e T > 10 anni e loro proiezioni oltre il campo di tempi di ritorno per cui sono state definite.

Tale figura mostra, per tempi di ritorno compresi tra i 2 e i 36 mesi, il valore atteso dei massimi mensili di portata. Si noti che il valore atteso per un tempo di ritorno pari a due anni è prossimo ai 9 m³/s, ben in accordo col dato massimo rilevato negli anni 2004 e 2005 pari a 9.5 m³/s. Si nota inoltre come la detta curva di crescita LogNormale sia ben aderente ai dati ottenuti dalle simulazioni. A questo punto può essere interessante effettuare un confronto tra le portate previste per bassi tempi di ritorno ($T \leq 2$ anni) e le portate previste per tempi di ritorno ($T \geq 10$ anni).
E' molto interessante notare in Figura 4.54 come le due curve non siano allineate tra di loro: verosimilmente questo è dovuto al fatto che la proiezione a lungo termine (curva blu) è fatta basandosi sulla curva di crescita appena ricavata utilizzando piogge reali di basso tempo di ritorno; la proiezione sui bassi tempi di ritorno (curva arancione), è invece ottenuta estrapolando una curva di crescita costruita tramite l'utilizzo di eventi di pioggia di progetto sintetici (di tipo Chicago) con elevato tempo di ritorno. E' quindi logico aspettarsi che, a parità di tempo di ritorno, la curva arancione dia per alti tempi di ritorno un valore molto più alto di portata rispetto alla blu e viceversa.

4.4.3.2 Volumi al di sopra di una soglia prefissata e tempi di superamento

Un'altra analisi statistica è stata condotta sui volumi di superamento al di sopra di prefissati valori di soglia della portata (si veda l'esempio di Figura 4.55). Tale analisi consente di avere utili indicazioni da un lato sulla frequenza di allagamento dei vari comparti dell'invaso di laminazione previsto nell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, dall'altro di stimare la frequenza dei volumi disponibili per il prelievo in regime di morbida da destinare a possibili usi dell'acqua in tempo secco.

Anche in questo caso l'analisi statistica sui valori massimi mensili della variabile considerata (appunto il volume d'invaso al di sopra di una soglia prefissata) è stata in forma di probabilità censurata inferiormente, secondo lo stesso procedimento descritto nel paragrafo precedente, ricercando cioè la distribuzione di probabilità in grado d'interpretare i dati relativi ai mesi in cui tale volume è stato non nullo. In particolare i mesi in cui tale volume è risultato nullo sono stati quelli in cui non si sono verificate portate di entità maggiore del valore di soglia di volta in volta considerato.

La Figura 4.56 riporta i risultati così ottenuti per portate di soglia rispettivamente pari a Q_{soglia} = 1, 2, 3, 4, 5 m³/s.

Un'elaborazione statistica accessoria è stata poi quella tempi di superamento di una soglia prefissata. Anche per questa variabile aleatoria sono stati prese in considerazione gli stessi valori di portata di soglia considerati per i volumi, ottenendo i risultati riportati in Figura 4.57

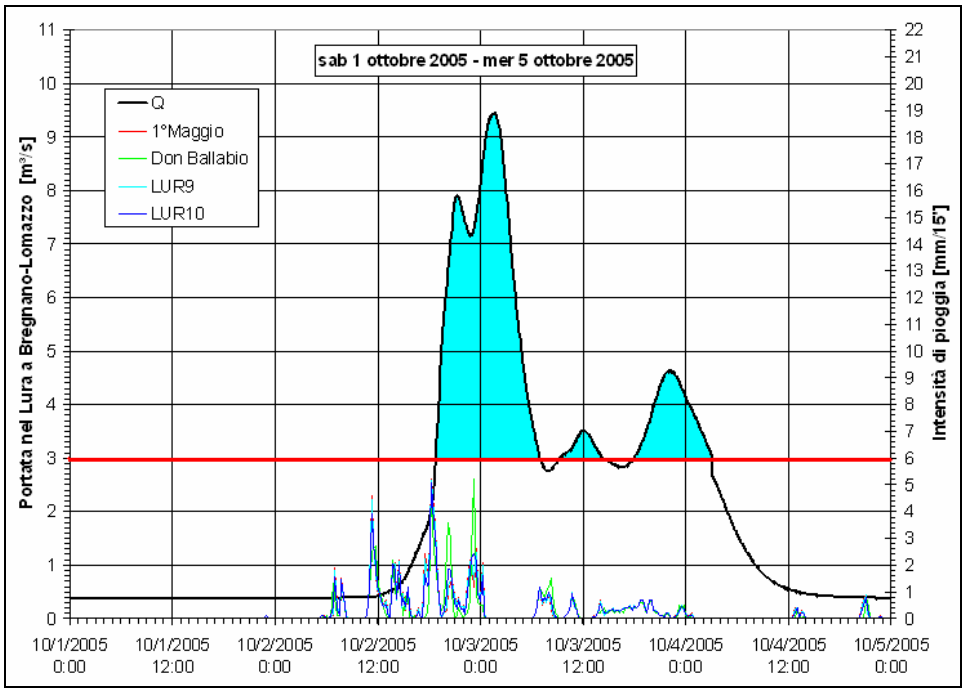


Figura 4.55 – Esempio di calcolo del volume invasato nelle vasche di laminazione di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca con una soglia di attivazione di 3 m³/s.

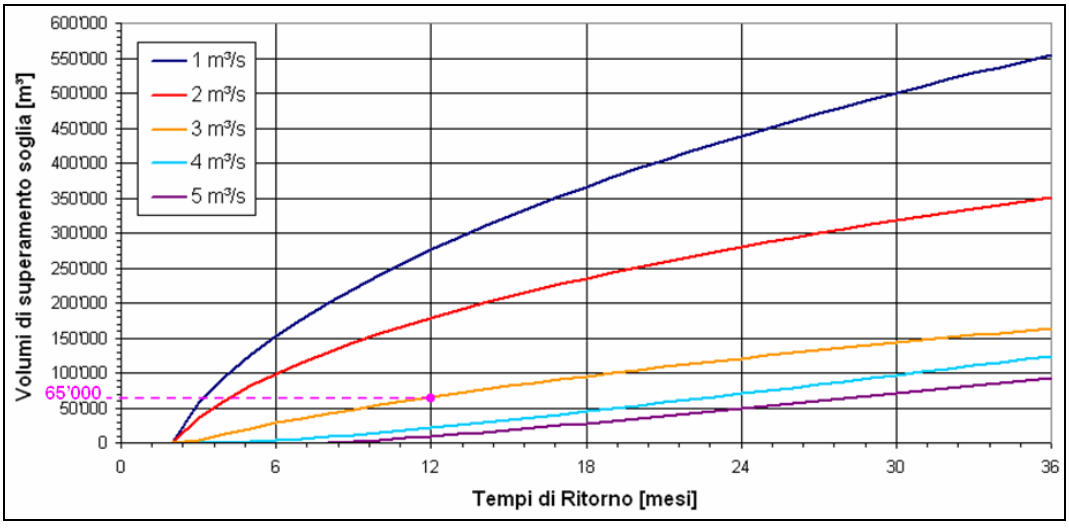


Figura 4.56 – Quadro di riepilogo delle curve di crescita dei volumi di superamento per varie soglie.

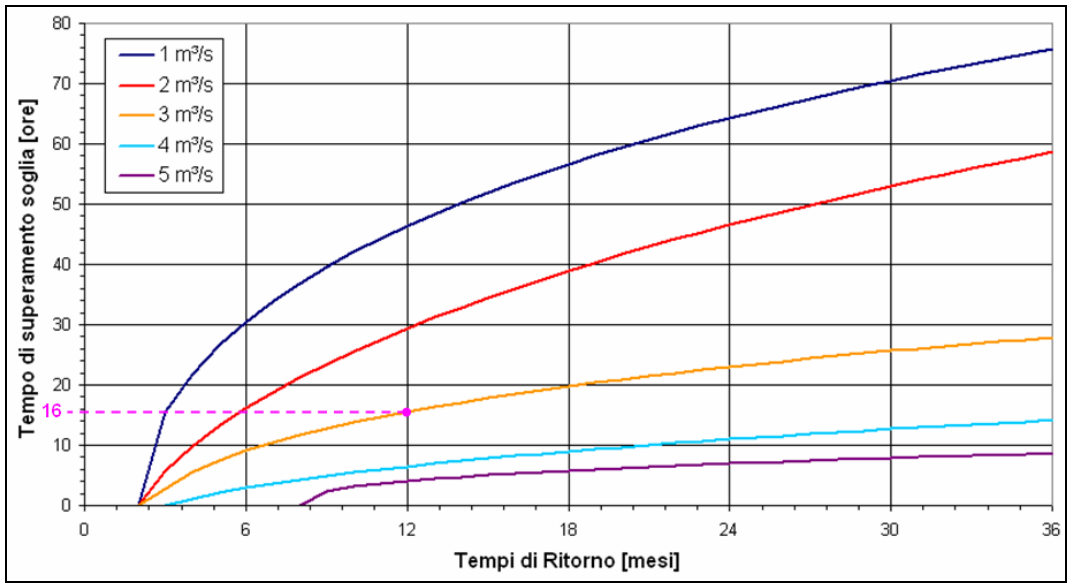


Figura 4.57 – Quadro di riepilogo delle curve di crescita dei tempi di superamento per varie soglie.

4.4.3.3 Intervalli di tempo secco

Da ultimo vengono qui riportati gli andamenti probabilistici riguardo gli intervalli di tempo secco (o *IterEvent Time*, IET). Come valore x_0 di "censura", al di sotto del quale i valori non sono stati presi in considerazione, si è adottata una soglia pari a 14 giorni consecutivi senza alcun superamento da parte della portata in alveo di un valore pari a 500 l/s (quest'ultimo scelto in quanto significativamente maggiore della portata media, pari a 330 l/s). Di conseguenza 7 su 24 valori massimi mensili della durata di tempo secco non sono stati presi in considerazione in quanto inferiori appunto a 14 giorni. Dalle analisi effettuate si sono dunque ottenuti gli andamenti di Figura 4.58, corrispondenti alla distribuzione di probabilità di tipo LogNormale che si è dimostrata essere quella più adatta a interpretare i dati al fine di ottenere la funzione $P(x \mid x \geq x_0)$.

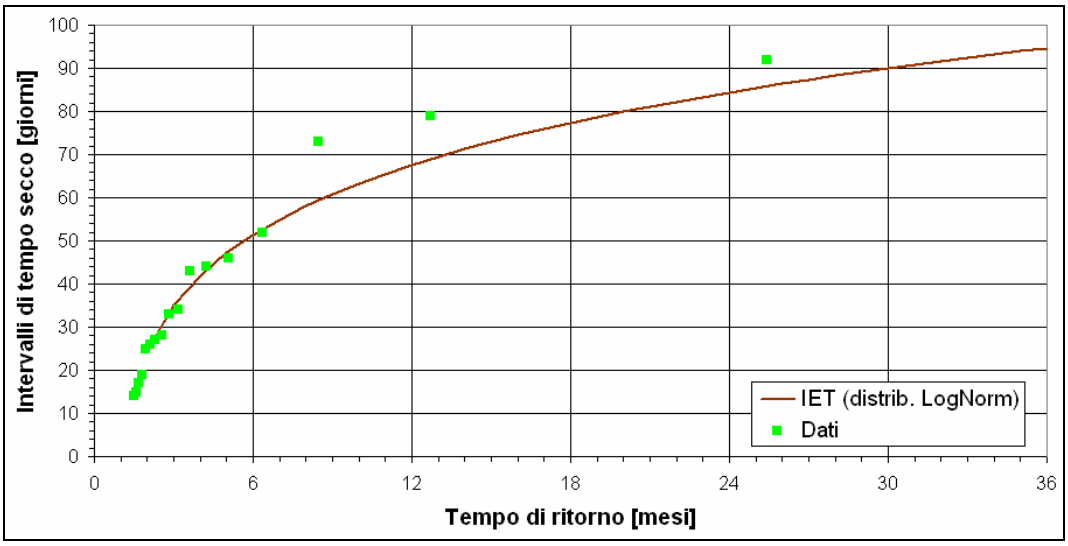


Figura 4.58 – Curva di crescita degli intervalli di tempo secco.

5. MONITORAGGIO NELL'AREA DI BREGNANO-LOMAZZO

E' stato progettato ed installato sul Torrente Lura un sistema di monitoraggio quali-quantitativo di uno degli scolmatori di piena presenti nella zona di Bregnano-Lomazzo e di un tratto di ricettore a valle di esso. Ciò al fine di valutare l'adeguatezza della modellazione numerica della propagazione di soluti alle reali dinamiche degli inquinanti scaricati dei corsi d'acqua in tempo di pioggia dai sistemi di drenaggio urbano.
In Figura 5.1 è mostrata la mappa dell'area di Bregnano-Lomazzo, con evidenziati i tracciati dei collettori comunali e consortili e le posizioni dei 4 scaricatori di piena della rete fognaria dei Comuni limitrofi che si immettono nel Torrente Lura:

- B1, scolmatore fognario del comune di Bregnano in sponda sinistra;
- L1 e L2, scolmatori fognari del comune di Lomazzo in sponda destra;
- C1, scolmatore fognario del comune di Cermenate in sponda sinistra.

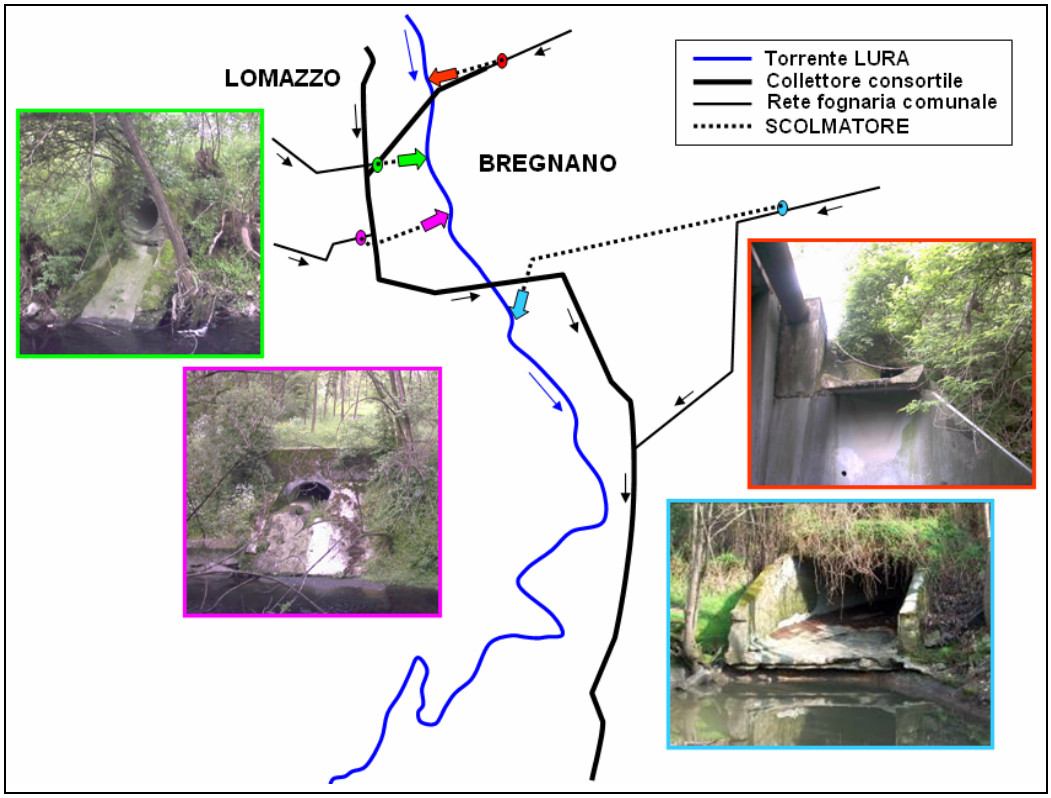


Figura 5.1 – Sistema di collettori (comunali e consortili) della rete fognaria di Bregnano e Lomazzo con localizzazione degli scarichi nel Lura dei 4 scolmatori (B1, L1, L2 e C1).

5.1 STRUMENTAZIONE INSTALLATA

La strumentazione, acquistata da Lura Ambiente SpA, è stata installata sia sul Torrente Lura sia all'interno della rete fognaria di cui si vuole definire l'impatto sul ricettore. In particolare (Figura 5.2), per quanto riguarda il corso d'acqua, si sono installati un idrometro a ultrasuoni e 3 aste idrometriche, mentre è stato posizionato un misuratore di portata a ultrasuoni nello scolmatore C1 che colletta le acque pluviali derivati dal comune di Cermenate e le acque miste di parte del comune di Bregnano.

5.1.1 Idrometro a ultrasuoni e aste idrometriche

L'idrometro a ultrasuoni è stato posizionato in corrispondenza del parapetto del ponte-canale che permette l'attraversamento del Lura da parte del collettore consortile (sez M, Figura 5.3). Il livello è misurato con un ricetrasmettitore ad impulsi ultrasonici tramite la trasmissione di un'onda sonica verso la superficie del fluido e il

rilevamento dell'eco. Sotto al ponte della provinciale e attaccati a due alberi nelle sezioni fluviali sez V.1 (Figura 5.4) e sez V.2, sono state installate come detto 3 aste idrometriche costituite da un supporto di alluminio a cui è fissata una banda metallica millimetrata, che permette la lettura visiva del livello.

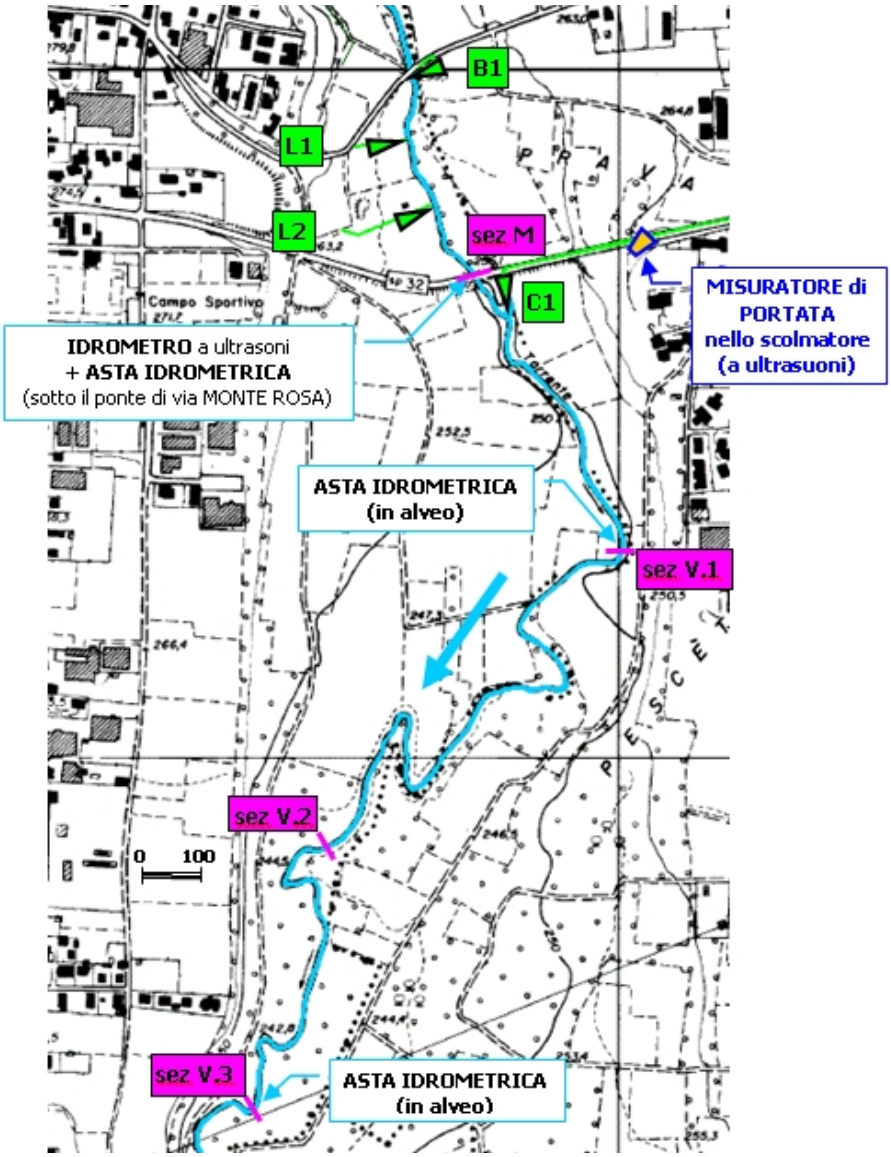


Figura 5.2 – Posizionamento degli STRUMENTI DI MISURA: idrometro a ultrasuoni e asta idrometrica (sotto il ponte canale, sez M), misuratore di portata a ultrasuoni nello scolmatore, asta idrometrica a valle (sez V.1, sez V.3).

Figura 5.3 – Idrometro a ultrasuoni localizzato sotto il ponte canale (sez M).

Figura 5.4 – Asta idrometrica installata nella sez V.1.

5.1.2 Misuratore di portata a ultrasuoni nello scolmatore

Il misuratore di portata FLO-DAR 460 è uno strumento realizzato per misure in canali aperti con una tecnologia “non a contatto”: ciò consente di eliminare i problemi sia di manutenzione sia di accuratezza, tipici di molti misuratori di portata sommersi che operano in condizioni particolari, quali livello molto basso, alta concentrazione di solidi, liquidi caustici o ad alta temperatura, anomala distribuzione dei riflettori di segnale. Nell’unità sensore (Figura 5.5), fissata alla parete con un apposito telaio a tralicci di acciaio, sono alloggiati il misuratore di velocità superficiale del flusso a microonde Radar, ed il misuratore di livello ad ultrasuoni; tale unità può essere sommersa, e dunque si presta anche ad installazioni in pozzetti inondabili. Il sensore radar, installato al di sopra del flusso del canale, crea un fascio di microonde sulla superficie del fluido e misura la velocità superficiale del fluido in movimento determinando lo spostamento delle frequenze tra quella emessa di trasmissione e la frequenza del segnale riflesso dalla superficie. Questa differenza di frequenza fornisce una accurata misura di velocità e direzione del flusso. Il livello è misurato con un ricetrasmettitore ad impulsi ultrasonici tramite la trasmissione di un’onda sonica verso la superficie del fluido, ed il rilevamento dell’eco. Il sensore è in grado di misurare portate in canali di sezione circolare o rettangolare fino a altezze minime del fluido di 5 mm (Figura 5.6). Le specifiche tecniche sono riportate in Tabella 5.1. Il calcolo della portata si basa sull’equazione di continuità $Q = V \cdot A$, dove Q è la portata, V è la velocità media e A è l’area della sezione bagnata. L’area viene calcolata dalla forma nota della sezione in funzione del livello misurato. La velocità media viene dedotta dalla velocità superficiale misurata tramite formule semiempiriche, ricavate dalla posizione delle isotachie all’interno della sezione in funzione del livello (Figura 5.7).

Tabella 5.1 − Caratteristiche tecniche del misuratore di portata FLO-DAR 460.

Grandezza	Metodo di misura	Campo di misura	Precisione	Unità di misura
Velocità Livello Livello di sovraccarico	radar sonar ad impulsi ultrasonici trasduttore di pressione piezo-resistivo	0.2 ÷ 6 m/s 5 ÷ 1500 0 ÷ 3.5	±0.5% (±0.03) ±1% (±5) ±1%	m/s mm m
Portata	equazione di continuità		±0.5%	

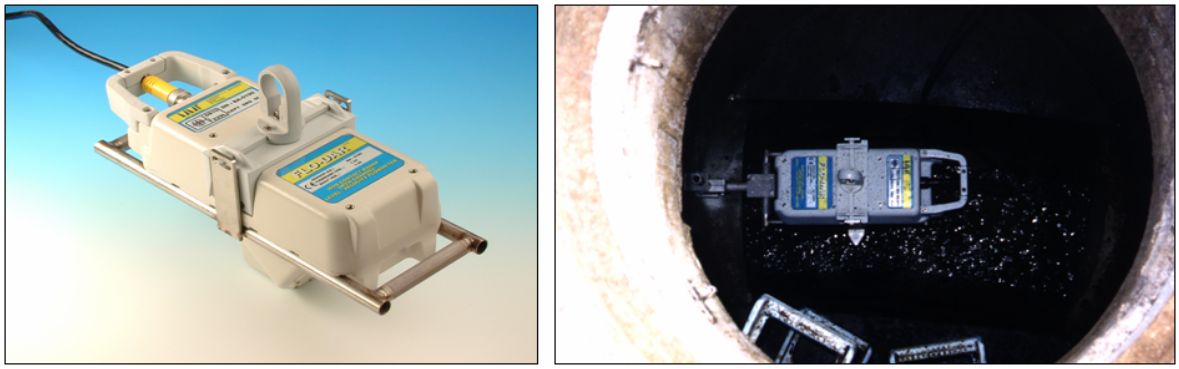


Figura 5.5 − Misuratore di portata FLO-DAR 460 (a destra, installato in pozzetto).

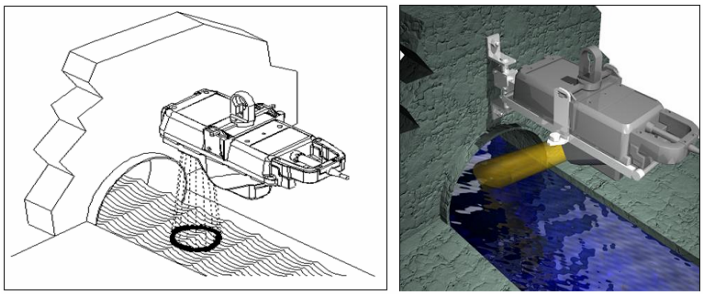


Figura 5.6 − Misuratore di portata FLO-DAR 460: misura del livello con ultrasuoni (a sinistra); misura della velocità superficiale col radar (a destra).

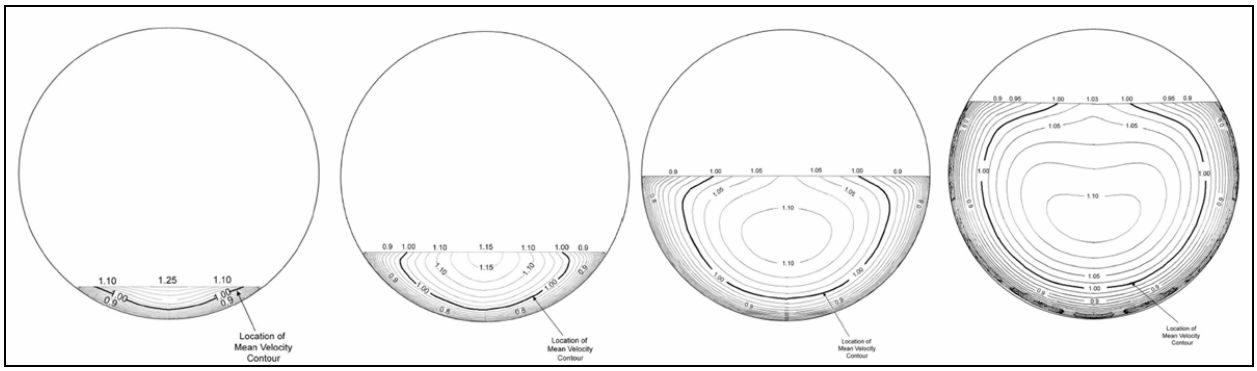


Figura 5.7 − Isotachie della corrente all'interno di una condotta circolare per h/D = 0.10, 0.25, 0.50, 0.75 [*adattata da Marsh-McBirney, Inc., 2005*].

5.2 SEZIONI DI MONITORAGGIO

Sono state individuate 3 potenziali stazioni di monitoraggio in tempo di pioggia dello scolmatore C1 (Figura 5.9):

- **sez M**, localizzata pochi metri a monte dello scarico, permette di conoscere le caratteristiche di base delle acque del Lura; è prevista la stima della portata, tramite l'idrometro a ultrasuoni, e il campionamento chimico-fisico;
- **sez V.1**, localizzata circa 550 m a valle dello scarico, permette di conoscere l'effetto netto dell'immissione delle acque scolmate, una volta che i dati vengano depurati dai valori di base delle acque del Lura (misurati nella sez. M); è prevista la stima della portata, tramite l'asta idrometrica, e il campionamento chimico-fisico;
- **sez V.3**, localizzata circa 2 km a valle dello scarico, permette di conoscere come si propagano gli inquinanti scaricati dallo scolmatore lungo tale tratto del Lura (tra la sez V.1 e la sez V.3); è prevista la stima della portata, tramite l'asta idrometrica, e il campionamento chimico-fisico.

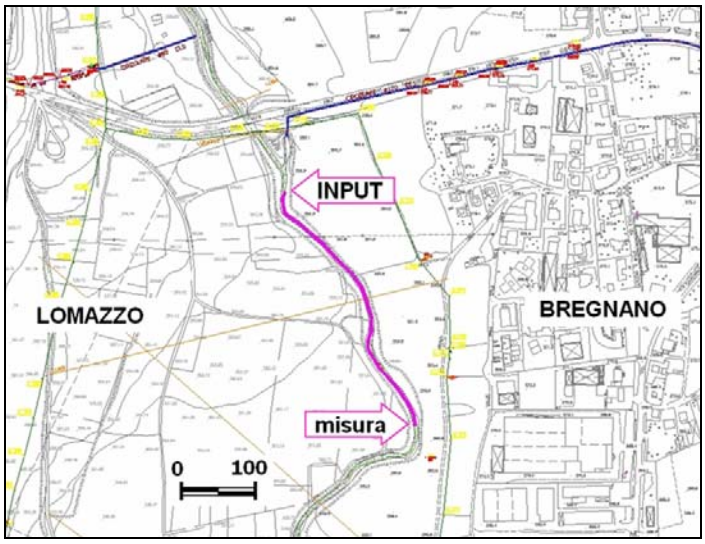


Figura 5.8 – Localizzazione del TRATTO DELLA CAMPAGNA ToT in tempo secco: sezione di immissione della soluzione salina (input) e sezione di misura della conducibilità.

Si è individuata anche un'ulteriore sezione intermedia di campionamento (sez V.2) localizzata a circa 1400 m dallo scarico, per una migliore comprensione del fenomeno di trasporto degli inquinanti. Come detto, è stato progettato ed installato sul Torrente Lura il sistema di monitoraggio quali-quantitativo di uno degli scolmatori di piena presenti nella zona di Bregnano-Lomazzo e di un tratto di ricettore a valle di esso. Ciò al fine di le reali dinamiche degli inquinanti scaricati dei corsi d'acqua in tempo di pioggia dai sistemi di drenaggio urbano. Purtroppo le avverse condizioni meteo, caratterizzate da un limitato numero di eventi di pioggia significativi in momenti non idonei (di notte o nei weekend), non ha permesso l'effettiva raccolta di tali dati.

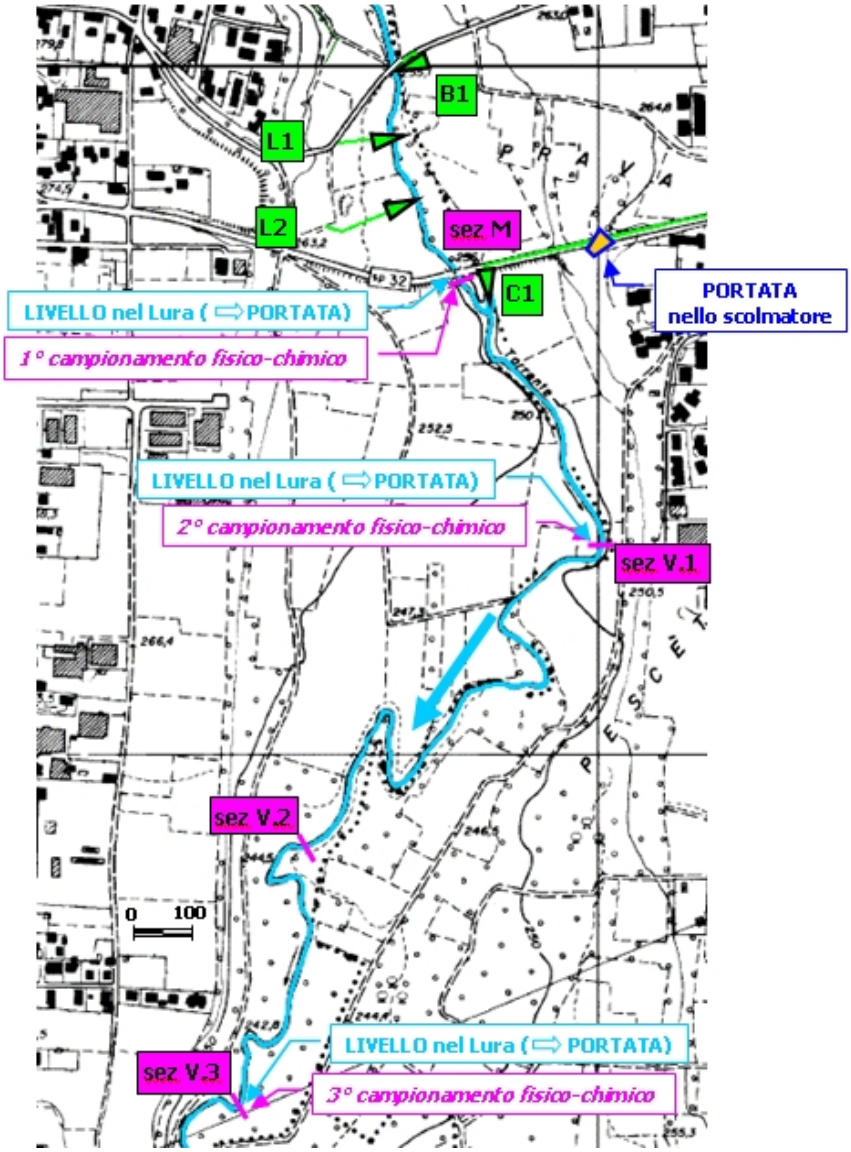


Figura 5.9 – Localizzazione delle SEZIONI DI MONITORAGGIO in tempo di pioggia: misura del livello nel Lura e campionamento fisico-chimico nel Lura a monte dello scarico C1 (sotto il ponte canale - sez M), misura del livello nel Lura e campionamento fisico-chimico nel Lura a valle dello scarico C1 (sez V.1, [*sez V.2*], sez V.3).

5.3 CAMPAGNA SPERIMENTALE DI TOT

E' stata effettuata una campagna sperimentale di raccolta dati di tempo di trasferimento (Time of Travel, o ToT) mediante tracciante salino in tempo secco e in condizioni di moto permanente con un duplice obiettivo:

- per la costruzione della scala delle portate nella sezione del ponte canale (sez M), ovvero per la determinazione della relazione $Q(H)$ che lega il valore della portata Q al del livello idrico in alveo H, misurato rispetto ad un arbitrario zero idrometrico;
- per una migliore comprensione dei complessi fenomeni che caratterizzano la dinamica degli inquinanti nei ricettori (advezione, dispersione, accumulo temporaneo nelle zone morte, …).

La registrazione delle onde di conducibilità nel tempo, che costituiscono il risultato di una misura di ToT, consente infatti sia di calcolare la portata convogliata in alveo con un sistema semplice e relativamente economico (in termini tanto di tempo quanto monetari) ai fini della valutazione delle scale delle portate, sia di misurare i coefficienti di dispersione longitudinale, stimando le velocità medie e i coefficienti di scabrezza del tratto d'alveo considerato. Tale campagna sperimentale di ToT è dunque l'indispensabile base di partenza per un'affidabile taratura non solo dei modelli di qualità ma degli stessi modelli idrodinamici. In particolare le misure sono state condotte su un tratto del Torrente Lura, localizzato poco a valle del ponte canale, di lunghezza pari a Δx = 350 m e compreso tra la sezione di input e quella di misura (Figura 5.8).

5.3.1 Modalità operative

Ogni misura di ToT consiste nell'immissione puntuale e istantanea in una sezione a monte di una massa nota di una sostanza conservativa e non coesiva che provoca una perturbazione nella conducibilità di base del corso d'acqua misurabile in una sezione a valle. Il cloruro di sodio (NaCl) è il tracciante più utilizzato, per l'economicità del tracciante stesso (comune sale fino da cucina) e perché le misure possono essere effettuate 'in tempo reale', senza che siano necessarie successive (lunghe e costose) analisi di laboratorio di campioni d'acqua. È importante sottolineare che la massa immessa deve essere sufficientemente piccola (o diluita in un volume d'acqua sufficientemente grande) da non portare alla sovrasaturazione della soluzione, per evitare fenomeni di sedimentazione: in Tabella 5.2 si riportano valori di densità di soluzioni di NaCl in acqua a diverse concentrazioni.

Tabella 5.2 − Densità di una soluzione di cloruro di sodio in acqua a 15°C.

Concentrazione [g/l]	10	100	200	365.5
Densità [kg/dm^3]	1.0071	1.0744	1.1525	1.2024

Condizione imprescindibile per l'applicabilità del metodo è che nel tratto considerato la portata si possa ragionevolmente ritenere costante, ovvero non vi siano né immissioni né derivazioni d'acqua che ne alterino l'entità in modo significativo. A partire dall'istante in cui si effettua l'immissione nella sezione di monte, si rileva con un conducimetro in una sezione più a valle l'andamento nel tempo della conducibilità elettrolitica dell'acqua, ottenendo una curva a campana $\chi(t)$ discretizzata con un passo temporale Δt prefissato, pari all'intervallo di tempo intercorrente tra due letture successive della conducibilità misurata. La registrazione dei dati può essere effettuata manualmente, con Δt (5-10-30 secondi nelle misure raccolte per questo studio) fissato secondo la velocità dell'operatore e dell'evoluzione del fenomeno, oppure in modo automatico dallo strumento tramite un datalogger, con già preimpostati i possibili valori del passo di campionamento, che deve essere scelto in modo da garantire una discretizzazione sufficientemente fitta da non perdere parte dell'informazione.

E' bene inoltre sottolineare che sia l'input che la misura devono essere effettuate all'interno del cosiddetto *main channel*, ovvero la parte di sezione a flusso attivo. Se ciò non accade vengono a cadere le ipotesi del metodo, in particolare quella di immissione istantanea: se la massa viene sversata in una zona di ristagno allora non è vero che parta tutta insieme all'istante t = 0, ma in realtà si accumula nella sezione iniziale e viene rilasciata gradualmente inficiando qualsiasi possibilità di elaborazione e/o modellazione successiva.

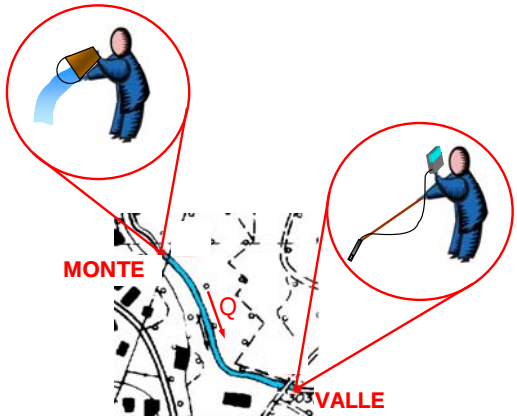


Figura 5.10 − Schema operativo di una misura di Time of Travel (ToT): immissione nella sezione di monte e misura di conducibilità nella sezione di valle.

Figura 5.11 − Foto della fase di immissione del tracciante nella sezione a monte (a sinistra); foto della registrazione manuale dei dati di conducibilità nella sezione a valle (a destra).

Figura 5.12 − Foto della fase di preparazione della soluzione salina (a sinistra) e di immissione del tracciante nella sezione a monte (a destra) nell'area di Bregnano-Lomazzo.

Figura 5.13 − Esempi di posizionamento delle sonde di conducibilità mediante asta telescopica sulla riva (a sinistra) o da un ponte (a destra).

Il posizionamento delle sonde di conducibilità risulta comunque vincolato dalla diversa lunghezza dei cavi e dai bassi tiranti idrici, che possono rendere molto difficoltoso immergere le sonde sufficientemente in profondità per garantire misure non influenzate da ciò che viene trasportato sulla superficie dell'acqua (foglie, frammenti di alghe, ecc.).

5.3.2 Strumenti di misura

Per l'esecuzione delle misure sperimentali è stati utilizzato uno strumento per la misurazione in continuo sia della conducibilità elettrolitica in [μS/cm] sia della temperatura in [°C]:

- un conducimetro digitale da campo *Cond340i*, della WTW Italia, strumento con datalogger da 800 celle di memoria, dotato di cavo da 10 m e sonda TetraCon 325 con elettrodi in grafite (Figura 5.14), le cui caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 5.3;

- una sonda multiparametrica da campo *TROLL 9500*, della In-Situ Inc., nella versione Professional XP con sensori di Temperatura, Profondità (Pressione), Conducibilità/Salinità, pH, Potenziale Redox, Ossigeno Disciolto e Torbidità (Figura 5.15), le cui caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 5.3.

Figura 5.14 − Conducimetro Cond340i utilizzato nelle misure di Time of Travel (ToT) sul Torrente Lura.

Figura 5.15 − Sonda multiparametrica TROLL 9500 utilizzato nelle misure di Time of Travel (ToT) sul Torrente Lura.

Entrambi i conducimetri consentono inoltre di ottenere i valori di conducibilità automaticamente compensati al variare della temperatura rispetto al valore di riferimento impostato (T_{REF} = 20° o 25°C) secondo la seguente funzione non lineare:

$$\chi_{tot,REF} = \frac{\chi_{tot,T} - \chi_{H_2O,T}}{\sum C_i \cdot (T - T_{REF})^i} + \chi_{H_2O,REF} \qquad (5.1)$$

dove T temperatura a cui si effettua la misura,
T_{REF} temperatura di riferimento (20°C o 25°C),
$\chi_{tot,REF}$ conducibilità totale dell'acqua e dei solidi sospesi e disciolti a T_{REF},
$\chi_{tot,T}$ conducibilità totale dell'acqua e dei solidi sospesi e disciolti misurata a T,
$\chi_{H_2O,REF}$ conducibilità dell'acqua a T_{REF} ($\chi_{H_2O,20°}$ =0.0414 µS/cm; $\chi_{H_2O,25°}$ =0.0546 µS/cm),
$\chi_{H_2O,T}$ conducibilità dell'acqua alla temperatura T,
C_i i-esimo coefficiente
(C_0 = 1, C_1 = 2.92·10^{-6}, C_2 = 6.21·10^{-8}, C_3 = 5.13·10^{-10}, C_4 = -2.186·10^{-12})

Tabella 5.3 − Caratteristiche tecniche per la misura di conducibilità e di temperatura del conducimetro Cond340i [WTW Italia].

Grandezza	Campo di misura	Risoluzione	Accuratezza	Unità di misura
Conducibilità	0 ÷ 1999	1	±2	µS/cm
	0.00 ÷ 19.99	0.01	±0.02	mS/cm
	0.0 ÷ 199.0	0.1	±0.2	mS/cm
	0 ÷ 500	1	±2	mS/cm
Temperatura	-5° ÷ 105°	0.1	±0.5	°C

Tabella 5.4 – Caratteristiche tecniche per la misura dei diversi parametri della sonda multiparametrica TROLL 9500 [In-Situ Inc.].

Versioni	Applicazioni		# Sensori	Sensori "XP"	4MB memoria
Profiler	Profiling, Telemetria		4	no	no
Profiler XP	Profiling, Telemetria		4	si	no
Professional	Campagne di misura e install. semipermanenti		4	no	si
Professional XP	Campagne di misura e install. semipermanenti		4	si	si
LTS	Campagne di misura e install. semipermanenti		1	no	si
Generale					
Dimensioni	Diametro 4,7 cm e lunghezza 57,7 cm (se presente RDO diametro 8,9 cm)				
Peso	1,9 kg				
Materiali in acqua	PVC, acciaio inossidabile 316L, Acetato, Viton®, nylon, poliuretano (cavi)				
Massima pressione	Dipende dai sensori montati, senza può resistere fino a 2500 psi (1200 m)				
Output	SDI-12 (utilizzo di adattatore opzionale)				
Batteria interna	Due batterie tipo D, alcaline o al litio, facilmente sostituibili (se presente RDO utilizzare solo batterie al litio o alimentazione esterna)				
Sensori Standard	**Accuratezza**	**Range**	**Profondità**	**Tempo di risposta**	**Metodologia**
Pressione Barometrica	± 0.3% FS	0 - 16.5 psia	massima	<30 sec per 30mt cavo	
Temperatura	± 0.1 °C	-5°C + 50°C	massima	<30 sec	EPA 170.1
Livello	± 0.05% FS	15 psi	11 mt	immediata se equilibrio termico	
Profondità, Pressione		30 psi	21 mt		
		100 psi	70 mt		
		300 psi	210 mt		
pH	± 0.1 pH units	0 - 12 pH units	246 mt	<15 sec, pH 7 to 4	Std.Mthds. 4500-H+, EPA 150.2
Redox	± 4.0 mV	± 1400 mV	246 mt	<15 sec	Std.Mthd ds. 2580
Ossigeno Disciolto					
RDO	± 0.1 mg/L	0 - 10 mg/L	massima	02 crescente, 16 sec	ASTM #D888-05 Method C
	± 0.2 mg/L	10 - 20 mg/L		02 decrescente, 45 sec	ASTM #D888-05 Method C
Clark	± 0.2 mg/L	0 - 20 mg/L	246 mt	1-mil memb: 1-2 min @25°C	Std.Mthds. 4500-O G, EPA 360.1
		0-200% saturazione		2-mil memb: 90 sec-3 min	
Conducibilità					
Low	± 5% o 2µS/cm 5-20.000 2µS/cm		massima	istantanea	Std.Mthds. 2510, EPA 120.1
High	± 5% o 2µS/cm 150-112.000 2µS/cm		massima	istantanea	Std.Mthds. 2510, EPA 120.1
Sensori Extended Parameters (XP)					
Torbidità	± 5% o 2NTU		105 mt	istantanea	ISO 7027
Nitrati (NO3-)	± 10%	0.14 - 14000 ppm N	14 mt		Std.Mthds. 4500-NO3 D
Ammoniaca (NH4+)	± 10%	0.14 - 14000 ppm N	14 mt		Std.Mthds. 4500-NH3 D, EPA 350.3
Cloruri (Cl-)	± 15%	0.35 - 35500 ppm Cl	70 mt		
Datalogging					
Acquisizioni	fino a 16 aquisizioni diverse in modalità: Lineare, Media Lineare, su Evento				
Memoria	4MB (1.000.000 di letture)				
SDI-12	Opzione con adattatore SDI-12				

5.3.3 Procedura di elaborazione dei dati

I dati raccolti vanno depurati dal rumore di fondo, cioè dalla conducibilità di base dell'acqua, per poter studiare l'effetto netto della sola massa immessa durante l'esperimento. Questa operazione è stata effettuata sottraendo ad ogni campana di conducibilità una retta, ottenuta dalla regressione lineare dei dati precedenti e successivi l'arrivo dell'onda di conduttività dovuta al tracciante, che definiscono la linea di tendenza costante, crescente o decrescente del valore del fondo (Figura 5.17). Solo a questo punto la campana di conducibilità $\chi(t)$ può essere trasformata in un'onda di concentrazione, attraverso la relazione lineare $C(t) = C_0 + a \cdot \chi(t)$ definita durante la taratura dello strumento effettuata in laboratorio in condizioni standard: tale calibrazione è stata effettuata in laboratorio, immergendo la sonda in una soluzione di acqua distillata e sale (NaCl) a concentrazione C nota in [mg/l] e leggendo il corrispondente valore di conducibilità χ [µS/cm] misurato dallo strumento. Diagrammando i punti così ottenuti si nota come l'andamento sia quasi perfettamente lineare, perciò la retta di regressione lineare (Figura 5.16) viene assunta come funzione di trasformazione della conducibilità in concentrazione:

$$C(t) = 0.546 + 0.494 \cdot \chi(t) \tag{5.2}$$

5.3.3.1 Calcolo della portata transitante in alveo

Le onde di concentrazione nel tempo così ottenute sono utilizzabili innanzi tutto per il calcolo della portata transitante in alveo al momento della misura sperimentale. La massa totale M di tracciante immessa, infatti, è legata alla portata Q e alla concentrazione C, per definizione, secondo la formula:

$$M = \int Q(t) \cdot C(t) \cdot dt \tag{5.3}$$

Nell'ipotesi di portata costante è possibile portare il termine $Q(t) = Q$ fuori dall'integrale e invertire la formula, ottenendo l'espressione cercata. Inoltre, poiché le concentrazioni sono misurate con un passo temporale Δt, il termine al denominatore che rappresenta l'area sottesa dalla curva a campana viene calcolato trasformando l'integrale in una sommatoria, con il cosiddetto metodo dei trapezi:

$$Q = \frac{M}{\int C(t) \cdot dt} = \frac{M}{\sum_{i=0}^{n} \left[\frac{C_i + C_{i+1}}{2} \cdot \Delta t \right]} \tag{5.4}$$

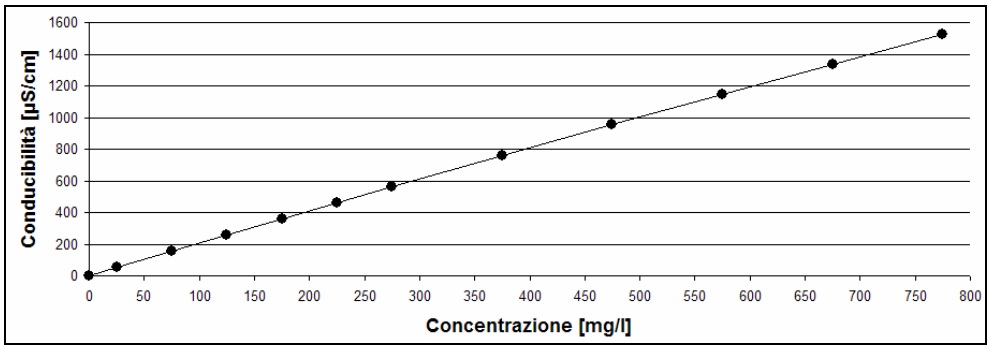


Figura 5.16 − Relazione lineare di taratura ottenuta in laboratorio in condizioni standard.

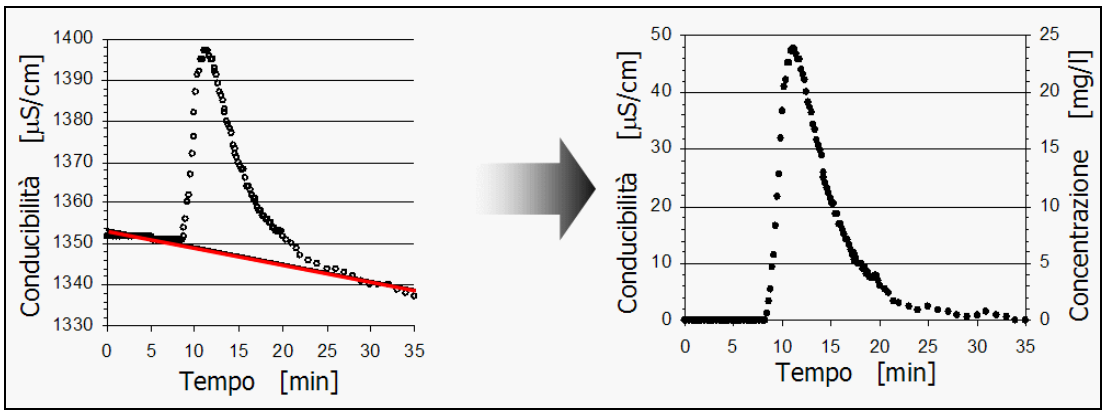


Figura 5.17 − Esempio di depurazione dei dati di conducibilità dal rumore di fondo e trasformazione delle conducibilità nette in concentrazioni (valori sull'asse secondario) tramite la relazione di taratura.

5.4 DATI RACCOLTI

5.4.1 Misure di portata con il ToT

In Figura 5.18, Figura 5.19 e Figura 5.20 si mostrano gli andamenti nel tempo delle concentrazioni registrate nella sezione di misura per un'immissione di massa M. Per ogni giornata di campagna sperimentale sono state effettuate più immissioni ripetute al fine di verificare se le ipotesi del metodo fossero soddisfatte. Come si può vedere la concentrazione di base del Lura non è mai rimasta costante durante l'intera durata delle prove, ma il suo andamento è stato ricostruito ed è stato sottratto al valore totale misurato, in modo da considerare nelle elaborazioni successive solo l'effetto netto dovuto alla massa immessa. Nella legenda si leggono i corrispondenti valori di portata, ricavata da ciascuna curva: il confronto tra tali curve (Figura 5.21), riscalate a massa unitaria, ha permesso di individuare i dati più affidabili, che sono stati poi utilizzati per la costruzione della scala delle portate della sezione in corrispondenza del ponte canale (dove è installato l'idrometro a ultrasuoni).

Tabella 5.5 − Dati principali delle 9 curve sperimentali di ToT sul Torrente Lura.

ID	Data [gg/mm/aaaa]	Δ*x* [m]	Massa *M* [kg]	Δ*t* [s]	Portata *Q* [l/s]	Note
BrLom.01	07/06/2007	350	6	5	450	
BrLom.02	*07/06/2007*	*350*	*3*	*5*	*?*	*Portata variabile durante la misura*
BrLom.03	*10/12/2007*	*350*	*6*	*5*	*?*	*Conducibilità di base variabile durante la misura*
BrLom.04	*10/12/2007*	*350*	*6*	*5*	*?*	*Conducibilità di base variabile durante la misura*
BrLom.05	10/12/2007	350	6	5	300	
BrLom.06	18/01/2008	350	6	10	1280	
BrLom.07	*18/01/2008*	*350*	*6*	*10*	*?*	*Conducibilità di base variabile durante la misura*
BrLom.08	18/01/2008	350	6	10	1230	
BrLom.09	18/01/2008	350	8	10	1270	

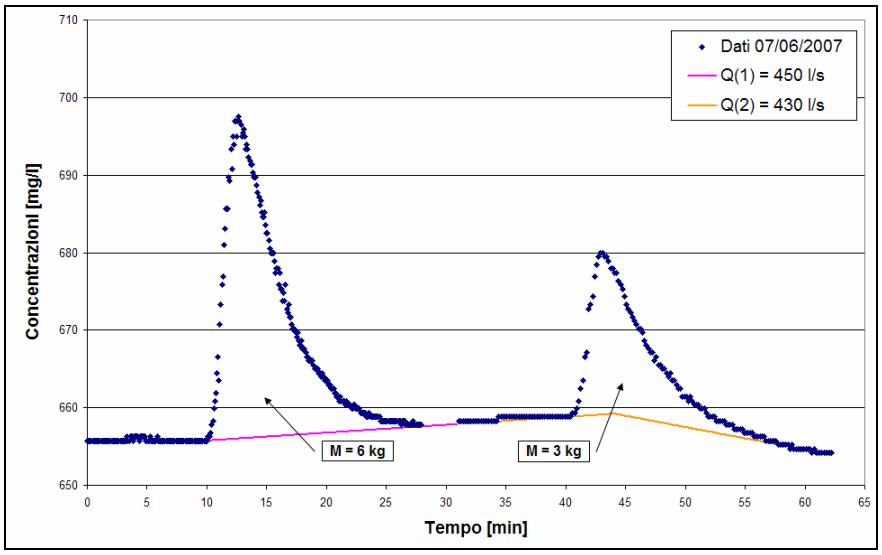


Figura 5.18 − Concentrazioni dedotte dalle conducibilità misurate sul tratto di Lura a Bregnano-Lomazzo: dati del 07/06/2007.

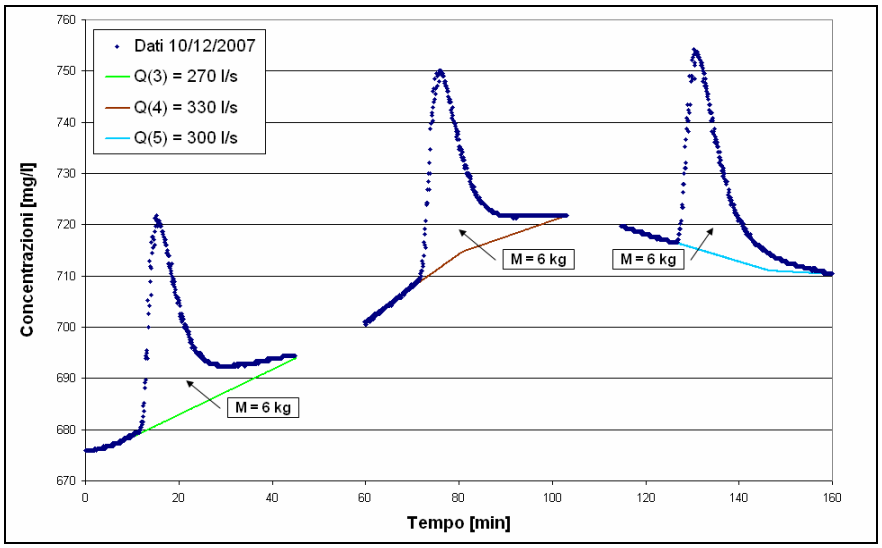


Figura 5.19 − Concentrazioni dedotte dalle conducibilità misurate sul tratto di Lura a Bregnano-Lomazzo: dati del 10/12/2007

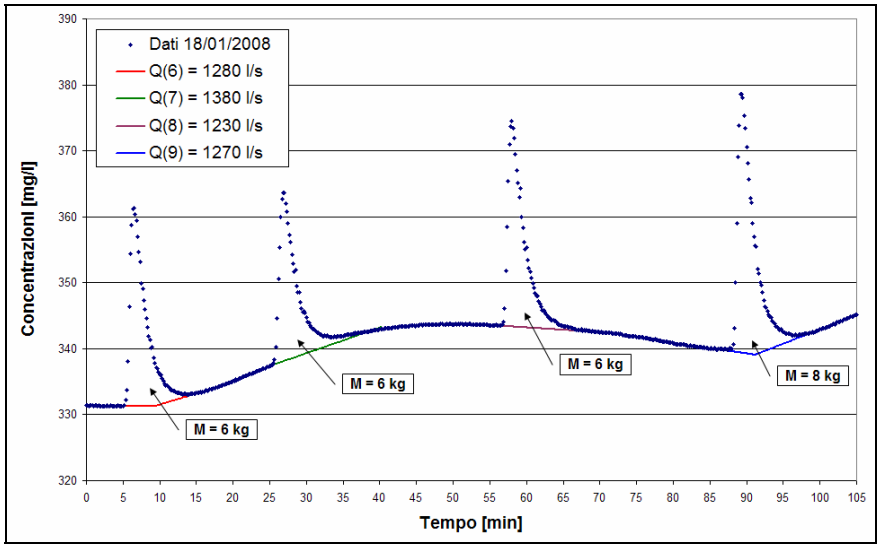


Figura 5.20 − Concentrazioni dedotte dalle conducibilità misurate sul tratto di Lura a Bregnano-Lomazzo: dati del 18/01/2008.

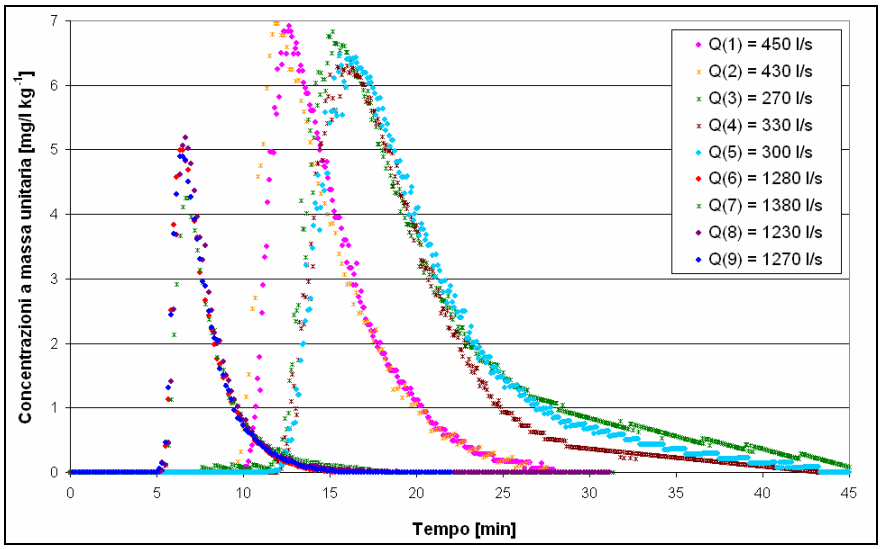


Figura 5.21 − Confronto a massa unitaria delle concentrazioni depurate dalle concentrazioni di fondo: i pallini pieni indicano dati affidabili, le crocette indicano dati scartati.

Come si evince dalla Tabella 5.5 e dalla Figura 5.21, è stato possibile considerare affidabili soltanto quattro misure su 9 complessivamente effettuate. Ciò a causa di portata e/o conducibilità di base del Lura variabile durante la prova, in contrasto con le condizioni di applicabilità del metodo. E' bene notare, però, che è stato possibile analizzare almeno una misura per giornata di campagna sperimentale e quindi si sono calcolati 3 diversi valori di portata.

5.4.2 Livelli all'idrometro sul Lura e livelli nello scolmatore fognario C1

Si riportano nel seguito i livelli registrati dall'Aprile 2006 al Dicembre 2007 contemporaneamente nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1). Si noti la contemporaneità dei picchi di piena nel corso d'acqua e nella rete fognaria, evidenziato dall'attivazione dello scolmatore (da Figura 5.22 a Figura 5.28).

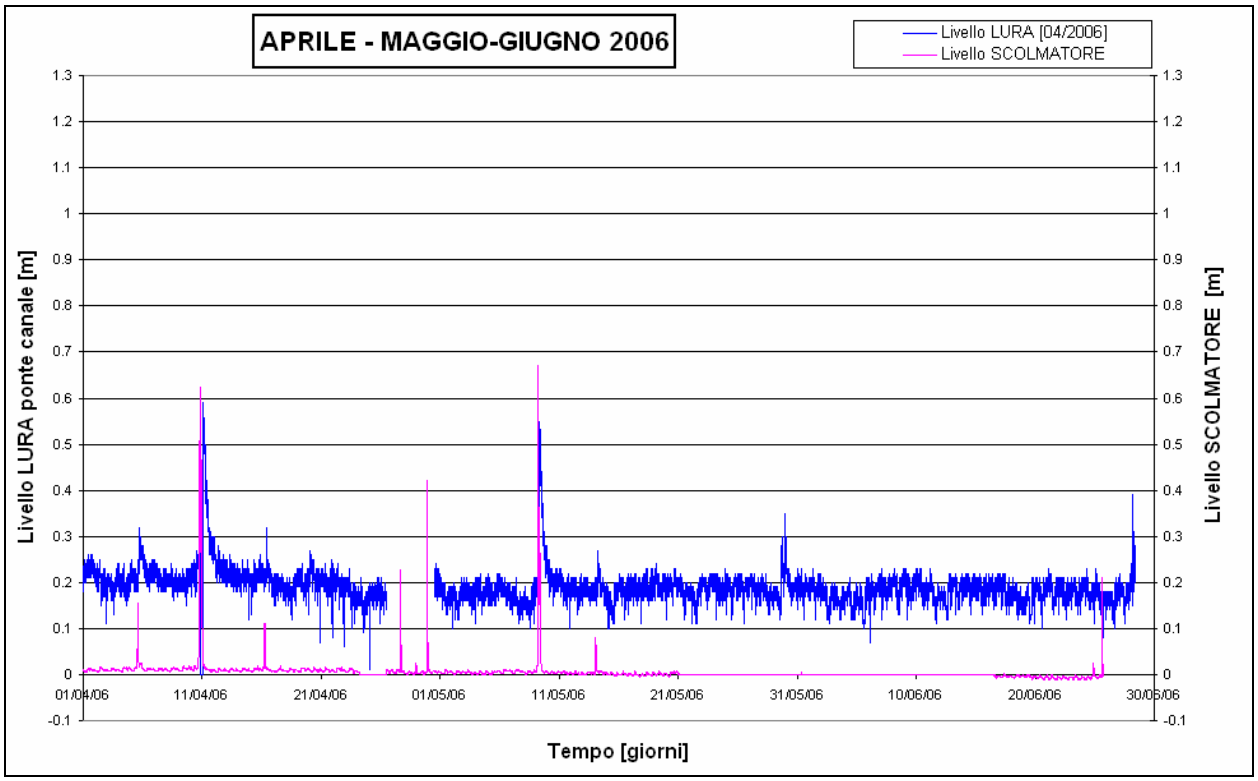


Figura 5.22 − Aprile Maggio Giugno 2006: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

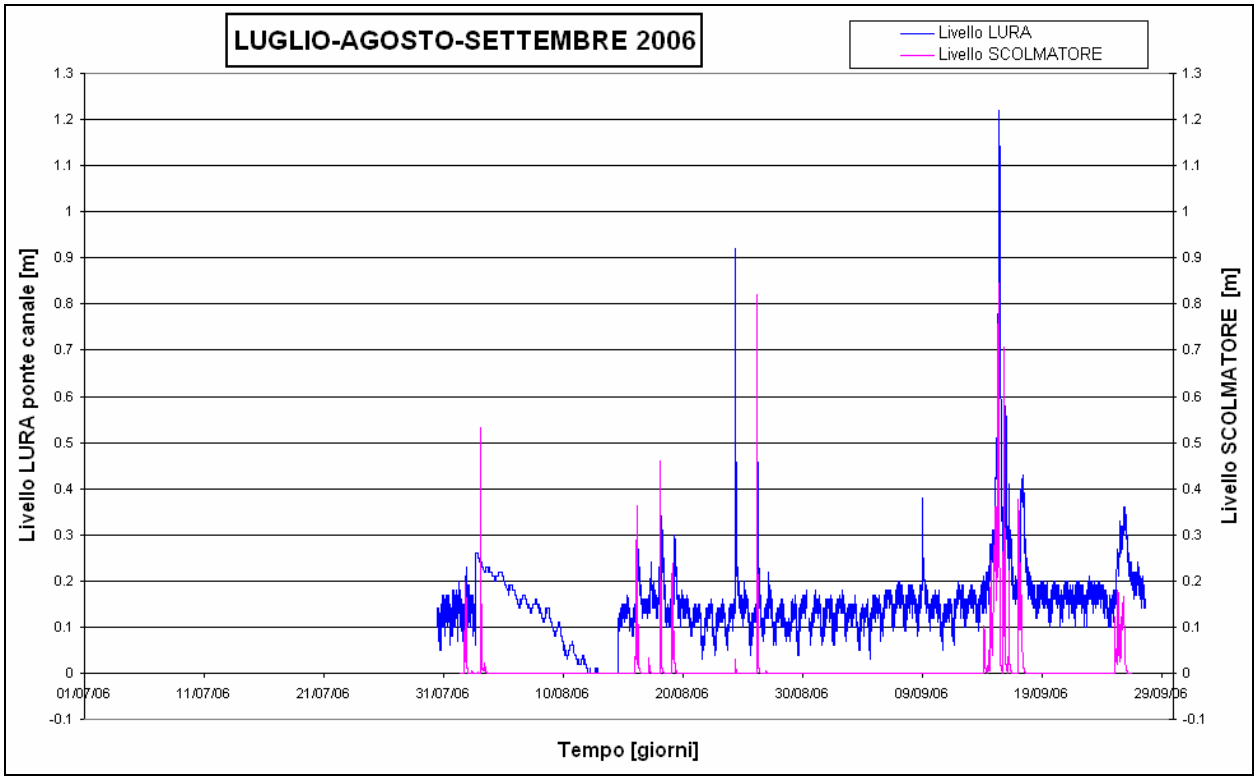


Figura 5.23 − Luglio Agosto Settembre 2006: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

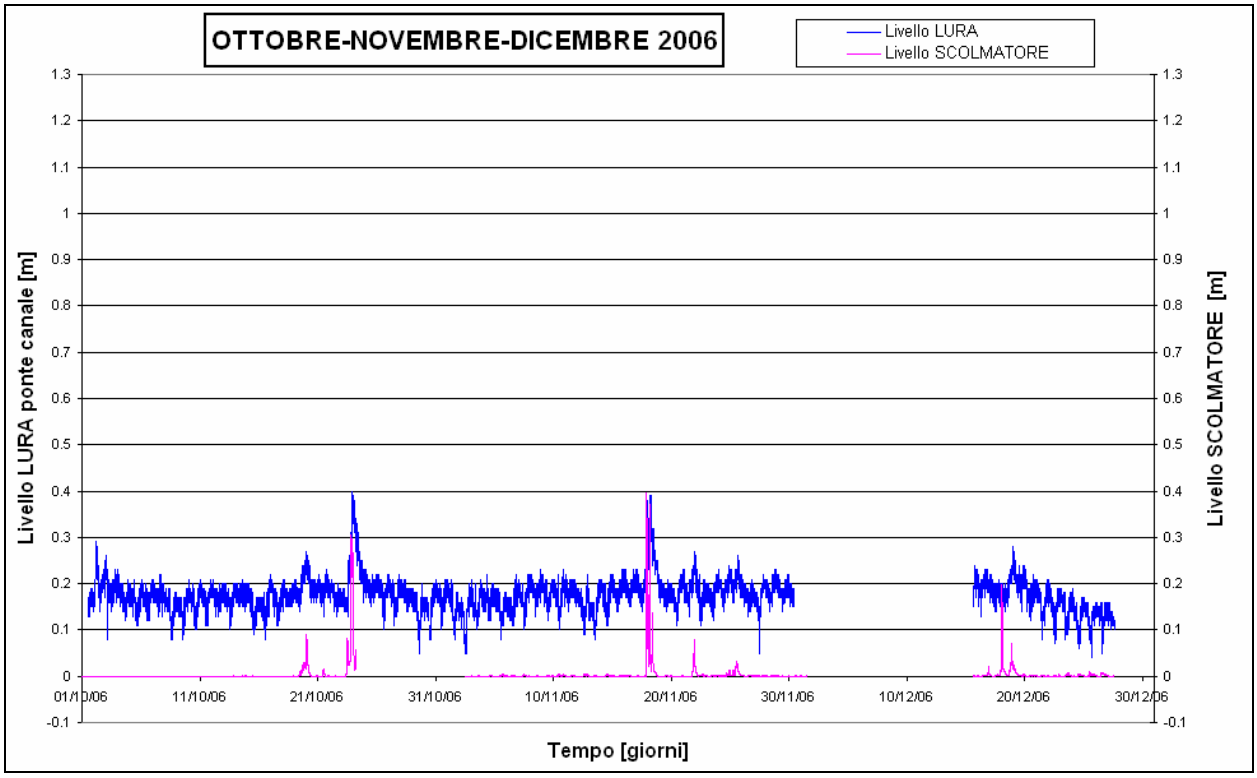


Figura 5.24 − Ottobre Novembre Dicembre 2006: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

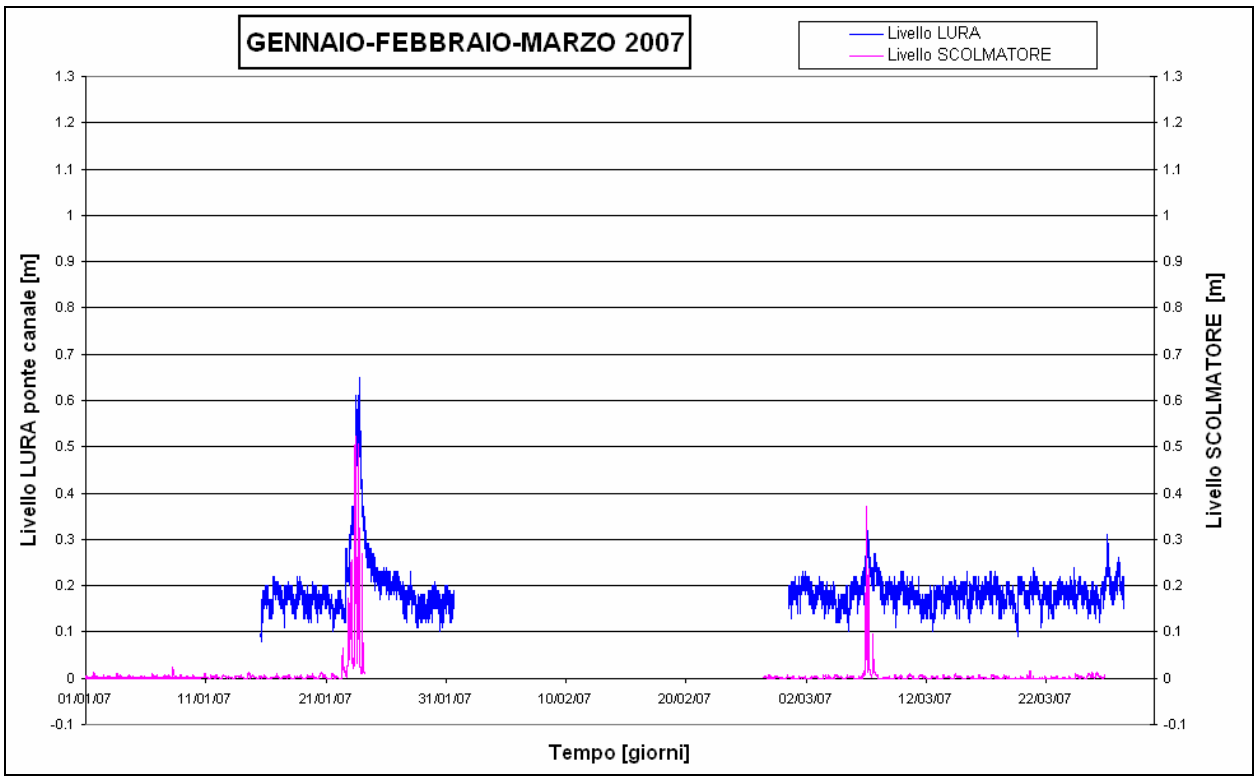


Figura 5.25 − Gennaio Febbraio Marzo 2007: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

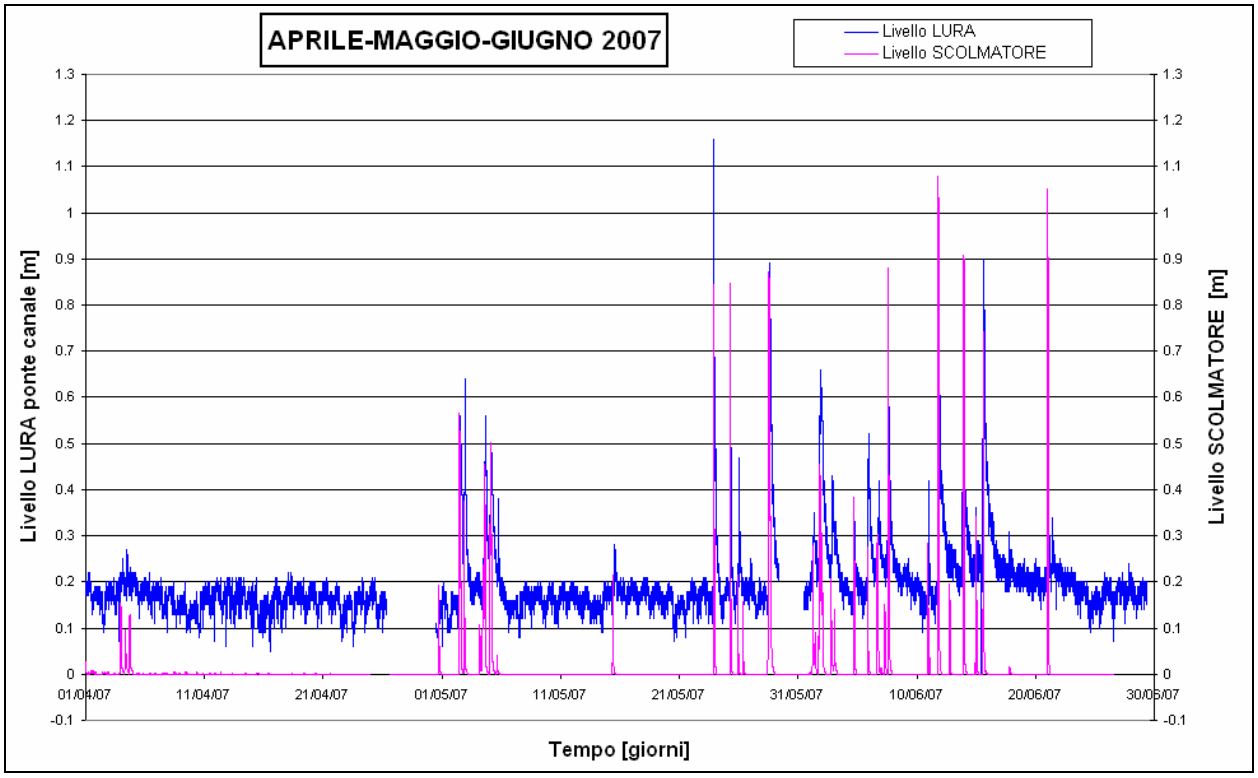


Figura 5.26 − Aprile Maggio Giugno 2007: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

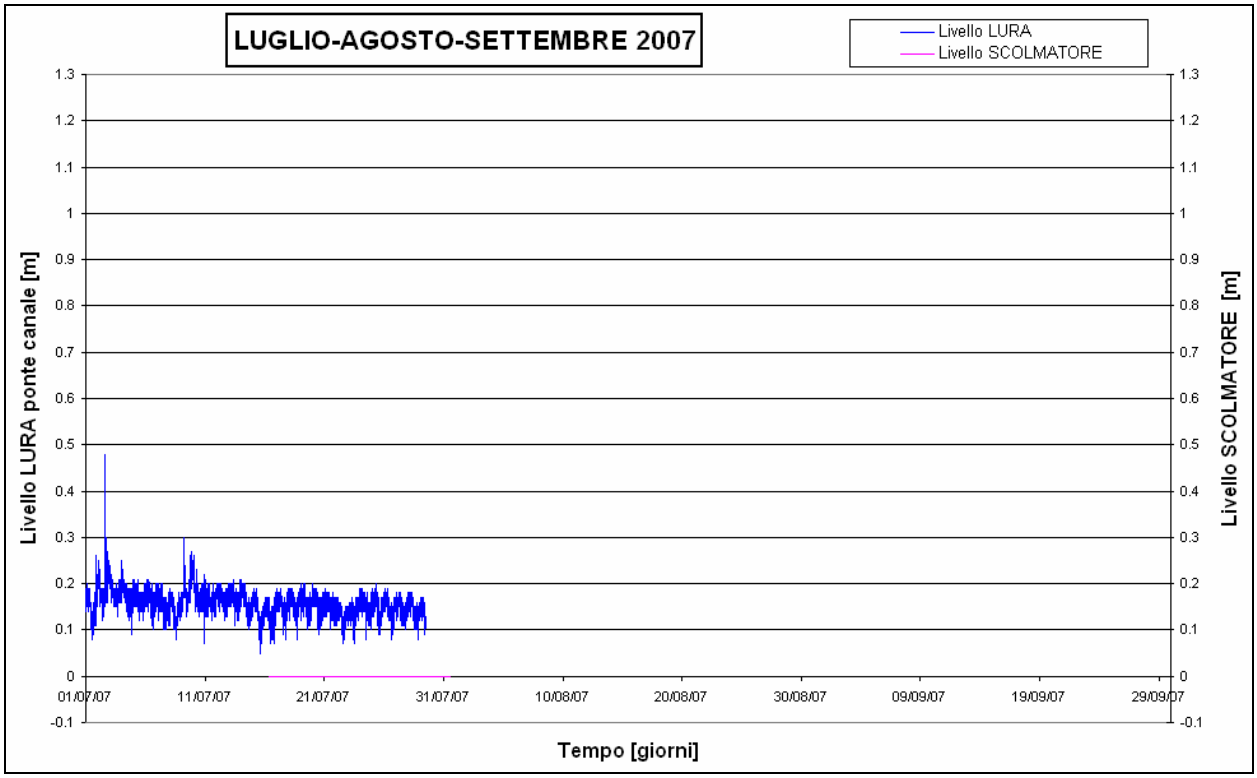


Figura 5.27 − Luglio Agosto Settembre 2007: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

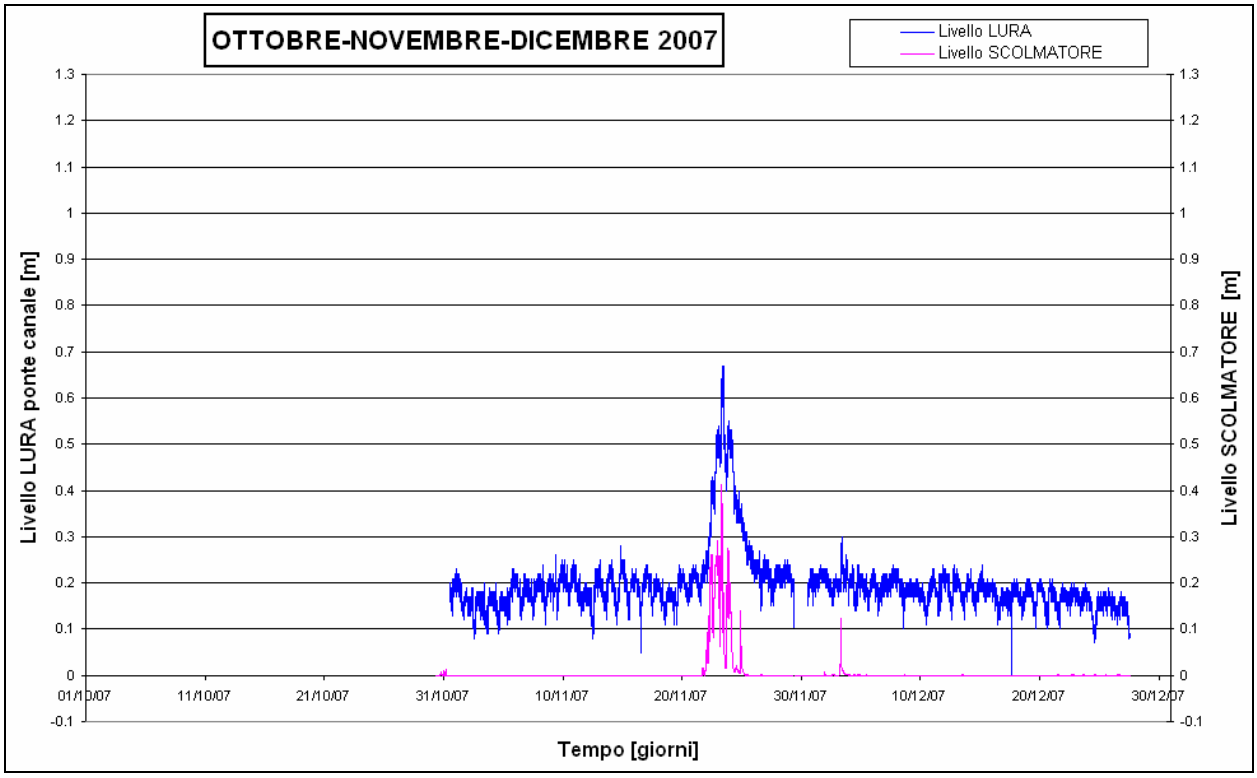


Figura 5.28 − Ottobre Novembre Dicembre 2007: livelli registrati nel Lura all'idrometro installato sul ponte canale e all'interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

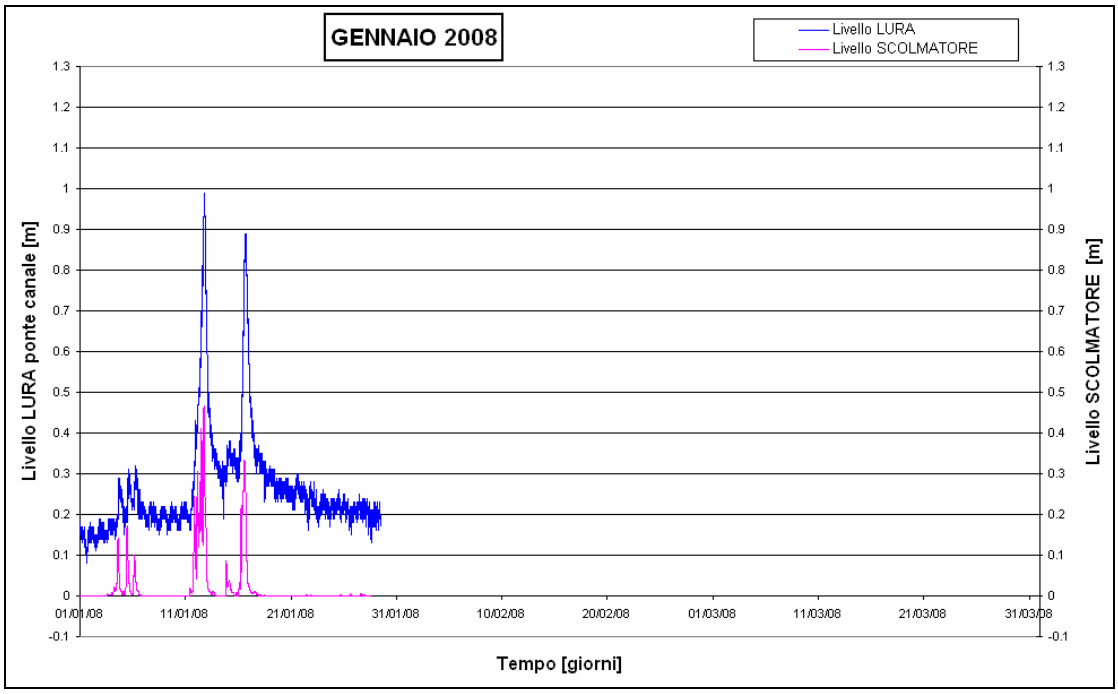


Figura 5.29 − Gennaio 2008: livelli registrati nel Lura all’idrometro installato sul ponte canale e all’interno del collettore a valle dello scolmatore di piena di Cermenate (C1).

5.5 SCALA DELLE PORTATE DEL TORRENTE LURA ALLA SEZIONE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE CANALE A VALLE DELLA SP 32

Se si assume che per una data sezione di un corso d’acqua esiste una relazione biunivoca tra portate e livelli, allora è possibile stabilire la portata partendo da dati di altezza d’acqua. Tale relazione tra portate e livelli prende il nome di *scala delle portate* e permette di trasformare le osservazioni di altezza d’acqua in osservazioni di portata.

La sua determinazione richiede l’esecuzione di una serie di misure contemporanee di livello e di portata. Non è necessario che le misure di portata siano eseguite nella stessa sezione in cui viene misurato il livello. Occorre però garantire che non vi siano immissioni o perdite d’acqua tra le due sezioni, ovvero che sia rispettata l’equazione di continuità, la quale esplicita il principio generale di conservazione della massa.

La scala delle portate è, come detto, il legame tra livello d’acqua e portata: essa riassume l’informazione contenuta nei dati mostrati nei paragrafi precedenti (Figura 5.30). La seguente relazione matematica, calibrata grazie alla campagna sperimentale di ToT, è quindi lo strumento per “rileggere” direttamente i dati di livello forniti dall’idrometro in termini di portata convogliata in alveo:

$$H(Q) = 0.2697 \cdot Q^{0.3785} \quad (5.5)$$

da cui, esplicitando la portata in funzione dell’altezza idrometrica, si ottiene:

$$Q(H) = 31.89 \cdot H^{2.6420} \quad (5.6)$$

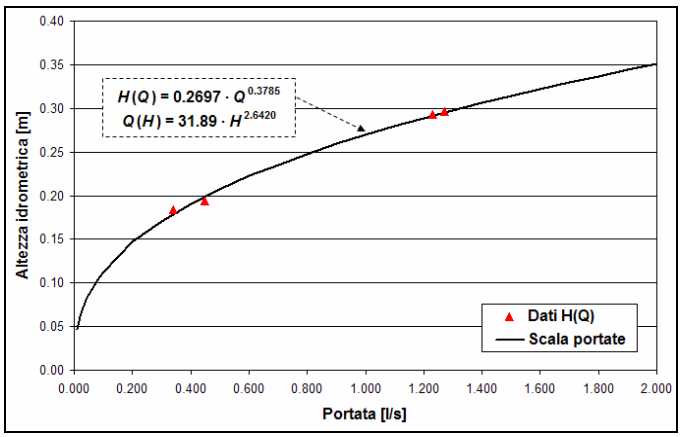


Figura 5.30 − Scala delle portate del Lura all’idrometro a ultrasuoni installato sul ponte canale: livello misurato dallo strumento in funzione della portata convogliata in alveo.

6. INTRODUZIONE AI POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL LORO FUNZIONAMENTO IDRAULICO

Tutti i concetti e le teorie generali esposte nei precedenti capitoli sono state applicate allo studio dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, definendo per fasi successive il raffinamento del processo di progettazione di massima della vasche di laminazione pianificate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po per il controllo delle piene del Torrente Lura (paragrafo 4.1.2).

Dapprima si è effettuata un'analisi preliminare per la verifica di fattibilità idraulica degli scenari ipotizzati sotto le ipotesi di laminazione ottimale, ovvero considerando scarichi opportunamente regolati in tempo reale. Questo ha consentito di limitare lo sforzo computazionale richiesto dalla necessità di valutare la compatibilità dell'efficienza idraulica con l'idea di paesaggio relativo alle diverse soluzioni alternative, garantendo nel contempo coerenza e base teorica all'analisi. E' stato quindi possibile rimandare alle fasi di progetto più avanzate la scelta della tipologia e delle dimensioni che caratterizzano gli organi di scarico delle vasche, informazione che sarebbe invece indispensabile nel normale processo di integrazione del sistema di equazioni descritte nel capitolo 2.

In seguito, a partire da tali valutazioni di massima, è stata possibile una definizione più di dettaglio degli scenari, con una maggiore articolazione delle alternative considerate. Ciascuno di essi è quindi stato rianalizzato dal punto di vista idraulico, per cercare una maggiore coerenza degli allagamenti con gli usi del territorio previsti. Si è superata l'approssimazione di laminazione ottimale e si sono ricalcolate tutte le volumetrie considerando scarichi non regolati e quindi un funzionamento idraulico più aderente a quello reale.

Dal momento che la progettazione idraulica è strettamente legata alla progettazione paesaggistica al fine della costruzione del parco attraverso l'infrastruttura idraulica, tali elaborazioni sono riportate integralmente nella PARTE 3 del presente report scientifico finale.

7. BIBLIOGRAFIA

AdBPo (2006), Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche. Autorità di Bacino del fiume Po, Parma.

Artina S., Paoletti A., (1997), *Criteri di progettazione*. In: **Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione.**, CSDU-Hoepli, Milano.

Artina S., Maglionico M., (2002), *Dimensionamento di vasche di pioggia secondo criteri di "stream standard"*. Atti della II Conferenza Nazionale sul Drenaggio Urbano. Palermo, 10-12 maggio 2000, CSDU, Milano, ISBN 88-900282-1-1.

AA.VV. (1994), La valutazione delle piene in Italia (VAPI), CNR-GNDCI, Rapporto Nazionale di sintesi, Roma.

Barco O.J., Ciaponi C., Papiri S., (2004), *Pollution in storm water runoff. Two cases: an urban catchment and a highway toll gate area*. Proceedings of "Novatech 2004", Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management, 5th International Conference, Lyon, France, 6-10 June 2004, vol.1.

Calenda G., (1997), *Qualità delle acque*. In: **Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione**. CSDU-Hoepli, Milano.

Chapra S.C., (1997), **Surface water-quality modelling**, McGraw-Hill series in Water Resources and Environmental Engineering, New York.

Chaudhry M.H. (1993), Open-Channel Flow, Prentice Hall, Inc.

Chow V.T. (1959), Open-Channel Hydraulics, Mc Graw-Hill International Editions, Inc.

Ciaponi C., Mutti M., Papiri S., (2002), *Storm water quality in the Cascina Scala (Pavia, Italy) experimental catchment*, in Proceedings of the 2nd International Conference "New Trends in Water and Env. Engineering for Safety and Life: Eco-compatible Solutions for Aquatic Environments", Capri, 24-28 June 2002, CSDU, Milano.

Danish Hydraulic Institute, (2004), *MIKE11 User Manual*, DHI Water & Environment, DK.

De Filippi J.A., Shih C.S., (1971), *Characteristics of separated storm and combined sewer flows*, Journal of Water Pollution Control Federation, vol.43.

Dionisi. E. (2007), Esempi di applicazione di sistemi di regolazione e pulizia di vasche di pioggia, Lezione del Corso di aggiornamento STADIUM – Sistemi e tecnologie Avanzate per il Drenaggio Idraulico Urbano Moderno, Politecnico di Milano 17-19/05/2007 e 06-08/06/2007, Ed. CSDU, Milano (su CD-rom).

Fuchs S., Brombach H., Weiss G., (2004), *New database on urban runoff pollution*, Proceedings of "Novatech 2004", Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management, 5th International Conference, Lyon, France, 6-10 June 2004, vol.1.

Keifer C.J. & Chu H.H. (1957), Synthetic storm pattern for drainage design, *J. Hydraul. Div*., Am. Soc. Civ. Eng., 83 HY4.

Lindholm O., Balmér P., (1978), *Pollution in storm runoff and combined sewer overflows*, in Proc. of the 1st Intern. Conference on Urban Storm Drainage (ICUD), Southampton, UK.

Maione U. (1998), Le piene fluviali, La Goliardica Pavese.

Maione U., Romiti R., Tomirotti M. (2000), Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed elevato tempo di ritorno. *Ing. Amb.*, v. 29.

Marsh-McBirney, Inc. (2005), Understanding the Flo-Dar Flow Measuring System - Independent tests verify non-contact flowmeter is highly accurate under both open channel and surcharge conditions, online documentation (www.marsh-mcbirney.net/articles).

Mignosa P., Paoletti A. (1996), URBIS, Istituto di Idraulica Politecnico di Milano.

Milano V., Pagliara S., Dellacasa F., (2002), *Urban stormwater quantity and quality in the experimental urban catchment of Picchianti*, in Proceedings of the 2nd International Conference "New Trends in Water and Env. Engineering for Safety and Life: Eco-compatible Solutions for Aquatic Environments", Capri, 24-28 June 2002, CSDU, Milano.

Novotny V., Sung H.M., Bannerman R., Baum K., (1985), *Estimating nonpoint pollution from small urban watersheds*. Journal of Water Pollution Control Federation, vol.57, n.4.

Oliveri E., Viviani G., La Loggia G., (2002), *Comportamento ed efficienza delle vasche di pioggia*. in Atti della II Conferenaz Nazionale sul Drenaggio Urbano. Palermo, 10-12 maggio 2000, CSDU, Milano.

Papiri S. (2007), Dimensionamento, costi e benefici delle vasche di prima pioggia. Lezione del Corso di aggiornamento STADIUM – Sistemi e tecnologie Avanzate per il Drenaggio Idraulico Urbano Moderno, Politecnico di Milano 17-19/05/2007 e 06-08/06/2007, Ed. CSDU, Milano (su CD-rom).

Reinertsen T.R., (1982), *Quality of storm water runoff from streets*, in Proceedings of the 1st International Conference on Urban Storm Drainage (ICUD), Southampton, UK.

Sartor J.D., Boyd G.B., Agardy F.J., (1974), *Water pollution aspects of street surface contaminants*, Journal of Water Pollution Control Federation, vol.46, n.3.

USDA (1929), Flow of water in drainage channels: the results of experiments to determine the roughness coefficient n in Kutter's formula, *U.S. Dep. of Agr. Technical Bulletin*, n° 129.

USDA (1929), The flow of water in irrigation and similar canals, *U.S. Dep. of Agr. Technical Bulletin,* n° 652.

Veltri P., (1988), *La qualità delle acque nelle fognature urbane*. in **Tecniche per la difesa dall'inquinamento.** Atti 8° Corso Aggiornam., Editoriale BIOS, Cosenza.

Wanielista M.P., Yousef Y.A., McLellon W.M., (1977), *Nonpoint sources effects on water quality*, Journal of Water Pollution Control Federation, vol.49, n.3.

Weibel S.R., Anderson R.J., Woodward H.L., (1964), *Urban land runoff as a factor in stream pollution*, Journal of Water Pollution Control Federation, vol.36.

PARTE 2.B

ASPETTI DI IDROPAESAGGIO E DI USO DEL TERRITORIO

ASCOLTO E PARTECIPAZIONE DA PARTE DEI PORTATORI D'INTERESSE LOCALI

Laboratorio ABITA
Tecnologie e progetto per la sostenibilità ambientale
Dipartimento BEST del Politecnico di Milano Bovisa
Via Durando, 10 – 20158 Milano
Tel. 0223995749 – Fax. 0223995750 – Email: abita@polimi.it

Responsabile: prof.ssa Maria Bottero

Altri componenti del gruppo di ricerca:
prof.ssa Bianca Bottero, arch. Paolo Carli, arch. Anna Delera,
arch. Luca Maria Francesco Fabris

Consulenza paesaggistica:
arch. Monica Manfredi

INDICE DELLA PARTE 2.B

1. PREMESSA *(Maria Bottero)* **129**
1.1 Il ruolo della partecipazione e del paesaggio nella riqualificazione ambientale **129**
1.1.1 La valle del Lura e le nuove istanze di intervento ambientale e paesaggistico 129
1.1.2 Ambiente e paesaggio 129
1.1.3 Il paesaggio come strumento concettuale di politica del territorio 130
1.1.4 La partecipazione come strumento operativo di politica del territorio 131
1.1.5 Il contributo del laboratorio ABITA 131

2. ASCOLTO E PARTECIPAZIONE *(Anna Delera)* **133**
2.1 Il parco come comunità. La partecipazione **133**
2.1.1 Indicazioni per il progetto 134
2.2 Sintesi progettuale **135**
2.2.1 Le proposte 135
2.2.1.1 Ambientali 135
2.2.1.2 D'uso 136
2.2.1.3 Gestionali 136
2.2.2 Le risorse 137
2.2.2.1 Ambientali 137
2.2.2.2 D'uso 137
2.2.2.3 Gestionali 138
2.2.3 Le criticità 138
2.2.3.1 Ambientali 138
2.2.3.2 D'uso 139
2.2.3.3 Gestionali 139
2.2.4 Proposte e nuove progettualità 139
2.3* Interviste e focus group ai testimoni privilegiati *(a cura di Camilla Mele) **140**
2.3.1 Scheda e interviste 140
2.3.1.1 Parco del Lura 140
2.3.1.2 Guardie ecologiche volontarie Lomazzo 142
2.3.1.3 Pro Loco Bregnano 143
2.3.1.4 Guardie ecologiche volontarie Bregnano 143
2.3.1.5 LIPU – Gruppo Naturalistico Groane 144
2.3.1.6 Coldiretti 145
2.3.1.7 ATC – Ambito Territoriale Caccia olgiatese 145
2.3.1.8 Soc. MTB Bee&Bike Lomazzo 147
2.3.1.9 Fruitore Parco 147
2.3.1.10 Soc. Pesca Sportiva Bregnanese 148
2.3.1.11 Pro Loco Lomazzo 149
2.3.1.12 Azienda agricola Donati 150
2.3.1.13 Gruppo volontario ecologico Lomazzo 151
2.3.1.14 Parrocchia S. Giorgio Bregnano 152
2.3.2 Focus group 152
2.3.2.1 Associazioni/Enti sociali 153
2.3.2.2 Associazioni/Enti Sportivi 155
2.3.2.3 Scuole 157
2.4 Assemblea pubblica del 18.03.2006. Dibattito **159**
2.4.1 Quadro sinottico interviste e focus group 162
2.5 Postfazione *(Bianca Bottero)* **167**
2.5.1 Partecipazione: una parola preziosa 167

3.* LA RISORSA AGRICOLA NEL PARCO DEL LURA *(Paolo Carli) **169**
3.1 Politiche comunitarie per l'agricoltura **169**
3.1.1 Principio di Condizionalità 170
3.1.2 Misure agroambientali 170

3.1.3 Agricoltura e biodiversità ... 171
3.2 Ipotesi di intervento in campo agricolo nell'area di studio ... 172
3.2.1 L'indagine catastale sulle particelle agricole interessate dallo studio ... 172
3.2.2 Individuazione del miglior asse della PAC da perseguire nell'area di studio ... 173
3.2.3 Per una strategia di gestione e salvaguardia dei sistemi rurali sul torrente Lura ... 174
3.3 Bibliografia ... 175

4. ASPETTI PAESAGGISTICI NEL CONTESTO INTERNAZIONALE *(Luca Maria Francesco Fabris)* ... 176
4.1 Preambolo ... 176
4.2 Paesaggio ... 176
4.2.1 Paesaggio come unione ... 176
4.2.2 Paesaggio come percorso ... 177
4.2.3 Paesaggio come comunicazione ... 177
4.3 Modelli ... 179
4.4 Bibliografia ... 185

5. IDEAZIONE PAESAGGISTICA NELLA VALLE DEL LURA *(Monica Manfredi)* ... 187
5.1 Premessa ... 187
5.2 Infrastruttura idraulica e territorio ... 188
5.3 Gli idropaesaggi ... 190
5.4 L'inserimento di vasche di laminazione nel parco del Lura ... 196
5.4.1 Il Parco del Lura e la protezione idraulica ... 196
5.4.2 Le vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca nel piano dell'Autorità di Bacino del Po per il controllo delle piene del Torrente Lura. ... 203
5.5 Gli scenari come associazione tra usi del territorio e possibili sequenze di allagamento per laminazione e prelievo. ... 205
5.5.1 Lo Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti ... 209
5.5.1.1 S1.a - Laminazione ... 210
5.5.1.2 S1.a - Prelievo ... 210
5.5.1.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 211
5.5.2 Lo Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo ... 220
5.5.2.1 S1.b - Laminazione ... 221
5.5.2.2 S1.b - Prelievo ... 221
5.5.2.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 221
5.5.3 lo Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione ... 230
5.5.3.1 S1.c - Laminazione ... 231
5.5.3.2 S1.c - Prelievo ... 231
5.5.3.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 232
5.5.4 lo Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica ... 242
5.5.4.1 1.d - Laminazione ... 243
5.5.4.2 S1.d - Prelievo ... 243
5.5.4.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 244
5.5.5 Lo Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola ... 252
5.5.5.1 S2 - Laminazione ... 254
5.5.5.2 S2 - Prelievo ... 254
5.5.5.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 255
5.5.6 Lo Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola ... 264
5.5.6.1 S3 - Laminazione ... 265
5.5.6.2 S3 – Prelievo ... 265
5.5.6.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti ... 266
5.6 Conclusioni riassuntive ... 280
5.7 Glossario ... 281
5.8 Bibliografia ... 285
5.9 Bibliografia delle immagini e crediti fotografici ... 287
5.10 Elenco delle Tavole allegate ... 288
5.10.1 STATO DI FATTO ... 288
5.10.2 PROGETTO ... 288

6. CRONISTORIA PROCEDURALE *(Anna Delera)* ... 290
6.1 Laminare le acque del torrente Lura ... 290
6.2 Il progetto di ricerca interdisciplinare "sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica del torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata" ... 291

6.2.1 Allegato 1 - Documento di disapprovazione del progetto della Regione Lombardia inviato da Lura Ambiente s.p.a., il Parco del Lura e le amministrazioni comunali interessate dal progetto - 13-11-1998 293
6.2.2 Allegato 2 - Delibera della Giunta Comunale di Cadorago di adesione al documento di cui sopra - 18-11-1998 295
6.2.2.1 Allegato 3 - Convocazione, a tutti i Comuni interessati al progetto, di un incontro in Regione Lombardia (Direzione Generale Servizio Difesa del Suolo) - 23-12-1998..... 297
6.2.3 Allegato 4 - Verbale dell'incontro del 19.01.1999 tenutosi in Regione Lombardia - 03-02-1999..... 298
6.2.4 Allegato 5 - Relazione sullo stato ambientale del Torrente Lura della Provincia di Como (settore risorse ambientali – servizio acque)..... 299
6.2.5 Tabelle 1 e 2 - Monitoraggio compiuto da Lura Ambiente s.p.a. sulla qualità delle acque del Lura - 1991-2000 300
6.2.6 Allegato 6 - Avvio della ricerca triennale sullo stato biochimico delle acque del Torrente Lura - 19-10-2001 301
6.2.7 Allegato 7 - Lettera di trasmissione alla Regione Lombardia dello studio di fattibilità di riassetto idraulico del Torrente Lura condotto da Lura Ambiente s.p.a. - febbraio 2003..... 307
6.2.8 Allegato 8 - Atti del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con la nuova destinazione dei finanziamento alla vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano - 03-03-2004..... 307
6.2.9 Allegato 9 - Convocazione della Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio e Urbanistica, ai Comuni di Bregnano e Lomazzo per avviare l'attuazione del nuovo intervento di riassetto idraulico del Torrente Lura in base alle indicazioni progettuali proposte congiuntamente dagli enti locali, dal Parco del Lura e da Lura Ambiente s.p.a. - 20-11-2004 309
6.2.10 Allegato 10 – Osservazioni degli amministratori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo in preparazione al Forum – 10.01.2006..... 310
6.2.11 Allegato 11 – Verbale dell'incontro tenutosi presso il Comune di Cadorago in preparazione del Forum - 03-02-2006 311
6.2.12 Allegato 12 - Programma per la giornata di presentazione pubblica, presso il Comune di Bregnano, della presente ricerca interdisciplinare 312
6.2.13 Allegato 13 - Invito alla cittadinanza inoltrato dal Parco del Lura e dalle Amministrazioni comunali di Lomazzo e Bregnano per la presentazione della presente ricerca interdisciplinare - 18-03-2006 312
6.2.14 Allegato 14 - Lettera inoltrata dalle Amministrazioni Comunali di Bregnano e Lomazzo e dal Parco del Lura alla Regione Lombardia, Direzione Regionale Territorio e Urbanistica - 23-03-2005 313
6.2.15 Allegato 15 - Lettera inoltrata dalle Amministrazioni Comunali di Bregnano e Lomazzo e dal Parco del Lura alla Regione Lombardia, Direzione Regionale Territorio e Urbanistica, dopo l'insediamento del nuovo assessore regionale al Territorio e Urbanistica Davide Boni - febbraio 2006..... 315
6.2.16 Allegato 16 - Scheda dell'Azione Emergente n°. 5 relativa la "Programmazione e realizzazione dei primi interventi per la laminazione delle piene". Vedi alla voce: Vasca di Lomazzo - 20-03-2007..... 316

1. PREMESSA *(Maria Bottero)*

1.1 IL RUOLO DELLA PARTECIPAZIONE E DEL PAESAGGIO NELLA RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

1.1.1 La valle del Lura e le nuove istanze di intervento ambientale e paesaggistico

Il problema idrico della valle del Lura, ossia la necessaria regimentazione dell'acqua del fiume e il suo disinquinamento, si inquadrano in un processo eloquente dello sviluppo territoriale attuale, caratterizzato dalla pressione dei centri urbani e suburbani sulla campagna circostante, e dalla diffusione disordinata e periferica di attività produttive industriali incontrollate, di carattere inquinante.

La progressiva cementificazione e impermeabilizzazione del suolo, l'eccesso di scarichi fognari urbani e industriali nell'acqua del fiume sono gli aspetti salienti del degrado del Lura.

La valle costituisce un'unità morfologica agricolo-boscata, attraversata da nord a sud dal fiume. La presenza del Lura tuttavia non risulta un elemento immediatamente percepibile del paesaggio, a causa dell'alveo profondamente incassato nel terreno e a causa della scarsa portata in periodo siccitoso. D'altra parte il pericolo di esondazioni nel periodo delle piogge richiede notevoli opere idrauliche per la laminazione.

Occorrerà infatti intervenire costruendo argini e bacini adeguati al contenimento dell'onda di piena. Questi bacini, se da un lato assolvono alla loro funzione riempiendosi di acqua in modo intermittente e solo in alcuni periodi dell'anno, dall'altro vincolano la superficie di coltivo agricolo ai tempi di inondazione gestiti dall'infrastruttura idraulica, obbligando gli agricoltori a pratiche colturali anomale.

L'infrastruttura idraulica per la laminazione rischia dunque di essere invasiva e impopolare. Ma potrebbe essere accettata dalla popolazione se inserita nei nuovi piani di politica agricola dell'Unione Europea, orientati a favorire operazioni di riqualificazione paesaggistica e ambientale piuttosto che ad incoraggiare l'incremento produttivo della monocultura.

Per diventare generativa di paesaggio l'infrastruttura idraulica non dovrebbe limitarsi ad essere funzionale agli eventi di piena, ma dovrebbe enfatizzare la presenza del fiume facendone il protagonista principale della valle attraverso l'uso multiplo dell'acqua. Si tratta di valorizzare l'acqua depurandola e trasformandola da veicolo di scarico inquinante e da potenziale pericolo alluvionale a risorsa per la creazione di ambienti umidi per la fitodepurazione e la riproduzione di specie animali; utilizzandola inoltre, attraverso adeguato stoccaggio, come risorsa per l'irrigazione delle colture agricole.

La valorizzazione *"multipurpose"* dell'acqua implica un impegnativo piano di uso del territorio. Non ci si può illudere che questo piano possa essere calato dall'alto dalle istituzioni che gestiscono e amministrano la valle. Un piano ambientale e paesaggistico così rivoluzionario non può che essere promosso e accettato dagli abitanti e dagli operatori locali. Implica dunque la necessità di avviare un complesso processo di partecipazione attiva, fatto di ascolto e di dialogo.

1.1.2 Ambiente e paesaggio

Per argomentare e distinguere i concetti di ambiente e di paesaggio può essere utile introdurre le categorie antinomiche di visibile/invisibile e di misurabile/immisurabile.

Paesaggio. Il paesaggio è certamente visibile: rappresenta la faccia visibile del territorio, un sistema di segni che le società umane impongono sui dati naturali originali sia attraverso gli insediamenti abitativi sia attraverso i diversi sistemi di economia agricola, artigianale e industriale che le caratterizzano. E, in quanto percezione e descrizione della morfologia del territorio e dei luoghi, ha costituito un tema ricorrente in pittura e letteratura, dal rinascimento al barocco, al settecento, per arrivare al romanticismo e all'impressionismo. E' dunque una costante della riflessione che l'uomo fa sul suo "essere-nel-mondo" e sul suo operare nel mondo.

D'altra parte, il paesaggio rappresenta un valore non-quantificabile, ossia immisurabile, proprio in quanto sistema di segni che si articolano in forme di linguaggio diverse, in rapporto ai diversi luoghi e alle diverse culture.

La percezione e descrizione del paesaggio apre a valutazioni di tipo formale e qualitativo (un paesaggio bello,

emozionante; oppure noioso; selvaggio e incontaminato; oppure domestico e rassicurante etc.).

Ambiente. Al concetto di ambiente si associa un vasto spettro di significati, ma l'ambiente di cui vogliamo qui parlare è l'ambiente della biosfera terrestre, i cui squilibri nella vita di piante e animali e nei cicli della materia e dell'energia, hanno cominciato ad essere scientificamente osservati e descritti a partire dalla metà del XX secolo.
Da questi primi rilievi è nato un dibattito tutt'ora aperto e anzi quotidianamente agli onori delle prime pagine dei giornali per le gravi possibili conseguenze degli squilibri ambientali sulla salute umana.
Le dinamiche ambientali, fra cui i cicli fondamentali della biosfera (ossigeno, anidride carbonica, azoto) sono, se si eccettua l'acqua, sostanzialmente invisibili.
L'inquinamento di aria, acqua e suolo è percepito più che visto, per cui si può dire che, a differenza del paesaggio, l'ambiente come insieme di dinamiche della materia e dell'energia è sostanzialmente invisibile (anche se, oltre una certa soglia quantitativa, le alterazioni della biosfera modificano la qualità visiva del paesaggio).
Se il sistema ambientale è invisibile, è però misurabile, rilevabile quantitativamente attraverso apparecchiature o attraverso modelli di simulazione matematici.
Da queste misurazioni (vedi le centraline di monitoraggio dell'aria nei centri urbani) e da queste simulazioni (vedi i modelli predittivi dei cambiamenti climatici) si inferisce che il futuro dell'equilibrio biosferico è a rischio e che adeguate politiche di tipo tecnologico e socioeconomico devono essere urgentemente intraprese.

1.1.3 Il paesaggio come strumento concettuale di politica del territorio

L'interesse per il paesaggio è legato alla questione ambientale in quanto evidenza percettiva dei processi di trasformazione delle risorse naturali, processi i cui effetti sinergici di tipo fisico, chimico, economico, sono peraltro ancora mal conosciuti.
La ragione di questo rinnovato interesse è di tipo cognitivo-epistemologico e consiste nell'urgenza di tradurre in linguaggio multidimensionale la povertà degli strumenti urbanistici, contestandone implicitamente la strumentazione logica. Il limite della disciplina urbanistica è stato quello di progettare il territorio come se si trattasse di una superficie geometrica astratta sulla quale allocare funzioni residenziali e produttive attraverso lo strumento dei piani regolatori urbani e territoriali.
Contro la pianificazione logico-spaziale dell'urbanistica l'assunzione conoscitiva e operativa del concetto di paesaggio implica la consapevolezza di progettare con l'imprevedibile sistemica ambientale del vivente e con gli aspetti percettivi ed estetici del fruitore *(" ..il ricorso alla nozione di paesaggio segnala sia l'intenzione di razionalizzare la produzione e l'organizzazione economica , sia la volontà di reintrodurre nel dibattito pubblico l'esperienza sensibile e i valori degli individui e dei gruppi sociali."* Pierre Donadieu, 2007)[1].
Il paesaggio antropizzato, in quanto prodotto formalmente complesso delle azioni umane, del lavoro agricolo e industriale e della vita degli aggregati insediativi, si presenta come un linguaggio da interpretare nella sua peculiarità, non già da cancellare in nome di un funzionalismo unilaterale. Nel passato solo i monumenti storici o i paesaggi eccezionali erano degni di tutela. Oggi il concetto di tutela si è esteso a comprendere una realtà più vasta, fatta di tessuti urbani, di fabbriche ex industriali dismesse e di coltivi agricoli. Non si tratta di fermare il tempo o di museificare il territorio, bensì di comprendere le potenzialità del paesaggio nel suo complesso e di innestare il nuovo là dove è necessario e utile.
La Convenzione europea del paesaggio, varata dal Consiglio d'Europa il 1/3/04, e ormai ratificata da tutti gli Stati membri dell'Unione, afferma l'importanza assegnata al paesaggio per la qualità di vita delle popolazioni. *"Elemento essenziale del benessere individuale e sociale, il paesaggio contribuisce allo sviluppo degli esseri umani e al consolidamento dell'identità europea...Il paesaggio è definito come quella parte di territorio percepita dalle popolazioni, il cui carattere è la risultante di fattori naturali e/o umani e delle loro interrelazioni… Il campo di applicazione della Convenzione è molto esteso…non concerne soltanto i paesaggi notevoli, ma anche i paesaggi ordinari del quotidiano e gli spazi degradati…Il paesaggio è ormai riconosciuto indipendentemente dal suo valore eccezionale, in quanto tutte le forme di paesaggio condizionano la qualità del quadro di vita dei cittadini e meritano di essere considerate all'interno delle politiche paesaggiste. Numerose zone rurali e in particolare periurbane, subiscono trasformazioni profonde e devono divenire oggetto di grande attenzione da parte delle autorità e del pubblico."*

[1] Pierre Donadieu, Michel Pèrigord, *"Le paysage",* Armand Colin, Paris 2007

L'analisi di questo documento mette in luce la valenza semantica del termine paesaggio, di cui vengono sottolineati due aspetti: 1) col termine "paesaggio" si intende oggi comprendere la totalità del territorio antropizzato, oltre i luoghi di valore eccezionale; 2) si riconosce l'importanza estetica della costruzione/percezione del paesaggio da parte delle popolazioni, assegnando quindi al termine paesaggio una valenza storica e culturale, oltre che specialistica e operativa.
In questa definizione il paesaggio diventa ormai una categoria descrittiva delle profonde modificazioni territoriali e ambientali in atto, applicandosi dunque anche a realtà spurie, non necessariamente agricole o "naturalistiche", bensì di tipo interstiziale rispetto a territori edificati o urbanizzati[2].

1.1.4 La partecipazione come strumento operativo di politica del territorio

La valenza storica e culturale del paesaggio rimanda alla collettività che lo ha espresso. Fra collettività e paesaggio esiste un legame che si esprime nelle azioni della collettività, nel suo operare quotidiano attraverso il lavoro.
Il soggetto plurale, produttore di paesaggio, costituisce un'alternativa al soggetto individuale progettante, protagonista assoluto dell'architettura modernista del XX secolo e del pensiero razionalista che l'ha espressa.
La questione ambientale del XXI secolo e la visione olistica che ne consegue introducono infatti necessariamente il concetto di interrelazione dinamica fra uomo e natura, fra individuo e società, in un processo evolutivo aperto nel tempo. In quest'ottica la deterministica e statica contrapposizione soggetto/oggetto, individuo/contesto implicita nella teoria e prassi razionalista è ormai uno strumento concettuale inadeguato e sviante. Al suo posto si impone la considerazione dell'intreccio relazionale evolutivo di società e natura.
Questo intreccio può essere definito come un campo di relazioni (Pizziolo, Micarelli 2003)[3] come quello spazio mentale e operativo della collettività che vive e opera in uno specifico luogo fisico e geografico.
Il campo di relazioni, o campo R, è generatore di paesaggio in quanto espressione di un soggetto plurale.
Il progetto, nella misura in cui è sostenibile, non può che nascere da un campo relazionale dove prendono forma i processi partecipativi di politica del territorio e dell'ambiente.
L'importanza della partecipazione alla politica territoriale è stata sancita dall'Unione Europea nel documento Agenda 21 (conferenze di Aalborg, 1994, e di Lisbona, 1996).
Elemento determinante dell'Agenda 21 locale per la sostenibilità ambientale urbana è infatti il riconoscimento del ruolo imprescindibile che, nella politica territoriale, ambientale e paesaggistica, viene attribuito alla partecipazione.
La valle del Lura è l'unità morfologica che connette fisicamente il territorio dei diversi comuni. L'Ente Parco Lura è l'istituzione in cui i comuni della valle si sono consorziati.
Il progetto pilota, situandosi nel mezzo della valle, in un'area compresa nei comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca, costituisce soltanto una parte dell'intervento idraulico complessivo previsto sull'asta del fiume e traccia uno scenario parziale rispetto all'unità morfologica costituita dalla valle e dal parco.

1.1.5 Il contributo del laboratorio ABITA

La ricerca condotta dal Laboratorio ABITA per il Parco del Lura affianca le ricerche dell'Ente Parco, del DISAT, del CSDU e del DIIAR.
Obiettivo di questa ricerca interdisciplinare è la regimentazione delle acque del fiume Lura, affluente dell'Olona. Il Lura ha carattere torrentizio, con portata minima durante la maggior parte dell'anno, ma con pericolo di gravi esondazioni di tipo puntuale e catastrofico dovute a pioggia e carichi fognari.
La regimentazione delle acque prevede una vera e propria infrastruttura idraulica che comporta l'installazione di vasche urbane, vasche di laminazione e wetland ovvero zone naturalistiche di allagamento.
Si tratta di interventi di ingegneria idraulica di notevole rilievo che devono risultare non soltanto plausibili ma anche accattivanti agli occhi della popolazione, tali cioè da configurare un nuovo paesaggio abitabile.

La ricerca del Laboratorio ABITA (2004 – 2006) si è svolta in due fasi.

---

[2] Sul paesaggio interstiziale vedere anche il concetto di *Tiers-Paysage* di Gilles Clément in: Gilles Clèment *"Une écologie humaniste",* Aubanel, Paris 2006

[3] Giorgio Pizziolo, Rita Micarelli, *"Il pensiero progettante. L'arte delle relazioni"* e *"Il pensiero progettante. Dai margini del caos, l'ecologia del progettare",* Alinea, Firenze 2003

La prima fase si è articolata in:

1) "ascolto" e "partecipazione", ovvero sollecitazione della popolazione (gli abitanti dei comuni interessati dal progetto pilota di riqualificazione del Lura, associazioni, agricoltori, produttori, fruitori etc.) al dialogo.
   Questo lavoro di ascolto e partecipazione si è focalizzato soprattutto sulla parte mediana della valle, in corrispondenza dei territori comunali di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca, dove è localizzato il progetto pilota[4].
   Ma l'immagine della valle e del parco è nella mente di tutti un'immagine complessiva e le diverse associazioni, gli agricoltori e i fruitori vi fanno continuamente riferimento.
2) Identificazione di esempi qualificanti di "disegno del paesaggio" ripresi dalla letteratura europea ed extraeuropea, per quanto possibile riferiti a casi di regimentazione delle acque in parchi fluviali.
   Va qui sottolineata la connessione fra i due termini sopra elencati - "partecipazione" e "paesaggio" - in quanto entrambi previsti e in qualche modo collegati nei documenti di politica ambientale dell'Unione Europea.
   In una dinamica di inevitabile trasformazione e modificazione dell'habitat attuale, dovuta alla inarrestabile espansione urbana, in cui il paesaggio passa da un'economia industriale a una economia post-industriale e da una agricoltura di tipo esclusivamente produttivo a un'agricoltura che unisce all'aspetto produttivo quello fruitivo e quello di salvaguardia ambientale, è evidente che si opererà una notevole trasformazione del paesaggio agricolo e urbano o "agriurbano". Una trasformazione che deve essere quanto più possibile controllata e guidata attraverso processi di intervento radicati sul territorio, acquisiti dalle popolazioni e, appunto, "partecipati".

La seconda fase si è articolata in:

1) tavoli di discussione interdisciplinare sul metodo di progetto da utilizzare per la costruzione di un "idropaesaggio" nella valle del Lura;
2) ideazione degli scenari pilota per i comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca.
   L'ideazione degli scenari nel progetto pilota vuole essere dimostrativa delle diverse potenzialità paesaggistiche che nascono dalla valorizzazione *"multipurpose*" dell'acqua grazie agli interventi idraulici di laminazione e prelievo.
   La creazione di zone umide per la fitodepurazione e per la creazione di biodiversità ampliano direttamente il letto del fiume o lo affiancano con la presenza di bacini d'acqua rafforzandone visivamente e percettivamente la presenza e il ruolo attivo nella creazione del paesaggio.

[4] L'ipotesi di localizzare il progetto pilota nel comune di Rovellasca è successiva ai contatti coi sindaci e con la popolazione attuati nelle prime fasi della ricerca e quindi anche alla fase della partecipazione e dell'ascolto

2. ASCOLTO E PARTECIPAZIONE *(Anna Delera)*

2.1 IL PARCO COME COMUNITÀ. LA PARTECIPAZIONE

E' ormai appurato da tempo che la partecipazione degli abitanti di un determinato territorio alle scelte riguardanti la sua riqualificazione è uno degli elementi fondamentali per potere legittimare e intraprendere un qualsiasi processo di pianificazione e di trasformazione di un luogo.

E' anche importante che questo processo sia attuato a partire dai primi studi condotti per contribuire, fin dal nascere di un'idea, nelle valutazioni sulla qualità dei luoghi, nell'indirizzare le scelte, nell'arricchire di contenuti le attività che potrebbero svolgersi, guidando e accompagnando tutto il percorso possibilmente fino alla sua attuazione.

"È sostenibile quello sviluppo che risponde ai bisogni del presente senza compromettere i bisogni delle generazioni future" (dal Rapporto Brundtland)

- non esistono soluzioni d'intervento valide ugualmente per tutti e per ogni luogo. Ogni soluzione "sostenibile" può variare da un luogo ad un altro, da un periodo ad un altro;
- ogni intervento sull'ambiente deve rispondere a obiettivi generali ma deve poter essere implementato attraverso azioni locali;
- la comunità territoriale è assunta come uno dei dati di partenza per l'elaborazione del progetto.

Per fare ciò è necessario il raccordo fra le diverse discipline e competenze; il raccordo fra i diversi settori di governo del territorio; il rapporto fra i diversi interessi economici, produttivi e d'uso del territorio stesso.

Il coinvolgimento attivo già a partire dalla prima fase di elaborazione delle proposte è utile perché la conoscenza diretta di chi abita i luoghi e ne vive i problemi è una risorsa unica e utile a suggerire, valutare e contribuire nella definizione di soluzioni e proposte d'intervento; se i conflitti emergono nella fase iniziale del percorso è più facile comprenderne le reali motivazioni e provare a trovare soluzioni alternative; inoltre attraverso il processo partecipativo e la condivisione delle scelte si creano conoscenze, capacità progettuali e programmatorie tali da mettere ciascuno in grado di svolgere il proprio ruolo all'interno della società. Collaborando, in molti casi, è possibile costruire soluzioni che soddisfino più punti di vista.

In questa prima fase di ascolto ci siamo rivolti alle rappresentanze istituzionali; ai portavoce e ai rappresentanti delle associazioni attivi sul territorio; ai singoli cittadini non organizzati.

Abbiamo proceduto attraverso colloqui individuali e momenti strutturati per gruppi omogenei (intervista collettiva – focus group).

Questa modalità di ascolto ci ha permesso di avere una visione approfondita e capillare della realtà territoriale in oggetto: abbiamo reperito le conoscenze e le informazioni principali sui luoghi oggetto dello studio, abbiamo stabilito contatti con gli operatori locali, abbiamo individuato un quadro di soggetti interessati alle opportunità di concertazione con l'ente pubblico.

Individualmente sono stati ascoltati: il Parco del Lura; le Guardie ecologiche volontarie Lomazzo; le Guardie ecologiche volontarie Bregnano; la Pro Loco Bregnano; la Pro loco Lomazzo; la LIPU e il Gruppo naturalistico Groane; la Coldiretti "La Spiga"; l'Azienda Agricola Donati; l'Ambito territoriale Caccia Olgiatese; la Soc. MTB Bee&Bike Bregnano; la Soc. Pesca Sportiva Bregnano; il Gruppo Volontario Ecologico Lomazzo; la Parrocchia di Bregnano; l'Auser Lomazzo, il sig. Cella, un frequentatore abituale del Parco.

Organizzati per gruppi omogenei (focus group), invece:

le ASSOCIAZIONI SPORTIVE: Ass. Tennis Bregnano; Moto club "I Leoni" Bregnano; Polisportiva Bregnanese; Atletica Lomazzo;

le ASSOCIAZIONI SOCIALI: Sezione A.V.I.S. Lomazzo; Ass. "La Crisalide" Bregnano; Croce Rossa Italiana Lomazzo; Lega Tumori Lomazzo; AUSER Lomazzo;

le SCUOLE: I.C. Bregnano: Scuola Elementare e Media; Associazione genitori Bregnano; Scuola d'infanzia Lomazzo; Scuola Elementare e Media Lomazzo.

L'ascolto è stato attuato sulla base di una traccia tematica appositamente elaborata a partire da un canovaccio di domande riguardanti:

1. Presentazione dell'associazione/ente
2. Attività svolte
3. Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
4. Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
5. Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
6. Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
7. Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

La costruzione della traccia è servita a garantire uno schema formale di riferimento comune a tutti gli intervistati, indispensabile per permettere la successiva comparazione delle opinioni in un quadro sinottico complessivo articolato nelle seguenti voci:

1. interlocutori
2. proposte
3. interessi
4. criticità
5. risorse/attività
6. altre realtà

La lettura di questo quadro metterà in evidenza i punti di forza e di debolezza del territorio, nonché le potenziali minacce e opportunità che dall'esterno possono influenzarne l'evoluzione.

2.1.1 Indicazioni per il progetto

Da dicembre 2005 a marzo 2006 sono state effettuate, dall'arch. Camilla Mele, 15 interviste individuali e 3 focus group, con una presenza media di 5 associazioni alla volta. E' stato poi ricavato un quadro sinottico complessivo dei risultati emersi nel corso delle interviste e dei focus group.

Questa prima sintesi ha permesso di individuare alcune indicazioni utili per l'elaborazione progettuale, per l'uso del parco, dei suoi percorsi e delle attrezzature già presenti, ma anche suggerimenti gestionali rivolti ai Comuni di Bregnano e Lomazzo e al Parco del Lura per attuare la conduzione, la cura, la manutenzione e il controllo del territorio attraverso lo svolgimento di attività che siano in grado di far vivere il Parco del Lura coinvolgendo attivamente molte realtà locali che hanno espresso l'interesse a collaborare attivamente.

Dalla lettura delle interviste le collettività dei Comuni di Lomazzo e di Bregnano appaiono ricche di soggetti, interessi, idee, proposte per far vivere l'ambiente del Parco. In gran parte si tratta di soggetti già attivi autonomamente, o organizzati per piccoli gruppi, nel promuovere attività di cura, salvaguardia e controllo del territorio a cui oggi, sempre più frequentemente, si aggiungono ruoli di informazione e di educazione ambientale rivolti alle scolaresche e alla popolazione dei più giovani. La maggiore critica gestionale avanzata al Parco del Lura è la mancanza di un ruolo di coordinamento delle tante realtà presenti e operative sul territorio. Si tratta di risorse preziose e attive che spesso "disperdono" le loro energie.

Non mancano poi i contributi attivi e appassionati di alcuni agricoltori che hanno riconvertito l'ormai "poco redditizia" produzione agricola in azioni e attività rivolte alla tutela ambientale e all'educazione. Un esempio per tutti è quello del sig. Donati che mette a disposizione la sua Azienda Agricola, la sua storia e quella di alcuni anziani collaboratori, a scolaresche e a gruppi di giovani scout per diffondere la conoscenza degli animali da fattoria e le piantagioni più comuni oltre che per tramandare le antiche tradizioni produttive e della vita rurale.

I settori della "domanda e dell'offerta" sono dunque particolarmente attivi: da una parte le scuole chiedono luoghi e opportunità per fare visite didattiche alle aziende agricole piuttosto che all'isola ecologica o al depuratore di Caronno Pertusella, o ancora passeggiate naturalistiche per osservare e conoscere la flora e la fauna del bosco o alla scoperta notturna dei gufi, dall'altra la COLDIRETTI, i cacciatori, la Lipu, il WWF, le guardie ecologiche volontarie dei Comuni di Bregnano e Lomazzo offrono luoghi per incontrarsi e mettono a disposizione le loro competenze e tempo per diffondere informazioni e conoscenze orientate all'educazione e alla sensibilizzazione ambientale.

Le attività legate alla riqualificazione ambientale sono già le più praticate ma sono anche quelle dove le richieste di potenziamento sono maggiori. Si richiede il ripristino e la creazione di nuove aree umide per la nidificazione di alcuni volatili e per la loro osservazione; si propone la costruzione dell'habitat ideale per la riproduzione del pesce persico; la piantumazione del territorio a gelsi per tornare alla produzione del baco da seta; la ripiantumazione dei mughetti dopo la loro raccolta.

I temi dell'inquinamento di acqua, suolo e aria e del riciclaggio dei rifiuti, particolarmente sentiti nei percorsi didattico-

formativi da parte delle scuole locali ma non solo, potrebbero essere affrontati in una struttura appositamente realizzata. La Coldiretti, in accordo con il Parco del Lura, ha in atto un progetto per la costruzione di un Centro di educazione ambientale inteso anche quale luogo per l'illustrazione delle tradizioni e della vita rurale. Il Centro dovrebbe sorgere nel Comune di Menegardo su un'area di circa 40.000 mq.
Le numerose indicazioni che sono scaturite dalle interviste sono state di seguito organizzate in tre tipologie d'intervento: ambientale, d'uso e gestionale e per ogni intervento sono stati individuati tre ambiti, quelli delle proposte, quelli delle risorse e quelli delle criticità. Si è scelto di utilizzare tutte le informazioni raccolte anche se in alcuni casi possono apparire ripetitive. Per ogni intervento/proposta è riportato tra parentesi il nominativo dell'associazione che la ha avanzata.

2.2 SINTESI PROGETTUALE

2.2.1 Le proposte

2.2.1.1 Ambientali

- Installare un impianto di depurazione (Guardie ecologiche volontarie – GVE - Lomazzo)
- Migliorare l'area tra Guanzate e Bulgarograsso (Lipu e Gruppo Naturalistico Groane)
- Fare del Parco del Lura un corridoio ecologico (LIPU - Gruppo Naturalistico Groane)
- Attuare un progetto per la creazione di aree umide con punti di osservazione dell'avifauna (LIPU - Gruppo Naturalistico Groane); attuare la salvaguardia del territorio, per es. mantenendo le aree umide (Guardie ecologiche volontarie Lomazzo); è stato fatto un censimento per Atlante dei vertebrati del Parco. Proponiamo la costruzione di nidi artificiali per l'allocco e la creazione (e il ripristino) di aree umide nel Parco per la nidificazione di alcune specie volatili (LIPU - Gruppo Naturalistico Groane)
- Costruire percorsi attrezzati con cartellonistica indicante direzioni, flora, fauna (MTB Bee&Bike Lomazzo)
- Costruire itinerari di 500 - 600m per i bambini da percorrere in mountain bike (MTB Bee&Bike Lomazzo) e più piste ciclabili attrezzate di segnaletica con indicazioni delle distanze e delle direzioni (GVE Lomazzo); avere maggior cura del verde e del fondo della pista ciclabile (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Dotare il Parco di più attrezzature (Parrocchia di San Giorgio Bregnano); aree dedicate al pic-nic (COLDIRETTI)
- Aprire un accesso verso nord (Soc.Pesca sportiva bregnanese) e un accesso facilitato con aree attrezzate a disposizione della gente (Pro Loco Lomazzo); ripristinare l'ingresso da Menegardo - che è bruciato - (Polisportiva bregnanese)
- Avere aree di accoglienza e aziende agricole disposte ad accogliere i bambini (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Creare uno spazio di sosta per chi fruisce del Parco (Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Rifare le sponde e sostituire l'acqua del lago di Rosorè (svuotare, dragare il laghetto, rifare tutto il fondo e il perimetro di 300-350m con il legno); riqualificare l'ambiente storico del laghetto di Rosorè - che esiste da 50 anni - attraverso la rinaturalizzazione, la divulgazione e promozione di tipo sociale (Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Creare un habitat per la riproduzione del pesce persico (si veda l'esperienza attuata nel Lago di Como con la creazione di fondale realizzato con il taglio degli alberi di pino - Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Curare l'attraversamento in corrispondenza delle strade con un tracciato riservato (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Creare degli itinerari tra la Cascina Tre Grazie (Museo delle tradizione agricole) e il Museo delle Api (Polisportiva bregnanese)
- Atrezzare con alcune panchine lo spazio, specialmente nel Museo delle Api (Pro Loco Lomazzo); il nostro Museo delle Api è il più fornito d'Europa ma va valorizzato (Pro Loco Bregnano)
- Creare percorsi, un Osservatorio e un Museo per le scuole medie (Scuola elementare Lomazzo)
- Predisporre un percorso vita fino a Cascina Menegardo (Scuola elementare Lomazzo)
- Individuare aree insieme alle altre associazioni per interventi di conservazione (LIPU - Gruppo Naturalistico

Groane)
- Produrre biomassa a costi minori e per incentivi agroalimentari nei piani di sviluppo rurale (COLDIRETTI)
- Avere dei canali d'acqua per irrigare i campi (COLDIRETTI)

2.2.1.2 D'uso

- Istituire un Regolamento d'uso (GEV Lomazzo e ATC)
- Vietare l'ingresso alle macchine nel Parco (Ass. "La Crisalide")
- Sensibilizzare le persone alla presenza/uso del Parco (GVE Lomazzo); spingere la gente ad arrivare al Parco e a utilizzare il percorso vita (Pro Loco Lomazzo)
- Il parco deve essere fruibile per tutti anche per chi vuole fare trial (GEV Bregnano)
- Promuovere iniziative ecologiche che riguardino i rifiuti (GVE Lomazzo)
- All'esterno della piattaforma ecologica ci potrebbe essere un'attività di scambio e recupero di alcuni oggetti buttati (GVE Lomazzo)
- Creare delle attività e dei punti di aggregazione (Polisportiva bregnanese)
- Usare il parco di notte coi bambini (scuola elementare Bregnano); organizzare passeggiate notturne per vedere i gufi e passeggiate diurne, ma bisogna avere aree attrezzate (Scuola elementare Lomazzo)
- La Cascina Menegardo è un luogo di accoglienza per le scolaresche; potrebbe essere interessante per i bimbi piantare alcune essenze vegetali (scuola materna Lomazzo); ripiantumare i mughetti che vengono raccolti (Scuola elementare Lomazzo)
- Visite didattiche, ippoterapia (COLDIRETTI)
- Diffondere l'istallazione nelle aziende agricole dei dispenser che distribuiscono latte crudo – in alcuni casi ci sono già - (COLDIRETTI)
- Creare dei GAS - gruppi di acquisto solidale (COLDIRETTI)
- Utilizzare la Cascina Tre Grazie come agriturismo o Museo delle tradizioni agricole e per le attività dei bambini (Polisportiva bregnanese)
- Mancano i servizi igienici (Parrocchia di san Giorgio Bregnano)
- Promuovere manifestazioni in collaborazione con altre associazioni sportive (Atletica Lomazzo)

2.2.1.3 Gestionali

- Creare un coordinamento tra i gruppi ecologici volontari (GEV Lomazzo); creare una struttura unica multifunzionale e un coordinamento tra le associazioni (Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Utilizzare i Cacciatori con una funzione di controllo (ATC)
- Costituire un'associazione permanente di giovani che gestisca il Museo delle Api all'interno del Parco (Pro Loco Bregnano)
- Sensibilizzare in merito alla pulizia del letto del torrente (Scuola elementare Lomazzo); finanziare le scuole per raccogliere i rifiuti (Lega tumori Lomazzo); offrire un riconoscimento economico per la pulizia (Croce Rossa Italiana); dare un riconoscimento simbolico ai ragazzi perchè vengano a fare sport o aiutino a pulire il Parco (Moto club "I Leoni" Bregnano); pulire il Parco dai rovi (GEV e Scuola elementare Lomazzo); pulire i sentieri che sono stati abbandonati (Moto club "I Leoni" Bregnano)
- Coinvolgere anziani e bambini dando spazi e incentivi per rendersi disponibili alla cura e alla pulizia. Noi potremmo dare dei buoni pesca gratuiti (Società pesca sportiva Bregnanese)
- Le sanzioni verso chi commette illeciti (discariche, spaccio) hanno funzionato. Potrebbero essere applicate ad altri territori (GEV Lomazzo)
- Ampliare le attività con le scuole, gli scout (Guardie ecologiche volontarie Bregnano); rendere partecipi scuole e privati (LIPU e Gruppo Naturalistico Groane)
- Installare strutture che forniscano informazioni sul Parco (Ass. Tennis Bregnano; LIPU; Gruppo Naturalistico Groane)
- Promuovere collaborazioni tra la scuola, le associazioni e il Parco per ideare, come è stato fatto ad Albate, la cartellonistica delle piante e un percorso didattico (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Promuovere alcune collaborazioni con l'Istituto d'Arte per abbellire l'entrata della piattaforma ecologica.

Disponibilità a finanziare 3 borse di studio (Gruppo volontariato ecologico Lomazzo)
- Coinvolgere le scuole per la salvaguardia del bene acqua (Croce Rossa Italiana)
- Istituire un Centro di educazione ambientale (Azienda agricola Donati); promuovere attività di educazione ambientale e sensibilizzazione (Ass. Tennis Bregnano e A.V.I.S. Lomazzo); educazione ambientale con gli adulti (Guardie ecologiche volontarie Lomazzo); promuovere attività di educazione stradale e ambientale per i ragazzi molto piccoli (6-7 anni - Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Coinvolgere le aziende agricole per i movimenti di terra (L. 228/2001 – COLDIRETTI)

2.2.2 Le risorse

2.2.2.1 Ambientali

- C'è una bella pineta e tanti sentieri (Ass. "La Crisalide")
- Ci sono i ponti: quello in ferro degli alpini (Ass. "La Crisalide")
- Ci sono alcuni scorci paesaggistici dai quali si vedono le Prealpi, la Grigna, il Resegone
- Questa era una zona di Gelsi. A Puginate il sig. Balestrini ha ancora i bachi da seta (Polisportiva bregnanese)
- Nella pausa mensa facciamo alcune passeggiate nel Parco del Lura (Scuola elementare Lomazzo)
- Coi bimbi dell'ultimo anno siamo andati al laghetto di Ceriano (nel Parco delle Groane) a vedere l'argilla (scuola materna Lomazzo)
- Abbiamo contatti con Donati, andiamo a raccogliere il granoturco (scuola materna Lomazzo)
- Raccontiamo aneddoti legati alla cascina e agli attrezzi; gli agricoltori e gli operai hanno conoscenze approfondite, sono ricchi di racconti e solidarietà (Azienda agricola Donati)
- Siamo andati a vedere la piattaforma ecologica (Scuola materna Lomazzo)
- Siamo andati a vedere il depuratore di Caronno Pertusella (Scuola elementare Bregnano)
- Abbiamo lavorato sul riciclaggio, sulla conoscenza delle piante e degli animali (Scuola elementare Bregnano); lavori su animali e piante : nocciolo, robinie (Scuola elementare Lomazzo)
- Con la Scuola dell'infanzia portiamo i bimbi nel bosco a osservare la flora e la fauna (Parrocchia di San Giorgio Bregnano); con il WWF svolgiamo studi sul riconoscimento di flora e fauna nei boschi a Lomazzo (Scuola media Lomazzo); abbiamo inserito nel programma scolastico progetti di educazione ambientale con la collaborazione della cooperativa Koinè (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Abbiamo ricostruito il percorso del torrente Lura realizzando un CDrom (scuola elementare Bregnano)
- Abbiamo fatto degli studi generali sull'inquinamento; lavorato con le guardie ittiche e forestali; partecipato ad Expo – scuolambiente (Scuola media Lomazzo)
- C'è una stube (Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Organizziamo la giornata del verde pulito con la pulizia dei boschi (GEV Lomazzo)
- I collegamenti da nord a sud sono una risorsa del Parco (Atletica Lomazzo)
- Il sig. Calvi ha progettato laghetti collinari e dighe in terra battuta in montagna (Pro Loco Bregnano)

2.2.2.2 D'uso

- Il Parco andrebbe rivalutato: è un importante polmone verde e potrebbe essere riscoperto dalla popolazione (Auser Lomazzo)
- C'è una giornata all'anno di pulizia che avviene in modo volontaristico (Croce Rossa Italiana); è organizzata una camminata all'interno del parco del Lura fino al Centro sportivo (Polisportiva bregnanese); è organizzata una gara podistica organizzata con la Pro Loco (Atletica Lomazzo); è organizzata una corsa campestre nel Parco Somaini (Atletica Lomazzo); organizziamo una gara per disabili ed escursioni nel territorio (MTB Bee&Bike – Lomazzo); organizziamo attività sociali e sportive: pesca sportiva amatoriale, attività agonistica, pesca con gli handicappati, bambini, donne (Soc. Pesca sportiva bregnanese); abbiamo organizzato feste, passeggiate e spettacoli nel Parco insieme ai genitori (Scuola elementare Bregnano)
- Possiamo collaborare con il Parco per il controllo dei fuochi; i cacciatori sono per la maggior parte pensionati e sono una risorsa utile per molte attività (ATC); le associazioni di anziani potrebbero gestire alcune attrezzature/aree (Pro Loco Lomazzo)

- Le attività dell'oratorio nel periodo estivo (es. biciclettate) vengono svolte all'interno del parco (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Già svolgiamo attività di divulgazione, formazione, educazione ecologica (GEV Lomazzo)
- E' importante il mantenimento delle tradizioni del paese: usanze, feste, sagre (Pro Loco Bregnano)
- La storia dei ponti come memoria storica del Parco (fruitore del Parco)
- Promuoviamo la pesca presso i giovani (Soc. Pesca sportiva bregnanese)
- Potremmo mostrare alle scolaresche la selvaggina da rilasciare per il popolamento (ATC)
- Abbiamo organizzato due mercatini dell'usato per beneficenza con materiali di recupero (GEV Lomazzo)
- Collaboriamo con le scuole elementari di Lomazzo e Manera per la raccolta differenziata (GEV Lomazzo)
- Gestiamo i punti di ristoro dopo la biciclettata (Pro Loco Bregnano)
- Collaboriamo per organizzare manifestazioni sportive (GEV Lomazzo)
- La nostra sede è aperta ad altre società (Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Abbiamo ottenuto un terreno privato in cui fare una scuola di trial (Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Stiamo sperimentando la "Pet Therapy" con un asinello addestrato da un'agronoma (Azienda agricola Donati)

2.2.2.3 Gestionali

- Le risorse umane ci sono e arrivano dalla collaborazione con le associazioni, soggetti fondamentali alla vita del parco. Anche il senso di appartenenza al Parco è grande perché è l'unico polmone verde. (Parco del Lura)
- Organizziamo visite al Museo delle Api all'interno del Parco (Pro Loco Bregnano)
- Abbiamo squadre che organizzano e si occupano degli animali (ATC)
- L'area feste nel Grande Parco Somaini nel centro di Lomazzo è di nostra competenza (Pro Loco Lomazzo)
- La nostra associazione ha organizzato il percorso vita, gestito dal gruppo volontario ecologico prima dell'apertura del Parco (GEV Lomazzo); Abbiamo collaborato dal punto di vista economico alla realizzazione del percorso vita (Pro Loco Lomazzo)
- Diamo una mano a tutte le associazioni del paese e al Parco (GEV Lomazzo)
- Diamo assistenza e sostegno sanitario negli eventi sportivi: gara podistica, biciclettata, tornei di calcio (Croce Rossa Italiana)
- Noi ripuliamo tutti i percorsi (Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Svolgiamo azioni di controllo, vigilanza, educazione ambientale, taglio boschi (GEV Bregnano)
- Valorizzazione del territorio. Organizziamo manifestazioni di raccolta fondi per altre iniziative e collaboriamo con altre associazioni - es.Giornata del Verde Pulito - (GVE Lomazzo)
- Svolgiamo attività di divulgazione ecologica (GEV Lomazzo)

2.2.3 Le criticità

2.2.3.1 Ambientali

- La qualità dell'acqua è pessima (Parco del Lura); il Lura è una fogna a cielo aperto, i punti critici: aspetto e odore (GEV Lomazzo); vorremmo che il torrente fosse più pulito (GEV Lomazzo); il torrente è inquinato (scuola elementare Bregnano)
- Il depuratore rilascia nell'acqua di lavaggio una patina nera (GEV Bregnano)
- Andrebbero ripuliti i boschi e il Lura (ATC); andrebbero pulite le sterpaglie; il parco è trasformato in discarica (Croce Rossa Italiana); c'è la sporcizia, i depositi in disordine e alcune recinzioni che bloccano i passaggi (Lega tumori Lomazzo); vengono scaricati rifiuti di ogni tipo (Ass. "La Crisalide"); il degrado ha raggiunto un livello tale che difficilmente sarà recuperabile (Auser Lomazzo)
- La robinia, molto diffusa, è fragile e con radici poco profonde. E' buona per ardere ma oggi non viene più tagliata, si spezza e intralcia i sentieri (fruitore Parco)
- Il Parco non offre una percorso ciclabile continuo (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)
- Gli agricoltori costruiscono un po' troppo e coltivano anche sui sentieri (Ass. "La Crisalide")
- Il Parco è interrotto tra Lomazzo e Cadorago. Lì non è utilizzato, tranne che per il percorso vita. Ciò accade

anche a Rovello Porro (Polisportiva bregnanese)
- Tra Lomazzo e la Cascina Tre Grazie il tragitto è quasi impraticabile (Polisportiva bregnanese)
- Il Museo delle Api era una risorsa, ma ci hanno fatto la piattaforma ecologica e poi c'è una ditta che inquina (Polisportiva bregnanese); è faticoso il raggiungimento del Museo delle Api: c'è una strada comunale con un solo marciapiede posto in uno solo dei lati (scuola elementare Bregnano)
- Non ci sono elementi attrattori (Atletica Lomazzo)
- Ci sono zone con nugoli di zanzare - attenzione alle vasche di laminazione! - (Parrocchia di San Giorgio Bregnano)

2.2.3.2 D'uso

- Si è perso il contatto con le attività rurali (LIPU - Gruppo Naturalistico Groane)
- I sentieri sono occupati dal legname e sfondati dai cavalli (fruitore Parco)
- Oggi il passaggio di cavalli è un problema (Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Non c'è un luogo dove ritrovarsi, manca un investimento sulle persone (Azienda agricola Donati)
- La scuola media ha utilizzato poco il Parco (Scuola media Lomazzo)
- I bikers vanno troppo veloci (Scuola elementare Lomazzo)

2.2.3.3 Gestionali

- Il Parco non ha una sede adeguata (GEV Lomazzo)
- Le criticità maggiori sono legate alla burocrazia, manca un coordinamento e un intervento di manutenzione ordinaria (Soc.Pesca sportiva bregnanese)
- Non abbiamo risorse economiche (Pro Loco Lomazzo)
- Ci dovrebbe essere una sorveglianza maggiore, più guardie (Scuola elementare Lomazzo)
- I sentieri vanno puliti dai tronchi degli alberi (MTB Bee&Bike – Lomazzo); non vengono puliti i boschi (GEV Lomazzo); non si sono più fatte attività di pulizia del Parco: fino a 6-7 anni fa si svolgevano coinvolgendo anche i ragazzi (Ass. Tennis Bregnano); tanti proprietari hanno detto: mi hanno portato via il terreno per fare il Parco e poi adesso non possiamo tagliare e pulire (Moto club "I Leoni" – Bregnano)
- Bisognerebbe regolamentare la raccolta dei funghi, l'uso dei percorsi ciclabili e dei percorsi vita (ATC)
- L'attraversamento della Statale 32 è da completare (MTB Bee&Bike – Lomazzo)
- I collegamenti sono da completare (MTB Bee&Bike – Lomazzo)
- Non ci sono aree di sosta (Atletica Lomazzo)

2.2.4 Proposte e nuove progettualità

Installare un impianto di depurazione
Migliorare l'area tra Guanzate e Bulgarograsso
Attuare la salvaguardia del territorio mantenendo e potenziando le aree umide
Aprire un accesso verso nord e un accesso facilitato con aree attrezzate a disposizione della gente
Ripristinare l'ingresso da Menegardo
Collegare il tratto di Parco ora interrotto tra Lomazzo e Cadorago e a Rovello Porro
Rendere praticabile il tragitto tra Lomazzo e la Cascina Tre Grazie
Riqualificare l'ambiente storico del laghetto di Rosorè (rifare le sponde e sostituire l'acqua del lago, svuotare, dragare il laghetto, rifare tutto il fondo e il perimetro di 300-350m con il legno)
Curare, con un tracciato riservato, l'attraversamento in corrispondenza delle strade
Facilitare il raggiungimento del Museo delle Api (ora la strada comunale ha il marciapiede posto in uno solo dei lati)
Avere maggior cura del verde e del fondo della pista ciclabile
Attrezzare con alcune panchine lo spazio, specialmente nel Museo delle Api
Individuare aree insieme alle altre associazioni per interventi di conservazione
Produrre biomassa a costi minori e per incentivi agroalimentari nei piani di sviluppo rurale
Istituire un Regolamento d'uso
Vietare l'ingresso alle macchine nel Parco

Coinvolgere le aziende agricole per i movimenti di terra
Istituire alcune collaborazioni con i cacciatori per il controllo dei fuochi
Coinvolgere le associazioni di anziani per gestire alcune attrezzature e alcune aree
Ripulire i boschi, i sentieri e il Lura
Pulizia delle sterpaglie e di alcune recinzioni che bloccano i passaggi
Completare l'attraversamento della Statale 32 e alcuni collegamenti
Creare delle attività e dei punti di aggregazione

2.3 INTERVISTE E FOCUS GROUP AI TESTIMONI PRIVILEGIATI *(a cura di Camilla Mele)*

2.3.1 Scheda e interviste

A partire dalle indicazioni fornite dal Parco del Lura e delle Amministrazioni dei Comuni di Bregnano e Lomazzo, sono stati individuati alcuni referenti rappresentativi delle realtà locali che potessero partecipare alla fase di consultazione e ascolto.
Lo strumento di indagine scelto per contattare i testimoni privilegiati (i cosiddetti stakeholders) è stato quello dell'intervista individuale semistrutturata, sulla base di una traccia tematica appositamente elaborata.
Particolare attenzione è stata prestata ad alcuni aspetti di una certa rilevanza nella fase di consultazione e ascolto.
La scheda predisposta è stata strutturata nel seguente modo:

Data:
Intervistato:
Ruolo:
Organizzazione/ente:
Recapiti (indirizzo, tel,fax,email)
Orari:
Presentazione dell'associazione/ente
Attività svolte
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

2.3.1.1 Parco del Lura

Data: 22/12/05
Intervistato: arch. Francesco Occhiuto
Ruolo: presidente
Organizzazione/ente: Parco del Lura
Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): Sede: L.go Clerici, 1 – 22071 Cadorago (Co)
Uffici del Consorzio: via Risorgimento 4/A - 22071 Loc. Bulgorello – Cadorago (Co)
T. 031 901491 – F. 031 8881621 - E. parco.lura@virgilio.it - I. www.parks.it/parco.lura
Presentazione dell'associazione/ente
E' un ente pubblico nato dal consorzio tra 10 comuni di due province: Varese (con Caronno Pertusella) e Como.
E' organizzato con due organi politici: il CdA (i cui rappresentanti sono delegati dai Comuni) e l'Assemblea dei sindaci dei 10 comuni (che funziona come un Consiglio Comunale).
Il Consorzio è nato per la gestione di un parco (PLIS) che è partito dal basso, dalla volontà dei comuni.
Le dimensioni del parco sono di quasi 1000 ha (con ampliamento di Bulgarograsso 1300/1400 ha)
Il PLIS è di particolare interesse per il collegamento dei Parchi Sorgente che lo circondano, per la salvaguardia della biodiversità.
Il Parco del Torrente Lura (il nome per esteso) è stato istituito nel 1995 (sulla carta, non operativamente); il Consorzio per la sua gestione, invece, è partito nel 2000.
Il 50% della superficie del Parco è boschivo e l'altro 50% agricolo.

Ha un orientamento N/S, nella parte sud è un parco urbano molto frazionato (con aree private). I comuni hanno acquistato delle aree per poterle riqualificare. Anche nelle sette aree urbane è in atto il rimboschimento: grandi prati, boschi, sull'esempio del Parco delle Groane e di Bosco in città. La manutenzione è molto meno onerosa rispetto a quella di un giardino (prevede 5 falciature di prato all'anno).
Opere per la fruizione sono le piste ciclabili in calcestre (2,5 m di larghezza). A Saronno c'è un parco di 40.000 mq e 16 Km di piste ciclabili realizzate (dei 30/40 Km previsti).
Di proprietà demaniale ci sono solo le strade consortili.

Attività svolte

Le due opere realizzate, per ora, sono solo le più facili. Due opere importanti sono i due sottopassaggi a Cadorago per la ferrovia e a Lomazzo per la strada provinciale.
I finanziamenti vengono da bandi e collaborazioni: in cinque anni in conto capitale ci sono 1.600.000 euro di opere, 900.000 euro dai comuni e 700.000 dai partner (es. Provincia).

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Le "risorse umane" vengono dalla collaborazione con le associazioni che propongono le attività per la vita del parco. I partner più fedeli sono la Guardie ecologiche volontarie che nascono prima del Parco e lo hanno voluto; le associazioni ecologiste e la Lipu hanno sempre tutelato il Parco, fanno parte della Giunta (la guardia ecologica volontaria è spesso anche l'assessore). Il senso di appartenenza c'è perché è l'unico polmone verde.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

La questione della qualità dell'acqua non dipende dal Parco, ma dal Contratto di fiume nato per coordinare sul territorio la miriade di enti e sotto-enti che lavorano sulla tutela delle acque (in Provincia ad es. ci sono tre o quattro uffici che non sanno come coordinarsi (la Regione dovrebbe coordinare tutto, poi c'è l'ARPA, l'ASL, l'Autorità di Bacino del Po, il Consorzio). Il Contratto di fiume dovrebbe essere coordinato dalla Regione.
Il progetto delle vasche che originariamente erano 50 (progetto della Oggionni), poi ridotte a 16 dal Dipartimento di Idraulica, è stato approvato dalla Autorità di Bacino. Il fiume è molto monitorato sia sotto l'aspetto qualitativo che quantitativo (ci sono progetti di riqualificazione generali). Il problema del deflusso è principalmente urbano e proviene dai tombini. Ci sono però circa 300 scolmatori lungo il Lura.
L'esempio ideale è Bosco in città o il Parco Nord, anche se sono parchi già troppo organizzati.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Ci sono due piani di intervento: la qualità dell'acqua (cui fa capo l'ARPA, la Provincia, l'ASL) e la quantità dell'acqua che è un problema perché il fiume in tempo ordinario è in secca e in tempo di pioggia esonda a causa dei terreni non più impermeabili. Sulle aree c'è la sindrome Nimby: nessuno vuole le vasche di laminazione sul suo territorio (il sindaco di Saronno, Rho, Milano, la Regione Lombardia…)
Nel '97 ci fu il progetto di diga a Rovellasca. Dopo una rivolta, si arrivò al progetto delle microvasche diffuse. I problemi principali sono 3: la quantità, la qualità (fitodepurazione delle acque e questione paessagistica), la fruizione.
La Pedemontana è un corridoio est-ovest tra i Parchi che sono invece un corridoio ecologico lungo le strade (progetto di rimboschimento e riduzione del viadotto).
Sulla SP9 è stato espresso già un parere, il progetto è stato approvato dall'assemblea dei sindaci e recepito nelle delibere dei Comuni della Provincia di Como (è stato costruito il consenso).
Al SIT del contratto di Fiume non è piaciuta molto l'idea delle funzioni.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Con tutti gli enti e le associazioni del Parco

2.3.1.2 Guardie ecologiche volontarie Lomazzo

Data: 22/12/05

Intervistato: Sig. Roberto Maiocchi

Ruolo: Guardia ecologica volontaria

Organizzazione/ente: Guardie ecologiche volontarie di Lomazzo - Provincia di Como

Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 02.96779077

Presentazione dell'associazione/ente

Nata nel 1980 grazie alla legge regionale.

Ha tre funzioni fondamentali:

- formazione ed educazione
- ripristino in caso di calamità
- sanzioni

L'Ente è la provincia di Como, la zona quella da Cadorago a Carbonate.

Attività svolte

Dieci anni fa abbiamo iniziato a lavorare su formazione ed educazione, dopo il corso di Guardia ecologica.

Non c'era ancora l'Ente Parco con un presidente che gestisse i gruppi in comune.

Abbiamo iniziato a lavorare nelle scuole di Lomazzo e Cadorago.

Oggi ci sono 105 guardie in provincia di Como, anche se sono attive solo la metà.

Le sanzioni verso chi commette illeciti hanno riguardato la discarica e gli episodi di spaccio, ora spariti grazie alla presenza delle Guardie ecologiche. Speriamo di riuscire a esportare questo sistema anche in altre realtà (a Saronno è più difficile).

Il Progetto con la Polizia provinciale prevede uscite lungo tutto il Parco, un contatto tra cittadini, comune e istituzioni.

Abbiamo fatto un'esperienza col CREA a Lomazzo, in cui tutti i bimbi hanno avuto una formazione.

E' stato fatto un censimento dei vertebrati con quelli della LIPU.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Non c'è un regolamento d'uso del Parco, si potrebbe fare. Le Guardie ecologiche sono come guardiani, hanno sott'occhio tutto quello che succede.

Un'altra proposta è fare educazione ambientale con gli adulti, non solo con le scuole. Con gli adulti è stata organizzata una biciclettata e un'uscita notturna per vedere i gufi.

Ci terrei che le iniziative fossero più frequenti.

Bisogna puntare alla salvaguardia del territorio in sé, non solo rispetto a chi vuole costruire, ma, per esempio, mantenendo ambienti umidi. Non dobbiamo più fare piste ciclabili, ma educare chi le utilizza, lavorando sulla sensibilizzazione delle persone.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

CREA, Provincia.

A Rovello, c'è l'AVE (Associazione Verde Età); i cacciatori che fanno capo alla Provincia.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Vogliamo lavorare nel nostro territorio.

A Bregnano c'è stata una mostra di foto in cui il Parco del Lura era inserito tra i parchi d'Europa.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

E' difficile lavorare con la Provincia (CREA della Provincia di Como). Non partiamo da un progetto predefinito come il CREA.

I gruppi ecologici volontari non sono coordinati, il Parco dovrebbe coordinarli. Da Saronno a Bulgarograsso ci sono tantissime associazioni, ma non si lavora insieme.

Per gli interventi di ripristino la Provincia fa il coordinamento, mentre il gruppo ecologico si occupa solo di monitoraggio e aggregazione. Siamo separati, non ci sono progetti.

Il Lura è una fogna a cielo aperto (a settembre inizia a colorarsi di rosso), anche se noi buttiamo acqua sul fuoco perché i pesci ci sono e l'ARPA ha fatto l'analisi biologica e chimica (l'impianto di depurazione migliorerebbe l'aspetto della visibilità).

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Dopo l'inondazione dell'anno scorso, abbiamo organizzato con la Protezione civile, gli Alpini e il Gruppo ecologico volontario di Lomazzo, una pulizia dell'alveo del fiume ostruito dai tronchi.

2.3.1.3 Pro Loco Bregnano

Data: 22/12/05
Intervistato: Sig. Calvi
Ruolo: presidente
Organizzazione/ente: Pro Loco Bregnano
Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): Calvi 347.9352713
Presentazione dell'associazione/ente
E' un ente locale iscritto all'Albo delle pro Loco della Regione Lombardia dal '77. Il Consiglio di Amministrazione è stato rinnovato tre anni fa.
Attività svolte
Mantenimento delle tradizioni del paese: usanze, carnevale, feste, sagre, serate danzanti, la fiera degli uccelli che è diventata la fiera del maggio bregnanese (con artigianato, cultura, spettacoli).
Non ci sono ancora cento associazioni. Abbiamo pochi introiti dalle associazioni.
Buoni i ritorni dalla popolazione. Cinque anni fa, c'è stata la festa del cinquantenario del Museo delle Api di Bregnano. Il finanziamento ricavato dalle feste serve per finanziare le altre attività che hanno solo spese (e non guadagni).
Stiamo per avere un contributo di 800 euro dalla Provincia per il maggio bregnanese.
Il 25 aprile organizziamo una passeggiata da Bregnano a Lomazzo ("Quater pass nel Lura").
Come Pro Loco diamo una mano a organizzare la festa della Madonna della Pineta.
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Siamo in pochi (consiglio di amministrazione 5 persone e 20-25 volontari) operativi durante le feste. Non si riesce a coinvolgere la gente. Vorremmo coinvolgere più persone, non solo a livello operativo, ma anche direttivo (nuove idee).
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
Collaboriamo con altre realtà per organizzare la biciclettata nel parco del Lura, in particolare collaboriamo con il servizio ristoro alla fine della biciclettata. L'Ente Parco e il Lions Club hanno sostenuto le spese vive, mentre la pro Loco ha messo la mano d'opera (persone e monte ore).
C'è un gruppo di persone che sfruttano la Pineta di Menegardo per fare delle feste e la signora Donati affitta la Cascina Tre Grazie.
Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
Il Museo delle Api all'interno del Parco è il museo più fornito d'Italia e forse d'Europa. Ha reperti da tutto il mondo. Nato in uno scantinato, non ha tuttora uno spazio adeguato, il materiale è ammassato. Il proprietario, il signor Cappelletti, è anziano ma tenta di farlo sopravvivere. Noi abbiamo messo la segnaletica.
Attualmente c'è una produzione di miele, propoli e pappa reale. C'è interesse da parte del Comune a mantenere e valorizzare il Museo (ora gestito dai proprietari).
Io ho progettato laghetti collinari, per impedire la fuga di popolazione dalla agricoltura, ho fatto dighe in terra battuta in montagna.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Il Museo delle Api è però aperto al pubblico solo l'ultima domenica del mese per due ore (dalle 9.30 alle 11.30). In occasione del Cinquantenario, abbiamo avuto 1000 visitatori in mezza giornata. Mi sono offerto di individuare giovani interessati a costituirsi come associazione permanente per gestire il Museo, ma i proprietari non hanno voluto.
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà
Abbiamo le strutture e siamo disponibili ad accogliere e agevolare altre attività. Abbiamo un carrozzone cucina, approvato dalla ASL, per servizio di catering e una sede a disposizione vicino al Polifunzionale.

2.3.1.4 Guardie ecologiche volontarie Bregnano

Data: 22/12/05
Intervistato: Sig.ri Mario Marcon e Maurizio Rampoldi
Ruolo: Guardia ecologica volontaria
Organizzazione/ente: Guardie ecologiche volontarie di Bregnano - Provincia di Como
Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): Marcon 335.5211134 – Rampoldi 339.4189028
Presentazione dell'associazione/ente

Il gruppo "Lura medio" gestisce nove comuni (fino a Rovello, Bulgarograsso).

Attività svolte

Le attività sono principalmente di controllo e vigilanza, manutenzione ed educazione ambientale.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Siamo inseriti nel comune e aiutiamo a realizzare i progetti dei Comuni. Per esempio, la giornata del verde pulito, che prevede un coordinamento dei Comuni tramite l'Ente Parco. Le amministrazioni singole si appoggiano a noi per alcune attività (vigilanza in punti critici).

Stanno nascendo altre realtà ambientaliste: associazioni che fanno mountain bike (con cui siamo in contatto)

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

L'educazione ambientale è partita da noi, guardie ecologiche in pensione.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Il parco dovrebbe essere fruibile a tutti, invece ora l'ingresso è vietato a motorini e cavalli. Andrebbero creati spazi differenziati per tipo di utenza (anche per chi vuole fare trial). Adesso ci sono problemi anche con i cacciatori (ATC); le piste ciclabili sono, infatti, sorte in stradine in cui prima era possibile la caccia. Le associazioni di cacciatori sono sempre intervenute nella gestione del verde, bisognerebbe evitare attriti. Il Parco del Lura non è un'oasi.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Possibilità di ampliare la collaborazione con le scuole (il CREA e la cooperativa Koinè) e gli scout.

2.3.1.5 LIPU – Gruppo Naturalistico Groane

Data: 22/12/05

Intervistato: Dr. Massimiliano Biasioli e Sig. Fumagalli

Organizzazione/ente: Lipu – Gruppo naturalistico delle Groane

Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): Biasioli 3487064660 Fumagalli 3384067834

Presentazione dell'associazione/ente

La LIPU è la terza associazione ambientalista italiana.Ci occupiamo di avifauna e della conservazione della natura, siamo partner di Bird Life International.

Attività svolte

Abbiamo fatto un censimento per l'Atlante dei vertebrati del Parco in cui sono state coinvolte le GEV dell'oasi di Cesano Maderno (dal 2003 centro di educazione ambientale, con birdwatching).

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Nel Parco del Lura bisognerebbe migliorare le aree tra Guanzate e Bulgarograsso, che sono le più belle (situate nell'estremo nord, vicino alla Pineta di Appiano Gentile).

L'obiettivo è collaborare con le realtà locali per individuare le aree d'intervento e le aree da conservare.

Uno dei problemi è l'ignoranza del proprio territorio, si è perso il contatto con le attività rurali.

Sarebbe più utile avere riserve naturali che oasi, fuori dalle quali si può sparare.

Dopo il censimento è nata l'idea di fare nidi artificiali per l'allocco.

Un altro ambito è quello delle aree umide, che non esistono più (ce n'era una che è stata interrata). Nel territorio sono presenti alcuni anfibi (tritone, salamandra). La creazione di aree umide garantirebbe queste specie protette (specialmente il tritone che si riproduce in acqua tra luglio e agosto). Le zone migliori sono le piccole pozze semipermanenti su terreni accidentali. L'area umida a Cesano di 12 ha, nel Parco delle Groane, ospita d'estate l'airone rosso ed è l'unico sito di nidificazione del nord Italia. Ci sono anche tre aironi tarabuso (ce ne sono 50 in tutta Italia). Ci troviamo su una delle maggiori tratte migratorie del mondo. Il tarabusino (piccolo airone) ha problemi di conservazione, ha bisogno di canneti, cariceti, fragminteti (canna palustre). Il martin pescatore è presente tutto l'anno e ha bisogno di pareti di terra libere con nidi artificiali. Anche i gruccioni costruiscono i nidi nelle pareti che possono essere anche artificiali. A Paderno i nidi sono stati inseriti in una cava e ci sono 50 coppie di tapino (una rondine marrone).

La rana di lataste e il tritone si possono portare artificialmente. Come piante acquatiche vanno bene le ninfee, gli ontani e i salici (possibili produttori di biomassa).

Nelle zone limitrofe alle vasche, si potrebbe convincere gli agricoltori a rivedere i propri piani di sviluppo rurale per lasciare le aree incolte, ad arbusteti o aree umide (riceverebbero finanziamenti) così come successo in Emilia Romagna e a Cassinazza (Binasco)

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Il Parco del Lura è fondamentale come corridoio ecologico di collegamento tra la zona alpina, pre-alpina e Milano (Parco delle Groane).

C'è il falco pecchiaiolo (rapace diurno, una specie di poiana) che si nutre di api e vespe.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Il discorso dell'informazione.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Eta Beta per gli stagni. Pro Natura per gli alberi e gli arbusti autoctoni. Biasioli per le piante acquatiche.

2.3.1.6 Coldiretti

Data: 22/12/05

Intervistato: Sig. Ambrogio Alberio

Ruolo: delegato

Organizzazione/ente: Coldiretti

Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 380.3186159

Presentazione dell'associazione/ente

Consorzio di aziende agricole

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Coinvolgimento delle aziende agricole per i Piani di sviluppo rurale e i finanziamenti dati in seguito al blocco delle coltivazioni.

L'Amministrazione pubblica può coinvolgere le aziende agricole per i movimenti di terra (L.228/2001).

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Con i Piani di sviluppo rurale si ha un'indennità di 250 euro/ha. C'è un controllo ogni anno,se si sgarra bisogna pagare per gli anni precedenti.

La zona interessata è coltivata a mais, orzo, patate.

Le due necessità fondamentali sono:

-l'acqua per l'irrigazione

-la biomassa (pioppi, salici, canneti) per produrre energia a costi minori.

Un'azienda agricola nel mantovano ha 100 ha di pioppi. Con 20.000 euro hanno preso una caldaia con cui riscaldano la casa e rivendono energia all'Enel e al Comune.

Ci sono incentivi sulle biomasse, nelle misure agroambientali dei Piani di sviluppo rurale, ci sono bandi per ricevere contributi.

Importante è la fruibilità: prevedere aree destinate al pic-nic, coinvolgendo le aziende agricole: Alcune accolgono già visite didattiche e altre attività (ad es. l'ippoterapia, i dispenser di latte crudo, i gruppi di acquisto solidale)

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

La remota possibilità della perdita di fertilità. La biomassa va bene, ma bisogna trovare la filiera. Per ora sappiamo solo che c'è una vasca di 180.000 mq, con un argine di 3m e 2m di acqua. Una parte di quest'acqua potrebbe essere destinata ad uso irriguo per recuperare la siccità degli anni scorsi?

Il problema fondamentale degli agricoltori è quello di non perdere soldi, rifacendo il Piano di sviluppo rurale (che si rinnova ogni 5 anni).

Bisogna conoscere l'appartenenza delle aree per capire cosa proporre (per es. area boscata intorno ai margini).

Spesso però i terreni sono in affitto e c'è il diritto di prelazione del contadino. Le industrie zootecniche (che producono latte e carne) e le aziende agricole hanno bisogno del prato (a mais, orzo, cereali).

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

CIA (Confederazione Italiana Agricoltori), Unione agricoltori.

2.3.1.7 ATC – Ambito Territoriale Caccia olgiatese

Data: 2/2/06

Intervistato: Sig. Enrico Landoni

Ruolo: presidente

Organizzazione/ente: Ambito Territoriale Caccia Olgiatese

Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 031.895766

Presentazione dell'associazione/ente

L'associazione comprende 44 paesi (da Rovello fino a Gerenzano, da Saronno al confine svizzero; l'altro confine è la statale dei Giovi, fino a Rebbio, Como). I soci sono 702, sono cacciatori che praticano la caccia vagante. Un gruppo ristretto di 53 cacciatori praticano la caccia di passo nei capannoni che abbiamo; versano una quota entro il 31 marzo, la caccia è, infatti, regolamentata dalla Provincia a cui ATC manda i dati e le domande dei cacciatori.

Attività svolte

Organizziamo l'attività venatoria (che si svolge dalla terza domenica di settembre al 31 dicembre): acquistiamo le lepri, alleviamo le starne, rilasciamo a tempo debito i fagiani sul terreno. In ogni paese abbiamo squadre che organizzano e si occupano degli animali.

Per quanto riguarda starne e fagiani allevati in allevamento, sono alla mercé degli altri animali o dei cacciatori non organizzati. Si tengono nei recinti per 7- 8 giorni con cibo e acqua e ci sono pensionati cacciatori che sorvegliano la zona.

Ad aprile gestiamo ad Erba Agri Natura (la selvaggina imbalsamata è utile per capire la differenza tra starna e fagiano.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Ho portato la classe di mia figlia a vedere la schiusa delle uova negli allevamenti che appartengono agli allevatori (anche noi potremmo farlo, ma dovremmo avere il terreno che ha costi elevati).

Qui in zona ci sono 3 - 4 allevamenti, 1 di starne e 1 di fagiani a Mozzate, 1 di fagiani a Vertemate e 1 a Carbonate.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

A noi il Parco fa comodo (si evitano case e capannoni)

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Andrebbero puliti i boschi e il Lura.

I boschi sono molto conciati, andrebbero puliti e sistemati. Bisogna coesistere. Bisognerebbe obbligare i proprietari a pulire i terreni come si faceva una volta. Questa è una delle cause per cui la selvaggina non trova l'habitat ideale. Noi cacciatori facciamo dei "panchetti" per gli animali con acqua e cibo (una volta lo facevano i proprietari terrieri).

I tagli intensivi odierni contribuiscono a distruggere il bosco; anni fa era diverso, le piante si tagliavano per bruciarle, non si lasciavano in giro come ora.

Bisognerebbe incentivare un regolamento sulla raccolta dei funghi, le famiglie distruggono il sottobosco, sarebbe importante fargli pagare una tassa.

Bisognerebbe regolamentare anche i percorsi ciclabili e i percorsi vita che attraversano il bosco, lungo i quali le persone passano e tengono i cani slegati che sono pericolosi perché attaccano gli animali. E' infatti previsto, in primavera, in pochissime aree e lontane dal centro abitato, un minimo ripopolamento in base alla quota che versiamo. La selvaggina ha bisogno di quiete: nel Parco del Lura ci sono, invece, i cavalli, il ciclocross, il motocross (non solo nei sentieri); gli animali li immettiamo dove c'è meno gente e più prati (a Olgiate).

Dateci una mano a regolamentare il Parco del Lura (quelli a cavallo non dovrebbero poter attraversare i prati del Parco).

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Abbiamo collaborazioni con il Gruppo ecologico volontario per l'accompagnamento delle scuole in campagna.

Siamo disponibili con chi chiede una mano, anche se la nostra attività non è ben vista.

Negli anni scorsi abbiamo fatto attività di pulizia in appoggio ai Gruppi ecologici volontari, interessante è anche mostrare alle scolaresche la selvaggina da rilasciare per il popolamento.

Siamo disposti a collaborare con il Parco del Lura per il controllo dei fuochi (come abbiamo fatto per il parco Pineta): i cacciatori sono per la maggior parte dei pensionati e verrebbero volentieri, sono una risorsa importante e recuperabile per i lavori di controllo dei fuochi e dei sentieri che i contadini tendono a "mangiare": siamo la memoria storica di certi terreni e posti, non siamo dei distruttori, come ci dipingono, siamo più dei cinofili che procacciatori di selvaggina.

Siamo tutti necessari (noi e quelli delle Lipu), ci scontriamo, ma bisogna trovare un accordo, l'oasi va bene nella misura in cui si possa catturare e ripopolare (ci vuole un regolamento).

Siamo in contatto con l'ARPA della Provincia di Como e con gli agricoltori: ogni anno diamo dei contributi per il ripristino ambientale.

2.3.1.8 Soc. MTB Bee&Bike Lomazzo

Data: 2/2/06
Intervistato: Sig. Carlo Ricci
Ruolo: presidente
Organizzazione/ente: Mountain Bike
Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 3383460466
Presentazione dell'associazione/ente
E' una società nata nel 2001 con 30 soci, un consiglio di amministrazione di 15 persone e 3 vicepresidenti per le 3 sezioni.
Organizziamo una gara per disabili ed escursioni nel territorio.
Attività svolte
Le attività riguardano l'escursionismo, la mountain bike: abbiamo atleti che fanno gare e manifestazioni. Abbiamo anche una sezione in strada e di handbike (bici a braccio per disabili).
Un'altra attività della società è promuovere le attività del Parco del Lura, per esempio la "Lura Bike", il gran fondo per bikers agonisti alla quale hanno partecipato 500 persone tra agonisti e professionisti.
Partecipiamo alla biciclettata di settembre.
Parteciperemo alla 24 ore di mountain bike a Mendrisio (7 Km di percorsi). Quest'anno c'è il campionato nazionale di mountain bike per disabili (dal 2 al 4 giugno a Bregnano).
Con i bambini facciamo da guida nelle gimcane (siamo stati tra i primi collaboratori del Parco sia per la sagra che per la biciclettata).
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Un altro progetto è quello di fare un percorso segnalato di mountain bike all'interno del Parco (esiste anche un piano normativo europeo per la segnaletica). Ora la segnaletica è provvisoria e solo per le gare; l'anno scorso siamo riusciti a costruire un percorso di 30-40 Km. Bisognerebbe divulgare maggiormente la notizia perché nessuno sa che qui si trova un percorso adeguato per i bikers, tutti pensano di dover andare a Como (anche se alla gara arriva gente da tutta la Lombardia). Qualche anno fa abbiamo fatto escursioni nei parchi con gli anziani, per tre domeniche: vorremmo ripetere l'iniziativa.
Vorremmo occuparci del movimento di mountain bike per i bambini e costruire percorsi all'interno del Parco con l'Amministrazione comunale per promuovere la mountain bike a livello giovanile.
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
Per organizzare la gara di mountain bike abbiamo lavorato con: Protezione civile, Guardie ecologiche, squadre di bikers (90 persone sul percorso e 30 persone per tutto il resto). Il Parco ha fatto il coordinamento di queste associazioni.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Da fruitore, vorrei che fosse completato l'attraversamento della Statale 32. Facendo la Gran Fondo (su strada) il problema è trovare un percorso che non vada sulle strade provinciali e statali; la mountain bike invece non ha bisogno di permessi come il ciclismo su strada.
Per il resto, non mi sento di fare critiche, c'è una bella collaborazione con il Parco. L'unica criticità sono i collegamenti che vorrei facessero in fretta (da fruitore, ciclista). Un altro problema è la pulizia dei vecchi sentieri dai tronchi degli alberi.
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà
Facciamo una riunione con l'Associazione Sport di Bregnano per organizzare le gare con altre associazioni.
Mi piacerebbe avere un'area per installare un percorso di 500 - 600m in cui i bambini possano provare la mountain bike. La società Puginatese si occupa del ciclismo agonistico dei giovanissimi ("Attività dei giovanissimi" per bimbi da 7 a 12 anni) e nel ciclismo su strada esiste il progetto "Ciclismo a scuola" (attività ludiche e materiale didattico-tecnico per promuovere il ciclismo).

2.3.1.9 Fruitore Parco

Data: 2/2/06
Intervistato: Sig. Luigi Cella
Ruolo: frequentatore del parco, aspirante guardia ecologica
Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 02.96371026 – 328.2034081

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Attività di guardia ecologica

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Il territorio tra Bregnano e Lomazzo è collocato tra due ponti: il primo ponte è a Guanzate e si chiama Ciufò (cinque faggi), il secondo è quello di Cadorago (sulla provinciale tra Bregnano e Vertemate).

Poi ci sono il ponte del Giusepp tra Caslino e Bulgorello e il ponte degli Alpini tra Caslino e Puginate.

Il ponte tra Lomazzo e Bissago è detto "del Recanin" ed è attraversato da auto e trattori dei residenti. Ci sono altri due ponti tra Lomazzo e Bregnano: il ponte della Castenada che ha accanto un attraversamento per la pista ciclabile legata al percorso vita che poi prosegue fino alla Lomazzo-Novedrate, la Novedratese (accanto alla statale c'è un percorso pedonale che prevede di collegare il percorso-vita di Lomazzo con la pista ciclo-pedonale tra Rovellasca – Bregnano). I ponti sono legati alla storia, alla mitologia del luogo (il ponte di Lomazzo era il guado, in cui ci si trovava quando non si andava a scuola, il giovedì).

Altri punti di forza sono gli scorci paesaggistici dai quali si vedono le Prealpi, la Grigna, il Resegone.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Una criticità è lo stato del corso d'acqua, nonostante da un paio d'anni siano ricomparsi i pesci e gli aironi cinerini che vengono dal Seveso. Pesci e rane trovano cibo nel Lura, nello stagno di Caslino, detto il "Pasquè" e nello stagno di Bregnano, il "Rosurè".

La flora che è costituita da robinia, è molto fragile perché ha radici poco profonde; anche se cresce in fretta ed è utile come legna da ardere, ora non c'è più nessuno che la taglia e per questo occupa i sentieri, usati ormai solo dai contadini e da chi va a cavallo (ora è molto di moda, ma il cavallo sfonda i sentieri).

2.3.1.10 Soc. Pesca Sportiva Bregnanese

Data: 2/2/06

Intervistato: Sig. Mauro Fugatti

Ruolo: presidente

Organizzazione/ente: SPS bregnanese

Recapiti (indirizzo, tel ,fax ,email): 3483038658

Presentazione dell'associazione/ente

Fondata negli anni '60 presso il laghetto Rosorè (ex stagno ora laghetto di 3000 mc). E' un'associazione sportiva non a scopo di lucro, gli introiti dalla pesca sono reinvestiti per attività sociali e sportive (pesca con gli handicappati, bambini, donne).

Abbiamo una convenzione col Comune di Bregnano (proprietario dell'area). SPS si è presa l'impegno della gestione, il Comune supporta gli interventi che hanno un peso economico. Abbiamo 300 soci e un Consiglio Direttivo di 10 persone.

Attività svolte

Pesca sportiva amatoriale. Attività agonistica. Apriamo la sede anche ad altre società. Promozione della pesca presso i giovani. Facciamo arrivare i pesci dal Trentino (scelta di qualità).

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Apertura del laghetto per tutta la settimana (ora è aperto solo il sabato e la domenica dalle 8 alle 18). Sarebbe fattibile solo dopo avere eseguito alcuni interventi: bisognerebbe rifare le sponde e sostituire l'acqua (che è sorgiva, ma non è mai stata cambiata). Dietro il laghetto, il Parco sta facendo un'area umida, come ampliamento dell'area del laghetto e centro visite: potrebbe diventare un'area unica, adibita a pic-nic per dare la possibilità di usufruire del verde anche a gente che viene da fuori (attualmente ci sono circa 4-5 mila persone che ruotano attorno all'area).

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Il Parco del Lura e la P.A. di Bregnano con cui collaboriamo.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Interesse alla tutela. Promuovere l'aspetto sociale. Noi, ad esempio, lasciamo le nostre strutture gratuitamente all'associazione onlus "Donna vera" che si occupa di assistenza psicologica e sostegno all'infanzia e che ha un centro di ascolto a Cermenate, ma la necessità di avere uno spazio anche qui (oltre al Centro Polifunzionale che il Comune concede una volta all'anno).

In passato non era curato e c'erano atti di vandalismo, ora invece è presidiato quasi sempre.

L'anno scorso c'è stata un'iniziativa interessante nel lago di Como: hanno tagliato i pini e li hanno utilizzati per il

fondale, perché sono l'ambiente ideale in cui depone le uova il pesce persico.
A Losanna si investono miliardi per le strutture e per l'autonomia energetica. Io mi occupo di fotovoltaico da tre anni: si possono fare interventi interessanti in questo senso per orientarsi verso un progetto naturalistico.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Criticità legata alla burocrazia, le idee e la volontà ci sono, manca un coordinamento, qualcuno che vada in loco e prenda provvedimenti in tempi brevi. Manca la manutenzione ordinaria necessaria, di competenza in parte della P.A. e in parte (per quanto riguarda la natura, il verde e l'avifauna) del Parco. Ci vorrebbe una struttura unica multifunzionale, a quel punto nascerebbe la necessità di un coordinamento tra le associazioni (gli interessi specifici vanno contro il sociale).
Bisognerebbe svuotare, dragare il laghetto, rifare tutto il fondo e il perimetro di 300-350m con il legno.
Bisogna riqualificare questo ambiente storico, che esiste da 50 anni, attraverso la rinaturalizzazione, la divulgazione e la promozione di tipo sociale.
Bisognerebbe aprire un accesso verso nord e dare la possibilità di aprire uno spazio sosta per chi fruisce del Parco.
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà
Potrebbe esserci un coinvolgimento provinciale per svuotare il bacino esistente, pulirlo e rifare le sponde in legno. C'è necessità di un intervento manutentivo, ora le sponde si stanno mangiando, riducendo il passaggio.
Abbiamo attivato collaborazioni col Parco del Lura, con le scuole di Bregnano che sono a 200 m dalla nostra struttura e con la Oggionni. Bisogna darsi da fare con ciò che siamo in grado di fare (con i fondi raccolti dalla pesca, per esempio, possiamo comprare delle sedie). Non possiamo aspettarci soldi pubblici.
Bisognerebbe coinvolgere gli anziani, insieme ai bambini. Dare spazi e incentivi agli anziani che girano tanto e ai giovani (per es. buoni pesca gratuiti). Sono sicuro che sono tutti disponibili alla cura se si sentono coinvolti e riconosciuti (per es. per sistemare i cestini, evitare atti di vandalismo).
Abbiamo avuto un incontro con l'assessore allo sport di Bregnano per coordinarci con le altre associazioni sportive (es. MTB), ma è difficile gestire orari e interessi differenti.

2.3.1.11 Pro Loco Lomazzo

Data: 20/2/06
Intervistato: Sig. Achille Villa
Ruolo: presidente
Organizzazione/ente: Pro Loco Lomazzo
Recapiti (indirizzo, tel , fax , email): 3394622180
Presentazione dell'associazione/ente
C'è un consiglio direttivo di 9 membri, più altri soci che collaborano a livello volontario. Come Pro Loco facciamo parte di un gruppo nazionale che ha una sede centrale a Roma e distribuisce una pubblicazione semestrale su cui si possono scrivere articoli. Come Pro Loco siamo il punto di unione di tutte le associazioni. L'area feste nel Grande Parco Somaini nel centro di Lomazzo è di nostra competenza.
Attività svolte
Uno dei compiti è la valorizzazione del territorio. Organizziamo manifestazioni di raccolta fondi per altre iniziative e collaboriamo con altre associazioni.
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Il parco è poco conosciuto nel complesso. Solo ora la gente comincia a frequentarlo e a comprendere l'importanza dei polmoni verdi.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Mettiamo a disposizione le nostre risorse: abbiamo collaborato con i nostri soci e collaboratori alla Giornata del Verde Pulito. Ci occupiamo dei punti di ristoro.

Il conduttore della Cascina Tre Grazie, il sig. Donati ha attrezzato lo spazio a disposizione, punto di arrivo della biciclettata, con barbecue e panche. Le risorse sono legate alle persone e alla risorsa ambientale. Bisognerebbe promuovere iniziative che valorizzino il parco, cercando di mantenerlo così come è.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Il problema è che non abbiamo risorse. Non so come fare a spingere la gente ad arrivare al Parco e a utilizzare il percorso vita: bisognerebbe attrezzare con alcune panchine lo spazio che dal Ponte del Lura va fino a Bissago verso Puginate, specialmente nel Museo delle Api basterebbero delle panche in posti ombreggiati. I problema è l'accesso, non ci sono posteggi limitrofi, bisogna lasciare la macchina in centro. Bisognerebbe avere un accesso facilitato e aree attrezzate a disposizione della gente in modo che abbia qualcosa cui fare riferimento, anche se le aree di sosta sono di difficile gestione.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Abbiamo collaborato alla realizzazione del percorso vita dal punto di vista economico.

Siamo disponibili a collaborare per valorizzare il territorio.

I cacciatori e le aziende agricole sono i primi ad essere interessati a mantenere inalterate queste aree. Si potrebbero coinvolgere le associazioni di anziani, attrezzando aree anche per loro e affidando loro la gestione di queste aree.

Esiste il Gruppo AUSER, che è attivo e agisce autonomamente.

2.3.1.12 Azienda agricola Donati

Data: 20/2/06

Intervistato: sig. Cesare Donati

Ruolo: tenutario

Organizzazione/ente: Azienda agricola Donati

Recapiti (indirizzo, tel , fax , email): 3335843083

Presentazione dell'associazione/ente

Siamo partiti nell''83 con gli oratori.

Attività svolte

Il Sabato e la Domenica si portano i bimbi da noi; vengono anche gruppi Scout e le scuole, raccontiamo aneddoti legati alla cascina e agli attrezzi. I bambini di 7/8 anni sono i più interessati. Vengono anche gli anziani dalle case di riposo e gruppi di diversamente abili, che provano giovamento nel contatto con la natura.

Le nonne vengono per raccontare, il mio compito è quello di ascoltare. Tra questi gruppi c'è molto contatto e collaborazione: ci sono momenti in cui gli anziani raccontano ai bambini; in questo periodo di specialismi si torna ad un sapere più ampio. Gli anziani erano tutti operai e sono abituati allo scambio reciproco.

Le scuole vengono dal milanese e dal bergamasco. I Gruppi ecologici fanno camminate notturne.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

In accordo con il Parco del Lura, c'è in progetto la costruzione nel terreno di 40.000 mq a Menegardo, di fianco alla

proprietà in affitto, di un Centro di educazione ambientale che faccia rivivere la vita rurale.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Punti di riferimento per noi sono le scuole materne ed elementari, che portano i bambini in modo che possano vedere e toccare gli animali. Abbiamo un asinello, addestrato da un'agronoma che sta sperimentando la "Pet Therapy". Le aziende agricole vedevano il Parco come un blocco di regole, ora stanno cambiando idea anche perché è cambiata l'agricoltura e si guadagna di più facendo tutela ambientale.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

La gente che viene sa che è un luogo privato e non pubblico, partecipa portando da mangiare agli animali. 'è la collaborazione di tutti. Il bello del luogo è il contatto fisico con l'ambiente. La nostra zona è l'unica in cui il parco è vissuto dalla gente. Il luogo è rispettato e l'impegno è grande da parte di tutti (da marzo fino all'estate siamo sempre pieni). La situazione sta migliorando, i collegamenti e i sentieri sono più affollati; vengono da Como e Milano per vedere i ghiri, il picchio e la civetta che nidificano. Gli agricoltori e gli operai hanno conoscenze approfondite, sono ricchi di racconti e solidarietà. Le famiglie di Lomazzo per strada non si salutano, ma qui si incontrano e si scambiano il cibo per il picnic.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Sono state fatte tante strade e lavori ma non c'è un luogo dove ritrovarsi. Manca un investimento sulle persone.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Collaboriamo con tutte le associazioni: dalle Guardie ecologiche alla Croce Rossa.

2.3.1.13 Gruppo volontario ecologico Lomazzo

Data: 20/2/06

Intervistato: Sig.ri Alfonso Pagani e Gianpaolo Riva

Ruolo: presidente e vicepresidente

Organizzazione/ente: Gruppo volontariato ecologico Lomazzo

Recapiti (indirizzo, tel , fax , email): Pagani 3479812314 – Riva 3383071075

Presentazione dell'associazione/ente

Gruppo di pensionati nato nel '96. Abbiamo una convenzione con il Comune di Lomazzo per la gestione della piattaforma ecologica (19 ore di apertura settimanale) in collaborazione con altri comuni. L'associazione è nata per iniziativa dell'allora assessore all'ecologia, Riva, che ha preso spunto dal comune di Briosco, in cui c'era un'iniziativa del genere, i pensionati gestivano la piattaforma ecologica. Ora abbiamo trenta soci attivi e sessanta in totale. L'età media è di 65 anni.

Attività svolte

Abbiamo attività di divulgazione ecologica; organizziamo la giornata del verde pulito, la pulizia dei boschi. Abbiamo organizzato due mercatini dell'usato con materiali di recupero per beneficenza.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Collaborazioni con l'Istituto d'Arte per abbellire l'entrata della piattaforma ecologica; vorremmo mettere a disposizione tre borse di studio. Vorremmo proiettarci all'esterno e fare qualcosa di diverso rispetto alla semplice gestione della piattaforma, con iniziative ecologiche che riguardano i rifiuti.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Il parco non c'era ancora quando la nostra associazione ha messo in piedi il percorso vita, gestito dal gruppo volontario ecologico. Quando è nato il Parco, su impulso di questo gruppo, il percorso vita è entrato a far parte dei confini del Parco.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Il gruppo di volontariato si è aperto agli extracomunitari (magrebini, ghanesi, cingalesi). Due di loro sono iscritti al gruppo, ma gli stranieri, che sono ormai tanti, hanno problemi di disagio materiale, hanno bisogno di tutto. Bisognerebbe che ci fosse uno scambio esterno alla piattaforma per il recupero dei beni dismessi.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Il Parco non ha una sede adeguata. Non vengono puliti i boschi. Vorremmo che il torrente fosse più pulito: bisognerebbe partire a monte del depuratore di Bulgarograsso. Il Lura è inquinato dalle industrie e dai depuratori che non funzionano. Dal punto di vista del cittadino, bisognerebbe fare più piste ciclabili e la segnaletica (con indicazioni delle distanze e delle direzioni).

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Collaboriamo con altre associazioni di Lomazzo per organizzare manifestazioni sportive (biciclettata). Da quattro anni collaboriamo con le scuole elementari di Lomazzo e Manera per la raccolta differenziata. Diamo una mano a tutte le associazioni del paese e al Parco. Collaboriamo con la parrocchia e i Servizi Sociali. Abbiamo collaborato con l'Atletica Lomazzo e i Lions di Saronno, con AISM e ANLAIDS. Mandiamo i soldi in Guatemala per la costruzione di un ospedale e le adozioni a distanza.

2.3.1.14 Parrocchia S. Giorgio Bregnano

Data: 20/2/06

Intervistato: Don Maola

Ruolo: reverendo

Organizzazione/ente: Parrocchia di San Giorgio Bregnano

Recapiti (indirizzo, tel , fax , email): 3398524573

Presentazione dell'associazione/ente

Parrocchia di San Giorgio Bregnano, con Scuola Parrocchiale di San Giorgio.

Attività svolte

Nel POF della scuola abbiamo inserito progetti di educazione ambientale (con la collaborazione della cooperativa Koinè). Anche con la Scuola dell'infanzia portiamo i bimbi nel bosco a osservare la flora e la fauna nelle quattro stagioni. Le attività dell'oratorio nel periodo estivo vengono svolte all'interno del parco (es. biciclettate).

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Si potrebbe avviare una collaborazione tra la scuola, le associazioni e il Parco per ideare, come è stato fatto ad Albate, la cartellonistica delle piante e un percorso didattico.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Prima del cimitero di Rovellasca c'è una cascina funzionante.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Difficoltà nell'organizzazione delle biciclettate, perché il Parco non offre una pista ciclabile continua, c'è una deviazione nell'urbano, bisogna attraversare le strade carreggiabili di Rovellasca. Per raggiungere il percorso verso Lomazzo dobbiamo attraversare una strada senza marciapiede. Bisognerebbe curare l'attraversamento in corrispondenza delle strade, ci sono dei tornelli che ti obbligano a fermarti, ma non è il massimo; nell'attraversamento di Rovellasca potrebbe essere pensato un tracciato riservato. Sarebbe ideale avere un percorso lineare e risistemare il percorso attuale, dato che il Parco è molto frequentato anche dai bambini piccoli. Dovrebbe essere un po' più attrezzato, non ci sono servizi igienici e c'è solo un tavolo e una fontanella (a Saronno è utilizzato tantissimo per gli allenamenti delle associazioni calcistiche). Dovrebbero esserci delle aree di accoglienza e delle aziende agricole in cui portare i bambini a vedere gli animali e come si fa il formaggio. Ci vorrebbe maggior cura del verde (erba alta due metri) e del fondo della pista ciclabile che in alcuni tratti è pericolosa perché si formano delle buche. Ci sono zone con nugoli di zanzare (attenzione alle vasche di laminazione!) Bisognerebbe depurare l'acqua del Lura e ripulirne il letto quando è in secca.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Collaborazione con l'associazione MTB, che potrebbe offrire servizi particolari in modo continuativo all'interno del parco.

2.3.2 Focus group

La tecnica del focus group (intervista collettiva) favorisce prese di posizione contrapposte tra i diversi interlocutori, facendo emergere le principali dimensioni del problema, direzioni, componenti e ragioni. E' una tecnica che permette di mettere in relazione criteri e giudizi di valutazione diversi. Consiste in interviste collettive rivolte a gruppi di un'ampiezza che va dalle 4/6 alle 10/12 persone. La tecnica del focus enfatizza l'obiettivo di far esprimere le opinioni di ogni gruppo e, di conseguenza, di ogni membro del gruppo favorendo la libertà d'espressione. I focus effettuati sono stati svolti a partire dalla traccia già utilizzata per le interviste e hanno riguardato tre catogorie di associazioni/enti: sociali, sportive, scuolastiche.

2.3.2.1 Associazioni/Enti sociali

Lega tumori Lomazzo

Data: 27/2/06
Interlocutore: Sig. Elia Marcon
Ruolo: responsabile
Organizzazione/ente: Lega tumori Lomazzo
Presentazione dell'associazione/ente
Esistiamo da 20 anni e abbiamo da poco una sede nuova
Attività svolte
Lavoro di prevenzione. 4 tipi: senologia, dermatologia, urologia e otorino
Lavoro di informazione, ho fatto interviste ad alcune persone, ma nessuno aveva visto i cartelli.
Abbiamo fatto una vendita olio, ma non ha avuto molto successo. Abbiamo 6000 persone che vengono a controllare il seno. Abbiamo una sede e due senologi milanesi, un urologo, un dermatologo. Ora siamo nel palazzo dei Vigili del fuoco, nel giorno di mercato le donne hanno iniziato a entrare.
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Abbiamo deciso di mandare un opuscolo informativo alle famiglie
Era stato proposto un corso per smettere di fumare, ma non è mai iniziato.
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
Collaboriamo con sindaci per es. per le campagne antifumo, soprattutto con i ragazzi.
Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
Se si dicesse ai ragazzi della scuole o agli anziani che raccogliendo i rifiuti guadagnerebbrero dei soldini, tutti si mobiliterebbero (anche i pensionati). Bisognerebbe educare i bambini fin da piccoli e investire le persone di una responsabilità.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
La nostra attività non è conosciuta in Lomazzo e Bregnano. E' importante avere personale, noi siamo 20 donne, non abbiamo nessuno che ci monti i gazebo.
Ci sono i cani, persone che non tengono il cane al guinzaglio. Anche questo ha a che fare con l'educazione.
Non mi va di vedere lo sporco. Le persone lasciano il sacchetto della pattumiera. Nessuno, neanche le guardie ecologiche si preoccupano.
C'erano i resti di un tetto in eternit e un signore che lavava la betoniera. Sono i locali, non gli extracomunitari.
Depositi in disordine e recinzioni che bloccano i passaggi.

Croce Rossa Italiana Lomazzo

Data: 27/2/06
Interlocutore: sig. Paolo Rusconi
Ruolo: vice-presidente e presidente
Organizzazione/ente: CRI
Attività svolte
Assistenza e sostegno sanitario quando ci sono iniziative all'interno del Parco
Presenza negli eventi sportivi: gara podistica, biciclettata, tornei di calcio
Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio
Gruppo volontariato ecologico Lomazzo, Protezione civile, nel momento in cui hanno interventi di bonifica pulizia o verifica richiedono la nostra assistenza.
Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
C'è una giornata all'anno di pulizia che avviene in modo volontaristico.
Questo progetto potrebbe essere l'occasione per parlare della salvaguardia del bene acqua, coinvolgendo le scuole (ciclo dell'acqua). Riconoscere il valore economico dell'ecologia. C'è il percorso vita.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Pulizia. Sterpaglie sono a rischio d'incendio. Un tempo erano i contadini che pulivano perché avevano bisogno di legna. Ora ci sono rami e sterpaglie. Si potrebbe organizzare un riconoscimento economico per la pulizia.
Ci sono le discariche come quella di Gerenzano che sono state trasformate in parco, qua abbiamo un parco trasformato in discarica.

Associazione "La Crisalide" - Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Elio Tagliabue

Ruolo: presidente e vicepresidente

Organizzazione/ente: La Crisalide Bregnano

Presentazione dell'associazione/ente

Siamo una piccola realtà. Non abbiamo una sede, ma siamo molto attivi sul territorio. Ci occupiamo di tanti ambiti.

Attività svolte

Abbiamo collaborato con l'ospedale psichiatrico Colmeri di Limbiate. Abbiamo fatto un piccolo corso di formazione e abbiamo assistito come accompagnatori i malati durante le gite. Abbiamo provato a fare attività di doposcuola alle elementari di Bregnano, ma le maestre non ci hanno voluto.

Abbiamo sempre fatto una decina di manifestazioni all'anno per la raccolta fondi per l'Africa (don Gianni) e per gli handicappati.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Abbiamo personale, ma è diventato sempre più difficile svolgere le attività.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Il Parco fa schifo. Dove arrivano le macchine c'è lo sporco, vengono scaricati rifiuti di ogni tipo (frigo, ecc). Non bisognerebbe fare entrare le macchine nel Parco.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

C'è una bella pineta. Ci sono tanti sentieri. Ci sono i ponti, il ponte degli alpini in ferro.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Tutta la burocrazia, ci ha fatto passare la voglia.

Gli agricoltori costruiscono un po' troppo e coltivano anche sui sentieri che così spariscono.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Abbiamo lavorato con quasi tutte le realtà del territorio.

A.V.I.S. Lomazzo

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Stefanetti

Organizzazione/ente: A.V.I.S.

Presentazione dell'associazione/ente

Associazione di volontariato.

Attività svolte

Collaboriamo con Teleton, il ricavato va in beneficenza.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Promuovere le nostre iniziative e fare attività di sensibilizzazione nelle scuole.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

L'acqua è viola.

AUSER Lomazzo

Data:08.06.2006

Intervistato: sig. Vincenzo Figini

Ruolo: Presidente

Organizzazione/ente:AUSER F.B. Lomazzo

Recapiti:(indirizzo, tel,fax,email) Brolo S.Vito, 2- 22074 Lomazzo (CO) Tel. 02.96778054 e-mail auserfblomazzo@virgilio.it

Orari: martedì h: 09.00 - 11.00 -- venerdì h. 14.00 - 17.00

Presentazione dell'associazione/ente

Associazione a carattere non lucrativo con finalità di volontariato.

Attività svolte

Prevalentemente assistenza agli anziani, nonni vigili, piccola manutenzione parchi, scuola bus, compagnia alle persone, acquisto farmaci ecc. ecc.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Potenziamento Filo d' Argento.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Andrebbe rivalutato.Quando ero ragazzino si andava al Lura a fare il bagno e l'acqua la si poteva anche bere.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

E' un importante polmone verde e potrebbe essere riscoperto dalla popolazione.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Il degrado ha raggiunto un livello tale che difficilmente sarà recuperabile.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Contattare altre associazioni ambientaliste esistenti sul territorio.

2.3.2.2 Associazioni/Enti Sportivi

Moto club "I Leoni" - Bregnano

Interlocutore: Moto Club "i Leoni" - Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Roberto Zampini

Organizzazione/ente: Moto club "I Leoni" - Bregnano

Attività svolte

Abbiamo ottenuto un terreno privato in cui fare una scuola di trial. Il motoclub ripulisce tutti i percorsi.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Ricominciare dai ragazzi molto piccoli (6-7 anni) per accompagnarli (da adolescenti non sono capaci di andare in motorino).

Bisogna dare un riconoscimento simbolico ai ragazzi per ottenere che vengano a fare sport o aiutino a pulire il Parco. Coinvolgere tutti i paesi attorno al territorio del Parco. Andrebbero puliti i sentieri che sono stati abbandonati. Bisognerebbe creare dei settori.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

C'è una stube.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Tanti proprietari hanno detto: mi hanno portato via il terreno per fare il Parco e poi adesso non possiamo tagliare e pulire. Il problema sono diventati i cavalli. Venti anni fa si poteva andare ovunque, ora non si va neanche sulle strade in cui vanno i trattori; bisogna usare il territorio anche per una questione di controllo.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Con l'associazione MTB abbiamo organizzato due campionati regionali. Abbiamo collaborazioni con associazioni del sociale.

Polisportiva Bregnanese

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Massimo Barozzino

Organizzazione/ente: Polisportiva bregnanese

Presentazione dell'associazione/ente

Atletica leggera, CSI calcio, mini volley e calcio per adulti.

Attività svolte

La Polisportiva è nata nell'89. Come presentazione iniziale dell'associazone abbiamo fatto una camminata all'interno del parco del Lura fino al Centro sportivo. Io sono un allenatore. Nel '98 è stata organizzata l'ultima gara podistica.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Grossa interruzione tra il pezzo del parco da Lomazzo e Cadorago (non è utilizzato, tranne il percorso vita) e quello a Rovello Porro. Tra Lomazzo e la Cascina Tre Grazie quasi impraticabile.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

La Cascina Tre Grazie è una risorsa, cerchiamo di utilizzarla con i bimbi. Nell'area vicino all'ingresso di via Gesiolo, ci sono strutture di accoglienza, ma sono esterne ai confini del Parco. La Cascina Tre Grazie potrebbe essere utilizzata. Bisognerebbe creare degli itinerari: Cascina Tre Grazie in cui il fattore per usocapione ha acquisito una parte del terreno (lì area barbecue) come agriturismo vip, o Museo delle tradizioni agricole, Museo delle api. Bisognerebbe contattare i proprietari per fare progetti.

Il Museo delle api era una risorsa, ma ci hanno fatto la discarica (piattaforma ecologica) e poi c'è una ditta che inquina. Se non si investe in queste risorse si rischia che i proprietari costruiscano. Io voglio proporre il Museo delle tradizioni agricole, come è stato fatto in Puglia. Balestrini a Puginate ha ancora i bachi da seta, questa era una zona piena di gelsi.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Bisognerebbe creare motivi per utilizzare il parco: dopo un po' ci si stufa. Nel Parco delle Groane ci sono panchine, nel Parco del Lura non ci sono punti di ritrovo.

Altrimenti il parco rimane un bosco, come a Bregnano con un ponte sul torrente che fino a poco fa era viola. L'ingresso da Menegardo è bruciato, bisognerebbe metterlo a posto. Il Parco del Lura per me non esiste è un sentiero in mezzo al bosco. A Bregnano ci passano le macchine. L'unica zona in cui si può andare a piedi e in bicicletta è quella tra Rovello Porro e Rovellasca. Andrebbero create delle attività e dei punti di aggregazione.

I confini sono assurdi, ci sono delle interruzioni in alcuni terreni compresi nel Parco, in altri no.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Siamo indipendenti, staccati dalle altre realtà e dal Comune (da cui non abbiamo più il contributo).

ATB Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Vittorio Redaelli

Ruolo: presidente

Organizzazione/ente: Ass. Tennis Bregnano

Presentazione dell'associazione/ente

L'ATB è nata nell'83 quando non c'erano ancora i campi. L'associazione non ha scopo di lucro. Lo scopo principale è quello di promuovere l'attività del tennis nel territorio comunale. Il tennis sta attraversando da anni una grossa crisi, a differenza del calcio perché non ci sono campioni e ci sono politiche sbagliate a livello nazionale. I soci iscritti sono trenta più 5-6 persone che si danno da fare. Io svolgo il 99% del lavoro.

Attività svolte

Fino a qualche anno fa c'era rispondenza da parte delle scuole. Attività principali sono state concentrate sulla scuola elementare e media. Avevamo fatto un gruppo di 30-40 ragazzi. Nel passaggio alle superiori il picco è negativo. Io sono presidente del CAI e organizziamo escursioni, le generazioni sono cambiate, si è persa la sensibilità, ma se si organizza bene si può riuscire.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Abbiamo in programma di svolgere queste attività con le scuole elementari: organizzare una giornata di presentazione e qualche domenica invitare anche i genitori a giocare.

Nelle scuole elementari di Manera Bregnano e Lomazzo era stato sperimentato un tesserino che veniva timbrato ai ragazzi ogni volta che andavano alla discarica e alla fine veniva dato un premio.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Lo conosco abbastanza bene, sono un appassionato di natura e fotografia.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Nel Parco nazionale dello Stelvio ci sono strutture che danno le informazioni, potremmo farle anche qui.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Siamo in pochi e abbiamo una scarsa disponibilità finanziaria. Mancano i soldi. Dobbiamo pagare la manutenzione ordinaria e il custode.
Non si sono più fatte attività di pulizia del Parco che fino a 6-7 anni fa si svolgevano coinvolgendo anche i ragazzi. In questo modo si farebbe anche attività di educazione ambientale e sensibilizzazione. C'è ancora parecchio da fare per l'aspetto della pulizia, in tutti i parchi. Solo in Val d'Aosta c'è un'altra mentalità, ma soprattutto ci sono molti soldi.
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà
Collaborazione con la Direzione didattica e le insegnanti. Il prof. Mario Verga insegnante di educazione fisica mi da' una mano.

Atletica Lomazzo
Data: 27/2/06
Interlocutore: sig. Stefanetti
Ruolo: consigliere
Organizzazione/ente: Atletica Lomazzo
Presentazione dell'associazione/ente
Ci sono 80 iscritti, la maggior parte sono bambini delle elementari o medie (l'attività inizia a 8 anni).
Attività svolte
Ci alleniamo nei campi sportivi e nelle palestre comunali di Lomazzo. Fino all'anno scorso gara podistica organizzata con la Pro Loco. Organizziamo nell'altra festa del parco Somaini una corsa campestre.
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Si potrebbero organizzare manifestazioni in collaborazione con altre associazioni sportive.
Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva
I collegamenti da nord a sud. Molti tratti sono stati sistemati con percorsi ciclo-pedonali.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
Non ci sono elementi attrattori. Non ci sono aree di sosta.
Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà
Pro Loco Lomazzo. Si potrebbero ridurre le spese in collaborazione con altre società.

2.3.2.3 Scuole

Media Lomazzo
Data: 27/2/06
Interlocutore: sig. Zuffati
Ruolo: insegnante
Organizzazione/ente: scuola media Lomazzo
Attività svolte
Studi generali sull'inquinamento. Col WWF studi sul riconoscimento flora e fauna nei boschi a Lomazzo, non nel Parco.
Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere
Bisogna fare un discorso strutturato su cui poter lavorare in laboratorio.
Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione
La scuola media ha utilizzato poco il Parco.

Elementare Lomazzo
Data: 27/2/06
Interlocutore: prof.ssa Benzoni
Ruolo: insegnante
Organizzazione/ente: scuola elementare Lomazzo
Attività svolte
Abbiamo fatto per anni la raccolta differenziata a scuola. Una volta a settimana veniva il Gruppo di volontariato

ecologico che poi ha portato a scuola quaderni, matite. Abbiamo fatto alberi con lattine. Abbiamo partecipato ad Expo - scuolambiente. Abbiamo lavorato col Crea (guardie ittiche, forestali). Lavori su animali e piante (nocciolo, robinie). Nella pausa mensa passeggiata al Parco del Lura, dopo la puntura di una zecca ad una bimba abbiamo interrotto.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Fare passeggiate, ma bisogna avere aree attrezzate. Noi facciamo il percorso vita.

Passeggiate nel Parco, mi piacerebbe fare una passeggiata notturna per vedere i gufi con la Lipu e le Guardie ecologiche.

Con le GEV potremmo pulire il Parco dai rovi. Ripiantumare i mughetti che vengono raccolti (sono una specie protetta e non andrebbero raccolti). I vigili del fuoco avevano dragato il torrente per pulire, operazione di sensibilizzazione sulla pulizia del letto del torrente.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Cascina Menegardo e Museo delle api.

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Creare percorsi o un Osservatorio e un Museo per le scuole medie. Percorso vita fino a Cascina Menegardo. Buona affluenza.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Bikers che vanno troppo veloci. Ci dovrebbe essere una sorveglianza maggiore, più guardie. Una signora è stata aggredita.

Scuola d'infanzia Lomazzo

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig.ra Monti

Ruolo: insegnante

Organizzazione/ente: scuola materna Lomazzo

Attività svolte

Coi bimbi dell'ultimo anno siamo andati a Ceriano laghetto (nel Parco delle Groane) a vedere l'argilla. Abbiamo contatti con Donati, andiamo a raccogliere il granoturco. Siamo andati a vedere la piattaforma ecologica.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Abbiamo in programma di andare alla Cascina Menegardo a giugno. Potrebbe essere interessante per i bimbi piantare le piantine.

Associazione genitori Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig. Biancato

Organizzazione/ente: ass. genitori Bregnano

Attività svolte

Promuoviamo attività educative.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Si potrebbe pensare di fare qualcosa come associazione.

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

I percorsi più interni del parco non sono molto valorizzati, sono pericolosi. Si fa fatica a muoversi nella strada che da Cascina Tre Grazie va al comune.

Collaborazioni attivate o possibili con altre realtà

Con le gite le attività delle scuola primaria

Scuola media Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: prof. Foti

Ruolo: dirigente

Organizzazione/ente: scuola media Bregnano

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

La scuola è caricata di troppe richieste.

Elementare Bregnano

Data: 27/2/06

Interlocutore: sig.ra Alice Re, sig.ra Seveso, sig.ra Inarta

Ruolo: insegnanti

Organizzazione/ente: scuola elementare Bregnano

Attività svolte

Diverse attività legate al Parco. Abbiamo lavorato sul riciclaggio, sulla conoscenza delle piante e degli animali. Abbiamo ricostruito il percorso del torrente Lura (abbiamo realizzato un CDrom), preferiamo lavorare con le GEV. Abbiamo però lavorato anche con la cooperativa Koinè e col gruppo Micologico (è stato interessantissimo).

Siamo andati a vedere il depuratore di Caronno Pertusella per cui sappiamo qualcosa di depurazione delle acque. Abbiamo organizzato feste, passeggiate e spettacoli nel Parco insieme ai genitori.

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Passare una notte coi bambini nel Parco.

Percezione del Parco, realtà formali e informali presenti sul territorio

Il Parco del Lura a Bregnano è bello. Perché qui le vasche di laminazione?

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

Fatica a raggiungere il Museo delle api.

C'è una strada comunale con un solo marciapiede da un lato.

Il torrente è inquinato, meno il lunedì.

Non abbiamo potuto tenere la teca con trivella per carotaggio perché non abbiamo spazio a scuola

2.4 ASSEMBLEA PUBBLICA DEL 18.03.2006. DIBATTITO

Sig. Giovanni Reiners (ass.Urb.Comune di Lomazzo)

I Comuni di Bregnano e Lomazzo sono interessati dal progetto perché le Autorità di bacino pongono problemi sociologici che riguardano la salute dei cittadini. Al Comune di Lomazzo viene chiesto un sacrificio di modifica del territorio per problemi che insistono a valle, ma bisogna anche pensare ai problemi dei nostri cittadini in termini di salvaguardia delle aree. In questa fase c'è massima collaborazione e i progetti sono indirizzati alla sostenibilità dei territori interessati.

Sig. Pierangelo Dubini (sindaco di Bregnano)

Questo progetto è l'esempio di una positiva collaborazione tra Parco, Istituti di ricerca e Amministrazioni. E' importante per tutti, il Parco sta diventando patrimonio di tutti. Abbiamo delle responsabilità e le stiamo assumendo per la realizzazione di questa infrastruttura. Abbiamo rifiutato la proposta iniziale della Regione Lombardia e la localizzazione delle vasche non è ancora stata decisa. Il Parco è stato trascurato, ora bisogna decidere cosa fare del torrente, bisogna fare scelte condivise. I Comuni da soli non possono sostenere la realizzazione di questa infrastruttura, bisogna ripensare tutto il corso del Lura, non tanto per l'adeguamento alla legge, ma per la valorizzazione del territorio.

Sig.ra Iolanda Negri (Responsabile Contratto di Fiume - Regione Lombardia)

Porto l'esperienza del bacino dell'Olona. Obiettivi di questo progetto pilota sono in accordo con un altro progetto che la Regione Lombardia ha avviato coinvolgendo 80 Comuni per il ripristino delle risorse idriche e agricole, ovvero il Contratto di Fiume. E' un accordo volontario sottoscritto da 98 Comuni, coinvolge le associazioni che si occupano

delle risorse idriche (Autorità di bacino, Po', Ati di Varese e Como). Per la prima volta sono insieme una serie di soggetti per passare dalla pianificazione attuale a una pianificazione partecipata e strategica. Sono coinvolti tutti i portatori di interesse per arrivare a definire progetti strategici tra soggetti pubblici e privati. Fino a metà del 2005 sono previste azioni di riqualificazione dei tre torrenti (compreso il Lura) e una raccolta di dati sull'area. E' molto importante, oltre a individuare scenari, concentrare azioni nell'ambito della proposta di progetto. Per la realizzazione della vasca è necessario il coinvolgimento e la partecipazione che rendono più accettabile il progetto rispetto a un'imposizione dall'alto (da parte dell'Autorità di bacino). Una questione importante riguarda la gestione dell'area e il sistema di raccordo tra un'infrastruttura e l'altra. Il nostro territorio e la nostra fauna sono state un po' maltrattate, qui non si tratta di "vendere" le vasche di laminazione, che peraltro sono quasi l'unico sistema per affrontare il problema delle piene. Bregnano e Lomazzo hanno sottoscritto un accordo per arrivare ad avere un bacino idrografico più ampio. Il Contratto di Fiume punta molto sulla partecipazione, sulla programmazione partecipata e strategica.

Dott. Fabio Lopez

Se da qui emerge una soluzione possibile, è importante che tutti i soggetti coinvolti mettano ciò che è necessario.

Sig. Negri

Col Contratto di Fiume stiamo cercando di mettere insieme non solo i progetti, ma le risorse. In questi giorni sono previsti interventi di riqualificazione ambientale per le sponde dei fiumi. E' molto difficile però trovare le formule adatte, stiamo cercando il coinvolgimento delle risorse locali, con progetti partecipati.

Sig. Polli (abitante)

Le vasche di laminazione creano problemi di impatto ambientale. Sono un problema per i cacciatori, gli agricoltori e i cittadini che passano nel Parco. Il Lura è un torrente, sono d'accordo col fatto di fare aree umide per riqualificare, ma sarà vero? I sogni sono davvero realizzabili? Il finanziamento non copre tutta la spesa, ci dobbiamo sobbarcare noi parte delle spese, ma ai Comuni di Bregnano e Lomazzo cosa ne viene? Quali sono i tempi di realizzazione del progetto preliminare e definitivo?

Sig. Alberio (Coldiretti)

Voglio porre aspetti che riguardano la qualità agricola. Il nostro territorio sta cercando di dare questa qualità. Abbiamo problemi di urbanizzazione per cui i prodotti saranno sempre più di qualità e non di quantità. Chiedo di dialogare il più possibile con le Aziende locali.

Un'altra osservazione riguarda il passaggio della Pedemontana. Che effetto può avere? Non vorremmo che si sommino troppi problemi, rischiamo di chiudere.

Per quanto riguarda la biomassa è necessario utilizzare una filiera cortissima (io la produco e il Comune la consuma subito).

Dott. Fabio Lopez

Il primo progetto della Pedemontana si sovrappone a questo. La Pedemontana andava sott'acqua. Coi proprietari dei fondi, ragioneremo insieme via via. Per quanto riguarda le biomassa, queste aree sono alluvionali, la produzione di biomassa è una produzione significativa. Ci vuole un impianto di produzione e distribuzione: con l'aiuto di Lura Ambiente Spa e altre associazioni, questo può essere fatto.

Sig.ra Locatelli (abitante)

Ci si è molto dilungati sulla illustrazione del problema e poco sulla soluzione. Si è parlato di vasche volano asciutte: esistono vasche sul territorio che bene si presterebbero a questa funzione senza stravolgere il territorio? Quali sono i motivi per cui si è pensato alla vasca? E' giusto coinvolgere le associazioni, ma le interviste individuali non vanno bene (girano voci che le singole persone siano intervenute a modifcare l'ubicazione delle vasche).

Dott. Fabio Lopez

Non è stato ancora definito niente. Non si vuole intervenire solo su Bregnano e Lomazzo ma su tutto il corso del Lura. Si è iniziato a contattare il giro di conoscenze, aiutateci a contattare più persone!

Sig. Fabio Pagani (consigliere comunale Lomazzo)

Quanti gradi di libertà ci sono nel progetto? Perché ci sono i comuni di Bregnano e Lomazzo e non tutti i comuni? Il progetto è più avanti rispetto a quello che si è mostrato qui? Si è già deciso di fare le vasche di laminazione e siamo qui solo a decidere come renderle migliori?

Sig. Mauro Fugatti (Ass. Pesca sportiva Bregnano)

Il laghetto di Bregnano è un posto storico. Occasioni per parlare di ambiente ce ne sono poche. Ringrazio e vorrei che questa fosse un'opportunità per riqualificare il nostro ambiente.

Sig. Gianmaria (CRI)

Mi va bene la depurazione dell'acqua, ma perché portare via l'acqua del nostro territorio? Per mandarla dove?

Dott. Fabio Lopez

Ribadisco che non c'è un progetto pronto. Abbiamo ricevuto dalla Regione un progetto che nessuno condivideva. Questo ha innescato il processo che ci ha portato qui. Il problema della quantità d'acqua c'è. Lo scenario è quello di coinvolgere tutti i comuni.

Prof. Alessandro Paoletti (Politecnico Milano)

Stiamo parlando di una pianificazione dell'Autorità di bacino. La localizzazione attuale è presunta, siamo in un progetto pilota, non è un progetto preliminare. La Ricerca deve individuare un progetto esemplare da replicare. Ci stiamo esercitando a individuare soluzioni compatibili, tutti insieme.

Perché le vasche? In tutti i corsi d'acqua c'è questa insufficienza. Non si possono prendere le acque di piena del Lura e spostarle sull'Olona e sul Seveso. Le soluzioni devono essere trovate nel proprio bacino. Le aree per l'agricoltura non solo non si sono toccate, ma sono state estese. La crisi qualitativa del Lura è data anche dagli scaricatori di piena: durante le piogge piccole si attivano gli scaricatori di piena delle fognature urbane, ci sono scarichi inquinanti continui (più le fogne sono ridotte, maggiori sono le concentrazioni di inquinamento). Il progetto deve risolvere sia il problema delle piene sia quello degli scaricatori di piena.

Rispetto alle sedici vasche, sarebbe un problema se fosse realizzato solo il progetto pilota. Il problema è individuare i finanziamenti necessari.

Prof.ssa Valeria Mezzanotte (Università Bicocca Milano)

Molti degli scarichi che convergono nel Lura provengono da fonti esterne, fuori bacino. Il 20% delle acque del depuratore di Bulgarograsso derivano da fonti industriali. C'è uno scompenso. Questo intervento si deve sommare ad altri interventi.

Dott,ssa Francesca Oggionni (agronoma Consulente Parco del Lura)

Accanto al laghetto di Rosorè stiamo portando avanti il progetto di un'area umida, con un Centro visite per le scuole. Cerchiamo di coniugare la pesca sportiva e la qualità delle sponde.

Dott. Sergio Canobbio (Università Bicocca Milano)

Per quanto riguarda l'agricoltura stiamo valutando l'ipotesi di una filiera corta in zona. Per le vasche: non è vero che non sono utilizzabili una volta passata la piena e non aumenta l'incidenza di insetti e odori.

Prof.ssa Anna Delera (politecnico Milano)

Per quanto riguarda il coinvolgimento delle persone, abbiamo iniziato a contattare alcuni testimoni privilegiati segnalatici dal Parco come portatori di interesse, rispetto a queste tematiche. Questa è l'occasione per indicarci altri enti, associazioni, realtà interessate a dare il loro contributo.

Dott. Pasquale Banfi (Presidente Ente Parco)

Nove anni fa la Regione con la Fondazione Cariplo hanno proposto il progetto che avete visto, per migliorare la situazione. Le Amministrazioni si sono opposte. Noi continueremo a essere di supporto alle Amministrazioni comunali per arrivare a un progetto condiviso. La partecipazione alla giornata di oggi è già un dato significativo.

2.4.1 Quadro sinottico interviste e focus group

Le opinioni degli intervistati emerse nel corso delle interviste e dei focus group, sono state raggruppate in uno schema di riferimento comune a tutti gli intervistati, indispensabile per permettere una visione d'insieme e una comparazione dei risultati. Tale quadro sinottico complessivo è stato organizzato in base a:

- Interlocutori
- Proposte
- Interessi
- Criticità
- Risorse/Attività
- Altre realtà.

INTERLOCUTORI	PROPOSTE	INTERESSI	CRITICITA'	RISORSE/ATTIVITA'	ALTRE REALTA'
Occhiuto - Parco del Lura			▪ La qualità dell'acqua	▪ Le risorse umane : la collaborazione con le associazioni per attività fondamentali alla vita del parco (Guardie ecologiche volntarie, associaz.ecologiche, Lipu) ▪ Il senso di appartenenza	
Maiocchi - Guardie ecologiche volontarie Lomazzo	▪ Regolamento d'uso del Parco ▪ Iniziative più frequenti ▪ Coordinamento tra i gruppi ecologici volontari per fare progetti ▪ Impianto di depurazione	▪ Educazione ambientale con gli adulti, non solo con i bambini ▪ Lavorare sulla sensibilizzazione delle persone ▪ Salvaguardia del territorio (es. mantenendo aree umide)	▪ Il Lura è una fogna a cielo aperto (punti critici: l'aspetto e l'odore)	▪ Formazione, educazione ▪ Ripristino da calamità ▪ Sanzionamento	▪ Ass. AVE (Ass.verde età) ▪ Cacciatori
Calvi - Pro Loco Bregnano	▪ Costituzione di un'associazione permenente di giovani che gestisca il Museo delle api all'interno del Parco (ora aperto solo 2 ore al mese)			▪ Mantenimento tradizioni del paese (usanze, feste, sagre) ▪ Mano d'opera, persone ▪ Organizzazione visite Museo delle api all'interno del Parco ▪ Ho progettato laghetti collinari e dighe in terra battuta in montagna	▪ Ente parco ▪ Lions Club
Marcon e Rampoldi – Guardie ecologiche volontarie Bregnano	▪ Un Parco fruibile per tutti (ora è vietato l'ingresso a motorini, cavalli) ▪ Creare spazi per diversi tipi di utenza (anche per i cacciatori)	▪ Ampliamento attività con le scuole, gli scout	▪ Il torrente è una vergogna anche se è migliorato (ci sono i pesci) ▪ Depuratore (l'acqua di lavaggio lascia una patina di nero)	▪ Controllo, vigilanza, educazione ambientale, taglio boschi	▪ Associazioni che fanno mountain bike ▪ CREA (coop.Koinè) ▪ ATC (caccaitori)
Biasioli – Lipu e Gruppo Naturalistico Groane	▪ Miglioramento area tra Guanzate e Bulgarograsso ▪ Progetto per la creazione di aree umide	▪ Divulgazione e contatto col territorio (si è perso il contatto con attività rurali) ▪ Parco del Lura come corridoio ecologico ▪ Rendere partecipi scuole e privati ▪ Collaborare con le realtà locali per individuare aree per interventi di conservazione ▪ Informazione		▪ Censimento per Atlante dei vertebrati del Parco ▪ Creazione aree umide nel Parco delle Groane (Cesano Boscone)	
Alberio - Coldiretti	▪ Aree dedicate per pic-nic ▪ Visite didattiche, ippoterapia e dipsenser con latte crudo nelle aziende agricole ▪ GAS ? (gruppi di acquisto solidale)	▪ Coinvolgere le aziende agricole ▪ Biomassa per energia a costi minori e per incentivi (misure agroalimentari nei piani di sviluppo rurale) ▪ Acqua per irrigare ▪ Trovare la filiera per la biomassa (pioppi, salici, canneti)			▪ CIA (Confederazione italiana agricoltori) ▪ Unione agricoltori

Landoni - ATC	▪ I cacciatori si potrebbero utilizzare per una funzione di controllo ▪ Bisogna trovare un accordo (con la LIPU), l'oasi va bene nella misura in cui si possa catturare e ripopolare (ci vuole un regolamento).	▪ Anche noi potremmo [avere degli allevamenti], ma dovremmo avere il terreno che ha costi elevati ▪ A noi il Parco fa comodo	▪ Andrebbero puliti i boschi e il Lura ▪ Bisognerebbe regolamentare la raccolta di funghi, i percorsi ciclabili e i percorsi vita	▪ Abbiamo squadre che organizzano e si occupano degli animali. ▪ Gestiamo ad Erba Agri Natura	▪ Gruppi ecologici volontari ▪ Parco del Lura ▪ ARPA
Ricci - MTB Bee&Bike - Lomazzo	▪ Costruire all'interno del Parco con l'Amministrazione comunale percorsi segnalati (esiste anche un piano normativo europeo per la segnaletica) ▪ Un'area per installare un percorso di 500 - 600m in cui i bambini possano provare la mountain bike	▪ Promuovere mountain bike a livello giovanile	▪ L'attraversamento della Statale 32 (da completare) ▪ Collegamenti (da completare) ▪ Pulizia dei sentieri dai tronchi degli alberi	▪ E' una società nata nel 2001 con 30 soci, un consiglio di amministrazione di 15 persone e 3 vicepresidenti per le 3 sezioni. ▪ Organizziamo una gara per disabili ed escursioni nel territorio.	▪ Protezione civile, Guardie ecologiche, squadre di bikers ▪ Il Parco ▪ l'Associazione Sport di Bregnano
Cella – fruitore Parco		▪ attività di guardia ecologica	▪ Lo stato del corso d'acqua ▪ La flora, costituita da robinia, è molto fragile (nessuno la taglia) ▪ Sentieri occupati dal legname e sfondati dai cavalli	▪ Memoria storica del Parco (storia dei ponti)	

Fugatti - Soc.Pesca sportiva bregnanese	▪ Rifare le sponde e sostituire l'acqua ▪ Dietro il laghetto, il Parco sta facendo un'area umida, come ampliamento dell'area del laghetto e centro visite: potrebbe diventare un'area unica, adibita a pic-nic ▪ Aprire un accesso verso nord e dare la possibilità di dare uno spazio sosta per chi fruisce del Parco ▪ Iniziativa interessante nel lago di Como: hanno tagliato i pini e li hanno utilizzati per il fondale, perché sono l'ambiente ideale in cui depone le uova il pesce persico.	▪ Lasciamo le nostre strutture gratuitamente all'ass. onlus "Donna vera" (in passato non era curato e c'erano atti di vandalismo, ora invece è presidiato quasi sempre) ▪ Io mi occupo di fotovoltaico da tre anni: si possono fare interventi interessanti in questo senso per orientarsi verso un progetto naturalistico ▪ Ci vorrebbe struttura unica multifunzionale, a quel punto nascerebbe la necessità di un coordinamento tra le associazioni ▪ Bisognerebbe svuotare, dragare il laghetto, rifare tutto il fondo e il perimetro di 300-350m con il legno (bisogna riqualificare questo ambiente storico che esiste da 50 anni con la rinaturalizzazione, la divulgazione e promozione di tipo sociale)	▪ Criticità legata alla burocrazia, le idee e la volontà ci sono, manca un coordinamento, qualcuno che vada in loco e prenda provvedimenti in tempi brevi. ▪ Manca la manutenzione ordinaria necessaria	▪ E' un'associazione sportiva non a scopo di lucro, gli introiti dalla pesca sono reinvestiti per attività sociali e sportive (pesca con i handicappati, bambini, donne) ▪ Pesca sportiva amatoriale. ▪ Attività agonistica. ▪ Apriamo la sede ad altre società. ▪ Promozione della pesca presso i giovani.	▪ Il Parco del Lura ▪ P.A. di Bregnano

Villa - Pro Loco Lomazzo	▪ Un accesso facilitato e aree attrezzate a disposizione della gente	▪ Spingere la gente ad arrivare al Parco e a utilizzare il percorso vita: bisognerebbe attrezzare con alcune panchine lo spazio (specialmente nel Museo delle Api)	▪ Il problema è che non abbiamo risorse	▪ Siamo il punto di unione di tutte le associazioni. ▪ L'area feste nel Grande Parco Somaini nel centro di Lomazzo è di nostra competenza. ▪ Valorizzazione del territorio. Organizziamo manifestazioni di raccolta fondi per altre iniziative e collaboriamo con altre associazioni (es.Giornata del Verde Pulito) ▪ Punti di ristoro ▪ Abbiamo collaborato alla realizzazione del percorso vita (dal punto di vista economico)	▪ Cacciatori ▪ Associazioni di anziani ▪ AUSER
Donati - Azienda agricola Donati	▪ C'è in progetto la costruzione di un Centro di educazione ambientale che faccia rivivere la vita rurale	▪ E' cambiata l'agricoltura e si guadagna di più facendo tutela ambientale	▪ Non c'è un luogo dove ritrovarsi ▪ Manca un investimento sulle persone.	▪ Raccontiamo aneddoti legati alla cascina e agli attrezzi ▪ Il mio compito è quello di ascoltare ▪ un'agronoma sta sperimentando la "Pet Therapy" ▪ Il luogo è rispettato e l'impegno è grande da parte di tutti ▪ Gli agricoltori e gli operai hanno conoscenze approfondite, sono ricchi di racconti e solidarietà	▪ Scuole materne ed elementari ▪ Guardie ecologiche ▪ Croce Rossa
Pagani e Riva - Gruppo volontariato ecologico Lomazzo	▪ Bisognerebbe che ci fosse uno scambio esterno alla piattaforma per il recupero dei beni dismessi [da dare agli stranieri che "hanno bisogno di tutto"] ▪ Fare più piste ciclabili e la segnaletica (con indicazioni delle distanze e delle direzioni)	▪ Collaborazioni con l'Istituto d'Arte per abbellire l'entrata della piattaforma ecologica (vorremmo mettere a disposizione tre borse di studio) ▪ Vorremmo proiettarci all'esterno e fare iniziative ecologiche che riguardano i rifiuti	▪ Il Parco non ha una sede adeguata ▪ Non vengono puliti i boschi ▪ Vorremmo che il torrente fosse più pulito	▪ Abbiamo attività di divulgazione ecologica ▪ Organizziamo la giornata del verde pulito, la pulizia dei boschi ▪ Abbiamo organizzato due mercatini dell'usato con materiali di recupero per beneficenza ▪ La nostra associazione ha messo in piedi il percorso vita, gestito dal gruppo volontario ecologico [prima dell'apertura del Parco] ▪ Diamo una mano a tutte le associazioni del paese e al Parco ▪ Collaboriamo per organizzare manifestazioni sportive ▪ Collaboriamo con le scuole elementari di Lomazzo e Manera per la raccolta differenziata	▪ Parrocchia ▪ Servizi Sociali ▪ Atletica Lomazzo ▪ Lions di Saronno ▪ AISM ▪ ANLAIDS
Don Maola- Parrocchia di San Giorgio Bregnano	▪ Si potrebbe avviare una collaborazione tra la scuola, le associazioni e il Parco per ideare, come è stato fatto a Albate, la cartellonistica delle piante e un percorso didattico ▪ Bisognerebbe curare l'attraversamento in corrispondenza delle strade (tracciato riservato) ▪ Dovrebbe essere un po' più attrezzato	▪ Dovrebbero esserci delle aree di accoglienza e delle aziende agricole in cui portare i bambini ▪ Ci vorrebbe maggior cura del verde e del fondo della pista ciclabile	▪ Il Parco non offre una pista ciclabile continua	▪ Progetti di educazione ambientale (con la collaborazione della cooperativa Koinè). ▪ Con la Scuola dell'infanzia portiamo i bimbi nel bosco a osservare la flora e la fauna ▪ Le attività dell'oratorio nel periodo estivo vengono svolte all'interno del parco (es. biciclettate)	▪ Associazione MTB

Marcon - Lega tumori Lomazzo	▪ Se si dicesse ai ragazzi della scuole o agli anziani che raccogliendo i rifiuti guadagnerebbrero dei soldini, tutti si mobiliterebbero (anche i pensionati)	▪ Era stato proposto un corso per smettere di fumare, ma non è mai iniziato	▪ Sporcizia ▪ Depositi in disordine e recinzioni che bloccano i passaggi	▪ Esistiamo da 20 anni e abbiamo da poco una sede nuova ▪ Lavoro di prevenzione. 4 tipi: senologia, dermatologia, urologia e otorino ▪ Lavoro di informazione	▪ Collaboriamo con sindaci per es. per le campagne antifumo, soprattutto con i ragazzi
Gianmaria e Rusconi – Croce Rossa Italiana	▪ Parlare della salvaguardia del bene acqua, coinvolgendo le scuole (ciclo dell'acqua) ▪ Riconoscere il valore economico dell'ecologia ▪ Si potrebbe organizzare un riconoscimento economico per la pulizia		▪ Pulizia. Sterpaglie sono a rischio d'incendio ▪ Ci sono le discariche come quella di Gerenzano che sono state trasformate in parco, qua abbiamo un parco trasformato in discarica	▪ Assistenza e sostegno sanitario negli eventi sportivi: gara podistica, biciclettata, tornei di calcio ▪ C'è una giornata all'anno di pulizia che avviene in modo volontaristico	▪ Gruppo volontariato ecologico Lomazzo ▪ Protezione civile
Tagliabue – Ass. "La Crisalide"	▪ Non bisognerebbe fare entrare le macchine nel Parco	▪	▪ Il Parco fa schifo. Vengono scaricati rifiuti di ogni tipo (frigo, ecc) ▪ Gli agricoltori costruiscono un po' troppo e coltivano anche sui sentieri che così spariscono	▪ C'è una bella pineta ▪ Ci sono tanti sentieri. ▪ Ci sono i ponti, il ponte degli alpini in ferro	▪ Abbiamo collaborato con l'ospedale psichiatrico Colmeri di Limbiate ▪ Scuola elementare di Bregnano ▪ Quasi tutte le realtà del territorio
Stefanetti – A.V.I.S. Lomazzo	▪	▪ Promuovere le nostre iniziative e fare attività di sensibilizzazione nelle scuole	▪ L'acqua è viola	▪ Collaboriamo con Teleton, il ricavato va in beneficenza	▪
Zampini - Moto club "I Leoni" - Bregnano	▪ Bisogna dare un riconoscimento simbolico ai ragazzi per ottenere che vengano a fare sport o aiutino a pulire il Parco. Coinvolgere tutti i paesi attorno al territorio del Parco ▪ Andrebbero puliti i sentieri che sono stati abbandonati. Bisognerebbe creare dei settori ▪ Bisogna usare il territorio anche per una questione di controllo	▪ Ricominciare dai ragazzi molto piccoli (6-7 anni) per accompagnarli (da adolescenti non sono capaci di andare in motorino)	▪ Tanti proprietari hanno detto: mi hanno portato via il terreno per fare il Parco e poi adesso non possiamo tagliare e pulire ▪ I cavalli	▪ Abbiamo ottenuto un terreno privato in cui fare una scuola di trial ▪ Il motoclub ripulisce tutti i percorsi ▪ C'è una stube	▪ MTB ▪ Associazioni del sociale

Barozzino – Polisportiva bregnanese	▪ La Cascina Tre Grazie potrebbe essere utilizzata. Bisognerebbe creare degli itinerari: Cascina Tre Grazie come agriturismo vip, o Museo delle tradizione agricole, Museo delle api. ▪ Museo delle tradizioni agricole ▪ L'ingresso da Menegardo è bruciato, bisognerebbe metterlo a posto	▪ Cascina Tre Grazie è una risorsa, cerchiamo di utilizzarla con i bimbi ▪ Andrebbero creati delle attività e dei punti di aggregazione	▪ Grossa interruzione tra il pezzo del parco da Lomazzo e Cadorago (non è utilizzato, tranne il percorso vita) e quello a Rovello Porro ▪ Tra Lomazzo e la Cascina Tre Grazie quasi impraticabile ▪ Il Museo delle api era una risorsa, ma ci hanno fatto la piattaforma ecologica e poi c'è una ditta che inquina	▪ Camminata all'interno del parco del Lura fino al Centro sportivo ▪ Bachi da seta e gelsi	▪
Redaelli – Ass. Tennis Bregnano	▪ Nel Parco nazionale dello Stelvio ci sono strutture che danno le informazioni, potremmo farle anche qui ▪ Attività di educazione ambientale e sensibilizzazione	▪ Organizzare una giornata di presentazione [alle scuole elementari] e qualche domenica invitare anche i genitori a giocare ▪	▪ Non si sono più fatte attività di pulizia del Parco che fino a 6-7 anni fa si svolgevano coinvolgendo anche ai ragazzi	▪ Fino a qualche anno fa c'era rispondenza da parte delle scuole. Attività principali sono state concentrate sulla scuola elementare e media	▪ Direzione didattica e le insegnanti
Stefanetti - Atletica Lomazzo	▪ Si potrebbero organizzare manifestazioni in collaborazione con altre associazioni sportive	▪ Si potrebbero ridurre le spese in collaborazione con altre società	▪ Non ci sono elementi attrattori. Non ci sono area di sosta	▪ Gara podistica organizzata con la Pro Loco ▪ Corsa campestre (nel Parco Somaini) ▪ I collegamenti da nord a sud [risorsa del Parco]	▪ Pro Loco Lomazzo
Zuffati – Scuola media Lomazzo	▪	▪ Bisogna fare un discorso strutturato su cui poter lavorare in laboratorio	▪ La scuola media ha utilizzato poco il Parco	▪ Studi generali sull'inquinamento ▪ Col WWF studi sul riconoscimento flora e fauna nei boschi a Lomazzo	▪
Benzoni - Scuola elementare Lomazzo	▪ Con le GEV potremmo pulire il Parco dai rovi. ▪ Ripiantumare i mughetti che vengono raccolti ▪ Creare percorsi o un Osservatorio e un Museo per le scuole medie ▪ Percorso vita fino a Cascina Menegardo	▪ Fare passeggiate, ma bisogna avere aree attrezzate ▪ Mi piacerebbe fare una passeggiata notturna per vedere i gufi ▪ Sensibilizzazione sulla pulizia del letto del torrente	▪ Ci dovrebbe essere una sorveglianza maggiore, più guardie ▪ Bikers che vanno troppo veloci	▪ Abbiamo fatto per anni raccolta differenziata a scuola ▪ Abbiamo partecipato ad Expo - scuolambiente ▪ Abbiamo lavorato col Crea (guardie ittiche, forestali) ▪ Lavori su animali e piante (nocciolo, robinie) ▪ Nella pausa mensa passeggiata al Parco del Lura	▪ Cascina Menegardo ▪ Museo delle api
Monti – scuola materna Lomazzo	▪	▪ Abbiamo in programma di andare alla Cascina Menegardo a giugno. Potrebbe essere interessante per i bimbi piantare le piantine	▪	▪ Coi bimbi dell'ultimo anno siamo andati a Ceriano laghetto (nel Parco delle Groane) siamo andati a vedere l'argilla. ▪ Abbiamo contatti con Donati, andiamo a raccogliere il granoturco ▪ Siamo andati a vedere la piattaforma ecologica	▪

Biancato – Asssociazione genitori Bregnano	▪ Si potrebbe pensare di fare qualcosa come associazione	▪	▪	▪ Promuoviamo attività educative	▪
Foti – scuola media Bregnano	▪	▪	▪ La scuola è caricata di troppe richieste	▪	▪
Re – scuola elementare Bregnano	▪	▪ Passare una notte coi bambini nel Parco	▪ Il Parco del Lura a Bregnano è bello. Perché qui le vasche di laminazione? ▪ Fatica a raggiungere il Museo delle api. C'è una strada comunale con un solo marciapiede da un lato. ▪ Il torrente è inquinato	▪ Abbiamo lavorato sul riciclaggio, sulla conoscenza delle piante e degli animali ▪ Abbiamo ricostruito il percorso del torrente Lura (abbiamo realizzato un Cdrom) ▪ Siamo andati a vedere il depuratore di Caronno Pertusella ▪ Abbiamo organizzato feste passeggiate e spettacoli nel Parco insieme ai genitori	▪ .
Figini - Auser Lomazzo	▪ assistenza agli anziani , nonni vigili, piccola manutenzione parchi, scuola bus, compagnia alle persone, acquisto farmaci ecc. ecc.	▪ Potenziamento Filo d' Argento....	▪ Il degrado ha raggiunto un livello tale che difficilmente sarà recuperabile.	▪ (Il Parco) andrebbe rivalutato.Quando ero ragazzino si andava al Lura a fare il bagno e l'acqua la si poteva anche bere. ▪ E' un importante polmone verde e potrebbe essere riscoperto dalla popolazione	▪ Contattare altre associazioni ambientalistiche esistenti sul territorio

2.5 POSTFAZIONE *(Bianca Bottero)*

2.5.1 Partecipazione: una parola preziosa

Un intervento come quello di cui ci è stato prospettato lo studio con l'attuale ricerca, per il risanamento del Parco del Lura – o meglio per la progettazione tecnica e paesaggistica di strutture di contenimento e di regolazione delle acque del torrente omonimo che lo percorre - è certamente di natura complessa cioè tale sia da coinvolgere interessi e sentimenti di molteplici interlocutori, sia da richiedere numerose e articolate competenze.

L'incrocio virtuoso tra interessi, conoscenze e competenze genera un processo: un processo lento entro il quale i problemi vengono evidenziandosi e piano piano definendosi senza perdere, a contatto con le soluzioni tecniche via via prospettate, la ricchezza dei loro contenuti, fisici, economici, umani.

E' questo uno dei significati che può essere dato al termine "partecipazione": un termine che, benché sia ormai presente in tutti i programmi di pianificazione istituzionale e ne costituisca anzi un passaggio obbligato, anche sulla spinta delle normative europee, non cessa di apparire ancora oscuro ai più e, diciamolo pure, vagamente minaccioso per chi, amministratori e tecnici, devono concretamente gestire delle iniziative di intervento.

Io credo che in questo giochi – più di altri aspetti quali le ancora forti arroganze disciplinari e la sostanziale ignoranza degli utenti rispetto alla sequenza delle decisioni amministrative – la mancata generale percezione della dimensione del tempo, della sua fondamentale importanza nel dare senso alle cose e concretezza allo spazio.

Si è spesso criticata la pianificazione tradizionale per la sua astrattezza, per la sua indifferenza alla materialità dei fenomeni, per la sua peculiarità di ridurre uomini, animali, fattori naturali a idealtipi, privi di una specifica individualità. In ciò agisce prepotentemente, appunto, una profonda inconsapevolezza del tempo delle cose, del tempo dell'accadere.

Ed è paradossale, buffo per non dire tragico, che processi pianificatori e progetti di intervento a volte protratti per anni, tra lunghezze burocratiche, scelte tecniche assunte e abbandonate, incomprensioni tra enti, tra enti e cittadini vengano comunque mantenuti e ostinatamente riproposti nella loro metodologia "istantanea", affidata a procedimenti semplificati e semplificatori, ossessionata da scadenze, riti e separatezze disciplinari, da accelerazioni funzionalistiche. Una metodologia sulla cui impermeabile corazza di apparente razionalità i continui scacchi della realtà non incidono, ogni volta essendo ritenuti "eccezioni", non tali comunque da metterla radicalmente in discussione.

Ebbene, un aspetto importante e un risultato non secondario della ricerca svolta è stato proprio l'avere acquisito attraverso il prezioso concetto di "partecipazione" una nuova consapevolezza dell'azione tecnica: un'azione che - a partire dalla collaborazione e dallo stretto interfacciarsi di molteplici diversificate competenze che ben raramente hanno occasione di confrontarsi nella teoria come nella pratica della progettazione ambientale – ha non solo valorizzato la specificità dei singoli saperi, ma ne ha anche arricchito le potenzialità grazie alle reazioni complesse che si sono venute sollecitando ed evocando.

In un campo così fortemente tecnico (o - dovremmo dire? - così tecnicizzato) come quello della amministrazione, organizzazione, progettazione della casa, della città, del territorio, dell'ambiente l'obiettivo della partecipazione richiede naturalmente forme di lavoro complesse e articolate, in grado di orchestrare una molteplicità di saperi e di soggetti. Richiede quindi la messa a punto di tecniche specifiche e rigorose che sappiano raccogliere ampiamente i vari sparsi frammenti di conoscenza e sappiano individuarne una struttura attraverso processi stocastici e dialogici.

Queste tecniche sono state elaborate e applicate già da diversi decenni, specie in area anglosassone (a partire dalle importanti indicazioni teoriche di studiosi quali Kevin Lynch e Christopher Alexander, i cui lavori risalgono agli anni '60 del secolo scorso) e anche in Italia si hanno ora studi e sperimentazioni di notevole interesse. Il lungo percorso di interlocuzione coi diversi soggetti, gruppi, associazioni che è descritto nelle pagine precedenti e che mostra quella che si può definire la trama del disegno metodologico che ci ha sorretto, a questi contributi ha fatto naturalmente riferimento.

Restava l'alea della loro concreta applicazione. Che soprattutto evitasse due possibili derive, sempre latenti in ogni percorso di progettazione partecipata: da un lato la semplificazione funzionalistica del percorso stesso, a causa della rigida formazione dei tecnici e della loro difficoltà a ridiscutere i propri saperi nel confronto coi "non specialisti"; dall'altro, simmetricamente, il tentante ricorso a una sorta di palingenesi del "partecipatore" al quale delegare l'impegno della proposta e della scelta: con ciò rinunciando alla responsabilità di uno scatto immaginativo, frutto di molteplici visioni, attraverso il quale scardinare (con un procedimento analogo a quello dell'arte) gli assetti inerti e obsoleti del contesto nei quali è spesso ridotta l'espressione anche più genuina dei bisogni.

Io credo che la modalità di sviluppo della ricerca complessiva - benché non appieno sviluppata nei suoi aspetti operativi e quindi di messa in atto dei successivi momenti di partecipazione - abbia condotto a un risultato estremamente significativo anche in relazione a questi aspetti.

Il nesso sottile tra il profondo lavoro di scandaglio svolto nel corpo sociale – non una semplice se pur minuziosa descrizione, intendo, ma una vera e propria investigazione, con i suoi successivi approdi di analisi e di sintesi e con la continua riconnessione dei fili dei pensieri, dei ragionamenti, delle immagini tra tecnici, amministratori, utenti, specialisti e non - ha infatti innescato un sistema di comunicazione interattivo, ampliando la consapevolezza di tutti i partecipanti al processo verso orizzonti ulteriori di realtà e verso un' immagine nuova e fresca di paesaggio che viene a inserirsi, a illuminare direi, l'intero complesso lavorio che l'ha preceduta, guidata, accompagnata.

Ed è da questa immagine, scheggia di una possibile complessiva proposta per l'intero bacino e l'intera comunità del Lura, che sarebbe bello ripartire per sviluppare appieno le qualità comunicative e lo stimolo immaginativo e inventivo che essa contiene e che l'intera ricerca ha messo in essere.

3. LA RISORSA AGRICOLA NEL PARCO DEL LURA *(Paolo Carli)*

3.1 POLITICHE COMUNITARIE PER L'AGRICOLTURA

L'interazione fra agricoltura e natura è profonda. Nel corso dei secoli l'agricoltura ha contribuito alla creazione e alla salvaguardia di una grande varietà di habitat seminaturali di elevato pregio e sono proprio questi habitat che hanno plasmato e plasmano i paesaggi europei (ricordiamo che circa metà del territorio europeo è ancora oggi ad uso agricolo) consentendo anche la sopravvivenza della sua ricca fauna selvatica. L'agricoltura è inoltre fonte di reddito per comunità rurali la cui diversificata distribuzione sul territorio contribuisce a mantenere complessità e ricchezza delle culture locali e identità di paesaggi.

Il rapporto tra l'ambiente naturale e le pratiche agricole non è tuttavia semplice o privo di contraddizioni. Per esigenze di sfruttamento intensivo del terreno o di facilitazione delle lavorazioni, le pratiche agricole possono infatti incidere molto negativamente sulle risorse naturali provocando l'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria, la frammentazione degli habitat e la scomparsa della fauna selvatica.

In relazione a ciò le scelte dell'UE si sono sempre più indirizzate negli ultimi anni verso politiche di salvaguardia dell'ambiente che si appoggiano sul ruolo positivo che l'agricoltura può svolgere pur mantenendo congrui i livelli di redditività. Secondo la stessa logica, di conservazione e qualificazione paesaggistica del territorio nella sua funzione agricola, vengono appoggiati programmi complessi di natura interdisciplinare per il controllo e la corretta integrazione dei sistemi insediativi e delle necessarie infrastrutture.

La strategia agroambientale della Pratica Agricola Comunitaria (PAC)[5] è dunque mirata in larga parte a migliorare la

[5] La PAC nello specifico si esplica in azione attraverso il piano regionale di sviluppo rurale (PRSR) che ha validità di 5/7 anni e che si articola in 3 assi di sviluppo diversi, a loro volta articolati in sottoassi e misure.

asse 1: sostegno alla competitività delle imprese

misura 1.a - investimenti nelle aziende agricole

misura 1.b - investimenti dei giovani agricoltori

misura 1.c - formazione

misura 1.d - miglioramento della trasformazione e commercializzazione dei prodotti agricoli

L'asse 1 sostiene gli investimenti nelle imprese vitali e redditizie, favorendo in particolare quelle condotte da giovani agricoltori. Sono previste agevolazioni per consentire un ruolo importante per l'occupazione e l'equilibrio ambientale delle aziende ubicate in luoghi svantaggiati.

asse 2: ambiente

sotto asse 1: agro-ambiente

misura 2.e - indennità compensativa di zone sottoposte a svantaggi naturali

misura 2.f - misure agroambientali per la diffusione di sistemi di produzione a basso impatto ambientale e conservazione di spazi naturali, tutela della biodiversità, cura e ripristino del paesaggio

misura 2.h - imboschimento dei terreni agricoli

sottoasse2: ambiente e foreste

misura 2.i - altre misure forestali (privato)

misura 2.i - altre misure forestali (pubblico)

misura 2.t - tutela dell'ambiente in relazione alla selvicoltura

L'asse 2 promuove la tutela dell'ambiente come servizio rivolto alla collettività e valorizzazione delle attività agricole e dello sviluppo rurale.

Le misure incentivano gli impegni per il miglioramento delle condizioni ambientali e per la gestione della natura e delle attività agricole con metodi compatibili con l'ambiente.

asse 3: sviluppo locale integrato

misura 3.m - commercializzazione prodotti agricoli di qualità

misura 3.o - rinnovamento e miglioramento dei villaggi e protezione e tutela del patrimonio rurale

misura 3.p - diversificazione delle attività del settore agricolo e delle attività affini

misura 3.q - gestione delle risorse idriche in agricoltura

misura 3.r - sviluppo e miglioramento delle infrastrutture rurali connesse allo sviluppo dell'agricoltura

L'asse 3 contiene misure per lo sviluppo delle aree rurali, attraverso "piani locali integrati" che favoriscono l'intreccio delle diverse attività (agricole, artigianali, culturali, tradizionali, ecc.) e che vengono predisposti dalle province.

sostenibilità degli ecosistemi agricoli. Le misure adottate per integrare nella Pratica Agricola Comunitaria le problematiche ambientali comprendono requisiti di tipo ambientale (condizionalità) e incentivi (ad es., ritiro di superfici dalla produzione) inseriti nella politica di mercato e dei redditi, come pure misure ambientali mirate nel quadro dei programmi di sviluppo rurale (ad es., regimi agroambientali).
A partire dall'agenda 2000, la programmazione agricola europea è fondata su due pilastri: l'orientamento al mercato e ai redditi ("primo pilastro") e lo sviluppo sostenibile delle zone rurali ("secondo pilastro"). La riforma della Pratica Agricola Comunitaria del 2003 ha fatto fare un salto di qualità all'integrazione ambientale mediante l'adozione di misure nuove o modificate per promuovere la tutela dell'ambiente agricolo in ambedue i pilastri.
La condizionalità (a) costituisce lo strumento principale della politica di mercato e dei redditi. La riforma della PAC del 2003 introduce il disaccoppiamento della maggior parte degli aiuti diretti dalla produzione. A partire dal 2005 (al più tardi dal 2007), è stato adottato un regime di pagamento unico basato sugli importi storici di riferimento. Ciò si traduce nella riduzione di molti degli incentivi accordati alla produzione intensiva, ritenuti all'origine dell'aumento dei rischi ambientali.
Per quanto riguarda la politica dello sviluppo rurale (b), una delle condizioni essenziali per beneficiare di aiuti nel quadro di diverse misure di sviluppo rurale, è il rispetto di *requisiti ambientali minimi* quali: 1) investimenti nelle aziende agricole, 2) insediamento di giovani agricoltori, 3) trasformazione e commercializzazione dei prodotti agricoli. Inoltre, solo un impegno in senso ambientale al di sopra del livello di riferimento delle *buone pratiche agricole* consente di accedere ai pagamenti agroambientali.
Anche per ottenere il sostegno alle zone svantaggiate è necessario rispettare le prescrizioni delle *buone pratiche agricole.*
Le modalità di integrazione delle questioni ambientali nella pratica agricola comune sono state dunque condizionate dalla complessità della relazione tra agricoltura e ambiente: processi dannosi e benefici, diversità delle condizioni locali, articolazione dei sistemi di produzione. Per comprendere questa relazione è fondamentale il concetto di *buone pratiche agricole* definito come l'insieme dei metodi colturali che un agricoltore diligente impiegherebbe nella regione interessata. Ciò implica quantomeno il rispetto della legislazione comunitaria e nazionale in materia di ambiente. Tuttavia, qualora la società chieda agli agricoltori di conseguire obiettivi di protezione dell'ambiente che superano il livello di riferimento delle *buone pratiche agricole*, con conseguenti costi o riduzioni di reddito per gli agricoltori stessi, essa deve contribuire, mediante le misure agroambientali, ai servizi ambientali forniti. Nel mondo anglosassone che l'ha ampiamente utilizzato, questo approccio, è definito *planning gain*[6].

3.1.1 Principio di Condizionalità

La riforma della Pratica Agricola Comunitaria dell'Agenda 2000 stabilisce che gli Stati membri adottino le misure ambientali che ritengono appropriate tenuto conto della situazione specifica dei terreni agricoli utilizzati o della produzione interessata. Questa disposizione è stata inserita nel "regolamento orizzontale" (n. 1259/1999) che stabilisce norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto agli agricoltori.
Gli Stati membri avevano tre opzioni per rispettare tale disposizione: fornire aiuti alle iniziative agroambientali, stabilire requisiti generali obbligatori in materia di ambiente (sulla base della legislazione ambientale) e fissare norme specifiche in materia di ambiente. Agli agricoltori che non rispettano tali norme devono essere comminate sanzioni adeguate, che possono prevedere la riduzione e addirittura la soppressione degli aiuti diretti. Esempi di requisiti ambientali sono l'aderenza a tassi massimi di carico per i bovini e gli ovini, il rispetto dei volumi massimi di fertilizzanti consentiti per ettaro, la conformità alle norme che disciplinano la coltura di terreni in pendenza e l'osservanza delle norme specifiche relative all'uso di prodotti fitosanitari.

3.1.2 Misure agroambientali

Oltre al principio in base al quale gli agricoltori dovrebbero rispettare requisiti ambientali minimi per beneficiare in toto dei pagamenti diretti ("condizionalità"), un altro principio basilare della strategia comunitaria di integrazione delle problematiche ambientali nella pratica agricola comune prevede che qualora la società esiga dagli agricoltori servizi ambientali che superano i requisiti minimi, tali servizi dovrebbero essere finanziati mediante le misure agroambientali. Nell'ambito della politica di sviluppo rurale, la Comunità offre una serie di misure per promuovere la tutela dell'ambiente agricolo e la sua biodiversità. Tra l'altro, la possibilità di erogare aiuti a favore delle zone svantaggiate e

[6] Ricade in questo ambito l'approccio al problema dell'agricoltura e degli agricoltori assunto nella presente ricerca.

misure agroambientali che prevedono, rispettivamente, l'applicazione o il superamento delle consuete buone pratiche agricole.
I regimi agroambientali sono stati introdotti nella politica agricola della UE verso la fine degli anni Ottanta come strumento per sostenere determinate pratiche agricole finalizzate a contribuire alla tutela dell'ambiente e alla salvaguardia del paesaggio. La riforma della PAC del 1992 ha reso obbligatoria l'attuazione di programmi agroambientali da parte degli Stati membri nell'ambito dei loro piani di sviluppo rurale. La riforma della PAC del 2003 ha confermato l'obbligatorietà dei regimi agroambientali per gli Stati membri e la facoltatività degli stessi per gli agricoltori. Inoltre, il tasso massimo del finanziamento UE è stato aumentato, passando all'85% nelle zone dell'obiettivo 1 e al 60% nelle altre zone.
Gli agricoltori che si impegnano, per un periodo minimo di cinque anni, ad adottare tecniche agricole rispettose dell'ambiente, che vadano oltre le consuete buone pratiche agricole, ricevono in cambio aiuti a titolo di compensazione dei costi supplementari e delle perdite di reddito dovute al fatto di aver modificato le pratiche agricole.
Qualche esempio di impegni previsti da regimi agroambientali a livello nazionale/regionale:
- estensivizzazione agricola rispettosa dell'ambiente;
- gestione dei sistemi di pascoli a scarsa intensità;
- gestione integrata delle aziende agricole e agricoltura biologica;
- tutela del paesaggio e di elementi caratteristici forgiati dal tempo quali siepi, fossi e boschi;
- salvaguardia degli habitat di alto valore naturale e della relativa biodiversità.

3.1.3 Agricoltura e biodiversità

Il termine biodiversità ha un'accezione ampia e si riferisce alla varietà della vita e dei suoi processi. Questo concetto comprende tutte le forme di vita, dagli organismi monocellulari a quelli più complessi, nonché i processi, le vie e i cicli che aggregano gli organismi viventi in popolazioni, ecosistemi e paesaggi.
La biodiversità agricola include tutte le componenti della diversità biologica rilevanti per l'alimentazione e l'agricoltura e tutte le componenti della diversità biologica che costituiscono l'ecosistema agricolo: le varietà di animali, piante e microrganismi, a livello genetico, di specie e di ecosistemi, necessarie per le funzioni fondamentali dell'ecosistema agricolo e delle sue strutture e processi.
Due mutamenti di grande portata in campo agricolo hanno sovvertito l'equilibrio che esisteva tra agricoltura e ambiente, ovvero l'intensificazione dei processi di produzione, da un lato, e la sottoutilizzazione del suolo, dall'altro. La specializzazione, la concentrazione e l'intensificazione della produzione agricola avvenute negli ultimi decenni sono diffusamente riconosciute come fattori che potrebbero minacciare la conservazione delle specie. Molte di queste infatti sono direttamente interdipendenti con l'agricoltura (ad esempio, varie specie avicole nidificano e trovano il nutrimento di cui necessitano sui terreni agricoli). È tuttavia difficile separare gli effetti dei mutamenti intervenuti nell'uso del suolo da altri indotti dall'urbanizzazione e dall'aumento delle infrastrutture, fenomeni presenti anche nelle zone rurali.
Tuttavia, sane pratiche di gestione dell'agricoltura possono avere un'incidenza positiva sulla conservazione della flora e fauna selvatiche nella UE, come pure sulla situazione socioeconomica delle zone rurali. Un'agricoltura di tipo tradizionale contribuisce alla salvaguardia di certi habitat naturali o seminaturali. In alcuni Stati membri della UE l'abbandono dei terreni e la rinuncia a una gestione tradizionale possono costituire una minaccia alla biodiversità nelle zone agricole. Pertanto, se si vuole raggiungere l'obiettivo di arrestarne la perdita, fissato per il 2010, è di fondamentale importanza prevenire tali processi.
Nel 2001 è stato adottato il Piano d'azione a favore della biodiversità in agricoltura. Gli strumenti a disposizione della Pratica Agricola Comunitaria, definiti dall'Agenda 2000 e successive riforme, forniscono il quadro per integrarne gli aspetti nella politica agricola della UE. Il piano d'azione stabiliva le seguenti priorità: la promozione e il sostegno di pratiche e sistemi agricoli rispettosi dell'ambiente che, direttamente o indirettamente, vadano a beneficio della biodiversità; il sostegno alle attività agricole sostenibili in zone ricche da questo punto di vista; il mantenimento e il potenziamento di buone infrastrutture ecologiche e la promozione di azioni volte a preservare varietà animali o vegetali locali o minacciate. Tutte queste priorità sono sostenute mediante azioni nel campo della ricerca, della formazione e dell'istruzione. La conservazione della biodiversità dipende in larga misura dall'applicazione sufficiente e mirata di misure previste dalla pratica agricola comune, in particolare le indennità di compensazione per le zone svantaggiate e le misure agroambientali.

Su mandato del Consiglio e del Parlamento europeo la Commissione Agricoltura ha preparato nel 2004 una relazione sull'attuazione di questo piano d'azione in consultazione con tutte le parti interessate rappresentate in un gruppo di lavoro ad hoc.
Un nuovo programma comunitario che finanzia misure per favorire la conservazione, la caratterizzazione, la raccolta e l'utilizzazione delle risorse genetiche in agricoltura è stato avviato nell'aprile 2004.

3.2 IPOTESI DI INTERVENTO IN CAMPO AGRICOLO NELL'AREA DI STUDIO

3.2.1 L'indagine catastale sulle particelle agricole interessate dallo studio

La prima azione intrapresa dal gruppo di ricerca è stata redigere una carta vettoriale delle proprietà agricole dell'area di studio che restituisse la complessità del mosaico delle particelle catastali.
Infatti alla luce delle conclusioni emerse dall'ascolto[7] degli agricoltori, si è resa necessaria una indagine maggiormente approfondita sulle possibilità di gestione di quelle parti del territorio ancora legate all'agricoltura.
Alla maglia catastale costruita è stata quindi sovrapposta la maglia delle addizioni delle particelle in aziende agricole localizzate, anche solo parzialmente, sull'area di studio. Questa azione è stata resa possibile dalla ricchezza di informazioni ottenuta attraverso i "tavoli di ascolto", cioè attraverso gli incontri che si sono sistematicamente organizzati tra il gruppo di ricerca e i soggetti portatori di interesse. In particolare l'addetto alle pubbliche relazioni per l'Associazione dei Coltivatori Diretti (ColDiretti) della provincia di Como, Sig. Alberio, ci ha permesso di consultare nella loro sede di Guanzate il loro Sistema Informatico Territoriale, sotto la supervisione del tecnico Dott. Bezzi.
L'accesso al SIT della ColDiretti, per quanto parziale e non rappresentativo di tutte le associazioni di agricoltori, si è rivelato di grande utilità, permettendo di consultare i Piani Rurali di Sviluppo che le aziende agricole sono tenute a dichiarare e rispettare per un periodo di tempo non inferiore a 5/7 anni. Queste informazioni permettono una valutazione di media durata dell'intensità di trasformazione che le aziende agricole dell'area di studio sono in grado di assorbire senza subire danni eccessivi. Inoltre, in una logica di realizzazione del progetto di laminazione delle acque del torrente, queste informazioni potrebbero essere utili ai fini delle dinamiche espropriative, stabilendo classi di indennizzi per qualità, non delle produzioni, ma bensì della conduzione stessa delle particelle agricole. È ormai ampiamente riconosciuto come siano diventate insostituibili le azioni di conservazione e salvaguardia che l'agricoltura (ovvero chi la fa: proprietari, conduttori e contadini) svolge nei confronti del territorio, opponendosi alle spinte dello sprawling urbano e del consumo della risorsa suolo. Lo stato dell'arte degli studi sulla gestione e pianificazione delle aree verdi sono attualmente indirizzati verso questo stesso orizzonte culturale (vedi bibliografia).

[7] Si riportano, per completezza dell'esposizione, alcuni stralci dal capitolo 2 ("Ascolto e Partecipazione" a cura di A. Delera) riferito all'ascolto degli stakeholders. In particolare l'intervista al Delegato Alberio della Coldiretti locale a pag. 36:

Attività che si potrebbe/vorrebbe svolgere

Coinvolgimento delle aziende agricole per i Piani di sviluppo rurale e i finanziamenti dati in seguito al blocco delle coltivazioni.

L'Amministrazione pubblica può coinvolgere le aziende agricole per i movimenti di terra (L.228/2001).

Risorse, caratteristiche e abitudini particolari del Parco su cui far leva

Con i Piani di sviluppo rurale si ha un'indennità di 250 euro/ha. C'è un controllo ogni anno,se si sgarra bisogna pagare per gli anni precedenti.

La zona interessata è coltivata a mais, orzo, patate.

Le due necessità fondamentali sono l'acqua per l'irrigazione e la biomassa (pioppi, salici, canneti) per produrre energia a costi minori.

Un'azienda agricola nel mantovano ha 100 ha di pioppi. Con 20.000 euro hanno preso una caldaia con cui riscaldano la casa e rivendono energia all'Enel e al Comune.

Ci sono incentivi sulle biomasse, nelle misure agroambientali dei Piani di sviluppo rurale, ci sono bandi per ricevere contributi.

Importante è la fruibilità: prevedere aree destinate al pic-nic, coinvolgendo le aziende agricole: Alcune accolgono già visite didattiche e altre attività (ad es. l'ippoterapia, i dispenser di latte crudo, i gruppi di acquisto solidale)

Criticità, consigli su aspetti a cui fare attenzione

La remota possibilità della perdita di fertilità. La biomassa va bene, ma bisogna trovare la filiera. Per ora sappiamo solo che c'è una vasca di 180.000 mq, con un argine di 3m e 2m di acqua. Una parte di quest'acqua potrebbe essere destinata ad uso irriguo per recuperare la siccità degli anni scorsi?

Il problema fondamentale degli agricoltori è quello di non perdere soldi, rifacendo il Piano di sviluppo rurale (che si rinnova ogni 5 anni).

Bisogna conoscere l'appartenenza delle aree per capire cosa proporre (per es. area boscata intorno ai margini).

Spesso però i terreni sono in affitto e c'è il diritto di prelazione del contadino. Le industrie zootecniche (che producono latte e carne) e le aziende agricole hanno bisogno del prato (a mais, orzo, cereali).

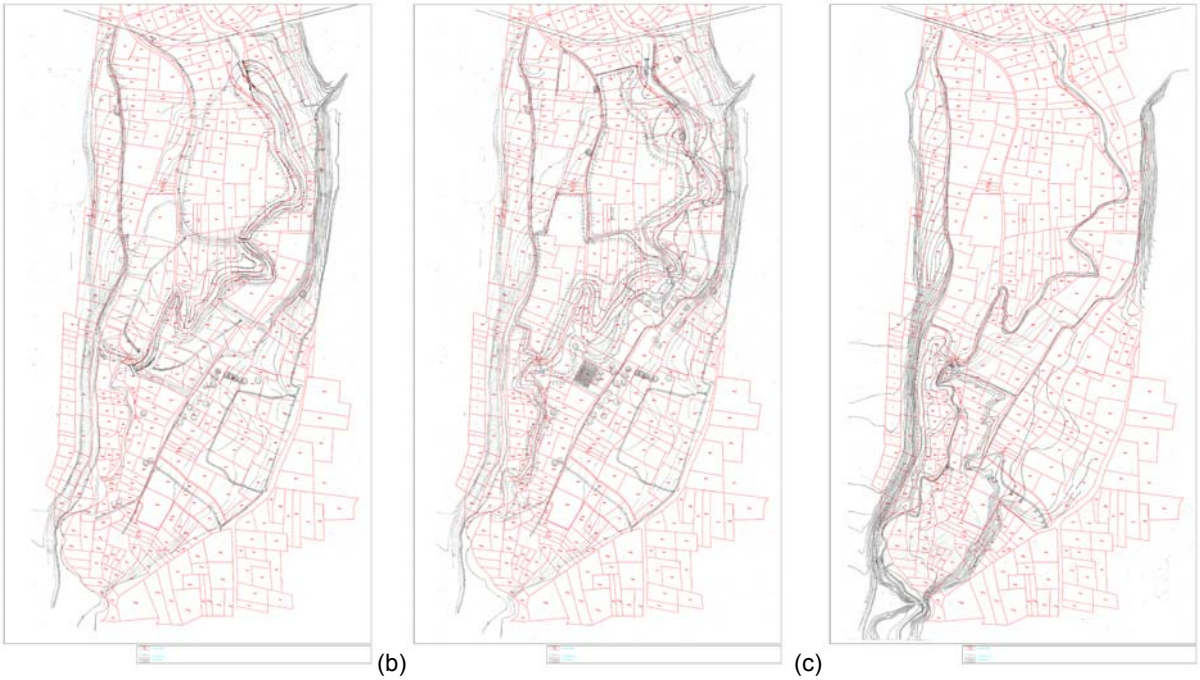
Diventa quindi ormai più che necessario e urgente per architetti, urbanisti, paesaggisti, pianificatori e amministratori pubblici, confrontarsi con le normative e le dinamiche contributive che strutturano la materia agricoltura.

(a) (b) (c)

Figura 3.1 – Particolare delle Tavole di Analisi dello Stato di Fatto dell'area di studio:
(a) confini comunali, (b) rilievo agronomico della qualità delle colture, (c) rilievo delle proprietà catastali.

3.2.2 Individuazione del miglior asse della PAC da perseguire nell'area di studio

Come già introdotto nei precedenti paragrafi, l'asse della PAC di riferimento per l'area di studio sembra essere quella tesa a uno sviluppo integrato delle aziende agricole e del territorio in un orizzonte di sviluppo economico e sociale della comunità rurale, mediando quindi tra interessi urbani come l'infrastrutturizzazione del territorio, e rurali come l'approvvigionamento idrico. Basta leggere gli indirizzi dell'asse 3 riportati in nota 1 per rendersi conto di come la PAC sottintenda una forma di *planning gain* perseguita per Piani Integrati Locali.



(a) (b) (c)

Figura 3.2 – Gli scenari di progetto con la sovrapposizione della maglia catastale dell'area di studio.
(a) scenario a laminazione fuori linea.
(b) scenario a laminazione mista, ovvero parte in linea e parte fuori linea.
(c) scenario a laminazione in linea.

Si sottolinea infine come all'interno degli indirizzi della PAC 2003-2006, la vocazione dell'area di studio sia l'asse 3 anche qualora si presentasse l'opzione 0 del progetto (ovvero la non realizzazione del sistema di laminazione del torrente Lura), poiché incentrato sulla riqualificazione paesaggistica di aree agricole e la conservazione dei sistemi rurali tradizionali. L'essere all'interno di un parco pubblico, quindi fruibile dagli abitanti, garantirebbe a quest'area un regime di agevolazioni e misure interessanti, tese alla riqualificazione dell'area per l'uso pubblico.
Invece, qualora si realizzasse secondo gli indirizzi forniti dai tre scenari ideati dal gruppo di ricerca, il progetto di laminazione, gli assi più utili da perseguire per le aziende dell'area di studio sarebbero sempre l'asse 3 della PAC

2003, congiuntamente però all'asse 2, che introduce la tematica dello svantaggio ambientale in una logica di selvicoltura e di produzione di biomassa. Quest'ultimo aspetto è stato da subito valutato con attenzione, propedeuticamente all'ideazione degli scenari di progetto.

3.2.3 Per una strategia di gestione e salvaguardia dei sistemi rurali sul torrente Lura

Risulta chiaro fin da una ricognizione superficiale della materia agricoltura di prossimità urbana, che il suo sviluppo e la sua integrazione energetica con le aree urbanizzate, necessiti ancora per prima cosa di uno sviluppo culturale dei nostri consumi.

Dati alla mano, esattamente come in architettura e altri settori, la produzione biologica o sostenibile e fortemente localizzata, comunque tesa al risparmio energetico, non risulta ancora competitiva economicamente per il consumatore.

Tuttavia in una valutazione di medio periodo, bisogna considerare il sempre più incidente, e costantemente in aumento, costo di trasporto delle produzioni agricole. L'agricoltura è di per sé una attività umana pionieristica. La nuova agricoltura che è ormai necessario perseguire oggi, lo è ancora di più.

Se quindi da un lato lo sviluppo del biologico, delle filiere brevi e della vendita diretta dei prodotti agricoli da parte degli agricoltori, ancora non può confrontarsi alla pari con una produzione industrializzata e delocalizzata sulla domanda di consumo, bisogna perseguire altre strade che garantiscano la sopravvivenza dei nostri sistemi rurali. Senza dimenticare che le crisi energetiche sono sempre più frequenti e che i dati statistici sulle risorse non rinnovabili sono contraddittori ma comunque poco tranquillizzanti. L'inversione della tendenza dei consumi deve essere un obiettivo sempre più prossimo, e se non sarà un pionieristico cambio del nostro paradigma culturale a smuovere la società, sarà alla fine una necessità catastrofica inderogabile e impellente.

Ma alla luce di queste considerazioni, è necessario per pianificatori e amministratori proporre agli addetti e proprietari agricoli delle strategie che permettano la conservazione dei sistemi rurali. Ovvero fare in modo che risulti se non vantaggioso almeno equo per i conduttori, una gestione dei loro campi attiva e diversificata. Attiva, nel senso di una gestione dinamica e non costantemente in attesa di una possibile (ma non sostenibile) modifica della destinazione d'uso dei suoli a favore dell'edilizia e dello spawling urbano. E diversificata, quindi non totalmente a monocolture seriali, al fine di evitare un massiccio impoverimento dei suoli.

Il percorso per poter garantire questa condizione minima essenziale passa per il riconoscimento e lo sviluppo del ruolo del conduttore agricolo come custode del paesaggio e del territorio. Ed è proprio questa la logica secondo la quale è stata ridefinita nel 2003 la PAC ed in particolare l'asse 3. Questo infatti prevede il disaccoppiamento dei finanziamenti dalle produzioni, indirizzandoli invece sull'infrastrutturazione del territorio e/o sulla conservazione e sviluppo dei caratteri paesaggistici locali. Sono infatti finanziate opere come la ridelimitazione tramite filari di siepi o alberi dei campi, la creazione di oasi naturalistiche tese alla conservazione della biodiversità, il recupero e lo sviluppo di tradizioni colturali e il settore del biologico e, ed è proprio questo il caso dell'area di studio, la rimodellazione del suolo tesa alla messa in sicurezza del territorio rispetto a fenomeni alluvionali, all'inquinamento del terreno e a eventi di piccola catastrofe tipici e ripetitivi in alcune aree (dalle valanghe alla siccità).

Indubbiamente l'asse 3 della PAC è un buon punto di inizio, tuttavia produce uno squilibrio dal punto di vista dell'estensione territoriale delle proprietà dei singoli. Infatti il bilancio costi-benefici per l'agricoltore in questa nuova forma di contribuzione dipende molto, per poter essere equiparata ai benefici economici della rendita fondiaria pura, dal numero di metri di nuovi filari di delimitazione piantumati o dalla dimensione delle oasi ecologiche realizzabili, ecc. Inoltre risulta evidente come il singolo, a meno che sia mosso da interessi di tipo latifondista (sicuramente superati nella nostra area di riferimento), possa orientarsi all'interno del cumulo di leggi, misure, assi e prescrizioni. In particolare risulta molto difficile al singolo conduttore/proprietario la scelta di una programmazione di medio periodo in qualche modo aprioristica e vincolante. In questo caso ancora più che in altri, sembra d'uopo l'adagio popolare secondo cui "l'unione fa la forza". Laddove il singolo infatti si perde, una libera unione di conduttori/proprietari associati secondo criteri geografici e non politici (come ad esempio ColDiretti, Confederazione Agricoltori, ecc) potrebbe organizzare gli sforzi dei singoli secondo un indirizzo di sviluppo comune, che garantisca una sorta di assicurazione sugli obiettivi, gli investimenti ed il ritorno economico di questi ultimi.

In generale il compito di gestire queste strutture consorziali di proprietari/conduttori dovrebbe essere assunto per competenze tecniche e di scala di riferimento del consorzio, dai comuni, le province e le regioni. Tuttavia nel caso specifico del Parco Sovracomunale del Torrente Lura, sarebbe utile che si assumesse questo ruolo di direzione e gestione degli indirizzi delle aziende agricole, l'organo direttore del parco stesso.

3.3 BIBLIOGRAFIA

Bottero Bianca, Progettare e costruire nella complessità : lezioni di bioarchitettura; a cura di, Napoli : Liguori, 1993

Bottero Maria, Progetto Ambiente, Milano, Clup 2005

Bottero Maria, Cantelli M., Fabris Luca Maria Francesco, Verde a confronto Milano Parigi Ruhr, Milano, Arti grafiche S. Pinelli, 1999

Calori A., «Il Contratto di fiume Olona-Bozzente-Lura. L'approccio integrato e negoziale per la pianificazione a scala di bacino fluviale coinvolge enti locali e cittadini nei processi di riqualificazione del territorio», in AA.VV. “il Progetto Sostenibile” n°4, aprile 2004

Chiesa Giancarlo, Dall'O Giuliano, Gestione delle risorse energetiche nel territorio, Milano : Masson, 1997

Diappi Lidia, Innovazioni metodologiche nelle scienze regionali, a cura di; Associazione italiana di scienze regionali, Milano, F. Angeli, 2004

Diappi Lidia, Sostenibilità urbana : dai principi ai metodi di analisi : forma urbana, energia e ambiente, a cura di, Torino, Paravia scriptorium, 2000

Donadieu Pierre, «Campagnes et nature urbaines », in T. Paquot, M. Lussault, S. Body-Gendrot (direzione), La ville et l’urbain. L’état des savoirs, s.l., la Découverte 2000

Fabris Luca Maria Francesco, Tecnologie e politiche di progettazione ambientale, Milano, Clup 2005

Fabris Luca Maria Francesco, Il verde postindustriale : tecnologie ambientali per la riqualificazione,. Napoli, Liguori, 1999

Fabris Luca Maria Francesco, Tecnologie e politiche di progettazione ambientale; premessa di Maria Bottero, Milano, Libreria CLUP, 2002

Geddes Patrick, Cities in Evolution: an Introduction to the Town Planning Movement and to Study of Civies, Williams and Norgate 1915

Lang Robert E., Edgeless cities: Exploring the Elusive Metropolis, s.l., Metropolitan 2003

Pizziolo Giorgio, Micarelli Rita, L'arte delle relazioni, prefazione di Bianca Bottero; con uno scritto di Enzo Tiezzi, Firenze, Alinea, 2003

4. ASPETTI PAESAGGISTICI NEL CONTESTO INTERNAZIONALE

(Luca Maria Francesco Fabris)

4.1 PREAMBOLO

Il dibattito culturale attuale pone molta speranza nel ruolo futuro delle aree periurbane. Per molti, esse sarebbero il luogo più adatto per dare nuova linfa e coerenza al logoro rapporto ora esistente fra città e campagna.
Il territorio lungo il torrente Lura, oggetto della ricerca, presenta una media del 15,75% di popolazione attiva addetta al settore primario, mentre ha un tasso medio di crescita rilevante, pari a +7,05% (dati 1991-2001). Quest'ultimo dato è interpretabile come una tendenza all'inurbamento che nell'area del Lura continuerà anche nei prossimi anni, aumentando così la densità abitativa media che adesso si attesta intorno ai 1.340 ab./kmq.
Con queste premesse è facile riconoscere che il Parco del Lura rappresenta già da ora un asse verde all'interno di un contesto segnato da una forte dinamica urbanistico-territoriale.
L'inserimento del progetto idraulico sull'asta del Lura si inserisce in questo quadro in movimento. La sfida è agire senza comprometterne l'assetto attuale, tracciando strategie progettuali che portino ad uno sviluppo ambientale ottimale, permettendo una nuova evoluzione del territorio legato al torrente.
Dal punto di vista paesaggistico, mentre è difficile trovare esempi di sistemi di vasche di laminazione ben integrati con il territorio in cui sono posti, sono molti gli esempi che propongono l'uso delle wetland come elemento di riqualificazione e integrazione paesistica. Caratteristiche specifiche delle terre umide sono le possibilità legate alla biofito-depurazione delle acque reflue e/o luride, all'ossigenazione delle acque ferme oppure alla ricreazione di biotopi, tutti elementi che concorrono a trasformare facilmente un apparato fatto di elementi naturali, ma che si comporta come uno strumento prettamente tecnico, in un'attrazione. La presenza di una zona umida all'interno di un parco spesso significa poter dare vita ad un'area di esemplificazione a fini didattici e turistici ed esistono esempi, come le London Wetlands, a pochi chilometri dal centro della capitale britannica, dove tutto il sistema acquifero rimodellato a partire da un reservoir è diventato un luogo da visitare unendo divertimento ed esperienza scientifico-conoscitiva.
A partire da questi appunti qui di seguito si indicano, soprattutto attraverso immagini e schemi, recenti progettazioni e realizzazioni che possono fare da guida e ispirazione nel progetto pilota per la valle del torrente Lura.

4.2 PAESAGGIO

Piantare della vegetazione è spesso visto come un addolcimento, che aiuta a mitigare l'aspetto di un nuovo intervento sull'ambiente circostante, ma una buona soluzione paesaggistica può fare molto di più che pura cosmesi. Il paesaggio include, protegge e separa gli spazi, dà regola e influenza il senso percettivo degli spazi aperti. Il verde, inoltre, può essere progettato per migliorare e mantenere le risorse vegetali già presenti.
Il bacino imbrifero del Lura, con le sue peculiarità, possiede sicuramente un proprio carattere, che è stato identificato e salvato all'interno del progetto paesaggistico.
Alla componente naturale del Lura è stato necessario affiancare e comprendere l'attività antropica sia essa agricola oppure insediativa. L'asta del torrente, infatti, crea un cuscino fra aree densamente urbanizzate, le cui zone di frangia sono ancora rurali.

4.2.1 Paesaggio come unione

Pensando all'agricoltura come a una componente attiva all'interno del paesaggio del Lura si investe sulla sua biodiversità, garantendo nuovo vigore al paesaggio rurale intorno all'alveo del torrente Lura. La caratteristica alluvionale del torrente Lura e gli ampi tempi di ritorno della piena fanno facilmente presupporre che le opere idrauliche, importantissime al verificarsi dell'evento, saranno per la maggior parte del tempo delle strutture "in attesa" su cui l'azione del tempo e della variazione stagionale avrà le sue ripercussioni. Si tratta di ideare delle nuove componenti paesaggistiche che le inseriscano nell'ambiente e le rendano parte dell'ambiente. Dare la possibilità alla

flora e alla fauna di insediarsi in nuovi biotopi. Naturalizzare l'antropizzato.

La valle del Lura presso Lomazzo

La valle del Lura presso Lo mazzo

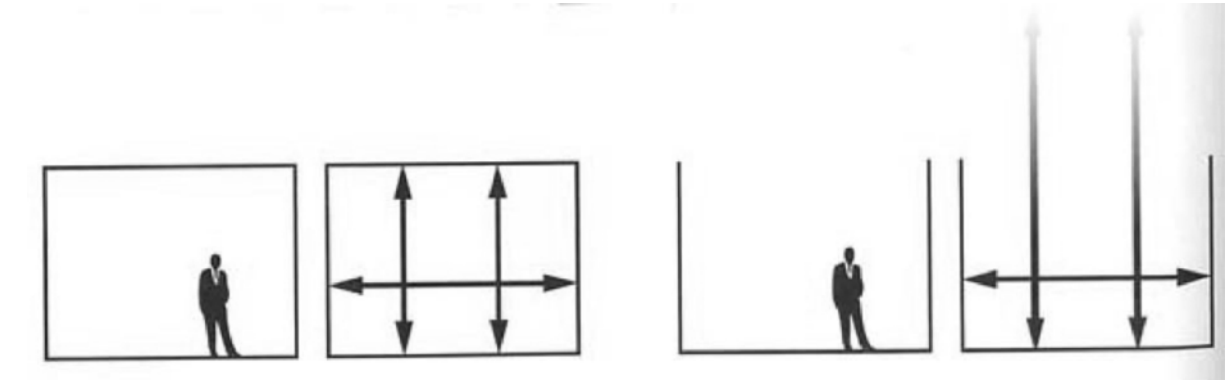
4.2.2 Paesaggio come percorso

Il progetto paesaggistico intende portare a maturazione il concetto di corridoio ecologico, operando per l'attivazione di un vero e proprio corridoio verde, non solo sistema integrante la rete ecologica della Regione Lombardia, ma sistema integrato di percorsi nella natura a disposizione dei cittadini che vivono nel comprensorio del Parco del Lura.
Progettare l'attraversamento del paesaggio permette di introdurre un importante tema partecipativo diretto. L'accettazione di un progetto è sempre legata alla compartecipazione e allo sfruttamento reale dello stesso. Poter vivere il paesaggio del Lura, percorrere i suoi spazi. Comunicare attraverso il paesaggio. Vivere il paesaggio.

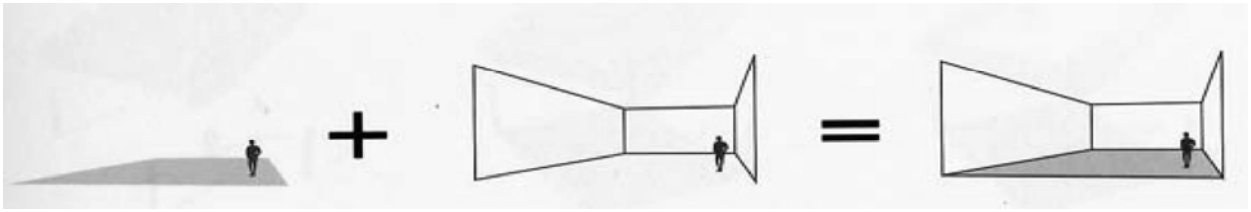
4.2.3 Paesaggio come comunicazione

L'interpretazione del territorio come testo permette di impostare il progetto pilota come manuale in cui vedere applicate varie tecnologie collegate alla progettazione ambientale. La raccolta e il riciclo dell'acqua (bacini di laminazione e ritenzione, reimmissione in falda, riuso agricolo); la fitodepurazione (approntamento di vassoi di depurazione, creazione di ambienti umidi); l'ingegneria naturalistica (consolidamento, costruzione e ricostruzione del territorio, costruzione di biotopi, ridefinizione delle sponde ripariali); incentivazione della biodiversità (piantumazione e agricoltura); tecnologie di bonifica di siti contaminati (bio-remediation).
Non ultima la possibilità di inserire nel contesto del Parco del Lura un esperimento di land-art legato ai tempi e agli impianti agricoli presenti. Diffondere le tecnologie verdi. Incuriosire per far conoscere.

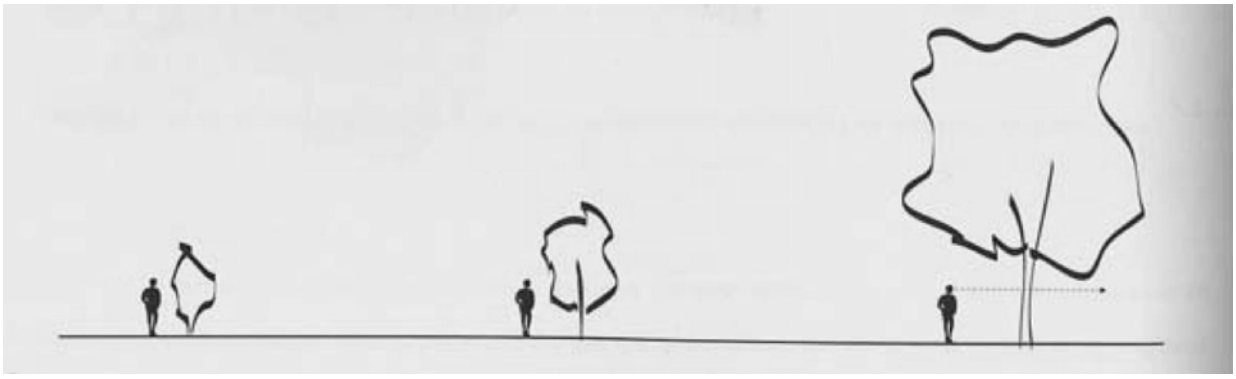
Alcuni concetti per immagini (illustrazioni tratte dal volume: H. Loidl, S. Bernard, Opening Spaces, Birkhäuser, Basel, 2003):



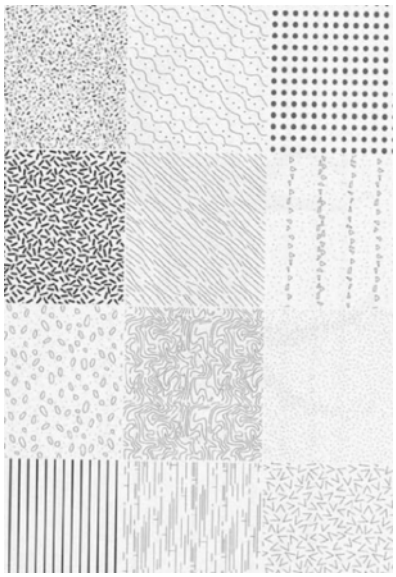
lo spazio architettonico e lo spazio paesaggistico



superficie confini spazio

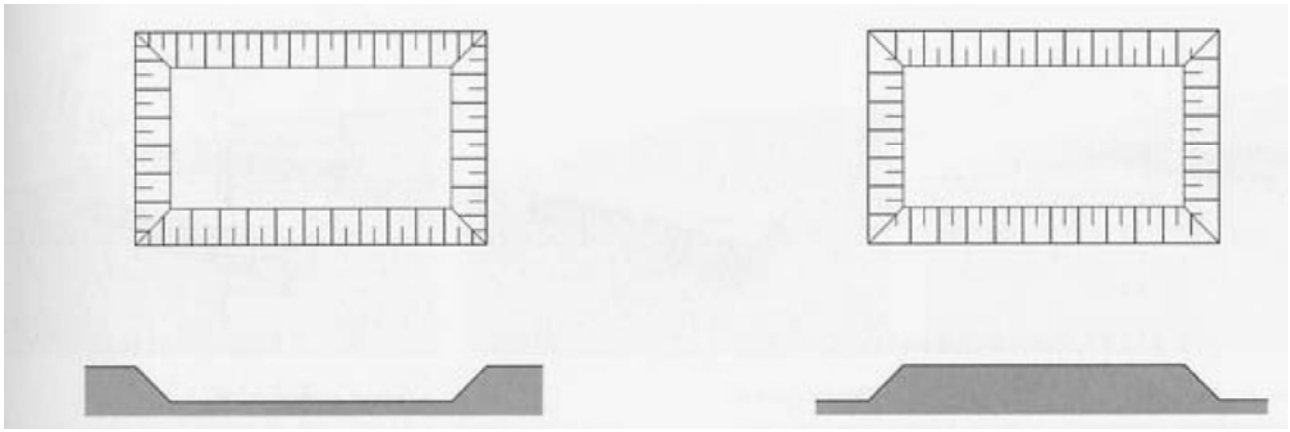


percorsi: la vegetazione come elemento spaziale



Pattern e texture: agricoltura come trama spaziale per definire lo spazio e il territorio.

Le variazioni di livello creano spazi e luoghi diversi



Una geometria rigida non si adatta al contesto naturale, ma lo forza

Una geometria morbida ed organica si fonde con gli elementi naturali, a parità di volumi e altezze

4.3 MODELLI

Bacino Imbrifero dell’Emscher (D)
Rinaturalizzazione del percorso del fiume Emscher e dei suoi affluenti. Anche se a scala profondamente diversa dal progetto pilota, costituisce un ottimo esempio di fiume “dimenticato” riscoperto come elemento portante del territorio.

Un dettaglio del piano dell’IBA Emscher Park e una vista delle sue aree agricole

Gelsenkirchen

Bottrop

Essen

Emscher

Mechtenberg

Gelsenkirchen

Gelsenkirchen

Castrop-Rauxel

Mechtenberg

Valle della Ruhr

Bottrop

Mechtenberg

Siedlung Schüngelberg, Gelsenkirchen (D)

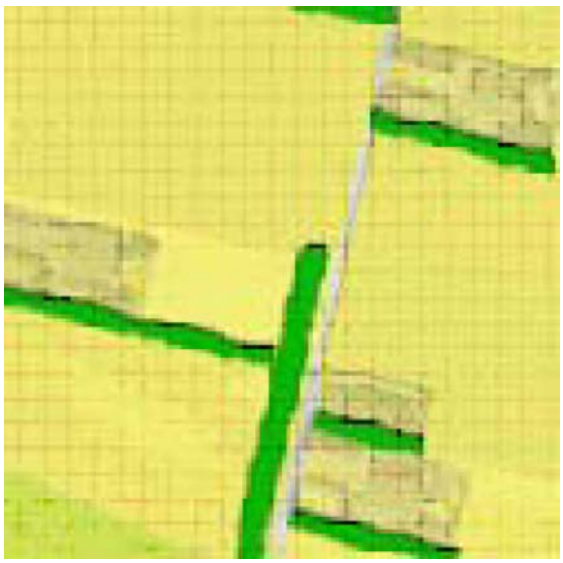
Un quartiere riversa l’acqua piovana in un torrente rinaturalizzato, ridando l’acqua alla falda

Siedlung Küpperbusch, Gelsenkirchen (D)

Il più famoso bacino di ritenzione urbano mai costruito. Solitamente campo da gioco per ragazzi

Valle del fiume Neckar (D)

In questo progetto la valle, posta a Nord di Stoccarda e ancora agricola, viene integrata da una serie di percorsi ciclopedonali cui si affiancano corridoi ecologici, per resistere all’attacco urbano


Expo 2000, Hannover (D)

Esplicitamente didattico e paesaggistico, l’esempio di raccolta delle acque progettato da K. Louafi sorprende per l’armonia e la coerenza tecnica

BUGA’05, Monaco di Baviera

La grande mostra del giardino, realizzata sull’area dismessa dell’aeroporto della capitale bavarese fonde natura, agricoltura e zone umide per dare vita un parco cittadino, dove tutto diventa spettacolo

La planimetria di progetto

Il prato

La land-art

Gli argini

La natura salvata

Il lago artificiale

Le zone umide

Gli orti urbani

I giochi per i bimbi

Australia

L’Australia incentiva i bacini di ritenzione contro le alluvioni. Alcune immagini di queste realizzazioni

Vasche di laminazione e depurazione delle acque meteoriche nel Nuovo Galles del Sud (immagini tratte da: DLWC, The Contructed Wetlands Manual, 1998, Australia)

4.4 BIBLIOGRAFIA

DLWC, The Constructed Wetlands Manual, 1998, Australia.

Dreiseitl, H., Grau D., Ludwig, K.H.C., Waterscapes, planning, building and design with water, Birkhäuser, Basel, 2001.

Fabris L.M.F., IBA Emscher Park 1989-1999, Universale di architettura n. 152, Testo&Immagine, Torino, 2004**.**

Fabris L.M.F., ‘L’acqua di pioggia come valorizzazione dello spazio pubblico e di quartiere’, in AA.VV., Strategie per la promozione della pratica del riciclaggio in architettura, CLEAN, Napoli, 2003.

Fabris L.M.F., Tecnologie e politiche di progettazione ambientale, Libreria Clup Edizioni, Milano, 2002.

Fabris L.M.F., Il verde postindustriale. Tecnologie ambientali per la riqualificazione, Liguori, Napoli, 1999.

Londong D., Nothnagel A. (editors), Bauen mit der Regenwasser aus der Praxis von Projekten, Oldenbourg, Muenchen, 1999.

Trevisiol E.R., Ciclo delle acque e ambiente costruito, Il Sole-24 ore, Milano, 2002.

Un’immagine estiva del Torrente Lura

(Ove non indicato altrimenti le immagini fotografiche sono dell’autore: ©Luca M.F. Fabris 2007.)

5. IDEAZIONE PAESAGGISTICA NELLA VALLE DEL LURA

(Monica Manfredi)

"A mio parere, il giardino include il paesaggio e l'ambiente: l'uno come parte culturale di ciò che ci circonda, di ciò che noi percepiamo, l'altro come parte un po' più obiettiva e scientifica. Il giardino, dal canto suo, è la realtà del rapporto dell'uomo con la natura."

"Io sono prima di tutto un giardiniere. Si pianta un seme e si aspetta. Accadono allora cose, non necessariamente quelle che si prevedevano. Spesso, le previsioni sono escluse dalla biologia, si ignorano molte cose. La imprevedibilità è ciò che caratterizza la vita.."

"Se davvero il pianeta funziona come un tutt'uno vivente e definito, delimitato dai confini della biosfera, allora la sua situazione è simile a quella del giardino: un recinto autonomo e fragile in cui ogni parametro interferisce con l'insieme e questo a sua volta con ognuno degli esseri interessati. Non rimane che trovare il giardiniere"

"Hanno tutti la stessa preoccupazione: scrivere un sogno, riunire nel recinto il migliore dei frutti, dei fiori e dei legumi, delle forme e dei colori, il migliore della vita tale quale noi la percepiamo. Il giardino non ha smagliatura. E' lo specchio del giardiniere, tutto dipende da lui, dal suo sogno. I giardinieri, tutte le persone che fanno giardino, sanno di che cosa parlo. Qualunque sia il sogno di ognuno tutti si trovano d'accordo sull'urgenza di intraprendere la sua costruzione."

"Quando il cantiere termina una casa è finita mentre un giardino comincia."

"Quanto all'eternità non bisogna troppo preoccuparsene, il giardino si sottomette alle stagioni ma ignora il tempo, non c'è un'età per piantare un albero di lungavita, non c'e un'età per contemplare le venerabili querce che ci hanno visto nascere: il giardiniere raccoglie le radici di diciotto giorni ma aspetta venti anni il fiore del tulipier."

GILLES CLÉMENT

5.1 PREMESSA

Il contributo di seguito esposto costituisce la parte della ricerca relativa alla progettazione paesaggistica dell'inserimento di una infrastruttura idraulica all'interno del parco del Lura, individuando negli *idropaesaggi* il tema per la realizzazione di una loro possibile integrazione positiva.

Il paesaggio non è stato inteso prioritariamente nei suoi aspetti percettivi ed estetizzanti, quanto piuttosto nel suo significato geografico e strutturale che riguarda la forma fisica dei luoghi associata ai modi di vivere, abitare e produrre delle popolazioni oltre che alle presenze animali e vegetali e agli aspetti climatici.

Il parco viene individuato come il luogo dove meglio si può produrre una reciproca determinazione tra efficienza di laminazione e costruzione di un nuovo paesaggio in cui il funzionamento idraulico è associato ad usi del suolo resi possibili dalla gestione dell'acqua.

Questo testo fa riferimento ai contributi di ricerca portati dalle singole discipline e in particolare agli studi idraulici che sono parte inscindibile dell'ipotesi di progetto paesaggistico proposta.

5.2 INFRASTRUTTURA IDRAULICA E TERRITORIO

L'inserimento di vasche di laminazione all'interno di territori fortemente urbanizzati pone un problema progettuale particolarmente impegnativo che riguarda la identificazione di luoghi dove l'impatto sul paesaggio, sull'ambiente e sulle attività precedentemente insediate sia minimizzato.
La protezione dalle esondazioni dei territori abitati (Figura 5.1) si ottiene impegnando aree di dimensioni elevate e tanto più estese, a parità di tutti gli altri fattori determinanti, quanto maggiore è il tempo di ritorno dell'evento di pioggia a cui il progetto risponde.
Le trasformazioni sono necessariamente significative e consistono in modificazioni fisiche di tipo stabile, dovute alla costruzione degli invasi e dei manufatti idraulici, e di tipo temporaneo, dovute agli allagamenti che si verificano con entità di frequenza statistica.
Anche ipotizzando che l'impatto delle trasformazioni permanenti, superato un inevitabile trauma iniziale, venga "metabolizzato" dal territorio e dalla popolazione, molto più difficile è, a mio avviso, gestire e controllare progettualmente le trasformazioni che si realizzano quando l'infrastruttura idraulica entra in funzione, quando cioè si verifica l'allagamento. E' inevitabile che l'arrivo dell'acqua costituisca un evento subito e forzatamente accettato.
Possiamo dire che i territori, in seguito alla costruzione di una infrastruttura idraulica di laminazione, subiscono una vera e propria trasformazione geografica, non solo perchè l'altimetria cambia, ma perché l'evento di piena diventa un fattore attivo nella configurazione non solo fisica ma anche economica e produttiva e dunque incide sul valore dei suoli, sugli usi possibili, sulle attività insediabili.
Questa circostanza ineludibile che lega così integralmente il territorio alle dinamiche della laminazione può diventare tuttavia la condizione stessa che consente alla infrastruttura idraulica di proporsi come una occasione di trasformazione positiva.
Progettare una infrastruttura idraulica significa progettare contestualmente il territorio che la ospita e dunque costruire un paesaggio inteso nel suo senso strutturale.
Questa ipotesi confligge con la pratica consueta per cui alla migliore efficienza idraulica si associano successive opere di mitigazione e compensazione, imprimendo al suolo una nuova forma tanto separata e sovrapposta quanto fortemente condizionante.
Propone invece una progettazione integrata delle trasformazioni stabili e dinamiche del *territorio-infrastruttura* mettendo insieme le necessità e i caratteri di entrambe e producendo con ciò una unità simbiotica.
L'obiettivo dunque è quello di trasformare la servitù idraulica in opportunità per la creazione di nuovi luoghi da abitare, caratterizzati da un miglioramento della qualità ambientale e dalla possibilità di introdurre attività produttive più redditizie restituendo all'acqua il suo valore di risorsa (Figura 5.2).
Per quanto gli allagamenti abbiano una frequenza temporale statisticamente prevedibile e una entità e distribuzione controllate dal progetto idraulico (e comunque determinate dalla rispondenza ad una efficacia di laminazione prestabilita), l'infrastruttura idraulica obbliga i territori che la accolgono a subire le conseguenze ma non i vantaggi della laminazione.
Essi infatti vengono interessati da modifiche sostanziali e da danni, sia pur calcolabili, al fine di proteggere territori che si trovano a valle e che per altro non necessariamente appartengono allo stesso territorio comunale.
Questo comporta comprensibili resistenze e opposizioni da parte sia delle popolazioni locali sia delle amministrazioni interessate. D'altro canto esiste uno stato di necessità rispetto alla tutela dei territori abitati che rende imprescindibile la costruzione di vasche di laminazione al fine di poter avere un controllo progettuale degli eventi di piena.
L'inserimento di una infrastruttura idraulica all'interno di un territorio fortemente urbanizzato risulta dunque oggettivamente problematico, non solo per la difficoltà della costruzione di un consenso politico e sociale, ma anche per la responsabilità progettuale che riguarda la definizione degli usi del suolo e dunque la sua tutela e valorizzazione.
Normalmente si ritiene di restituire un vantaggio ai territori soggetti al vincolo idraulico attraverso la predisposizione di piani di risarcimento e la realizzazione di opere di mitigazione e di compensazione. In realtà questi provvedimenti non cancellano l'impatto dell'infrastruttura idraulica e della sostanza dei fatti fisici che si realizzano e diventa difficile valutare l'equità del risarcimento.
L'inserimento paesaggistico di una infrastruttura idraulica non può dunque limitarsi a interventi estetizzanti, oppure corrispondere ad artifici di mimetizzazione o ancora accondiscendere ad attività compatibili di carattere esornativo quanto piuttosto deve cercare di valorizzare le potenzialità insite nella gestione dell'acqua e negli elementi che caratterizzano il problema.

Figura 5.1 – Allagamenti in ambito urbano, Milano

Figura 5.2 – Area umida al Parco delle Cave, Milano

5.3 GLI IDROPAESAGGI

L'infrastruttura di laminazione viene interpretata come il costruttore di configurazioni di paesaggio rese possibili dall'interazione tra progetto idraulico e progetto di un nuovo parco nella prefigurazione dei suoi usi e delle sue trasformazioni nel tempo.
Gli elementi che rendono possibile questa interazione positiva sono l'acqua, il fattore tempo e la modellazione del suolo.
La progettazione coordinata e integrata di questi tre elementi costruisce gli *idropaesaggi* che sono insieme visioni istantanee di acqua in movimento e configurazioni stabili di habitat e ambienti legati alla gestione idraulica dell'acqua.
Le vasche di laminazione fluviale come quelle di prima pioggia stradale o seconda pioggia urbana, sono infrastrutture che si presentano come grandi bacini diversamente allagati nel tempo. Le prime gestiscono la quantità dell'acqua durante le piene, le seconda gestiscono la qualità dell'acqua delle piogge di dilavamento dei manti stradali o di prima uscita dagli scolmatori di piena delle fognature urbane.
L'accumulo dell'acqua, per quanto diverso in quantità, qualità e frequenza temporale, costituisce il loro aspetto comune e caratterizza la loro modalità di funzionamento come infrastrutture.

Figura 5.3 – L'infrastruttura idraulica costruisce la forma del parco e produce episodi di paesaggio, vasche di laminazione.

L'associazione con il tema del parco è immediatamente evidente (Figura 5.3) sia per l'immagine che evoca la presenza dell'acqua, sia per la necessità tecnica di poter disporre di vasti ambiti allagabili. L'infrastruttura idraulica può intervenire in due modi nella costruzione di un parco. Uno, dal carattere stabile e permanente, legato alla variazione altimetrica del suolo – articolazione degli argini e degli invasi costruiti per ricevere diverse quantità di acqua – e alla presenza di meccanismi idraulici, possibili emergenze nel disegno del paesaggio (Figura 5.4 e Figura 5.5).
L'altro di carattere dinamico e temporaneo modellato, in relazione alla entità delle piene, dal controllo delle sequenze di allagamento degli invasi e dalla definizione dei tempi di permanenza e deflusso dell'acqua laminata (Figura 5.6 e Figura 5.7).
Le esondazioni hanno frequenza più o meno ravvicinata in relazione alla loro entità. Le piccole esondazioni modificano il paesaggio con tempi brevi, anche dell'ordine di un solo anno. Le grandi esondazioni si verificano con tempi lunghi inversamente proporzionali alla entità del fenomeno di pioggia a cui corrispondono.
La dimensione e l'articolazione delle conseguenze di questi fenomeni possono essere controllati con una precisa definizione delle forme e delle tipologie degli invasi, attraverso la modulazione dei movimenti di terra e l'introduzione di manufatti di regimentazione delle acque che associno alla efficienza idraulica l'obbiettivo di costruire un paesaggio.
L'infrastruttura idraulica può così agire sulle configurazioni del parco stabilendo i tempi e i modi di convogliamento, di accumulo e di restituzione dell'acqua delle esondazioni diventando il "coreografo" di idropaesaggi in movimento.
Sebbene la fisionomia generale degli invasi sia fissata, la configurazione fenomenica del paesaggio cambia continuamente.
Attraverso la progettazione, la massa d'acqua delle piene può trasformarsi in risorsa positiva, nell'opportunità di innescare un processo dinamico di costruzione di un paesaggio, e il tempo delle piene può mutarsi in un tempo di costruzione del parco.
Il fattore tempo costituisce uno degli elementi che appartengono alla natura stessa della identità del parco data la materia vivente da cui è costituito.
Il parco modifica la propria immagine e configurazione fisica secondo l'avvicendarsi delle stagioni, un tempo misurabile, la crescita delle piante, un tempo controllabile, gli eventi metereologici, un tempo prevedibile. E' allora

possibile associare ad esso un nuovo tempo della sua costruzione che introduca un ulteriore elemento di dinamicità e dunque di varietà: il tempo degli eventi di piena, un tempo statisticamente quantificabile e non collocabile in un preciso momento (Figura 5.8).

Figura 5.4 – Movimenti di terra

Figura 5.5 – Riutilizzo degli argini nella costruzione del paesaggio.

Figura 5.6 – Idropaesaggi, configurazioni dinamiche dell'acqua. Il nuovo Emscher nel Duisburg-Nord Landscape Park, un canale che raccoglie le acque piovane. alzando il proprio livello in autunno e in inverno.

Figura 5.7 – Movimenti di acqua

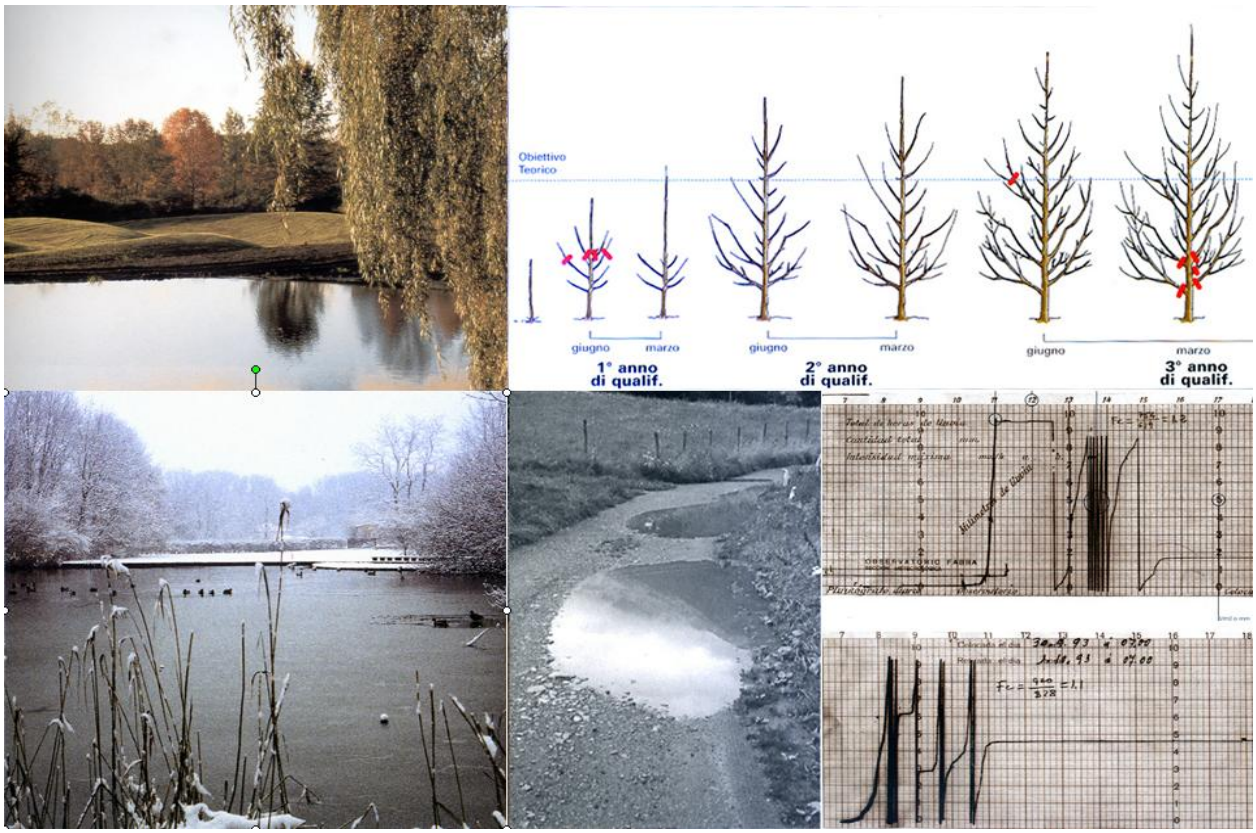


Figura 5.8 – Il parco trova un nuovo tempo della sua costruzione. Insieme al tempo delle stagioni, della crescita delle piante, degli eventi meteorologici, il tempo statistico delle piene può determinare le sue configurazioni in movimento.

Figura 5.9 – Piropaesaggi e Idropaesaggi. L’evento distruttivo della piena può diventare un momento generativo di particolari paesaggi.

Saper cogliere nell’evento distruttivo della piena un momento generativo trova un analogo nell’atteggiamento ‘estetico’ che porta Gilles Clément(1) a fissare nei suoi piropaesaggi il nascere di una specifica vegetazione dopo l’azione distruttiva del fuoco: i semi di alcune specie vegetali, i pirofiti attivi o passivi – i *Black boys* delle zone australi ad esempio - possono infatti germogliare solo in presenza del calore del fuoco o per esposizione ai fumi degli incendi.
Così l’acqua determina le condizioni necessarie perché possano germogliare talune specie vegetali e possano formarsi particolari ambienti e configurazioni di paesaggio che sono gli *idropaesaggi* (Figura 5.6 e Figura 5.7).
Poiché statisticamente l’evento catastrofico maggiore si verifica con frequenza rara, non risulta necessario allagare sempre ogni area e quindi sospendervi le attività precedentemente insediate. Tuttavia è nel controllo delle esondazioni di minore entità e di maggiore frequenza, che un’appropriata gestione delle acque può evitare di far subire gli allagamenti come eventi necessari rendendoli, al contrario, favorevoli e persino attesi. Questa possibilità si verifica attraverso l’associazione tra usi del territorio e progetto della sequenza degli allagamenti, ovvero associando gli usi ai tempi statistici di allagamento per laminazione (da Figura 5.10 a Figura 5.12).

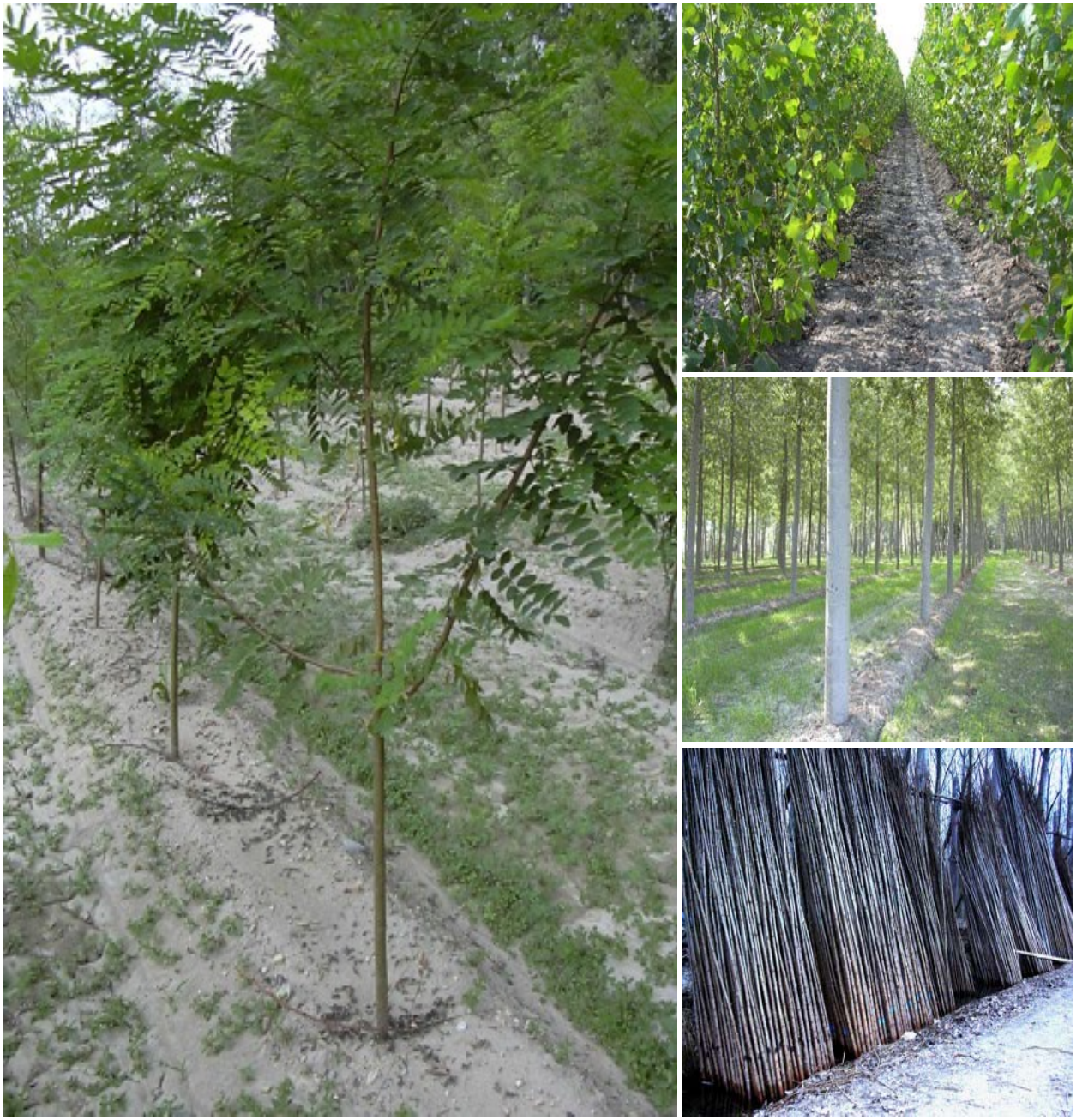


Figura 5.10 – La produzione di biomassa è compatibile con allagamento frequenti. Coltivazione di robinie e pioppi.

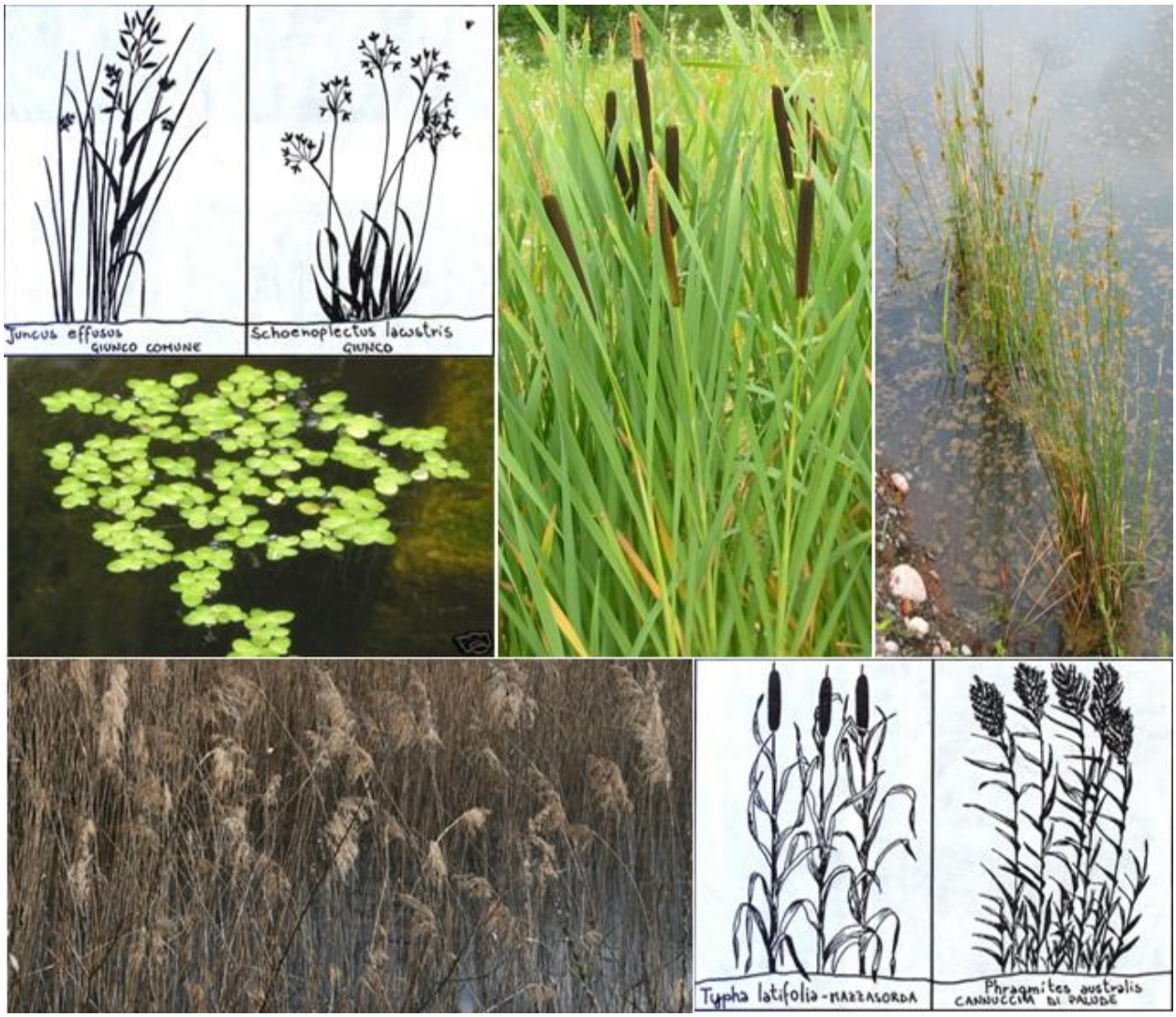


Figura 5.11 – La gestione dell’acqua permette l’attivazione di ambienti umidi per fitodepurazione e produzione di biodiversità

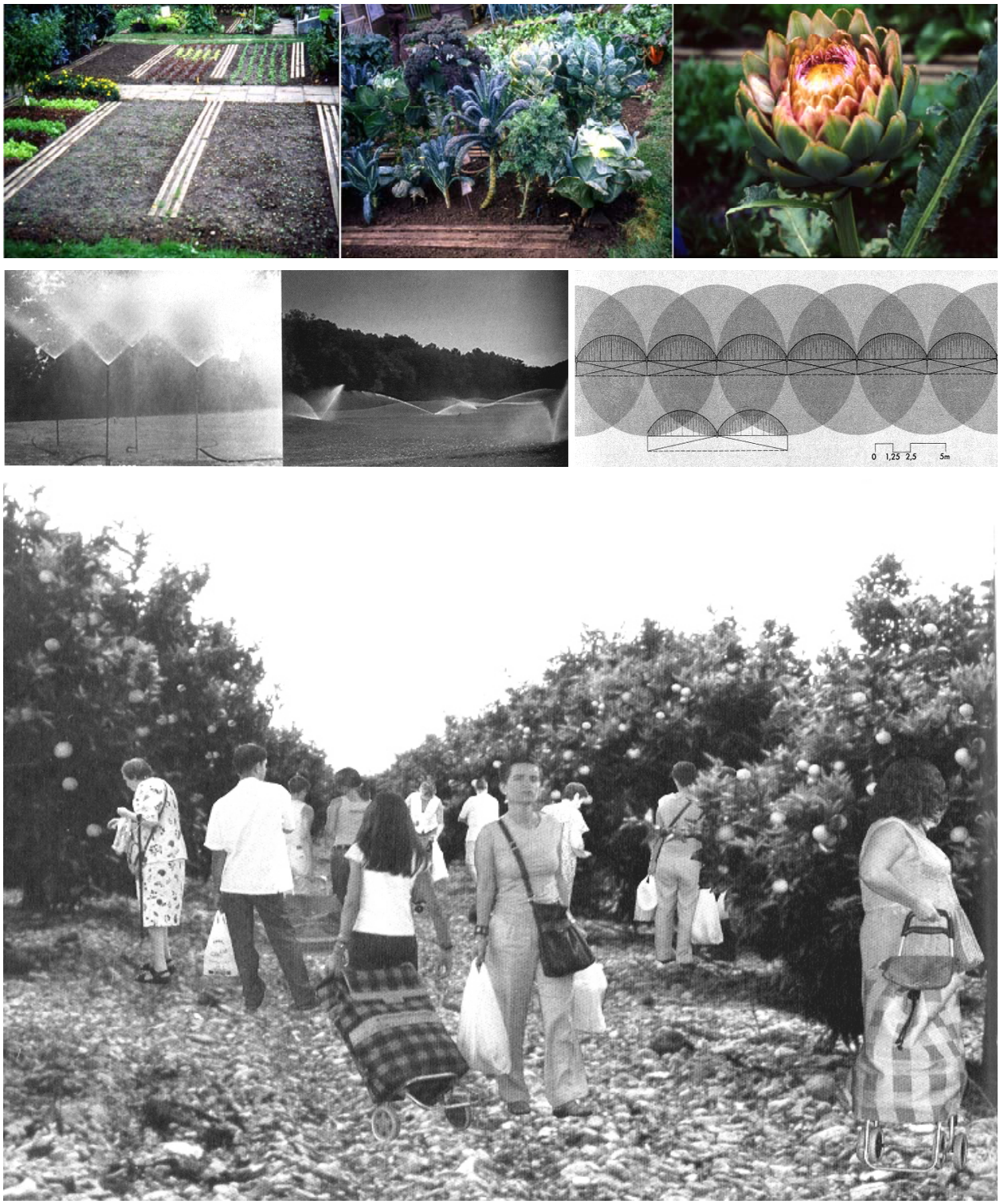


Figura 5.12 – L’infrastruttura idraulica può restituire all’acqua il suo valore di risorsa creando le condizioni per nuovi modi di produrre e abitare il parco.

In particolare è importante far coincidere gli ambiti di allagamento frequente con usi del territorio che siano non solo potenziati dagli allagamenti ma addirittura resi possibili proprio per la presenza dell’acqua.
Sicuramente meno interessante risulta essere l’associazione tra ambiti di allagamento frequente e usi compatibili in quanto nel concetto di compatibilità permane un carattere di convivenza possibile e comunque passiva che non trasforma l’evento della piena in un evento positivo.
In realtà esiste un problema si sfasamento temporale, ovvero di concordanza tra il tempo statistico in cui l’acqua si rende disponibile per laminazione (in quantità e con frequenza inversamente proporzionali) e il tempo utile in cui si rende necessaria per quegli usi che non possono prescindere dalla sua stessa disponibilità.

Da una parte eventi frequenti che provocano la laminazione di quantità di acqua relativamente piccole dal punto di vista della protezione idraulica ma sufficienti per condizionare l'uso di parti consistenti di territorio e dall'altra eventi troppo rari e importanti per rendere disponibile al suo riutilizzo una quantità d'acqua adeguata.
Data questa circostanza il progetto deve prevedere che l'infrastruttura idraulica gestisca l'acqua non solo attraverso la laminazione delle piene di grande entità ma anche attraverso il prelievo delle portate delle piene di piccola entità, dunque statisticamente frequenti e compatibili con i tempi utili della vita vegetale e animale.
Così i manufatti idraulici e le modifiche di conformazione del suolo, necessari per assolvere alla tutela dagli eventi catastrofici, diventano, con le opportune articolazioni, attivi e funzionali nella continuità della vita del parco e della sua costruzione nel tempo e l'infrastruttura di laminazione si integra al territorio in modo strutturale.

5.4 L'INSERIMENTO DI VASCHE DI LAMINAZIONE NEL PARCO DEL LURA

5.4.1 Il Parco del Lura e la protezione idraulica

Il Parco del Lura è un Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS) che si estende nei territori di 10 comuni, otto in provincia di Como e due in provincia di Varese, all'interno di aree fortemente antropizzate. Esso è interamente attraversato dal torrente Lura (Figura 5.13) che nasce a Bizzarrone in provincia di Como, e confluisce nel fiume Olona a Rho. L'asta fluviale misura circa 40Km e attraversa il territorio di 18 comuni.
Il torrente ha origine da colline moreniche sede di conche torbose che, prima dell'impermeabilizzazione dovuta all'urbanizzazione, erano in grado di assorbire le acque di pioggia per poi cederle gradualmente al torrente in tempo secco. L'apporto delle sorgenti e del drenaggio naturale alimentava un deflusso relativamente costante di acque pulite.

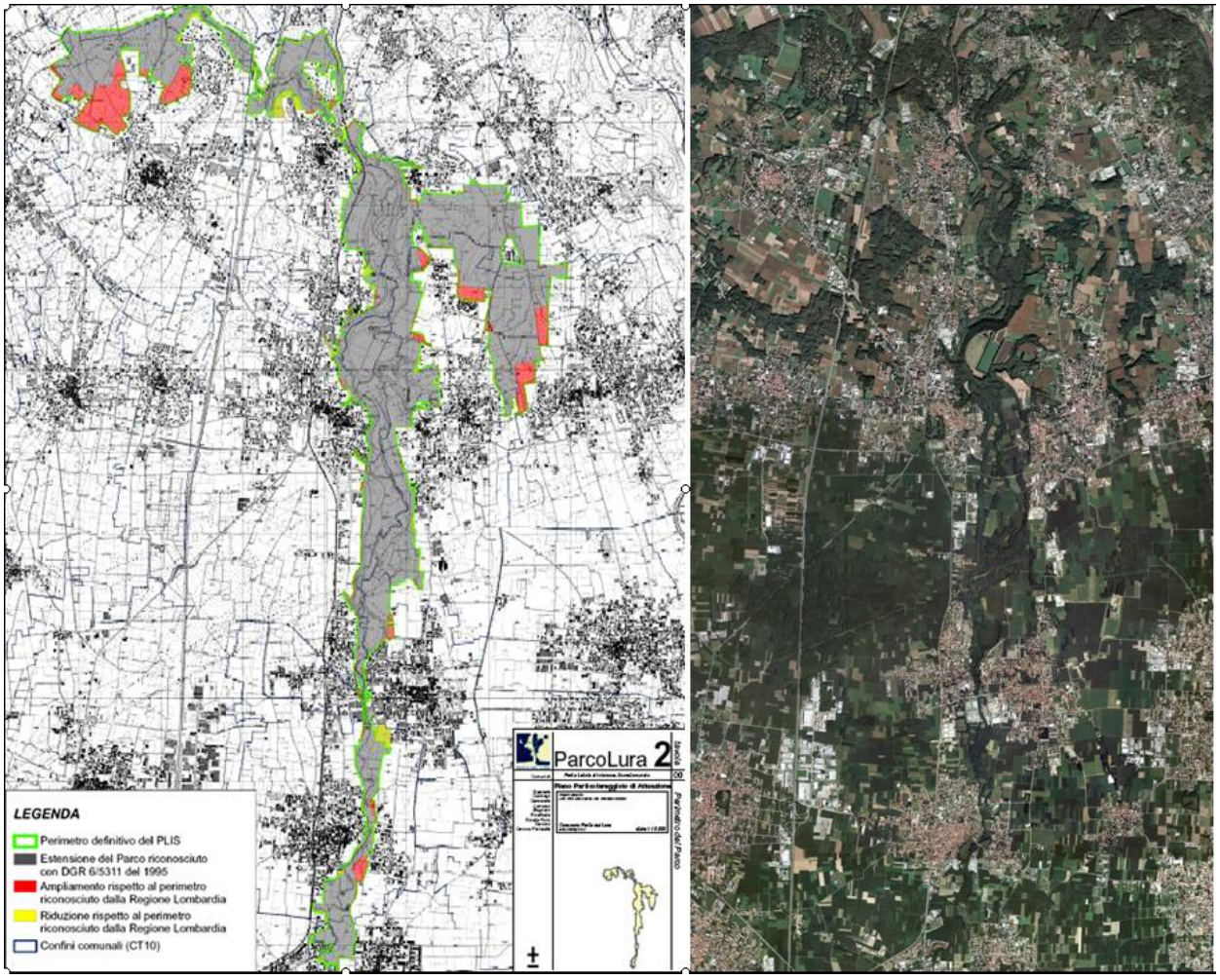


Figura 5.13 – Estensione territoriale del Parco del Lura. all'interno delle aree fortemente urbanizzate a nord di Milano.

Figura 5.14 – Area destinata all’inserimento di vasche di laminazione fluviale, configurazione altimetrica e uso del suolo allo stato attuale.

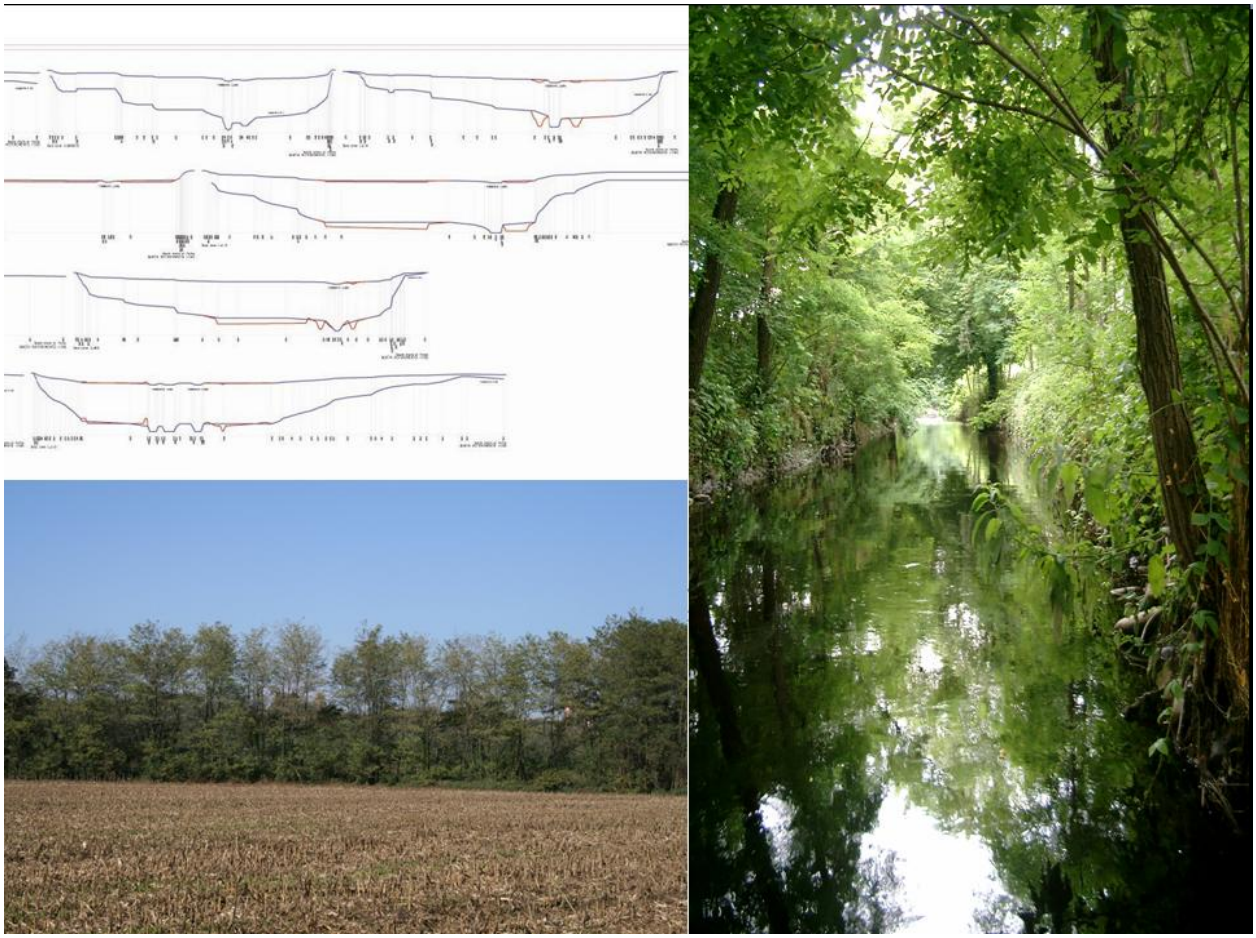


Figura 5.15 – Il torrente Lura scorre all’interno di un alveo profondo, con argini ripidi ed è circondato da una vegetazione fitta principalmente costituita da robinie, che lo nasconde alla vista. Questa conformazione esclude la presenza del torrente da una possibile fruizione diretta e lo identifica come elemento isolato che separa il parco in due ambiti distinti.

Oggi il torrente è praticamente alimentato solo dagli scarichi dei depuratori industriali e civili localizzati sul territorio e presenta portate minime durante la gran parte dell’anno mentre, in seguito ad eventi di pioggia anche di modesto tempo di ritorno, non riesce a smaltire le quantità di acqua che riceve degli scolmatori di piena delle fognature e dagli affluenti. Questo accade in particolare per la presenza di un tappo idraulico che incontra nel territorio del comune di Saronno e che impedisce il deflusso di portate superiori a Q = 22 m³/s.

In seguito alla necessità di protezione idraulica dei territori urbani dalle esondazioni, l’Autorità di Bacino del fiume Po ha steso un piano di interventi che comprende la regimentazione del torrente Lura. e stabilisce la necessità di costruzione lungo l’asta del torrente di 16 invasi di laminazione, di cui 9 urbani e 7 fluviali, per un volume totale di 1.200.000 m³ .

Essendo stato valutato che la città di Saronno è il luogo a maggiore rischio di allagamento, si è stabilito che l’invaso di laminazione localizzato nel territorio dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca (Figura 5.14) sia il primo ad essere realizzato.

La ricerca interdisciplinare, si è occupata dell’inserimento di queste vasche di laminazione all’interno del parco del Lura.

L’approccio di laminazione distribuita lungo l’asta fluviale, proposto dalla Autorità di Bacino, consente di realizzare i volumi di invaso dei singoli interventi contenendone le dimensioni entro valori compatibili con la loro localizzazione in un contesto fortemente urbanizzato. In ogni caso si pone il problema progettuale di intervenire su di un territorio con significative trasformazioni che comportano l’introduzione di un vincolo di servitù idraulica.

Figura 5.16 – Il territorio è occupato da coltivazioni agricole e da boschi di robinie con sambuchi e noccioli che presentano rari esemplari vegetali di pregio come querce, pioppi e faggi. Un particolare episodio di parco è costituito da un piccolo bosco di tigli. I campi sono coltivati a grano, mais, colza, prato di buona qualità e incolto.

L’ambito di parco interessato dal progetto presenta un suolo pianeggiante e in pendenza, contenuto all’interno di fasce di bordo altimetricamente articolate da piccoli terrazzamenti e talvolta ripide. La continuità di fasce di bosco concentrate lungo le aree perimetrali nasconde alla vista la densa urbanizzazione che lo circonda (Figura 5.18 e Figura 5.19).

La presenza dell’acqua non fa parte dell’attuale percezione del parco data la natura dell’alveo che si presenta incassato nel suolo con un dislivello di circa 2 metri e con sponde ripide occupate da una fitta vegetazione di alberi e arbusti (Figura 5.15).

Risulta difficile dunque accedere al torrente che per altro presenta una scarsa qualità dell’acqua, dovuta alla mancata diluizione degli scarichi dei depuratori, che gli conferisce un caratteristico, più o meno intenso, colore rosso.

Attualmente il territorio è impegnato con aree boschive e aree dedicate ad una produzione agricola priva di irrigazione (Figura 5.16 e Figura 5.17).

Figura 5.17 – Produzione agricola all’interno del Parco del Lura

Figura 5.18 – La continuità di fasce di bosco concentrate lungo le aree perimetrali nasconde alla vista la densa urbanizzazione che lo circonda.

Figura 5.19 – La continuità di fasce di bosco concentrate lungo le aree perimetrali nasconde alla vista la densa urbanizzazione che lo circonda.

5.4.2 Le vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca nel piano dell'Autorità di Bacino del Po per il controllo delle piene del Torrente Lura.

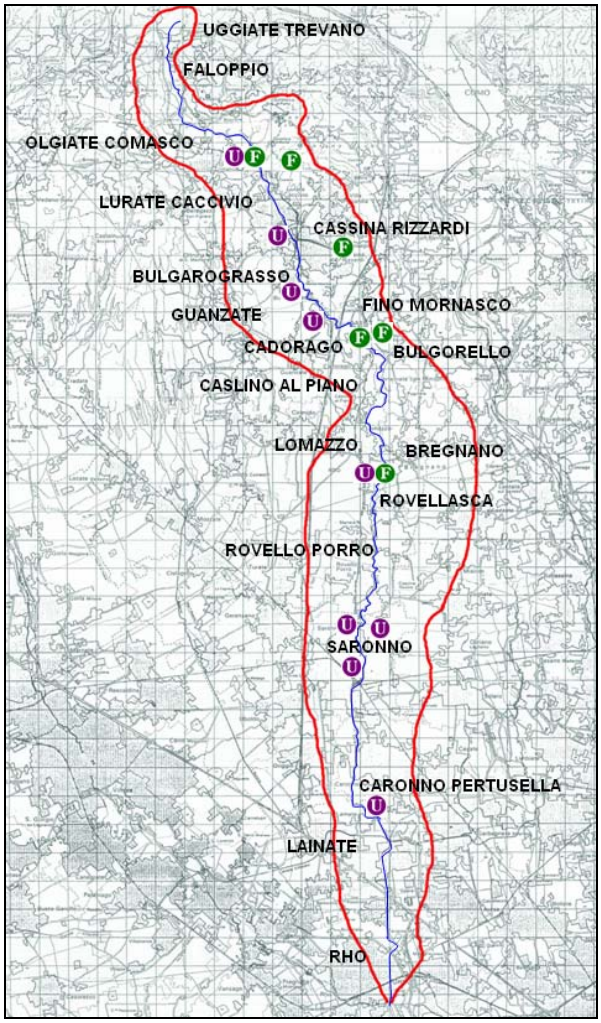


Figura 5.20 – Il bacino del torrente Lura con la localizzazione di massima dei 16 interventi di laminazione fluviale (F) e urbana (U) pianificati dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

Le prefigurazioni di progetto garantiscono la protezione idraulica stabilita dall'Autorità di Bacino e sono descritte attraverso la stesure di 6 scenari che fanno riferimento ai tre stadi di avanzamento della realizzazione delle 16 vasche (Figura 5.20) definiti dall'Autorità di Bacino:

"***Stato attuale***", situazione prima della realizzazione di qualunque vasca prevista a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca;

"***Stato di Fase 1***", situazione in cui sono state costruite alcune vasche a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca;

"***Stato di Progetto***", situazione in cui sono stati realizzati tutti gli interventi previsti.

Nella valutazione dei dati necessari alla progettazione dell'infrastruttura idraulica (idrogrammi in ingresso alle vasche), è stata considerata come sezione di controllo quella localizzata a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca. Le volumetrie minime da invasare, considerate nel progetto idraulico, sono riferite, secondo quanto stabilito dall'AdB, alla situazione di *Fase 1* (e non a quella finale di Progetto) per un evento di pioggia con tempo di ritorno *T*=100anni. e alla massima portata che deve defluire a valle delle vasche per evitare esondazioni a Saronno pari a Qv_{max} = 22 m^3/s. Questo comporta che, una volta completati tutti gli interventi di progetto previsti, le stesse vasche garantiranno una migliore efficienza di laminazione per piogge di uno stesso tempo di ritorno e una minore frequenza di allagamento delle vasche, ovvero gli stessi volumi saranno invasati in occasione di eventi con tempi di ritorno maggiori. Nel caso dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, l'Autorità di Bacino ha stabilito la realizzazione di due vasche di laminazione, una fluviale che prende acqua direttamente dal Lura (300'000 m³) e una urbana alimentata dalla rete fognaria (70'000 m³).

Lo scopo principale delle vasche di laminazione urbana è la riduzione delle portate al colmo di piena non compatibili con il convogliamento nella rete fognaria. In occasione degli eventi meteorici intensi, infatti, le acque piovane aumentano repentinamente le portate e i livelli della rete fognaria mandando in pressione i collettori e causando allagamenti urbani.Nel caso di centri urbani attraversati da corsi d’acqua, la rete fognaria è provvista di scolmatori o scaricatori di piena, la cui funzione è quella di dirottare direttamente nel corso d’acqua le portate eccedenti la capacità di convogliamento della rete. Questi volumi idrici vengono scaricati nei ricettori senza alcuna preventiva depurazione per cui accanto al problema quantitativo, costituito dal contributo urbano alla piena fluviale, si aggiunge un problema di qualità delle acque che si immettono nel corso d’acqua ricettore. Le vasche urbane di prima pioggia, da affiancare alle vasche di laminazione urbana, sono in grado di accumulare le acque più inquinate in vista di un loro successivo invio al trattamento di depurazione una volta che le portate siano ridiscese al di sotto del valore massimo accettabile.
L’obbiettivo di miglioramento della qualità delle acque del Lura ha portato alla decisione progettuale di separare la laminazione urbana in due parti, una di entità non significativa rispetto alla laminazione, che raccoglie la prima massa inquinata, proveniente dagli scolmatori, in una vasca di prima pioggia, e l’atra, che raccoglie la successiva portata di piena, da convogliare all’interno delle stesse vasche di laminazione fluviale dimensionate per un volume pari alla somma dei volumi parziali necessari (370'000m³).
In genere le vasche di prima pioggia hanno una volumetria molto limitata rispetto alle vasche di laminazione in quanto sono dimensionate per ricevere la massa inquinante associata alla fase iniziale dell’evento di piena, ovvero quella dovuta alle cosiddette prime piogge. (Figura 5.22) Secondo la normativa della Regione Lombardia esse vanno dimensionate per trattenere i primi 5 mm di pioggia, con una volumetria specifica di 50 m³/ha di bacino urbano. La vasca di prima pioggia urbana che viene proposta deve gestire 4 scolmatori che servono una superficie totale di circa 150 ha relativa ai comuni di Bregnano, Lomazzo e Cermenate e presenta un volume di 7'500m³ con un ingombro di circa 50 x 100 m per 7 metri di altezza. La costruzione di una vasca di prima pioggia urbana, per quanto di dimensioni contenute se confrontate con le volumetrie necessarie alla laminazione, costituisce comunque un intervento di impatto considerevole all’interno di un parco, anche perché, dovendo contenere acque fortemente inquinate, deve essere chiusa, impermeabile e in genera realizzata in cemento armato. Per questa ragione, compatibilmente con l’alimentazione a gravità da parte degli scolmatori fognari, dovrebbe essere interrata o seminterrata e comunque diventare oggetto di particolare attenzione progettuale in modo che il volume costruito entri a far parte del disegno del parco e della sua funzionalità, ad esempio riutilizzando il piano della copertura a parcheggio. Le possibili localizzazioni alternative proposte sono tutte compatibili con la fognatura ma non sono sempre realizzabili in relazione allo scenario considerato a causa della sovrapposizione degli ingombri dei singoli manufatti (Figura 5.21).

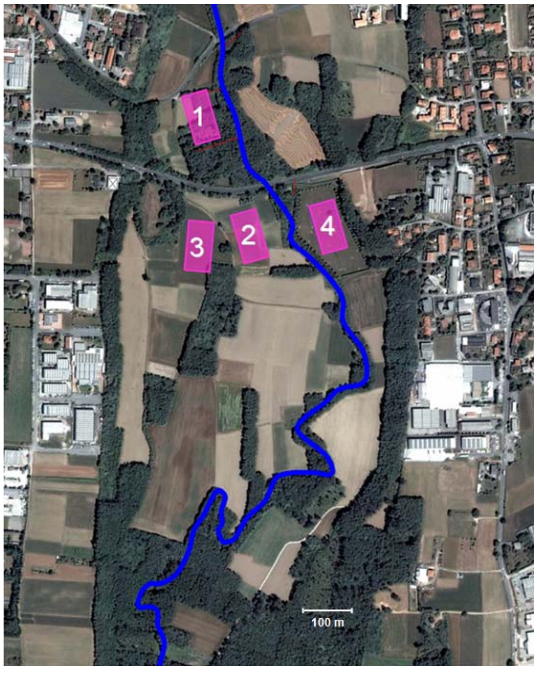


Figura 5.21 – Possibili localizzazioni alternative della vasca di prima pioggia urbana.

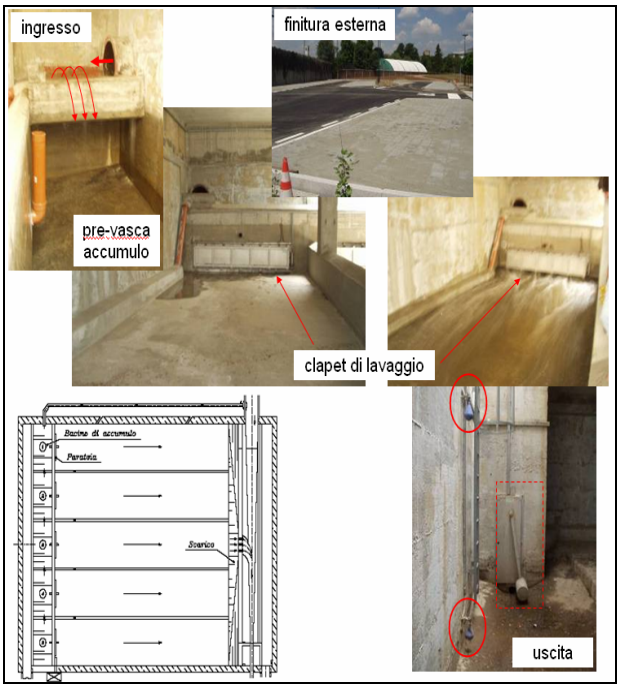


Figura 5.22 – Esempio di VASCA DI PRIMA PIOGGIA a più settori chiusi e impermeabili, localizzata a Sesto San Giovanni (MI): ingresso e pre-vasca di accumulo delle acque di lavaggio, clapet di lavaggio, bocca di scarico verso la fognatura con limitatore di portata a galleggiante (nel rettangolo rosso). Si notino i due galleggianti (nei cerchi rossi) che costituiscono i sensori di avvenuto svuotamento della vasca e che attivano automaticamente il processo di lavaggio.

5.5 GLI SCENARI COME ASSOCIAZIONE TRA USI DEL TERRITORIO E POSSIBILI SEQUENZE DI ALLAGAMENTO PER LAMINAZIONE E PRELIEVO.

Nello svolgimento della ricerca ci si è proposti di verificare la realizzabilità di differenti *idropaesaggi* che corrispondono ad uno stesso obiettivo progettuale: cercare la massima integrazione e la migliore reciproca determinazione tra la costruzione di un'infrastruttura idraulica e la costruzione di un parco.
Gli scenari che vengono proposti individuano nuovi paesaggi strutturati sulla gestione dell'acqua. Le sequenze degli allagamenti dovute alla laminazione fluviale nelle sue tre modalità, in linea, fuori linea e mista, vengono associate ad usi del territorio favoriti dalle esondazioni di modesta entità e possibili per la presenza dell'acqua che viene resa disponibile attraverso il prelievo delle piccole portate. Le 6 combinazioni che sono state studiate vengono nominate in base al tema prevalente che ha guidato la progettazione integrata:

- S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti
- S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo
- S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione
- S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica
- S2: In linea – Area umida/attuale agricoltura
- S3: Misto – Area umida/attuale agricoltura

Gli scenari si differenziano in base alla modalità di laminazione a cui sono associati ma presentano molte similitudini in quanto rispondono agli stessi obbiettivi individuati come temi di costruzione del parco: il mantenimento e il miglioramento dell'agricoltura all'interno del parco; la costruzione di aree umide finalizzate al miglioramento della qualità dell'acque e all'incremento della biodiversità; l'ampliamento delle opportunità di fruizione e utilizzo del parco per lo svolgimento di ulteriori attività legate al tempo libero, all'educazione ambientale, alla produzione.
L'ipotesi progettuale di integrare efficienza idraulica e costruzione del parco nel disegno di un nuovo paesaggio ha portato ad una articolazione dello studio idraulico modificando l'approccio "classico" alla costruzione di vasche di laminazione.
Generalmente infatti l'obiettivo principale è costituito dalla definizione della funzionalità idraulica di laminazione ai minori costi di realizzazione rispetto alla quale, solo successivamente, si attua una fase di mitigazione degli effetti che ne conseguono. In questo caso invece il controllo degli impatti ambientali è stato contestuale alla progettazione

della funzionalità idraulica.

In particolare l’associazione tra usi del territorio e sequenze di allagamento ha indirizzato le scelte sui manufatti idraulici e sul dimensionamento delle vasche in base alla prefigurazione dei singoli scenari. Si è operato in modo che la sequenza degli allagamenti progettata risulti congruente con gli usi introdotti all’interno delle vasche e tale che agli ambiti di allagamento frequente (T<10-15 anni) corrispondano diverse funzioni di parco basate sulla presenza dell’acqua. Inoltre, la necessaria disponibilità di acqua, procurabile attraverso il prelievo, ha richiesto l’analisi di variabili idrauliche diverse da quelle considerate nella laminazione degli eventi eccezionali, comportando lo studio delle portate di piena frequente e dei periodi di tempo secco. Sono stati individuati quegli usi del territorio resi possibili proprio dalla presenza dell’infrastruttura idraulica, responsabile della gestione dell’acqua anche al di fuori degli eventi straordinari, cosicché la forma del parco e la forma della infrastruttura potessero diventare coincidenti. La gestione della quantità d’acqua degli eventi eccezionali ha come conseguenza la tutela dalle inondazioni dei territori a valle, mentre la gestione della quantità d’acqua degli eventi ordinari permette il prelievo e l’accumulo di volumi che si rendono disponibili per nuove opportunità di sviluppo e uso del territorio, sia dal punto di vista ecologico che della sua fruibilità e produttività.

La configurazione degli scenari, sia dal punto di vista della laminazione (volumi e sequenze di allagamento) sia da quello del prelievo (disponibilità e qualità dell’acqua), si modifica in relazione alla presenza o meno di vasche di laminazione e vasche urbane costruite a monte. Per questa ragione sono stati considerati nel progetto i tre stadi di avanzamento lavori definiti dall’Autorità di Bacino come tappe successive di costruzione del totale degli invasi previsti lungo l’asta del torrente Lura. Le volumetrie da invasare dipendono dalla combinazione di diversi fattori tra cui la scelta della modalità di inserimento delle vasche (in linea, fuori linea, misto) e il dimensionamento delle opere di presa e dei manufatti di scarico.

Il prelievo è la modalità di gestione dell’acqua che garantisce la disponibilità d’acqua necessaria al mantenimento degli usi del territorio proposti nei diversi scenari. Il riutilizzo dell’acqua pone il problema della valutazione della quantità disponibile e della sua qualità in relazione all’impiego che ogni scenario prevede. Sono state dunque analizzate le portate corrispondenti agli eventi ordinari di piena, calcolati a partire da dati di pioggia registrati in continuo per due anni al fine di valutare le frequenze statistiche di atteso superamento delle portate e i volumi d’acqua corrispondenti in occasione degli eventi di basso tempo di ritorno oltre che le durate dei periodi di tempo secco (da Figura 5.23 a Figura 5.26).

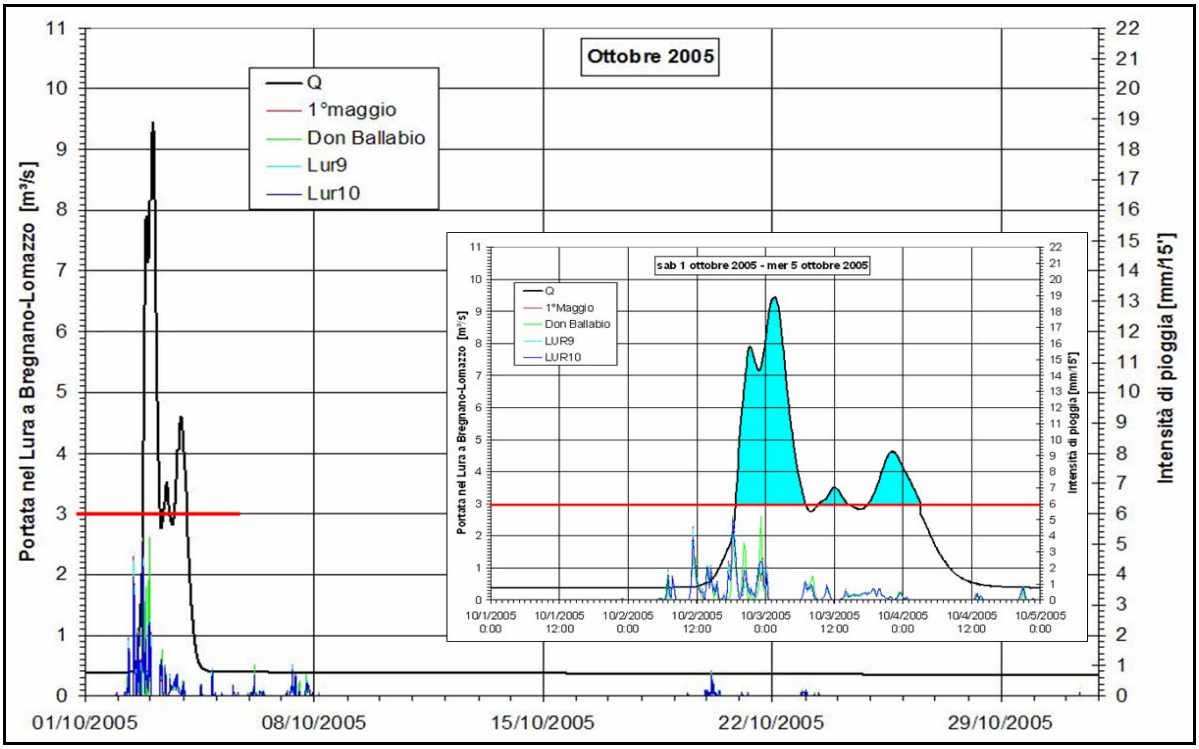


Figura 5.23 – Idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per il mese di Ottobre 2005 e calcolo del volume d’acqua disponibile per prelievo delle portate superiori a 3m³/s in seguito all’evento di pioggia corrispondente.

Ne è risultato che in generale il torrente Lura è caratterizzato da lunghi periodi di tempo secco e basse portate che si mantengono costanti per poi crescere repentinamente in occasione degli eventi meteorici più o meno intensi. In particolare, in tempo secco la qualità è scadente e in occasione di eventi meteorici intensi, in assenza di vasche urbane di prima pioggia, si ha dapprima un ulteriore scadimento della qualità dell'acqua, causato dall'attivazione degli scolmatori della rete fognaria, che viene seguito da un successivo miglioramento legato alla diluizione delle concentrazioni per l'aumento delle portate. A partire da queste considerazioni si sono ipotizzate modalità di prelievo diverse a seconda dell'uso dell'acqua previsto. In alcuni casi la possibilità di prelevare acqua dipende dall'entità della portata presente in alveo e dalla sua qualità, in altri casi non ci sono fattori qualitativi limitanti in quanto il prelievo stesso è finalizzato al miglioramento della qualità dell'acqua. Al fine di valutare la possibilità di prelevare acqua per accumulo e successivo riutilizzo sono stati calcolati i volumi disponibili al di sopra di portate di soglia definite in funzione della qualità dell'acqua ad esse associata.

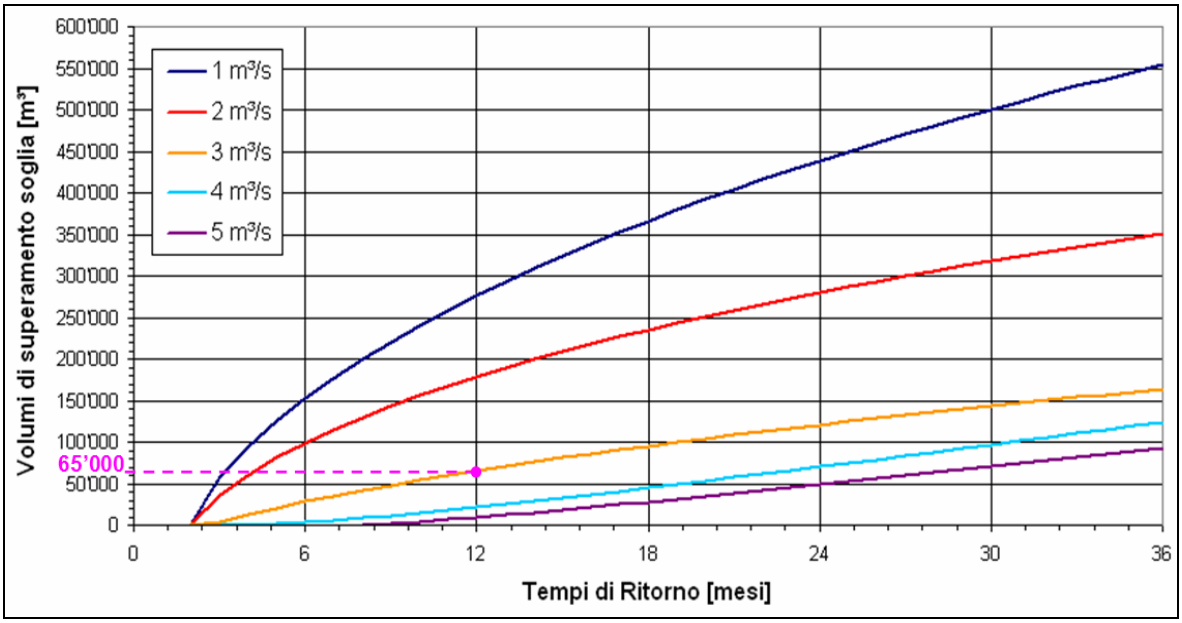


Figura 5.24 – Curve di crescita dei volumi di superamento per varie soglie. In un anno si rende disponibile un volume di 65.000m³ che supera la soglia di portata di 3m³/s

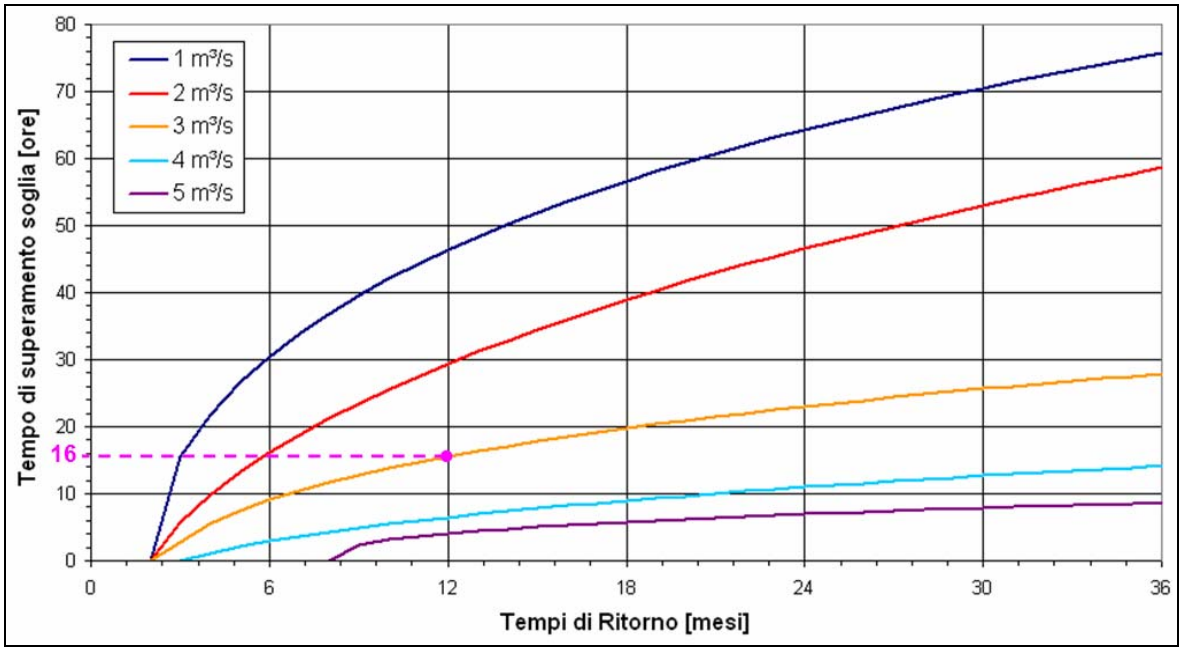


Figura 5.25 – Curve di crescita dei tempi di superamento per varie soglie. Il superamento della portata di 3m³/s si ha per 16 ore in un anno come somma di singoli eventi

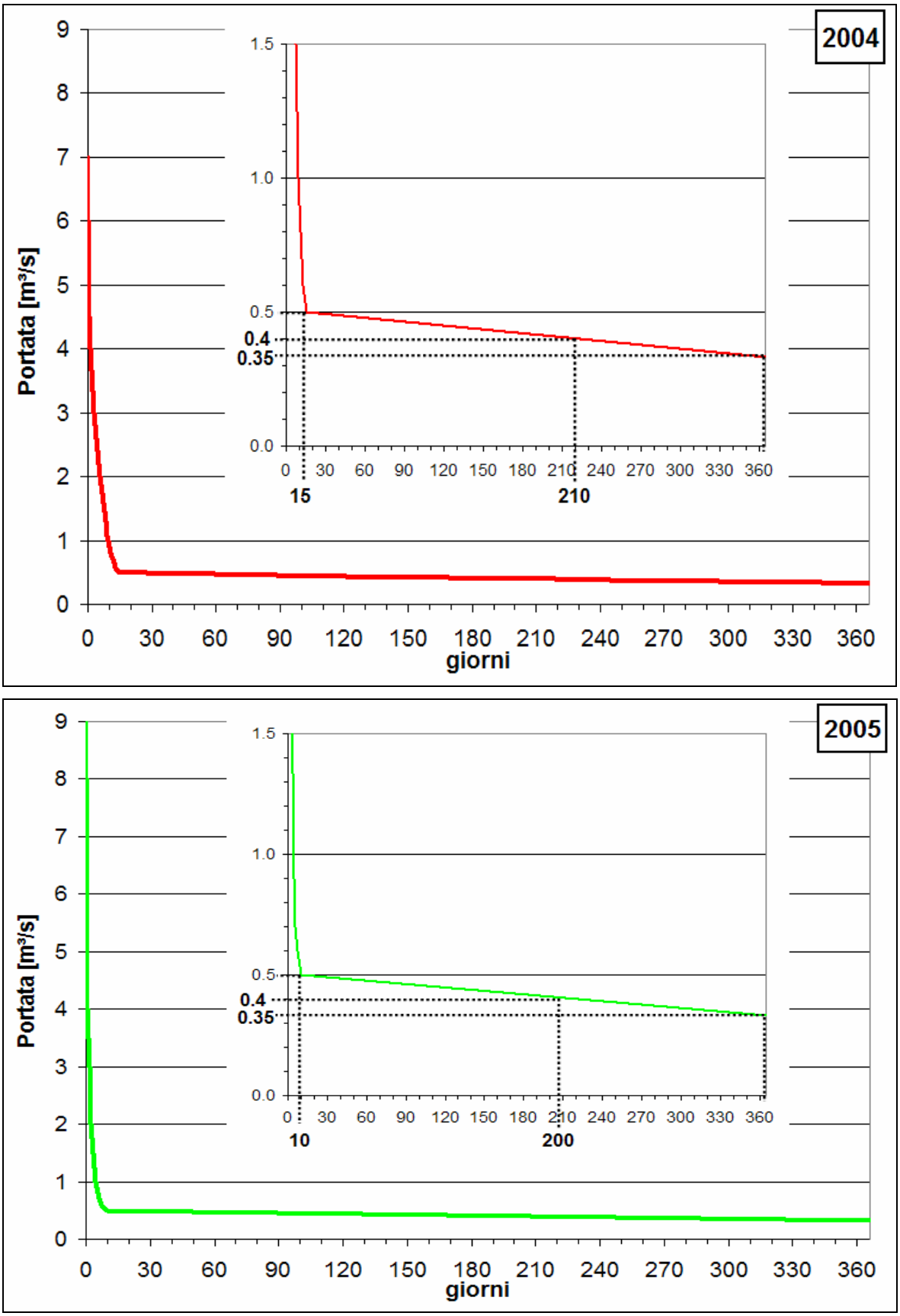


Figura 5.26 – Curve di durata in giorni delle portate nel 2004 e 2005. Si può vedere come le portate di 500 l/sec sono prelevabili per soli 10/15 giorni in un anno, le portate di 400 l/sec sono prelevabili per circa 200 giorni in un anno e le portate di 350 l/sec sono presenti tutto l’anno.

5.5.1 Lo Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

Figura 5.27 – Disegno del parco

In questo scenario si adotta un criterio prevalente di minimizzazione dei costi relativi ai movimenti di terra, ovvero si cerca di ridurre i volumi di scavo e riporto in relazione alla morfologia del territorio. L'associazione tra allagamento e uso del territorio si realizza nella prima vasca in destra che viene impegnata dagli allagamenti frequenti.

5.5.1.1 S1.a - Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da quattro vasche, 1+2 sulla riva destra e 3+4 sulla riva sinistra, con argini che raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno e differente in destra e sinistra idraulica (vedi Tav. 07a).
Sono previste due soglie di attivazione diverse per i due canali di alimentazione delle vasche al fine di controllare l'impegno delle vasche in relazione alle portate in arrivo.
La soglia bassa è posta a Q_{bassa} = 15 m³/s, in modo che, in occasione dell'evento di riferimento (100 anni in FASE 1), l'effetto combinato della prima "decapitazione" ad opera della soglia alta Q_{alta} = 28 m³/s e il successivo taglio operato dalla soglia bassa riesca ad evacuare la portata eccedente i 22 m³/s compatibili con il tappo idraulico presente a Saronno.
Il valore effettivo di inizio sfioro non è uguale alla massima portata convogliabile a valle (Q_{soglia}=22m³/s).
Il processo reale di sfioro, infatti, per garantire una certa portata massima a valle, deve necessariamente iniziare a sfiorare per una portata tanto inferiore quanto minore si vuole che sia la lunghezza della soglia stessa.
In particolare, nel caso di tutte le vasche fuori linea ipotizzate in progetto, tale portata di taglio viene posta pari a Q_{bassa} = 15 m³/s, corrispondente ad un evento di circa 4-5 anni di tempo di ritorno allo stato attuale senza altri invasi costruiti a monte.
Il comparto 3+4 è alimentato da una soglia alta che viene definita di volta in volta in ciascuno scenario. In questo caso essa è posta a Q_{alta} = 28 m³/s e lascia quindi passare indisturbati tutti gli eventi di T≤10 anni allo stato attuale senza vasche a monte, perciò il comparto in sinistra non viene allagato per gli eventi frequenti.
Il piano di fondo della vasca 2 dello scenario S1a è realizzato in contropendenza rispetto all'altimetria del suolo esistente, in modo da limitare al massimo lo smaltimento della terra di scavo utilizzandola per i riporti.
La sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche mostra alcuni step di laminazione presi a riferimento e il corrispondente volume invasato che vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Figura 5.33 e Figura 5.34).
Lo stesso volume, infatti, permette di gestire eventi di pioggia di severità, e quindi di tempo di ritorno, crescente col numero di vasche realizzate a monte di quella oggetto di studio.
La sequenza degli allagamenti relativa allo scenario *Minimi scavi/riporti* prevede che la sola vasca 1 venga allagata per laminazione (e quindi a meno del prelievo) per tempi di ritorno compresi tra 4 e 10 anni. Per questa ragione la soglia dello sfioro sull'argine intermedio è stata fissata in modo da consentire l'invaso del volume corrispondente prima di interessare la vasca di valle, a patto che il condotto di scarico, che a fine evento permette lo svuotamento della vasca 2 in controtendenza verso la vasca 1, sia chiuso durante l'evento.
Il comparto in sinistra, senza altre vasche realizzate a monte di quella di Bregnano-Lomazzo, viene impegnato a partire da tempi di ritorno di 15 anni con l'attivazione del canale che corre lungo l'argine laterale della vasca 3 e della vasca 4 passando sotto l'argine interno. Esso permette il riempimento dal fondo della vasca 4, senza bagnare il territorio non direttamente interessato dall'allagamento.
Per tempi di ritorno di 30 anni la superficie impegnata è pari a quella totale mentre per i tempi di ritorno superiori si ha un generale innalzamento dei livelli sulle stesse aree. L'insieme delle vasche è completamente occupato per un tempo di ritorno di 55 anni in stato attuale.
E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'Autorità di Bacino) attraverso il solo innalzamento degli argini di 20 cm nelle vasche 1+2 e di 1.95 m nelle vasche 3+4. (Figura 5.35)

5.5.1.2 S1.a - Prelievo

In questo tipo di soluzione idraulica può essere mantenuta l'attuale produzione agricola nelle vasche 2, 3 e 4. Il vincolo idraulico implica la definizione di indennizzi in rapporto alla servitù di allagamento che comporta un impoverimento del valore agricolo del suolo vincolandolo a colture tanto meno pregiate quanto maggiore è la frequenza degli allagamenti. Proprio per questa ragione gli ambiti di allagamento frequente interni alla vasca 1 (4anni< T <10 anni) potrebbero essere destinati alla produzione di biomassa, prato o colture di basso pregio. Tramite

prelievo si potrebbe creare nella stessa area una riserva d'acqua da utilizzare per irrigare l'attuale produzione agricola. Tale riserva d'acqua potrebbe anche coincidere con la creazione di una zona umida.
Nel caso s'intendesse riutilizzare l'acqua accumulata per irrigazione, occorrerebbe prestare attenzione alla compatibilità delle colture annaffiate con la qualità dell'acqua prelevata. In ogni caso per migliorare la qualità ambientale dal punto di vista delle caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua, è utile affiancare a questa soluzione idraulica la costruzione di ambienti umidi destinati alla fitodepurazione sia in linea sia fuori linea.

5.5.1.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una parziale coincidenza tra funzione di parco e laminazione idraulica in quanto interessa la sola vasca 1 e una parte della vasca 3, senza creare una corrispondenza tra disegno generale del parco e ambiti di laminazione frequente.

Figura 5.28 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

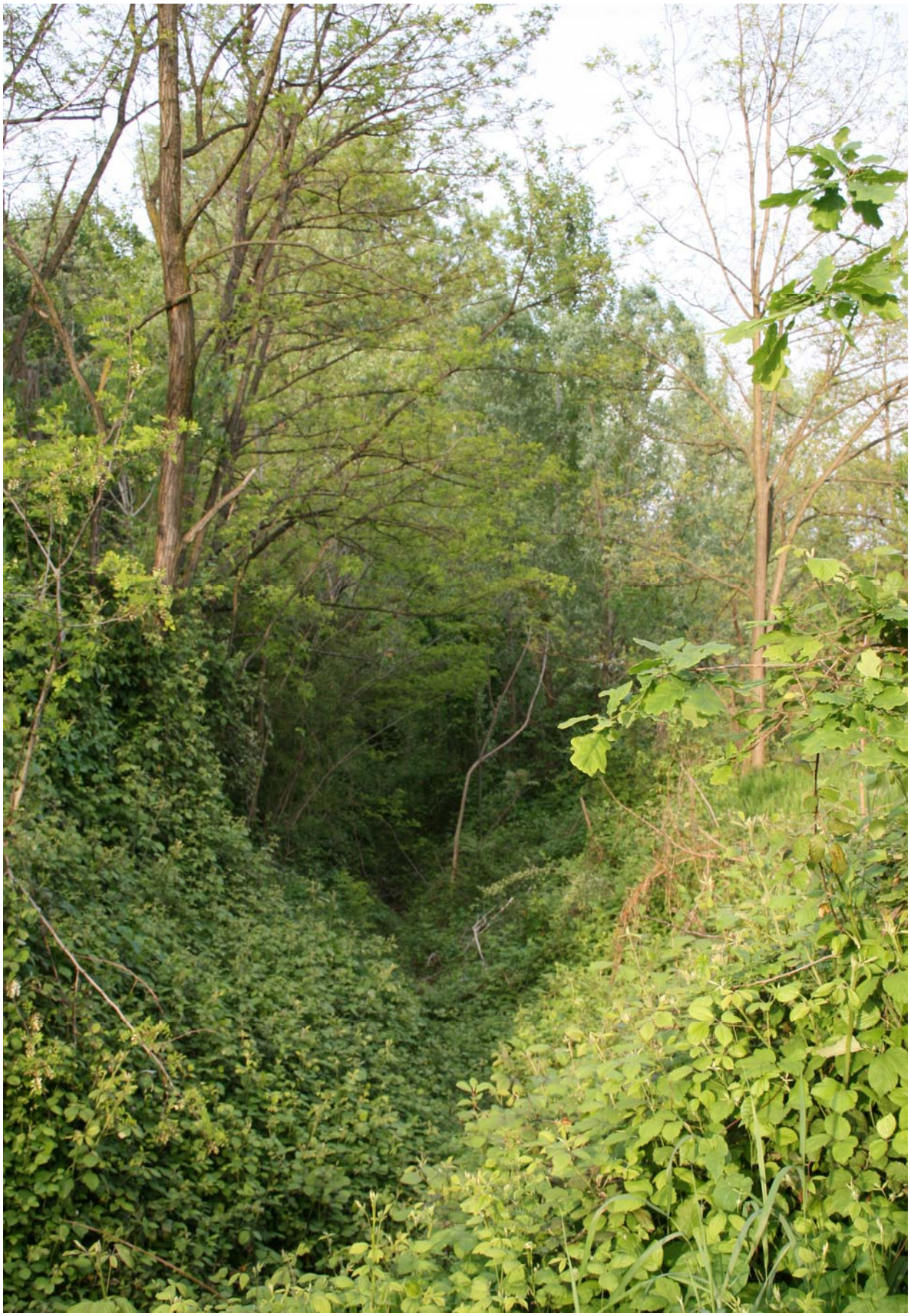


Figura 5.29 – Canale, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.30 – Canale, Parco delle Cave, Milano

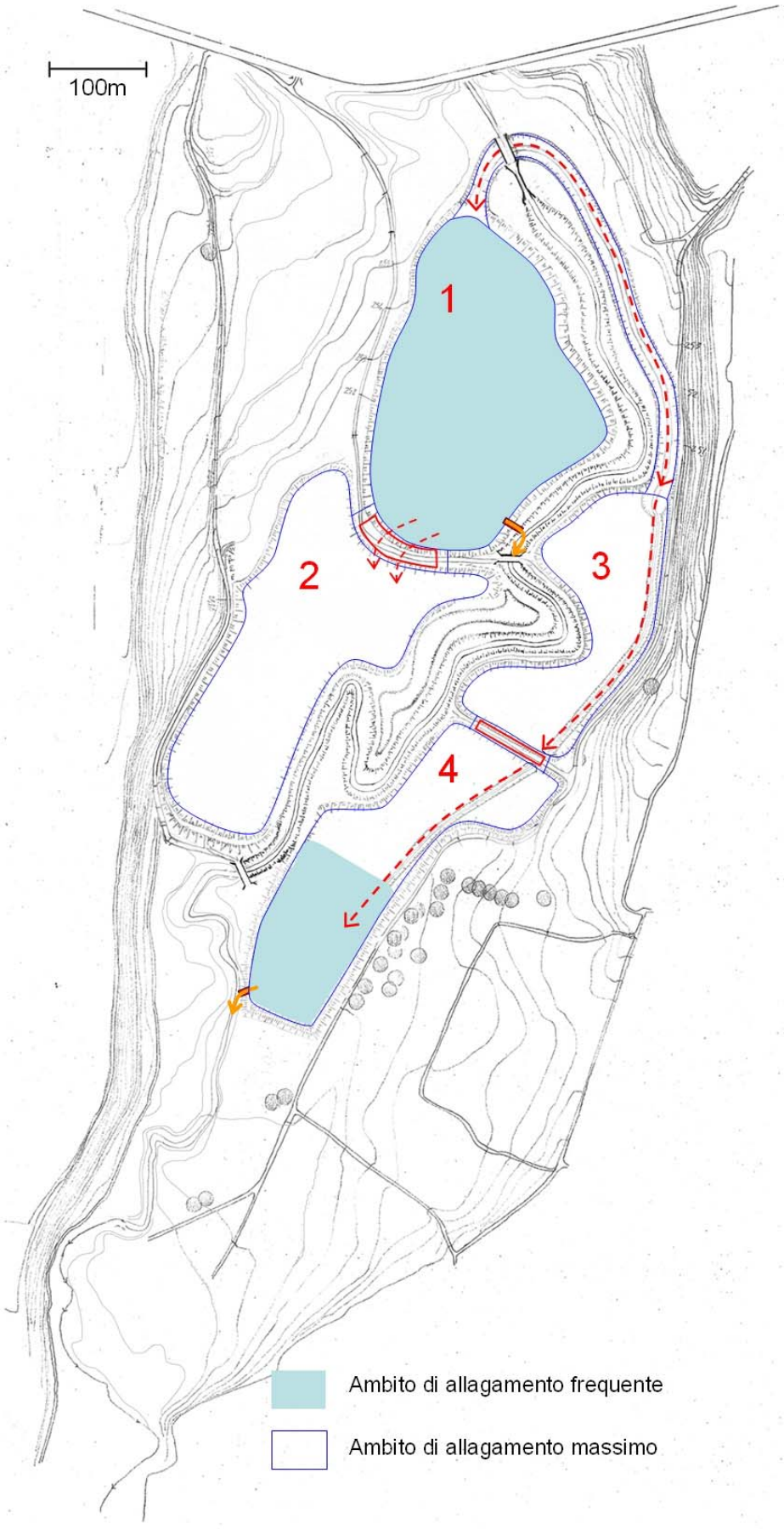


Figura 5.31 – Scenario S1.a Fuori linea – Minimi scavi/riporti – Ambiti di allagamento.

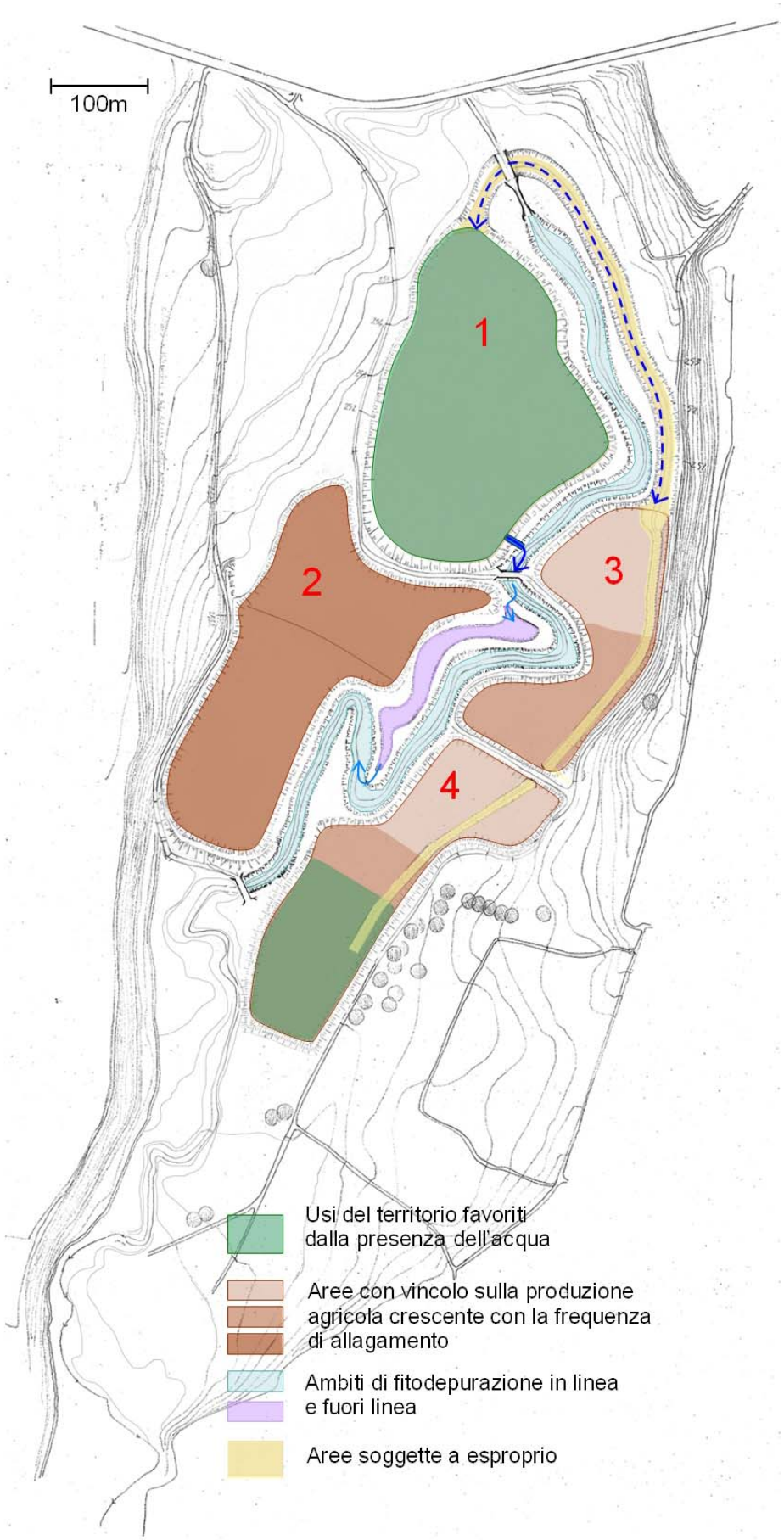


Figura 5.32 – Scenario S1.a Fuori linea – Minimi scavi/riporti – Usi del territorio.

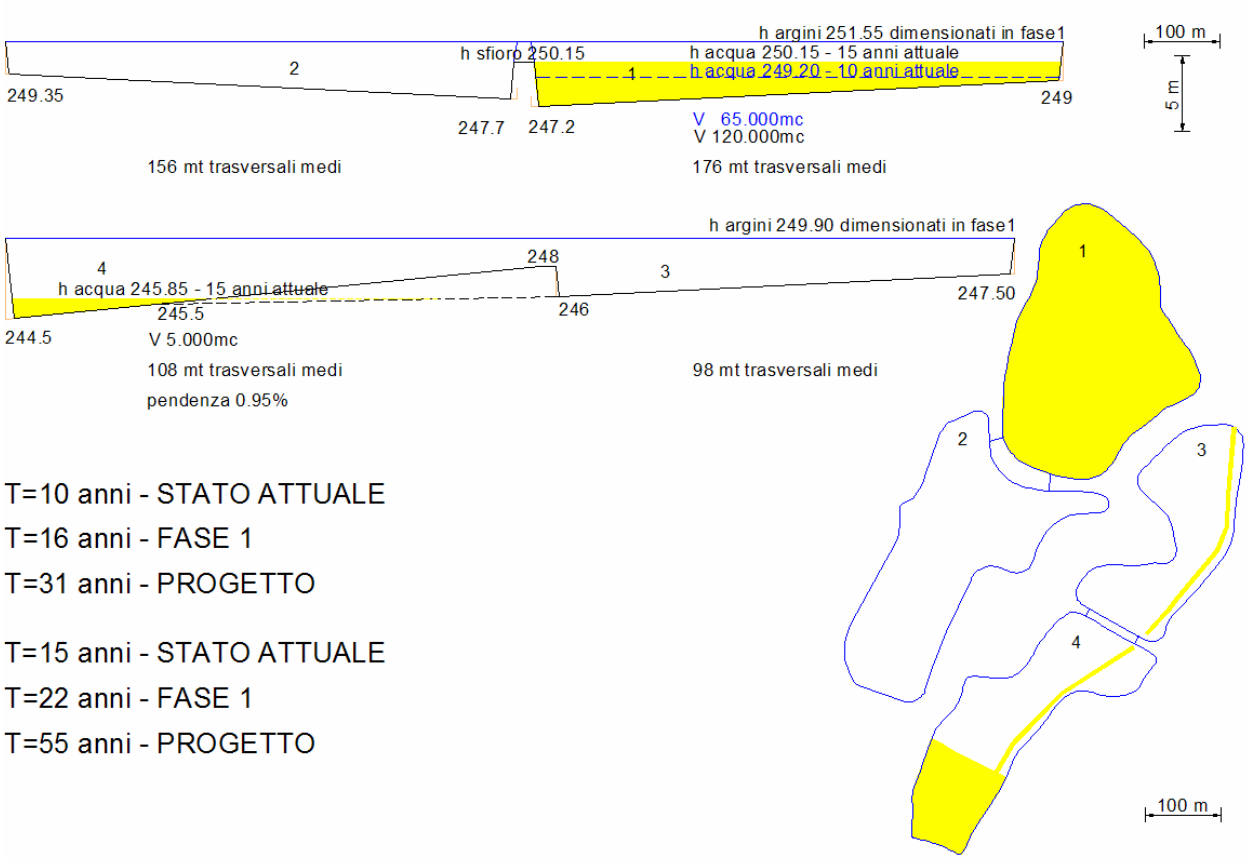


Figura 5.33 – Scenario S1.a Fuori linea – Minimi scavi/riporti – Sequenza degli allagamenti

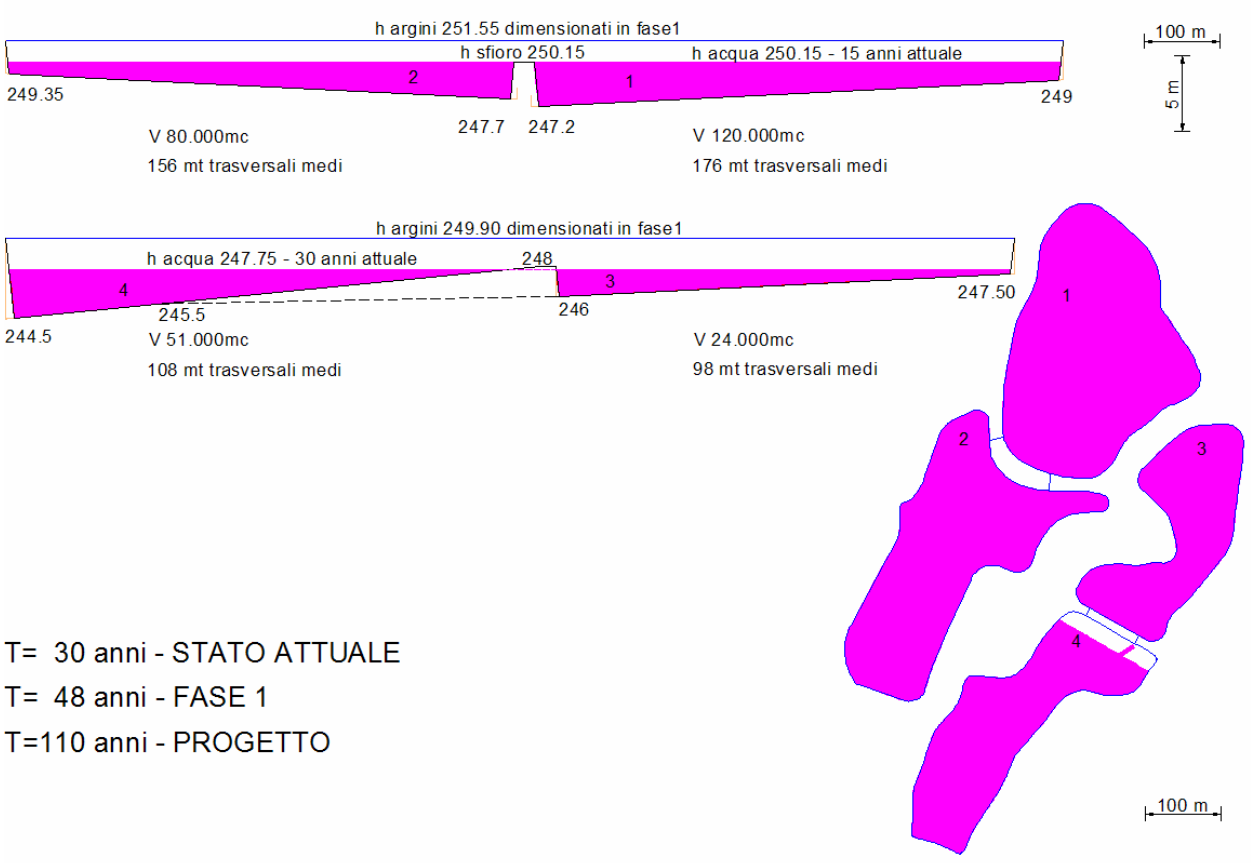


Figura 5.34 – Scenario S1.a Fuori linea – Minimi scavi/riporti – Sequenza degli allagamenti

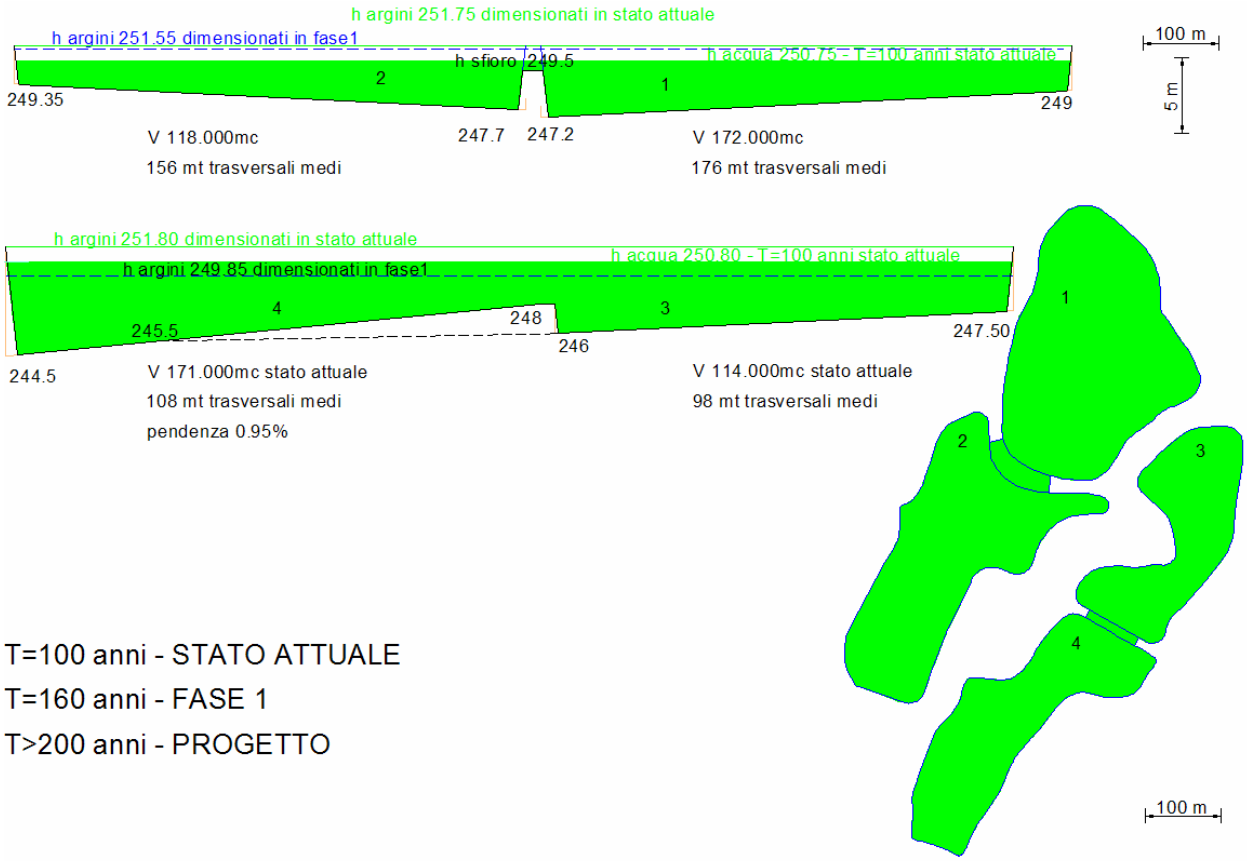


Figura 5.35 – Scenario S1.a Fuori linea – Minimi scavi/riporti – Dimensionamento delle vasche per rispondere in stato attuale all’evento di pioggia con tempo di ritorno di 100 anni

Figura 5.36 – Produzione di biomassa

Figura 5.37 – Prato allagato

5.5.2 Lo Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

Figura 5.38 – Disegno del parco

In questo scenario si considera la modalità di inserimento delle vasche fuori linea secondo un criterio prevalente di minimizzazione della superficie impegnata e di massimo sfruttamento della capacità di una vasca prima di impegnare quella successiva, riuscendo a ridurre l'occupazione complessiva del territorio.
L'associazione tra l'allagamento e l'uso del territorio si realizza, come nello scenario precedente, nella prima vasca in destra, soggetta agli allagamenti frequenti.

5.5.2.1 S1.b - Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da tre vasche, 1+2 sulla riva destra e dalla sola vasca 3 sulla riva sinistra in quanto il progetto idraulico è stato svolto in modo tale da rispondere alla protezione idraulica richiesta dalla Autorità di Bacino senza dover costruire la vasca 4.
Ovvero l'efficienza idraulica è stata garantita per l'evento di pioggia di 100 anni in FASE 1 riducendo di quasi un quarto l'impegno complessivo di suolo.
Per ottenere questo risultato è stata adeguata l'altezza degli argini ed è stata alzata la soglia alta fino a Q_{alta} = 35 m³/s, portata che lascia passare indisturbati tutti gli eventi di T≤15 anni allo stato attuale senza vasche a monte.
Inoltre si sono adeguati gli argini interni al comparto in destra (1+2) in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte, innalzandovi il livello prima di impegnare quello di valle (v. Tav. 08a).
In Figura 5.43 e Figura 5.44 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche.
E' da sottolineare però che per eventi che superano il tempo di ritorno di 15 anni, si iniziano ad allagare le vasche 2 e 3, e a 30 anni la superficie disponibile è completamente occupata.
Per i tempi di ritorno superiori si ha un generale innalzamento dei livelli sulle stesse aree e le vasche sono piene per un tempo di ritorno di 55 anni in stato attuale senza altre vasche a monte.
E' stato valutato che costruendo anche la vasca 4 (non necessaria rispetto alla pianificazione dell'Autorità di Bacino), si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale, prevedendo un innalzamento degli argini della vasca 3 di soli 35 cm, e delle vasche 1+2 di 25 cm (Figura 5.45).
La vasca 2, come nel precedente scenario, presenta un piano di fondo realizzato in contropendenza rispetto all'altimetria del suolo esistente, in modo da limitare lo smaltimento della terra di scavo utilizzandola per riporti localizzati nell'area di intervento.

5.5.2.2 S1.b - Prelievo

In questo tipo di soluzione idraulica può essere mantenuta l'attuale produzione agricola all'interno delle vasche 2-3 e nell'ambito di suolo non impegnato dalla costruzione della vasca 4.
Anche in questo caso il vincolo idraulico comporta la definizione di indennizzi alla produzione agricola in rapporto alla servitù di allagamento e dunque implica un impoverimento del valore agricolo del suolo vincolandolo a colture tanto meno pregiate quanto maggiore è la frequenza degli allagamenti.
Rispetto allo scenario precedente però si ottiene una migliore condizione del vincolo in quanto gli allagamenti frequenti sono concentrati nella sola vasca 1.
Gli ambiti di allagamento frequente (vasca 1, 4anni< T <15 anni), come nello scenario S1a, potrebbero essere destinati alla produzione di biomassa, prato o colture di basso pregio, oppure, tramite prelievo, si potrebbe creare una riserva d'acqua, da riutilizzare per irrigazione agricola, che potrebbe anche coincidere con la creazione di una zona umida.

5.5.2.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una parziale coincidenza tra funzione di parco e laminazione idraulica in quanto interessa la sola vasca 1 senza creare, come nello scenario precedente, una corrispondenza tra disegno generale del parco e ambiti di laminazione frequente.

Figura 5.39 – Campo sperimentale per la reintroduzione di fioriture spontanee nel paesaggio agricolo. Parco delle Cave, Milano

Figura 5.40 – Campo sperimentale per la reintroduzione di fioriture spontanee nel paesaggio agricolo. Parco delle Cave, Milano

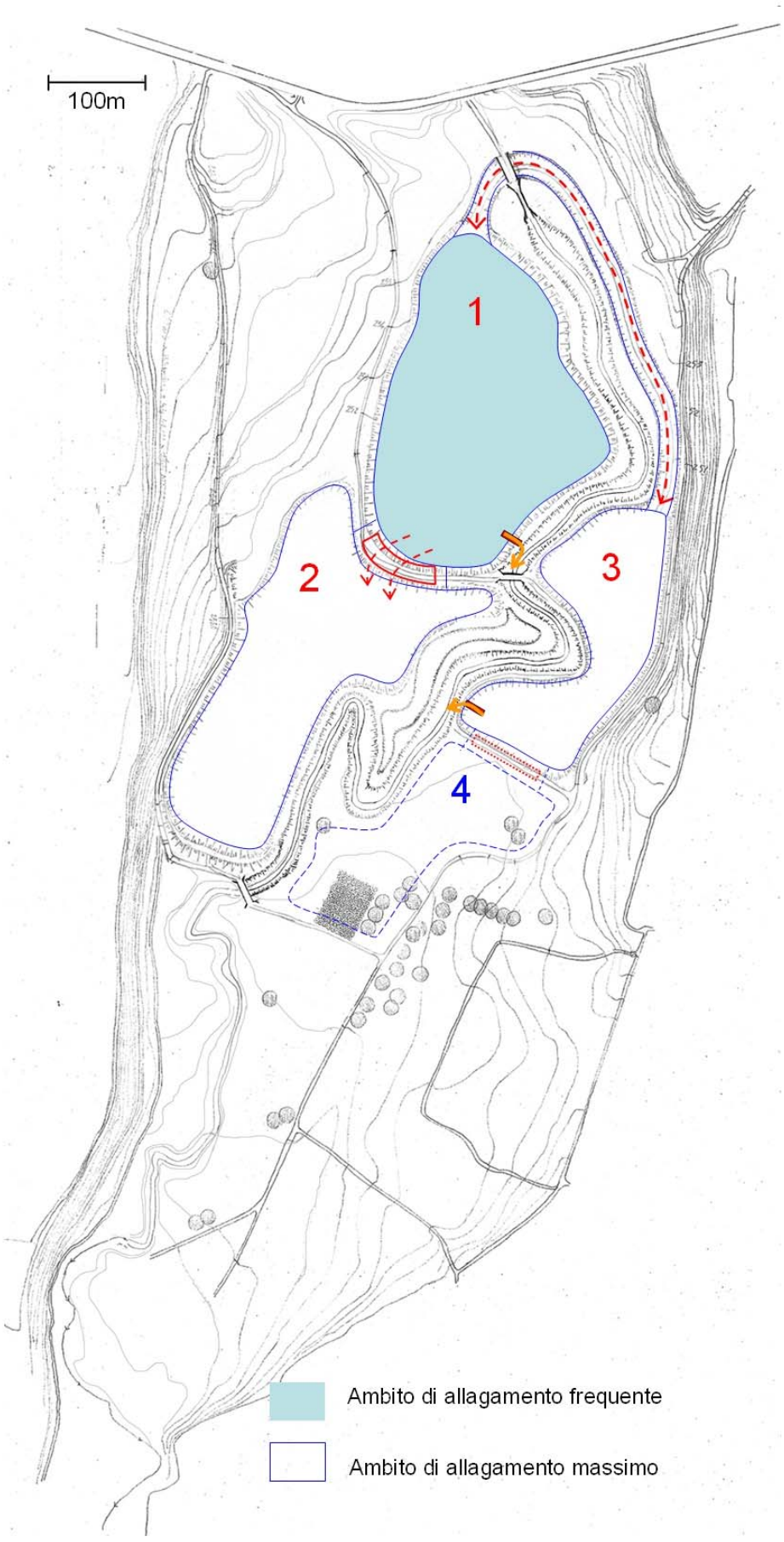


Figura 5.41 – Scenario S1.b Fuori linea – Risparmio suolo- Ambiti di allagamento

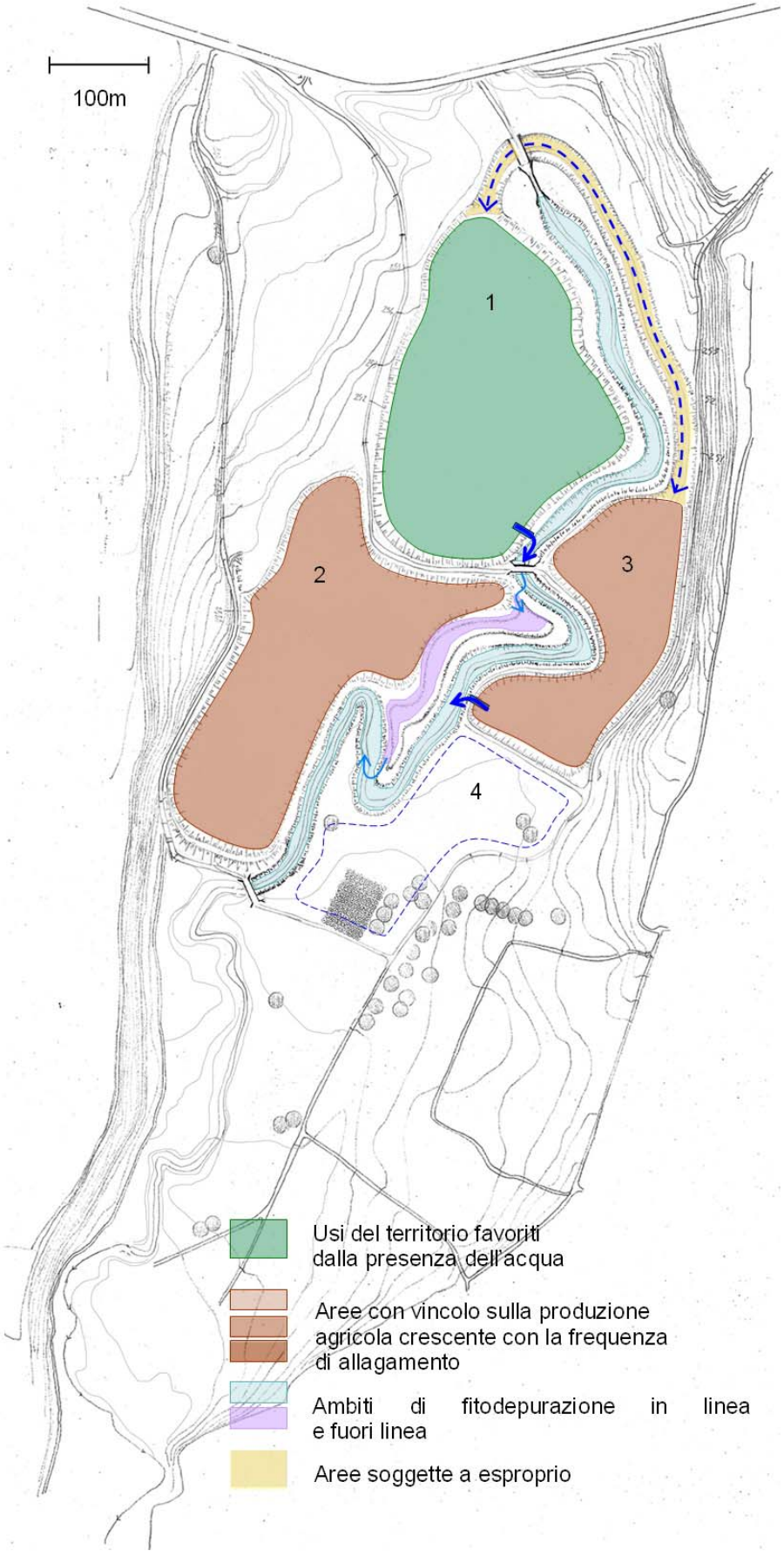
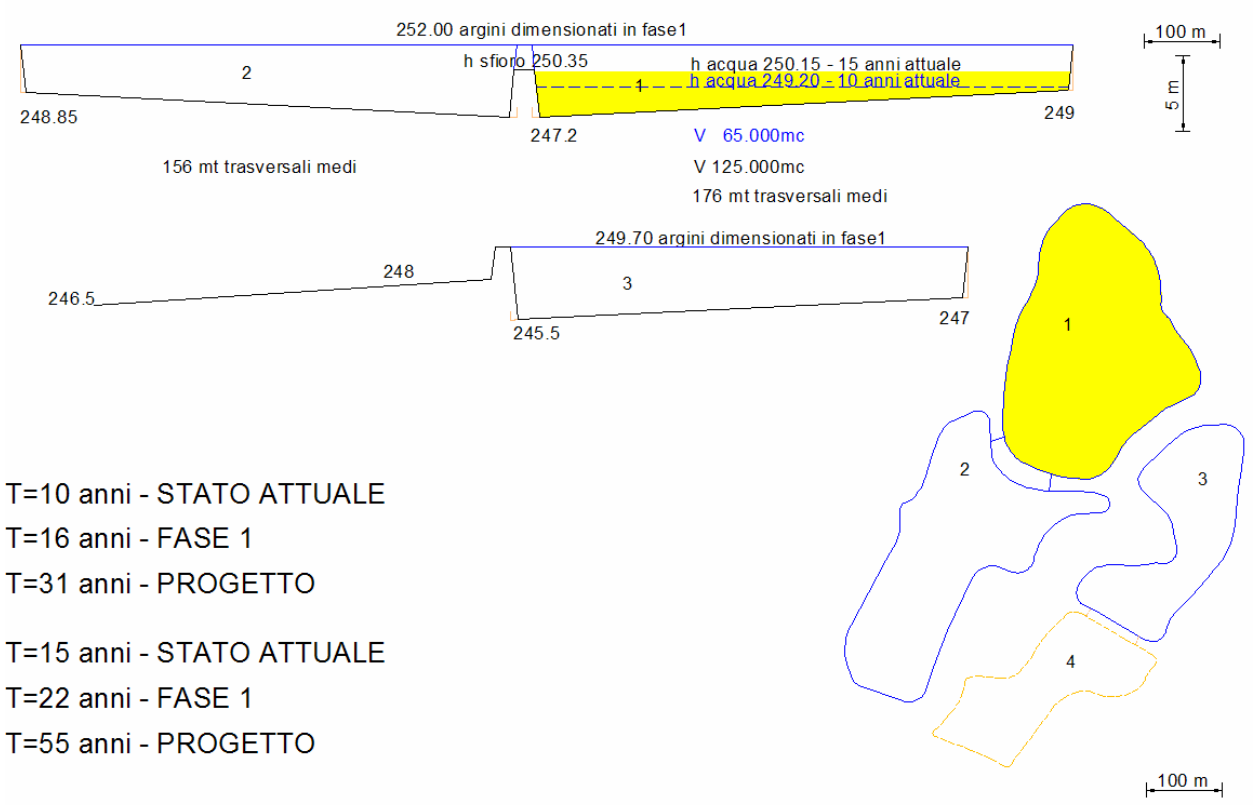


Figura 5.42 – Scenario S1.b Fuori linea – Risparmio suolo- Usi del territorio



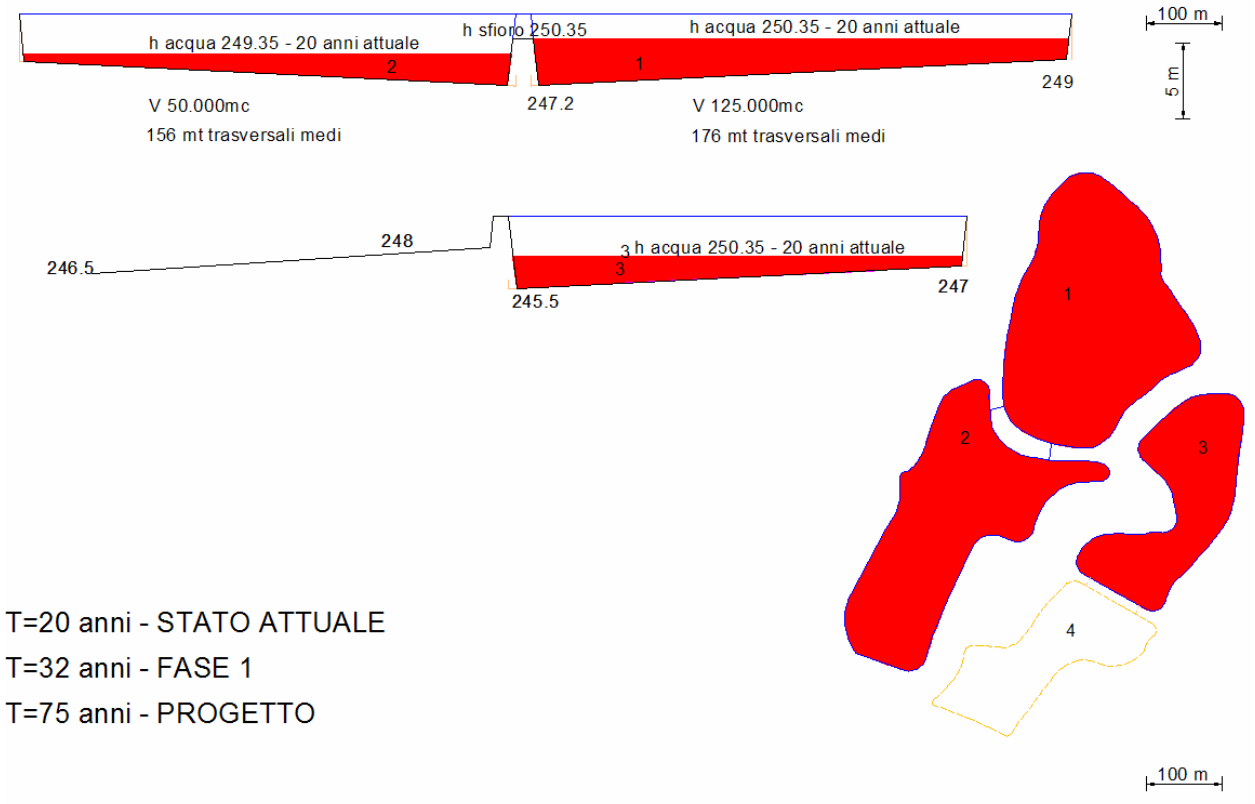
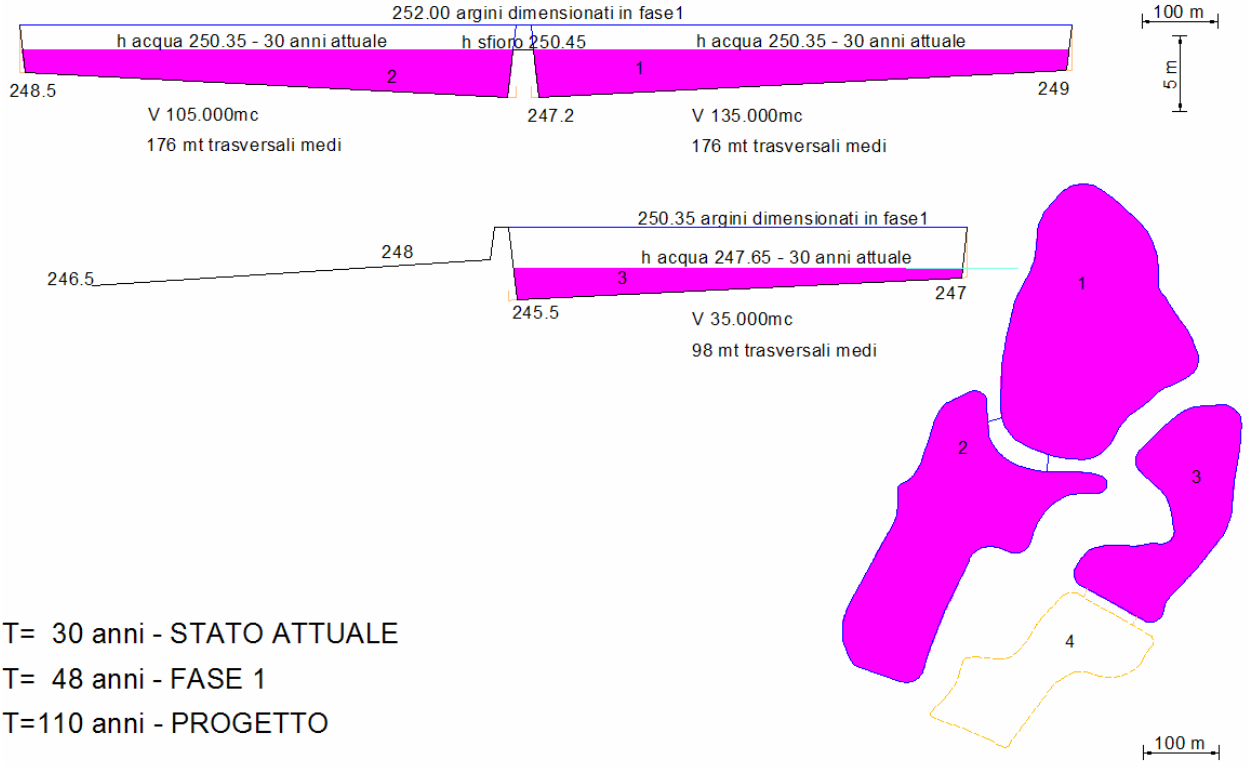
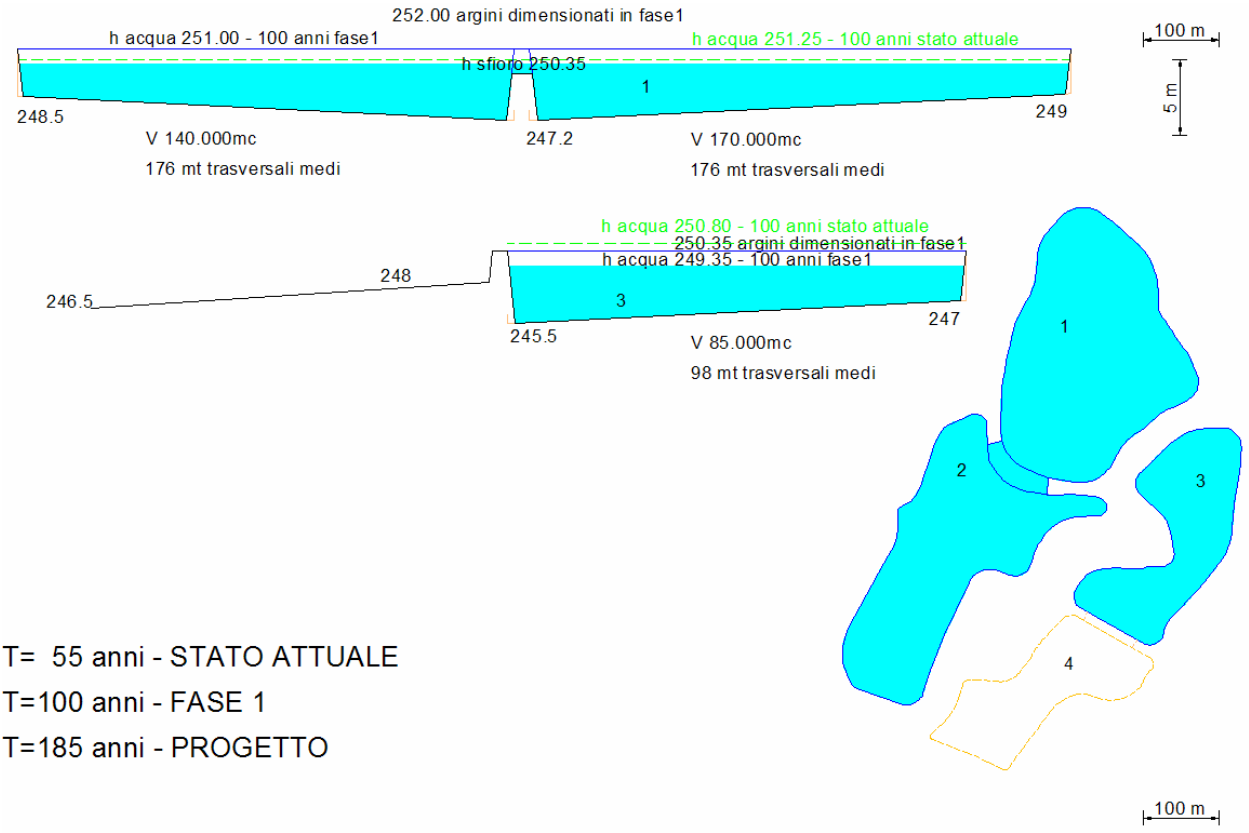


Figura 5.43 – Scenario S1.b Fuori linea –Risparmio suolo - Sequenza degli allagamenti



T= 30 anni - STATO ATTUALE
T= 48 anni - FASE 1
T=110 anni - PROGETTO



T= 55 anni - STATO ATTUALE
T=100 anni - FASE 1
T=185 anni - PROGETTO

Figura 5.44 – Scenario S1.b Fuori linea –Risparmio suolo - Sequenza degli allagamenti

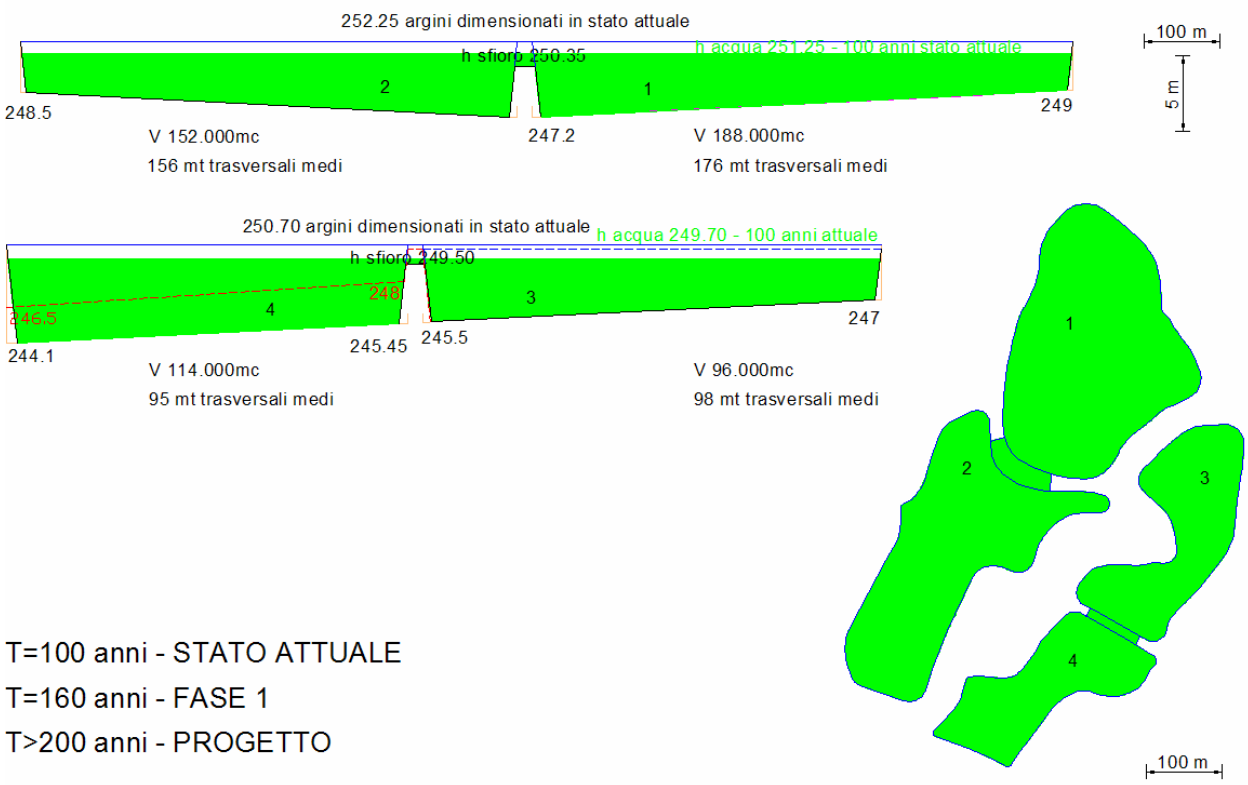


Figura 5.45 – Scenario S1.a Fuori linea – Risparmio suolo – Dimensionamento delle vasche per rispondere in stato attuale all’evento di pioggia con tempo di ritorno di 100 anni.

Figura 5.46 – Paesaggio che potrebbe crearsi nella vasca 1 qualora diventasse un ambito di accumulo di acqua per riutilizzo in agricoltura o un’area umida.

Figura 5.47 – Ambito del parco del Lura mantenuto nell’attuale configurazione in seguito alla non necessaria realizzazione della vasca 4

5.5.3 Io Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

Figura 5.48 – Disegno del parco

In questo scenario si costruisce un parco agricolo che modifica la produzione attuale verso colture floro-vivaistiche o orticole organizzate in un due grandi giardini. Si creano due bacini di accumulo di acqua che costituiscono un episodio di paesaggio significativo e che assolvono, allo stesso tempo, sia alla funzione di prelievo e sia a quella di laminazione.

5.5.3.1 S1.c - Laminazione

Gli ultimi due scenari della configurazione fuori linea (*Agricolo con irrigazione* e *Area umida/naturalistica*) prevedono una divisione delle portate ripartita a metà tra le vasche in destra e sinistra idraulica, impegnando con la stessa frequenza entrambi i comparti.

Per ottenere questa dinamica della sequenza degli allagamenti, connessa agli usi del territorio proposti, le soglie di laminazione sono state poste alla stessa quota corrispondente ad una portata Q_{soglia} = 15 m³/s. Ciò che differenzia i due scenari è la modalità di allagamento.

Lo scenario *Agricolo* prevede che le due vasche di monte (utili anche all'accumulo di acqua per l'irrigazione) trattengano al loro interno gli eventi frequenti in modo da impegnare i due settori di valle solo per eventi più rari (T > 20 anni).

La differente altezza degli argini è dovuta alla diversa estensione in pianta delle vasche 1 e 3 che ricevono la stessa quantità di acqua (v. Tav. 09a).

L'altezza degli argini interni è stata definita in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte con un innalzamento di livello prima di impegnare quello di valle. Per eventi di 30 anni di tempo di ritorno in stato attuale si occupa tutta la superficie disponibile con allagamenti di livello crescente fino a pieno riempimento per tempi di ritorno di 55 anni in stato attuale.

Per evitare ulteriori costi e responsabilità di gestione, legati alla necessità di un rapido svuotamento delle vasche 1 e 3 impegnate dall'accumulo di acqua da riutilizzare, è stato considerato il corrispondente volume di prelievo come "volume morto" e quindi sono state incrementate tutte le volumetrie invasate per i diversi tempi di ritorno di una pari quantità.

Questa scelta comporta un innalzamento degli argini esterni e degli sfiori sugli argini interni pari a 1m, rispetto al caso in cui si fosse prevista l'ipotesi di rapido svuotamento, solo nel comparto in sinistra per le vasche 3+4. La sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche mostra alcuni step di laminazione presi a riferimento e il corrispondente volume invasato.

Essi vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Figura 5.55 e Figura 5.56).

E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire in stato attuale anche l'evento di 100 anni di tempo di ritorno (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'Autorità di Bacino) senza ulteriore innalzamento degli argini rispetto al dimensionamento effettuato in 100 anni Fase 1, sfruttando il volume disponibile nelle vasche di valle (2-4) dato che l'altezza degli argini è stata dimensionata sulla massima capacità di accumulo delle vasche di monte e dunque risulta sovradimensionata rispetto al volume da invasare nelle vasche di valle (Figura 5.57).

5.5.3.2 S1.c - Prelievo

Le vasche 1 e 3, ambiti di allagamento frequente, sono destinati a diventare due laghi che da un lato tutelano il territorio con funzione di invasi di laminazione e dall'altro costruiscono il paesaggio.

Esse infatti coincidono con due serbatoi di alimentazione per una nuova attività agricola maggiormente redditizia basata sulla produzione floro-vivaistica e/o orticola fruibile come parco. Il tipo di riutilizzo dell'acqua è da valutare in base alla qualità dell'acqua disponibile nel caso di produzione ad uso alimentare.

In questo scenario si costruisce un sistema integrato tra l'infrastruttura idraulica, la produzione, la fruizione e la costruzione del parco in quanto l'ambito di laminazione e di prelievo coincidono per tempi lunghi e i nuovi usi del suolo introdotti dipendono dalla presenza dell'acqua.

Gli allagamenti dovuti alla laminazione delle piene infatti non creano alcun danno ai territori che impegnano per un tempo di ritorno pari a 20 anni in stato attuale sino a raggiungere i 70 anni di tempo di ritorno a completamento della costruzione delle vasche a monte.

Al fine di evitare eccessive perdite per infiltrazione, è bene predisporre un fondo impermeabile (ad esempio con materassini di argilla bentonitica) che garantisca una migliore resa del prelievo.

E' utile prevedere il prelievo quando le portate del Lura superano un valore minimo che assicuri una sufficiente

qualità dell'acqua. In particolare, gli studi ecologici e le valutazioni chimico-fisiche svolti nell'ambito della ricerca mostrano che tale portata minima, allo stato attuale, è pari a circa 3 m³/s.
Questo valore potrebbe essere diminuito in funzione delle realizzazioni delle vasche urbane previste a monte. Il calcolo della disponibilità d'acqua per il prelievo, in termini di volumi di superamento mensile, è stato dunque effettuato per una soglia di 3 m³/s per cui mediamente si potrebbe accumulare una volta all'anno nell'arco di un mese un volume di circa 65'000m³ (Figura 5.24).
In generale è possibile prelevare più volte, a patto di gestire tale prelievo in modo che il condotto di alimentazione venga chiuso in previsione dell'arrivo di eventi meteorici molto intensi, per evitare il rischio di un pre-riempimento delle vasche di laminazione ben oltre i 60'000 m³ necessari all'irrigazione.
Secondo le valutazioni agronomiche condotte, un volume di circa 60'000 m³ sarebbe sufficiente all'adacquamento di una superficie di circa 10-15 ettari di colture agricole (variabile a seconda delle necessità idriche delle coltivazioni scelte).
Avendo a disposizione una superficie coltivabile di circa 7.5 ha, si potrebbe stoccare un volume pari alla metà di quanto appena definito ma, considerando le perdite di volume d'acqua disponibile dovute ad infiltrazioni ed evaporazione, si può stimare utile accumulare un volume di 60'000m³.
In base alla qualità attesa dell'acqua in ingresso è possibile prevedere una fitodepurazione dell'acqua accumulata prima di utilizzarla per l'irrigazione in funzione della coltura scelta.

5.5.3.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una completa coincidenza tra funzione di parco e laminazione idraulica in quanto l'acqua che viene prelevata per il riutilizzo in agricoltura allaga le stesse vasche che sono interessate dalla laminazione frequente.
Si costruisce un sistema di irrigazione dei campi con canali gestiti manualmente. I due canali principali interni alle vasche 2 e 4 vengono utilizzati anche per lo svuotamento dell'acqua accumulata per laminazione nelle vasche 1 e 2.

Figura 5.49 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.50 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.51 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.52 – Specchio d’acqua e capanni attrezzi degli ortisti, Parco delle Cave, Milano

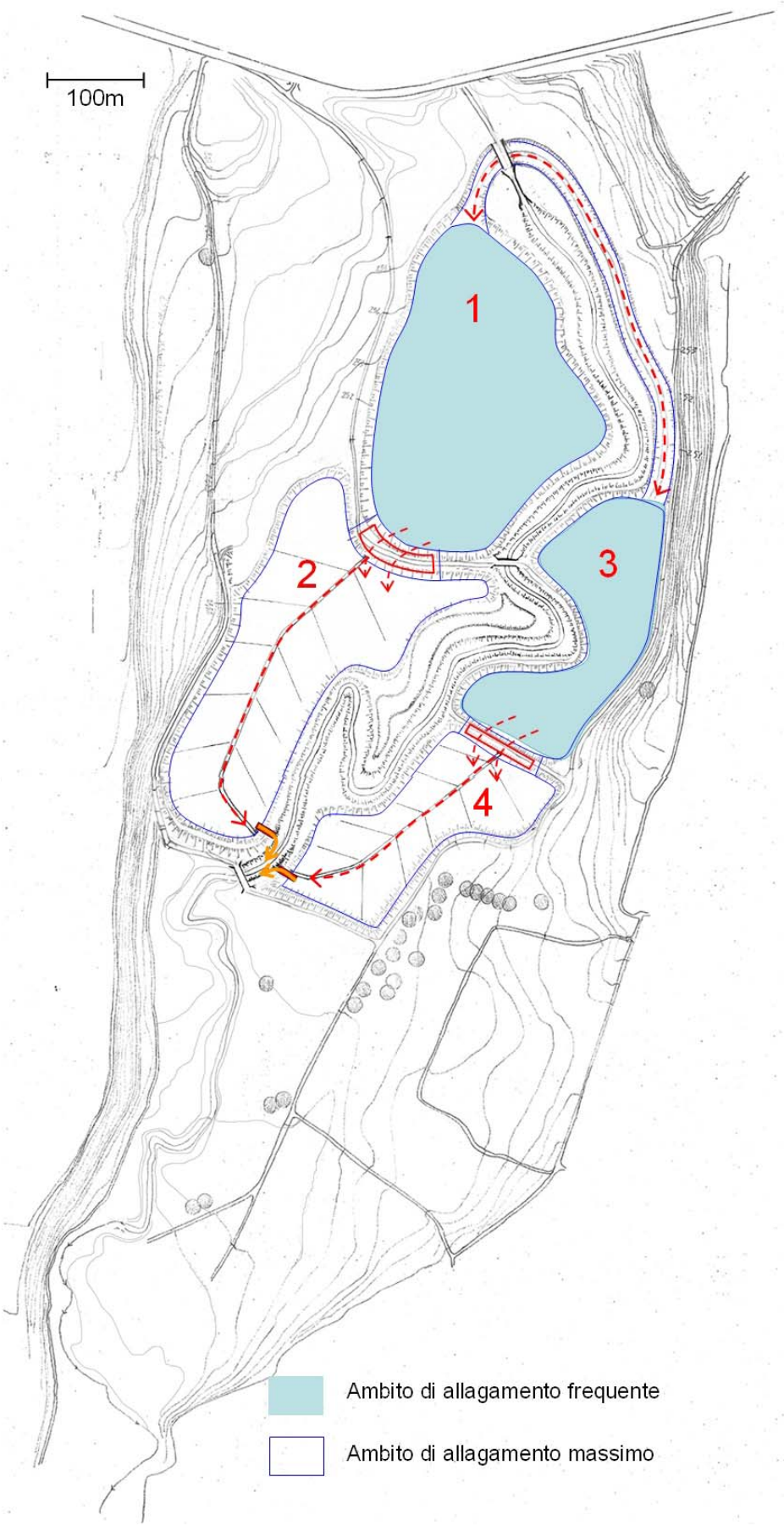


Figura 5.53 – Scenario S1.c Fuori linea – Agricolo con irrigazione – Ambiti di allagamento

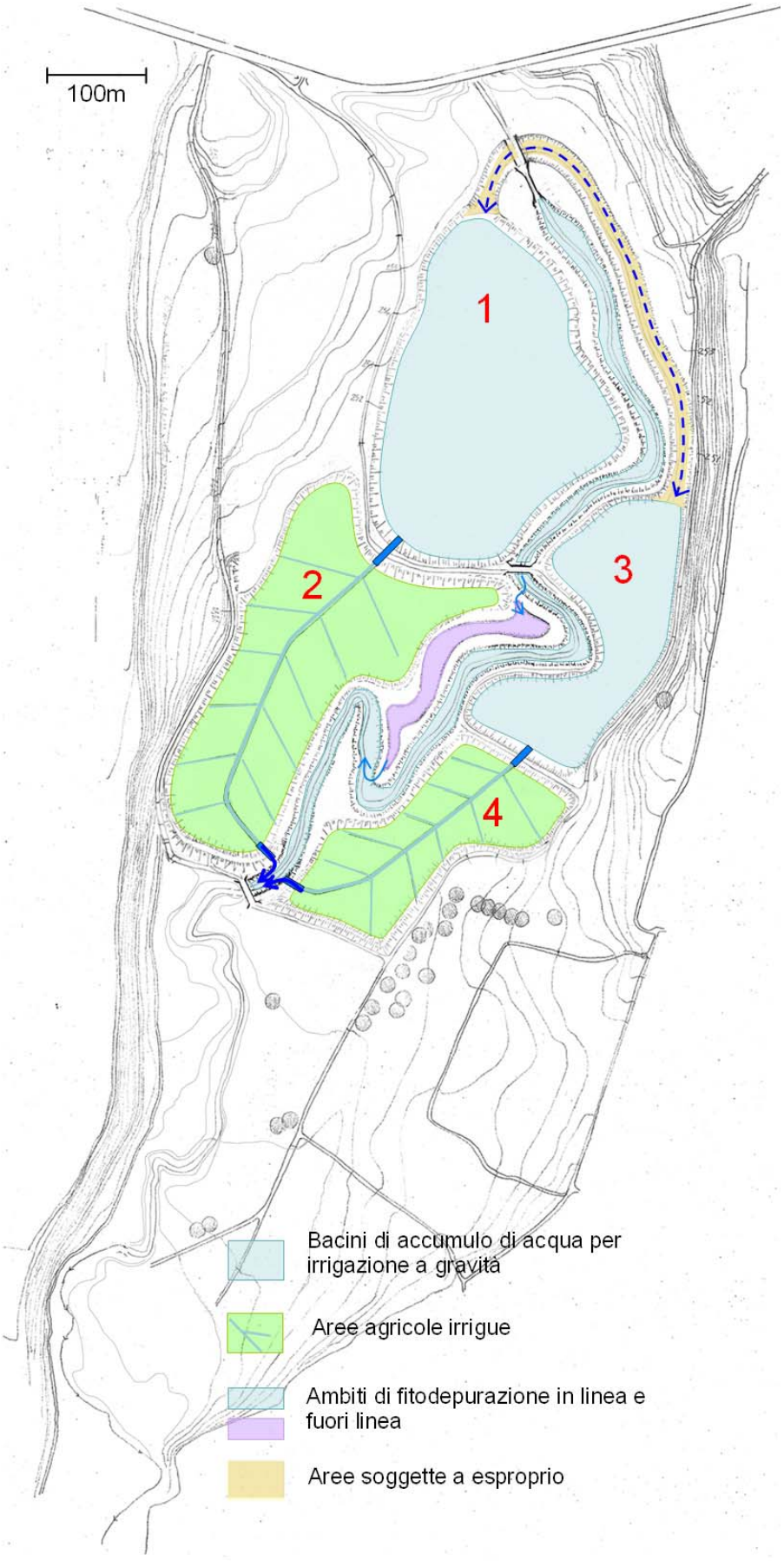
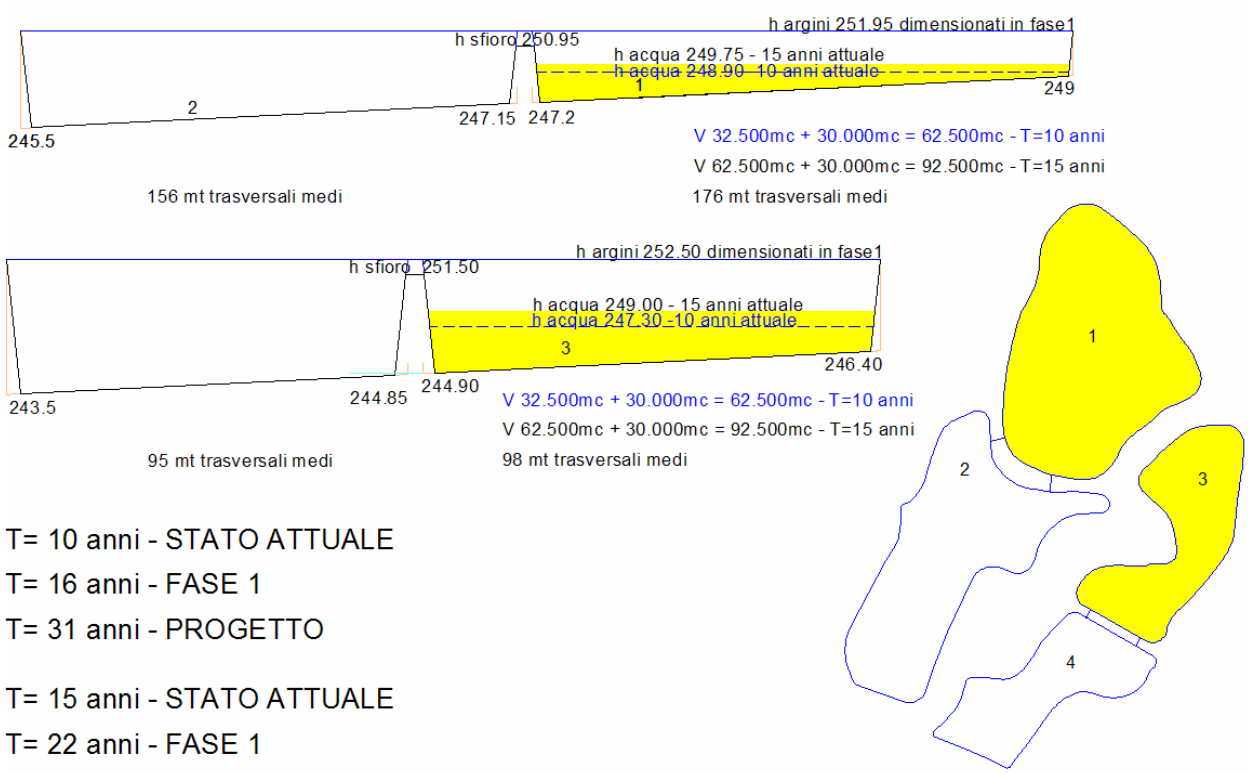


Figura 5.54 – Scenario S1.c Fuori linea – Agricolo con irrigazione – Usi del territorio



T= 10 anni - STATO ATTUALE

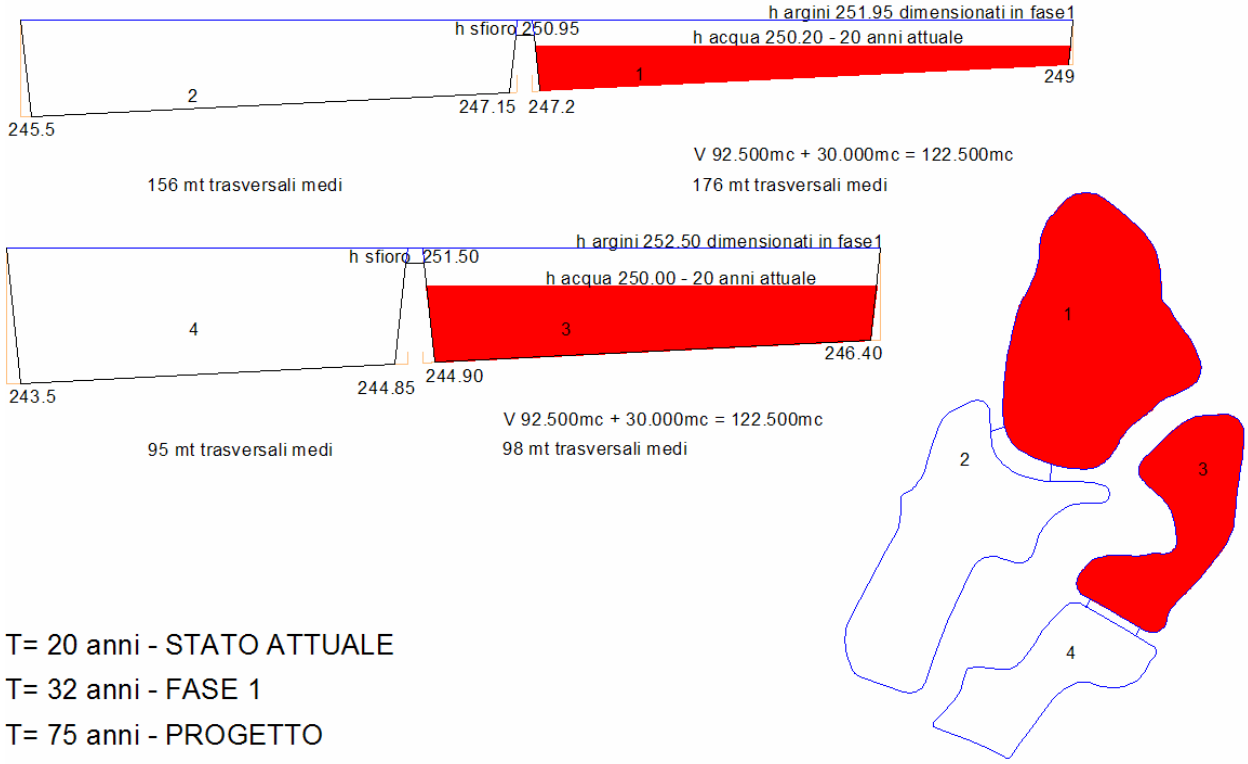
T= 16 anni - FASE 1

T= 31 anni - PROGETTO

T= 15 anni - STATO ATTUALE

T= 22 anni - FASE 1

T= 55 anni - PROGETTO

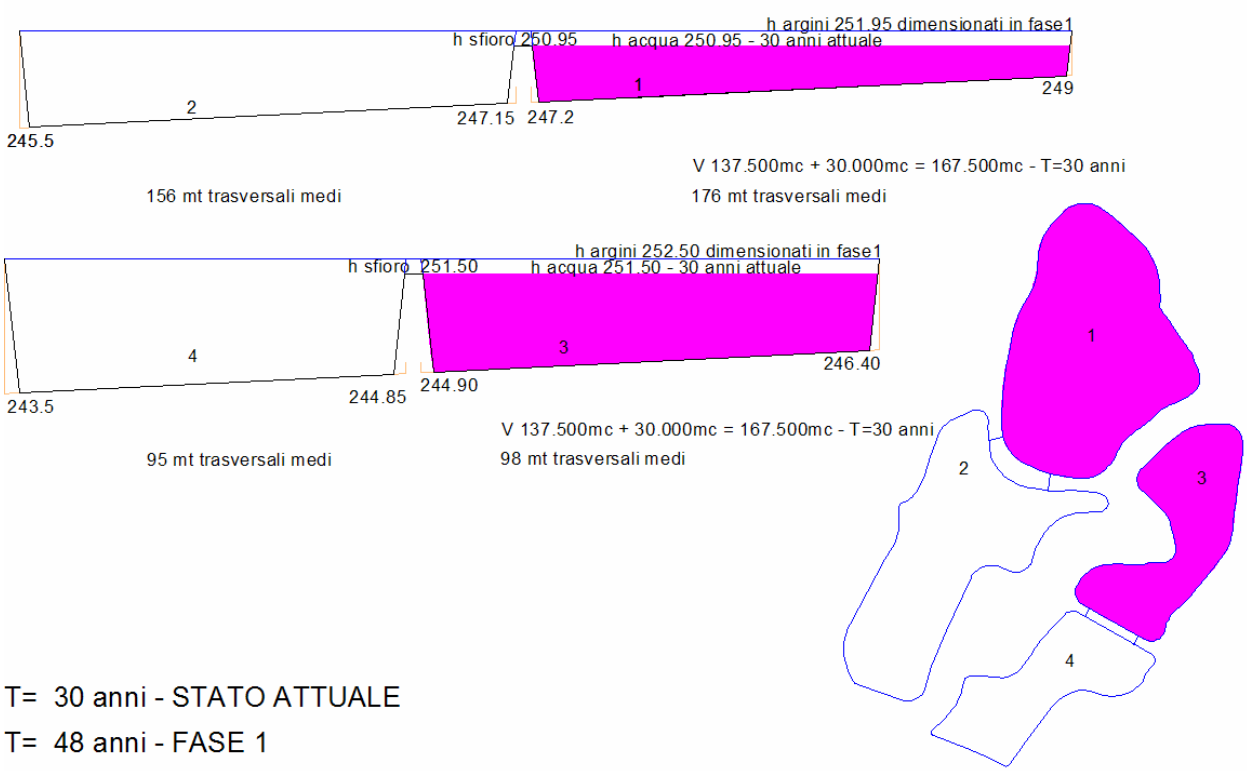


T= 20 anni - STATO ATTUALE

T= 32 anni - FASE 1

T= 75 anni - PROGETTO

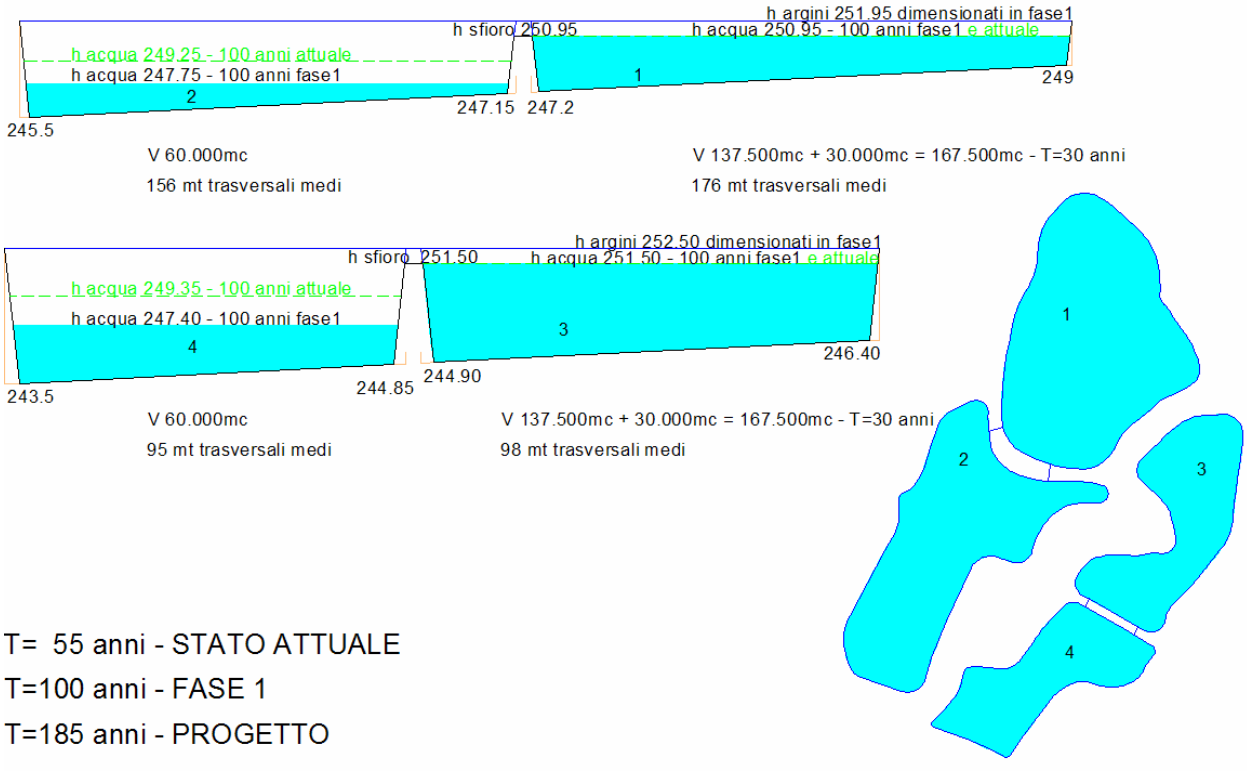
Figura 5.55 – Scenario S1.c Fuori linea – Agricolo con irrigazione - Sequenza degli allagamenti



T= 30 anni - STATO ATTUALE

T= 48 anni - FASE 1

T=110 anni - PROGETTO



T= 55 anni - STATO ATTUALE

T=100 anni - FASE 1

T=185 anni - PROGETTO

Figura 5.56 – Scenario S1.c Fuori linea – Agricolo con irrigazione - Sequenza degli allagamenti

Figura 5.57 – Scenario S1.c Fuori linea – Agricolo con irrigazione - Dimensionamento delle vasche per rispondere in stato attuale all’evento di pioggia con tempo di ritorno di 100 anni.

Figura 5.58 – Colture orticole con vendita diretta, Triangolo verde, Parigi

Figura 5.59 – Colture floro-vivaistiche

5.5.4 Io Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica

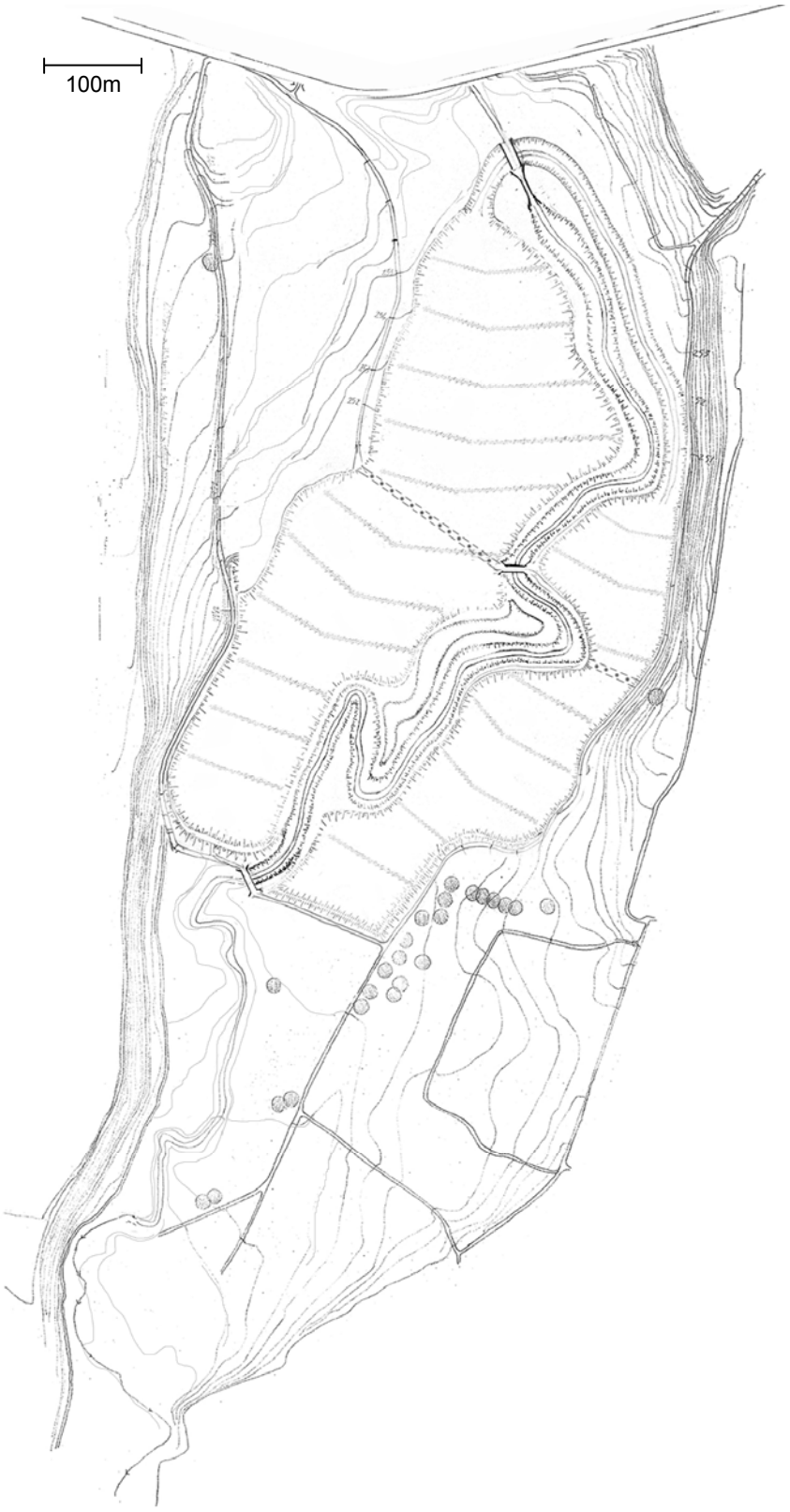


Figura 5.60 – Disegno del parco

In questo scenario si privilegia il miglioramento della qualità dell'acqua e l'incremento della biodiversità attraverso la creazione di un ambiente umido o area naturalistica che occupa l'intero ambito di laminazione. In questo caso vengono eliminati gli argini interni di compartimentazione degli allagamenti per consentire lo scorrimento dell'acqua sul fondo delle vasche sia nel caso del prelievo che della laminazione.

5.5.4.1 1.d - Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da due grandi vasche, 1+2 sulla riva destra e 3+4 sulla riva sinistra, senza l'interposizione di argini interni.
Gli argini esterni raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno e differente in destra e sinistra idraulica (v. Tav.10a).
Anche in questo caso, come nel precedente, si prevede una divisione delle portate ripartita a metà tra le vasche in destra e sinistra idraulica, impegnando con la stessa frequenza entrambi i comparti in relazione all'uso del suolo previsto per cui le soglie di laminazione sono state poste alla stessa quota corrispondente ad una portata Q_{soglia} = 15 m³/s.
Per tutti i tempi di ritorno superiori a 4 anni le acque di laminazione bagnano il territorio scorrendo lungo il fondo dei due comparti e iniziano a invasarsi a partire da valle fino a completo riempimento per eventi di 55 anni allo stato attuale senza vasche a monte.
In Figura 5.65 e Figura 5.66 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche.
E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'Autorità di Bacino) attraverso un innalzamento degli argini rispetto al dimensionamento effettuato in 100 anni Fase 1 nelle vasche 1+2 di 75 cm e nelle vasche 3+4 di 1,30m (Figura 5.67).

5.5.4.2 S1.d - Prelievo

La portata derivata in continuo dal Lura per mantenere attiva l'area umida è funzione del tempo di residenza dell'acqua stimato come necessario in base alla tipologia di ambiente umido, che si vuole creare. L'articolazione dei diversi ambienti umidi possibili è molto variegata e in continua evoluzione dinamica in funzione delle altezze d'acqua ottenibili (Figura 5.93). Essa dipende dalla articolazione del piano di fondo delle vasche e dai diversi eventi di allagamento dovuti al prelievo ma anche alla laminazione delle piene.
A partire da un confronto dimensionale con le condizioni predisposte per il funzionamento della wetland pilota costruita a Cadorago nell'ambito della stessa ricerca Cariplo e considerando parametri analoghi utili al mantenimento di un'area umida, si può stabilire che sarebbe necessario prelevare in continuo una portata pari a Q_{WL} = 200 l/s in relazione all'estensione delle vasche 1+2 e 3+4 e dunque suddivisa per aree rispettivamente 66% e 33%. Essendo stato calcolato il minimo deflusso vitale del torrente all'altezza di Cadorago, poco a monte dell'ambito di studio, pari a Q = 70 l/sec, possiamo considerare un minimo deflusso vitale, a favore della diluizione degli inquinanti presenti, pari a Q = 140 l/sec.
Come si può vedere dalla figura 24 che descrive le curve di durata in giorni delle portate negli anni 2004 e 2005 è possibile prelevare la portata utile al mantenimento dell'area umida durante tutto l'arco dell'anno.
Quando l'area umida è interessata dagli allagamenti dovuti alla laminazione, le portate in ingresso potrebbero essere rilevanti e quindi avere una velocità sostenuta che potrebbe danneggiare l'ecosistema esistente. Per contenere questo rischio è utile prevedere, in corrispondenza dell'ingresso dell'acqua di laminazione delle piene, una zona di rallentamento della sua velocità.
L'acqua in entrata dovrebbe, anche in relazione alle piccole portate, essere spagliata in modo da evitare la formazione di canali preferenziali al di fuori di quelli eventualmente stabiliti nel progetto di funzionamento dell'area umida.
L'articolazione del fondo e delle altezze d'acqua raggiungibili determina, come si è detto, la varietà di ambienti umidi realizzabili. La conformazione del fondo delle vasche potrebbe presentare piccoli argini in grado di contenere prestabiliti livelli d'acqua in relazione alla pendenza del fondo della vasca. All'obbiettivo di incremento della biodiversità si associa naturalmente una parallela funzione di fitodepurazione e dunque di miglioramento della qualità dell'acqua che viene restituita al torrente dopo avere percorso l'area dell'ambiente umido.
Dal punto di vista della fruizione del parco, si ipotizza l'attraversamento dell'area umida con ponti posti alla quota degli argini che potrebbero anche dare accesso al fondo delle vasche.

Nel caso della creazione di un'area umida naturalistica con caratteristiche di oasi lo stesso ambito non potrebbe essere frequentato dai fruitori del parco. In questo caso gli stessi ponti, opportunamente schermati, potrebbero diventare punti di vista per la pratica del bird-watching.
Il riutilizzo degli argini per la costruzione di nidi per specie fossarie è particolarmente pertinente al tema di parco introdotto in questo scenario.

5.5.4.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una completa coincidenza tra funzione di parco e laminazione idraulica, in quanto l'area umida che costituisce il nuovo tema di parco necessita di apporti idrici continui.

Figura 5.61 – Oasi LIPU.

Figura 5.62 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

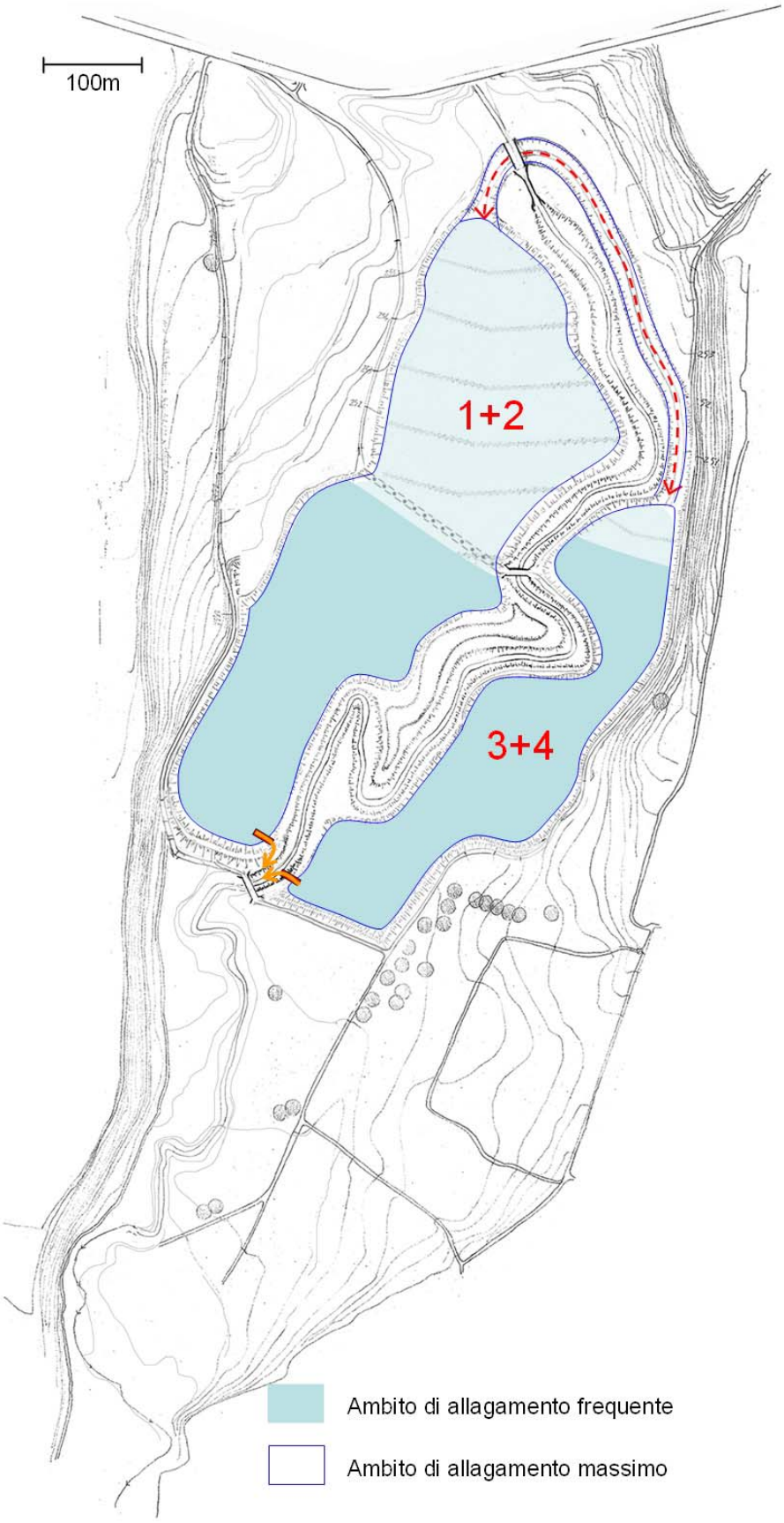


Figura 5.63 – Scenario S1.d Fuori linea – Area umida/naturalistica – Ambiti di allagamento

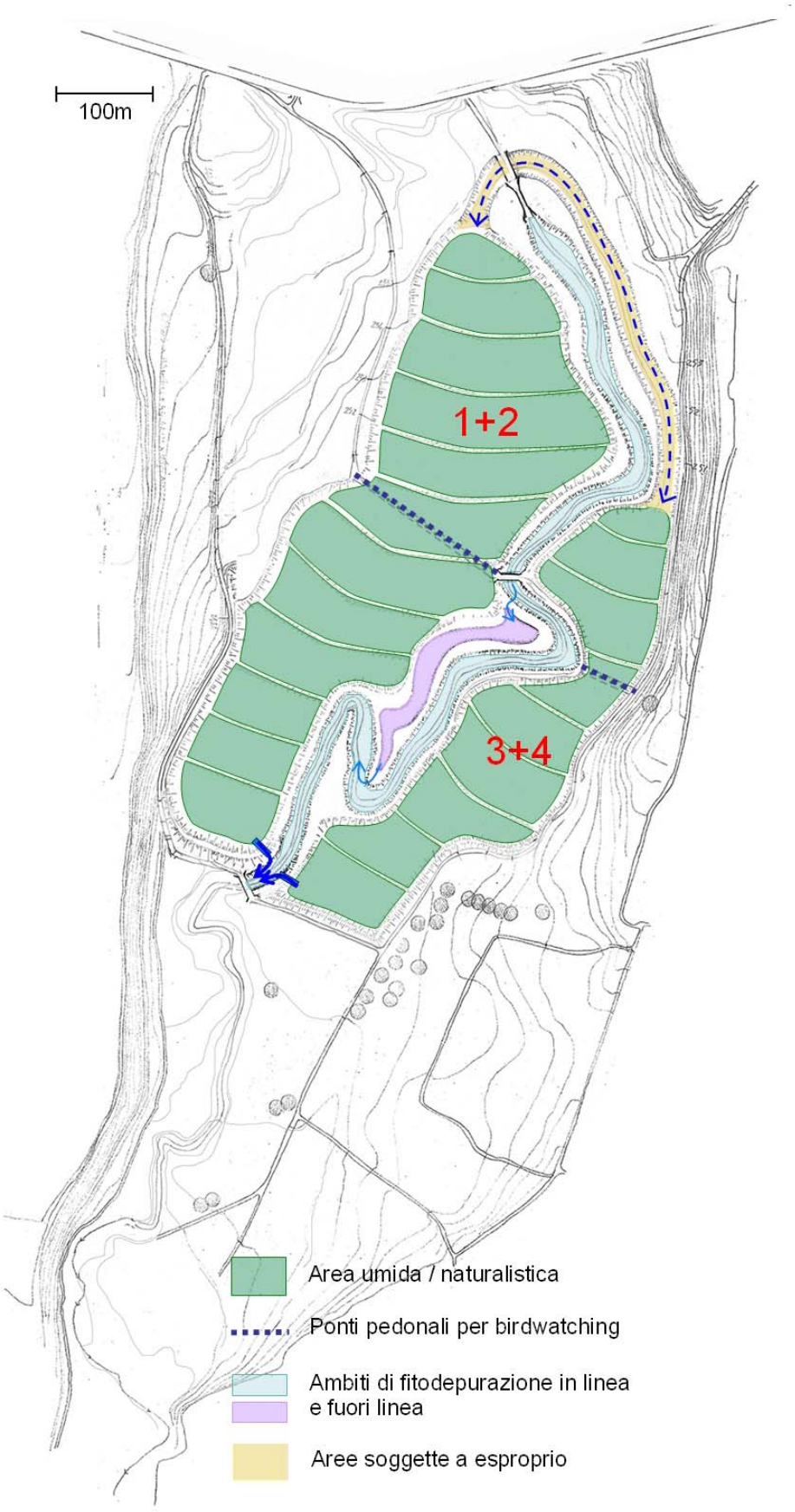


Figura 5.64 – Scenario S1.d Fuori linea – Area umida/naturalistica – Usi del territorio

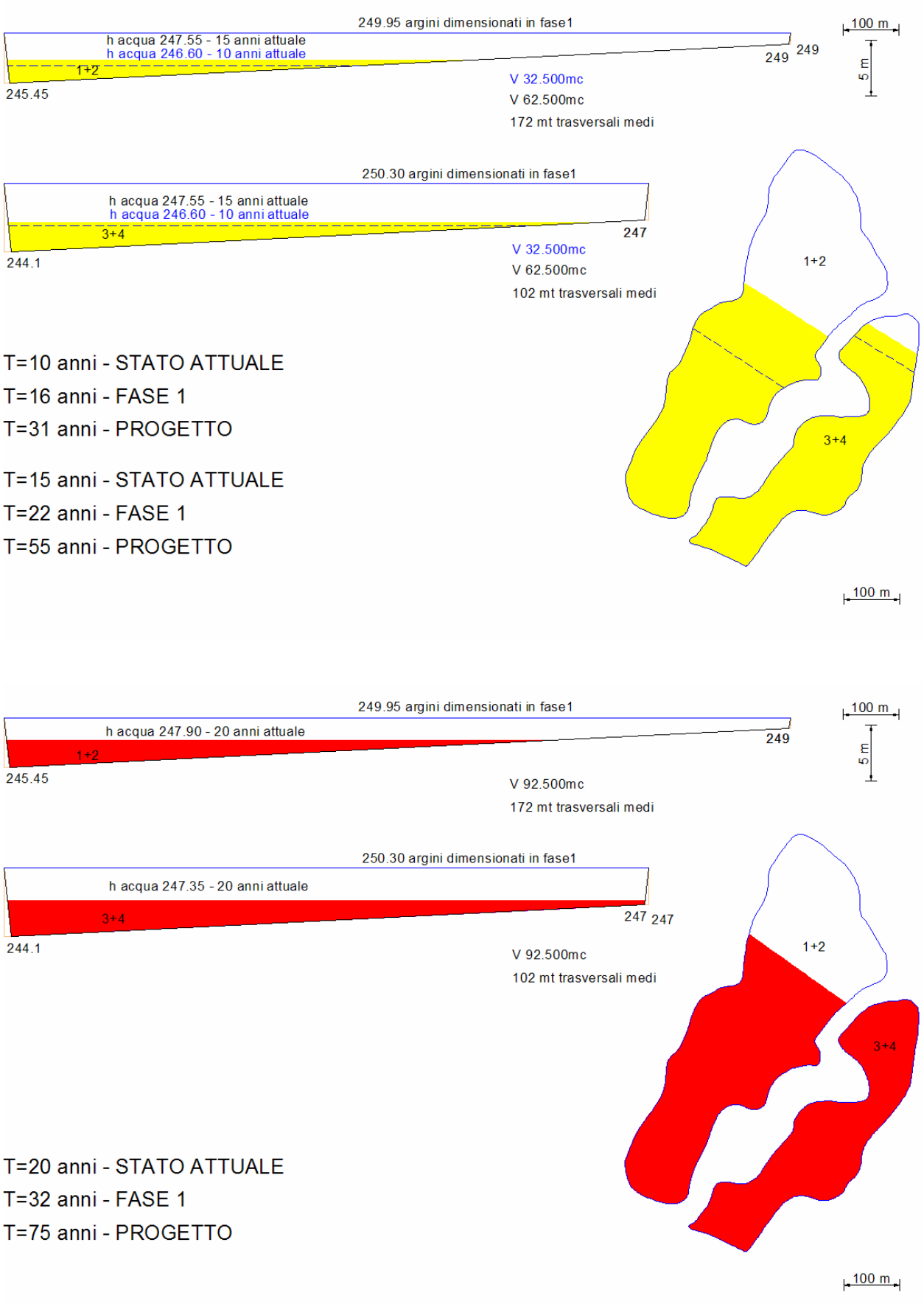


Figura 5.65 – Scenario S1.d Fuori linea – Area umida/naturalistica - Sequenza degli allagamenti

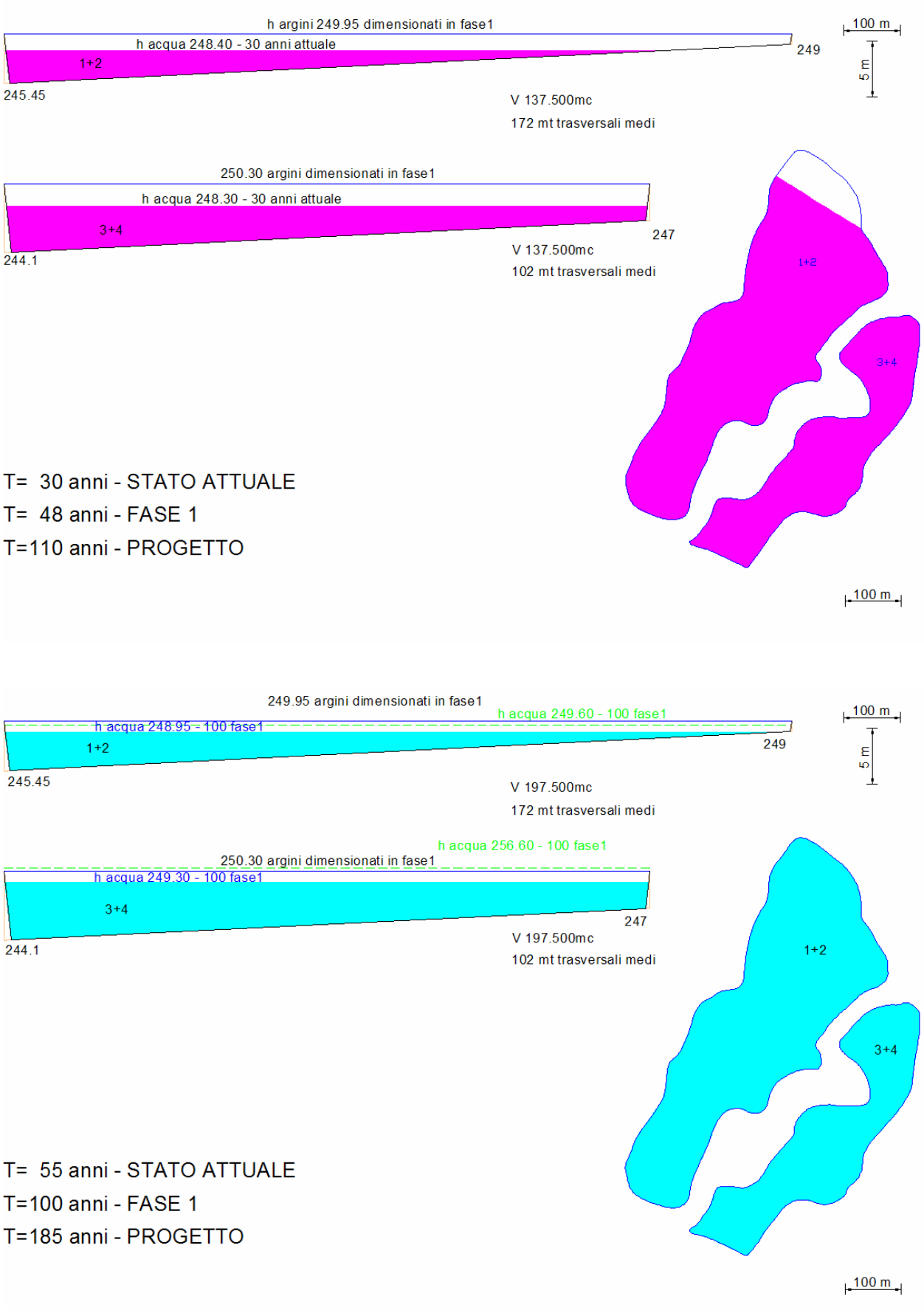


Figura 5.66 – Scenario S1.d Fuori linea – Area umida/naturalistica - Sequenza degli allagamenti

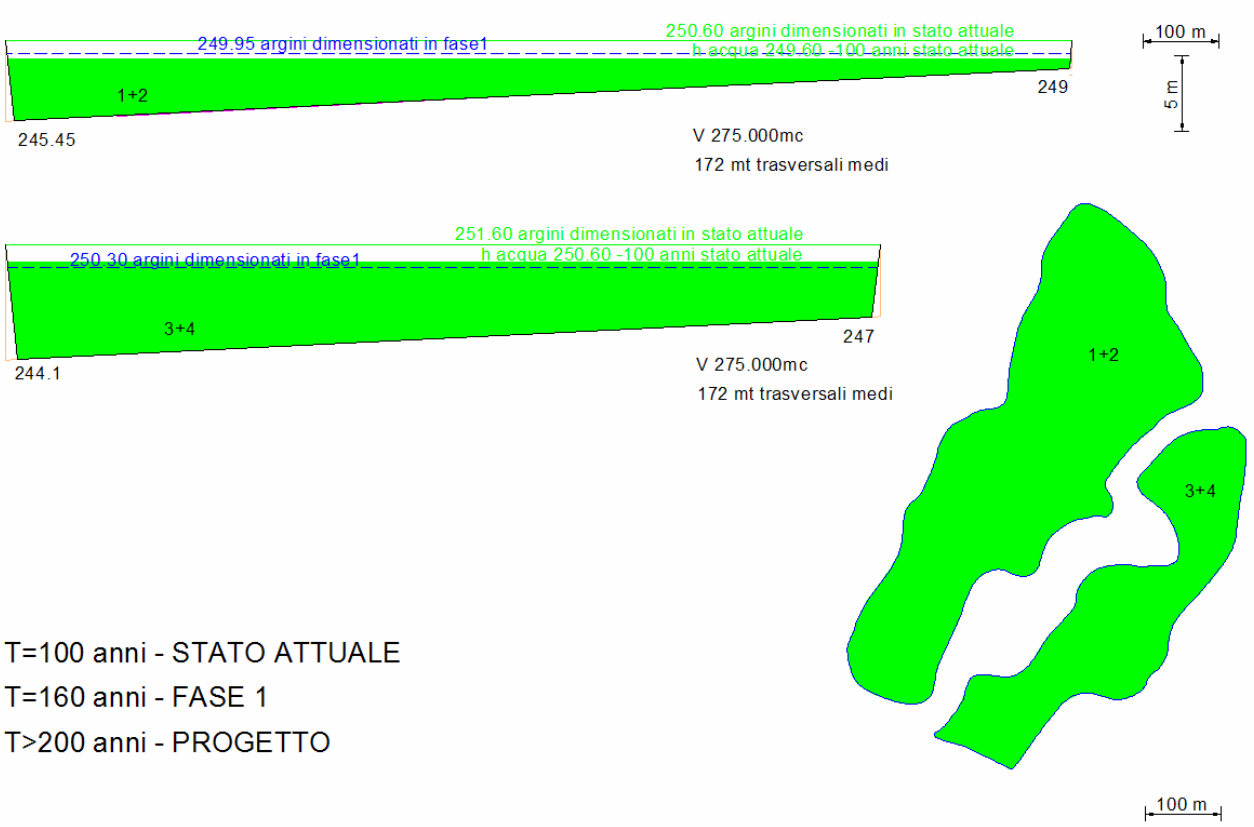


Figura 5.67 – Scenario S1.a Fuori linea – Area umida/naturalistica – Dimensionamento delle vasche per rispondere in stato attuale all’evento di pioggia con tempo di ritorno di 100 anni

Figura 5.68 – In prossimità delle aree umide dove è richiamata la presenza di certe specie di uccelli è possibile praticare il bird-watching e gli argini possono contenere nidi per specie fossarie come il martin pescatore.

5.5.5 Lo Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola

Figura 5.69 – Disegno del parco

A partire dalla lettura della morfologia del territorio è stata individuata una zona naturalmente depressa che presenta una sezione ristretta a valle (Figura 5.70). Ciò ha portato a considerare una configurazione di vasca in linea che sfrutta la conformazione altimetrica del suolo e presenta lo sbarramento di valle in corrispondenza della sezione ristretta esistente ridimensionata attraverso opportuni riporti di terra. Le variazioni altimetriche apportate dal progetto sono dunque contenute e si limitano alla rimodellazione del fondo e alla precisazione degli argini che devono garantire la sicurezza idraulica dell’opera. Il bilanciamento degli scavi e riporti asseconda l’andamento del suolo esistente.

Figura 5.70 – Confronto tra l’altimetria di progetto e l’altimetria di stato di fatto.

Figura 5.71 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

5.5.5.1 S2 - Laminazione

La modalità di laminazione in linea si configura nella realizzazione di un unico bacino posto in corrispondenza del corso del torrente.

L'allagamento avviene a monte di uno sbarramento che regola il volume laminabile in base al dimensionamento dell'organo di scarico e raggiunge livelli più o meno elevati a seconda della rarità dell'evento di pioggia che causa la piena (v. Tav. 11a).

Il volume invasato è anche funzione del numero di vasche costruite a monte dell'intervento.

Per garantire che, in occasione dell'evento di dimensionamento del sistema di laminazione (100 anni in FASE 1), la portata massima lasciata defluire a valle dello sbarramento non superi la capacità di convogliamento di Saronno ($Q_{v,max}$ = 22 m³/s), la bocca a battente non regolata che costituisce lo scarico deve essere progettata con un diametro limitato, tanto più piccolo quanto maggiore è il livello massimo di progetto previsto a monte dello sbarramento.

La modalità di funzionamento degli invasi in linea, con organi non regolati, ovvero fuori dall'ipotesi di laminazione ottimale, comporta la necessità di invasare volumi maggiori, a parità di portate, di quelli che vanno invasati in una modalità di laminazione fuori linea. Questo dipende dalla scarsa efficienza della bocca a battente nello smaltimento delle portate relative ad eventi di piccola entità poiché i livelli a monte dello sbarramento sono al di sotto del dimensionamento di invaso totale. Per cui i volumi da invasare crescono rapidamente con la severità dell'evento e con essi il livello di allagamento. Al contrario, nel caso di eventi di pioggia di grande entità, le vasche di laminazione in linea riescono ad invasare incrementi di volumi elevati con modesti incrementi del livello di allagamento essendo impegnata l'intera superficie della vasca oltre il limite superiore di pendenza del fondo (da Figura 5.78 a Figura 5.80)

L'ambito di inserimento della vasca di laminazione in linea, come si è detto, è stato individuato in base all'osservazione della conformazione del suolo allo stato di fatto che presenta un naturale restringimento dei dislivelli verso l'alveo del torrente.

Questa morfologia del territorio consente di realizzare una vasca in linea con interventi di scavo e riporto molto contenuti e organici con l'altimetria esistente.

Nella stessa zona è prevista la realizzazione della Pedemontana che attraversa il torrente Lura in prossimità dello sbarramento di valle.

Nel calcolo delle volumetrie da invasare nella vasca di laminazione in linea si è dunque tenuto conto del volume perso per la realizzazione delle pile del viadotto, e della compatibilità tra i livelli di allagamento massimi raggiunti in corrispondenza dell'evento di pioggia di dimensionamento (100 anni FASE1) e i livelli previsti per la realizzazione dell'infrastruttura viabilistica (Figura 5.72).

5.5.5.2 S2 - Prelievo

In questo caso non si tratta di una derivazione d'acqua per il riutilizzo in altro luogo, ma di una gestione dell'acqua e dei livelli che essa raggiunge sul fondo della vasca in occasione di eventi ordinari o in tempo secco al fine di realizzare un grande ambiente umido come nuovo tema di parco associato agli ambiti di allagamento per laminazione.

La funzione introdotta è favorita dalla presenza dell'acqua ma è necessario, ove possibile, prevedere delle zone di dissipazione dell'energia della corrente per evitare che l'impeto delle acque, quando caratterizzate da elevate velocità, travolga l'ambiente umido.

Per quanto le specie vegetali introdotte siano in grado di sopportare più di altre tali condizioni di stress, è utile prevedere alcune zone particolarmente protette in cui possano preservarsi alcune comunità vegetali in grado di ripopolare l'ambiente umido in tempo breve dopo gli eventi più catastrofici.

L'area considerata consentirebbe di realizzare un ambito naturalistico di circa 7 ettari che porterebbe ad un incremento della biodiversità e ad un miglioramento della qualità ambientale.

Una migliore efficienza di fitodepurazione si potrebbe ottenere estendendo lo spaglio in linea del torrente Lura anche a monte dell'ambito di laminazione (Figura 5.77).

In questo scenario la contemporanea e prossima presenza di due infrastrutture, idraulica e viabilistica, costituisce l'occasione per la costruzione di un significativo episodio di paesaggio.

Lo sbarramento di valle della vasca in linea, se reso percorribile, potrebbe essere integrato al funzionamento del parco.

5.5.5.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una completa corrispondenza tra funzione di parco e protezione idraulica, in quanto l'ambito di prelievo e quello di laminazione coincidono e l'area umida, che costituisce il nuovo tema del parco, necessita di apporti idrici continui.

La vasca di laminazione in linea occupa una zona boschiva di non particolare pregio agronomico, a valle delle aree coltivate e prevalentemente interna al Comune di Rovellasca. Essa è posizionata in una zona più a valle rispetto alla zona di localizzazione degli scenari fuori linea e misto per cui permette un completo mantenimento dell'attuale produzione agricola.

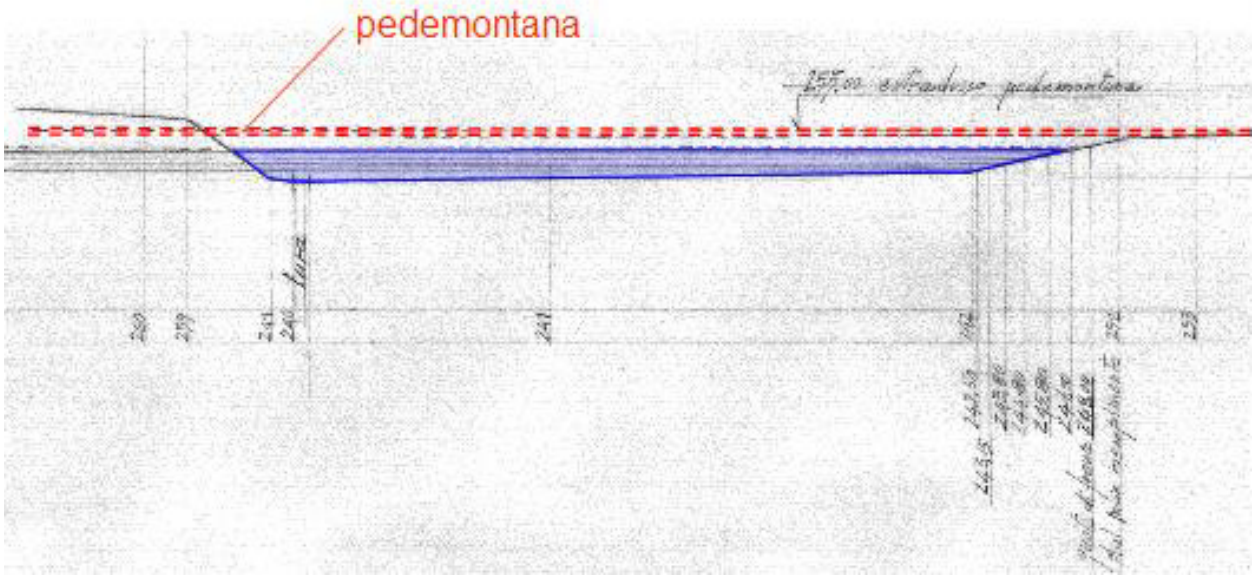


Figura 5.72 – Nel calcolo delle volumetrie da invasare nella vasca di laminazione in linea si è tenuto conto del volume perso per la realizzazione delle pile del viadotto della Pedemontana, e della compatibilità tra i livelli di allagamento massimi raggiunti in corrispondenza dell'evento di pioggia di dimensionamento (100 anni FASE1) e i livelli previsti per la realizzazione dell'infrastruttura viabilistica

Figura 5.73 – Cava Aurora, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.74 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.75 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

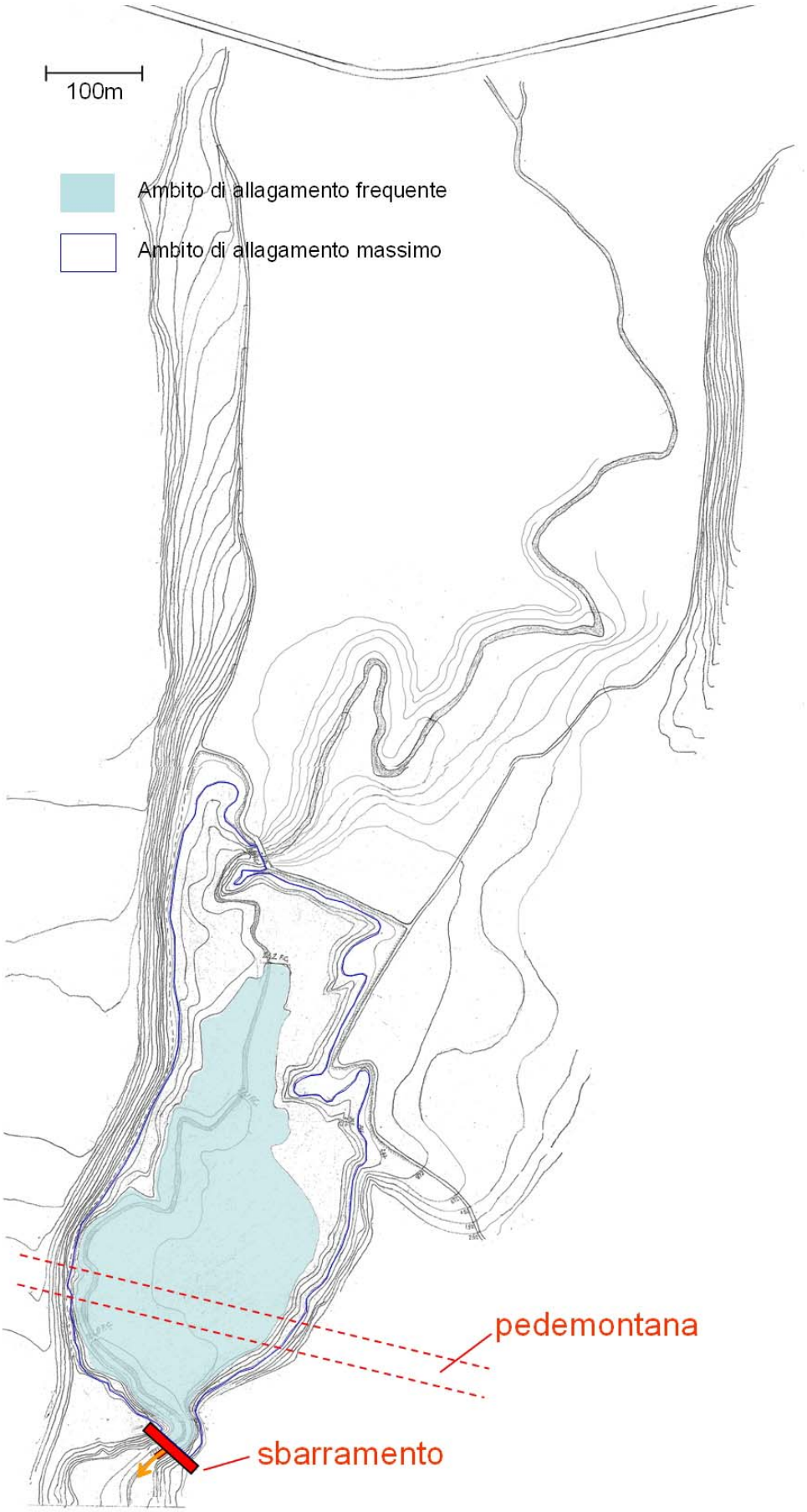


Figura 5.76 – Scenario S2 In linea – Area umida e attuale agricoltura – Ambiti di allagamento

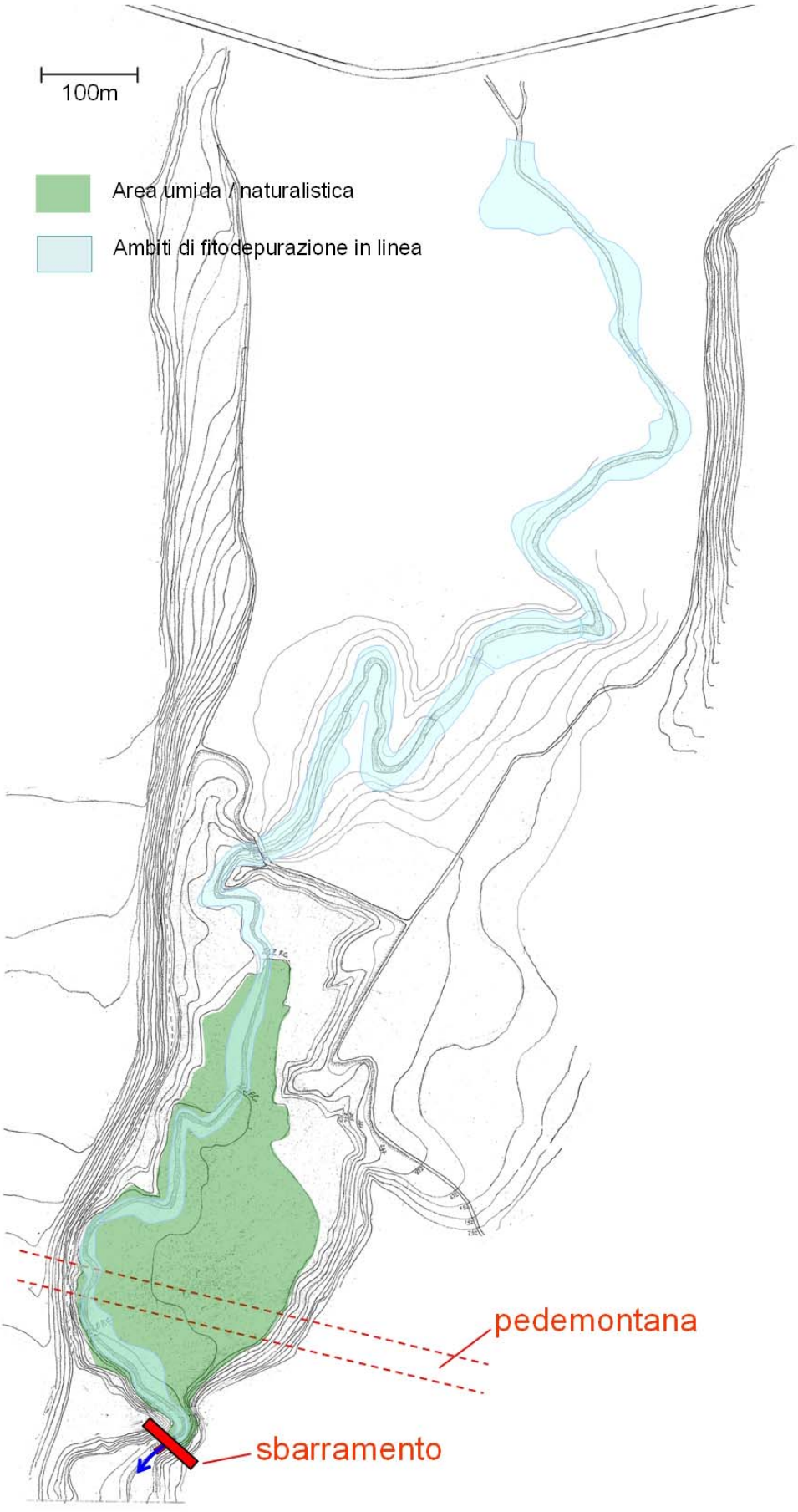


Figura 5.77 – Scenario S2 In linea – Area umida e attuale agricoltura – Usi del territorio

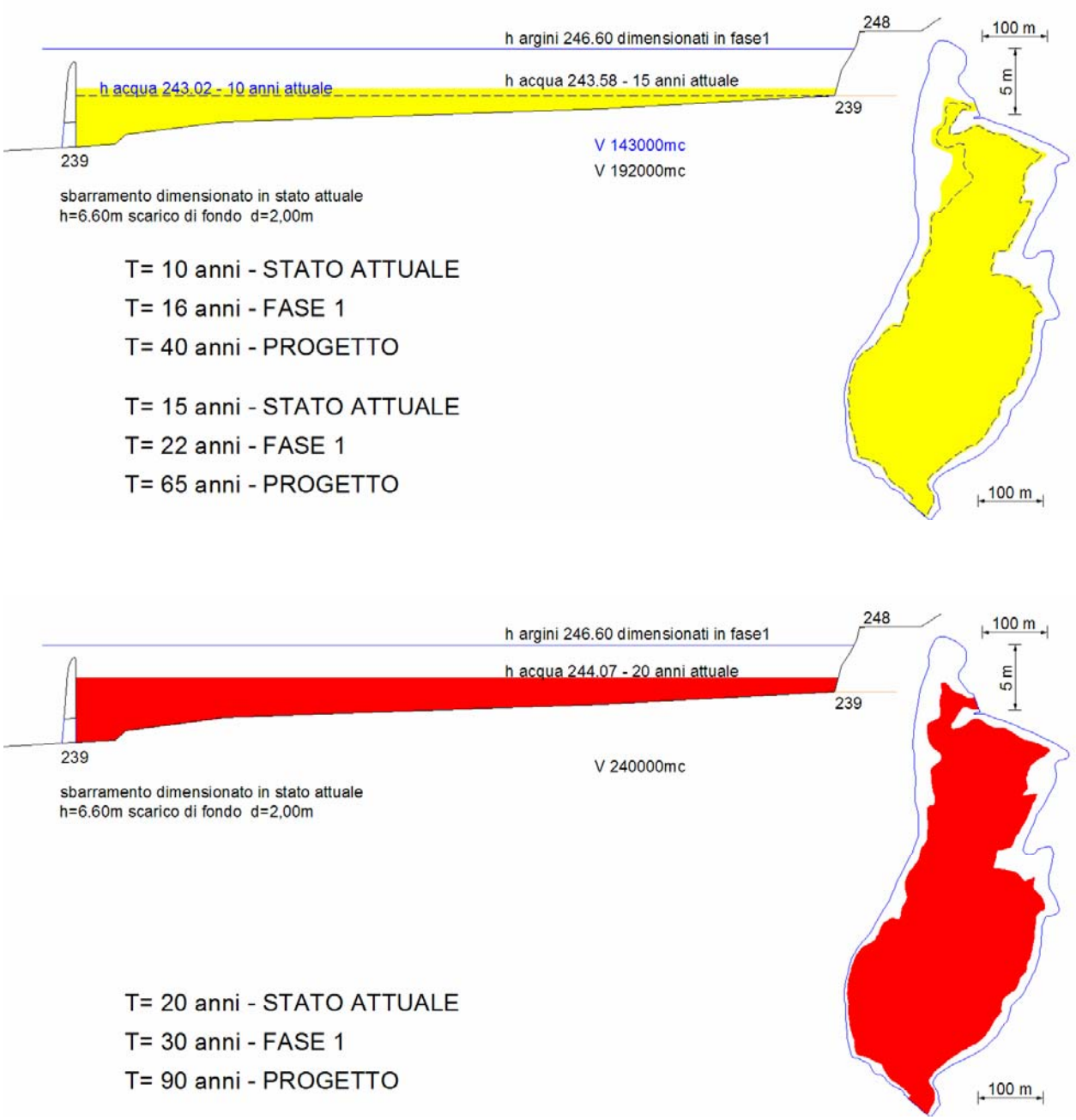


Figura 5.78 – Scenario S2 In linea – Area umida e attuale agricoltura - Sequenza degli allagamenti

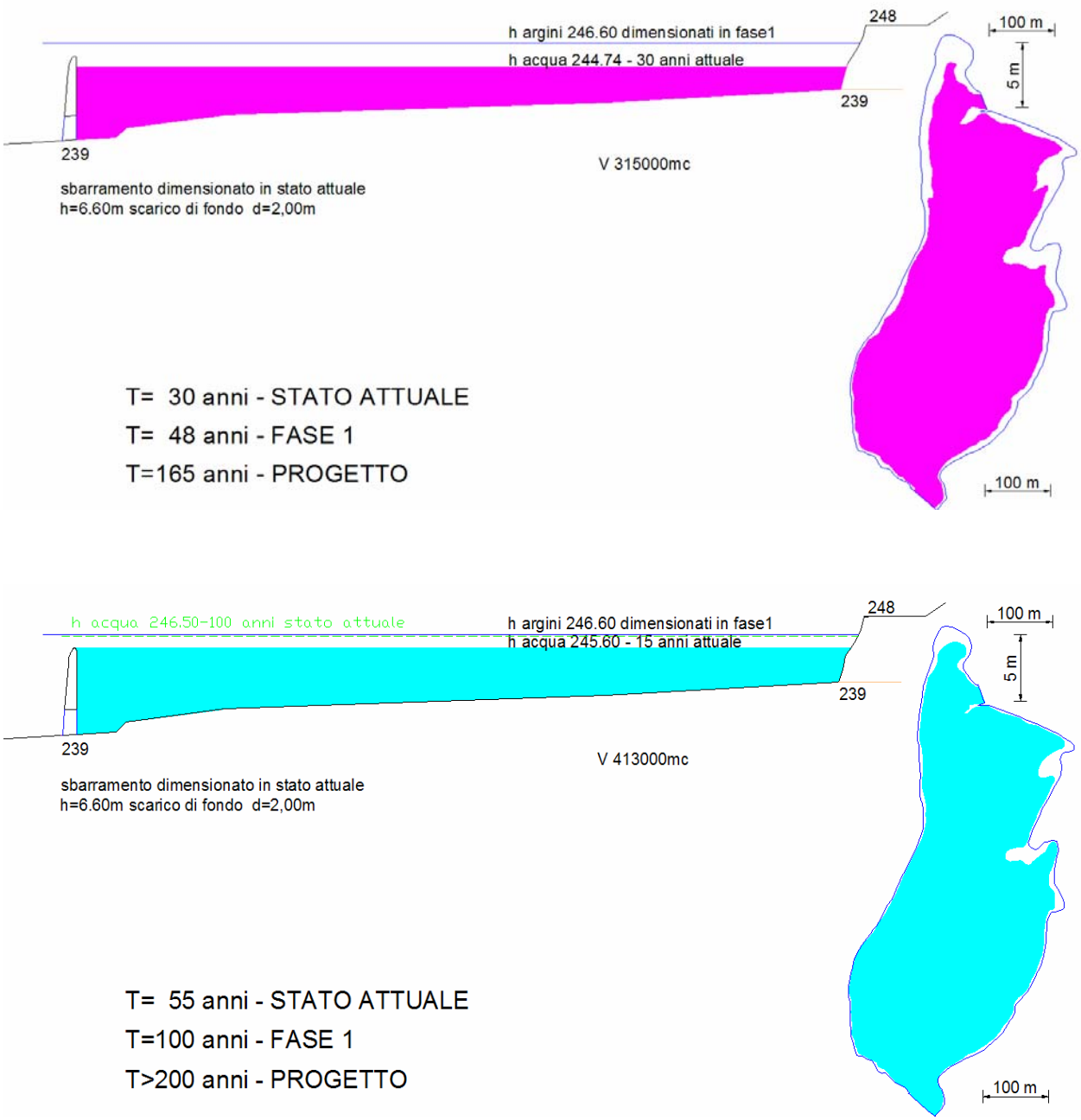


Figura 5.79 – Scenario S2 In linea – Area umida e attuale agricoltura - Sequenza degli allagamenti

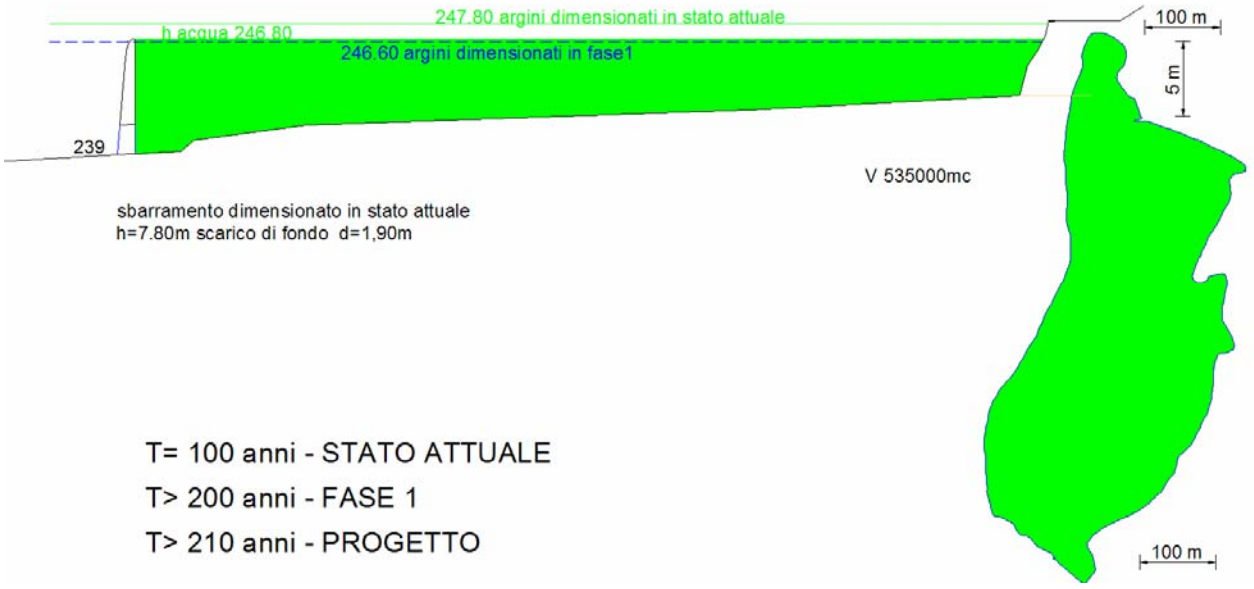


Figura 5.80 – Scenario S2 In linea – Area umida e attuale agricoltura - Sequenza degli allagamenti

Figura 5.81 – Agricoltura attuale nel parco del Lura

Figura 5.82 – Canneto, Parco delle Cave, Milano

5.5.6 Lo Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola

Figura 5.83 – Disegno del parco

In questo scenario si propone un parco articolato in due tipi di ambiente: un ambiente umido, interno alla vasca in linea, che produce un miglioramento della qualità dell'acqua e un incremento della biodiversità, e un ambiente secco, interno alle due vasche fuori linea che mantiene l'attuale produzione agricola.

5.5.6.1 S3 - Laminazione

La configurazione mista è costituita da una vasca in linea e da due vasche posizionate sulla riva destra. La parte in linea è formata da un unico bacino che si viene a creare a monte di uno sbarramento e che invasa volumi d'acqua con livelli più o meno elevati a seconda della rarità dell'evento di pioggia che causa la piena e in funzione del numero di vasche costruite a monte dell'intervento di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca. In questo scenario la portata di attivazione delle vasche fuori linea si è alzata fino a Q_{alta}=35m³/s per cui vengono invasati in linea tutti gli eventi di T≤15 anni allo stato attuale, ovvero senza vasche costruite a monte (v. Tav. 12a).
Gli argini interni al comparto fuori linea (3+4) sono stati alzati in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte prima di impegnare quello di valle che inizia ad essere allagato per eventi di tempo di ritorno maggiore di 30 anni (Figura 5.89e Figura 5.90) Come nello scenario precedente la vasca in linea inizia ad invasare acqua a monte dello sbarramento per portate molto inferiori alla soglia "nominale" usata nell'ipotesi di laminazione ottimale. Infatti, a parità di portata massima lasciata defluire a valle (Qv,max=22m³/s), richiede un volume d'invaso maggiore per eventi di basso tempo di ritorno, ovvero in quelle situazioni che più si discostano da quella di dimensionamento (100 anni in FASE1). Questo accade perché, per garantire che in tale evento la portata massima lasciata defluire a valle dello sbarramento non superi la capacità di convogliamento di Saronno, la bocca a battente non regolata che costituisce lo scarico a valle deve essere progettata con un diametro limitato, tanto più piccolo quanto maggiore è il livello massimo di progetto previsto a monte dello sbarramento. Sono stati valutati gli allagamenti in termini di occupazione di suolo e altezza d'acqua secondo tempi di ritorno sino a 30 anni e di dimensionamento (100 anni in FASE1), considerando in fine quale variazione di altezza degli argini sarebbe necessaria per dimensionare le vasche in modo da rispondere ad un evento di piena di 100 anni di tempo di ritorno già in stato attuale, senza vasche di laminazione costruite a monte (Figura 5.91).

5.5.6.2 S3 – Prelievo

L'ambito di laminazione e prelievo coincidono nella parte in linea del sistema misto dove si concentrano gli allagamenti con tempo di ritorno sino a 15 anni che arrivano a 55 anni quando fossero realizzate tutte le vasche a monte. In questo modo si controlla l'allagamento dovuto alle piene in relazione agli usi del territorio che vengono introdotti o mantenuti. Da una parte l'allagamento in linea è da subito concorde con la presenza d'acqua necessaria ad un ambiente umido e a completa realizzazione del progetto delle vasche di laminazione lungo l'asta del torrente si riducono i rischi di distruzione dell'ambiente dovuti all'impatto con la velocità della massa d'acqua delle piene. Dall'altra i territori mantenuti all'attuale produzione agricola sono preservati dall'allagamento per tempi di ritorno crescente e vedono controllato, e in seguito ridotto nel tempo, il vincolo di servitù idraulica a cui sono soggetti.
L'articolazione degli ambienti umidi presenti all'interno della vasca in linea si attiva in funzione del variare del livello idrico e della relativa modellazione del suolo sul fondo della vasca. Tanto maggiore è il numero di tipi di ambienti umidi che si riesce a produrre tanto più si ottiene un incremento della biodiversità. La diversificazione degli ambienti umidi a cui corrispondono specie animali e vegetali differenti, è associata all'altezza e alla dinamica dell'acqua (Figura 5.93 e Figura 5.94) Sono stati individuati tre tipi di ambienti associati alla dinamica dell'acqua, ognuno caratterizzato da una altezza d'acqua: lo spaglio in linea, i laghi impermeabili a lento rilascio e il prato umido con pozze per anfibi (da Figura 5.95 a Figura 5.100)
Alla produzione di biodiversità si associa un miglioramento della qualità dell'acqua ottenuto per fitodepurazione ma il suo rendimento è maggiore in condizioni di massima concentrazione di inquinanti e dunque in relazione alle basse portate. In particolare le portate presenti nello spaglio in linea sono caratterizzate da concentrazioni di inquinanti molto elevate per cui questo ambiente è associato ai più alti rendimenti di fitodepurazione. La larghezza della zona per spaglio in linea deve garantire un minimo livello dell'acqua tenendo presente che raddoppiando la larghezza il livello diventa circa un terzo. Calibrando adeguatamente la dimensione dell'allargamento della sezione si può ottenere che lo spaglio in linea sia sempre attivo in quanto le portate corrispondenti sono garantite dai rilasci minimi degli effluenti e dagli impianti di depurazione.Per valori di portata poco più elevati (secondo valori da stabilire in una fase di progetto di dettaglio) si attivano i laghi impermeabili a lento rilascio che comunicano col corso del torrente tramite opportuni canaletti di alimentazione e scarico. Questi invasi presentano un fondo a quota inferiore rispetto al

fondo Lura in modo da mantenere un livello interno variabile da un minimo di 40 cm sino a circa 2 metri. A questi livelli d'acqua si associano colonizzazioni vegetali differenti: fino a 40 cm ad esempio possono essere presenti carici e giunchi, fino a 70 cm typhe e fragmiti, fino a 2 m ninfee e lenticchie d'acqua. Questi ambienti si attivano tutto l'anno, con portate derivate variabili (Figura 5.26). L'altimetria degli argini che delimitano la zona per spaglio in linea stabilisce l'attivazione del prato umido per innalzamento del livello idrico al di sopra della loro quota. L'altezza d'acqua corrispondente, da 0 a 20 cm circa sulla superficie del prato umido, consente l'insediamento di specie vegetali diverse, ad esempio giunchi, carici, la plipendula ulmaria, l'equiseto, ecc… In occasione del verificarsi dell'attivazione del prato umido si alimentano anche le pozze, piccole depressioni non direttamente comunicanti col torrente, che in genere vengono colonizzati da diverse specie di anfibi.

5.5.6.3 Confronto tra gli ambiti di allagamento e usi del territorio – Sequenza degli allagamenti

L'associazione tra uso del territorio e sequenza degli allagamenti crea una completa coincidenza tra funzione di parco e protezione idraulica, in quanto l'intero ambito in linea, soggetto agli allagamenti frequenti, ospita una funzione di parco possibile per la costante presenza dell'acqua ed è in grado di proteggere gli ambiti mantenuti alla attuale produzione agricola per lunghi tempi di ritorno crescenti con la costruzione delle vasche a monte.

Figura 5.84 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.85 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

Figura 5.86 – Area umida, Parco delle Cave, Milano

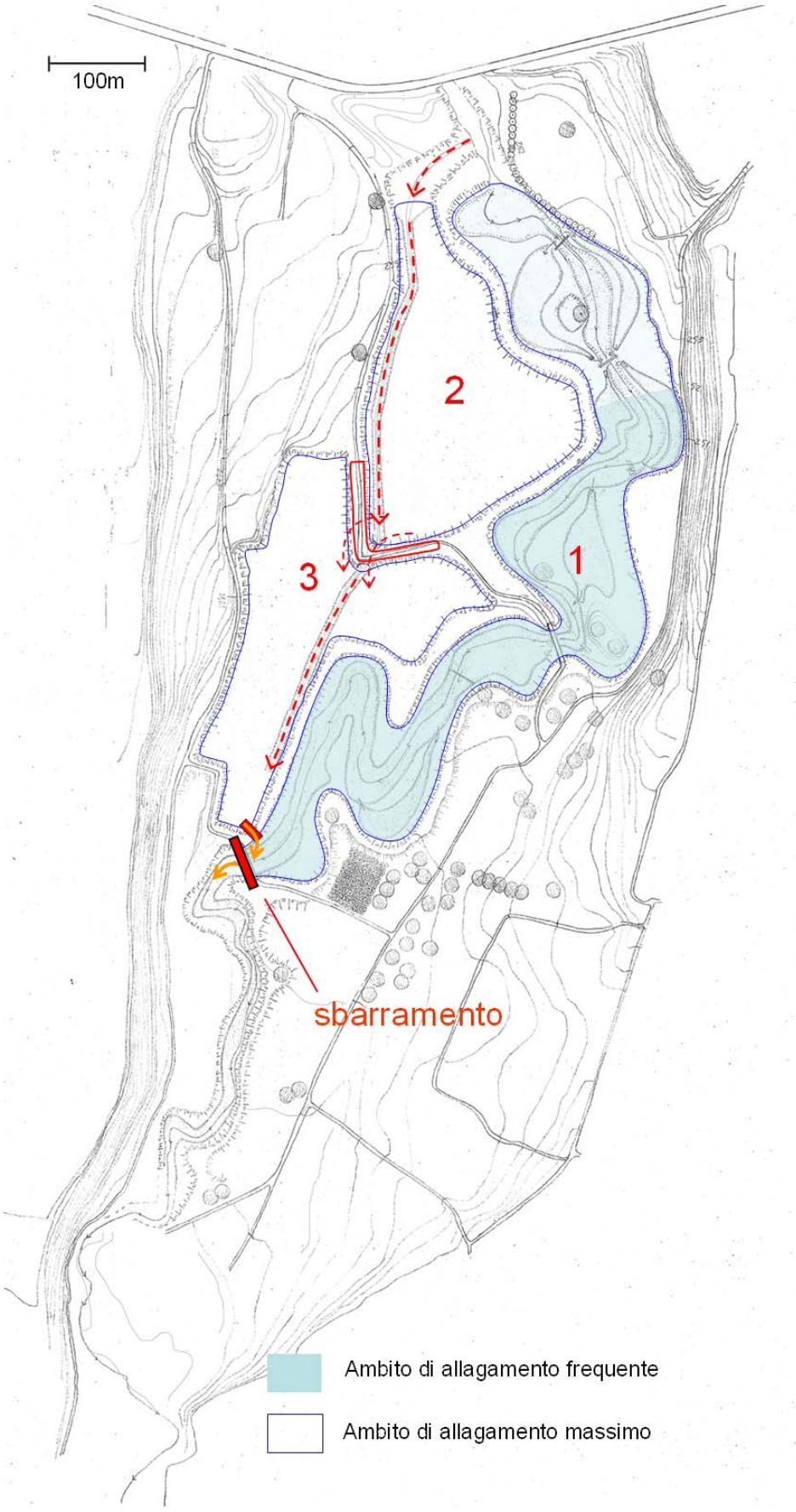


Figura 5.87 – Scenario S3 Misto – Area umida e attuale agricoltura – Ambiti di allagamento

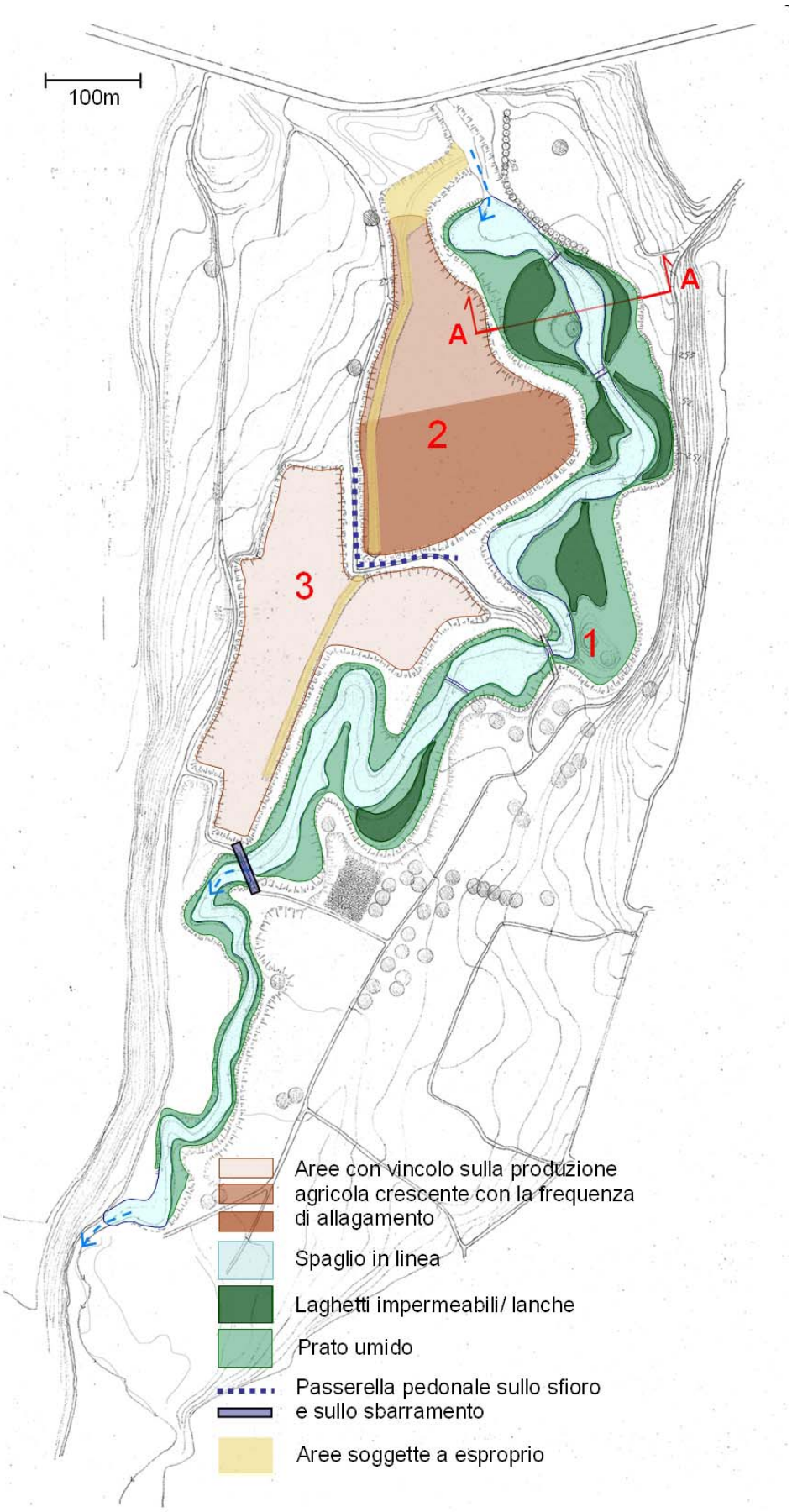


Figura 5.88 – Scenario S3 Misto – Area umida e attuale agricoltura – Usi del territorio

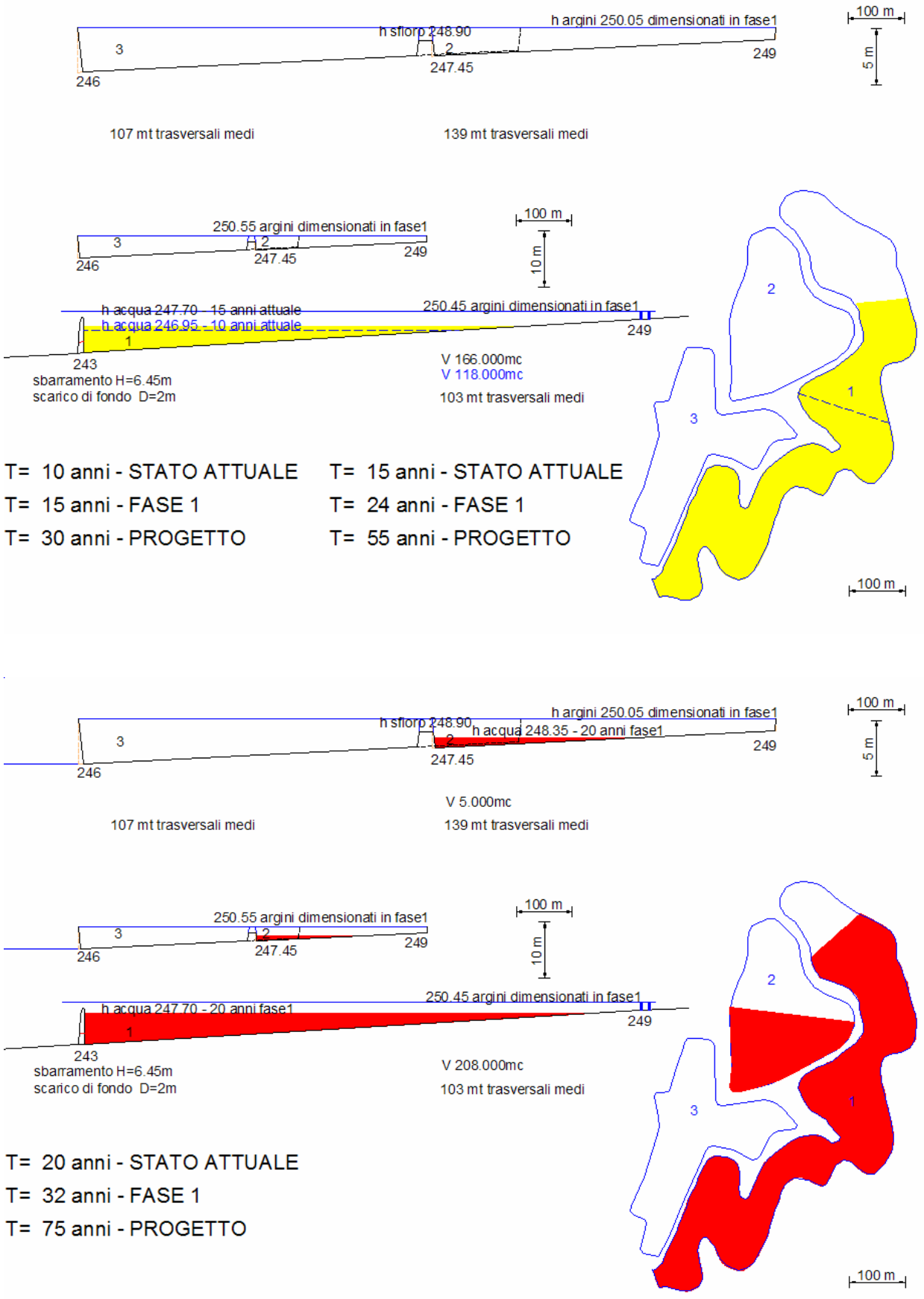


Figura 5.89 – Scenario S3 Misto – Area umida e attuale agricoltura – Sequenza degli allagamenti

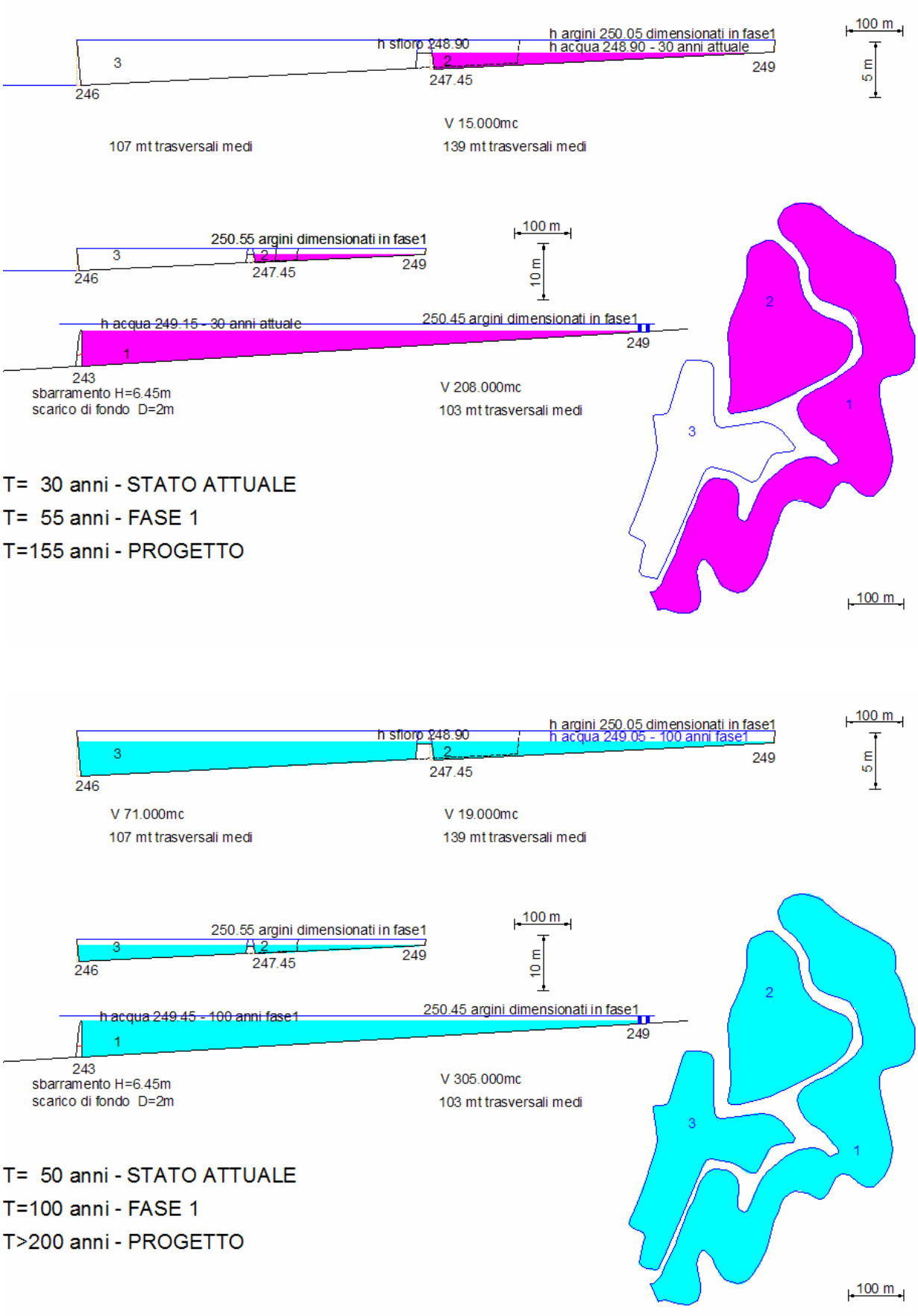


Figura 5.90 – Scenario S3 Misto – Area umida e attuale agricoltura – Sequenza degli allagamenti

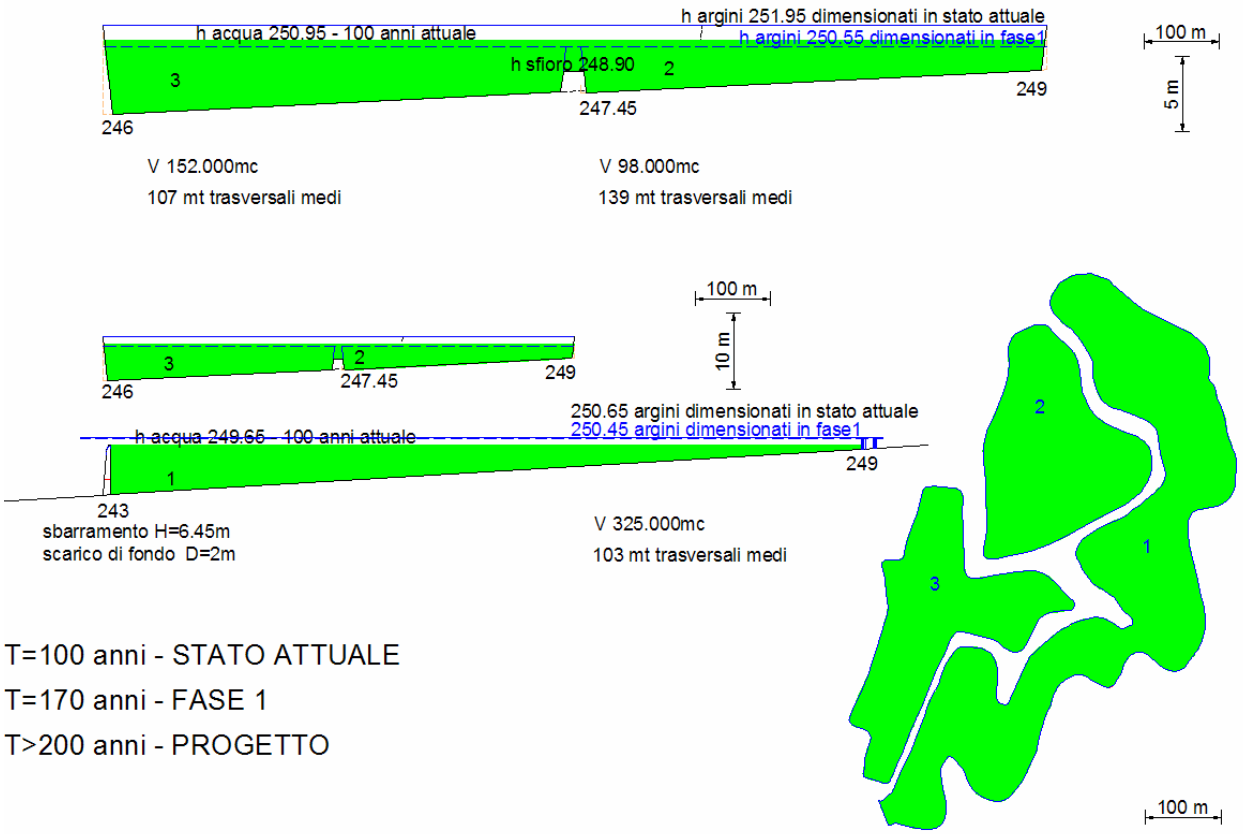


Figura 5.91 – Scenario S3 Misto – Area umida e attuale agricoltura – Dimensionamento delle vasche per rispondere in stato attuale all’evento di pioggia con tempo di ritorno di 100 anni.

Figura 5.92 – Area umida

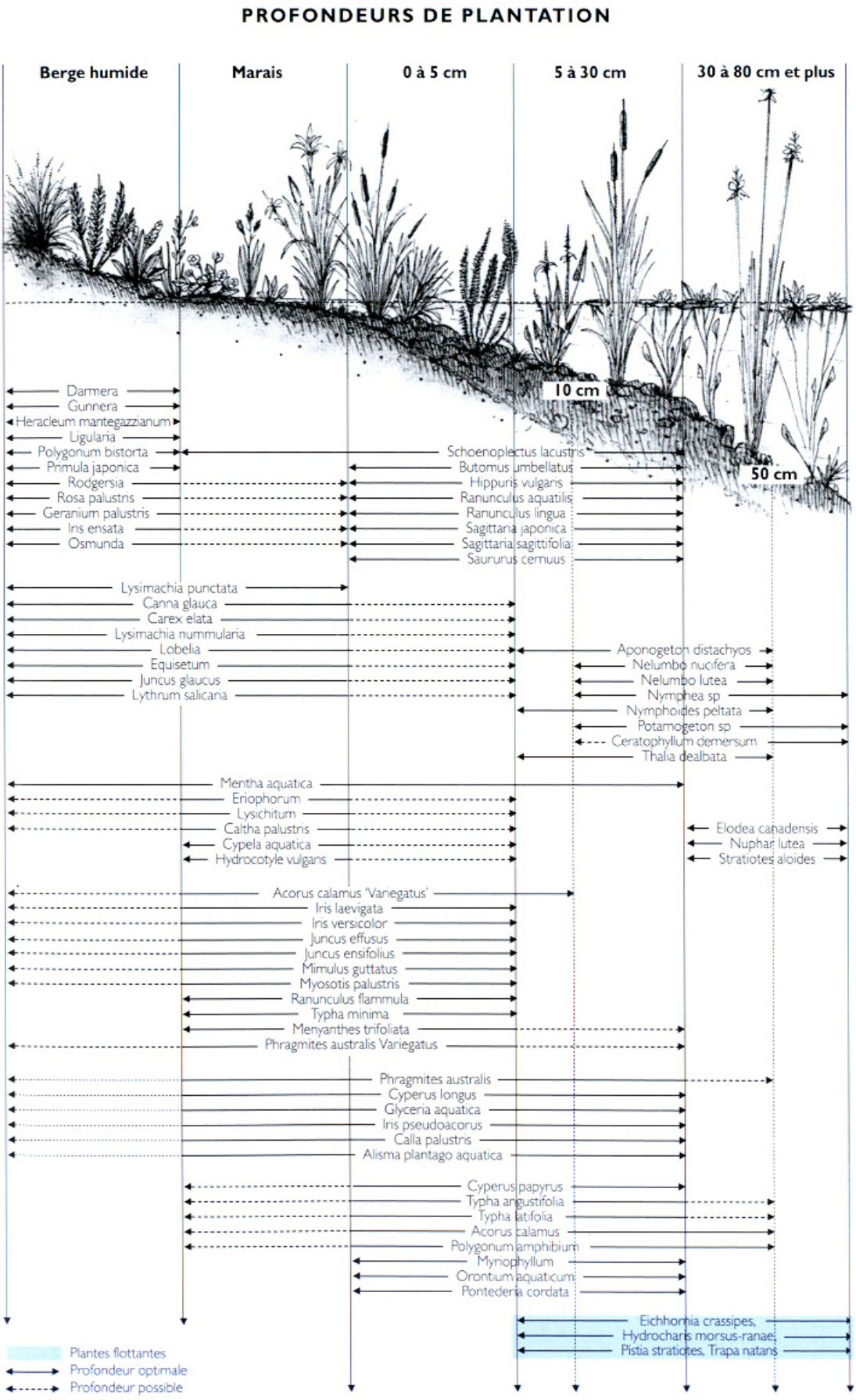


Figura 5.93 – Specie vegetali acquatiche, insediamento in relazione all’altezza d’acqua.

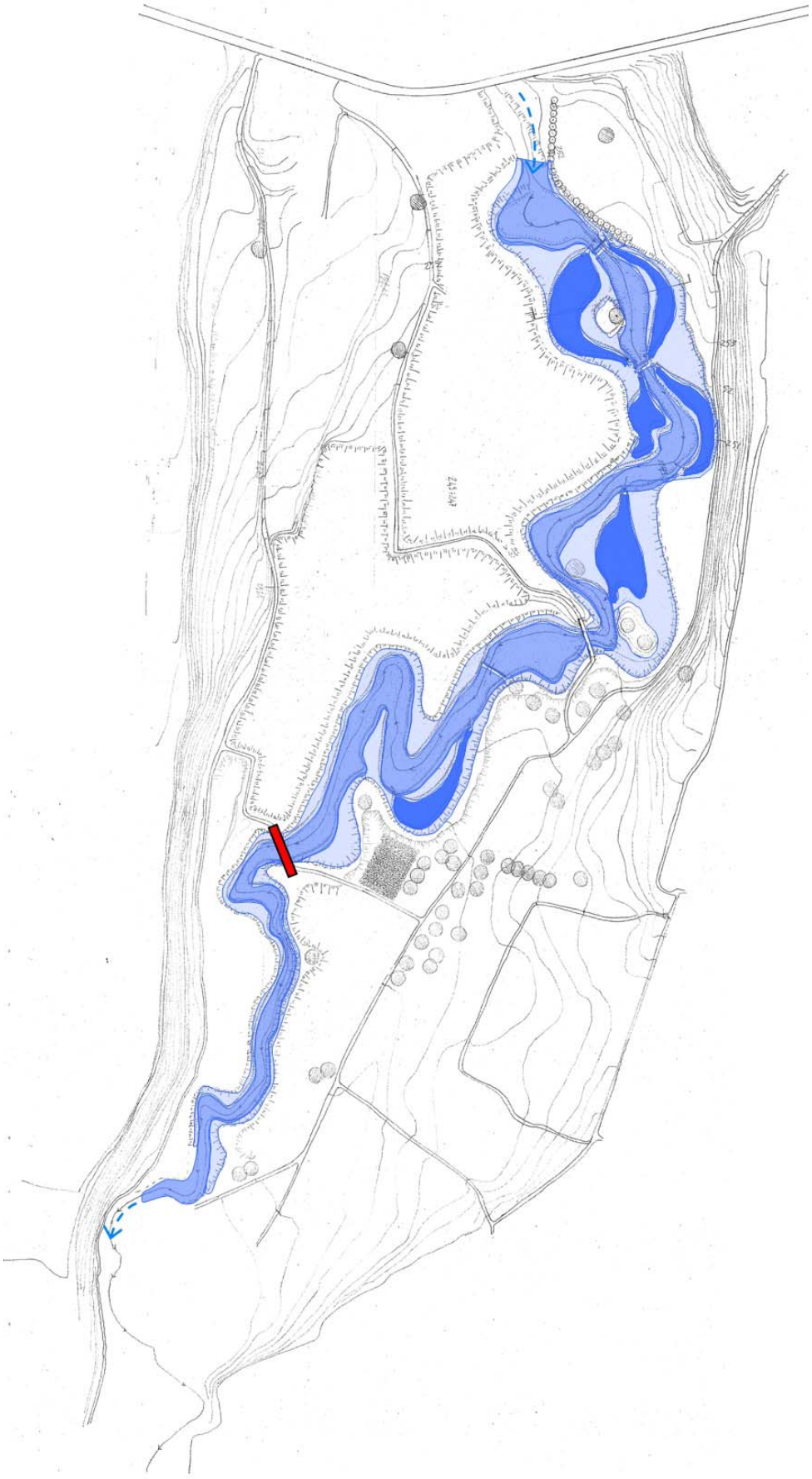


Figura 5.94 – I diversi ambienti umidi si attivano in relazione alle portate del torrente e ai corrispondenti livelli d’acqua

Figura 5.95 – Spaglio in linea

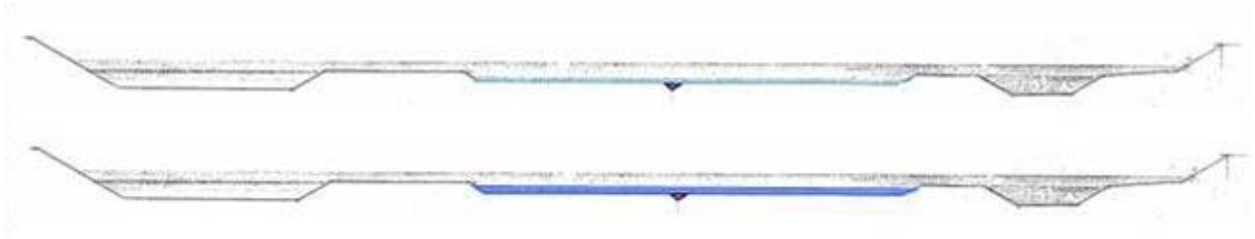


Figura 5.96 – Sezione A-A (v. Fig.80) – Schema di altezza d’acqua di attivazione dell’ambiente umido associato allo spaglio in linea e sua localizzazione

Figura 5.97 – Lanche a lento rilascio

Figura 5.98 – Sezione A-A (v. Fig.80) – Schema di altezza d’acqua di attivazione dell’ambiente umido associato alle vasche a lento rilascio e loro localizzazione

Figura 5.99 – Prato umido con pozze per anfibi

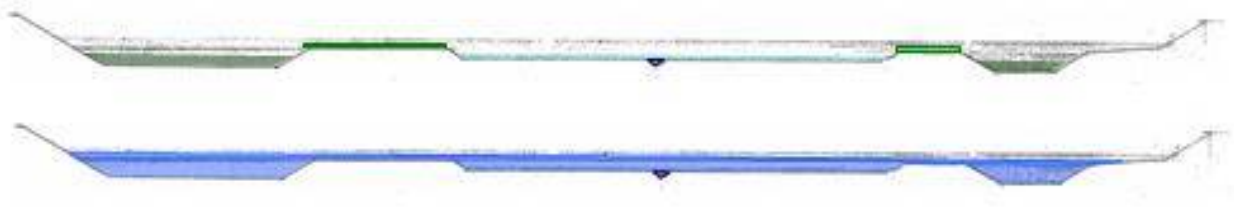


Figura 5.100 – Sezione A-A (v. Fig.80) – Schema di altezza d’acqua di attivazione dell’ambiente associato al prato umido e sua localizzazione

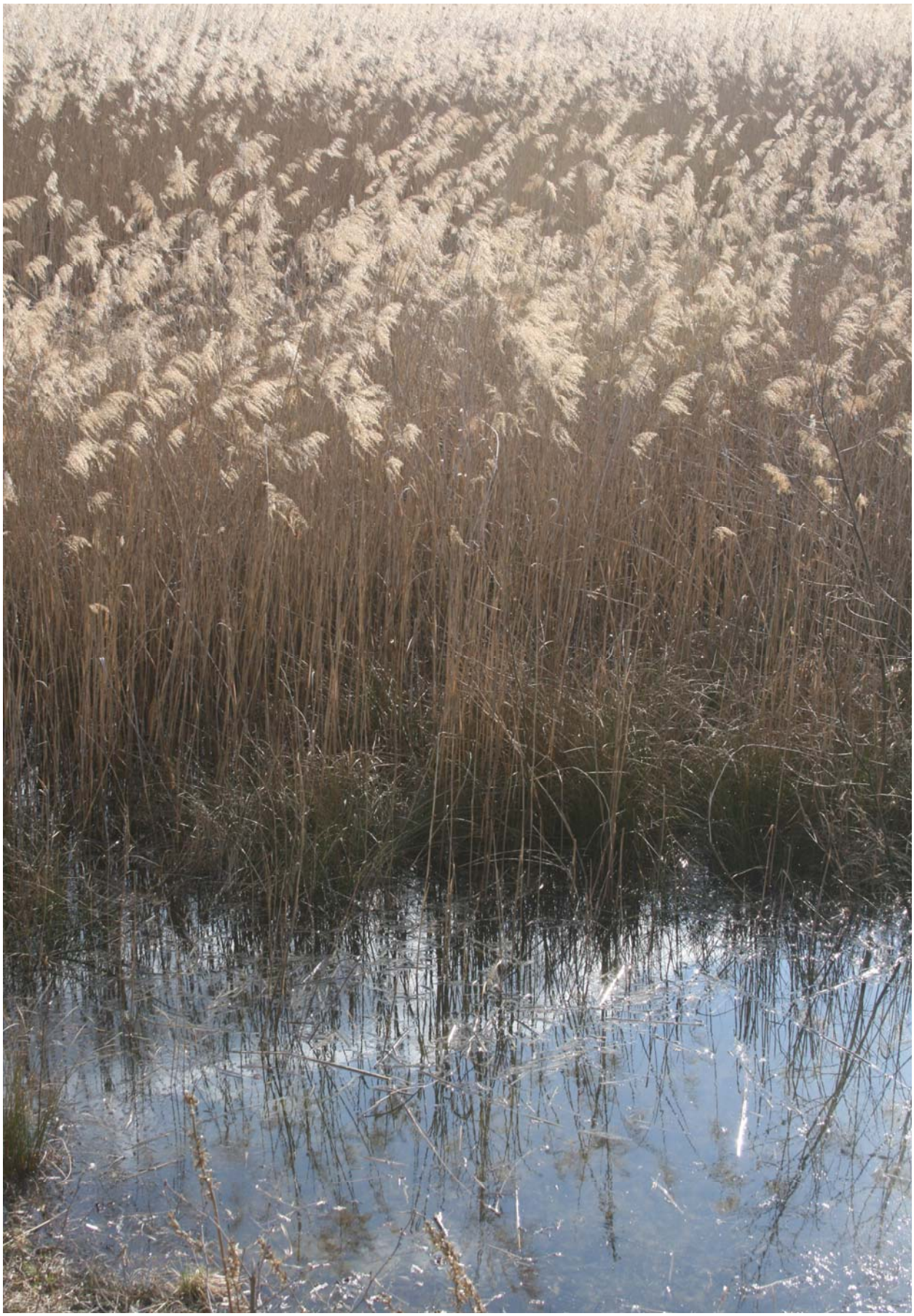


Figura 5.101 – Canneto, Lago Maggiore

5.6 CONCLUSIONI RIASSUNTIVE

Abbiamo definito *idropaesaggi* le configurazioni dinamiche connesse alla costruzione integrata di una infrastruttura idraulica di laminazione fluviale e di un parco.

La possibilità di costruire *idropaesaggi* è stata verificata attraverso lo studio di scenari che associano usi del territorio e sequenze di allagamento nelle diverse modalità di laminazione fluviale, in linea, fuori linea e mista.

Possiamo riassumere nei punti seguenti il metodo di costruzione di un *idropaesaggio* che necessita, per sua stessa natura, di una progettazione interdisciplinare condotta e gestita nel tempo:

- le modalità di laminazione, le sequenze di allagamento e i manufatti idraulici corrispondenti, vengono definiti in relazione ad un programma funzionale di parco costruito sulla presenza e il riutilizzo dell'acqua.
- alla laminazione fluviale viene associato il prelievo in modo da fasare la disponibilità di acqua necessaria alla vita animale e vegetale degli ambienti e/o dalle attività produttive introdotte in funzione della disponibilità d'acqua e della frequenza statistica degli allagamenti
- in corrispondenza degli ambiti di allagamento frequente vengono introdotti usi del territorio che sono, non solo compatibili, ma piuttosto favoriti dalla laminazione idraulica (principalmente creazione di ambienti umidi per produzione di biodiversità e per fitodepurazione, costruzione di vasche di accumulo per riutilizzo in agricoltura) cosicché l'allagamento dovuto alle esondazioni sia integrato nella struttura stessa del parco.
- il funzionamento idraulico di laminazione viene progettato cercando di sfruttare al massimo la capienza di allagamento di una vasca prima di impegnare la vasca successiva così da risparmiare l'impegno del territorio in relazione agli usi insediati.
- i manufatti idraulici necessari a garantire l'efficacia della laminazione fluviale vengono resi attivi e funzionanti non solo nel momento dell'evento di piena ma anche nella continuità della vita del parco. Essi sono utilizzati, con le opportune integrazioni, per il prelievo dell'acqua necessaria allo specifico programma funzionale del parco (canali, vasche, soglie di laminazione), e possono essere compresi nel sistema dei percorsi pedonali e ciclabili (ponticanali e sbarramenti resi percorribili).
- i movimenti di terra legati alla formazione degli argini e degli invasi di laminazione, possono costituire l'occasione per introdurre funzioni e usi che approfittano dell'inserimento di dislivelli e pendenze nella conformazione del suolo (costruzione di nidi per specie di uccelli fossarie, costruzione di palestre di mountain bike, di pareti per rampicata, di platee per manifestazioni occasionali, ecc.).
- alla gestione della quantità dell'acqua per laminazione e prelievo viene associato il trattamento della qualita' dell'acqua in funzione del suo riutilizzo e di un miglioramento della qualità ambientale (impianti di fitodepurazione e vasche di prima pioggia urbana).

Insieme alla descrizione delle strategie e degli elementi più generali su cui sì fonda la progettazione di un *idropaesaggio*, vanno considerati gli aspetti legati alle peculiarità del territorio interessato dalla costruzione di una infrastruttura idraulica: le sue caratteristiche altimetriche, le preesistenze in termini di manufatti, di attività insediate, di presenze vegetali e animali.

Una infrastruttura idraulica che sia in grado di gestire le trasformazioni temporanee del parco, dovute alla laminazione, e le sue configurazioni permanenti, dovute al prelievo, diventa parte integrante del territorio che la ospita e costituisce l'elemento di strutturazione di un nuovo paesaggio.

In questo modo la servitù idraulica di laminazione, non costituisce un vincolo da indennizzare bensì una opportunità di trasformazione positiva; essa diventa l'occasione per un miglioramento della qualità ambientale e delle attività produttive insediate oltre che per una maggiore articolazione della fruizione del parco.

Certo è che un tale obiettivo, non può essere raggiunto attraverso una progettazione limitata alla sua fase di ideazione ma si deve produrre un processo continuo e condiviso, assunto dalle comunità insediate e dall'Ente Parco, in grado di gestire e condurre nel tempo le trasformazioni dinamiche caratteristiche di un *idropaesaggio*.

Anche la valutazione economica degli investimenti necessari alla realizzazione richiede di prendere in considerazione il fattore tempo in quanto i benefici ambientali e le ricadute produttive della nuova configurazione non possono avere esiti immediati.

Figura 5.102 – Attività di partecipazione con i portatori di interesse locale del parco del Lura

5.7 GLOSSARIO

Acque reflue domestiche – "acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche." (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pag.91, Geva edizioni, Roma, 2003)

Acque reflue – "qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento." (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pag.91, Geva edizioni, Roma, 2003)

Acque reflue urbane – "acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali, ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate e provenienti da agglomerato" (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pag.91, Geva edizioni, Roma, 2003)

Adacquamento – apporto idrico, a fini irrigui, verso una zona coltivata.

Agricoltura urbana – attività agricola che si affianca a quella urbana per costruire un nuovo ambiente denominato campagna urbana (tratto da Lotus Navigator 05 pag.81);

"Utilizzato nei paesi in via di sviluppo, il concetto di *urban agricultur* designa tutte le attività agricole intra e perturbane con finalità principalmente alimentari. Nei paesi sviluppati essa caratterizza quelle modalità di valorizzazione agricola che tengono conto della domanda economica, ecologica, sociale e culturale del mercato agricolo cittadino vicino ai luoghi di produzione. Questa domanda fa riferimento ai prodotti alimentari (circuiti brevi di commercializzazione, raccolta diretta nei campi, orti urbani), servizi pedagogici (visite alle fattorie), ecologici (riciclo dei rifiuti urbani, riciclo dell'aria, protezione delle aree di deflusso dell'acqua attraverso i prati), turistici (agriturismo e industria alberghiera) e ricreativi (tutela e valorizzazione dei paesaggi rurali, caccia, pesca, giardini privati, attività per il *loisir*)……..". (tratto da Pierre Donadieu, *Campagne urbane. Una nuova proposta di paesaggio della città*, pag.186, Donzelli editori, Roma, 2006

Ambiente – complesso degli elementi biotici e abiotici che attorniano un individuo o una specie e contribuiscono direttamente alla loro sopravvivenza, per estensione, complesso degli elementi oggettivi (qualità dell'aria, qualità dell'acqua, inquinamento acustico, ecc.) che costituiscono l'ambito di vita di un individuo o di un gruppo. (tratto da Lotus Navigator 05 pag.82)

Ambiente umido – vedi Wetland (area umida).

Autorità di Bacino - ente, costituito da Stato e Regioni, operante sui bacini idrografici, considerati come sistemi unitari, in conformità agli obiettivi di legge (dalla L. 183/89 al D.Lgs. 152/2006). Il bacino idrografico è l'ambito ottimale per azioni di difesa del suolo, del sottosuolo e delle acque e l'Autorità di bacino è l'ente istituito per consentire interventi di pianificazione integrata a scala di bacino. La sua finalità generale è la tutela ambientale dell' intero bacino idrografico, atraverso opportuni Piani, secondo i seguenti obiettivi: difesa idrogeologica e della rete idrografica, tutela della qualità dei corpi idrici, razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche, regolamentazione dell'uso del territorio.

Biodiversità - insieme di tutte le forme, animali o vegetali, geneticamente dissimili presenti in un dato ambiente e degli ecosistemi ad essi correlati. Il termine biodiversità implica sia la variabilità genetica che funzionale.

Biomassa – in generale, quantità di materia vivente (dai batteri alle piante agli animali) che si trova in un determinato volume d'acqua o di terreno. Recentemente, con il termine "produzione di biomassa" si è cominciata a intendere la coltivazione di materiali legnosi o comunque vegetali destinati alla produzione di energia per combustione (*caldaie a biomassa*).

Bocca a battente - tubazione che consente lo scarico delle acque e quindi lo svuotamento sia delle vasche di laminazione in linea (nello sbarramento di valle), sia delle vasche di laminazione fuori linea (attraverso l'argine perimetrale). Nelle vasche fuori linea può essere associato a un clapet, saracinesca che resta chiusa dalla pressione esterna dell'acqua e non consente lo svuotamento delle vasche finché la piena nel corso d'acqua non è finita e i livelli nel fiume non sono tornati bassi.

Deflusso minimo vitale – Deflusso minimo presente nell'alveo di un corso d'acqua atto a garantire l'integrità e la funzionalità dell'ecosistema fluviale.

Destra idraulica - riva di un corso d'acqua che si trova a destra di un osservatore posto di spalle alla sorgente e rivolto verso la foce

Efficienza idraulica - entità della riduzione delle portate al colmo di piena nel corso d'acqua grazie all'inserimento di vasche di laminazione. Si calcola come rapporto tra la massima portata in arrivo da monte e la portata lasciata defluire a valle delle vasche stesse ($Q_{monte,max}$/ $Q_{valle,max}$).

Esondazione - uscita delle acque fluviali dall'alveo per l'aumento di livello, con conseguente allagamento di zone usualmente non interessate dal passaggio della corrente, in occasione degli eventi di piena.

Fitodepurazione – depurazione di acque reflue, o comunque alterate, per mezzo di piante, normalmente palustri, che formano un ecosistema in grado di metabolizzare varie sostanze inquinanti.

Fitodepurazione a flusso superficiale (FWS) – depurazione di acque reflue trattate con impianti costituiti da "bacini poco profondi (poche decine di cm), impermeabilizzati (con argille o HPDE) con un substrato (sabbia, ghiaia, pietrisco) in cui radica la vegetazione e con strutture idrauliche che controllano i livelli e che mantengono l'area allagata, il refluo scorre in superficie, ed è quindi esposto all'atmosfera.

In genere le piante utilizzate sono quelle emergenti, come le canna di palude (Phragmites australis), la stiancia (Typha latifoglia) e il giunco (Scirpus lacustris)", per la parte vicina alle rive, e quelle flottanti, quali la lenticchia d'acqua (Lemna minor) e il giacinto d'acqua (Eichhornia crassipes), per la parte centrale più profonda. La superficie richiesta per il trattamento è maggiore di quella utile agli altri sistemi di trattamento di fitodepurazione a parità di rendimento. (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pag.15, Geva edizioni, Roma, 2003)

Fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale (SFS-H) - depurazione di acque reflue trattate con impianti costituiti da "bacini impermeabilizzati, riempiti con un substrato di materiale inerte, sono progettati affinché il livello dell'acqua rimanga sempre al di sotto della superficie dell'inerte. Il flusso del refluo scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza. Le macrofite generalmente utilizzate sono la Thypha, la Phragmites e lo Scirpus. Queste specie crescono formando un denso intreccio di radici e rizomi che concorrono a determinare le caratteristiche idrauliche della vasca. I reflui durante il passaggio attraverso il substrato, sono soggetti a due dinamiche: un meccanismo di filtrazione effettuato dal materiale di riempimento e un meccanismo di rimozione attraverso la rizosfera delle macrofite, dove la materia organica viene decomposta dalla azione microbica, l'azoto viene denitrificato, se in presenza di sufficiente contenuto organico e di zone atossiche, il fosforo ed i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento. ……." (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pagg.15-16, Geva edizioni, Roma, 2003)

Fitodepurazione a flusso sub-superficiale verticale (SFS-V) - depurazione di acque reflue trattate con impianti del tutto simili a quelli a flusso sub-superficiale orizzontale. "La differenza consiste nel fatto che il refluo da trattare scorre verticalmente nel materiale di riempimento (percolazione) e viene immesso nelle vasche con carico alternato discontinuo (reattori batch), mentre nei sistemi SFS-H si ha un flusso a pistone (plug flow), con alimentazione continua. …..Il materiale di riempimento, contrariamente ai sistemi SFS-H, viene posato a strati con granulometria crescente dall'alto verso il basso (dalla sabbia fino alla ghiaia grossolana). ……La specie vegetale prevalentemente impiegata è la canna palustre (Phragmites australis) che ha radici robuste in grado di mantenere stabile e ben aerato il letto." (tratto da Nicola Grillo, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, pag.16, Geva ed., Roma, 2003)

Frequenza statistica - numero medio in senso statistico di occorrenze di un certo evento nel periodo di riferimento (ad esempio numero di eventi all'anno). Può essere indicata anche in termini di tempo di ritorno che ne è il reciproco (F=1/T).

Fuori linea - modalità di inserimento di vasche lateralmente al corso d'acqua/condotto fognario con opera di presa e scarico separati.

Habitat - luogo le cui caratteristiche fisiche (o abiotiche), e quelle biotiche possono permettere ad una data specie di vivere e svilupparsi.

Idrogramma - andamento delle portate nel tempo (grafico Q(t) misurato o simulato con modelli matematici).
Impatto ambientale - insieme degli effetti causati da un evento, un'azione o un comportamento sull'ambiente nel suo complesso (non necessariamente ambiente naturale).
Impianto di depurazione – impianto in cui attraverso processi chimici, fisici e/o biologici si trasformano e si rimuovono sostanze contaminanti, riducendone la tossicità e il potere inquinante, dall'acqua.
Inquinante – sostanza in grado, ad una data concentrazione, di sortire un effetto negativo (diretto o indiretto) sull'ambiente in cui è immessa.
Infrastruttura - insieme di elementi strutturati in modo che uniti formino una struttura funzionante per uno scopo preciso. In ingegneria è uno degli elementi o l'insieme degli elementi che vanno a strutturare un ambiente costruito per adeguarlo a particolari esigenze dell'uomo (ad es. strade, autostrade, ferrovie e canali; le opere a rete per il trasporto dei materiali energetici, di comunicazione, vitali come gli acquedotti, di scarico come le fognature).
In linea - modalità di inserimento di vasche trasversalmente al corso d'acqua/condotto fognario con opera di presa e scarico nello stesso manufatto di sbarramento.
Laminazione - processo di riduzione delle portate di piena attraverso l'accumulo temporaneo di parte del volume idrico; tale fenomeno di invaso/allagamento può essere naturale (e quindi incontrollato) o indotto artificialmente (e quindi controllabile) con la costruzione di vasche di laminazione.
Manufatto idraulico - complesso di elementi strutturali atti a svolgere una certa funzione idraulica (es. scaricatore, soglia di un'opera di presa, vasca di laminazione…).
Mista - modalità di inserimento di vasche composto da una parte localizzata trasversalmente e una parte localizzata lateralmente al corso d'acqua/condotto fognario.
Opera di presa - manufatto idraulico che consente l'ingresso delle acque nelle vasche di laminazione fuori linea. In genere è costituita da una soglia sfiorante, ovvero da un rilassamento arginale.
Paesaggio - "Il termine paesaggio nella accezione più corrente indica il settore di un territorio che la natura presenta all'osservatore....Il territorio appare carico di connotazioni culturali e, più in particolare, artistiche: è la natura vista attraverso lo sguardo umano, trasformata dall'azione e dall'occhio dell'uomo" Enciclopedia Einaudi;
- "un insieme organizzato di segni che rimandano ad elementi funzionali: le strade, le case, i campi coltivati, le fabbriche, i paesi, le città", Eugenio Turri, geografo, (1990);
- "la complessa combinazione di oggetti e fenomeni legati tra loro da mutui rapporti funzionali, oltre che da posizioni, sì da costituire una unità organica", Aldo Sestini;
- "Fare paesaggio in due modi: - inscrivendo il codice artistico nella materia del luogo, sul terreno, ovvero in situ, fare arte dei giardini, landscape, land art – in modo indiretto, ovvero in visu, agendo sullo sguardo collettivo, fornendo modelli di visione, schemi di percezione.", Alain Roger;
- "Elemento essenziale del benessere individuale e sociale, il paesaggio contribuisce allo sviluppo degli esseri umani e al consolidamento dell'identità europea…..Il paesaggio è definito come quella parte di territorio percepita dalle popolazioni, il cui carattere è la risultante di fattori naturali e/o umani e delle loro interrelazioni.. Il campo di applicazione della Convenzione è molto esteso…non concerne soltanto i paesaggi notevoli, ma anche i paesaggi ordinari del quotidiano e gli spazi degradati…Il paesaggio è ormai riconosciuto indipendentemente dal suo valore eccezionale, in quanto tutte le forme di paesaggio condizionano la qualità del quadro di vita dei cittadini e meritano di essere considerate all'interno delle politiche paesaggiste. Numerose zone rurali e in particolare periurbane, subiscono trasformazioni profonde e devono divenire oggetto di grande attenzione da parte delle autorità e del pubblico:" Convenzione europea del paesaggio (varata dal Consiglio d'Europa il 1/3/04)
Piena - aumento di livello nel corso d'acqua in seguito ad un incremento di portate e volumi nel corso d'acqua in occasione di piogge intense. Può causare esondazione e allagamenti.
Progettazione paesaggistica – proposito di assetto territoriale attento al divenire di un territorio per migliorarne l'abitabilità. (da Lotus Navigator 05 pag.96)
Portata - volume d'acqua transitante nell'unità di tempo in una certa sezione di un corso d'acqua (fiume, canale, condotta fognaria, tubazione…); si può misurare ad esempio in l/s o in m^3/s.
Pozze – Aree, all'interno di un corpo idrico, caratterizzate da profondità maggiore e velocità dell'acqua minore rispetto alla media. In tali aree la corrente, rallentando, favorisce l'accumulo di sedimento fine ed, eventualmente, lo sviluppo di comunità vegetali.
Prato umido – zona prativa caratterizzata dalla presenza continua o comunque frequente di acqua, che influenza le specie animali e vegetali presenti, nonché le dinamiche ecosistemiche del luogo.

Qualità dell'acqua – insieme delle caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche dell'acqua.
Regimentazione - attuazione di provvedimenti strutturali e non strutturali atti alla tutela idraulica del territorio dalle piene fluviali.
Rendimento della fitodepurazione – capacità di abbattere il carico inquinante per metro quadrato di impianto.
Sbarramento di valle - traversa o diga che occlude parzialmente la sezione in cui viene realizzata obbligando la corrente a passare solo dalla tubazione che costituisce lo scarico di fondo della vasca in linea che tale sbarramento chiude a valle.
Scolmatore/scaricatore di piena - manufatto per la ripartizione della portata in due parti, di cui una prosegue nell'alveo/condotto e la seconda viene deviata altrove (ad esempio, [nel corso d'acqua] per convogliare le piene nelle vasche di laminazione, [nella fognatura] per convogliare le piene nelle vasche di laminazione urbana o nelle vasche di prima pioggia o, se assenti, direttamente nel fiume).
Sezione di controllo - sezione di riferimento nel corso d'acqua, in cui si stimano le portate e i livelli, scelta perché rappresentativa delle condizioni di ingresso e/o uscita dalle vasche di laminazione.
Sicurezza idraulica - obiettivo di tutela del territorio dalle piene fluviale ottenuto attraverso opportuni interventi strutturali (es. vasche di laminazione) o non strutturali (es. preallarme e protezione civile).
Simbiotico – rapporto reciproco che si instaura tra due specie viventi e che porta a benefici per entrambi.
Sinistra idraulica - riva di un corso d'acqua che si trova a sinistra di un osservatore posto di spalle alla sorgente e rivolto verso la foce.
Spaglio – distribuzione dell'acqua su una superficie ampia che normalmente comporta una diminuzione della velocità della corrente e un aumento del tempo di permanenza.
"Tappo idraulico" - sezione o tratto di un corso d'acqua dotato di una limitata capacità di convogliamento, ovvero riesce a transitarvi solo una portata molto bassa rispetto alla grande portata in arrivo da monte. Ciò si può verificare in corrispondenza di sezioni ristrette o di ponti che interferiscono con la corrente del fiume in piena e possono causare allagamenti locali.
Tempo di media, morbida o portata di media - portata riscontrabile in un corso d'acqua nei periodi umidi, caratterizzati da precipitazioni che alimentano il deflusso.
Tempo di piena o portata di piena - portata riscontrabile in un corso d'acqua a seguito di eventi meteorologici intensi o eccezionali, tali da causare l'inondazione di aree perifluviali normalmente asciutte.
Tempo di ritorno - numero di intervalli di tempo che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi in cui viene raggiunto o superato il prefissato valore di soglia x della variabile aleatoria considerata. Per il problema in oggetto, esso è quindi definito come il numero di anni che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi di pioggia della stessa severità.
Tempo secco, portata di secco o magra – portata riscontrabile in un corso d'acqua nei periodi più asciutti dell'anno, in presenza di piovosità scarsa o nulla.
Tempo statistico - tempo medio tra due eventi con le stesse caratteristiche calcolato statisticamente da serie storiche di dati reali misurati.
Vasche di laminazione fluviale - invasi di rilevante volume che ricevono le acque provenienti dal fiume in piena durante gli eventi di pioggia intensi; tali vasche trattengono l'acqua temporaneamente al loro interno per poi restituirla al corso d'acqua a fine evento. Hanno principalmente una funzione quantitativa, ovvero di riduzione delle portate fluviali.
Vasche di laminazione urbana - invasi di volume maggiore rispetto alle vasche urbane di prima pioggia, ricevono le acque provenienti dalla fognatura in piena durante gli eventi di pioggia intensi; tali vasche trattengono l'acqua temporaneamente al loro interno per poi restituirla al corso d'acqua a fine evento. Hanno principalmente una funzione quantitativa, ovvero di riduzione delle portate in fognatura.
Vasche urbane di prima pioggia - invasi di volume limitato che ricevono le prime acque molto inquinate provenienti dalle reti fognarie durante gli eventi di pioggia intensi; tali vasche trattengono temporaneamente le acque di prima pioggia al loro interno per poi restituirle alla fognatura e mandarle all'impianto di depurazione. Gli sfiori della vasca di prima pioggia possono finire direttamente nel corpo ricettore non contenendo inquinanti in quantità eccessiva. Hanno principalmente una funzione qualitativa, ovvero di miglioramento della qualità dell'acqua.
Wetland – o "area umida", ecosistema basato sulla presenza di acqua stagnante o lentamente fluente. La definizione comprende paludi, stagni, acquitrini, lanche fluviali.

5.8 BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *Michel Corajoud,* Hartman Édition, École Nationale Supérieure du Paysage, Paris, 2000

AA.VV., *Usi e tutela delle acque in Lombardia*, Bollettino ufficiale Regione Lombadia n.24, Milano 2006

AA.VV., *Verde a confronto: Milano, Parigi, Ruhr*, Politecnico di Milano – DITEC - Quaderno n.4, Milano 1999

Atti del Convegno Nazionale CIA, *L'agricoltura nelle aree metropolitane, Proposta di una "Carta dell'agricoltura periurbana"*, Milano 4 maggio 2006,

Albert Dominique, Tramier Pierre-Henry*, Plantes Aquatiques et de berges*, ULMER

Amidon Jane, *The Landscape Architecture of Kathryn Gustafson and Partners*, Birkhäuser, 2005

Amidon Jane, *Radical Landscapes. Reinventing Outdoor Space*, Thames & Hadson, London ,2003

Benevolo Leonardo, *La cattura dell'infinito*, Laterza, Bari, 1991

Borin Maurizio, *Fitodepurazione, Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*, Bologna ,Edagricole, Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, 2003

Bottero Maria, *Ruolo urbano del paesaggio agricolo: il Parco delle Cave a Milano*, in "L'architettura - cronache e storia" n°589, Roma 2005.

Cerami Giovanni, *Il giardino e la città. Il progetto del parco urbano in Europa*, Editori Laterza, Bari, 1996

CFU-Italia Nostra Onlus, *Natura e Agricoltura – Nuovi paesaggi per la città: approfondimenti tematici per una cintura verde ovest Milano*, Milano 2005

CIRF-Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale, *Manuale di Riqualificazione Fluviale, Le esperienze pioniere della rinaturalizzazione in europa*, Mozzanti Editori, Mestre (Ve), 2001

Clément Gilles, *Le jardin en mouvement,* Sens & Tonka, Paris, 1999

Clément Gilles, *Le jardin planétaire,* Albin Michel, Paris, 1999

Clément Gilles, *Les jardins planétaires, presentazione Guy Tortosa*, Edizioni Jean-Michel Place, Parigi, 1999

Clément Gilles, *Les Libres Jardins de Gilles Clément*, Editions du Chêne, Parigi, 1997

Clément Gilles, *Manifeste du Tiers paysage*, Éditions Sujet/Objet, 2004

Clevely Andi, *Il giardino d'acqua*, Calderini, 2001

Coldiretti Lombardia, *Il piano di sviluppo rurale 2007-2013. Le proposte di Coldiretti per la rigenerazione dell'agricoltura*, Milano, 2007

Cooper and Tailor, *Paradise Transformed*, The Monicelli Press, New York, 1996

Cortesi Isotta, *Il parco pubblico. Paesaggi 1985-2000*, Federico Motta Editore, Milano, 2000

Dal Cin Luigi, Bendoricchio Giuseppe, Coffaro Giovanni, *Linee guida per la costruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali*, , ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), Manuali e linee guida 9/2002, I.G.E.R. srl, Roma, 2002

Darck Rick, *The Enciclopedia of grasses for livable landscape*, Portland, Oregon, Timber Press, 2007

Darke Rick, *The encyclopedia of grasses for livable landscapes*, Timber Press, Portland Oregon, 2007

De Biasi Mario, *I colori del verde a Milano, Il Boscoincittà e il Parco delle Cave visti da Mario De Biasi*, Milano, Zadig Editore, 2001

Donadieu Pierre, *Campagne urbane. Una nuova proposta di paesaggio della città*, Donzelli editori, Roma, 2006

Donadieu Pierre, Périgord Michel, *Le Paysage*, Armand Colin, Paris, 2007

Donin Gianpiero, *Parchi*, Biblioteca del Cenide, Cannitello (RC), 1999

Dreiseitl Herbert, Grau Dieter, *New Waterscapes*, Birkhäuser, Basilea, 2005

Eveno Claude, Clément Gilles, *Le jardin planétaire*, La Tour d'Aigues, l'Aube, 1999

Ferrari Alessandro, Masera Carlo, *Natura, agricoltura, spazi di libertà: la rete delle acque e della vegetazione nella cintura verde ovest Milano*, in "Primo Convegno Internazionale blu+verde - acqua e vegetazione: risorse per l'ambiente costruito" – Politecnico di Milano – Abitalab BEST, Milano 2006

Fois Anna Carolina Fois, *tesi di laurea "I giardini del parco fluviale. Una nuova dimensione pubblica nell'incolto industriale tra il torrente Cervo e la città di Biella"*; relatori: Alessandro Rocca e Gilles Clément, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Campus Leonardo, a.a. 2004/2005.

Galì-Izard Teresa, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, Gustavo Gili, Barcellona, 2005

Grillo Nicola, *Trattamento delle acque reflue. La Fitodepurazione*, Geva edizioni, Roma, 2003

Hessayon D.G., *The Rock and Water Garden Expert*, Expert Books, Jarrold & Sons Ltd, Norwich, 1999

Hill Penelope, *Contemporary History of Garden Design. European Gardens between Art and Architecture*, Birkhäuser, 2004

Izembart Hélène, Le Boudec Bertrand, *Waterscapes. Using plant system to treat wastewater*, Gustavo Gili, Barcellona, 2003

Le Biodiversitaire n.2, *Bilan 2005 de l'observatoire départemental de la biodiversité urbaine en Seine-Saint-Denis*, Conseil Général, Seine-Saint-Denis

Le Dantec Jean–Pierre, *Le sauvage et le régulier. Art des jardins et paysagisme en France au XX siécle*, Parigi, Le MONITEUR, 2002

Les Carnets du paysage n.9-10, *JARDINER*, Actes sud et L'école Nationale Supérieure Du Paysage, Versaille, 2003

Lotus navigator 02, *I nuovi paesaggi*, Editoriale Lotus, Electa, Milano, 2001

Lotus navigator 05, *Fare l'ambiente*, Editoriale Lotus, Electa, Milano, 2002

Lotus navigator 07, *Il paesaggio delle freeway*, Editoriale Lotus, Electa, Milano, 2003

Mataloni Enzo (a cura di), *La convenzione europea del paesaggio*, Franco Angeli, Milano, 2007

Marinoni Giuseppe, *Infrastrutture nel progetto urbano*, Franco Angeli/Urbanistica, Milano, 2006

Marot Sébastien, *Desvigne* & *Dalnoky. Il ritorno del paesaggio*, Motta Architettura, Milano, 1996

Masera Carlo, *Il sistema delle acque nell'ovest Milano: progetti per il Boscoincittà ed il Parco delle Cave*, in "Giardini e Parchi di Lombardia: dal restauro al progetto" – Quaderni d'Archivio n°10, Cinisello Balsamo 2001.

Morisi Andrea (a cura di), *Recupero e gestione ambientale della pianura, La rete ecologica del Persicetano*, Crevalcore (BO), Edito da Centro Agricoltura Ambiente, 2001

Mosser Monique, Teyssot Georges, *L'architettura dei giardini d'occidente*, Electa, Milano, 1990

Nicolin Pierluigi, Repishti Francesco, *Dizionario dei nuovi paesaggisti*, Skira, 2003, Milano

Pigazzini Vittorio, *Nuovi giardini a Parigi*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, Milano, 2003

Pinoli Guido, Biasioli Massimiliano, *Conoscere ed aiutare l'avifauna delle aree protette insubriche,* Como, Edizioni New Press, 2007.

Pizzetti Ippolito, *Fiori e Giardini*, le Garzantine, Garzanti Editore, Milano, 1998

Pizziolo Giorgio, Micarelli Rita, *L'arte delle relazioni,* vol. primo, ALINEA EDITRICE, Firenze, 2002

Provost Allain, *La Courneuve. Le Parc 1925 – 2005*, Stichting Kunstboek, Seine-Saint-Denis, 2005

Reed Peter, *Groundswell. Constructing the contemporary landscape*, Birkhäuser, 2005

Regione Lombardia Agricoltura, Fondazione Minoprio, *Il vero volto delle biomasse. Analisi delle specie arboree più produttive*, Promo Pavese comunicazione

Regione Lombardia Agricoltura, Fondazione Minoprio, *La natura sa come. Viaggio nella fitodepurazione*, Promo Pavese comunicazione

Rocca Alessandro, *Natura Artificialis. Il progetto dell'ambiente e l'architettura del paesaggio*, Libr. Clup, Milano, 2003

Roger Alain, *Vita e morte dei paesaggi*, in Lotus numero 101, Electa, Milano, 1999

Roger Alain, *Court traitè du paysage*, Gallimard, Paris, 1997.

Roger Alain, *Dal giardino planetario al giardino in movimento*, in Lotus navigator. I nuovi paesaggi", numero 2, Editoriale Lotus, Electa, Milano, aprile 2001.

Schrőder Thies, *Changes in scenary. Contemporary landscape architecture in Europe*, Birkhäuser, 2002

Sereni Emilio, *Storia del paesaggio agrario italiano*, Editori Laterza, Bari, 2004

Spinelli Gianpiero, *Il verde pubblico come spazio urbano*, Libreria Clup, Milano, 2004

Steenbergen Clemens, Reh Wouter, *Architecture and Landscape. The Design Experiment of the Great European Gardens and Landscapes*, Birkhäuser, Basilea, 2003

Vailati Stéphanie, Le mie piante acquatiche, De Vecchi, Milano, 2007

Walker Peter and Partners, *Landscape Architecture : Defining the Craft*, Londra, Thames & Hudson, 2005.

Zoppi Mariella, Storia del giardino europeo, Editori Laterza, Bari, 1995

5.9 BIBLIOGRAFIA DELLE IMMAGINI E CREDITI FOTOGRAFICI

Figura 5.3 – da sinistra a destra - *Bacino di depurazione, Autostrada A29, Le Havre, Rouen, Francia 1987 – 2002*, in Lotus Navigator n.7, "*Il paesaggio delle Freeway*", pag.109, Editoriale Lotus, Milano, gennaio 2003pag.109; *Vasche per la depurazione delle acque a Sant Hilari Sacalm* (citato per analogia di figura con le vasche di laminazione), in Teresa Galì-Izard, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, pag.44, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcellona, 2005

Figura 5.4 – da sinistra a destra - *La "Simmetry Break Terrace",parte di un complesso sistema di muri e terrazze che costruiscono il "Giant Dragon Ha-ha" di Charles Jencks*, in Penelope Hill, *Contemporary History of Garden Design. European Gardens between Art and Architecture*, pag. 221, Birkhäuser, 2004; *Immagine del plastico dei movimenti di terra del Morbras- Meeting Point di Kathryn Gustafson a Seine-et-Marne, Francia, 1986*; in Jane Amidon, *The Landscape Architecture of Kathryn Gustafson and Partners*, pag.34, Birkhäuser, 2005; *Campi* ; in "*Misure della Terra*", Lotus 100, pag. 118, Elemond, Milano, 1999.

Figura 5.5 – da sinistra a destra – *Nidi per specie fossarie, Olanda*, foto di Massimiliano Biasioli; *Giardino vicino a Waregem e Ronse in Belgio di Van del Abeele e Huigens*, in Penelope Hill, *Contemporary History of Garden Design. European Gardens between Art and Architecture*, pag.211, Birkhäuser, 2004; *Parc de l'Imaginaire a Terrasson – la – Villedieu in Dordogna di K. GUSTAFSON, 1995*; in Jean – Pierre le Dantec, *Le sauvage et le régulier. Art des jardins et paysagisme en France au XX siécle*, pag.235, Le MONITEUR, Paris, 2002.

Figura 5.6 – *Il nuovo Emscher nel Duisburg-Nord Landscape Park, un canale che raccoglie le acque piovane alzando il proprio livello in autunno e in inverno*.; in *Parks, Green urban spaces in european cities*, pag.37, edition Topos, CALLWAY, Birkhäuser.

Figura 5.7– da sinistra a destra – *Fontana e aree umide nel parco della McConnel Foundation, Sacramento Valley, California*, – in Peter Walker and Partners, *Landscape Architecture : Defining the Craft*, pagg. 64 e 65, Thames & Hudson, Londra, 2005.

Figura 5.8– da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Autunno*, fonte non nota; *Sequenza di potatura replicativi a bassa intensità*; in Enrico Buresti Lattes e Paolo Mori (a cura di), *Conduzione e valutazione degli impianti di Arboricoltura da Legno*, pag.43, ARSIA, Firenze, 2004; *Boscoincittà: il lago*, in *I colori del verde a Milano*, *Il Boscoincittà e il Parco delle Cave visti da Mario De Biasi*, Zadig Editore, Milano, 2001; *Pozzanghera* e *Grafici di descrizione dell'intensità della precipitazione della pioggia*, in Teresa Galì-Izard, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, pag.121 e pag.277, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcellona, 2005.

Figura 5.9– da sinistra a destra, dall'alto in basso –.*Fymbos a fuoco a Sandy Bay, Il Capo, Sud Africa*, *Pyrofiti passivi in fase di crescita, Tussok, Tasmania, Australia; Protea Cynarcrides, Pyrofita attiva, I Capo, Sud Africa; xanthorrea pessili, Pyrofiti passivi e attivi, Perth, Australia* in Lotus navigator 02, *I nuovi paesaggi*, pag.89, pag.84, pag.89, pag.88, Editoriale Lotus, Electa, Milano, 2001; Immagini tratte dalla tesi: "*I giardini del parco fluviale. Una nuova dimensione pubblica nell'incolto industriale tra il torrente Cervo e la città di Biella*" di Anna Carolina Fois; relatori: Alessandro Rocca e Gilles Clément, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, Campus Leonardo, a.a. 2004/2005.

Figura 5.10 – *Immagini* tratte dal sito www.allasiaplant.com

Figura 5.11 – da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Disegno di specie adatte per fitodepurazione in ambiente sommerso o saturo,* in Maurizio Borin, *Fitodepurazione, Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*, pag.61, Edagricole, Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna, 2003; *Thiphe*, immagine tratta da Internet; *Piante acquatiche*, foto Monica Manfredi; *Lenticchi d'acqua*, immagine tratta da Internet; *Canneto*, foto Monica Manfredi; *Disegno di specie adatte per fitodepurazione in ambiente sommerso o saturo,* in Maurizio Borin, *Fitodepurazione, Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*, pag.61, Edagricole, Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna, 2003; *Area umida al Parco delle Cave, Milano*, foto Monica Manfredi.

Figura 5.12 – da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Orto a Weihenstephan , Istituto di ricerche sul giardinaggio, Monaco, Verdure e Fiore di carciofo nello stesso orto*, foto Carlo Masera, 2006; *Sistemi e Grafici di irrigazione*, in Teresa Galì-Izard, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, pag.100, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcellona, 2005; *Gruppi di persone che raccolgono frutti di misura non adatta al commercio ma di uguale qualità: i campi si trasformano in un singolare supermarket,* in Teresa Galì-Izard, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, pag.44, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcellona, 2005

Figura 5.22 – *Interno ed esterno di vasca di prima pioggia a Sesto S.Giovanni (MI)*, foto e montaggio Ilaria Innocenti

Figura 5.23 a Figura 5.26 – *Immagini e grafici* realizzati dal DIIAR, Politecnico di Milano

Figura 5.36 – da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Produzione di biomassa e Canneto*, in Teresa Galì-Izard, *Los mismos paisajes. Ideas e interpretaciones*, pag.244, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcellona, 2005; Impiego irriguo di acque di scarsa qualità su pioppeto destinato alla produzione di biomassa, in Borin Maurizio, *Fitodepurazione, Soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante*, pag.25, Bologna ,Edagricole, Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, 2003

Figura 5.37 – *Ritaglio di foto* tratta dal sito di Shaw Nature Riserve

Figura 5.46 – *Area umida e Cavaliere d'Italia*, foto Sergio Canobbio

Figura 5.58 – *Colture orticole con vendita diretta, Triangolo verde, Parigi*, foto Carlo Masera

Figura 5.68 – da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Nidi per specie fossarie in Olanda*, foto Massimiliano Biasioli; *Martin Pescatore*, in Garavaglia Roberto, *La natura della Cassinazza, Uccelli, Report 2005*, Azienda Agroambientale Cassinazza di Baselica, Giussago, Pavia (CD); *Capanno in lamiera di corten*, in EL CROQUIS n.102, *Annette GIGON e Mike GUYER*, Madrid EL CROQUIS EDITORIAL, 2000; *Bird watching*, foto Monica Manfredi; *Oasi LIPU*, foto Monica Manfredi

Figura 5.70 – *secondo disegno da sinistra*, Arch. Lopez

Figura 5.93 – *Immagine* tratta da Dominique Albert, Tramier Pierre-Henry*, Plantes Aquatiques et de berges*, pag.27, ULMER

Figura 5.95 – da sinistra a destra, dall'alto in basso – *Rana agile (Rana dalmatina)*; in Andrea Morisi (a cura di), *Recupero e gestione ambientale della pianura, La rete ecologica del Persicetano*, pag.76, Edito da Centro Agricoltura Ambiente, Crevalcore (BO), 2001; *Canneto sul Lago Maggiore*, foto Monica Manfredi; *Canneto sul Lago Maggiore*, foto Monica Manfredi; *Cladium Mariscus*, disegno tratto da internet; *Tarabuso*, in Garavaglia Roberto, *La natura della Cassinazza, Uccelli, Report 2005*, Azienda Agroambientale Cassinazza di Baselica, Giussago, Pavia (CD);

Figura 5.97 – da sinistra a destra, dall'alto in basso –.Piante acquatiche, foto Sergio Canobbio; *Libellula Sympetrum Fonscolombii*, in Garavaglia Roberto, *La natura della Cassinazza, Libellule*, Azienda Agroambientale Cassinazza di Baselica, Giussago, Pavia (CD); *Biodiversità al Parco delle Cave, Milano*, foto Monica Manfredi; *Ninfee*, area umida Rosorè, foto Francesca Oggionni

Figura 5.99 – da sinistra a destra, dall'alto in basso –.Wetland, US EPA,; *Nitticora*, in Garavaglia Roberto, *La natura della Cassinazza, Uccelli, Report 2003*, Azienda Agroambientale Cassinazza di Baselica, Giussago, Pavia (CD); *Tritone crestato (Triturus carnifex)*, in Andrea Morisi (a cura di), *Recupero e gestione ambientale della pianura, La rete ecologica del Persicetano*, pag.87, Edito da Centro Agricoltura Ambiente, Crevalcore (BO), 2001; *Airone*, in Garavaglia Roberto, *La natura della Cassinazza, Uccelli, Report 2005*, Azienda Agroambientale Cassinazza di Baselica, Giussago, Pavia (CD).

5.10 ELENCO DELLE TAVOLE ALLEGATE

5.10.1 STATO DI FATTO

TAV. 01	– STATO DI FATTO – PARTICELLE CATASTALI	scala 1:2000
TAV. 02	– STATO DI FATTO – USO DEL SUOLO	scala 1:2000
TAV. 03	– STATO DI FATTO – INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 04	– STATO DI FATTO – RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 05	– STATO DI FATTO – MORFOLOGIA DEL TERRITORIO – PIANTA	scala 1:2000
TAV. 06	– STATO DI FATTO – MORFOLOGIA DEL TERRITORIO – SEZIONI	scala 1:2000

5.10.2 PROGETTO

TAV. 07	– PROGETTO - SCENARIO S1a FUORI LINEA - MINIMI SCAVI/RIPORTI ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 07a	– PROGETTO - SCENARIO S1a FUORI LINEA - MINIMI SCAVI/RIPORTI SOVRAPPOSIZIONE CON INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 07b	– PROGETTO - SCENARIO S1a FUORI LINEA - MINIMI SCAVI/RIPORTI SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 08	– PROGETTO - SCENARIO S1b - FUORI LINEA RISPARMIO SUOLO ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 08a	– PROGETTO - SCENARIO S1b - FUORI LINEA RISPARMIO SUOLO SOVRAPPOSIZIONE CON INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 08b	– PROGETTO - SCENARIO S1b - FUORI LINEA RISPARMIO SUOLO SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 09	– PROGETTO - SCENARIO S1c - FUORI LINEA AGRICOLO CON IRRIGAZIONE ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 09a	– PROGETTO - SCENARIO S1c - FUORI LINEA AGRICOLO CON IRRIGAZIONE SOVRAPPOSIZIONE CON INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 09b	– PROGETTO - SCENARIO S1c - FUORI LINEA AGRICOLO CON IRRIGAZIONE	

	SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 10	– PROGETTO - SCENARIO S1d - FUORI LINEA AREA UMIDA/NATURALISTICA ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 10a	– PROGETTO - SCENARIO S1d - FUORI LINEA AREA UMIDA/NATURALISTICA SOVRAPPOSIZIONE CON INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 10b	– PROGETTO - SCENARIO S1d - FUORI LINEA AREA UMIDA/NATURALISTICA SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 11	– PROGETTO - SCENARIO S2 - IN LINEA AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 11a	– PROGETTO - SCENARIO S2 - IN LINEA AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA SOVRAPPOSIZIONE CON INFRASTRUTTURE	scala 1:2000
TAV. 11b	– PROGETTO - SCENARIO S2 - IN LINEA AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 12	– PROGETTO - SCENARIO S3 - MISTO AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA ALLAGAMENTI E USI DEL TERRITORIO	scala 1:2000
TAV. 12a	– PROGETTO - SCENARIO S3 - MISTO AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000
TAV. 12b	– PROGETTO - SCENARIO S3 - MISTO AREA UMIDA/ATTUALE AGRICOLTURA SOVRAPPOSIZIONE CON RILIEVO AGRONOMICO	scala 1:2000

6. CRONISTORIA PROCEDURALE *(Anna Delera)*

6.1 LAMINARE LE ACQUE DEL TORRENTE LURA

Con la legge n°. 183 del 18 maggio 1989 viene istituita l'Autorità di Bacino del fiume Po che, attraverso il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), definisce le norme per la sistemazione della rete idrografica, delle fasce fluviali, delle aree a rischio idrogeologico, demandando alla Regione Lombardia l'esecuzione delle opere.
Tra il 1995 e il 1998 la Regione Lombardia ha commissionato una serie di studi idraulici sui corsi d'acqua che attraversano il territorio posto a nord di Rho e Saronno[8] per salvaguardare questi Comuni densamente urbanizzati dal rischio di fenomeni alluvionali. Tali studi hanno evidenziato che, con un tempo di ritorno di 100 anni, possono verificarsi afflussi d'acqua anche 6 volte superiori alla capacità di carico dell'alveo intubato a Rho, e comunque il rischio di inondazioni ha scadenze di 5/10 anni.
Nel 1997 la stessa Regione Lombardia, per trovare una soluzione ai problemi di esondazione frequente del torrente Lura, tenuto anche conto dell'incapacità del fiume Olona di ricevere le sue acque di piena, incarica lo studio Associato DIZETA Ingegneria di Milano degli ing.ri Domenico Zampaglione e Fulvio Bernabei di redigere un progetto di massima di opere di sistemazione idraulica dell'asta del Torrente Lura.
Il progetto si concretizzerà con la previsione di 2 grandi vasche di laminazione di cui:

- una a monte del Comune di Rovellasca realizzata attraverso la costruzione di una diga di circa 8 metri di altezza;
- l'altra a Caronno Pertusella ad ovest del depuratore.

Il progetto verrà inviato il 29 ottobre 1998 dalla Regione Lombardia ai comuni interessati chiedendo di esprimere un parere.
Le amministrazioni comunali del bacino del Lura , insieme al Parco del Lura[9] e a Lura Ambiente s.p.a.[10] , esprimeranno parere negativo nei confronti della proposta regionale. Oltre alle motivazioni, ampiamente documentate nella corrispondenza inviata da Lura Ambiente s.p.a. al Sindaco di Cadorago il 13 novembre 1998 e nella delibera della Giunta Comunale dello stesso comune del 18 novembre 1998[11] , viene richiesto alla Regione di "riformulare interamente il progetto, distribuendo sull'intera valle, mediante micro interventi, la laminazione per carichi ottimali in termini di impatto, mediante soluzioni perfettamente integrate nel paesaggio; rivolgendosi ad *"…una èquipe interdisciplinare con particolare attenzione alle figure esperte nel settore ambientale".*
In seguito alle perplessità espresse da parte delle amministrazioni comunali interessate al progetto di massima presentato dalla Regione Lombardia, viene convocato dalla stessa[12] un incontro il 19 gennaio 1999 nel quale, oltre ad emergere che *"…per le aree di laminazione a monte di Saronno…sembra fattibile la suddivisione dei volumi necessari alla laminazione in più invasi…"* vengono richieste una serie di informazioni all'Ente Parco e al Consorzio Lura Ambiente s.p.a. in merito alle altezze d'acqua compatibili con gli ecosistemi presenti, alle aree vincolate dal piano del Parco e alle previsioni urbanistiche sulle aree interessate dal progetto al fine di valutare la fattibilità delle modifiche richieste[13] .
Ma il problema del Torrente Lura non è soltanto la scarsa portata con il rischio di inondazione dei Comuni posti a valle. Esiste anche una questione di qualità delle acque.

---

[8] Si tratta dei corsi d'acqua del Lambro, Bozzente, Lura, Molgora ecc.

[9] Si tratta dei comuni di Bregnano, Cadorago, Caronno Pertusella, Cermenate, Guanzate, Lomazzo, Rovellasca, Rovello Porro, Saronno.

[10] Il Parco della valle del Lura è stato istituito nel 1975 dai comuni posti lungo l'asta del torrente riunitisi in consorzio. Questa scelta, supportata da una serie di investimenti per equipaggiare il territorio con una rete di percorsi ciclopedonali e rendere dunque fruibile il territorio ai suoi residenti, ha comportato l'applicazione di un vincolo di inedificabilità anche sulle aree agricole. Più tardi, nel 1987, lo stesso consorzio di comuni ha dato vita al Lura Ambiente s.p.a. con lo scopo, questa volta, di dotarsi di un depuratore per disinquinare le acque urbane ed industriali prodotte prima della loro fuoriuscita nel torrente. Si tratta del depuratore di Cadorago.

[11] Si vedano gli allegati 1 e 2.

[12] Si tratta della Direzione Generale Opere Pubbliche e Protezione Civile. Servizio Difesa del Suolo e Gestione AA.PP.

[13] Si vedano gli allegati 3 e 4.

E' della Provincia di Como (settore risorse ambientali – servizio acque) la redazione di una relazione sullo stato ambientale del Torrente Lura che, dopo un monitoraggio mensile per un intero anno (il 2000), denuncia la costante colorazione rosso-bruna del fondale e l'odore acre tipico degli scarichi di acque reflue urbane di prevalente provenienza industriale (Allegato 5).
La necessità di dotarsi di strumenti scientificamente validi per contrastare le proposte progettuali irrispettose dell'ambiente e del territorio che vengono avanzate dalle istituzioni, porterà le realtà operanti sul territorio a collaborare in maniera sinergica attivando tavoli di confronto e di lavoro e promuovendo attività coordinate di ricerca e di monitoraggio.
Già sono pubblici i dati prodotti dal monitoraggio compiuto da Lura Ambiente s.p.a. tra il 1991 e il 2000 sulla qualità delle acque del Lura che dimostrano come, attraverso l'intervento di depurazione posto a Cadorago, si sia raggiunto un notevole miglioramento della qualità delle acque nei valori dell'azoto organico, dell'azoto nitrico e dell'azoto nitroso, inquinanti derivanti dagli scarichi delle industrie chimiche e farmaceutiche e tra i principali responsabili dei tensioattivi che inquinano il corso d'acqua[14] .
Nel 2001 inizierà una ricerca triennale sullo stato biochimico delle acque del Torrente Lura al fine di individuare le "Strategie per la salvaguardia ed il recupero ambientale e idraulico del territorio del Lura"[15] e nel 2002 verrà incaricata un'agronoma di elaborare un "Progetto di riqualificazione idraulica ed ambientale del bacino del Torrente Lura"[16] .
All'inizio del 2003 viene trasmessa alla Regione Lombardia (Assessorato al Territorio e Urbanistica) la proposta di riassetto idraulico del Torrente Lura condotta da Lura Ambiente s.p.a. nella quale si legge che, *"Le soluzioni individuate, pur mantenendo l'obiettivo prioritario della salvaguardia idraulica dei territori e degli abitati insediati lungo il corso del Torrente Lura, prevedono una mitigazione dell'impatto ambientale delle opere idrauliche previste ed una complessiva valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale ai fini di un loro recupero naturalistico di grande valenza del territorio fortemente antropizzato qual'è quello della valle del Lura. Il minor impatto delle opere di regimazione è raggiunto anche grazie ad opportuni interventi strutturali di laminazione del drenaggio urbano ottenuto mediante opere sulle reti di collettamento gestite da Lura Ambiente che ha inoltre attivato una politica di contenimento degli incrementi delle aree impermeabilizzate con l'adozione di un nuovo regolamento di gestione* [17]". In tale proposta è contenuta l'indicazione di una scala di priorità degli interventi nell'ambito della quale la realizzazione della vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano assume un rilievo particolare ai fini di garantire ai centri abitati posti a valle condizioni di sicurezza adeguate rispetto agli standard fissati dal PAI.

E' così che, nel dicembre dello stesso anno, il Comitato tecnico dell'Autorità di Bacino del fiume Po, oltre ad esprimere parere favorevole alla proposta di riassetto idraulico del Torrente Lura condotta da Lura Ambiente s.p.a., prende atto della necessità di varare il Programma degli interventi 1998-2001 relativamente ai fondi già destinati alla realizzazione della vasca di laminazione nei comuni di Lainate e Caronno Pertusella, disponendo la nuova destinazione degli stessi al finanziamento della vasca di laminazione nei comuni di Lomazzo e Bregnano [18]. La Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio, accoglie le nuove indicazioni progettuali proposte congiuntamente dagli enti locali, dal Parco del Lura e da Lura Ambiente s.p.a.[19]

6.2 IL PROGETTO DI RICERCA INTERDISCIPLINARE "SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA: UN PROGETTO PILOTA DI GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA"

E' da questa "lunga storia", e dal susseguirsi di studi, ricerche, monitoraggi e proposte progettuali, che prende il via nel febbraio 2005 il Progetto di ricerca interdisciplinare finanziato dalla Fondazione Cariplo e oggetto di questo lavoro.
Già dal titolo della ricerca appare chiaro come lo studio si riferisca ad un "progetto pilota", e dunque al "primo

[14] Si vedano le tabelle 1 e 2.

[15] Per una descrizione delle modalità di svolgimento della ricerca e delle stazioni di monitoraggio si veda l'allegato 6.

[16] Si tratta di un incarico in materia di agricoltura ed ingegneria naturalistica conferito dal Parco del Lura alla dott.ssa F. Oggionni.

[17] Si veda l'allegato 7: lettera di trasmissione dello studio di fattibilità alla Regione Lombardia.

[18] Il finanziamento trasferito è di 2.582.284,5 euro. Per un approfondimento della questione si vedano gli Atti del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po della seduta del 3 marzo 2004 (allegato 8).

[19] Si veda nell'allegato 9 la convocazione del 29 settembre 2004 della Regione Lombardia all'incontro promosso per avviare l'intervento.

progetto di una serie", per un sistema di laminazione collocato sui territori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo, e che da tale progetto potranno figliare le soluzioni progettuali puntuali che andranno a definirsi lungo tutta l'asta del Lura sulla base degli investimenti disponibili, degli interessi pubblici e privati e delle volontà politiche che emergeranno nel tempo. Tale progetto, inoltre, si pone l'obiettivo di consultare ed informare la popolazione locale al fine di concertare le soluzioni progettuali proposte e rispondere alle aspettative delle diverse categorie sociali presenti sul territorio e alle richieste dei portatori di interessi locali [20].

Alle amministrazioni comunali di Bregnano e Lomazzo si chiede, dunque, di accogliere il "progetto pilota" per l'inserimento della prima delle 16 vasche di laminazione necessarie per l'intervento idraulico di protezione dalle piene e oggetto della pianificazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po, pur nella consapevolezza che il fabbisogno di tale opera non deriva da una esigenza locale, ma piuttosto dalla necessità più generale di equilibrio del territorio posto soprattutto a valle di questi Comuni.

Nonostante ciò le amministrazioni comunali si sono comunque rese disponibili a farsi carico delle verifiche di fattibilità in nome e per conto della Regione Lombardia e hanno partecipato con interesse e spirito collaborativo agli incontri del Gruppo di Lavoro interdisciplinare che ha condotto la ricerca [21] con l'obiettivo primario di tutelare il territorio che hanno volontariamente vincolato a Parco. Ma, comprensibilmente, prima di dare il loro parere favorevole all'avvio di qualsiasi intervento, sono ancora in attesa di risposte e assicurazioni da parte della Regione Lombardia riguardo principalmente ad alcune questioni:

1. che lo stanziamento di risorse per la vasca di laminazione prevista sui territori di Bregnano e Lomazzo sia il primo di un impegno certo alla realizzazione, per lotti funzionali, del quadro complessivo di interventi prospettato;
2. che siano date opportune garanzie al completamento dell'opera, in tempi definiti e ragionevolmente brevi, anche se i finanziamenti previsti non risultassero sufficienti;
3. che venga definito il soggetto che sarà responsabile della futura gestione dell'infrastruttura con particolare attenzione alle problematiche connesse alla sicurezza e alla copertura dei costi necessari a mantenerla in efficienza nel tempo;
4. che si ponga con serietà anche il problema dell'aspetto qualitativo delle acque agendo sull'efficacia dei sistemi di depurazione e sulle caratteristiche degli afflussi idrici che alimentano il torrente.

A tale proposito si veda la lettera del 23 marzo 2005, inoltrata a ricerca già avviata, dalle Amministrazioni Comunali di Bregnano e Lomazzo e dal Parco del Lura alla Regione Lombardia, Direzione Regionale Territorio e Urbanistica (allegato 14) e il richiamo alla stessa, che non ha avuto alcuna risposta, inoltrato nel febbraio 2006 al nuovo assessore regionale al Territorio e Urbanistica Davide Boni (allegato 15).

In ogni caso sembrerebbe che la Regione Lombardia, perlomeno nella sua Direzione Generale Reti e Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile – Unità Operativa Reti e Infrastrutture – nell'incontro del 20 marzo 2007 del Comitato Tecnico AQST "Contratto di Fiume Olona – Bozzente – Lura", abbia recepito le richieste avanzate dalle amministrazioni comunali. Infatti nella scheda dell'Azione Emergente n°. 5 relativa la "Programmazione e realizzazione dei primi interventi per la laminazione delle piene", alla voce "Vasca di Lomazzo" riporta: "l'attuale ipotesi progettuale di prima priorità per l'assetto idraulico del Lura ha sostituito quella in un primo tempo localizzata in altro punto del torrente. La nuova proposta di localizzazione si è sviluppata su iniziativa dei Comuni tramite la Società Lura Ambiente – anche con il supporto di un progetto cofinanziato da Cariplo – ed è coerente con lo studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino.

La realizzazione della vasca non è ancora avviata perché gli attuali amministratori, pur dimostrando disponibilità nei confronti dell'intervento, chiedono maggiori garanzie relative alla qualità dell'acqua che sarebbe laminata in tale tratto. Pertanto si ritiene necessario il coordinamento di una serie di interventi a monte del bacino in grado di garantire una miglior qualità della risorsa idrica" (allegato 16).

---

[20] L'attività di ascolto di cittadini, forze sociali operanti sul territorio e soggetti portatori di interessi locali sono state svolte dal gruppo di ricerca ABITA*lab* del Politecnico di Milano nel primo anno di svolgimento della ricerca e sono riportate nel capitolo *"Ascolto e Partecipazione"* curato da A. Delera e C. Mele nel *"Rapporto conclusivo del primo anno di ricerca".* Nello stesso rapporto è riportato anche il dibattito sviluppato nel primo forum di presentazione della ricerca interdisciplinare tenuto il 18 marzo 2006.

[21] A questo proposito, oltre ad una serie di incontri del Gruppo di Lavoro ai quali hanno partecipato anche gli amministratori dei due Comuni, si vedano in particolare: il verbale dell'incontro del 10 gennaio 2006 all'avvio della ricerca – allegato 10; l'incontro presso il Comune di Cadorago del 3 febbraio 2006 – allegato 11; il programma per la giornata di presentazione pubblica della ricerca presso il Comune di Bregnano del 18 marzo 2006 e per gli appuntamenti di verifica del lavoro in itinere – allegato 12; l'invito alla cittadinanza e agli operatori locali inoltrato dal Parco del Lura e dalle Amministrazioni comunali di Lomazzo e Bregnano per la presentazione della ricerca interdisciplinare che si è svolta il 18 marzo 2006 presso il centro polifunzionale di Bregnano – allegato 13.

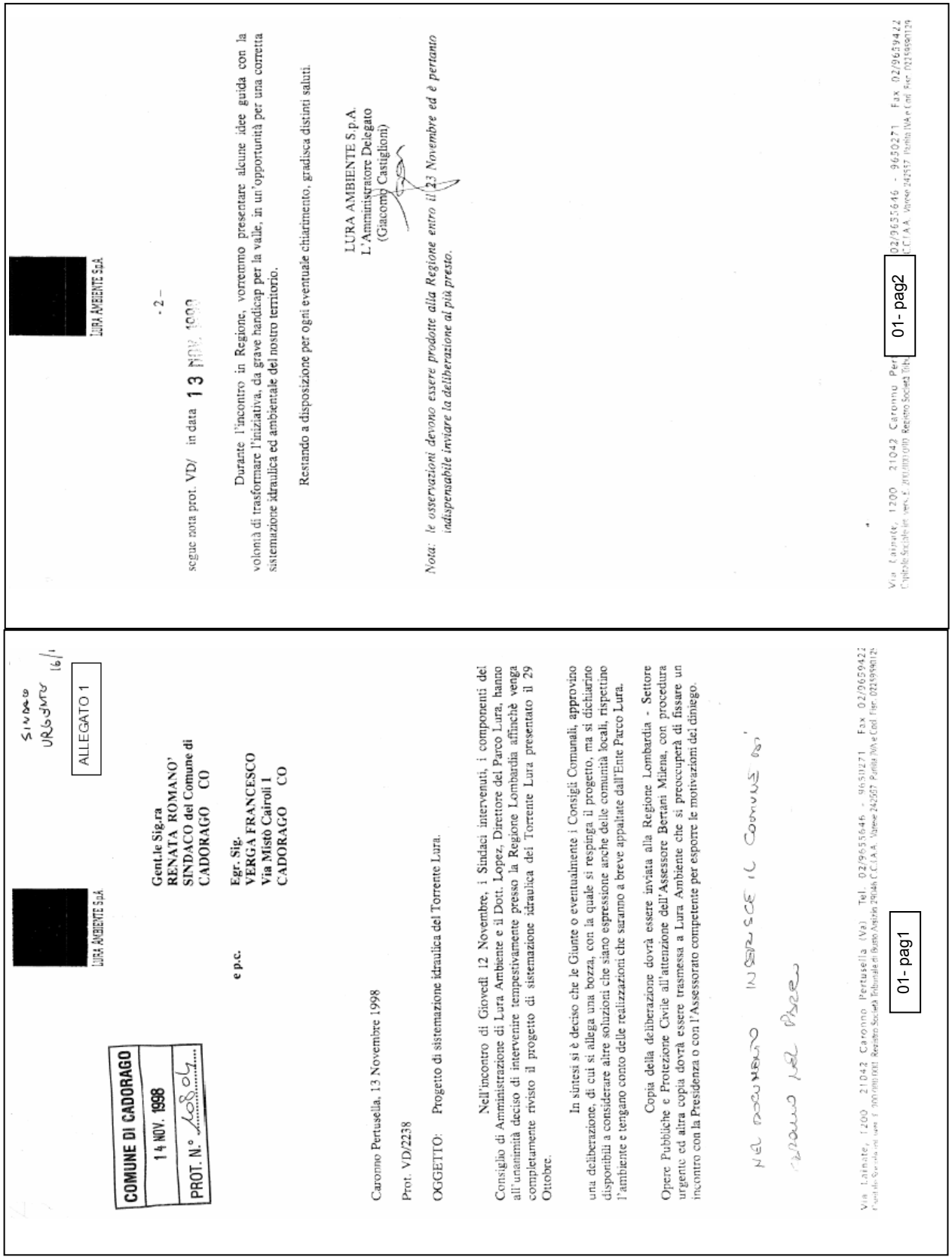
6.2.1 Allegato 1 - Documento di disapprovazione del progetto della Regione Lombardia inviato da Lura Ambiente s.p.a., il Parco del Lura e le amministrazioni comunali interessate dal progetto - 13-11-1998

[redacted]

LURA AMBIENTE S.p.A.

SINDACO URGENTE 16/1

ALLEGATO 1



COMUNE DI CADORAGO
14 NOV. 1998
PROT. N.° 10804

Gent.le Sig.ra
RENATA ROMANO'
SINDACO del Comune di
CADORAGO CO

e p.c.

Egr. Sig.
VERGA FRANCESCO
Via Mistò Cairoli 1
CADORAGO CO

Caronno Pertusella, 13 Novembre 1998

Prot. VD/2238

OGGETTO: Progetto di sistemazione idraulica del Torrente Lura.

Nell'incontro di Giovedì 12 Novembre, i Sindaci intervenuti, i componenti del Consiglio di Amministrazione di Lura Ambiente e il Dott. Lopez, Direttore del Parco Lura, hanno all'unanimità deciso di intervenire tempestivamente presso la Regione Lombardia affinchè venga completamente rivisto il progetto di sistemazione idraulica del Torrente Lura presentato il 29 Ottobre.

In sintesi si è deciso che le Giunte o eventualmente i Consigli Comunali, approvino una deliberazione, di cui si allega una bozza, con la quale si respinga il progetto, ma si dichiarino disponibili a considerare altre soluzioni che siano espressione anche delle comunità locali, rispettino l'ambiente e tengano conto delle realizzazioni che saranno a breve appaltate dall'Ente Parco Lura.

Copia della deliberazione dovrà essere inviata alla Regione Lombardia - Settore Opere Pubbliche e Protezione Civile all'attenzione dell'Assessore Bertani Milena, con procedura urgente ed altra copia dovrà essere trasmessa a Lura Ambiente che si preoccuperà di fissare un incontro con la Presidenza o con l'Assessorato competente per esporre le motivazioni del diniego.

NEL DOCUMENTO INSERISCE IL COMUNE DI CARONNO NEL PARCO

Via Lainate, 1200 21042 Caronno Pertusella (Va) Tel. 02/9655646 - 9650271 Fax 02/9659422
Capitale Sociale int. vers. £. 200.000.000 Registro Società Tribunale di Busto Arsizio 29046 C.C.I.A.A. Varese 242557 Partita IVA e Cod. Fisc. 02259590129

01- pag1

[redacted]

LURA AMBIENTE S.p.A.

- 2 -

segue nota prot. VD/ in data 13 NOV. 1998

Durante l'incontro in Regione, vorremmo presentare alcune idee guida con la volontà di trasformare l'iniziativa, da grave handicap per la valle, in un'opportunità per una corretta sistemazione idraulica ed ambientale del nostro territorio.

Restando a disposizione per ogni eventuale chiarimento, gradisca distinti saluti.

LURA AMBIENTE S.p.A.
L'Amministratore Delegato
(Giacomo Castiglioni)

Nota: le osservazioni devono essere prodotte alla Regione entro il 23 Novembre ed è pertanto indispensabile inviare la deliberazione al più presto.

Via Lainate, 1200 21042 Caronno Per 02/9655646 - 9650271 Fax 02/9659422
Capitale Sociale int. vers. £. 200.000.000 Registro Società Tribu C.C.I.A.A. Varese 242557 Partita IVA e Cod. Fisc. 02259590129

01- pag2

ALLEGATO ALLA NOTA VD/ 2238 DEL 13/11/1998

Parere in relazione al progetto di massima redatto dalla Regione Lombardia settore LL.PP. Servizio O.I.D.S. sulle opere di sistemazione idraulica dell'asta del Torrente Lura.

Premessa.

Il giorno 29 ottobre la Regione Lombardia ha presentato ai Comuni interessati il progetto in argomento, richiedendo un parere preliminare a stretto giro di consultazione.
L'istruttoria che segue, pertanto, non può che considerarsi quale primo sommario esame degli elaborati, posti in visione.

Il progetto è stato presentato per trovare una soluzione ai problemi di esondazione frequente del torrente, soprattutto in aree densamente urbanizzate dei Comuni di Rho e Saronno, nonché per ovviare all'incapacità del fiume Olona che riceve le sue acque di piena. E' stato riferito che possono verificarsi, con un ritorno di cento anni, afflussi anche sei volte superiori alla capacità di carico dell'alveo intubato in Rho, e comunque fenomeni alluvionali a scadenze assai più ravvicinate (ogni 5 - 10 anni).

La Regione avanza un progetto di interventi sul territorio che prevede in particolare di realizzare due grandi vasche di laminazione, una mediante sbarramento della valle a monte di Rovellasca e l'altra, totalmente artificiale, in territorio di Caronno Pertusella, ad ovest del depuratore, oltre ad altri interventi minori.

Considerazioni generali.

Non si vuole, in questo parere, mettere in discussione i criteri di calcolo adottati e la loro attendibilità. Né tantomeno si vuole dubitare degli effetti disastrosi di una esondazione del fiume in area urbana. Pur tuttavia giova ricordare che una gestione più oculata del territorio da parte dei quei Comuni a rischio, sia per quanto riguarda l'edificazione, sia per quanto riguarda la gestione dell'alveo, avrebbe reso meno gravoso l'intervento che ora si vuole far gravare sul territorio dei Comuni a monte di Rho, i quali, viceversa, hanno, di fatto, assicurato una maggiore attenzione al fiume.

In particolare si vuole segnalare con forza la scelta dei nove Comuni da Caronno Pertusella a Guanzate che hanno spontaneamente deciso di istituire il parco della valle del Lura, dopo aver investito le loro risorse nel risanamento delle acque.

Oggi, non appena concluso l'iter e avviata la gestione, la stessa Regione, che ha ratificato con proprio decreto il Parco, viene a proporre di costruirvi una grande diga di otto metri di altezza che porterà, anche se occasionalmente (sembra ogni 5/10 anni), all'allagamento di una aliquota importante del territorio, coperta da boschi e da un piacevole paesaggio.

01- pag3

Considerazioni sul progetto.

I Comuni del Parco sono pienamente consapevoli del ruolo che la valle può svolgere quale cassa di espansione del fiume; tanto ne sono consapevoli, che hanno scelto di apporvi un vincolo di inedificabilità persino per le attività agricole, le quali dovranno reperire i loro spazi fuori dall'ambito protetto (circa mille ettari).

Tuttavia desta forti perplessità di merito la scelta di costruire uno sbarramento unico a Rovellasca - Lomazzo, che non appare supportato da alcuna valutazione, seppur di massima, sull'impatto ambientale che esso potrebbe provocare.

La natura ha già provveduto a modellare il paesaggio e ad equipaggiarlo con un ecosistema adatto ad accogliere straripamenti del fiume. Il bosco di farnia, di salice e di ontano è assolutamente in grado di recepire alluvioni anche notevoli, senza subire particolari danni; ma un allagamento con una profondità simile a quella progettata sarebbe eccessivo e comporterebbe un sicuro danneggiamento probabilmente irreversibile di tutte le fustaie, anche di quelle igrofile.

Inoltre il disegno della vasca di Caronno appare più dettato da una logica di semplificazione grafica (un rettangolo) che da alcuna valutazione di inserimento sul territorio, a prescindere da valutazioni sulla coerenza con la destinazione urbanistica dell'area, comunque già destinata in gran parte a Parco (la rimanente è agricola).

Considerazioni giuridiche.

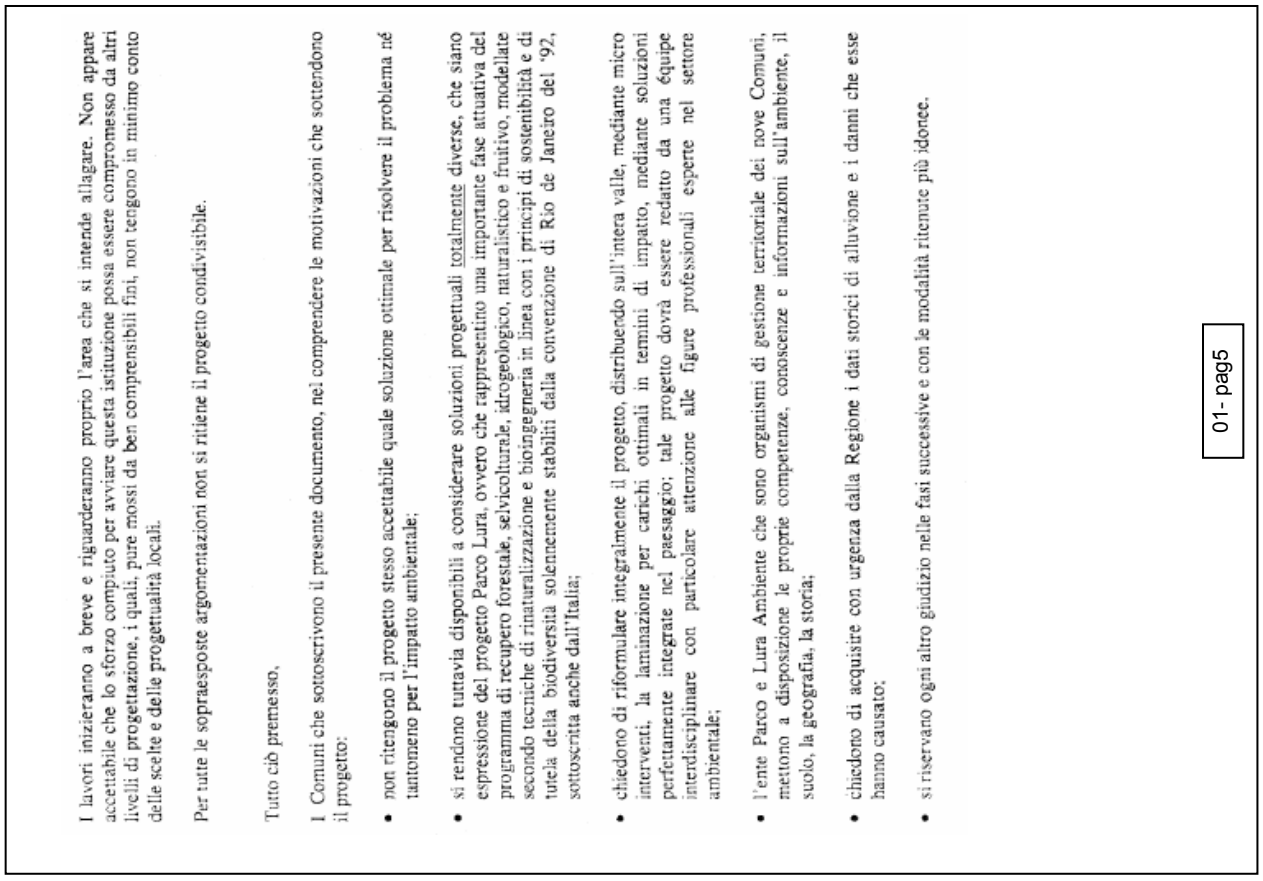
Il progetto cita i vincoli ambientali previsti dalle vigenti leggi, ma poi ne ignora i contenuti giuridici, in particolare in materia di beni ambientali. Le sponde fluviali e i boschi sono gravati dal vincolo paesaggistico ex legge 431/85, che sottintende e obbliga a una qualità del progetto sensibile al territorio, così come rappresentato dalla LR 18/97, dalla LR 8/86 e 80/89 (in materia di boschi), nonché dalle delibere di attuazione e regolamento; in esse la Regione impone determinati parametri progettuali di rispetto della vegetazione in atto e potenziale, nonché di utilizzo delle tecniche di bioingegneria. La stessa Regione presenta oggi un progetto che ignora, di fatto, i regolamenti che essa stessa si è data. Si segnala in particolare la infelice scelta di "piantumazione" delle aree con utilizzo di specie esotiche avulse dall'ecosistema, dove si prevede per esempio di mescolare insieme specie nordamericane come l'acero delle foreste canadesi insieme con il Taxodium proveniente dalle paludi della Florida, quasi come potesse essere "naturale" far convivere boschi dei climi subartici assieme a quelli tropicali, in clima temperato.

Il progetto così come proposto è da ritenersi non conforme, nemmeno a livello preliminare, con le vigenti norme in materia ambientale.

Le scelte del Parco Lura

I Comuni hanno stabilito di investire rilevanti risorse nella valle per equipaggiarla ai fini di una corretta fruizione, in particolare con una rete di percorsi ciclopedonali in calcestre, i quali verrebbero verosimilmente compromessi da piene così come previste.

01- pag4



I lavori inizieranno a breve e riguarderanno proprio l'area che si intende allagare. Non appare accettabile che lo sforzo compiuto per avviare questa istituzione possa essere compromesso da altri livelli di progettazione, i quali, pure mossi da ben comprensibili fini, non tengono in minimo conto delle scelte e delle progettualità locali.

Per tutte le sopraesposte argomentazioni non si ritiene il progetto condivisibile.

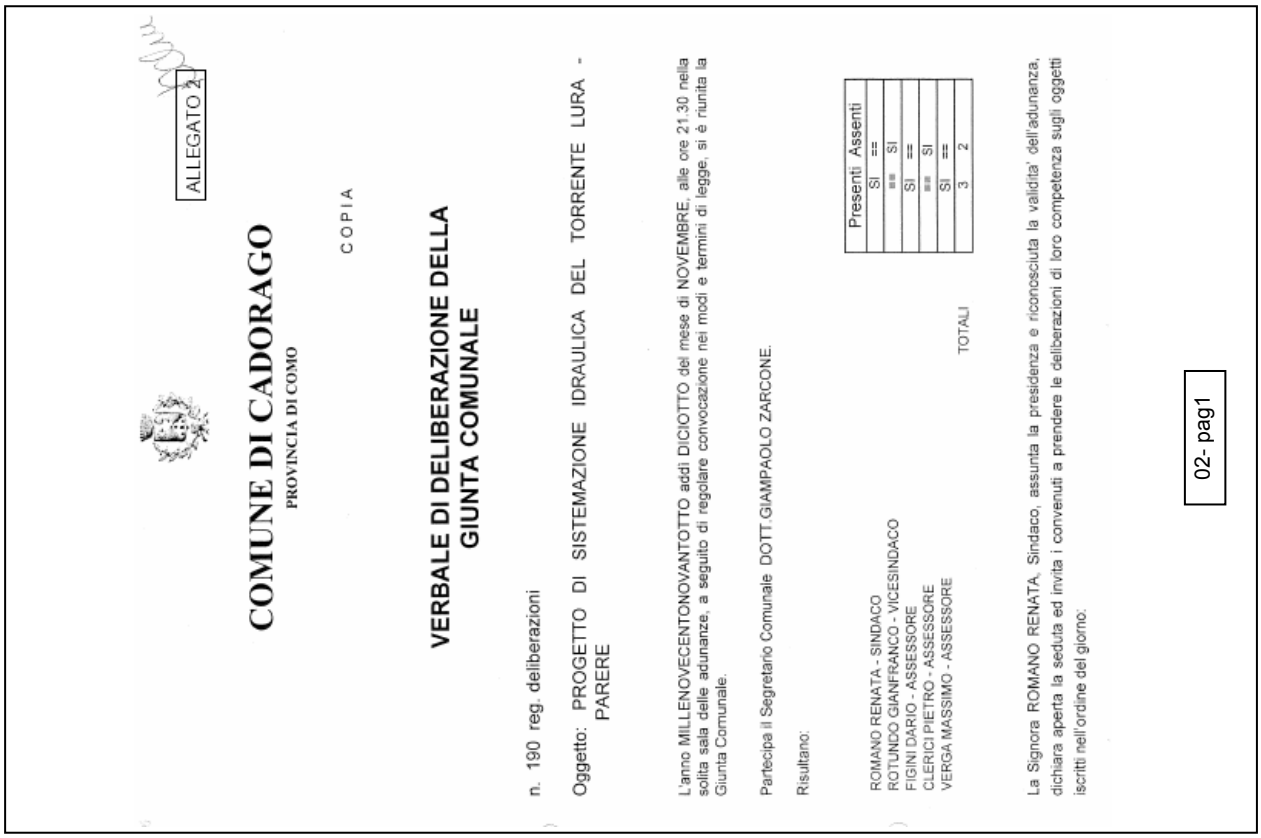
Tutto ciò premesso,

I Comuni che sottoscrivono il presente documento, nel comprendere le motivazioni che sottendono il progetto:

- non ritengono il progetto stesso accettabile quale soluzione ottimale per risolvere il problema né tantomeno per l'impatto ambientale;
- si rendono tuttavia disponibili a considerare soluzioni progettuali totalmente diverse, che siano espressione del progetto Parco Lura, ovvero che rappresentino una importante fase attuativa del programma di recupero forestale, selvicolturale, idrogeologico, naturalistico e fruitivo, modellate secondo tecniche di rinaturalizzazione e bioingegneria in linea con i principi di sostenibilità e di tutela della biodiversità solennemente stabiliti dalla convenzione di Rio de Janeiro del '92, sottoscritta anche dall'Italia;
- chiedono di riformulare integralmente il progetto, distribuendo sull'intera valle, mediante micro interventi, la laminazione per carichi ottimali in termini di impatto, mediante soluzioni perfettamente integrate nel paesaggio; tale progetto dovrà essere redatto da una équipe interdisciplinare con particolare attenzione alle figure professionali esperte nel settore ambientale;
- l'ente Parco e Lura Ambiente che sono organismi di gestione territoriale dei nove Comuni, mettono a disposizione le proprie competenze, conoscenze e informazioni sull'ambiente, il suolo, la geografia, la storia;
- chiedono di acquisire con urgenza dalla Regione i dati storici di alluvione e i danni che esse hanno causato;
- si riservano ogni altro giudizio nelle fasi successive e con le modalità ritenute più idonee.

01- pag5

6.2.2 <u>Allegato 2</u> - Delibera della Giunta Comunale di Cadorago di adesione al documento di cui sopra - 18-11-1998



ALLEGATO 2)

COMUNE DI CADORAGO
PROVINCIA DI COMO

COPIA

VERBALE DI DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE

n. 190 reg. deliberazioni

Oggetto: PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA - PARERE

L'anno MILLENOVECENTONOVANTOTTO addì DICIOTTO del mese di NOVEMBRE, alle ore 21.30 nella solita sala delle adunanze, a seguito di regolare convocazione nei modi e termini di legge, si è riunita la Giunta Comunale.

Partecipa il Segretario Comunale DOTT.GIAMPAOLO ZARCONE.

Risultano:

	Presenti	Assenti
ROMANO RENATA - SINDACO	SI	==
ROTUNDO GIANFRANCO - VICESINDACO	==	SI
FIGINI DARIO - ASSESSORE	SI	==
CLERICI PIETRO - ASSESSORE	==	SI
VERGA MASSIMO - ASSESSORE	SI	==
TOTALI	3	2

La Signora ROMANO RENATA, Sindaco, assunta la presidenza e riconosciuta la validita' dell'adunanza, dichiara aperta la seduta ed invita i convenuti a prendere le deliberazioni di loro competenza sugli oggetti iscritti nell'ordine del giorno:

02- pag1

Delibera di G.C. n. 190 del 18/11/1998 F.to Il Segretario Comunale.

Oggetto: PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA - PARERE

LA GIUNTA COMUNALE

Premesso che:

- in data 29 ottobre u.s. la Regione Lombardia, settore LL.PP. Servizio O.I.D.S. ha presentato ai Comuni interessati il progetto di massima sulle opere di sistemazione idraulica dell'asta del Torrente Lura, richiedendo un parere a stretto giro di consultazione;
- il progetto è stato presentato per trovare una soluzione ai problemi di esondazione frequente del torrente, soprattutto in aree densamente urbanizzate dei Comuni di Rho e Saronno, nonchè per ovviare all'incapacità del fiume Olona che riceve le sue acque di piena;
- è stato riferito che possono verificarsi, con un ritorno di cento anni , afflussi anche sei volte superiori alla capacità di carico dell'alveo intubato in Rho, e comunque fenomeni alluvionali a scadenze assai più ravvicinate (5-10 anni);
- la Regione avanza un progetto di interventi sul territorio che prevede in particolare di realizzare due grandi vasche di laminazione, una mediante sbarramento della valle a monte di Rovellasca e l'altra, totalmente artificiale, in territorio di Caronno Pertusella , ad ovest del depuratore, oltre ad altri interventi minori;

Dato atto che non si vuole, in questo parere, mettere in discussione i criteri di calcolo adottati e la loro attendibilità, nè si vuole dubitare degli effetti disastrosi di una esondazione del fiume in area urbana;

Ritenuto , altresì, necessario ricordare che una gestione più oculata del territorio da parte di quei comuni a rischio, sia per quanto riguarda l'edificazione , sia pe quanto riguarda la gestione dell'alveo, avrebbe reso meno gravoso l'intervento che ora si vuol far gravare sul territorio dei comuni a monte di Rho, i quali, viceversa hanno di fatto assicurato una maggiore attenzione al fiume;

Dato atto che si rende necessario segnalare con forza la scelta dei nuovi comuni che da Caronno Pertusella a Guanzate hanno spontaneamente deciso di istituire il Parco della Valle del Lura, dopo avere investito le loro risorse nel risanamento delle acque;

Considerato, perlomeno, non felice la proposta della Regione che, dopo aver concluso l'iter e avviata la gestione del parco ratificata con proprio decreto, viene a proporvi di costruirvi una grande diga di otto metri di altezza che porterà, anche se occasionalmente l'allagamento di una aliquota importante del territorio coperta da boschi e da un piacevole paesaggio;

Dato atto che il Comune di Cadorago, capo convenzione del Parco e gli altri comuni del parco sono pienamente consapevoli del ruolo che la valle può svolgere quale cassa di espansione del fiume, tantè che hanno scelto di apporvi un vincolo di inedificabilità persino per le attività agricole, le quali dovranno reperire gli spazi fuori dall'ambito protetto pari a circa mille ettari;

Considerato che la proposta di costruire uno sbarramento unico a Rovellasca che non appare supportato da alcuna valutazione sull'impatto ambientale che potrebbe provocare, non può che destare forti perplessità
in quanto la natura ha già provveduto a modellare il paesaggio e ad equipaggiarlo con un ecosistema adatto ad accogliere straripamenti del fiume, in quanto i boschi di farnia, di salice e di ontano sono assolutamente in grado di recepire alluvioni anche notevoli ,senza subire eccessivi danni, ma un allagamento con una profondità simile a quella progettata sarebbe eccessivo e comporterebbe un sicuro danneggiamento, probabilmente irreversibile, di tutte le fustaie anche di quelle igrofile;

02- pag2

Delibera di G.C. n. 190 del 18/11/1998 F.to Il Segretario Comunale.

Oggetto: PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA - PARERE

Considerato, inoltre, che il disegno della vasca di Caronno appare dettato da una logica di semplificazione grafica (un rettangolo) che da alcuna valutazione di inserimento sul territorio, a prescindere da valutazioni sulla coerenza con la destinazione urbanistica dell'area comunque già destinata in gran parte a parco mente la rimanente agricola;

Dato atto che il progetto cita i vincoli ambientali previsti dalla normativa vigente ignorandone, però, i contenuti giuridici , in particolare in materia di beni ambientali e che le sponde fluviali e i boschi sono gravati dal vincolo paesaggistico ex legge 431/85 che sottintende e obbliga a una qualità del progetto sensibile al territorio, così come rappresentato dalla L.R. 18/97, dalla L.R. 8/86 e 80/89 (in materia di boschi), nonchè dalle delibere di attuazione e regolamento; in esse la Regione impone determinati parametri progettuali di rispetto della vegetazione in atto e potenziale, nonchè di utilizzo delle tecniche di bioingegneria .

Dato, altresì, atto che la stessa Regione presenta oggi un progetto che ignora, di fatto, i regolamenti che essa stessa si è data.

Segnalata in particolare la infelice scelta di "piantumazione" delle aree con utilizzo di specie nordamericane come l'acero delle foreste canadesi insieme con il Taxodium proveniente dalle paludi della Florida , quasi come potesse essere "naturale" far convivere boschi dei climi subartici assieme a quelli tropicali , in clima temperato;

Dimostrato che il progetto così come proposto è da ritenersi non confome, nemmeno a livello preliminare, con le vigenti norme in materia ambientale.

Considerato che i Comuni hanno stabilito di investire rilevanti risorse nella valle per equipaggiarla ai fini di una corretta fruizione, in particolare con una rete di percorsi ciclopedonali in calcestre, i quali verrebbero verosimilmente compromessi da piene così come previste e che i lavori inizieranno a breve e riguarderanno proprio l'area che si intende allagare e che non appare accettabile che lo sforzo compiuto per avviare questa istituzione possa essere compromesso da altri livelli di progettazione, i quali, pure mossi da ben comprensibili fini, non tengono in minimo conto delle scelte e della progettualità locali;

Ritenuto, per le motivazioni sopraesposte, non condivisibile il progetto di cui trattasi;

Visto il parere favorevole del responsabile del servizio ambiente ai sensi dell'art. 53 della legge 142/1990;

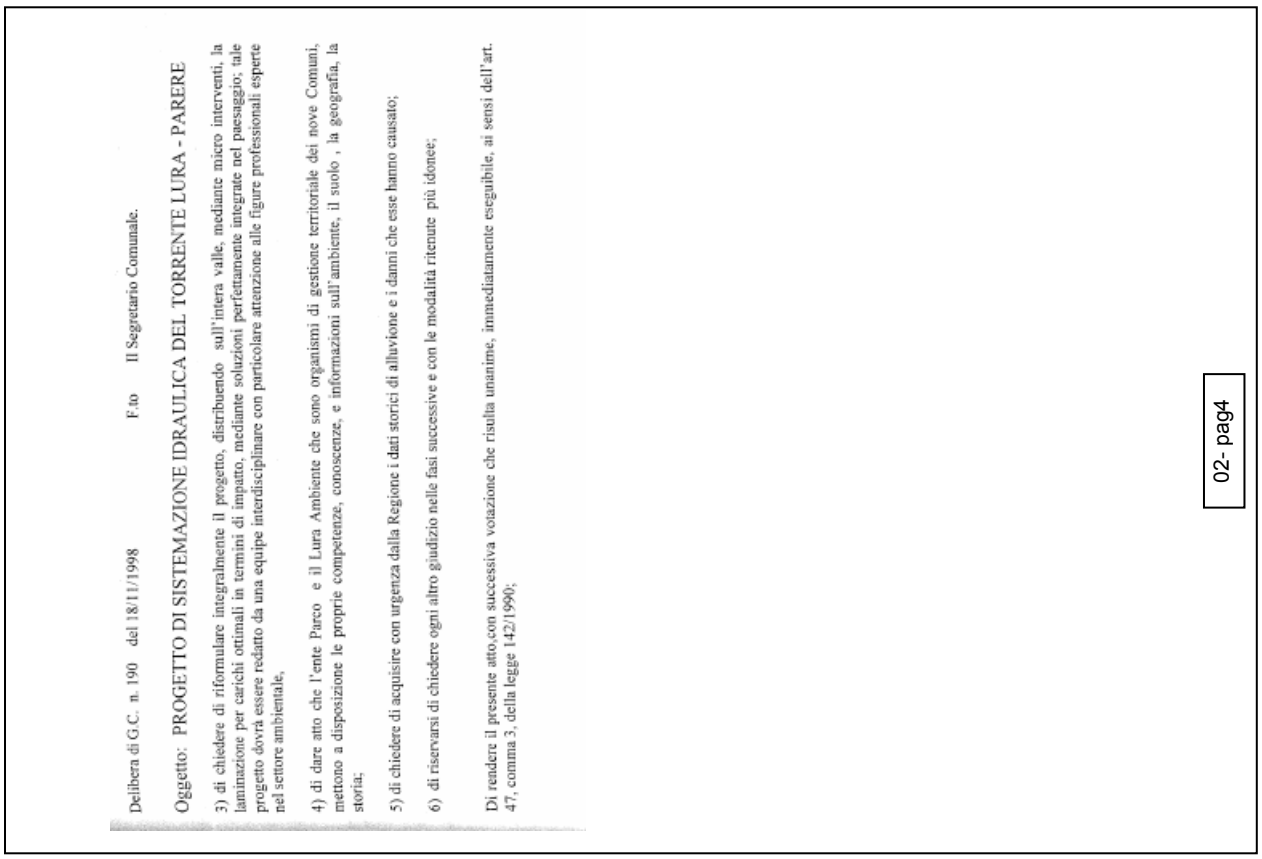
Con voto unanime favorevole espresso nei modi e forme di legge;

DELIBERA

1) di non ritenere, per i motivi e le causali di cui in premessa che si intendono qui integralmente riportati, il progetto stesso accettabile quale soluzione ottimale per risolvere il problema nè tantomeno per l'impatto ambientale;

2) di rendersi tuttavia disponibile a considerare soluzioni progettuali totalmente diverse, che siano espressione del progetto Parco Lura, ovvero che rappresentino una importante fase attuativa del programma di recupero forestale, selvicolturale, idrogeologico, naturalistico e fruitivo, modellate secondo tecniche di rinaturalizzazione e bioingegneria in linea con i principi di sostenibilità e di tutela della biodiversità solennemente stabiliti dalla convenzione di Rio de Janeiro del'92, sottoscritta anche dall'Italia;

02- pag3



Delibera di G.C. n. 190 del 18/11/1998 F.to Il Segretario Comunale.

Oggetto: PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA - PARERE

3) di chiedere di riformulare integralmente il progetto, distribuendo sull'intera valle, mediante micro interventi, la laminazione per carichi ottimali in termini di impatto, mediante soluzioni perfettamente integrate nel paesaggio; tale progetto dovrà essere redatto da una equipe interdisciplinare con particolare attenzione alle figure professionali esperte nel settore ambientale,

4) di dare atto che l'ente Parco e il Lura Ambiente che sono organismi di gestione territoriale dei nove Comuni, mettono a disposizione le proprie competenze, conoscenze, e informazioni sull'ambiente, il suolo , la geografia, la storia;

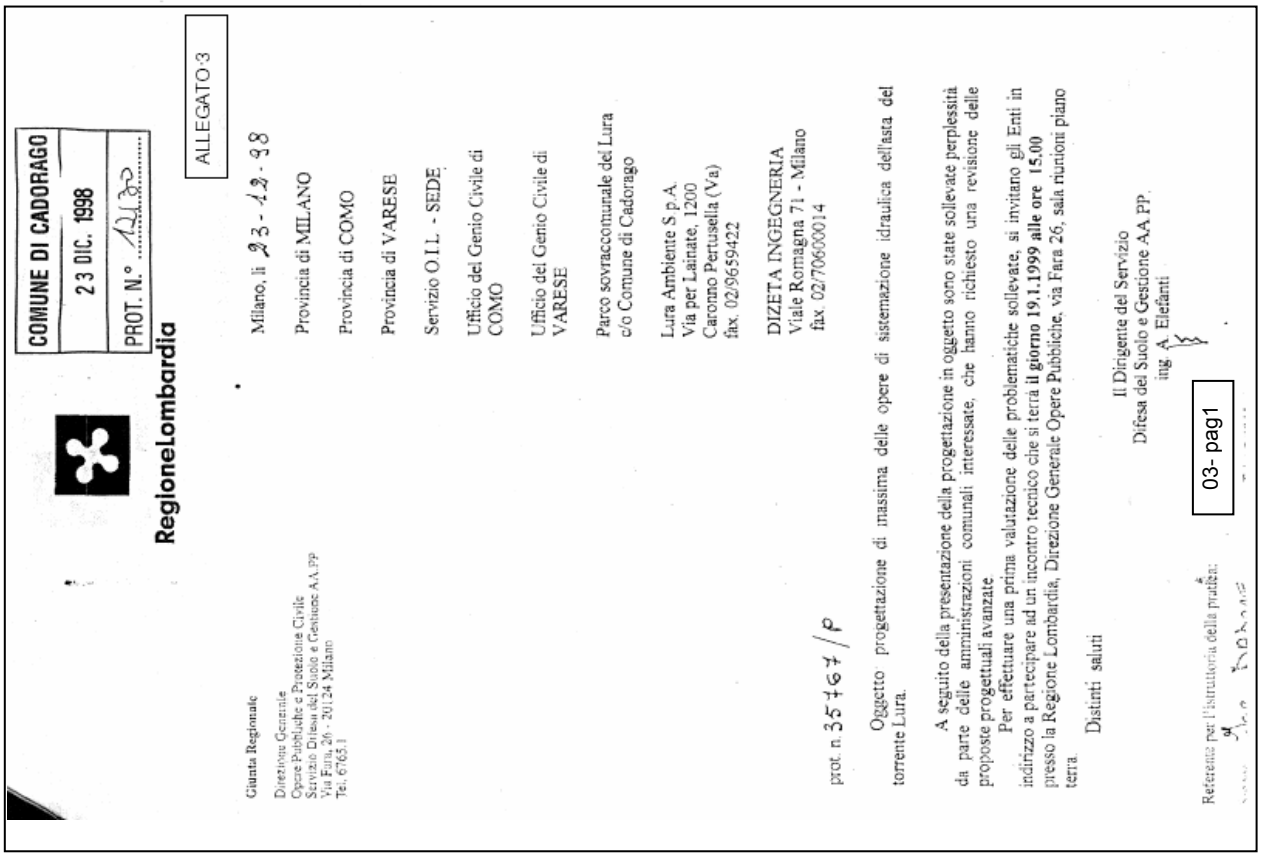
5) di chiedere di acquisire con urgenza dalla Regione i dati storici di alluvione e i danni che esse hanno causato;

6) di riservarsi di chiedere ogni altro giudizio nelle fasi successive e con le modalità ritenute più idonee;

Di rendere il presente atto,con successiva votazione che risulta unanime, immediatamente eseguibile, ai sensi dell'art. 47, comma 3, della legge 142/1990;

02- pag4

6.2.2.1 Allegato 3 - Convocazione, a tutti i Comuni interessati al progetto, di un incontro in Regione Lombardia (Direzione Generale Servizio Difesa del Suolo) - 23-12-1998



ALLEGATO 3

COMUNE DI CADORAGO
23 DIC. 1998
PROT. N.° 10130

RegioneLombardia

Giunta Regionale
Direzione Generale
Opere Pubbliche e Protezione Civile
Servizio Difesa del Suolo e Gestione AA.PP.
Via Fara, 26 - 20124 Milano
Tel. 6765.1

Milano, li 23 - 12 - 98

Provincia di MILANO

Provincia di COMO

Provincia di VARESE

Servizio O I L. - SEDE

Ufficio del Genio Civile di COMO

Ufficio del Genio Civile di VARESE

Parco sovraccomunale del Lura
c/o Comune di Cadorago

Lura Ambiente S.p.A.
Via per Lainate, 1200
Caronno Pertusella (Va)
fax. 02/9659422

DIZETA INGEGNERIA
Viale Romagna 71 - Milano
fax 02/70600014

prot. n. 35767/P

Oggetto: progettazione di massima delle opere di sistemazione idraulica dell'asta del torrente Lura.

A seguito della presentazione della progettazione in oggetto sono state sollevate perplessità da parte delle amministrazioni comunali interessate, che hanno richiesto una revisione delle proposte progettuali avanzate.

Per effettuare una prima valutazione delle problematiche sollevate, si invitano gli Enti in indirizzo a partecipare ad un incontro tecnico che si terrà **il giorno 19.1.1999 alle ore 15.00** presso la Regione Lombardia, Direzione Generale Opere Pubbliche, via Fara 26, sala riunioni piano terra.

Distinti saluti

Il Dirigente del Servizio
Difesa del Suolo e Gestione AA.PP.
ing. A. Elefanti

Referente per l'istruttoria della pratica:

03- pag1

6.2.3 *Allegato 4 - Verbale dell'incontro del 19.01.1999 tenutosi in Regione Lombardia - 03-02-1999*

ALLEGATO 4

RegioneLombardia

Giunta Regionale

Direzione Generale
Opere Pubbliche e Protezione Civile
Servizio Difesa del Suolo e Gestione AA.PP.
Via Fara, 26 - 20124 Milano
Tel. 6765.1

Milano, li 03 FEB 1999

Ai Comuni di
GUANZATE
CADORAGO
BREGNANO
CERMENATE
LOMAZZO
ROVELLASCA
ROVELLO PORRO
SARONNO
CARONNO PERTUSELLA
LAINATE
RHO

e, p.c. Parco sovraccomunale del Lura
c/o Comune di Cadorago

Lura Ambiente S.p.A.
Via per Lainate, 1200
Caronno Pertusella (Va)
fax. 02/9659422

DIZETA INGEGNERIA
Viale Romagna 71 - Milano
fax 02/70600014

prot. n. 3369/P

Oggetto: progettazione di massima delle opere di sistemazione idraulica dell'asta del torrente Lura.

Con la presente si trasmette resoconto della riunione tenutasi il giorno 19.1 u.s. presso la Regione Lombardia per la valutazione delle problematiche sollevate in merito alla progettazione in oggetto. Sarà cura di questo Servizio tenere informate codeste amministrazioni in merito agli ulteriori sviluppi della vicenda.

Distinti saluti

Il Dirigente del Servizio
Difesa del Suolo e Gestione AA.PP.
ing. A. Elefanti

Referente per l'istruttoria della pratica:

Signor DADONE FILIPPO Tel. 02-6765 2892 Fax 02-6765 2968

04- pag1

PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE LURA
VERBALE RIUNIONE TECNICA DEL 19.1.1999

Il giorno 19 gennaio 1999 alle ore 15.00 si sono riuniti presso la sede della Regione Lombardia i rappresentanti tecnici degli enti interessati alla valutazione della progettazione preliminare di sistemazione idraulica del torrente Lura redatto dalla società Dizeta Ingegneria (si veda l'allegato elenco dei presenti).

Scopo della riunione è quello di valutare le proposte progettuali di sistemazione idraulica del corso del Lura alla luce delle osservazioni presentate dalle amministrazioni comunali interessate alla Regione Lombardia - Servizio Difesa del Suolo, nelle quali le amministrazioni (da Caronno Pertusella a Guanzate) indicano il Parco del Lura e il Consorzio Lura Ambiente quali referenti per la discussione delle questioni tecniche.

I tecnici indicati dai due Enti, quali propri rappresentanti, sono l'ing. R. Colombo e F. Lopez per il Parco del Lura e l'ing. G. Castiglioni e S. Bavagnoli per il consorzio Lura Ambiente. Inoltre il Parco del Lura dichiara di potersi avvalere della collaborazione di un tecnico forestale e il Consorzio Lura Ambiente della consulenza del Prof. Ing. Alessandro Paoletti, per problematiche di tipo idrologico-idraulico.

In apertura di riunione si evidenzia che le aree di espansione delle piene sono da considerarsi l'unico tipo di intervento in grado di risolvere efficacemente i problemi di insufficienza idraulica, in quanto altri tipi di intervento (quali arginature, scolmatori, by-pass) non risolvono il problema ma si limitano a trasferirlo a valle. Si evidenzia inoltre che i problemi idraulici riguardano non solo i territori urbanizzati lungo l'asta del Lura ma anche la ridotta portata scaricabile in Olona, corso ricettore del Lura. Infine, tra le cause della situazione di rischio idraulico, bisogna considerare non solo l'urbanizzazione dei comuni di valle, ma anche l'aumento degli scarichi delle zone situate più a monte, a seguito dell'aumento di aree impermeabilizzate, e la realizzazione di reti di collettamento prive di proprie vasche per la laminazione delle acque di pioggia.

Si passa quindi a valutare le due diverse situazioni, a monte e a valle di Saronno.

1) Aree di laminazione a monte di Saronno

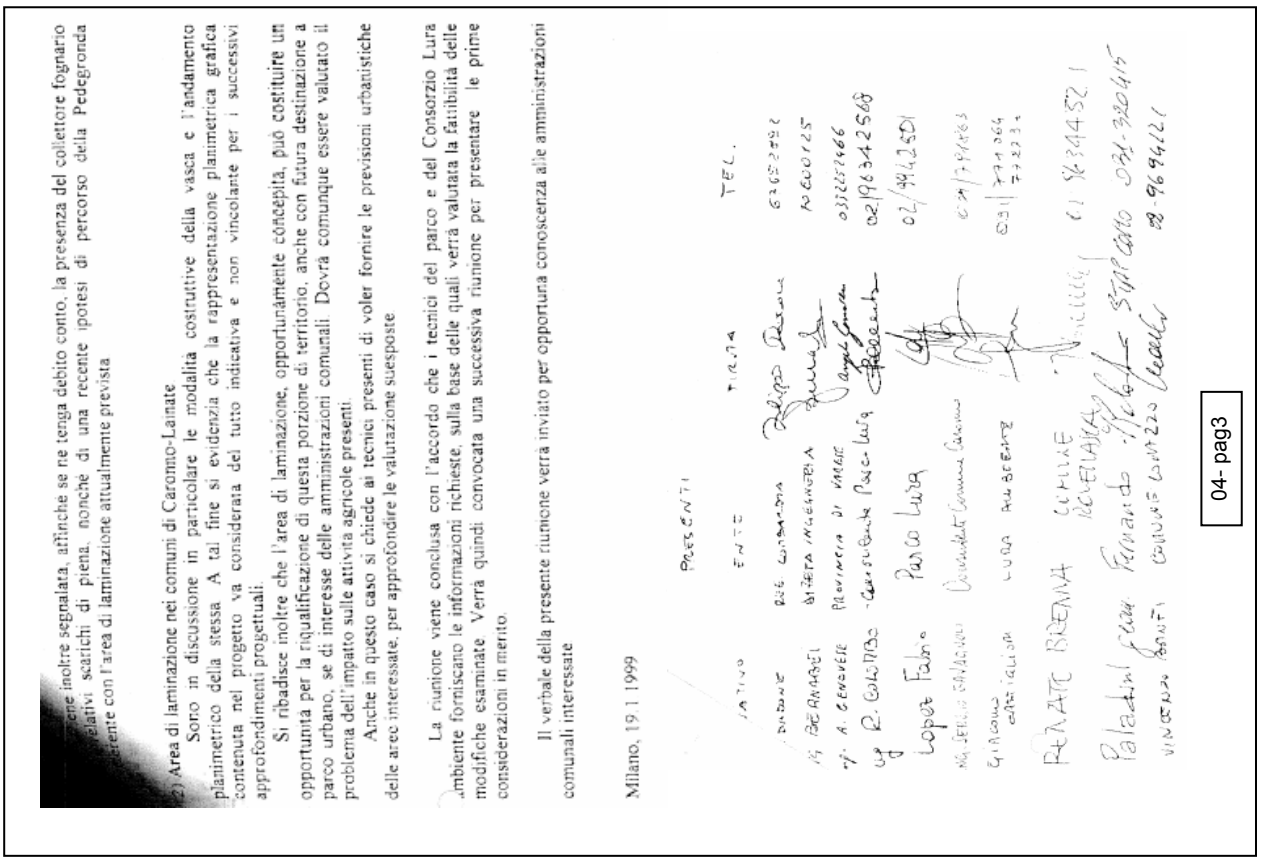
Si procede ad una ricognizione speditiva delle aree della valle del Lura a monte di Saronno per valutare la possibilità di suddividere l'invaso di laminazione previsto in più aree di espansione controllata delle piene, caratterizzate da valori inferiori dello sbarramento e dei tiranti d'acqua.

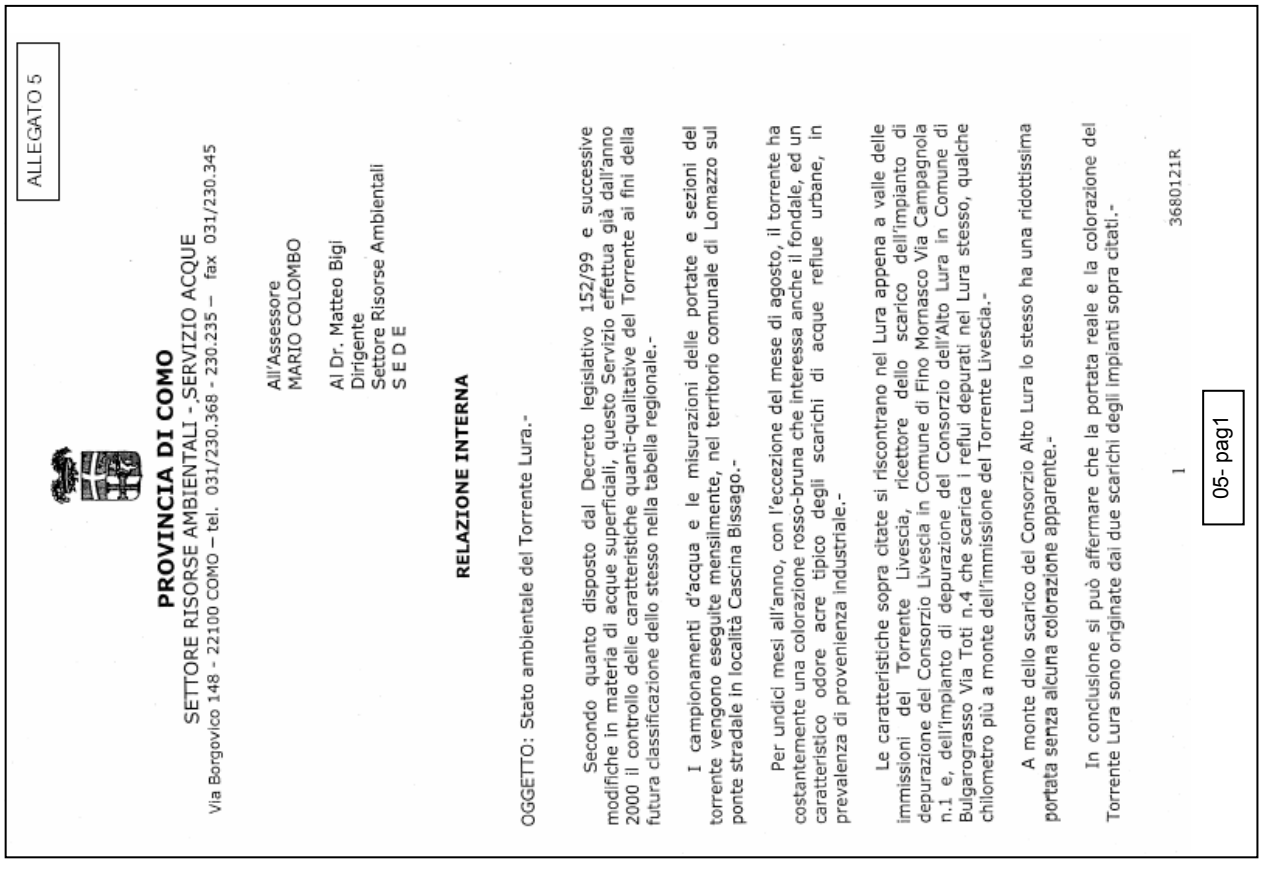
Si sottolinea come le aree più opportune sono quelle poste più immediatamente a monte dei centri abitati da difendere, sia per la maggiore efficacia delle vasche in tali aree, sia per la minore pendenza del terreno, che permette l'utilizzo di maggiori volumi con minori altezze degli sbarramenti.

Sulla base di questa prima ricognizione sembra fattibile la suddivisione dei volumi necessari alla laminazione in più invasi. Gli sbarramenti potrebbero essere localizzati in prossimità di infrastrutture già esistenti, per limitarne l'impatto visivo, o comunque in corrispondenza della viabilità di attraversamento della valle. Per una più precisa individuazione degli stessi, si invita l'Ente Parco a fornire un'indicazione, seppur di massima, delle altezze d'acqua compatibili con gli ecositemi presenti.

Si richiede inoltre di avere l'indicazione delle aree vincolate dal piano del Parco. Resta inteso che si provvederà successivamente a concordare, anche con il contributo di esperti, le modalità ritenute più rispettose dell'ambiente e del paesaggio nonché gli impatti sulle attività agricole eventualmente presenti nelle aree da destinare a laminazione.

04- pag2





ALLEGATO 5

PROVINCIA DI COMO
SETTORE RISORSE AMBIENTALI - SERVIZIO ACQUE
Via Borgovico 148 - 22100 COMO – tel. 031/230.368 - 230.235 – fax 031/230.345

All'Assessore
MARIO COLOMBO

Al Dr. Matteo Bigi
Dirigente
Settore Risorse Ambientali
S E D E

RELAZIONE INTERNA

OGGETTO: Stato ambientale del Torrente Lura.-

Secondo quanto disposto dal Decreto legislativo 152/99 e successive modifiche in materia di acque superficiali, questo Servizio effettua già dall'anno 2000 il controllo delle caratteristiche quanti-qualitative del Torrente ai fini della futura classificazione dello stesso nella tabella regionale.-

I campionamenti d'acqua e le misurazioni delle portate e sezioni del torrente vengono eseguite mensilmente, nel territorio comunale di Lomazzo sul ponte stradale in località Cascina Bissago.-

Per undici mesi all'anno, con l'eccezione del mese di agosto, il torrente ha costantemente una colorazione rosso-bruna che interessa anche il fondale, ed un caratteristico odore acre tipico degli scarichi di acque reflue urbane, in prevalenza di provenienza industriale.-

Le caratteristiche sopra citate si riscontrano nel Lura appena a valle delle immissioni del Torrente Livescia, ricettore dello scarico dell'impianto di depurazione del Consorzio Livescia in Comune di Fino Mornasco Via Campagnola n.1 e, dell'impianto di depurazione del Consorzio dell'Alto Lura in Comune di Bulgarograsso Via Toti n.4 che scarica i reflui depurati nel Lura stesso, qualche chilometro più a monte dell'immissione del Torrente Livescia.-

A monte dello scarico del Consorzio Alto Lura lo stesso ha una ridottissima portata senza alcuna colorazione apparente.-

In conclusione si può affermare che la portata reale e la colorazione del Torrente Lura sono originate dai due scarichi degli impianti sopra citati.-

1 3680121R

05- pag1

6.2.4 *Allegato 5 - Relazione sullo stato ambientale del Torrente Lura della Provincia di Como (settore risorse ambientali – servizio acque)*

...iene inoltre segnalata, affinché se ne tenga debito conto, la presenza del collettore fognario ...elativi scarichi di piena, nonché di una recente ipotesi di percorso della Pedegronda ...erente con l'area di laminazione attualmente prevista

2) Area di laminazione nei comuni di Caronno-Lainate

Sono in discussione in particolare le modalità costruttive della vasca e l'andamento planimetrico della stessa. A tal fine si evidenzia che la rappresentazione planimetrica grafica contenuta nel progetto va considerata del tutto indicativa e non vincolante per i successivi approfondimenti progettuali.

Si ribadisce inoltre che l'area di laminazione, opportunamente concepita, può costituire un opportunità per la riqualificazione di questa porzione di territorio, anche con futura destinazione a parco urbano, se di interesse delle amministrazioni comunali. Dovrà comunque essere valutato il problema dell'impatto sulle attività agricole presenti.

Anche in questo caso si chiede ai tecnici presenti di voler fornire le previsioni urbanistiche delle aree interessate, per approfondire le valutazione suesposte.

La riunione viene conclusa con l'accordo che i tecnici del parco e del Consorzio Lura ambiente forniscano le informazioni richieste, sulla base delle quali verrà valutata la fattibilità delle modifiche esaminate. Verrà quindi convocata una successiva riunione per presentare le prime considerazioni in merito.

Il verbale della presente riunione verrà inviato per opportuna conoscenza alle amministrazioni comunali interessate.

Milano, 19.1.1999

PRESENTI

NATIVO	ENTE	FIRMA	TEL.
DUDONE	REG. LOMBARDIA	[illegible]	67652892
ING. BERNABEI	DIRETTA INGEGNERIA	[illegible]	10600125
ing. A. GENOVESE	PROVINCIA DI VARESE	[illegible]	0332252466
ing. R. COLOMBO	Consulente Parco Lura	[illegible]	02/96342568
Lopez Fabio	Parco Lura	[illegible]	02/9942501
ING. SERGIO GAVAGNOLI	Consulente Comune Caronno	[illegible]	031/791863
GIACOMO CASTIGLIONI	LURA AMBIENTE	[illegible]	031/771064 772231
RENATO BRENNA	COMUNE ROVELLASCA	[illegible]	02 9634452 1
Paladini geom. Fernando	[illegible]	STAP COMO	031-320415
VINCENZO BONFI	COMUNE LOMAZZO	[illegible]	02-9694121

04- pag3

Questo Servizio, dall'anno 2000 effettua, sempre in riferimento al Dlgs. 152/99, il controllo degli scarichi degli impianti dei Consorzi Livescia ed Alto Lura con cadenza prestabilita.-

I referti delle analisi degli scarichi sono a tutt'oggi risultati nei limiti individuati dalle tabelle dell'allegato 5 del Dlgs. 152/99.-

Lo stato del Torrente Lura è il seguente:

- stato ecologico: classe 5 (la peggiore) -

Poiché anche se nessuno dei parametri della tabella di riferimento (Tabella 1 Dlgs. 152/99) supera il valore soglia, lo stato ambientale del Lura a Lomazzo per il 2000 risulta comunque PESSIMO in base a quanto stabilito dai macrodescrittori.-

Tutti i referti delle analisi sia del Lura che dei due depuratori sopra citati, nonché il censimento dei corpi idrici provinciali "Relazione Fiumi - anno 2000" sono disponibili presso il Servizio Acque.-

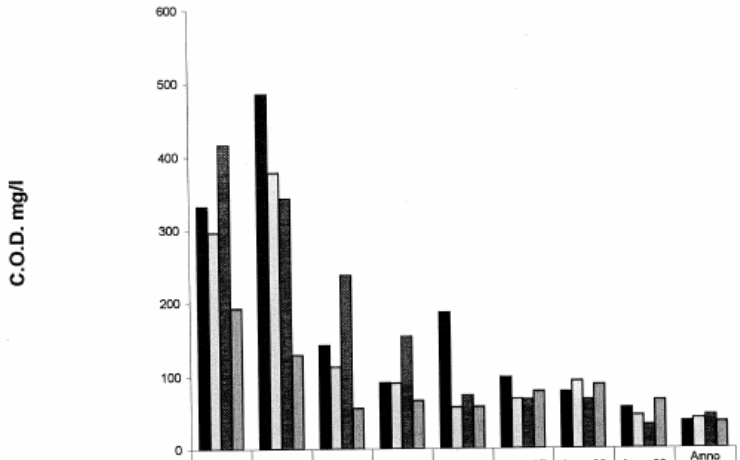
05- pag2

6.2.5 *Tabelle 1 e 2 - Monitoraggio compiuto da Lura Ambiente s.p.a. sulla qualità delle acque del Lura - 1991-2000*

Attività di collettamento e depurazione acque reflue civili ed industriali
Via Lainate, 1200 21042 Caronno Pertusella (Va) Tel. +39 029656946 +39 029650271 Fax +39 029659422 E-mail: info@lura-ambiente.it
Capitale Sociale int. vers. € 200.000,000 Registro Società Tribunale di Busto Arsizio 29046 C.C.I.A.A. Varese 242557 Partita IVA e Cod. Fisc. 02259590129

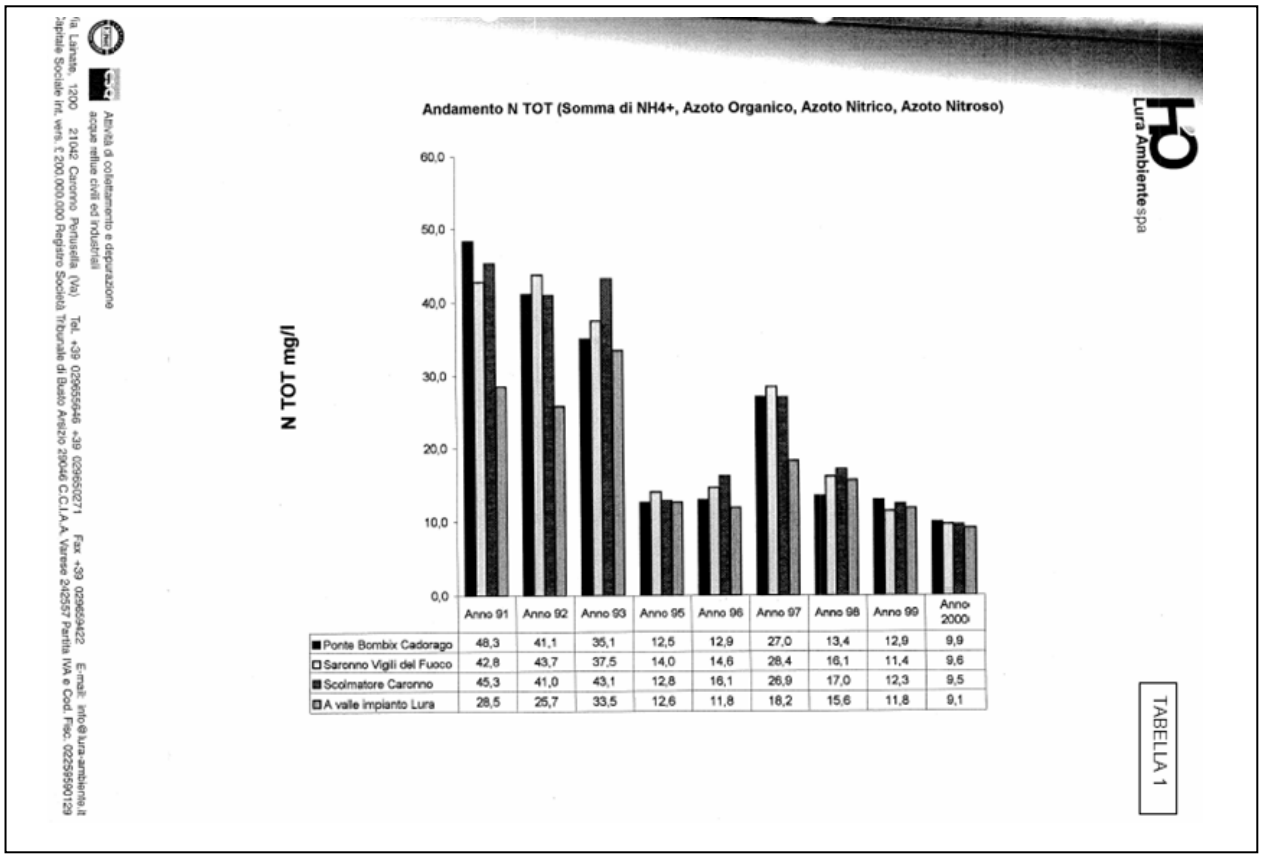
Lura Ambiente spa

ANDAMENTO C.O.D (Domanda di O2 Chimico)



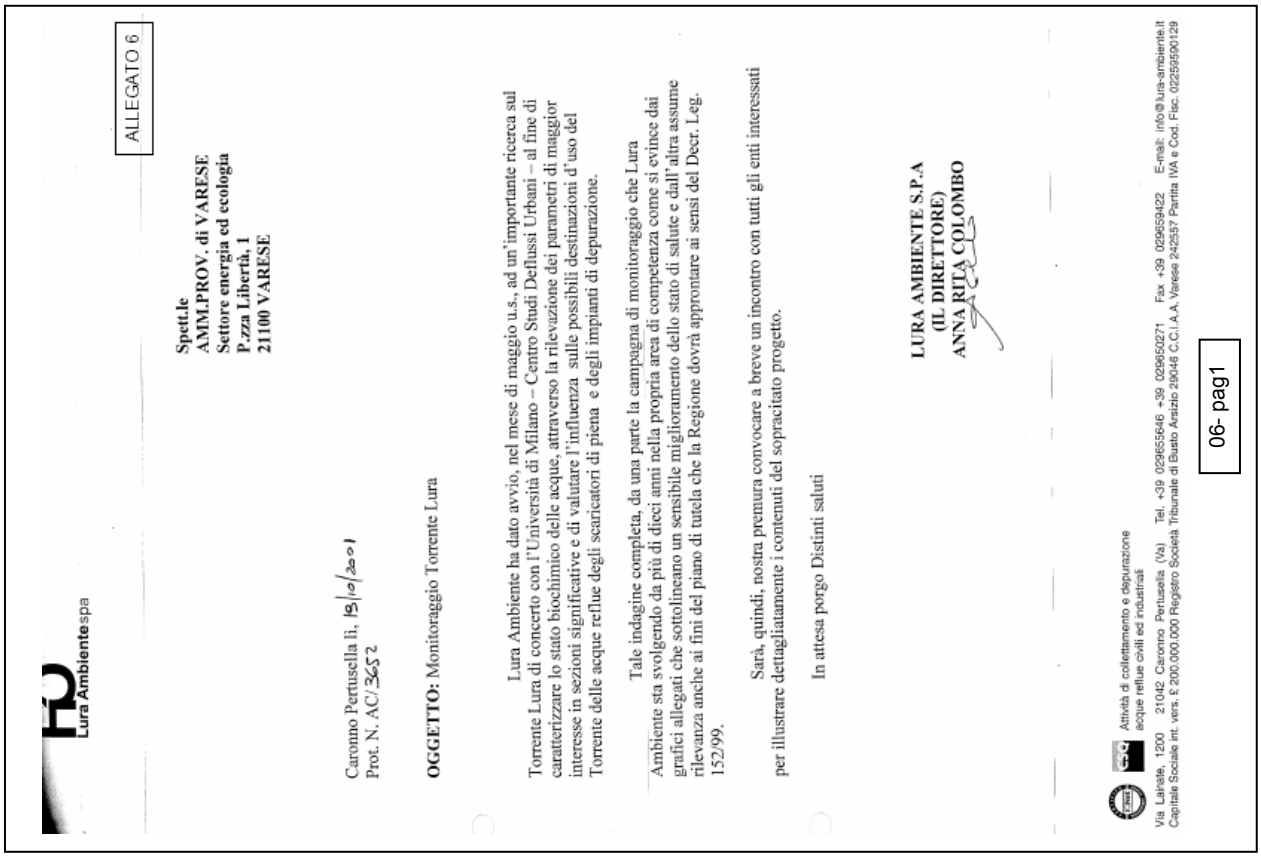
	Anno 91	Anno 92	Anno 93	Anno 95	Anno 96	Anno 97	Anno 98	Anno 99	Anno 2000
Ponte Bombix Cadorago	332	485	142	91	186	98	79	57	38
Saronno Vigili del fuoco	296	378	113	91	58	69	93	47	42
Scolmatore Caronno	416	343	237	153	74	68	68	34	47
A valle impianto Lura	192	130	57	67	58	79	89	67	37

TABELLA 2



	Anno 91	Anno 92	Anno 93	Anno 95	Anno 96	Anno 97	Anno 98	Anno 99	Anno 2000
Ponte Bombix Cadorago	48,3	41,1	35,1	12,5	12,9	27,0	13,4	12,9	9,9
Saronno Vigili del Fuoco	42,8	43,7	37,5	14,0	14,6	28,4	16,1	11,4	9,6
Scolmatore Caronno	45,3	41,0	43,1	12,8	16,1	26,9	17,0	12,3	9,5
A valle impianto Lura	28,5	25,7	33,5	12,6	11,8	18,2	15,6	11,8	9,1

6.2.6 *Allegato 6 - Avvio della ricerca triennale sullo stato biochimico delle acque del Torrente Lura - 19-10-2001*



ALLEGATO 6

Lura Ambiente spa

Caronno Pertusella li, 19/10/2001
Prot. N. AC/3652

Spett.le
AMM.PROV. di VARESE
Settore energia ed ecologia
P.zza Libertà, 1
21100 VARESE

OGGETTO: Monitoraggio Torrente Lura

Lura Ambiente ha dato avvio, nel mese di maggio u.s., ad un'importante ricerca sul Torrente Lura di concerto con l'Università di Milano – Centro Studi Deflussi Urbani – al fine di caratterizzare lo stato biochimico delle acque, attraverso la rilevazione dei parametri di maggior interesse in sezioni significative e di valutare l'influenza sulle possibili destinazioni d'uso del Torrente delle acque reflue degli scaricatori di piena e degli impianti di depurazione.

Tale indagine completa, da una parte la campagna di monitoraggio che Lura Ambiente sta svolgendo da più di dieci anni nella propria area di competenza come si evince dai grafici allegati che sottolineano un sensibile miglioramento dello stato di salute e dall'altra assume rilevanza anche ai fini del piano di tutela che la Regione dovrà approntare ai sensi del Decr. Leg. 152/99.

Sarà, quindi, nostra premura convocare a breve un incontro con tutti gli enti interessati per illustrare dettagliatamente i contenuti del sopracitato progetto.

In attesa porgo Distinti saluti

LURA AMBIENTE S.P.A
(IL DIRETTORE)
ANNA RITA COLOMBO

Attività di collettamento e depurazione acque reflue civili ed industriali
Via Lainate, 1200 21042 Caronno Pertusella (Va) Tel. +39 029655646 +39 029650271 Fax +39 029659422 E-mail: info@lura-ambiente.it
Capitale Sociale int. vers. € 200.000,000 Registro Società Tribunale di Busto Arsizio 29046 C.C.I.A.A. Varese 242557 Partita IVA e Cod. Fisc. 02259590129

06- pag1

CONVENZIONE DI RICERCA

Tra:

LURA AMBIENTE S.p.A, con sede in Caronno Pertusella (VA), rappresentata dal Presidente sig. Giacomo Castiglioni

e

CENTRO STUDI DEFLUSSI URBANI, con sede presso il Politecnico di Milano, rappresentato dal Presidente prof. ing. Alessandro Paoletti

Premesso che:

- il bacino idrografico del torrente Lura è fortemente antropizzato con presenza sia di vasti centri urbani e insediamenti produttivi sia di aree di notevole pregio ambientale e paesistico da salvaguardare e valorizzare;
- nel bacino operano importanti enti di protezione territoriale, quali: Lura Ambiente Spa (di qui in avanti LA), Centro Imprese Depurazione Acque s.r.l. (di qui in avanti CIDA), e Ente Parco del Lura (di qui in avanti EPL);
- che LA è interessato, insieme agli altri suddetti enti, affinché il bacino del torrente Lura divenga sede di ricerche teoriche e sperimentali atte a acquisire le conoscenze ed esperienze sulle più moderne metodologie di monitoraggio sperimentale e di analisi modellistica sia delle situazioni esistenti che dell'efficacia degli interventi di ripristino e salvaguardia da pianificare sul corso d'acqua e sugli importanti sistemi di drenaggio urbano ed agricolo ad esso afferenti;
- che tali ricerche assumono rilevanza anche ai fini del Piano di Tutela che la Regione Lombardia dovrà approntare ai sensi dei D.Lgs.vi n. 152/99 e n. 258/00 allo scopo di raggiungere gli obiettivi di qualità fissati da tali leggi;
- che il torrente Lura ha caratteristiche idrologiche torrentizie con magre stagionali molto pronunciate, nel corso delle quali gli effluenti dei sistemi di collettamento e depurazione assumono importanza preponderante, e che in tali circostanze gli standard di legge possono non essere un riferimento adeguato per la qualità ambientale;
- che il Centro Studi Deflussi Urbani (di qui in avanti CSDU), unitamente al Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento (di qui in avanti DIIAR) e all'Università degli Studi di Milano – Bicocca - Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio (di qui in avanti DISAT), svolgono da tempo ricerche in tale settore disciplinare e sono interessati a individuare *aree – laboratorio* nel bacino del torrente Lura, attrezzate a scala reale con un sufficiente orizzonte temporale di attività, allo scopo di consolidare le esperienze già acquisite e di approfondirle in nuove direzioni;

si conviene e si stipula la presente convenzione di ricerca.

1. Titolo della ricerca

"Strategie per la salvaguardia ed il recupero ambientale ed idraulico del territorio del Lura"

2. Obiettivi

La ricerca proposta si prefigge gli obiettivi seguenti, che hanno carattere sia conoscitivo che metodologico e che sono in accordo con quanto prescritto dai recenti D.Lgs. n. 152/99 e D.Lgs. n. 258/00 e con la connotazione scientifica della ricerca stessa.

2.1. Caratterizzazione dello stato biochimico delle acque del torrente Lura attraverso la rilevazione in sezioni significative dei parametri di maggiore interesse, sia in tempo secco che in tempo di pioggia, con cadenza inizialmente quindicinale e poi mensile.

2.2. Valutazione dell'influenza sulle possibili destinazioni d'uso del torrente Lura da parte delle acque effluenti dagli scarichi di piena fognari e dagli impianti di depurazione, sia nella situazione attuale che in relazione a possibili strategie d'intervento, sia strutturali che non strutturali e gestionali (ad esempio con tecnologie di controllo in tempo reale), atte a ridurre tali impatti.

2.3. Valutazione dei diversi fenomeni idraulici e ambientali nelle aree di esondazione e di laminazione lungo l'asta del torrente Lura e dei suoi affluenti principali, allo scopo di sviluppare criteri metodologici per il controllo di tali fenomeni.

3. Durata della ricerca

3 anni, con facoltà di rinnovo.

Enti collaboranti alla ricerca

Oltre a LA e CSDU, contraenti la presente convenzione, collaboreranno alla ricerca CIDA, EPL, DIIAR e DISAT, con l'intesa che LA coordinerà le attività di CIDA e EPL, mentre CSDU coordinerà le attività di DIIAR e DISAT.
I referenti della ricerca saranno:

per gli Enti contraenti:

- Lura Ambiente SpA. (LA): *Dott.ssa Annarita Colombo*
- Centro Studi Deflussi Urbani (CSDU): *Prof. ing. Alessandro Paoletti*

per gli Enti collaboranti:

- Centro Imprese Depurazione Acque s.r.l.. (CIDA): *Ing. Roberto Bianchi*
- Ente Parco del Lura (EPL): ....
- Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento (DIIAR): *Prof. Paolo Berbenni*
- Università degli Studi di Milano – Bicocca, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio (DISAT): *Prof. Valeria Mezzanotte*

Modalità di svolgimento

Verranno preliminarmente raccolti, anche presso enti pubblici esterni al gruppo di lavoro, la cartografia ed i dati quali-quantitativi disponibili per l'area studiata, al duplice scopo di selezionare le informazioni utili alla ricerca e già esistenti e di individuare i siti più significativi ed operativamente più adatti per le indagini sperimentali.
Le campagne di monitoraggio verranno effettuate sulla base di dettagliati protocolli operativi progressivamente messi a punto in modo tale da ottimizzare, tenendo conto degli obiettivi della ricerca e delle risorse disponibili, l'efficacia dell'acquisizione dei dati da parte della strumentazione e la gestione della stessa.
I dati raccolti dovranno essere analizzati, elaborati ed organizzati in database chiari, completi e funzionali sia alle attività del progetto che per successive elaborazioni, quali fonti di conoscenza dei fenomeni, da poter eventualmente rendere disponibili in modo

06- pag4

agevole alla comunità scientifica ed agli organi istituzionali (ASL, Regione, Autorità di Bacino, ecc.).
In relazione agli obiettivi specifici indicati nel punto 2, le attività previste sono quelle qui di seguito descritte.

5.1. Caratterizzazione dello stato biochimico delle acque del torrente Lura

Per caratterizzare lo stato di qualità del torrente Lura, anche ai sensi del D.Lgs. 152/99 e seguenti, si procederà ad una campagna di analisi in diversi punti significativi lungo tutta l'asta del fiume, per mezzo di analisi biochimiche che verranno effettuate con cadenza quindicinale in tempo asciutto.
Inizialmente, i punti di prelievo saranno 10, dei quali 8 in corrispondenza dei siti n. 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13 indicati sull'Allegato B, e altri 2 da individuare rispettivamente uno presso la sorgente del Lura ed un altro appena a monte del sito n. 12 (posto subito a valle dell'immissione dello scolmatore di Caronno Pertusella). Si valuterà inoltre la possibilità di effettuare un altro campionamento poco a monte del n. 10, posto a valle dell'immissione dello scarico dell'ospedale di Saronno.
I campionamenti saranno istantanei e verranno effettuati a cura di DISAT. Per limitare le interferenze dovute alla variazione di portata degli scarichi industriali nell'arco della giornata i campionamenti verranno effettuati sempre nel primo pomeriggio.
Le analisi dei campioni saranno effettuate in parte presso DISAT e in parte presso LA.
In particolare presso DISAT verranno analizzati i seguenti parametri: cloruri, solfati, nitrati, COD, BOD, azoto totale, fosforo totale, ossigeno disciolto.
Presso LA verranno invece esaminati: torbidità, solidi totali, solidi sospesi, pH, conducibilità, metalli.
In relazione ai valori di tali parametri che verranno riscontrati dopo i primi prelievi, si valuterà l'opportunità di procedere successivamente anche alla rilevazione dell'Indice Biotico Esteso (IBE) e dell'Indice Diatomico, dato che le cattive condizioni attuali del corso d'acqua, probabilmente, potrebbero rendere poco significativi gli esiti di tali rilevazioni nei siti di prelievo più a valle, non consentendo quindi di evidenziare le loro variazioni stagionali e quelle dovute agli scarichi in tempo di pioggia.

5.2. Valutazione dell'influenza sulle possibili destinazioni d'uso del torrente Lura da parte delle acque effluenti dagli scarichi e dagli impianti di depurazione

Le attività previste per questo obiettivo comprenderanno le indagini sperimentali e le analisi basate, oltre che su elaborazioni statistiche dei dati, anche su modelli interpretativi dei fenomeni idraulici e di trasporto, advezione e diffusione degli inquinanti, opportunamente scelti e calibrati.
La ricerca, che verrà svolta congiuntamente da CSDU, DIIAR e DISAT con il coordinamento di CSDU, si svolgerà in due fasi:

06- pag5

- *I fase*:
  - individuazione dei tratti del torrente Lura da sottoporre ad indagini di dettaglio (almeno due tratti, di cui rispettivamente il primo a Caronno Pertusella, tra i due scaricatori di piena di Saronno e l'impianto di depurazione, e il secondo nell'area del Parco Lura, tra Guanzate e Rovellasca) e per i quali verrà approntato il modello idraulico di moto permanente o vario basato su topografia di dettaglio e su misure, in un certo numero significativo di sezioni dell'asta fluviale, del livello idrico e della scala delle portate;
  - campagna sperimentale nei suddetti tratti per la misura del tempo di trasferimento (o ToT, "Time of Travel"), con l'uso di idonei traccianti;
  - modellazione idraulica e qualitativa dei fenomeni di trasporto nei suddetti tratti in occasione di deflussi meteorici urbani dovuti a precipitazioni reali desunte da serie storiche della zona o da nuove rilevazioni pluviometriche, ove disponibili, calcolati con modelli afflussi-deflussi del bacino, tenendo conto della complessità dovuta alla presenza contemporanea di scarichi civili e industriali, questi ultimi di varia tipologia, e delle portate effluenti dagli impianti di depurazione di Bulgarograsso e Livescia fornite da CIDA. Tenendo conto dei risultati presentati dalla letteratura più recente e degli ultimi studi effettuati dal CSDU nell'ambito della ricerca UE INNOVATION 10340I, verranno utilizzati sia modelli di tipo fisicamente basato sia modelli su base concettuale, allo scopo di calibrare il pacchetto informatico più idoneo a rappresentare i fenomeni idraulici e biochimici dei corpi idrici sia nel corso di cicli stagionale od annuali, sia nel breve periodo della occorrenza degli eventi piovosi;
  - confronto dei risultati della modellazione con i dati sperimentali biochimici ottenuti dalle attività del punto 5.1 e con quelli eventualmente disponibili forniti da LA, CIDA e EPL.

- *II fase*:
  - monitoraggio in tempo piovoso di alcuni significativi scaricatori di piena presenti nei tratti indagati del torrente Lura mediante equipaggiamento strumentale composto da misuratori di pioggia, di portata sia in fognatura che allo scarico e di campionatori adatti per il prelievo in tempo reale di campioni rappresentativi dei pollutogrammi di diversi indicatori sia presso gli scarichi di piena sia nel corso d'acqua.
  - modellazione di tali fenomeni, con i modelli messi a punto nella I fase, e analisi dell'efficacia dei provvedimenti di protezione ambientale proponibili;

  - individuazione delle configurazioni ottimali degli scaricatori di piena e delle eventuali vasche di accumulo delle prime piogge ai fini del conseguimento degli obiettivi di qualità del corso d'acqua; criteri ottimali dei gestione della vasca volano da 50.000 m^3 esistente subito a monte dell'impianto di depurazione di Caronno Pertusella

La sperimentazione della II fase sarà condotta con le strumentazioni già presenti sul territorio o progressivamente messe a disposizione da LA, eventualmente usufruendo di finanziamenti europei derivanti da progetti già presentati (ad esempio, qualora venisse approvato, il progetto LIFE) o che verranno presentati.
La I fase si svolgerà lungo l'intero arco dei tre anni di ricerca, mentre la II fase avrà luogo a partire dal secondo anno.

5.3. Valutazione dei diversi fenomeni idraulici e ambientali nelle aree di esondazione e di laminazione lungo l'asta del torrente Lura

Le aree di esondazione e laminazione delle massime piene del torrente Lura attualmente interessate da tali fenomeni verranno indagate, in occasione degli eventi che dovessero avvenire nel corso della ricerca, rilevandone l'effettivo comportamento idraulico allo scopo di mettere in evidenza, anche attraverso modellazione matematica, eventuali possibilità di attenuazione delle conseguenze ambientali e sociali da esse derivanti. Analoghe indagini modellistiche saranno effettuate per analizzare il comportamento di future opere di laminazione inserite in progetti noti a LA e a EPL.
Tale attività verrà svolta congiuntamente da LA, CSDU, DIIAR e DISAT con il coordinamento di CSDU.

6. Programma temporale delle attività

Le attività inerenti del progetto si svolgeranno secondo un programma temporale da definire congiuntamente fra i partecipanti, tenendo conto di quanto indicato alla fine del punto 5.2.
Ferma restando la necessità di una stretta e continua cooperazione fra i partecipanti per lo svolgimento delle attività del progetto, ogni sei mesi si terrà un incontro formale, in una sede da decidere a rotazione, durante il quale ciascuno dei partecipanti presenterà lo stato di avanzamento delle attività di propria competenza ed i risultati conseguiti. Tali incontri costituiranno sia un punto di riferimento quale traguardo intermedio sia, soprattutto, l'occasione per scambi di idee e suggerimenti. A tali riunioni, previo accordo fra i contraenti, potranno essere invitati a partecipare anche soggetti esterni.

7. Rapporti intermedi e finali

A seguito degli incontri semestrali di cui al punto precedente, i referenti di ogni Ente partecipante invieranno ciascuno i propri rapporti scritti al coordinatore scientifico (CSDU), che provvederà a coordinarli in un unico rapporto che verrà poi trasmesso ai medesimi Enti.

8. Ricadute della ricerca

I dati derivanti dalla ricerca saranno disponibili a scopo di divulgazione per pubblicazioni scientifiche, previa autorizzazione di LA e CSDU .
Con il medesimo intento potranno essere predisposti, a seguito dell'installazione delle attrezzature per la sperimentazione, percorsi didattico-scientifici all'interno dell'area monitorata per illustrare ai visitatori la valenza ambientale della ricerca.

9. Oneri

LA supporterà la ricerca con un finanziamento annuo al CSDU pari a Lit. 50'000'000 (cinquanta milioni), IVA esclusa. A latere della Convenzione, il CSDU potrà stipulare contratti di collaborazione con altri enti di ricerca per regolare i rapporti derivanti dallo svolgimento delle attività connesse alla Convenzione stessa.
Nessun onere finanziario diretto è richiesto a CIDA ed EPL.
L'erogazione di tale finanziamento annuo al CSDU avverrà, da parte di LA, nelle seguenti rate:

- 1° anno: 30% entro 30 gg dalla firma del contratto,
  35% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti del primo semestre,
  35% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti del secondo semestre;
- 2° anno: 50% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti del primo semestre,
  50% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti del secondo semestre;
- 3° anno: 50% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti del primo semestre,
  50% entro 30 gg dalla consegna dei rapporti finali;

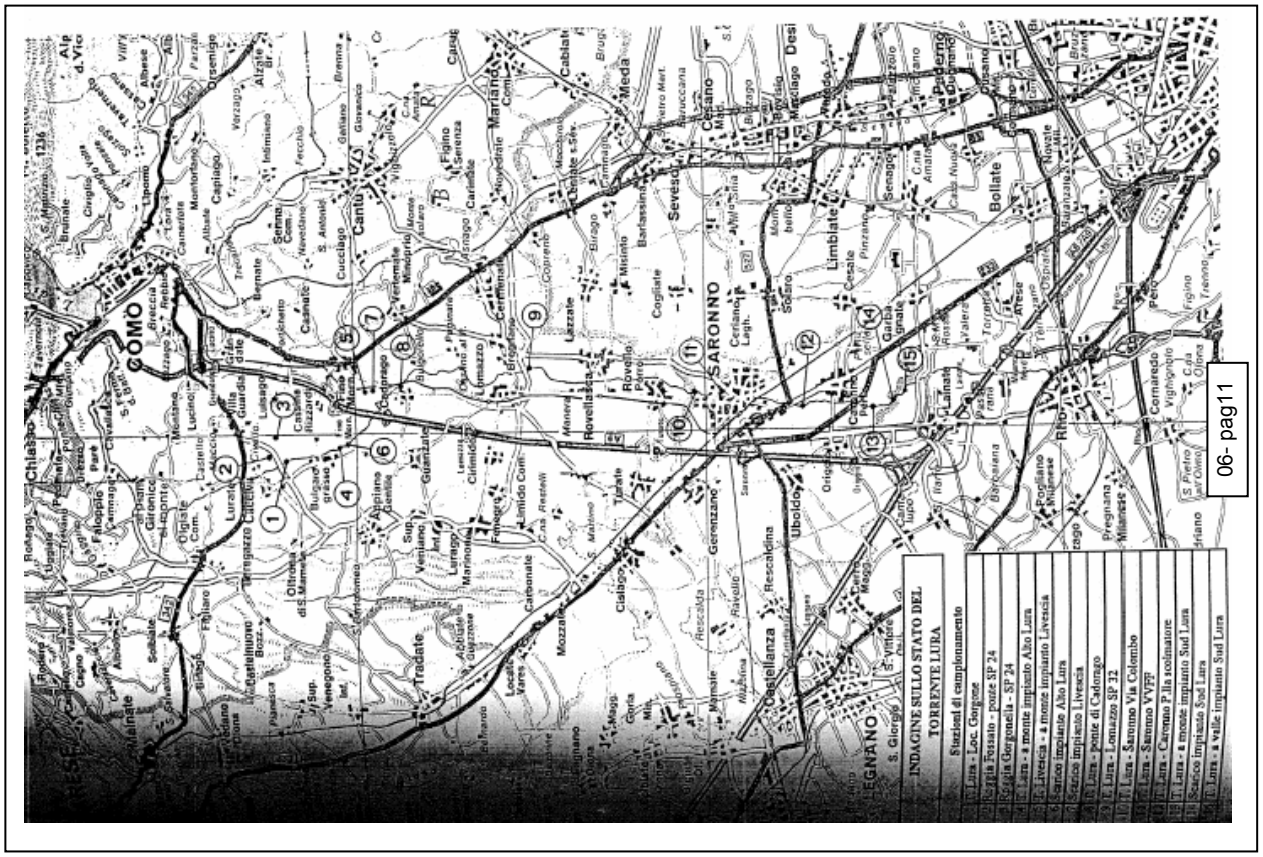
Inoltre LA, CIDA ed EPL provvederanno in modo autonomo al finanziamento delle attività di propria competenza, menzionate al punto 5, compreso il costo di acquisto, gestione e assicurazione degli strumenti di misura che, di concerto con CSDU, DIIAR e DISAT, verranno ritenuti utili per il conseguimento degli obiettivi della ricerca.
Da parte loro, CSDU, DIIAR e DISAT metteranno a disposizione, oltre al personale docente e non docente che opererà nell'ambito della propria collocazione istituzionale,

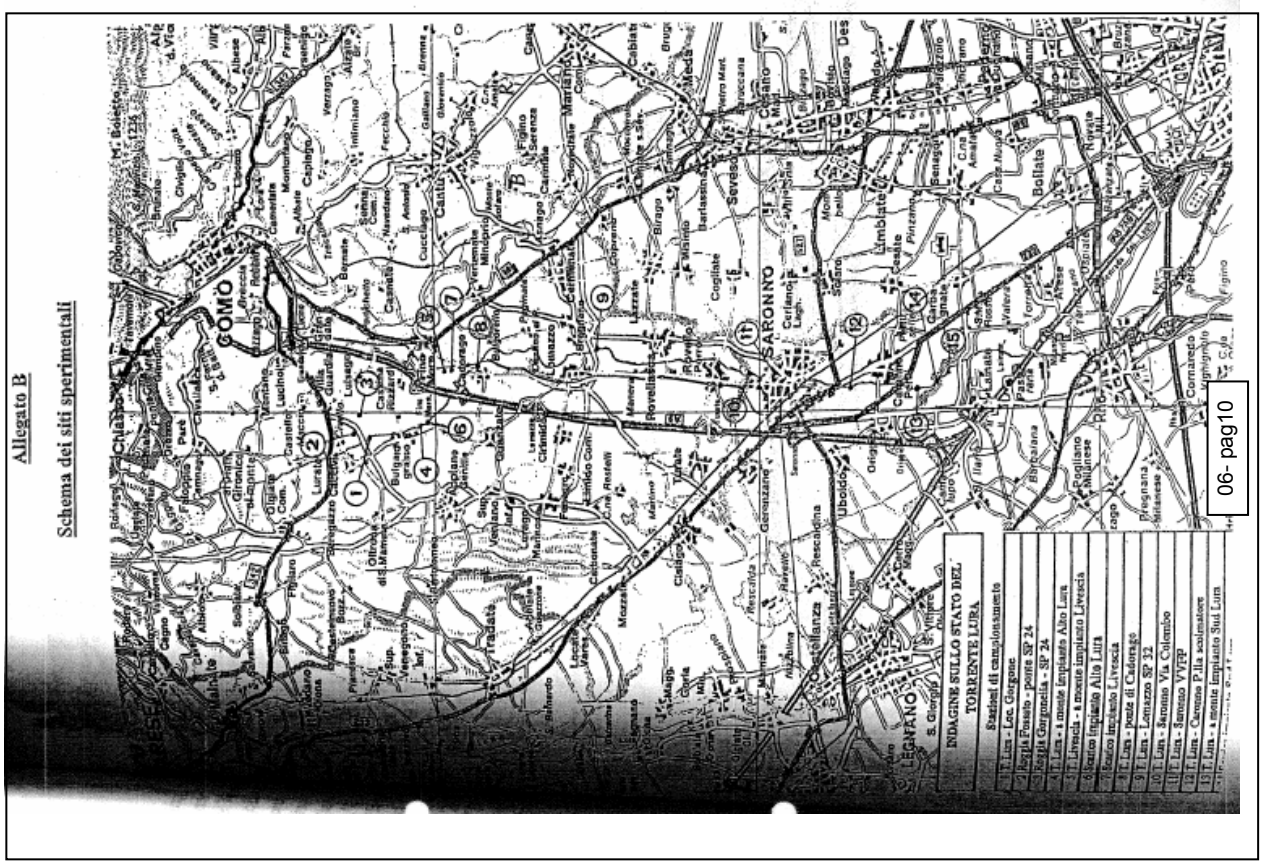
assegnisti di ricerca e studenti di dottorato e laureandi nell'ambito di tesi di laurea attinenti alla ricerca in oggetto. A tale scopo, a carico di uno o più fra i contraenti con oneri separati, potranno essere banditi assegni di ricerca, borse di dottorato o borse di studio, il cui manifesto sarà espressamente ed esclusivamente dedicato a questo progetto di ricerca.
I partecipanti al progetto di ricerca si impegneranno inoltre a perseguire per quanto possibile l'acquisizione di risorse e finanziamenti aggiuntivi (ad esempio dal Ministero dell'Ambiente e dall'Unione Europea), ma in nessun caso questi potranno sostituire quelli descritti nel punto precedente. I contraenti potranno invece assimilare in tutto od in parte i finanziamenti erogati nell'ambito della ricerca in oggetto quali fonti di co-finanziamento per altre attività di ricerca correlabili a quella in oggetto.

In Caronno Pertusella, il .....

Lura Ambiente SpA. (LA):
Sig. Giacomo Castiglioni
Dott.ssa Annarita Colombo

Centro Studi Deflussi Urbani (CSDU):
Prof. ing. Alessandro Paoletti


INDAGINE SULLO STATO DEL TORRENTE LURA
Stazioni di campionamento
06- pag11


Allegato B
Schema dei siti sperimentali
INDAGINE SULLO STATO DEL TORRENTE LURA
Stazioni di campionamento
06- pag10

6.2.7 <u>Allegato 7</u> - Lettera di trasmissione alla Regione Lombardia dello studio di fattibilità di riassetto idraulico del Torrente Lura condotto da Lura Ambiente s.p.a. - febbraio 2003

ALLEGATO 7

Lura Ambiente spa

Egregio Signor
REGIONE LOMBARDIA
c.a. Assessore al Territorio e Urbanistica
Dott. Alessandro Moneta
Via Fabio Filzi n. 22
20125 MILANO

Caronno Pertusella, li
Prot. AC/ce n°

Stimatissimo dottor Moneta,
facciamo seguito all'incontro avuto con la S.V. nelle scorse settimane a conclusione del quale si era convenuto che la nostra Società avrebbe approfondito le possibili soluzioni alternative ai presenti interventi di regimazione idraulica del Torrente Lura.

In particolare, sulla base delle conoscenze idrauliche e territoriali acquisite da Lura Ambiente in oltre 20 anni di attività specifiche, delle rilevanti competenze di salvaguardia ambientale del Parco della valle del Lura e dei contributi specialistici di cui ci si è avvalsi, abbiamo redatto lo studio che alleghiamo.

Le soluzioni individuate, pur mantenendo l'obiettivo prioritario della salvaguardia idraulica dei territori e degli abitati insediati lungo il corso del Torrente Lura, prevedono una mitigazione dell'impatto ambientale delle opere idrauliche previste ed una complessiva valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale ai fini di un loro recupero naturalistico di grande valenza del territorio fortemente antropizzato qual'è quello della valle del Lura.

Il minor impatto delle opere di regimazione è raggiunto anche grazie ad opportuni interventi strutturali di laminazione del drenaggio urbano ottenuto mediante opere sulle reti di colletamento gestite da Lura Ambiente che ha inoltre attivato una politica di contenimento degli incrementi delle aree impermeabilizzate con l'adozione di un nuovo regolamento di gestione.

Abbiamo, pertanto, il piacere di trasmetterLe lo studio di fattibilità nel quale vengono illustrate le soluzioni ipotizzate e rimaniamo in attesa di una Sua convocazione al fine di esaminare con le Strutture Tecniche del Suo Assessorato le proposte allegate.

Cordiali Saluti.

CONSORZIO PARCO DEL LURA
IL PRESIDENTE
(Pasquale Banfi)

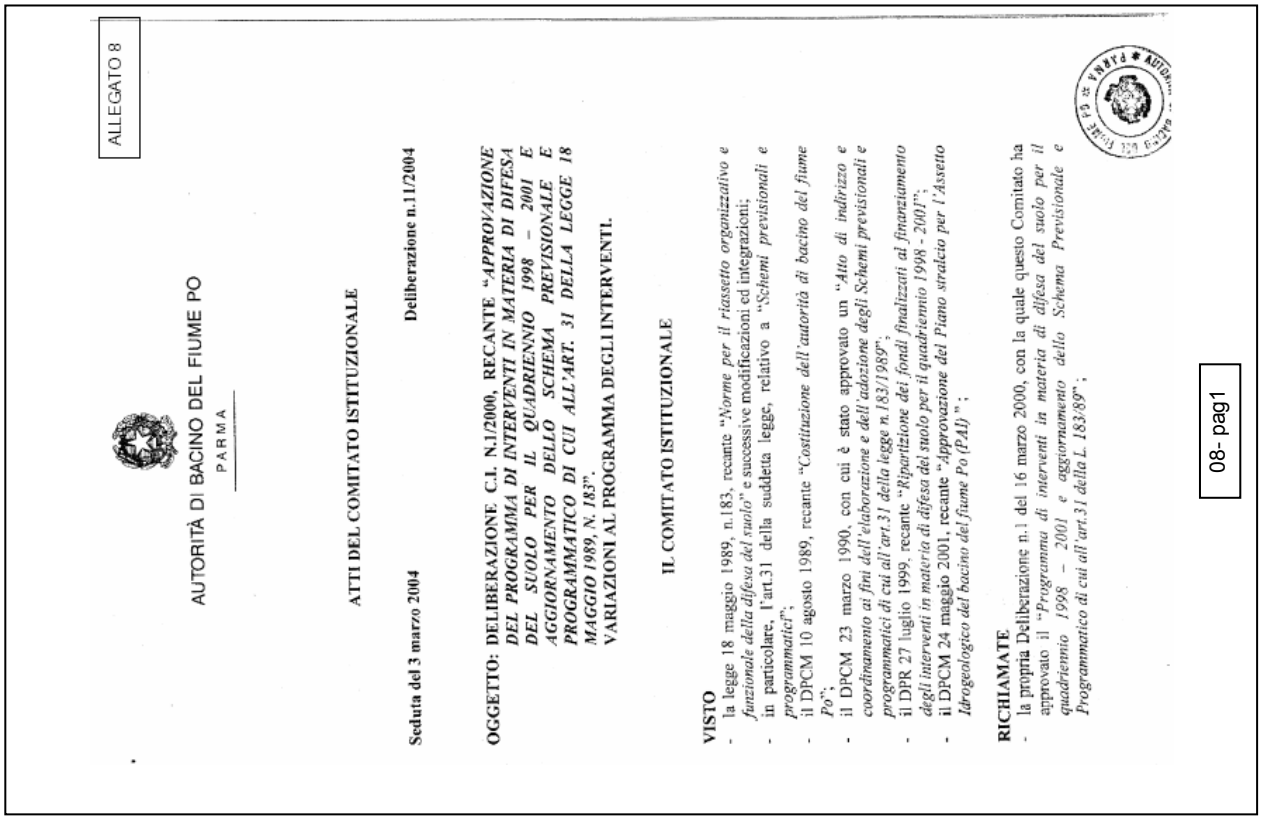
LURA AMBIENTE S.P.A.
IL PRESIDENTE
(Giacomo Castiglioni)

Attività di collettamento e depurazione acque reflue civili ed industriali

Via Lainate,1200 21042 Caronno Pertusella (Va) Tel. +39 029656446 - 4 linee r.a. Fax +39 029656422 E-mail:info@lura-ambiente.it www.lura-ambiente.it
Cap. Soc. Int. vers. e 103.200,00 Registro Società Tribunale di Busto Arsizio 02256990129 C.C.I.A.A. Varese 242557 Part. IVA e Cod. Fisc. 02256990129

07- pag1

6.2.8 <u>Allegato 8</u> - Atti del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con la nuova destinazione dei finanziamento alla vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano - 03-03-2004



ALLEGATO 8

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

ATTI DEL COMITATO ISTITUZIONALE

Seduta del 3 marzo 2004 **Deliberazione n.11/2004**

OGGETTO: DELIBERAZIONE C.I. N.1/2000, RECANTE "*APPROVAZIONE DEL PROGRAMMA DI INTERVENTI IN MATERIA DI DIFESA DEL SUOLO PER IL QUADRIENNIO 1998 – 2001 E AGGIORNAMENTO DELLO SCHEMA PREVISIONALE E PROGRAMMATICO DI CUI ALL'ART. 31 DELLA LEGGE 18 MAGGIO 1989, N. 183*". VARIAZIONI AL PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI.

IL COMITATO ISTITUZIONALE

VISTO
- la legge 18 maggio 1989, n.183, recante "*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*" e successive modificazioni ed integrazioni;
- in particolare, l'art.31 della suddetta legge, relativo a "*Schemi previsionali e programmatici*";
- il DPCM 10 agosto 1989, recante "*Costituzione dell'autorità di bacino del fiume Po*";
- il DPCM 23 marzo 1990, con cui è stato approvato un "*Atto di indirizzo e coordinamento ai fini dell'elaborazione e dell'adozione degli Schemi previsionali e programmatici di cui all'art.31 della legge n.183/1989*";
- il DPR 27 luglio 1999, recante "*Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 - 2001*";
- il DPCM 24 maggio 2001, recante "*Approvazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI)* ";

RICHIAMATE
- la propria Deliberazione n.1 del 16 marzo 2000, con la quale questo Comitato ha approvato il "*Programma di interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 – 2001 e aggiornamento dello Schema Previsionale e Programmatico di cui all'art.31 della L. 183/89*";

08- pag1

- la propria Deliberazione n.18 del 26 aprile 2001, con cui questo Comitato ha adottato il "*Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del fiume Po*";
- la propria Deliberazione n.22 del 26 aprile 2001, con cui questo Comitato ha disposto l'aggiudicazione dell'incarico concernente lo "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro - Olona*".

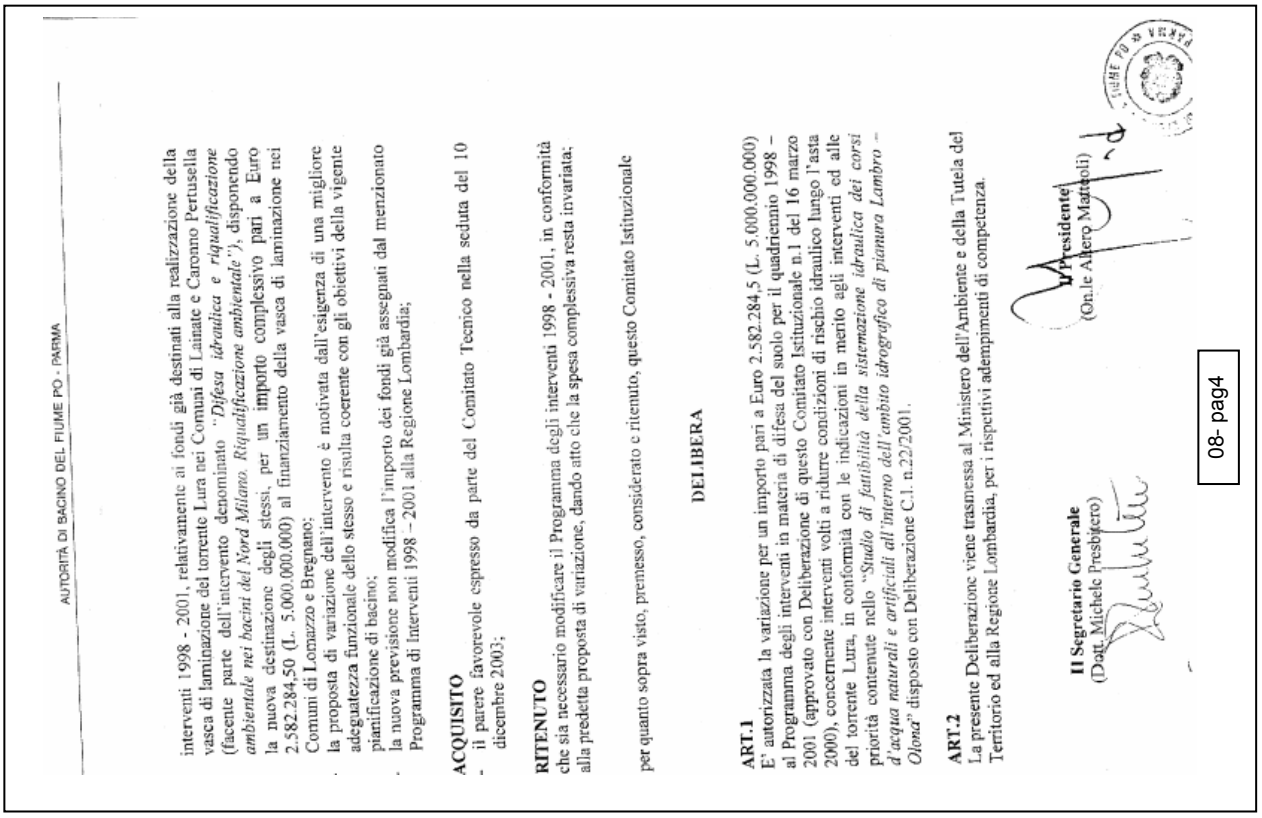
PREMESSO CHE

- l'art.31 della legge 18 maggio 1989, n. 183 dispone che le Autorità di bacino elaborano ed adottano uno *Schema previsionale e programmatico* ai fini della definizione delle linee fondamentali dell'assetto del territorio, con riferimento alla difesa del suolo e che tali schemi devono indicare, tra l'altro:
  - gli interventi più urgenti per la salvaguardia del suolo, del territorio e degli abitati;
  - le modalità di attuazione e i tempi di realizzazione degli interventi;
  - i fabbisogni finanziari;
- coerentemente con le previsioni del suddetto art.31, l'Atto di indirizzo approvato con il D.P.C.M. 23 marzo 1990, ha provveduto a fissare *Indirizzi per la programmazione degli interventi urgenti per la difesa del suolo* e in particolare:
  - criteri generali di valutazione delle priorità;
  - elementi per l'individuazione di situazioni di particolare interesse;
  - elementi per la definizione delle caratteristiche generali delle tipologie di intervento;
- con DPR 27 luglio 1999 è stata approvata la "*Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 - 2001*", la quale, in particolare, ha destinato un importo pari al 15% dello stanziamento oggetto della ripartizione per progetti strategici che rilevino le criticità di bacino, dando priorità, tra l'altro, a programmi per la riduzione del rischio idraulico nelle aree urbane particolarmente esposte e degradate, dove, agli obiettivi della sicurezza delle persone e dei beni esposti, si possano associare obiettivi di rinaturazione e riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua interessati;
- sulla base della ripartizione di cui al punto precedente questo Comitato, con propria Deliberazione n.1 del 16 marzo 2000, ha approvato il "*Programma di interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 – 2001 e aggiornamento dello Schema Previsionale e Programmatico di cui all'art.31 della L. 183/89*" (di seguito definito *Programma degli Interventi 1998 – 2001*);
- nell'ambito del Programma degli interventi 1998 – 2001 è stato inserito il "*Progetto di difesa idraulica e riqualificazione ambientale nei bacini a nord di Milano*", il quale comprende, tra l'altro, un intervento relativo alla vasca di laminazione del torrente Lura nei Comuni di Lainate e Caronno Pertusella, per un importo pari a L. 5.000.000;
- successivamente, con propria Deliberazione n.18 del 26 aprile 2001 questo Comitato ha adottato il "*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*" (successivamente approvato con DPCM 24 maggio 2001 e di seguito brevemente definito PAI) quale stralcio del Piano di bacino del fiume Po, finalizzato a garantire

al territorio del bacino del fiume Po (costituito dall'intero bacino idrografico del fiume Po chiuso all'incile del Po di Goro, ad esclusione del Delta) un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico;

CONSIDERATO CHE

- con propria Deliberazione n.22 del 26 aprile 2001, questo Comitato Istituzionale ha disposto l'aggiudicazione dello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro - Olona*" (di seguito definito *Studio di fattibilità*), il cui scopo consiste nella definizione dell'assetto di progetto per i corsi d'acqua che vi sono compresi, tra i quali rientra il torrente Lura;
- nell'ambito dell'assetto di progetto definito dal suddetto Studio di fattibilità sono stati individuati due diversi obiettivi, in funzione delle caratteristiche di maggiore o minore urbanizzazione delle porzioni di bacino contribuenti alla formazione della portata;
- in particolare, nel bacino naturale si è scelta una linea di intervento volta a potenziare le capacità di laminazione lungo l'asta, individuando la *vasca di laminazione* nei Comuni di Lomazzo e Bregnano, mentre nei bacini di valle è stata ritenuta più efficace la laminazione attraverso le *vasche volano* sulle reti di drenaggio urbano;
- alla luce dei suddetti presupposti, nell'ambito dello Studio di fattibilità, la realizzazione della vasca di laminazione del torrente Lura nel Comune di Caronno Pertusella (facente parte dell'intervento denominato "*Difesa idraulica e riqualificazione ambientale nei bacini del Nord Milano. Riqualificazione ambientale*", finanziata nell'ambito del Programma degli interventi 1998 – 2001) è stata ritenuta non più funzionale al raggiungimento degli obiettivi di piano e, pertanto, ne è stata proposta la sostituzione con tre unità di laminazione urbana;
- con Nota prot.n.Z1.2003.51434 in data 3 dicembre 2003, la Regione Lombardia ha trasmesso a questa Autorità la "*Proposta di riassetto idraulico del torrente Lura*" (comprensiva di relazione tecnica e planimetria degli interventi, tra cui figura la vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano), sviluppata dalla Società Lura Ambiente S.p.A., e ha chiesto l'espressione di un parere;
- la Segreteria Tecnico – operativa di questa Autorità ha proceduto a un esame comparativo degli interventi compresi nella proposta di cui al punto precedente con i risultati dello Studio di fattibilità e ha ritenuto detta proposta coerente sia con gli indirizzi generali della pianificazione vigente, sia con i risultati dello Studio di fattibilità medesimo;
- nell'ambito di tale parere, in particolare, la Segreteria Tecnico – operativa ha evidenziato che, nello Studio di fattibilità è contenuta l'indicazione di una scala di priorità degli interventi, nell'ambito della quale la realizzazione della vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano assume un rilievo particolare ai fini di garantire ai centri abitati posti a valle condizioni di sicurezza adeguate rispetto agli *standards* fissati dal PAI;
- il Comitato Tecnico, nella seduta del 10 dicembre 2003, oltre ad esprimersi favorevolmente sulla "*Proposta di riassetto idraulico del torrente Lura*" dal punto di vista tecnico, ha altresì preso atto della necessità di variare il Programma degli



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO - PARMA

interventi 1998 - 2001, relativamente ai fondi già destinati alla realizzazione della vasca di laminazione del torrente Lura nei Comuni di Lainate e Caronno Pertusella (facente parte dell'intervento denominato *"Difesa idraulica e riqualificazione ambientale nei bacini del Nord Milano. Riqualificazione ambientale"*), disponendo la nuova destinazione degli stessi, per un importo complessivo pari a Euro 2.582.284,50 (L. 5.000.000.000) al finanziamento della vasca di laminazione nei Comuni di Lomazzo e Bregnano;

- la proposta di variazione dell'intervento è motivata dall'esigenza di una migliore adeguatezza funzionale dello stesso e risulta coerente con gli obiettivi della vigente pianificazione di bacino;
- la nuova previsione non modifica l'importo dei fondi già assegnati dal menzionato Programma di Interventi 1998 – 2001 alla Regione Lombardia;

ACQUISITO

- il parere favorevole espresso da parte del Comitato Tecnico nella seduta del 10 dicembre 2003;

RITENUTO

che sia necessario modificare il Programma degli interventi 1998 - 2001, in conformità alla predetta proposta di variazione, dando atto che la spesa complessiva resta invariata;

per quanto sopra visto, premesso, considerato e ritenuto, questo Comitato Istituzionale

DELIBERA

ART.1
E' autorizzata la variazione per un importo pari a Euro 2.582.284,5 (L. 5.000.000.000) al Programma degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998 – 2001 (approvato con Deliberazione di questo Comitato Istituzionale n.1 del 16 marzo 2000), concernente interventi volti a ridurre condizioni di rischio idraulico lungo l'asta del torrente Lura, in conformità con le indicazioni in merito agli interventi ed alle priorità contenute nello *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona"* disposto con Deliberazione C.I. n.22/2001.

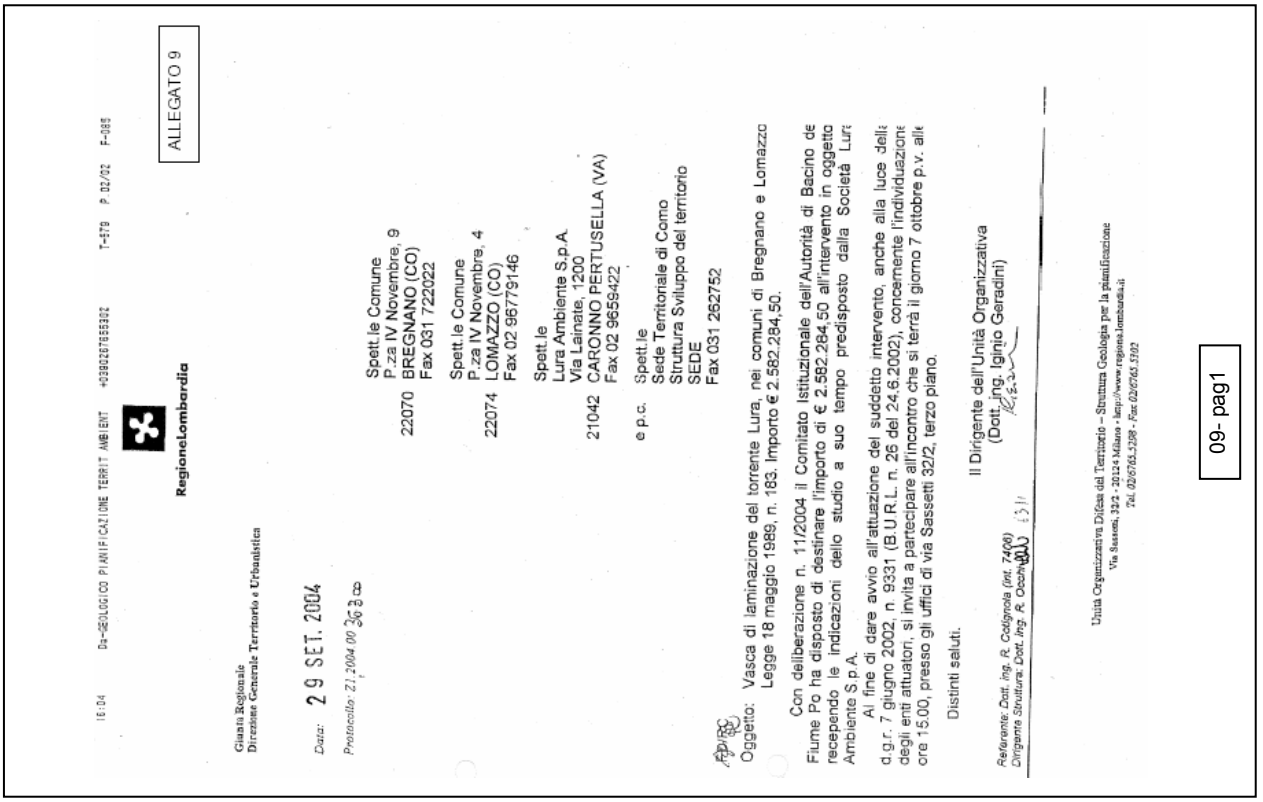
ART.2
La presente Deliberazione viene trasmessa al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ed alla Regione Lombardia, per i rispettivi adempimenti di competenza.

Il Segretario Generale
(Dott. Michele Presbitero)

Il Presidente
(On.le Altero Matteoli)

08- pag4

6.2.9 *Allegato 9* - Convocazione della Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio e Urbanistica, ai Comuni di Bregnano e Lomazzo per avviare l'attuazione del nuovo intervento di riassetto idraulico del Torrente Lura in base alle indicazioni progettuali proposte congiuntamente dagli enti locali, dal Parco del Lura e da Lura Ambiente s.p.a. - 20-11-2004



16:04 Da-GEOLOGICO PIANIFICAZIONE TERRIT AMBIENT +0390267655302 T-579 P.02/02 F-085

ALLEGATO 9

RegioneLombardia

Giunta Regionale
Direzione Generale Territorio e Urbanistica

Data: 29 SET. 2004

Protocollo: Z1.2004.00 363 00

Spett.le Comune
P.za IV Novembre, 9
22070 BREGNANO (CO)
Fax 031 722022

Spett.le Comune
P.za IV Novembre, 4
22074 LOMAZZO (CO)
Fax 02 96779146

Spett.le
Lura Ambiente S.p.A.
Via Lainate, 1200
21042 CARONNO PERTUSELLA (VA)
Fax 02 9659422

e p.c. Spett.le
Sede Territoriale di Como
Struttura Sviluppo del territorio
SEDE
Fax 031 262752

Oggetto: Vasca di laminazione del torrente Lura, nei comuni di Bregnano e Lomazzo
Legge 18 maggio 1989, n. 183. Importo € 2.582.284,50.

Con deliberazione n. 11/2004 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino de Fiume Po ha disposto di destinare l'importo di € 2.582.284,50 all'intervento in oggetto recependo le indicazioni dello studio a suo tempo predisposto dalla Società Lura Ambiente S.p.A.

Al fine di dare avvio all'attuazione del suddetto intervento, anche alla luce della d.g.r. 7 giugno 2002, n. 9331 (B.U.R.L. n. 26 del 24.6.2002), concernente l'individuazione degli enti attuatori, si invita a partecipare all'incontro che si terrà il giorno 7 ottobre p.v. alle ore 15.00, presso gli uffici di via Sassetti 32/2, terzo piano.

Distinti saluti.

Il Dirigente dell'Unità Organizzativa
(Dott. ing. Iginio Geradini)

Referente: Dott. ing. R. Colignola (int. 7408)
Dirigente Struttura: Dott. ing. R. Occhi

Unità Organizzativa Difesa del Territorio – Struttura Geologia per la pianificazione
Via Sassetti, 32/2 - 20124 Milano - http://www.regione.lombardia.it
Tel. 02/6765.5208 - Fax 02/6765.5302

09- pag1

6.2.10 Allegato 10 – Osservazioni degli amministratori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo in preparazione al Forum – 10.01.2006

ALLEGATO 10

Progetto di Ricerca Cariplo *"Sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica nel torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata"*

Presenti per il Gruppo di Lavoro:
Anna Dalera, Camilla Mele, Francesco Occhiuto, Monica Manfredi, Paolo Carli.
Per gli Amministratori:
Dubini, sindaco di Bregnano; Saporiti, sindaco di Lomazzo; Palazzi, vice-sindaco e ass. Cultura di Lomazzo; Reimers, ass. Urbanistica di Lomazzo; Polli, ass. LL.PP. di Lomazzo.

Verbale incontro

L'autorità di bacino ha recepito il progetto della vasche diffuse al posto della vasca unica, mentre lo studio di fattibilità della Regione (per gli aspetti naturalistici) e di Paoletti (per il deflusso urbano e le vasche di prima pioggia)

L'intervento è comunque violento, la gente potrebbe richiedere un investimento. L'esigenza è che sia riqualificato tutto il territorio del torrente. Siamo disposti a sacrificare una parte del territorio, ma stiamo aspettando il parere dalla Regione. Questa potrebbe essere un'occasione.

La vasca urbana è una quota parte del progetto. Le vasche U sono le più importanti se si pensa di effettuare un intervento di fitodepurazione (invaso con macrofite).

L'obiettivo è di portare il Lura in classe 3 nel 2016.

C'è un accanimento terapeutico nei confronti del Lura. Basta investire soldi negli strumenti di analisi del torrente. Bisogna impostare in modo corretto l'aspetto partecipativo in modo da tornare sulle decisioni. La localizzazione della vasca U2 non va bene (è l'unico punto del Parco visto quotidianamente, in cui bisognerebbe scavare 8m e di difficile gestione)

La posizione era stata decisa per gli scolmatori. Comunque gli aspetti di recupero del Parco li dobbiamo inventare. Stavamo bene prima. Il primo punto è quello di realizzare le opere il più lontano possibile dalla SP32, nell'imbuto in fondo, altrimenti bisognerebbe fornire la documentazione di come potrebbero essere sfruttate (esempi di vasche che funzionano).

Nel caso in cui il Depuratore di Bulgarograsso non funzionasse, le aree umide fallirebbero. Le proposte hanno basi fragilissime.

C'è il rischio di riduzione della portata del Lura per la chiusura delle industrie o del depuratore. La concentrazione (di inquinanti) rimarrebbe la stessa, senza la portata.

La vasca di laminazione nasce per l'aspetto quantitativo. L'altro aspetto importante è quello qualitativo (l'inquinamento dell'acqua).

Se facciamo la fitodepurazione a Lomazzo e Bregnano, ne beneficiano a sud (Rovello e Rovellasca). Noi siamo responsabili della gestione, vogliamo che il progetto sia fruibile qui. Lo farei una vasca che mi permetta di far pescare i cittadini di Lomazzo nel Lura.

10- pag1

Su Lomazzo gravano le due corsie della A9 all'intersezione con la Pedemontana e le vasche di drenaggio.

Il territorio è sovraccarico perché la gente compra casa qui, dato che siamo vicini ai boschi e allo svincolo autostradale.

La vasca urbana in cemento rischia di distruggere il bosco.

L'indicazione più importante è di avere la U e la F in contemporanea e di spostare più a valle il progetto della vasca.

La vasca urbana potrebbe trovare finanziamenti e attuatori diversi (ad es. Lura Ambiente)

I luoghi per la fitodepurazione dovrebbero essere pensati non solo nella vasca, ma anche a monte. A Lomazzo e Bregnano vogliono andarci a pescare (associazione pescatori).

I percorsi ciclabili lungo il torrente (green way, walk way) non vanno bene. Vogliamo rispettare questo Parco, qualificare tutto il tratto di Parco (il territorio è già troppo antropizzato).

Dal Lura vengono trasportate buste e bidoni fino a Mornasco. C'è stato un equivoco: avevamo capito che la parte più inquinata fosse a monte e che fosse fermata con delle griglie.

L'inquinamento arriva da Cadorago, Guanzate. Ora invece viene depurato solo quello che arriva dalle nostre strade. Il problema più grande è che non essendoci cemento, i bidoni e le buste si depositano nelle aree, chi porta via questi rifiuti? Avremo problemi di manutenzione ordinaria (dieci sfalci all'anno) e di pulizia (dovremo incrementare il personale comunale?)

Quali saranno le conseguenze? Una fogna a cielo aperto? Zone di poco valore e poca qualità che si incendano (prelando con fitodepurazione)?

Attualmente le piene defluiscono rapidamente, raccogliamo la ramaglia. Nel momento invece in cui c'è la strozzatura a valle e creiamo degli invasi, la piena del torrente va a finire lì, non possiamo drenare l'acqua sporca da un'altra parte?

Se le vasche sono 16 perché non si può alzare il livello dell'acqua in tutte in modo da non beccarsi l'ondata? Il Parco ce l'abbiamo già, quali sono le occasioni, le opportunità? Abbiamo un operatore che vuole fare il campo da golf lungo le rive del fiume.

Questo studio è solo un'esercitazione accademica o sarà vincolante per il progetto definitivo?

Questo è un documento di indirizzi, non è detto che sia rispettato (come è successo per la Pedemontana).

Parlando con le associazioni, si può essere d'accordo con loro, ma le associazioni percepiscono queste cose come lontane, calarle nella realtà è difficile, la gente non si rende conto.

Si può fare tutto, ma abbiamo la cultura per accettare le sculture (land art)?. Facciamo piuttosto il laghetto di acqua pulita (a Bregnano ce l'hanno, a Lomazzo no).

Bisogna assumersi la costruzione di questa infrastruttura, capire se i "super-tubi" possono sostituire le U e individuare le aree di pregio in cui non si dovrebbero costruire le vasche. Va inoltre fornito da parte della P.A. un elenco di stakeholders (associazioni, individui...) per completare il lavoro ricognitivo delle realtà presenti sul territorio.

10- pag2

6.2.11 <u>Allegato 11</u> – Verbale dell'incontro tenutosi presso il Comune di Cadorago in preparazione del Forum - 03-02-2006

ALLEGATO 11

INCONTRO PRESSO IL COMUNE DI CADORAGO

3 febbraio 2006
Presenti per il_Gruppo di Lavoro Ricerca Cariplo: dr.ssa Francesca Oggionni, arch. Monica Manfredi, arch. Anna Delera, prof.ssa Maria Bottero, prof.ssa Valeria Mezzanotte, dr. Sergio Canobbio, ing. Ilaria Innocenti, ing. Umberto Sanfilippo, arch. Monica Paoletti, prof. A. Paoletti;

per il Consorzio Parco del Lura: l'ing. Clerici (Vice-Presidente), l'arch. Occhiuto (Direttore); l'arch. Lopez (collaboratore);

il Sig. Sindaco del Comune di Bregnano Angelo Dubini, il vice sindaco di Bregnano sig.ra Chiara Braga, il vice sindaco del Comune di Lomazzo Sig. Palazzi, l'assessore all'urbanistica di Lomazzo arch. Gianni Reiners.

<u>Nell'ambito della discussione collettiva emerge, con consenso generale, che:</u>

- è di importanza strategica la prima presentazione pubblica alle associazioni e agli operatori presenti sui territori dei Comuni di Bregnano e di Lomazzo interessati dalle proposte del progetto di ricerca Cariplo, al fine di costruire il consenso sulle opportunita' e le necessita' di interesse collettivo relativamente alla realizzazione delle vasche di laminazione, delle vasche urbane e delle wetlands sui territori degli stessi Comuni di Bregnano e Lomazzo;
- si prospetta di dare al primo incontro pubblico un carattere esclusivamente informativo, ovvero ci si propone di esporre lo stato degli studi, delle conoscenze acquisite, e in corso di acquisizione, e delle problematiche presenti, per aprire una riflessione sui diversi scenari possibili e in corso di definizione;
- la ricerca dovrà fare emergere la opportunità e la necessità della costruzione delle vasche di laminazione, delle vasche urbane e delle wetlands sui territori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo evidenziando positività e ricadute legate alla realizzazione di tali interventi per individuare la migliore sinergia possibile tra gli elementi fisici, sociali, economici, culturali, ambientali, al fine di ridurre gli impatti e valorizzare le potenzialità insite negli interventi proposti;
- gli scenari proposti nell'ambito della ricerca saranno tesi a verificare e a dimostrare la possibilità concreta che l'introduzione delle opere infrastrutturali sui territori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo si rivelino opportunità positive di crescita, anche economica, e di riqualificazione paesistico-ambientale;
- al fine di ottenere un miglioramento ambientale, sia in termini di controllo quantitativo (problema idraulico), sia in termini di incremento qualitativo delle acque del Lura (inquinamento), gli scenari proposti alla discussione aperta dovranno essere il risultato di uno studio interdisciplinare che ricerchi, nella complessità, i termini della costruzione di un *paesaggio–parco* la cui fruibilità e gestione nel tempo costituisca l'innesco di un processo virtuoso collettivo e condiviso;
- la gestione dei problemi ambientali legati al controllo delle acque del torrente Lura (quantità-qualità), che prevede in primo luogo l'investimento di parti dei territori comunali di Bregnano e Lomazzo, dovra' rientrare in un processo che veda la condivisione di tutti i Comuni localizzati lungo il torrente Lura;

11- pag1

- nella consapevolezza che i mezzi finanziari necessari alla realizzazione del *progetto pilota* sono evidentemente superiori a quelli attualmente disponibili, si dovra' individuare, di concerto con le amministrazioni di Bregnano e Lomazzo, e secondo criteri di priorita' da definirsi in itinere, un lotto autonomamente funzionale.
In ogni caso gli interventi realizzabili sulla base dei finanziamenti disponibili dovranno costituire un miglioramento ambientale;
- le Amministrazioni forniranno al gruppo di ricerca indicazioni utili al raggiungimento delle migliori soluzioni per la definizione del *progetto-pilota*
- il Progetto di Ricerca Cariplo è finalizzato allo studio di un *progetto pilota* che proponga soluzioni applicabili ai problemi di gestione delle acque del Lura, in termini quantitativi e qualitativi.
Dal *progetto pilota* potranno figliare le soluzioni progettuali puntuali che andranno a definirsi lungo tutta l'asta del Lura sulla base degli investimenti disponibili, degli interessi pubblici e privati e delle volontà politiche che emergeranno nel tempo;
- la Ricerca Cariplo costituisce una risorsa la cui validita' sussiste a prescindere dalla immediata e completa realizzabilita' del *progetto pilota* in termini finanziari e di volonta' politiche. Restano comuni e condivisi gli obbiettivi di miglioramento ambientale insieme all'ipotesi del contesto di riferimento ovvero il riconoscimento di una efficacia reale degli interventi proposti vincolata alla realizzazione di un progetto di sistema che riguardi tutta l'asta del Lura.

<u>Al fine di procedere nell'obbiettivo comune di determinazione dei mezzi e della modalità per realizzare il migliore investimento possibile delle risorse attualmente disponibili, economiche e intellettuali, e delle risorse eventualmente reperibili, si decide che:</u>

- le componenti politico-amministrative interessate dagli interventi oggetto di studio della Ricerca Cariplo, i Sindaci e gli Amministratori dei Comuni di Bregnano e di Lomazzo, e i rappresentanti del Parco del Lura, sollecitino urgentemente la Regione Lombardia al fine di avere risposte ai quesiti, già posti in precedenza e mai evasi, riguardo alla realizzazione delle opere relative al controllo quantitativo e qualitativo delle acque del Lura nel suo insieme, e alla individuazione di un piano di reperimento dei finanziamenti relativi necessari. Una volontà politica così esplicitamente espressa risulta fondamentale per costruire le basi di un consenso pubblico alla realizzazione concreta anche di quella parte (lotto funzionale) del *progetto pilota*;
- il programma relativo alla ricerca Cariplo procede:
  - sia attraverso il lavoro del gruppo interdisciplinare ristretto (Canobbio, Innocenti, Manfredi, Oggionni) finalizzato all'approfondimento delle basi di conoscenza utili alla formalizzazione del *progetto pilota*, alla definizione degli scenari relativi e al coordinamento della prima presentazione pubblica informativa;
  - sia attraverso il lavoro del gruppo di ascolto che continua ad incontrare le realtà di base operative sui territori coinvolti dal *progetto pilota* al fine di raccogliere stimoli, informazioni e conoscenze riguardo le risorse esistenti in termini di interessi collettivi e privati, le potenzialità di coinvolgimento sociale, le aspettative, le volontà di partecipazione e la disponibilità alla costruzione condivisa del *progetto pilota*. Il gruppo di ascolto proporrà un primo elenco di possibili invitati alla presentazione informativa.

11- pag2

6.2.12 <u>Allegato 12</u> - Programma per la giornata di presentazione pubblica, presso il Comune di Bregnano, della presente ricerca interdisciplinare

ALLEGATO 12

La Presentazione informativa agli abitanti, alle associazioni, agli operatori del territorio, che si terrà **SABATO 18 marzo 2006 (ore 9.30/13) presso il Comune di Bregnano**, sarà articolata con i seguenti interventi:

- 9.30 Sindaci/Amministratori:
a) benvenuto agli invitati;
b) il perché dell'incontro;
c) il ruolo degli enti pubblici coinvolti (Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Lombardia, Consorzio Parco del Lura, Comuni);
d) illustrazione delle modalità di lavoro della giornata

- 9.55 Consorzio Parco del Lura:
a) presentazione degli scopi e dei metodi dello studio per la Fondazione CARIPLO;
b) presentazione dei soggetti partecipanti al gruppo di lavoro;
c) inquadramento e storia del piano del sistema di 7 casse d'espansione sul Lura + 9 vasche volano sulla rete di drenaggio urbano;

- 10.20 Politecnico di Milano - Laboratorio ABITA:
presentazione dei metodi e dei criteri per la definizione *di un progetto pilota di gestione integrata e partecipata* volto alla qualificazione paesistico-ambientale del Parco del Lura ;

- 10.45 Università degli studi di Milano Bicocca - DISAT
inquadramento ecologico dei problemi del territorio del Lura;

- 11.10 PAUSA CAFFE'

- 11.40 CSDU e Politecnico di Milano - DIIAR:
controllo delle piene (in generale e con riferimento specifico ai problemi tipici del nord milanese);

- 12.05 Il gruppo di ricerca (interdisciplinare)
sintesi degli strumenti e dei modelli delle migliori soluzioni praticabili per l'ottenimento di interventi che siano comunque migliorativi dell'ambiente, documentando i benefici, anche parziali, raggiungibili.

- 12.30 DIBATTITO

CHIUSURA LAVORI

<u>Calendario</u>

Sono fissati 2 *incontri di avvicinamento* alla presentazione informativa di sabato 18 marzo:
- **mercoledì 1 marzo alle ore 9.30:** incontro plenario del Gruppo di Lavoro presso il Laboratorio ABITA in Via Durando 3, Politecnico Milano Bovisa; (è stato anticipato l'incontro previsto per il giovedì 2 marzo perché vacanza),
- **giovedì 9 marzo alle ore 15.00:** incontro con i Sindaci e gli Amministratori dei Comuni di Bregnano e Lomazzo presso il Comune di Lomazzo;

12- pag1

6.2.13 <u>Allegato 13</u> - Invito alla cittadinanza inoltrato dal Parco del Lura e dalle Amministrazioni comunali di Lomazzo e Bregnano per la presentazione della presente ricerca interdisciplinare - 18-03-2006

ALLEGATO 13

PARCO DEL LURA

Bulgorello, 28. 2. 06

Prot. n. 145

Gentile Signora, Egregio Signore

Il Consorzio Parco del Lura, insieme alle Amministrazioni di Lomazzo e Bregnano, hanno avviato uno studio, finanziato dalla Fondazione Cariplo, dal titolo ***"Sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica nel torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata"***, affidato ai principali istituti di ricerca universitari indicati in calce.

Crediamo che questa sia un'importante occasione per fare il punto sulla situazione del torrente Lura nei suoi aspetti idraulici, ambientali e paesaggistici.

A tal proposito le nostre Amministrazioni non intendono precostituire alcuna soluzione progettuale, ma si propongono d'istituire un tavolo di confronto e di riflessione insieme ai cittadini in merito ai possibili scenari d'intervento, cosicché le scelte inerenti gli obiettivi di miglioramento del torrente Lura siano frutto di un percorso condiviso con i vari soggetti operanti sul territorio.

Riteniamo infatti che la questione sia d'interesse generale per le nostre comunità e quindi vorremmo sviluppare detto studio coinvolgendo fin d'ora le forze sociali e culturali che operano localmente.

Per questo Vi invitiamo il giorno **18 marzo** alle **ore 9.00** presso il **Centro Polifunzionale di Bregnano**, in Via Nazario Sauro n. 12, ad un primo appuntamento di lavoro nel quale il gruppo di esperti da noi incaricato illustrerà le problematiche ambientali e idrauliche del torrente Lura e della sua valle.

Nella speranza che l'iniziativa sia di interesse per tutti, e nella convinzione che in generale solo attraverso il contributo di coloro che conoscono i problemi e le risorse locali si possano intraprendere interessanti percorsi di riqualificazione del territorio, Vi aspettiamo numerosi.

Vi preghiamo pertanto di voler confermare al Consorzio Parco del Lura (anche mediante messaggio e-mail) la Vostra presenza e con l'occasione porgiamo cordiali saluti.

IL SINDACO
COMUNE DI BREGNANO
Angelo Dilani

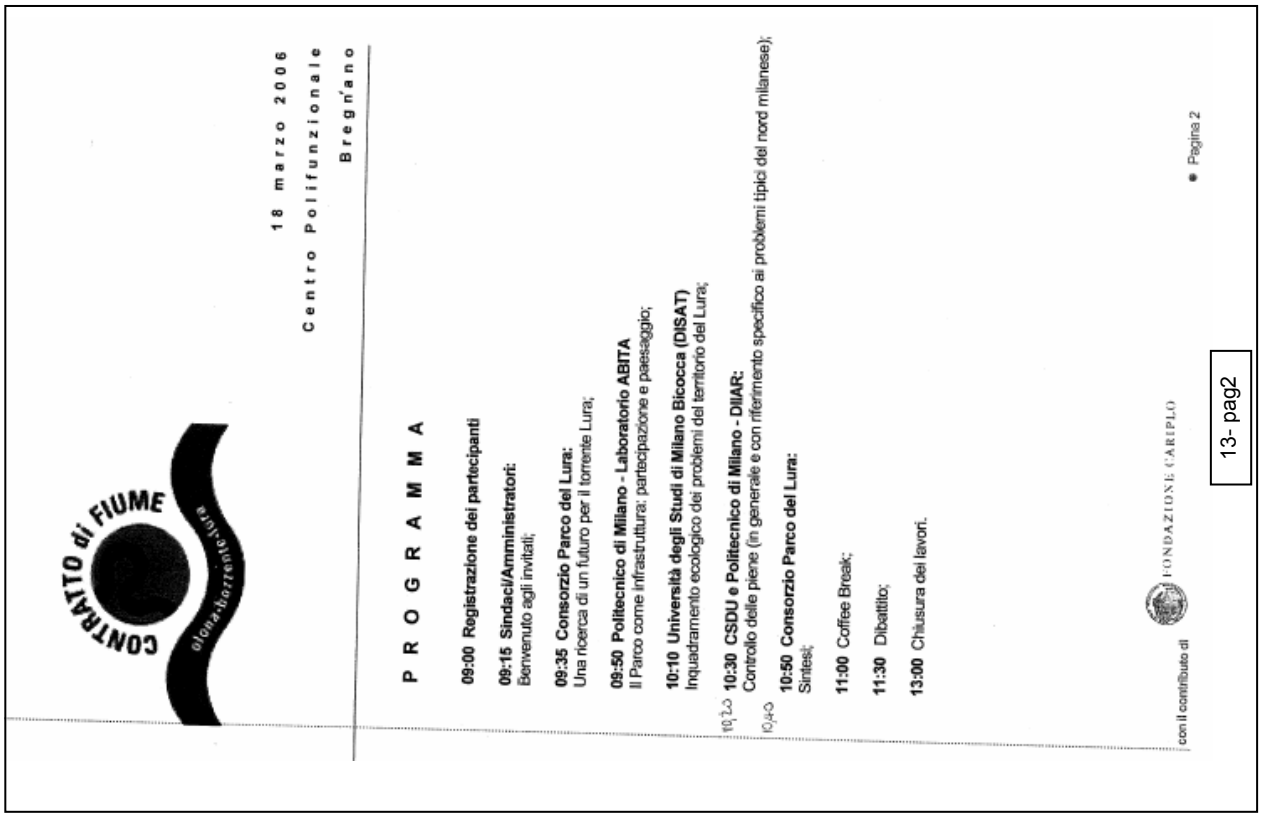
IL SINDACO
COMUNE DI LOMAZZO
Marco Sordi

IL PRESIDENTE
CONSORZIO PARCO DEL LURA
Pasquale Bossi

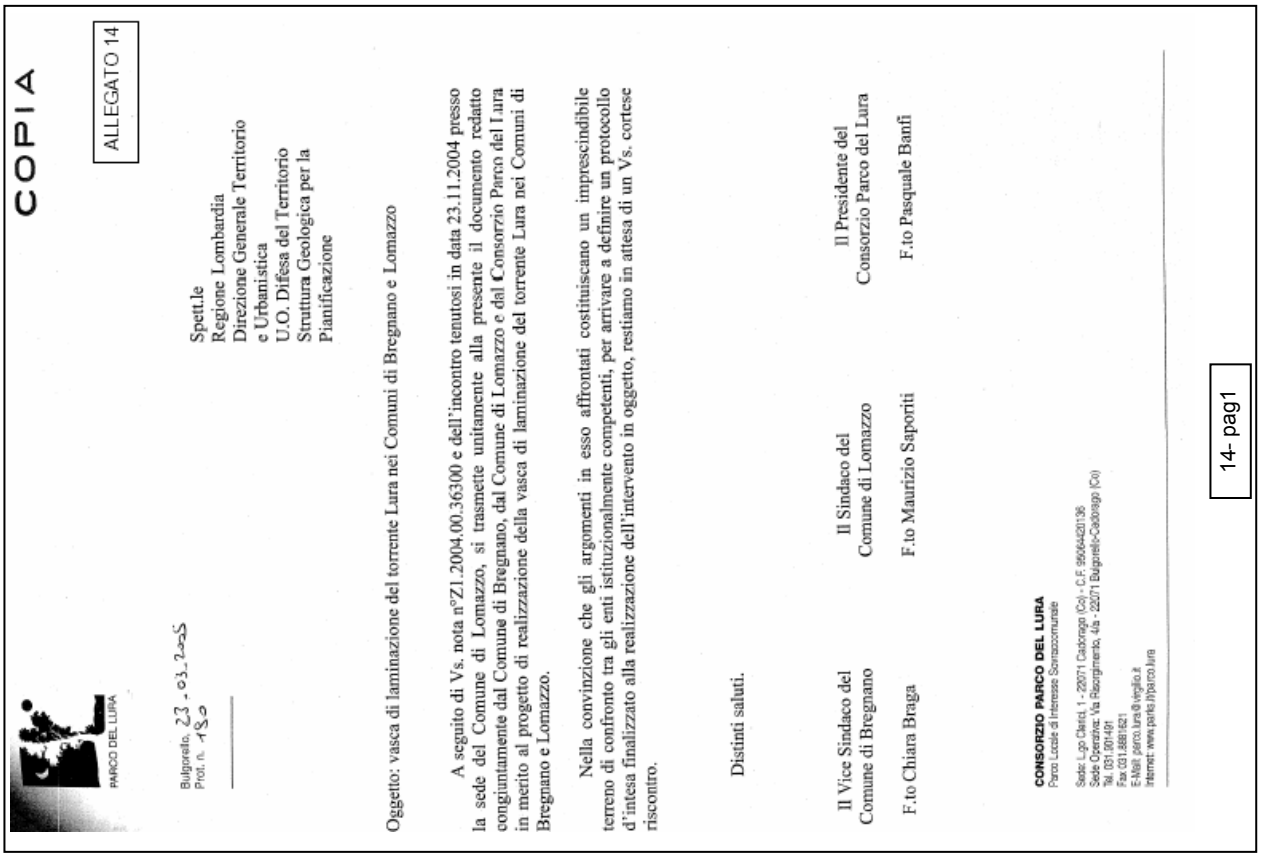
CONSORZIO PARCO DEL LURA
Parco Locale di Interesse Sovracomunale
Sede: Lgo Clerici, 1 – 22071 Cadorago (Co) - C.F. 80064420136
Sede Operativa: Via Recrigmento, 4/a – 22071 Bulgorello – Cadorago (Co)
Tel. 031/897491
Fax 031/893823
E-Mail: parco.lura@virgilio.it
Internet: www.parks.it/parco.lura

POLITECNICO DI MILANO
DIIAR – Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie, Rilevamento
DISAT – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio
ABITAlab

13- pag1



6.2.14 ***Allegato 14* - Lettera inoltrata dalle Amministrazioni Comunali di Bregnano e Lomazzo e dal Parco del Lura alla Regione Lombardia, Direzione Regionale Territorio e Urbanistica - 23-03-2005**



PARCO DEL LURA

COPIA

ALLEGATO 14

Bulgorello, 23-03-2005
Prot. n. 180

Spett.le
Regione Lombardia
Direzione Generale Territorio
e Urbanistica
U.O. Difesa del Territorio
Struttura Geologica per la
Pianificazione

Oggetto: vasca di laminazione del torrente Lura nei Comuni di Bregnano e Lomazzo

A seguito di Vs. nota n°Z1.2004.00.36300 e dell'incontro tenutosi in data 23.11.2004 presso la sede del Comune di Lomazzo, si trasmette unitamente alla presente il documento redatto congiuntamente dal Comune di Bregnano, dal Comune di Lomazzo e dal Consorzio Parco del Lura in merito al progetto di realizzazione della vasca di laminazione del torrente Lura nei Comuni di Bregnano e Lomazzo.

Nella convinzione che gli argomenti in esso affrontati costituiscano un imprescindibile terreno di confronto tra gli enti istituzionalmente competenti, per arrivare a definire un protocollo d'intesa finalizzato alla realizzazione dell'intervento in oggetto, restiamo in attesa di un Vs. cortese riscontro.

Distinti saluti.

Il Vice Sindaco del Comune di Bregnano	Il Sindaco del Comune di Lomazzo	Il Presidente del Consorzio Parco del Lura
F.to Chiara Braga	F.to Maurizio Saporiti	F.to Pasquale Banfi

CONSORZIO PARCO DEL LURA
Parco Locale di Interesse Sovraccomunale

Sede: L.go Clerici, 1 - 22071 Cadorago (Co) - C.F. 95064420136
Sede Operativa: Via Risorgimento, 4/a - 22071 Bulgorello-Cadorago (Co)
Tel. 031.901491
Fax 031.8881621
E-Mail: parco.lura@virgilio.it
Internet: www.parks.it/parco.lura

14- pag1

CONTRATTO di FIUME
olona-bozzente-lura

18 marzo 2006
Centro Polifunzionale
Bregnano

PROGRAMMA

09:00 Registrazione dei partecipanti

09:15 Sindaci/Amministratori:
Benvenuto agli invitati;

09:35 Consorzio Parco del Lura:
Una ricerca di un futuro per il torrente Lura;

09:50 Politecnico di Milano - Laboratorio ABITA
Il Parco come infrastruttura: partecipazione e paesaggio;

10:10 Università degli Studi di Milano Bicocca (DISAT)
Inquadramento ecologico dei problemi del territorio del Lura;

10,20 **10:30 CSDU e Politecnico di Milano - DIIAR:**
Controllo delle piene (in generale e con riferimento specifico ai problemi tipici del nord milanese);

10,40 **10:50 Consorzio Parco del Lura:**
Sintesi;

11:00 Coffee Break;

11:30 Dibattito;

13:00 Chiusura dei lavori.

con il contributo di FONDAZIONE CARIPLO

• Pagina 2

13- pag2

VASCHE DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE LURA NEI COMUNI DI BREGNANO E LOMAZZO

I comuni di Bregnano e Lomazzo, insieme a Lura ambiente S.p.a.e al Consorzio Parco del Lura, hanno affrontato con coscienza le responsabilità connesse alle problematiche di regimazione idraulica del Torrente Lura, atteggiamento dimostrato prima di tutto dalla posizione critica assunta verso una prima ipotesi d'intervento che avrebbe comportato un insostenibile sacrificio territoriale ed ambientale (il previsto invaso di 1.600.000 m³ si prefigurava come una vera e propria diga, costituita da uno sbarramento alto circa 12 m).
L'elaborazione di una soluzione progettuale alternativa, affidata a Lura Ambiente S.p.a. e al Consorzio Parco del Lura per le riconosciute competenze di settore ed articolata in un complesso di interventi di minore entità ed impatto distribuiti lungo l'asta del torrente, si è basata su considerazioni di carattere funzionale del bacino e su una serie di analisi del regime idrologico naturale ed urbano dell'ambito interessato. L'obiettivo primario dello studio redatto è stato quello di coniugare le fondamentali esigenze di salvaguardia idraulica con un più corretto inserimento dell'opera nel contesto territoriale, affrontando gli aspetti di mitigazione ambientale e di condivisione sociale del progetto, nell'intento di promuovere, seppur attraverso un intervento comunque invasivo dell'assetto territoriale, una valorizzazione ambientale delle aree limitrofe al torrente Lura.
Il recepimento da parte della Regione Lombardia e dell'Autorità di Bacino delle nuove indicazioni progettuali proposte nello studio di fattibilità dai Comuni, dal Parco del Lura e da Lura Ambiente Sp.a., e l'attribuzione di un finanziamento dell'Autorità di Bacino pari a € 2, 5 milioni per l'intervento vasche di laminazione torrente Lura (Bregnano – Lomazzo) hanno portato ad alcuni incontri tra i vari soggetti coinvolti ai diversi livelli istituzionali in merito alle successive fasi di sviluppo del progetto.
Questi incontri hanno progressivamente fatto emergere una serie di preoccupazioni e criticità, in parte già affrontate e discusse nelle stesse sedi, ritenute assolutamente centrali dagli estensori del presente documento per consentire una gestione consapevole e efficiente dell'intervento.

Sulla base di tali premesse riteniamo pertanto importante porre all'attenzione dell'interlocutore regionale le seguenti questioni:

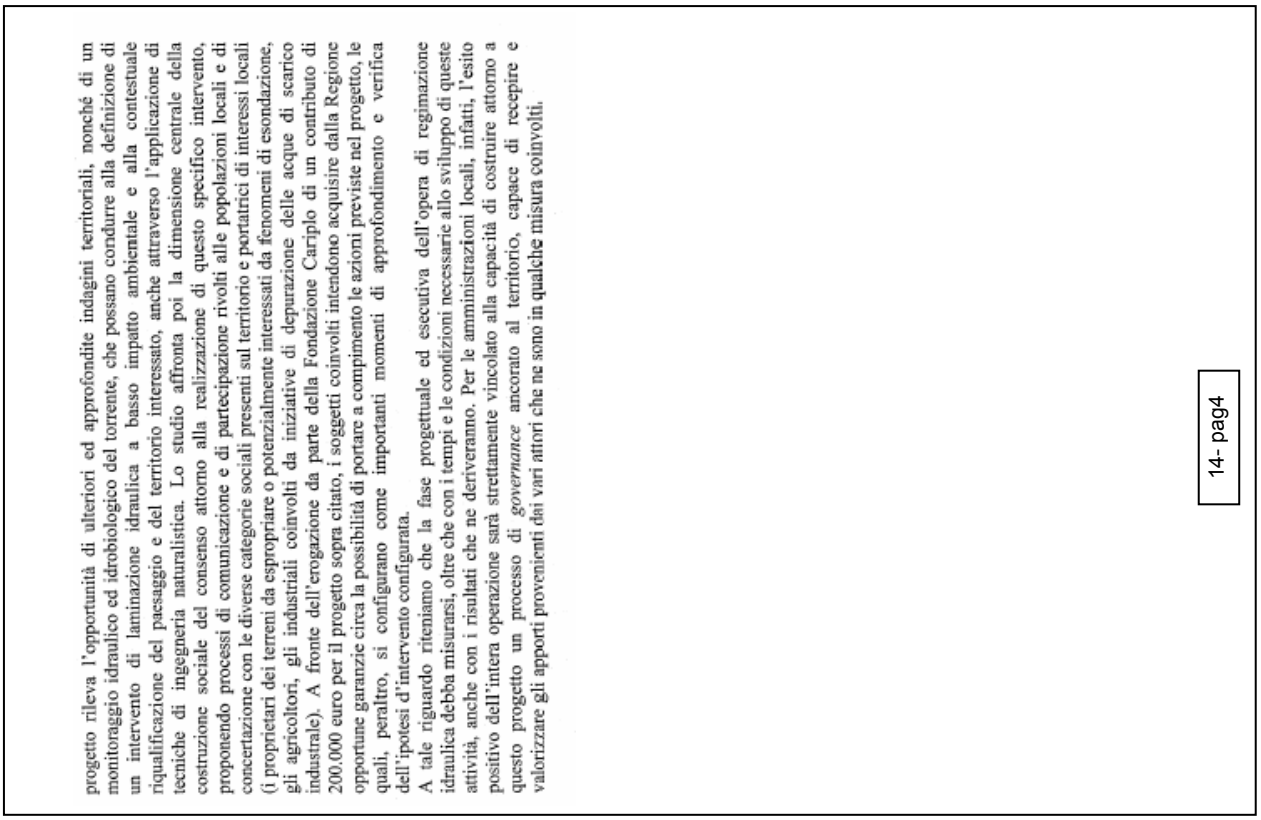
1. la proposta alternativa di riassetto idraulico del torrente redatta da Lura Ambiente S.p.a. prevede, come già anticipato, un progetto unitario articolato in una serie di interventi di regimazione idraulica distribuiti in direzione nord-sud lungo l'alveo del Lura, a partire dal comune di Guanzate fino ad interessare il territorio comunale di Caronno Pertusella. Le valutazioni di efficacia ed opportunità della soluzione individuata nello studio di fattibilità sono pertanto riferite al sistema complessivo degli interventi proposti. Per questo motivo riteniamo che sia fondamentale acquisire da parte degli organi competenti opportune assicurazioni in merito ad un'attuazione progressiva, nell'arco dei prossimi anni, dell'intero progetto. Il primo stanziamento di risorse per la vasca di laminazione prevista sui territori di Bregnano e Lomazzo deve aprire la strada ad un impegno certo che garantisca una realizzazione per lotti funzionali del quadro complessivo di interventi prospettato;

2. strettamente connesse a questo primo punto si pongono alcune questioni legate all'effettiva realizzazione e gestione della vasca di laminazione prevista per i comuni di Bregnano e Lomazzo. Una volta avviata la procedura amministrativa per la sua realizzazione, appare evidente che la compromissione di importanti porzioni di territorio non può prescindere dalla certezza di giungere al completamento dell'opera in tempi definiti e ragionevolmente brevi. Per le amministrazioni locali è fondamentale pertanto ottenere opportune garanzie circa la copertura finanziaria dell'intero intervento, e quindi assicurarsi da parte degli enti sovraordinati

l'impegno a stanziare ulteriori risorse, nel caso in cui quelle messe a disposizione dall'Autorità di Bacino (€ 2, 5 milioni) non si rivelassero sufficienti.
Parimenti, perché l'intervento una volta realizzato possa portare ai risultati attesi, occorre definire fin d'ora con maggiore precisione alcuni aspetti legati al suo funzionamento e, in particolare, alla sua manutenzione. Nello specifico si ritiene necessario chiarire come saranno ripartite, ai diversi livelli istituzionali, le responsabilità di gestione dell'opera, anche in relazione alla proprietà della stessa, con particolare attenzione alle problematiche connesse alla sicurezza e alla copertura dei costi necessari a mantenere in efficienza nel tempo la struttura.

3. un obiettivo primario che si intende perseguire nella gestione del progetto di laminazione che interesserà il nostro territorio è quello di fare in modo che la realizzazione di un'opera di difesa idraulica possa rappresentare un'occasione di riqualificazione ambientale di un ambito territoriale fortemente compromesso dalla pressione antropica. A tal fine appare necessario mettere in campo un insieme di interventi correlati tra loro, che possano concorrere ad un miglioramento della condizione attuale e ad un'ulteriore valorizzazione di un ambito già riconosciuto per le sue caratteristiche ambientali qual è il Parco del Lura. In questo contesto riteniamo che una particolare attenzione debba essere posta alla questione del risanamento del torrente Lura; le caratteristiche di quantità e qualità delle acque che alimentano questo corso idrico denotano elementi di forte preoccupazione, soprattutto nel tratto interessato dal progetto della vasca di laminazione, come rilevato anche dalle analisi recentemente condotte da Lura Ambiente S.p.a.
Un primo importante elemento di riflessione riguarda il sistema dei deflussi urbani posti a monte dei territori di Bregnano e Lomazzo. L'alto grado di urbanizzazione dei tessuti insediativi, la persistenza di scarichi inquinanti e i problemi che attengono al funzionamento del sistema di depurazione dell'Alto Lura sono fattori che incidono negativamente sulla qualità idrica. A queste condizioni si sommano le criticità dovute alle caratteristiche che assume il corso d'acqua in questa particolare porzione di territorio. Il torrente, interessato eccezionalmente da fenomeni di piena, ha in prevalenza una portata superficiale molto ridotta o addirittura inesistente in alcuni tratti; inoltre la scarsa affluenza sorgiva fa sì che nell'alveo confluiscano quasi esclusivamente acque di dilavamento, sfioratori e scarichi, con effetti chiaramente peggiorativi sulla qualità idrica.
Per affrontare in modo efficace le problematiche sopra indicate riteniamo che sia necessario garantire l'impegno da parte di tutti i soggetti in qualche misura coinvolti e soprattutto degli enti istituzionalmente competenti in questo settore. In particolare chiediamo alla Regione Lombardia un'azione decisa, tesa a creare le condizioni affinché il Lura possa aspirare ad una migliore qualità dell'acqua e ad un minimo deflusso vitale, agendo in particolare sull'efficacia dei sistemi di depurazione e sulle caratteristiche degli afflussi idrici che alimentano il torrente.
A tale riguardo occorre inoltre sottolineare che buona parte dei Comuni che "condividono" il torrente Lura hanno già in attivo un'importante esperienza di collaborazione e di lavoro comune che deriva loro dall'appartenza a Lura Ambiente S.p.a. e che può costituire un rilevante punto di partenza in questa direzione;

4. per le amministrazioni locali direttamente interessate dal progetto della vasca di laminazione è fondamentale riuscire a valutare e gestire correttamente gli effetti che un'opera di questa natura determinerà nel contesto ambientale e sociale in cui andrà a collocarsi. La questione della sostenibilità locale dell'intervento è già stata oggetto di riflessione e di approfondimento nel progetto redatto dal Consorzio Parco del Lura in partenariato con altri soggetti (Provincia di Como – Lura Ambiente S.p.a. – Centro Studi Idraulica Urbana – Politecnico di Milano DIIAR – Politecnico di Milano BEST Laboratorio Abita – Università degli Studi Milano Bicocca DISAT) e presentato alla Fondazione Cariplo nel contesto del bando 2004 *"Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali"*. Il

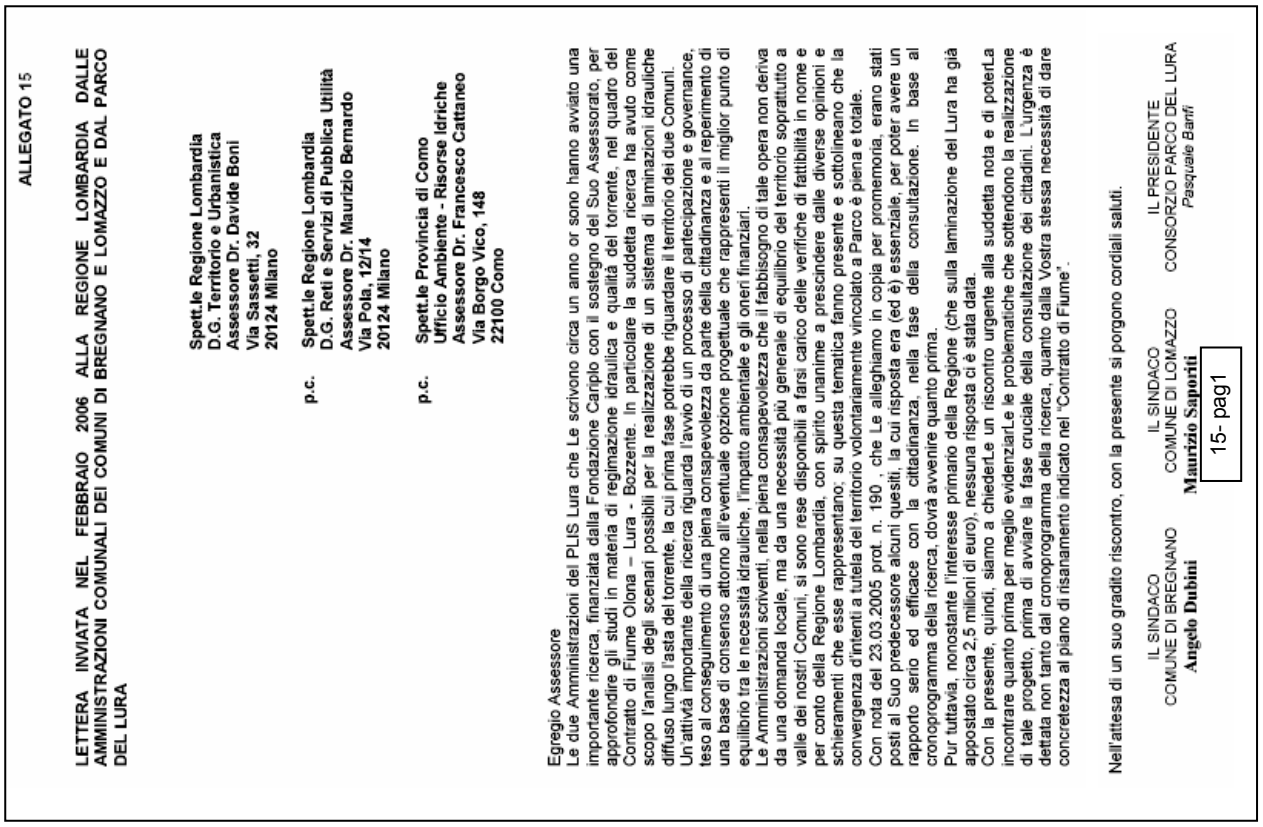


progetto rileva l'opportunità di ulteriori ed approfondite indagini territoriali, nonché di un monitoraggio idraulico ed idrobiologico del torrente, che possano condurre alla definizione di un intervento di laminazione idraulica a basso impatto ambientale e alla contestuale riqualificazione del paesaggio e del territorio interessato, anche attraverso l'applicazione di tecniche di ingegneria naturalistica. Lo studio affronta poi la dimensione centrale della costruzione sociale del consenso attorno alla realizzazione di questo specifico intervento, proponendo processi di comunicazione e di partecipazione rivolti alle popolazioni locali e di concertazione con le diverse categorie sociali presenti sul territorio e portatrici di interessi locali (i proprietari dei terreni da espropriare o potenzialmente interessati da fenomeni di esondazione, gli agricoltori, gli industriali coinvolti da iniziative di depurazione delle acque di scarico industriale). A fronte dell'erogazione da parte della Fondazione Cariplo di un contributo di 200.000 euro per il progetto sopra citato, i soggetti coinvolti intendono acquisire dalla Regione opportune garanzie circa la possibilità di portare a compimento le azioni previste nel progetto, le quali, peraltro, si configurano come importanti momenti di approfondimento e verifica dell'ipotesi d'intervento configurata.

A tale riguardo riteniamo che la fase progettuale ed esecutiva dell'opera di regimazione idraulica debba misurarsi, oltre che con i tempi e le condizioni necessarie allo sviluppo di queste attività, anche con i risultati che ne deriveranno. Per le amministrazioni locali, infatti, l'esito positivo dell'intera operazione sarà strettamente vincolato alla capacità di costruire attorno a questo progetto un processo di *governance* ancorato al territorio, capace di recepire e valorizzare gli apporti provenienti dai vari attori che ne sono in qualche misura coinvolti.

14- pag4

6.2.15 <u>Allegato 15</u> - *Lettera inoltrata dalle Amministrazioni Comunali di Bregnano e Lomazzo e dal Parco del Lura alla Regione Lombardia, Direzione Regionale Territorio e Urbanistica, dopo l'insediamento del nuovo assessore regionale al Territorio e Urbanistica Davide Boni - febbraio 2006*



ALLEGATO 15

LETTERA INVIATA NEL FEBBRAIO 2006 ALLA REGIONE LOMBARDIA DALLE AMMINISTRAZIONI COMUNALI DEI COMUNI DI BREGNANO E LOMAZZO E DAL PARCO DEL LURA

Spett.le Regione Lombardia
D.G. Territorio e Urbanistica
Assessore Dr. Davide Boni
Via Sassetti, 32
20124 Milano

p.c. Spett.le Regione Lombardia
D.G. Reti e Servizi di Pubblica Utilità
Assessore Dr. Maurizio Bernardo
Via Pola, 12/14
20124 Milano

p.c. Spett.le Provincia di Como
Ufficio Ambiente - Risorse Idriche
Assessore Dr. Francesco Cattaneo
Via Borgo Vico, 148
22100 Como

Egregio Assessore
Le due Amministrazioni del PLIS Lura che Le scrivono circa un anno or sono hanno avviato una importante ricerca, finanziata dalla Fondazione Cariplo con il sostegno del Suo Assessorato, per approfondire gli studi in materia di regimazione idraulica e qualità del torrente, nel quadro del Contratto di Fiume Olona – Lura - Bozzente. In particolare la suddetta ricerca ha avuto come scopo l'analisi degli scenari possibili per la realizzazione di un sistema di laminazioni idrauliche diffuso lungo l'asta del torrente, la cui prima fase potrebbe riguardare il territorio dei due Comuni.
Un'attività importante della ricerca riguarda l'avvio di un processo di partecipazione e governance, teso al conseguimento di una piena consapevolezza da parte della cittadinanza e al reperimento di una base di consenso attorno all'eventuale opzione progettuale che rappresenti il miglior punto di equilibrio tra le necessità idrauliche, l'impatto ambientale e gli oneri finanziari.
Le Amministrazioni scriventi, nella piena consapevolezza che il fabbisogno di tale opera non deriva da una domanda locale, ma da una necessità più generale di equilibrio del territorio soprattutto a valle dei nostri Comuni, si sono rese disponibili a farsi carico delle verifiche di fattibilità in nome e per conto della Regione Lombardia, con spirito unanime a prescindere dalle diverse opinioni e schieramenti che esse rappresentano; su questa tematica fanno presente e sottolineano che la convergenza d'intenti a tutela del territorio volontariamente vincolato a Parco è piena e totale.
Con nota del 23.03.2005 prot. n. 190 , che Le alleghiamo in copia per promemoria, erano stati posti al Suo predecessore alcuni quesiti, la cui risposta era (ed è) essenziale, per poter avere un rapporto serio ed efficace con la cittadinanza, nella fase della consultazione. In base al cronoprogramma della ricerca, dovrà avvenire quanto prima.
Pur tuttavia, nonostante l'interesse primario della Regione (che sulla laminazione del Lura ha già appostato circa 2,5 milioni di euro), nessuna risposta ci è stata data.
Con la presente, quindi, siamo a chiederLe un riscontro urgente alla suddetta nota e di poterLa incontrare quanto prima per meglio evidenziarLe le problematiche che sottendono la realizzazione di tale progetto, prima di avviare la fase cruciale della consultazione dei cittadini. L'urgenza è dettata non tanto dal cronoprogramma della ricerca, quanto dalla Vostra stessa necessità di dare concretezza al piano di risanamento indicato nel "Contratto di Fiume".

Nell'attesa di un suo gradito riscontro, con la presente si porgono cordiali saluti.

IL SINDACO
COMUNE DI BREGNANO
Angelo Dubini

IL SINDACO
COMUNE DI LOMAZZO
Maurizio Saporiti

IL PRESIDENTE
CONSORZIO PARCO DEL LURA
Pasquale Banfi

15- pag1

6.2.16 <u>Allegato 16</u> - Scheda dell'Azione Emergente n°. 5 relativa la "Programmazione e realizzazione dei primi interventi per la laminazione delle piene". Vedi alla voce: Vasca di Lomazzo - 20-03-2007

ALLEGATO 16

AQST "Contratto di Fiume Olona – Bozzente – Lura"

Schede di aggiornamento delle attività previste nel Piano d'Azione

Azione Emergente n. 5	
PROGRAMMAZIONE E REALIZZAZIONE DI PRIMI INTERVENTI PER LA LAMINAZIONE DELLE PIENE	
Responsabile:	Dario Fossati
	D.G. Territorio – Regione Lombardia
	dario_fossati@regione.lombardia.it
	02-67655194
Attività 1: "Conclusione dello studio di fattibilità sui bacini Olona-Lura-Bozzente e presentazione e condivisione dell'assetto di progetto dei corsi d'acqua"	
Scadenza da A.Q.S.T.:	Giugno 2004
Stato:	CONCLUSA

Note: Nel 2006 la Direzione Territorio, in collaborazione con l'Autorità di Bacino del fiume Po, ha attivato una serie di incontri destinati alle Province ed ai Comuni del bacino interessato dal contratto di fiume Olona per avviare la divulgazione ed il miglior utilizzo dei dati messi a disposizione dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona". Tale iniziativa ha costituito una importante fase del percorso di condivisione e di partecipazione per la realizzazione degli interventi finalizzati alla difesa idraulica del bacino, con lo scopo di inquadrare questi ultimi in una strategia territoriale integrata sia in senso fisico/territoriale (visione di bacino) che in senso settoriale (sinergie tra gli aspetti idrogeologici, paesaggistici, di qualificazione ambientale e di qualità delle acque).

Gli incontri si sono svolti nelle seguenti date:
13 marzo 2006 (parte bassa del bacino dell'Olona)
12 aprile 2006 (parte alta del bacino dell'Olona)
8 giugno 2006 (torrenti Bozzente e Lura)
Ad essi hanno partecipato direttamente, oltre alle Direzioni regionali ed agli STER interessati, AIPO, le Province di Milano, Como, Varese ed i Comuni di Marnate, Gorla Minore, Gornate Olona, Castiglione Olona, Varese, Legnano, S.Vittore Olona, Canegrate, Parabiago, Legnano, Rho, Lainate, Nerviano, Olgiate Comasco, Bregnano, Lomazzo, Oltrona, Rescaldina, Uboldo, Saronno.

***Attività 2: "Programmazione delle opere prioritarie e disponibilità degli Enti Locali ad effettuare l'attuazione degli interventi di competenza regionale"	
Scadenza da A.Q.S.T.:	Giugno 2004
Stato:	CONCLUSA
Note: L'attività n. 2 è connessa alla n. 3	
***Attività 3: "Progettazione e avvio attuazione degli interventi di realizzazione delle aree di laminazione"	
Scadenza da A.Q.S.T.:	2005
Stato:	IN CORSO

Aggiornamento: Marzo 2007

7

16- pag1

Note:
La programmazione delle opere prioritarie si è avvalsa anche del quadro generale fornito dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" (Autorità di Bacino del fiume Po). I riferimenti a questo studio sono stati aggiunti, sia come numerazione di riferimento sia come priorità, alla tabella seguente, che costituisce un aggiornamento di quella allegata al Contratto di Fiume.
Nella stessa tabella è stata inclusa una colonna con un sintetico aggiornamento sull'andamento delle attività previste, per le quali si forniscono ulteriori informazioni:

Vasca di laminazione "Ponte Gurone": il 1^0 lotto è stato realizzato. Il 2^0 e 3^0 lotto sono stati oggetto di un unico provvedimento di approvazione; la loro realizzazione prevede un costo di oltre 23 Milioni di euro, di cui 8 provenienti da fondi ministeriali e regionali, mentre l'importo rimanente verrà finanziato con fondi della Provincia di Varese.

Vasca di San Vittore Olona : all'atto dell'approvazione in Conferenza dei Servizi è stato siglato un "Documento di accordo" tra Enti Locali (Comuni di Canegrate, Legnano, Nerviano, Parabiago, San Vittore Olona) ed AIPO che pone in primo piano la piena e completa compatibilità ed integrazione delle opere con il progetto di Parco Locale di Interesse Sovracomunale (collegamento con scheda azione emergente n. 13) e in generale la compatibilità ambientale dell'intervento, e istituisce un Comitato di verifica composto, oltre che dai Comuni e da AIPO, da Regione Lombardia, Provincia di Milano e Consorzio degli Utenti del fiume Olona. Il progetto è attualmente in fase di istruttoria di VIA.

Vasca di Nerviano: è stato firmato in data 15 marzo 2007 il protocollo d'intesa tra Regione, Autorità di Bacino del fiume Po, AIPO, comuni di Nerviano, Rho e Lainate per la realizzazione di opere per la riduzione del rischio idrogeologico e la laminazione delle piene del torrente Bozzente in Comune di Nerviano. Un apposito gruppo di accompagnamento alla progettazione si attiverà entro fine marzo con il compito di fornire specifici indirizzi di natura tecnico-ambientale e paesaggistica per garantire la migliore integrazione dell'intervento nel contesto territoriale.

Vasca di Lomazzo : l'attuale ipotesi progettuale di prima priorità per l'assetto idraulico del Lura ha sostituito quella in un primo tempo localizzata in altro punto del torrente (comuni di Caronno Pertusella e Lainate). La nuova proposta di localizzazione si è sviluppata su iniziativa dei Comuni tramite la Società Lura Ambiente - anche con il supporto di un progetto cofinanziato da Cariplo - ed è coerente con lo studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino.
La realizzazione della vasca non è ancora avviata, perché gli attuali amministratori pur dimostrando disponibilità nei confronti dell'intervento, chiedono maggiori garanzie relative alla qualità dell'acqua che sarebbe laminata in tale tratto. Pertanto, si ritiene necessario il coordinamento di una serie di interventi a monte del bacino, in grado di garantire una miglior qualità della risorsa idrica.

Interventi di riqualificazione ambientale: anche in riferimento agli importanti interventi appena citati ed alle necessità del loro inserimento paesaggistico e territoriale, è importante sfruttare al meglio le risorse già a disposizione (L 183/89) possibilmente integrando gli interventi con le altre azioni di riqualificazione ambientale previste dal Contratto (collegamento con scheda azione emergente n. 14). E' stato inoltre proposto un progetto, in collaborazione con la D.G. Agricoltura, di corridoio ecologico lungo il Canale Villoresi, che prevede un sistema di continuità agroambientale e di difesa idrogeologica nel corridoio territoriale tra Olona e Bozzente, ispirandosi all'iniziativa "10.000 ettari di nuovi boschi e sistemi verdi polifunzionali".

***In dettaglio: vedasi scheda allegata con l'elenco degli interventi

Aggiornamento: Marzo 2007

8

16- pag2

PARTE 2.C

ASPETTI ECOLOGICI E QUALITATIVI DEL TORRENTE LURA

POSSIBILI MODALITÀ D'INSERIMENTO DI WETLAND

DISAT – Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e del Territorio
Università degli Studi di Milano Bicocca
Piazza della Scienza, 1 – 20126 Milano – Tel. 0264482736 – Fax. 0264482795
Email: valeria.mezzanotte@unimib.it, sergio.canobbio@unimib.it

Responsabile: prof.ssa Valeria Mezzanotte

Altri componenti del gruppo di ricerca:
dott. Sergio Canobbio, dott.sa Federica Benvenuto, dott.sa Michela Siotto

INDICE DELLA PARTE 2.C

1. INTRODUZIONE 321
2. IL TORRENTE LURA 324
3. MATERIALI E METODI 328
3.1 Parametri chimico-fisici di base e classificazione secondo il D.Lgs.152/99 328
3.2 Indice Biotico Esteso 329
3.3 Indice di Funzionalità Fluviale 331
3.4 Metalli pesanti 332
3.5 Pesticidi 332
3.6 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 333
3.7 Scelta dei siti di campionamento 334
3.8 Metodologie analitiche 334
3.8.1 Struttura multivariata dei dati 335
3.8.2 Pretrattamento dei dati 335
3.8.3 Analisi delle componenti principali (PCA) 335
3.8.4 Analisi di correlazione canonica (CCA) 337
3.9 Modellizzazione fluviale: il modello di simulazione *QUAL2E* 338
3.9.1 Applicabilità di QUAL2E 338
3.9.2 La simulazione del corso d'acqua 338
3.9.3 Formulazione generale del modello 339
3.9.4 Rappresentazione concettuale 339
3.9.5 Rappresentazione funzionale 341
3.9.5.1 Equazione del trasporto di massa 341
3.9.5.2 Caratteristiche idrauliche 342
3.9.5.3 Condizioni di deflusso 342
3.9.5.4 Dispersione longitudinale 342
3.9.6 Reazioni e interazioni dei costituenti principali 343
3.9.6.1 Ciclo dell'azoto 343
3.9.6.2 Ciclo del fosforo 344
3.9.6.3 BOD carbonioso 345
3.9.6.4 Ossigeno disciolto 345
3.9.6.5 Temperatura 346
3.9.6.6 Coefficienti di reazione 347
3.10 Test di tossicità 348
4. RISULTATI 349
4.1 Parametri chimico-fisici, idraulici ed ecologici 349
4.1.1 Definizione delle variabili ambientali 355
4.1.2 Analisi multivariata delle comunità bentoniche 357
4.2 Sostanze chimiche pericolose e Stato Ambientale del Corso d'Acqua (SACA) 362
4.2.1 Metalli pesanti 362
4.2.1.1 Zinco 362
4.2.1.2 Nichel 363
4.2.1.3 Cromo 364
4.2.1.4 Rame 364
4.2.1.5 Cadmio 365
4.2.1.6 Piombo 365
4.2.2 Pesticidi 366
4.2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) 368
4.3 Test di tossicità 368
4.3.1 Matrici liquide 370
4.3.2 Matrici solide 370

4.3.2.1 Lisciviati 370
4.3.2.2 Componente organica 371
4.3.2.3 Metalli 371
4.4 Monitoraggio - conclusioni 372
5. PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RECUPERO 375
5.1 La strategia delle Aree Umide 375
5.1.1 Prati umidi e stagni di alimentazione 376
5.1.2 Aree umide artificiali 377
5.1.3 Trattamenti di fitodepurazione 378
5.1.4 Vasche di laminazione 378
5.1.5 Fasce vegetate 378
5.1.6 Interventi di diversificazione in alveo 379
5.2 Modellazione degli effetti benefici della Strategia delle Aree Umide 379
6. CONCLUSIONI 385
7. BIBLIOGRAFIA 386

1. INTRODUZIONE

I fiumi e i torrenti del territorio lombardo sono e sono stati soggetti ad un massiccio sfruttamento da parte dell'uomo: l'elevata densità demografica, lo sfruttamento agricolo e poi industriale del territorio, la regimazione delle acque, nonché la presenza di zone in cui questi fattori di alterazione presentano un'incidenza critica ed un effetto sinergico, sono fattori che continuano ad esercitare una pressione a tutt'oggi insostenibile. La qualità delle acque viene compromessa a causa del rilascio di importanti carichi inquinanti, dell'alterazione dei cicli idraulici, della banalizzazione dell'ecotono ripario.
Si sta dunque delineando la causa principale per cui, anche nell'ambito ristretto dell'areale lombardo, è opportuno e necessario che la ricerca di strategie per lo studio, la salvaguardia e il recupero degli ambienti fluviali prosegua e si possa avvalere di metodologie nuove e più efficaci. Esse devono poter quantificare gli impatti, discernerli se concorrenti, assegnare loro i corretti pesi specifici. Più di ogni altra cosa, esse devono fornire risposte utili ai decisori e ai pianificatori nell'ambito della programmazione atta a ripristinare gli equilibri alterati e a permettere, in questo modo, anche la prosecuzione dell'irrinunciabile sfruttamento della risorsa idrica, nell'ambito, però, di uno sviluppo finalmente sostenibile.
La direttiva europea 2000/60 CE, o *Water Framework Directive* (Unione Europea, 2000), ha comportato, anche nell'ambito italiano, il confronto con indicazioni, fino a quel momento sistematicamente non considerate, e obblighi formali riguardo la necessità di provvedere alla tutela integrata dei bacini fluviali, considerando contemporaneamente gli ambiti della qualità delle acque, dei regimi idrologici, della morfologia fluviale (Figura 1.1).

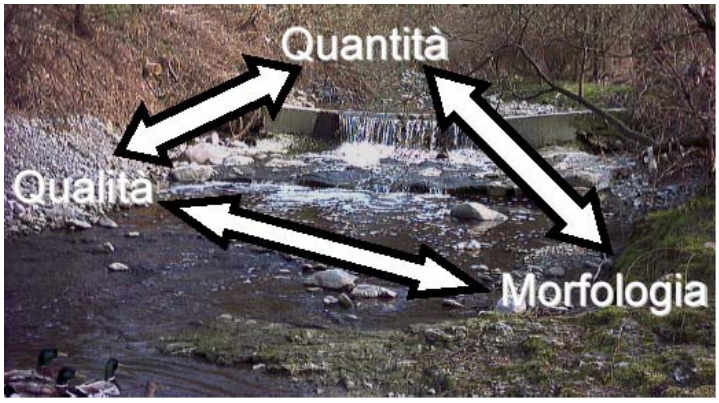


Figura 1.1 – Le componenti degli ambienti fluviali su cui viene esercitata la pressione antropica.

Dall'altro, il recepimento della direttiva è avvenuto in Italia in prima istanza con l'istituzione dei Piani di Tutela delle Acque regionali, che comporta la necessità di approntare nuovi strumenti per la descrizione non ambigua di tali ambiti e per la pianificazione degli interventi volti a rimediare alle situazioni di compromissione: le dichiarazioni di intenti del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) della Lombardia (Regione Lombardia, 2006), ad esempio, sono sicuramente ambiziose e comportano finalmente l'approccio integrato suggerito anche dall'Unione Europea, ma sono destinate a rimanere lettera morta in assenza dello sviluppo di strategie gestionali corrette, le quali sono ancora ben lungi dall'essere realtà.
Eppure, l'approccio sistematico alla gestione integrata a scala di bacino potrebbe fornire strumenti conoscitivi, analitici, gestionali e applicativi tali da permettere di comprendere e contrastare la sinergia di alterazioni che sta minando l'esistenza stessa degli ecosistemi fluviali nelle zone più antropizzate, rappresentando così una rara occasione per superare i limiti culturali che fino ad ora hanno impedito un'efficace azione di salvaguardia e recupero.
Le acque cosiddette *correnti* sono una minima parte (circa lo 0,1%) delle acque dolci continentali, ma sono caratterizzate da un tasso di rinnovamento elevatissimo. Le caratteristiche costitutive principali dei fiumi sono date da una marcata struttura lineare (con un basso rapporto ampiezza/lunghezza), sovente ramificata, e la presenza di un flusso idrico con un gradiente monte-valle. Un fiume si può definire anche solo come un corpo idrico costituito da acque correnti, le quali scorrono lungo le linee di massima pendenza definite dalla morfologia territoriale (Casati & Pace, 1990); eppure, in tali condizioni si forma un ambiente lotico in cui è possibile osservare una successione di

ecosistemi lungo la direzione della corrente, popolati da comunità di organismi vegetali e animali che presentano strutture variabili da monte a valle lungo il corso d'acqua e che instaurano strette relazioni fra loro e con i fattori idrogeologici, chimici e fisici.

Non è più possibile parlare di ecologia fluviale prescindendo dal *River Continuum Concept* (Vannote *et al.,* 1980). Esso è stato sviluppato partendo dai dati e dalle osservazioni condotte per decenni dagli idrobiologi di tutto il mondo e propone una visione unificante dell'ecologia fluviale che richiama l'attenzione sulla stretta dipendenza della struttura e delle funzioni delle comunità biologiche dalle condizioni geomorfologiche ed idrauliche medie del sistema fisico (ANPA, 2000).

In quest'ottica, gli ecosistemi non solo si differenziano in funzione del variare delle condizioni esterne, dando origine a diversificazioni e specializzazioni tassonomiche e funzionali delle comunità biologiche, ma sfumano uno nell'altro e sono interconnessi con gli ecosistemi terrestri circostanti. La differenziazione avviene su diverse scale spaziali e temporali (Figura 1.2).

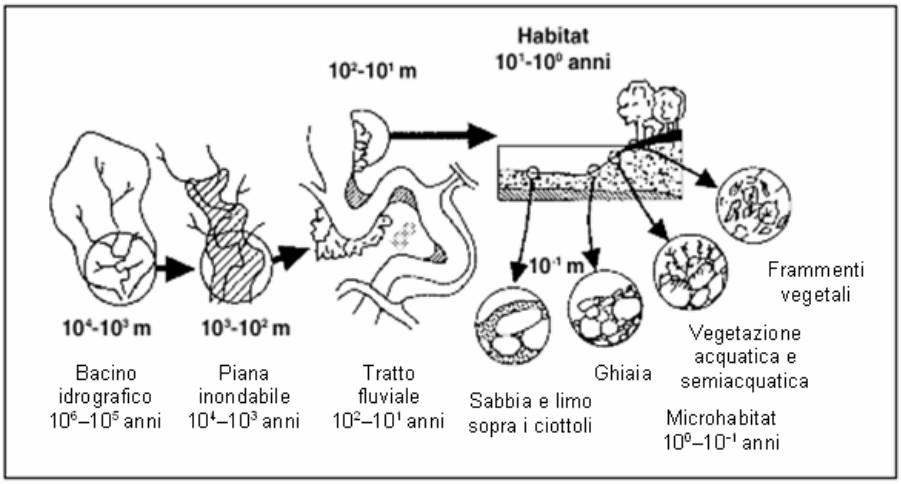


Figura 1.2 – Scala spaziale e temporale dell'organizzazione gerarchica di un sistema fluviale e dei suoi sub-sistemi di habitat (ANPA, 2000, modificato).

In un sistema di questo tipo, il flusso di energia su base annua viene mantenuto costante, nonostante le variazioni stagionali degli apporti dei principali substrati organici (caduta delle foglie, fotosintesi), accoppiando a tali variazioni una serie di accorgimenti regolativi. La sequenza temporale sincronizzata nell'arco dell'anno di sostituzioni di specie e di specializzazioni alimentari, le variazioni temporali dei gruppi funzionali e dei processi di immagazzinamento (ritenzione fisica del detrito organico e produzione di nuova biomassa) e di perdita di energia (trasporto verso valle e respirazione) sono i più evidenti tra questi accorgimenti. A differenza dei sistemi dotati di una struttura fisica poco variabile nel tempo, come ad esempio alcune foreste, nei quali la stabilità dell'ecosistema può essere mantenuta anche con una bassa diversità biologica, negli ecosistemi fluviali, caratterizzati da marcate variazioni fisiche, il mantenimento della stabilità richiede che essa sia elevata e, quindi, condizionata dalla presenza di una elevata diversità ambientale.

Lo studio ecologico dei corsi d'acqua incorpora livelli di risoluzione spaziale annidati: microhabitat, sequenza buca – raschio, tratto fluviale, segmento vallivo, bacino. Ciascuno di questi elementi è caratterizzato da proprie forme e processi e richiede una specifica analisi. Particolare importanza rivestono alcune componenti ambientali (eterogeneità del substrato, zone a diversa velocità di corrente e profondità, sinuosità del tracciato, vegetazione riparia, ecotoni acquatici e terrestri), riconducibili al principio unificante della diversità ambientale, riproposto a diverse scale spaziali.

Alla scala minore (a livello di microhabitat) la diversità ambientale è rappresentata soprattutto dalla eterogeneità del substrato, densamente popolato dai macroinvertebrati. Tanto più il substrato è diversificato, maggiore sarà il numero di specie in grado di convivere nell'ambiente. L'elevata diversità biologica, a sua volta, contribuisce ad una più pronta ed efficace risposta alle variazioni temporali del carico organico, ad una migliore efficienza depurante, ad una maggior stabilità.

Alla scala immediatamente superiore, la diversità ambientale è espressa dalla sequenza buche – raschi, oltre che dalla sinuosità del tracciato e dalla presenza di barre di meandro, di rive dolcemente digradanti, di ostacoli locali alla corrente (grossi massi, rami incastrati sul fondo), di vegetazione e di radici di alberi ripari sommerse.
La vegetazione riparia garantisce diversità di habitat esplicando a diversi gradi le funzioni di stabilizzazione dell’alveo, fornitura del detrito organico, limitazione all’eccessivo sviluppo della vegetazione acquatica, protezione da illuminazione e riscaldamento eccessivi, intercettazione, filtrazione e depurazione delle acque di dilavamento del suolo.
La funzionalità e le dinamiche fluviali sono, inoltre, condizionate in larga misura dalle condizioni del territorio circostante e, quindi, non solo dalle già citate fasce di vegetazione riparia, ma anche dalle condizioni dell’intero bacino, in particolare dal suo grado di copertura forestale. Quest’ultima favorisce un regime idraulico con magre e piene meno accentuate e una migliore qualità delle acque.
Il Deflusso minimo Vitale (DMV) può essere definito come *il livello di deflusso necessario alla vita negli alvei sottesi alla linea di displuvio e tale da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati* (Repubblica Italiana, 1994). Tale concetto è diventato oggetto di particolare interesse in tempi recenti, con il verificarsi sempre più frequente di crisi idriche indotte dall’effetto sinergico di prelievi eccessivi d’acqua per vari scopi da parte dell’uomo, di disequilibri nelle superfici drenanti dei bacini imputabili all’impermeabilizzazione dovuta all’urbanizzazione, nonché di cambiamenti climatici. Gli ambienti fluviali soggetti ad una riduzione significativa di portata riducono la loro funzionalità ecologica, e quindi le loro capacità di autodepurazione ed autoregolazione.
Il lavoro svolto dal Dipartimento di Scienze dell’Ambiente e del Territorio dell’Università degli Studi di Milano Bicocca è stato finalizzato a caratterizzare il torrente Lura per tutti gli aspetti sopra citati e a valutarne le caratteristiche delle acque in diverse condizioni idrauliche, con riferimento al progetto di realizzazione di vasche di laminazione, oggetto del progetto CARIPLO. Il quadro è stato integrato dai risultati di test di tossicità realizzati su campioni di acque e di sedimenti prelevati nelle stazioni di Guanzate, Bulgorello e Bregnano. Le prove sono state realizzate anche sui terreni circostanti nella zona che potrebbe essere interessata dal progetto delle vasche di laminazione, per verificare l’eventuale preesistenza di situazioni avverse attribuibili al contatto suolo-acque durante le esondazioni.

2. IL TORRENTE LURA

Il torrente Lura è un'asta fluviale della lunghezza di circa 45 km, che attraversa le province di Como, Varese e Milano (Figura 2.1). Appartiene al complesso reticolo idrografico a Nord della metropoli milanese, i cui corsi d'acqua nascono nella zona prealpina, non lontano dal confine italo-svizzero, e scorrono con andamento pressoché parallelo verso il capoluogo lombardo. I comuni il cui territorio è attraversato dal torrente Lura, che nasce a circa 1 km dalla frontiera elvetica a quota 402 metri sul livello del mare, sono Uggiate Trevano, Faloppio, Olgiate Comasco, Gironico, Lurate Caccivio, Bulgarograsso, Guanzate, Cadorago, Lomazzo, Bregnano, Rovellasca, Rovello Porro (provincia di Como), Saronno, Caronno Pertusella (provincia di Varese), Lainate, Arese e Rho (provincia di Milano).
Il Lura presenta un bacino idrografico di forma stretta e allungata, conchiuso, nel tipico aspetto dei bacini dei corsi d'acqua di pianura, dai bacini di altri corpi idrici, ovvero del fiume Olona e del torrente Bozzente (a Ovest) e del torrente Seveso e del torrente Guisa (a Est). Il torrente Lura termina il suo corso in corrispondenza dell'abitato di Rho, dove confluisce nel fiume Olona. La superficie idrografica naturale del bacino, chiuso alla confluenza con il recettore Olona, risulta essere di circa 130 km^2.
Il principale affluente, di sponda sinistra, è sicuramente la roggia Livescia, che attraversa i territori comunali di Cassina Rizzardi, Fino Mornasco e Cadorago, prima di confluire nel Lura in comune di Cadorago. Altri affluenti degni di menzione, sebbene di portata esigua, sono una piccola roggia che, nascendo in comune di Bizzarone, confluisce nel torrente come tributario di sponda destra in comune di Faloppio e viene convenzionalmente classificata anch'essa con il nome di Lura; la roggia Lura di Albiolo, che nasce nel territorio comunale del paese omonimo e confluisce di sponda destra nel torrente all'altezza dei confini comunali tra Faloppio e Olgiate Comasco; infine, entrambi tributari di sponda sinistra, il torrente Riale, che nasce in comune di Gironico e confluisce nel Lura in comune di Olgiate Comasco, e il torrente Fossato, che riceve i contributi idrici di parte del territorio comunale di Villaguardia e Montano Lucino e confluisce nel Lura al confine tra i comuni di Lurate Caccivio e Bulgarograsso.
Il torrente Lura ha acquisito l'attuale conformazione dopo la fusione dei grandi ghiacciai alpini, in tempi che si possono definire geologicamente molto recenti. L'area del bacino idrografico del Lura attraversa trasversalmente, dalla sorgente alla confluenza con il fiume Olona, molte delle varie tipologie di apparati morenici e coltri di materiali alluvionali fluvioglaciali rinvenibili nella zona compresa tra l'arco alpino e la città di Milano: di conseguenza, l'alveo del corso d'acqua presenta caratteristiche diverse da Nord a Sud.
Nell'ideale transetto che si ottiene spostandosi dalla sorgente verso Sud, seguendo il corso del torrente, si attraversano in primo luogo gli anfiteatri collinari morenici che costituiscono i vasti apparati deposizionali pleistocenici delle colate glaciali principali del Ceresio e del Lario. morenica. Lungo il primo tratto di torrente si possono rinvenire formazioni di *gonfolite* (conglomerati intercalati da arenarie grigie del substrato oligo-miocenico), affioranti in pochi tratti di scarpata, ma è indubbio che la caratterizzazione geomorfologica del territorio attraversato è data principalmente dalla deposizione. In particolare, si rinviene una cerchia di colline moreniche würmiane, nella zona che va dalla sorgente all'abitato di Olgiate Comasco, parzialmente sovrapposte ad un sottostante anfiteatro morenico più antico (rissiano) che si spinge più a meridione, fino ai territori comunali di Appiano Gentile, Guanzate, Cadorago e Lomazzo.
Il paesaggio è caratterizzato da terrazzamenti alternati a piccole scarpate, soprattutto nel territorio di Bulgorello (frazione di Cadorago) e Lomazzo, e coincide con le zone dotate di maggior naturalità, tutelate dal Parco della Valle del Torrente Lura. In questa porzione di territorio il torrente attraversa soprattutto depositi morenici ghiaiosi e ciottolosi, ma anche conglomerati del Ceppo Lombardo, fortemente cementati e attribuibili al Pleistocene inferiore (interglaciale Günz-Mindel).
L'evoluzione dell'anfiteatro morenico comasco ha portato alla formazione, a meridione delle cerchie collinari, di superfici di deposito alluvionale e fluvioglaciale che, successivamente incorse in smantellamenti parziali, sono ora lembi terrazzati di forma subtriangolare e profondamente compenetrati tra loro. Sono correlati alle fasi glaciali quaternarie più antiche e pronunciate (Mindel e Riss), che hanno formato le due principali e più evidenti superfici di terrazzamento sopraelevato rispetto al "livello fondamentale della pianura" correlato con l'ultima glaciazione würmiana. Il torrente Lura attraversa un lembo di terrazzo intermedio (rissiano, altresì definito del *Diluvium medio*), mentre non si riscontrano terrazzi antichi mindeliani sufficientemente vicini al corso d'acqua da poter essere

considerati in qualche modo influenti sulla caratterizzazione geomorfologica. Il terrazzo antico più vicino è il pianalto di Tradate-Appiano Gentile, a circa 3-4 km a Ovest del torrente Lura all'altezza dei comuni di Lurate Caccivio e Bulgarograsso.

Superato in direzione Sud il territorio comunale di Rovellasca, il terrazzo intermedio rissiano tende a dividersi in due lembi divergenti. Il lembo di sponda destra prosegue per alcuni chilometri, oltrepassando l'abitato di Saronno, parallelo e adiacente al letto del torrente, mentre il lembo di sponda sinistra si allontana verso oriente. Il torrente Lura scorre successivamente nel livello fondamentale della pianura compenetrato ai lembi di terrazzo intermedio. Il livello fondamentale della pianura è caratterizzato dai depositi del Pleistocene Superiore di ghiaie e sabbie fluvioglaciali würmiane. Le sponde del torrente Lura sono generalmente basse e il corso d'acqua scorre a livello del piano di campagna, con la possibilità di esondare e allagare la pianura circostante.

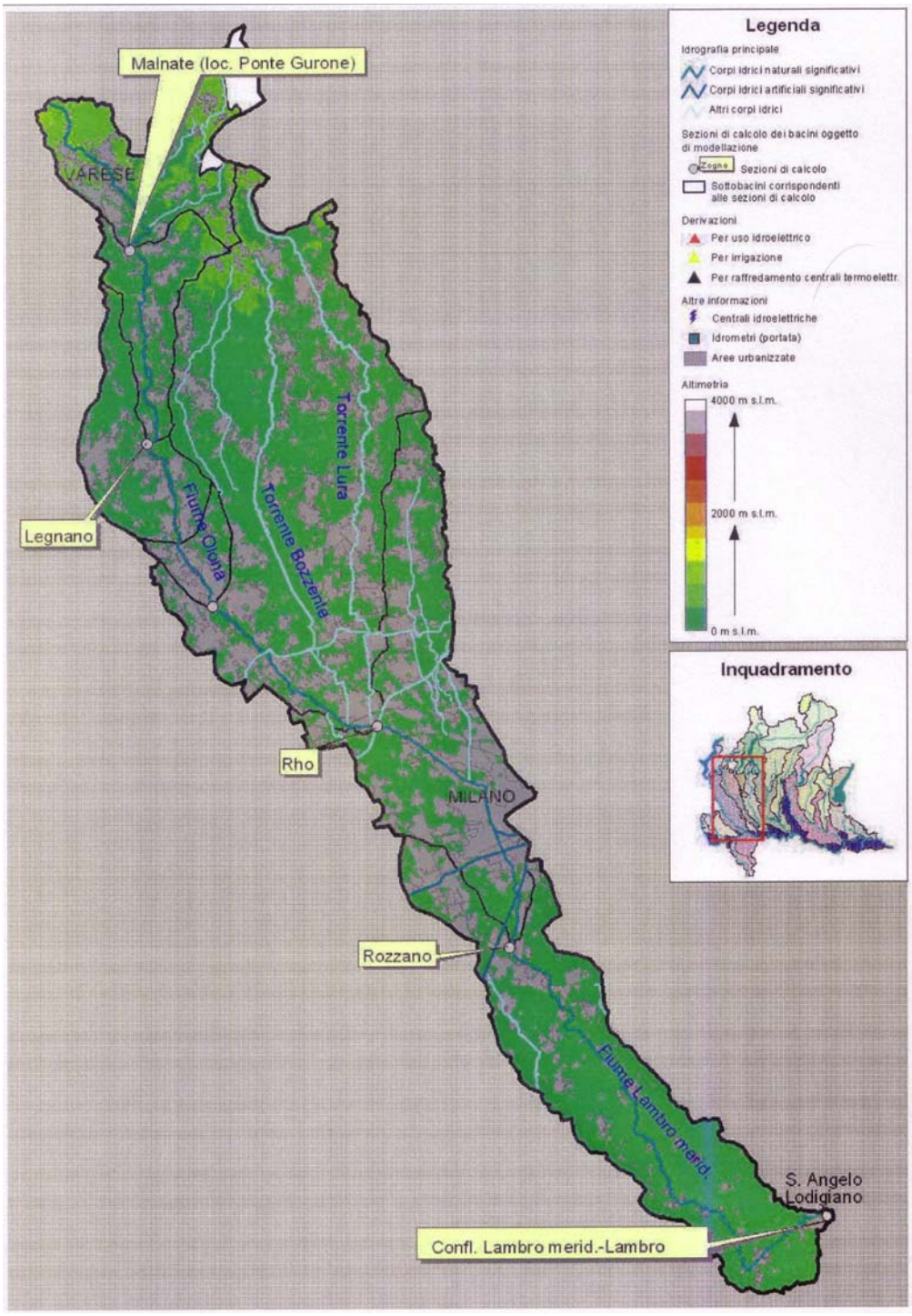


Figura 2.1 – Il bacino idrografico dell'Olona, con gli affluenti Bozzente e Lura (PTUA Regione Lombardia).

La porzione di territorio attraversata dal torrente Lura, dalla sorgente fino alla sua confluenza con il fiume Olona, è soggetta da secoli ad una pressione antropica massiccia e costante, che non si limita a palesare i suoi effetti sul regime e la qualità delle acque del torrente stesso, ma ha profondamente e irreversibilmente modificato la composizione vegetazionale e floristica della zona in esame. La vegetazione potenziale del territorio, in mancanza dell'azione perturbatrice dell'uomo, sarebbe costituita da foreste a dominanza di rovere nelle porzioni più elevate, e a dominanza di farnia con l'accompagnamento di carpino bianco, frassino e acero campestre nella parte più umida dell'incisione del torrente. Di fatto, la presenza dell'uomo ha non solo pressoché eliminato la copertura forestale, sostituendola con aree urbanizzate, seminativi e prati, ma anche modificato, al punto da renderle irriconoscibili, le superfici boscate superstiti, con l'introduzione di specie esotiche che, nel corso degli anni (o dei secoli) si sono diffuse notevolmente. La porzioni di territorio più ampie nella zona oggetto di studio sono attualmente occupate, come già accennato precedentemente, da prati e attività agrosilvopastorali, dall'agricoltura intensiva, da attività artigianali e industriali, da un'urbanizzazione diffusa. Tra le aree urbanizzate spiccano per la massima vicinanza con il corso d'acqua i centri abitati di Lurate Caccivio, Bulgarograsso, Cadorago, Rovellasca e soprattutto la città di Saronno. Occorre altresì notare che anche laddove i nuclei cittadini siano storicamente più lontani dal torrente, è in atto una costante implementazione delle zone edificabili verso l'incisione del corso d'acqua. L'esaurimento di terreni qualitativamente migliori per l'espansione urbana, sommato al mancato arresto dell'espansione stessa, ha comportato come scelta obbligata per molte amministrazioni comunali l'utilizzo di aree più vicine al torrente Lura, nonostante ciò non possa che provocare una diminuzione della qualità del corso d'acqua e comporti anche alcuni rischi (legati al dissesto idrogeologico e alla possibilità di allagamenti). Il territorio non urbanizzato nel senso più stretto del termine è occupato per la maggior parte da seminativi, soprattutto cereali, tra cui spiccano il mais e la segale, ma anche la soia e il frumento, o da prati permanenti. In alcune zone, l'alternarsi di queste colture unito alla presenza di abitazioni isolate e cascinali tipici dell'alta pianura padana rende il paesaggio caratteristico e permette al corso d'acqua di esprimere un certo grado di funzionalità ecologica: in particolare, la zona che attraversa l'Olgiatese e alcune porzioni del territorio (da Guanzate a Rovello Porro) tutelato dal Parco della Valle del Lura sono espressioni di una più blanda pressione antropica. Viceversa, tutto il basso corso del Lura, con inclusa la città di Saronno ma anche le zone industriali, i seminativi e gli incolti presenti sui territori comunali di Caronno Pertusella, Lainate, Arese e Rho, esprime un livello di funzionalità ecologica scadente.

Per ciò che concerne la copertura forestale residua del territorio preso in esame, essa è costituita in massima parte da un'unica specie, da arbustiva ad arborea, di origine esotica e infestante. La robinia (*Robinia pseudoacacia*), originaria degli Stati Uniti nord orientali, è stata introdotta massicciamente in Italia a partire dal XIX secolo. Ha un accrescimento molto rapido e si è diffusa notevolmente, governata a ceduo, per la capacità di produrre notevoli quantità di legna da ardere di buona qualità. Si afferma con rapidità, essendo specie a carattere spiccatamente eliofilo, dove il suolo nudo viene lasciato incolto, è pochissimo esigente, riveste un ruolo di pianta pioniera nei confronti della vegetazione forestale. Nel processo di colonizzazione risulta favorita rispetto alle specie autoctone per la facilità di propagazione e la vitalità dell'apparato radicale. La specie non si inserisce nelle formazioni forestali chiuse, da cui tende a essere estromessa se presente, oppure vi permane in forma latente, per poi esplodere quando si aprono discontinuità nella copertura arborea, assumendo il carattere di infestante. La robinia svolge azione pedogenetica, contribuendo alla formazione di humus fresco, soffice e sciolto, e porta, come tutte le leguminose, ad un arricchimento in azoto del suolo.

Grazie alla grande efficienza che la contraddistingue nella concorrenza per lo spazio, soprattutto di quello privo di copertura forestale, la robinia giunge a costituire unità fisionomiche di vegetazione autonome, denominate robinieti. Quando la specie ha semplicemente sostituito le essenze forestali autoctone, il sottobosco è in prevalenza composto dal corteggio floristico di queste ultime, generalmente impoverito. Quando, invece, il robinieto si installa su terreni incolti o comunque privi di copertura forestale, più o meno degradati, il sottobosco risulta essere occupato da specie nitrofile e sinantropiche, per lo più esotiche, di infimo valore naturalistico, quali la fitolacca (*Phytolacca decandra*), la cespica (*Conyza canadensis*), la solidaggine o Pioggia d'oro (*Solidago virga aurea* e *S. gigantea*) e la falsa fragola (*Duchesnea indica*). Nelle zone più umide la copertura arbustiva può essere implementata dalla presenza del sambuco nero (*Sambucus nigra*). Per lunghi tratti del torrente, la fascia di vegetazione perifluviale è costituita da sottili addensamenti di robinia, con spessori che vanno dall'albero singolo a poche decine di metri, che separano il letto del torrente da costruzioni, seminativi e prati. Il robinieto costituisce circa il 90% della copertura arborea del territorio attraversato dal Lura: solo nelle zone a più alta naturalità dell'Olgiatese e del territorio del Parco del Lura si

possono rinvenire in numero significativo, pur commiste alla robinia, altre specie arboree e arbustive, soprattutto quelle legate alla formazione vegetale del querco-carpineto, bosco misto di latifoglie subumido.

Le pressioni antropiche agenti sul torrente Lura possono essere schematicamente riassunte come segue (Canobbio & Mezzanotte, 2003):

1. *Alterazioni della qualità delle acque*
   - Scadimento generalizzato lungo l’asse longitudinale, in massima parte dovuto all’apporto continuo dato dal carico inquinante civile e industriale residuo proveniente dagli impianti di depurazione, in assenza di capacità diluenti da parte del recettore.
   - Occasionali aumenti del carico inquinante dovuti a immissioni di refluo non trattato nelle aree urbane e per azione degli scaricatori di piena delle reti fognarie.
2. *Alterazioni del regime idraulico*
   - Estremizzazione delle caratteristiche torrentizie del corso d’acqua con diminuzione generalizzata delle portate a fronte dell’incremento dei colmi di piena.
   - Perdite d’acqua per cause morfologiche nel passaggio, in area urbana, dalla zona collinare a quella basale.
   - Presenza di zone in cui onde di piena con tempi di ritorno ragguardevoli potrebbero provocare danni per mancanza di una piana alluvionale libera o per la presenza di manufatti e strozzature che diminuiscono la sezione (o “luce” trasversale).
3. *Alterazioni della morfologia fluviale*
   - Presenza di arginature, manufatti, tombamenti e raddrizzamenti che diminuiscono la funzionalità ecosistemica del corso d’acqua e la varietà di *habitat* fluviali.
   - Fenomeni erosivi diffusi, accentuati in alcune aree specifiche.

3. MATERIALI E METODI

La valutazione delle condizioni di base del torrente Lura è stata condotta attraverso il rilevamento dei parametri chimico-fisici di base delle acque e alla determinazione dell'integrità ecosistemica mediante l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso, IBE, secondo i dettami del D.Lgs. 152/99. Come già si è detto nell'introduzione, tale approccio, sicuramente migliore rispetto ai passi compiuti in passato, presenta dei limiti severi essendo ancorato alle logiche tabellari delle concentrazioni agli scarichi o rinvenibili nei recettori e, soprattutto, alla tutela della risorsa idrica senza valutare l'integrità dell'ambiente fluviale nel suo complesso. Questo limite è in parte superato dall'applicazione dell'IBE, poiché il rilevamento delle condizioni qualitative delle comunità di macroinvertebrati bentonici può sicuramente portare all'acquisizione di informazione più utile ai fini di una tutela complessiva delle dinamiche ecologiche, essendo le comunità stesse direttamente influenzate dalla somma delle alterazioni presenti in un dato ambiente e non solo dalla qualità dell'acqua. Tuttavia, tale informazione non è sufficiente né a discernere le singole pressioni agenti, né a valutarne i pesi specifici, né a fornire informazioni atte a pianificare eventuali operazioni di tutela o recupero. Per ottenere un maggior grado di conoscenza, le analisi sono state condotte in numerosi punti di campionamento, posti lungo l'asta del torrente, e l'elaborazione dei dati ha tenuto conto delle condizioni climatiche e idrauliche al momento del campionamento. Inoltre, in aggiunta ai parametri chimico-fisici di base, sono state determinate le concentrazioni di alcuni inquinanti pericolosi, inorganici e organici, quali i metalli pesanti, gli idrocarburi policiclici aromatici, ed alcuni pesticidi.
Per completare il quadro, le condizioni ecologiche del Lura sono state definite attraverso il calcolo dell'Indice di Funzionalità Fluviale e lo studio dei principali parametri di ecologia funzionale.

3.1 PARAMETRI CHIMICO-FISICI DI BASE E CLASSIFICAZIONE SECONDO IL D.LGS.152/99

Allo scopo di garantire la confrontabilità delle metodiche di diagnosi più innovative con la definizione delle condizioni ambientali dei corsi d'acqua, si è provveduto, dunque, a rilevare diverse tipologie di parametri tradizionali.Innanzitutto si sono caratterizzati i corpi idrici oggetto di studi mediante descrittori chimici e fisici quali l'OD, la temperatura, la conducibilità, il pH, il COD, il BOD_5, il fosforo totale, l'azoto totale, nitrico, nitroso e ammoniacale, i solfati, i cloruri, la torbidità e il colore (Tabella 3.1). A questi sono stati affiancati anche dati relativi alla presenza di metalli, nonché dati relativi alla presenza di contaminazione biologica (*E. coli*). Alcuni dei parametri rilevati sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice LIM basato sull'uso di 7 macrodescrittori dello stato di qualità chimico-fisico delle acque. Tale indice è stato presentato ai fini della classificazione dei corpi idrici nel D.Lgs. 152/99 e utilizzato in tutte le attività istituzionali di monitoraggio e tutela. La collocazione del corpo idrico in una di 5 diverse classi di qualità avviene mediante la determinazione del 75° percentile della concentrazione di ogni singolo parametro, rilevata mensilmente. Per ogni descrittore sono previsti intervalli di concentrazione corrispondenti a classi di qualità, che originano punteggi (da 5 punti per la classe peggiore a 80 per la migliore, Tabella 3.2).

Tabella 3.1 – Metodi analitici utilizzati per la determinazione dei vari parametri

Parametro	Metodo/Strumento
pH	pHmetro Radiometer pHM83
Conducibilità	Conduttimetro Radiometer CDM83
Torbidità	Turbidimetro Hach 2100 P
Colore	A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. (1992)
BOD_5	BOD System VELP
COD	IRSA-CNR (1981)
Fosforo totale	Valderrama (1981)
Azoto totale	Valderrama (1981)
Azoto ammoniacale	A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. (1992)
Azoto nitrico	A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. (1992)
Azoto nitroso	IRSA-CNR (1981)
Cloruri	A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. (1992)
Solfati	A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. (1992)

Tabella 3.2 – Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori (LIM).

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100–OD(% sat.) *	≤ |10| #	≤ |20|	≤ |30|	≤ |50|	> |50|
BOD_5 (mg/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH_4 (mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO_3 (mg/l)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
P totale (mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia Coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
Livello di inquinamento dai macrodescrittori	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

* La misura deve essere effettuata in assenza di vortici; il dato relativo al deficit o al surplus deve essere considerato in valore assoluto.
# In assenza di fenomeni di eutrofia.

Tabella 3.3 – Stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA).

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
IBE	≥ 10	8-9	6-7	5-4	1, 2, 3
Livello di inquinamento dai macrodescrittori	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

E' poi possibile determinare la qualità complessiva sommando i punteggi di ciascun parametro: l'indice LIM è confrontato con un punteggio analogo determinato dalle risultanze dell'IBE: il risultato finale, chiamato stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA), è il peggiore dei due (Tabella 3.3).

3.2 INDICE BIOTICO ESTESO

L'IBE, proposto nella sua forma attuale da Ghetti nel 1997, è il primo caso in Italia di bioindicatore usato in modo diffuso per il monitoraggio ambientale. I bioindicatori sono metodiche che utilizzano le risposte biologiche per la valutazione dei cambiamenti di origine naturale o antropica nell'ambiente, ed è finalizzato alla misura ed al controllo della qualità ambientale. Come si è già visto nel capitolo 1, gli organismi viventi costituiscono validi indicatori dello stato di salute ambientale in quanto sono capaci di integrare gli stimoli provenienti sia dalla componente biotica che da quella abiotica e di tradurli in forme di adattamento. Lo scopo dell'indice è quello di "... formulare diagnosi della qualità di ambienti di acque correnti sulla base delle modificazioni nella composizione delle comunità di macroinvertebrati, indotte da fattori di inquinamento delle acque e dei sedimenti o da significative alterazioni fisiche dell'alveo bagnato" (Ghetti, 1997).

L'indice è calcolato come valore numerico ricavato mediante una tabella a doppia entrata (Tabella 3.4): l'ingresso verticale è costituito dal numero di unità sistematiche presenti nel campione, escludendo la presenza di specie trasportate dalla corrente (*drift*); l'ingresso orizzontale, invece, è definito dal gruppo faunistico più sensibile e (per plecotteri, efemerotteri e tricotteri) dal numero di unità sistematiche rinvenute che ad esso appartengono. Ciò configura l'indice come qualitativo (analisi della tipologia dei *taxa*) e semi-quantitativo (analisi del numero di *taxa*). I valori del punteggio ricavabile dalla tabella sono compresi tra 1 e 14. Tale intervallo è suddiviso in ulteriori 5 porzioni a cui sono associate le classi di qualità (Tabella 3.6). Ad ogni classe è riferito un colore diverso, una codificazione che risulta particolarmente utile per la stesura di carte tematiche.

Il campionamento dei macroinvertebrati è avvenuto con delle differenze rispetto alla metodologia normalmente adottata e prevista dal protocollo di attuazione. Al fine di consentire la contemporanea raccolta di dati utili all'applicazione delle metodologie analitiche di cui si parlerà al paragrafo 3.1.2, si è provveduto alla raccolta dei macroinvertebrati non già lungo un transetto trasversale identificato nel corso d'acqua, ma in superfici note (generalmente in aree da 0,1 m^2, con 6-8 repliche in diversi microhabitat per singola sezione rilevata, arrivando a

superfici investigate pari a 0,6-0,8 m^2). In tali superfici sono stati raccolti tutti gli organismi presenti: essi sono stati poi fissati e preservati in alcool al 70% e si è provveduto al riconoscimento in laboratorio al più basso livello tassonomico possibile (normalmente genere o famiglia, Tabella 3.5) utilizzando le chiavi dicotomiche presenti in Tachet *et al*. (2000) e in Sansoni (1992). In questo modo si è provveduto alla raccolta di informazioni di carattere quantitativo (numero di individui rinvenuti per ogni singolo *taxon*) contestualmente all'applicazione della metodologia. Alcune prove comparate eseguite sul campo permettono di affermare che la metodica di campionamento applicata comporta il riconoscimento di un maggior numero di *taxa* rispetto alla metodologia tradizionale: ciò si è presumibilmente tradotto, a volte, nell'assegnazione di un punteggio IBE più alto, specialmente nelle sezioni caratterizzate da una qualità ambientale inferiore.

Tabella 3.4 – Tabella a doppia entrata per il calcolo del valore di IBE.

		NUMERO TOTALE DI U.S. (INGRESSO VERTICALE)								
GRUPPI FAUNISTICI (INGRESSO ORIZZONTALE)		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36+
Plecotteri presenti	più di una U.S.	-	-	8	9	10	11	12	13*	14*
(Leuctra°)	una sola U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri presenti	più di una U.S.	-	-	7	8	9	10	11	12	-
(escludere Baetidae Caenidae°°)	una sola U.S.	-	-	6	7	8	9	10	11	-
Tricotteri presenti	più di una U.S.	-	5	6	7	8	9	10	11	-
(comprendere Baetidae Caenidae°°)	una sola U.S.	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Gammaridi e/o Atiidi e/o Palemonidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	4	5	6	7	8	9	10	-
Asellidi e/o Niphargidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	-	3	4	5	6	7	8	9	-
Oligocheti o Chironomidi presenti	tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	-	-	-	-
Altri organismi	tutte le U.S. sopra assenti	-	-	-	-	-	-	-	-	-

° Nelle comunità in cui Leuctra è presente come unico taxon di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (oppure sono presenti solo Baetidae e Caenidae), Leuctra deve essere considerato a livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella.

°° Per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Caenidae vengono considerate a livello dei Tricotteri.

- Giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di drift erroneamente considerati nel computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologie non valutabili con l'IBE.

* Valori di indice che raramente vengono raggiunti nelle acque correnti italiane, per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie che nel valutare gli effetti prodotti dall'inquinamento trattandosi di ambienti con elevata biodiversità.

Tabella 3.5 – Limiti obbligati per la definizione delle Unità Sistematiche (U.S.)

Gruppi Faunistici	**Livello di determinazione tassonomica per definire le Unità Sistematiche**
Plecotteri	Genere
Tricotteri	Famiglia
Efemerotteri	Genere
Coleotteri	Famiglia
Odonati	Genere
Ditteri	Famiglia
Eterotteri	Famiglia
Crostacei	Famiglia
Gasteropodi	Famiglia
Bivalvi	Famiglia
Tricladi	Genere
Irudinei	Genere
Oligocheti	Famiglia
Altri Taxa da considerare nel calcolo dell'IBE:	
Sialidae (megalotteri) Osmylidae (planipenni) *Prostoma* (Nemertini) Gordiidae (Nematomorfi)	

Tabella 3.6 – Tabella di conversione dei valori di IBE in classi di qualità.

CLASSI DI QUALITA'	VALORE DI IBE	GIUDIZIO DI QUALITA'	COLORE RELATIVO ALLA CLASSE DI QUALITA'
Classe I	10-11-12+	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato o fortemente alterato	

3.3 INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE

La metodologia deriva dall'RCE-2 (*Riparian Channel Environmental Inventory*), ideato da Petersen (1992) e successivamente approdato in Italia, dove è stato applicato per la prima volta In Trentino (Siligardi e Maiolini, 1993), modificato per essere adattarsi alle caratteristiche morfologiche ed ecologiche dei corsi d'acqua italiani, in particolare alpini e prealpini. Le modifiche hanno portato alla ridenominazione come IFF dopo che un gruppo di lavoro riunito dall'ANPA (2000) lo ha ulteriormente trasformato.

L'obiettivo principale dell'indice consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione dei fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. La descrizione di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema, interpretati alla luce dei principi dell'ecologia fluviale, porta quindi al rilevamento della funzione ad essi associata, nonché dell'eventuale grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità. L'indice IFF analizza ciascuna delle componenti funzionali, onde fornire un quadro sintetico della situazione in cui si trova il corso d'acqua. La scheda di indagine si compone di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche: per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle 4 risposte predefinite. La struttura della scheda consente di esplorare i diversi comparti ambientali, e le domande possono essere raggruppate in gruppi funzionali.

- Le domande 1÷4 riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, come ad esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale.
- Le domande 5÷6 si riferiscono all'ampiezza relativa dell'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche.
- Le domande 7÷11 considerano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua.
- Le domande 12÷14 rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobentonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 30) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. L'attribuzione degli specifici pesi numerici alle singole risposte non ha giustificazioni matematiche, ma deriva da valutazioni sull'insieme dei processi funzionali influenzati dalle caratteristiche oggetto di ciascuna risposta; ciò rende il metodo sostanzialmente più stocastico e meno deterministico. Il punteggio IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e un massimo di 300, con relativi giudizi di funzionalità associati (Tabella 3.7).

Tabella 3.7 – Tabella di conversione dei valori di IFF in livelli di funzionalità.

VALORE DI IFF	LIVELLO DI FUNZIONALITA'	GIUDIZIO DI FUNZIONALITA'	COLORE ASSOCIATO
261-300	I	Ottimo	
251-260	I-II	Ottimo-buono	
201-250	II	Buono	
181-200	II-III	Buono-mediocre	
121-180	III	Mediocre	
101-120	III-IV	Mediocre-scadente	
61-100	IV	Scadente	
51-60	IV-V	Scadente-pessimo	
14-50	V	Pessimo	

3.4 METALLI PESANTI

Le analisi dei metalli sono state effettuate mediante assorbimento atomico su campioni acidificati con acido nitrico allo 0,2% in volume al momento del prelievo e conservati a 4°C fino al momento dell'analisi.
La lettura è stata effettuata per spettrometria in assorbimento atomico, con fornetto di grafite, previa digestione del campione con acido nitrico e acido perclorico in accordo con i metodi IRSA-CNR n.10 Q64 1985 e USEPA n.3051°.

3.5 PESTICIDI

L'analisi quali-quantitativa dei campioni prelevati è stata effettuata tramite HPLC (High Performance Liquid Chromatography), metodo di misura basato sulla separazione dei composti in soluzione effettuata mediante la tecnica estrattiva liquido-liquido. I prodotti fitofarmaceutici analizzati in questo lavoro di tesi sono l'atrazina, la simazina, la terbutilazina e il bromacil.
Lo strumento utilizzato in questo lavoro di tesi è un HPLC serie Agilent 1100, composto da un modulo pompante, iniettore, scomparto colonna e sistema di rilevamento dotato di due moduli di rivelazione contenenti entrambi un filtro di ossido d'olmio a otturatore per la taratura automatica delle lunghezze d'onda. Il rivelatore spettrofluorimetrico (FLD G1321A) viene utilizzato per la rivelazione e determinazione di composti fluorescenti. Il rivelatore a serie di diodi DAD copre con 1024 fotodiodi un campo di lunghezze d'onda da 190 a 950 nm. Inoltre, mediante il rilevamento simultaneo dello spettro del campione, esso permette una facile ottimizzazione della sensibilità, della linearità e della risoluzione per mezzo di una fessura programmabile mettendo a disposizione un'estesa capacità di analisi della purezza dei picchi e di ricerca in biblioteca.
Il sistema di rilevamento utilizzato per l'analisi dei pesticidi è costituito da una lampada UV-VIS con lettore DAD (Diode Arrey Detector), in grado di tracciare lo spettro del flusso che attraversa la "cellula di flusso" nell'ambito di lunghezza d'onda compreso tra 190 e 400 nm. In particolare, si è monitorata l'assorbanza dei composti esaminati alla lunghezza d'onda di 220 nm, corrispondente al massimo assorbimento dell'anello triazinico.
La colonna cromatografica utilizzata è una Lichrospher 100 RP-18, lunga 250 mm e del diametro di 3,0 mm, con dimensione delle particelle di 5 □m, fornita dall'Agilent. Con l'utilizzo di una colonna a fase inversa gli analiti polari fluiscono prima, mentre quelli non polari sono maggiormente ritenuti.
Tale colonna cromatografica è preceduta da una precolonna di sicurezza, al fine di salvaguardare l'integrità della colonna nel caso si verifichino problemi di eccessiva pressione o passaggio di sostanze che ne possano compromettere il funzionamento.
Le iniezioni dei campioni sono effettuate con una siringa Agilent a volume noto (100 μL), mediante l'apposito iniettore manuale montato sull'HPLC. E' da notare che il loop dell'iniettore, dal quale il campione iniettato viene portato in testa al sistema precolonna - colonna cromatografica, presenta un volume complessivo di 20 μL. Pertanto ad ogni iniezione una parte di campione viene persa e scartata.
Durante le analisi, la temperatura della colonna è mantenuta a 28 ºC dal sistema di regolazione termostato dell'Agilent 1100 che si basa su elementi riscaldanti del tipo a ventaglio posti esternamente a livello della colonna.
Come fase mobile si è scelto di utilizzare acetonitrile (grado HPLC, purezza 99,9%) e una soluzione di acetato di ammonio, 1 mM, in acqua. L'uso di acetonitrile come solvente è preferibile a causa della sua alta trasparenza ottica e bassa viscosità.
Dall'analisi condotta per mezzo dell'HPLC si ottiene un cromatogramma che riporta diversi picchi. Alcuni di questi potrebbero corrispondere alle sostanze oggetto di studio. Si rende quindi necessario effettuare l'analisi qualitativa, che si basa su forma e tempo di ritenzione dei picchi. L'analisi quantitativa è, invece, funzione delle aree delineate da picchi, che possono essere associate a valori di concentrazione mediante le rispettive rette di calibrazione.
L'analisi qualitativa è effettuata tenendo conto sia del riconoscimento spettrale, sia dei tempi di ritenzione dei composti esaminati.
Durante il riconoscimento spettrale viene confrontata la forma del picco rivelato dallo strumento con quella del rispettivo picco di riferimento presente in un' apposita "libreria degli spettri" caricata nel programma di gestione dell'HPLC. Da un confronto di questo tipo è possibile verificare, sulla base della maggiore o minore sovrapponibilità degli spettri, se i singoli composti rivelati sono effettivamente quelli ricercati.
Oltre alla forma del picco, per ottenere un' indicazione univoca del composto rinvenuto, è necessario far riferimento anche ai tempi di ritenzione caratteristici. Tali tempi di ritenzione vengono determinati attraverso soluzioni standard contenenti una concentrazione nota delle quattro sostanze pericolose esaminate. I tempi di ritenzione variano a

seconda del tipo di colonna montata e cambiano anche in funzione allo stato di usura della stessa. Per questo motivo, prima di ogni campagna di analisi, per verificare i tempi di ritenzione impostati nel programma dell'HPLC è consigliabile effettuare un'analisi con una soluzione standard. In questo modo è possibile, se necessario, aggiustare i tempi di ritenzione in modo da ottenere uno strumento ben calibrato per il riconoscimento dei pesticidi. Il cromatogramma, ottenuto dall'iniezione della soluzione standard più concentrata (2 μg/mL), e i tempi di ritenzione rilevati sono riportati rispettivamente in Figura 3.1 e in Tabella 3.8.

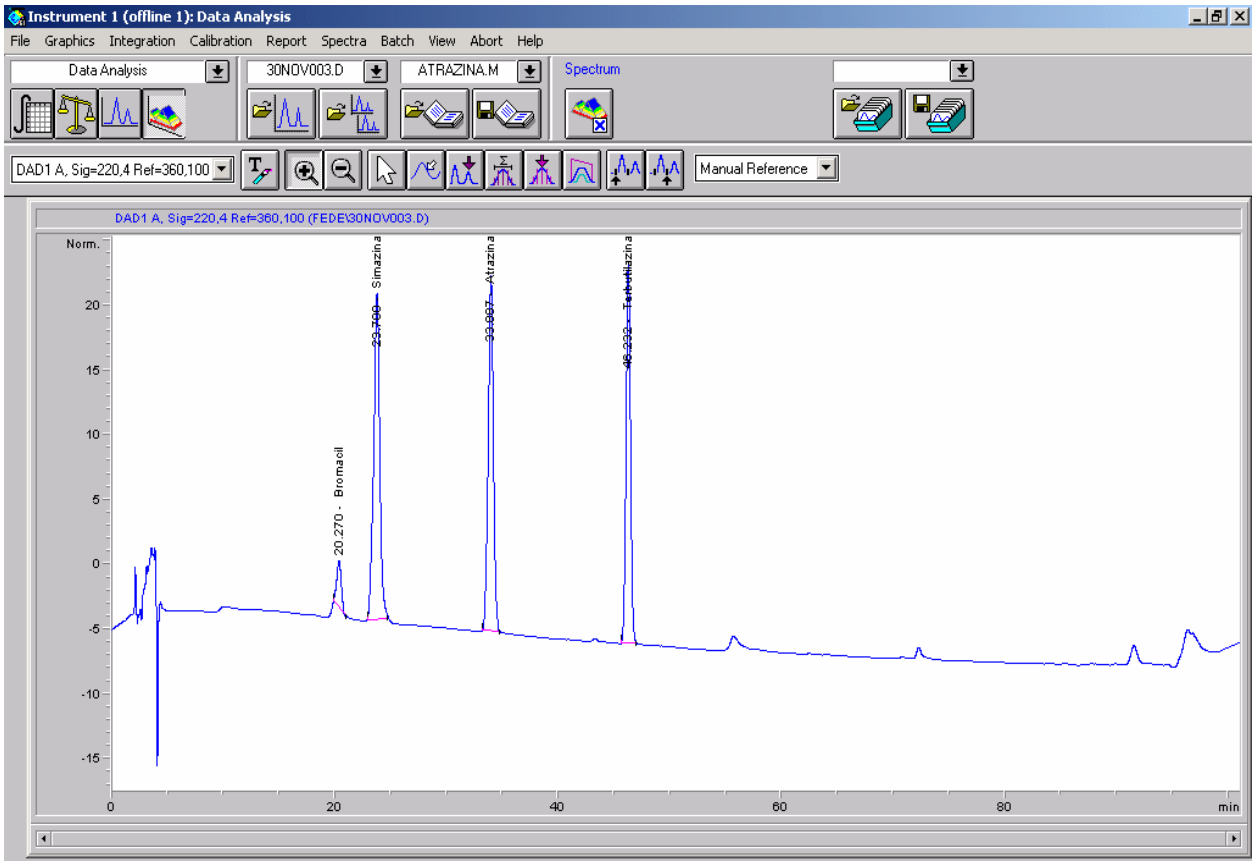


Figura 3.1 – Cromatogramma della soluzione standard contenente gli erbicidi ricercati.

Tabella 3.8 – Tempi di ritenzione dei pesticidi analizzati.

Composto	Tempo di ritenzione (Tr) [min]
Bromacil	20,270
Simazina	23,700
Atrazina	33,887
Terbutilazina	46,232

Per poter identificare con certezza il picco delle quattro sostanze esaminate (conoscendo i rispettivi tempi di ritenzione) e verificare la precisione dello strumento si è preceduto ad una calibrazione, ripetuta poi mensilmente per aver conferma dell'esattezza dell'analisi. E' stata calcolata una retta di calibrazione per ogni analita. Ciascuna retta mette in relazione il segnale dello strumento, in questo caso le aree dei picchi, con la rispettiva concentrazione. Le concentrazioni sono riportate sull'asse delle x, mentre le aree sull'asse y. Le concentrazioni utilizzate per la costruzione di teli rette sono: 0,2 μg/mL, 0,5 μg/mL, 1 μg/mL e 2 μg/mL.

3.6 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Per gli IPA, i campioni, prelevati in bottiglie di vetro, opportunamente oscurate e raffreddate, sono stati preventivamente sottoposti a processo di filtrazione, al fine di garantire la completa rimozione di solidi sospesi particellari e colloidi eventualmente presenti nelle acque di prelievo. I filtri in fibra di vetro utilizzati per tale scopo sono forniti dalla Whatman e presentano un diametro di 15 cm, con porosità di 0,45 μm. Gli analiti sono stati estratti tramite estrazione su fase solida utilizzando cartucce FOCUS 20mg / 3mL (SUPERCHROM), con fase adsorbente

costituita da stirene divinilbenzene, precedentemente attivate con 6 mL di acetonitrile, 6 mL di metanolo e 3 mL di acqua milli Q. Si è poi proceduto al lavaggio della fase adsorbente, mediante 2,5 mL di metanolo al 20%, in modo da eliminare le eventuali interferenze adsorbite sulla fase solida e portando a secco le cartucce.
Infine, si è eseguita l'eluizione degli analiti d'interesse facendo passare 2 mL di acetonitrile (in due aliquote) con un vuoto moderato (15 mm Hg). Volendo verificare l'efficienza del processo di estrazione, sono state inoltre eseguite tre repliche per ogni campione ottenendo un resa di estrazione pari al 90 %.
L'estratto organico proveniente dalla procedura di estrazione è stato analizzato in HPLC (Agilent 1100), con una colonna cromatografica Vydac a fase inversa C18, lunga 250 mm e del diametro di 4,6 mm, con dimensione delle particelle di 5 μm (Agilent). Per la rivelazione e determinazione di composti fluorescenti è stato utilizzato un rivelatore spettrofluorimetrico (FLD G1321A). Come fase mobile si è scelto di utilizzare acetonitrile (grado HPLC, purezza 99,9%) e acqua.

3.7 SCELTA DEI SITI DI CAMPIONAMENTO

Per definire i siti di campionamento sono stati innanzi tutto definiti i possibili "punti sensibili", ossia quei punti in cui fosse lecito ritenere che i parametri chimico-fisici, idraulici, ecologici o, più in generale, ambientali del corso d'acqua potessero subire un'alterazione.

Tabella 3.9 – Siti di campionamento sul torrente Lura.

SITO	LOCALITÀ	PARAMETRI RILEVATI
1. Olgiate Comasco (CO)	Strada per Faloppio	Chim-Fis, Invertebrati, Q
2. Lurate Caccivio (CO)	Gorgonie	Chim-Fis
3. Bulgarograsso (CO)	A monte depuratore	Chim-Fis, Invertebrati, Q
4. Guanzate (CO)	Guado Cinq Fo	Chim-Fis, Invertebrati, Q
5. Cadorago (CO)	A valle confluenza Livescia	Chim-Fis
6. Lomazzo (CO)	Ex SP32	Chim-Fis, Invertebrati, Q
7. Saronno (VA)	Ospedale	Chim-Fis
8. Saronno (VA)	Ex Vigili del Fuoco	Chim-Fis
9. Caronno Pertusella (VA)	Scolmatori rete fognaria	Chim-Fis
10. Caronno Pertusella (VA)	A monte depuratore	Chim-Fis
11. Lainate (MI)	A valle depuratore	Chim-Fis

Le stazioni (Tabella 3.9) sono state scelte a monte e a valle di ciascuno di essi, in modo che il campionamento garantisse la possibilità di quantificare in maniera corretta e in modo non equivocabile il carico inquinante o il grado di alterazione proveniente da ciascun ambito. L'elevato numero di siti di campionamento dei parametri chimico-fisici si spiega anche con la necessità di avere un numero di dati sufficienti per la calbrazione del modello di simulazione QUAL2E, successivamente applicato per valutare gli effetti delle diverse possibili strategie di intervento.
L'Indice di Funzionalità Fluviale è stato determinato per l'intera asta del torrente.

3.8 METODOLOGIE ANALITICHE

Le metodologie analitiche utilizzate per l'interpretazione dei dati rilevati sul campo sono principalmente legate alla natura multivariata di tali dati. Un sistema complesso quale un ambiente fluviale, definito da molteplici variabili ambientali e che fornisce risposte complicate dall'azione multilaterale delle pressioni agenti, deve essere interpretato mediante tecniche studiate e calibrate appositamente per lo studio di problemi, per l'appunto, ad alta complessità, data da:

- Presenza di molte potenziali variabili importanti nella descrizione del sistema
- Impossibilità di conoscere a priori la rilevanza delle variabili in gioco
- Presenza di rumore sperimentale
- Presenza di effetti sinergici e antagonisti
- Presenza di effetti di non linearità tra descrittori e risposta
- Emergenza di effetti olistici e di macroproprietà del sistema

I metodi sviluppati nell'ambito della chemiometria (analisi multivariata e metodi di ordinazione) sono in grado di estrarre dai dati connessi ad un sistema complesso l'informazione utile in essi contenuta separandola dal rumore

sperimentale, dall'informazione ridondante dovuta alla correlazione tra le variabili e da altra informazione non inerente al problema in questione. In questo modo si può ottenere una maggior chiarezza sulla struttura dei dati e sulle relazioni esistenti tra loro (Todeschini, 1998).

3.8.1 Struttura multivariata dei dati

Gli elementi che descrivono un sistema vengono solitamente rappresentati mediante una *matrice di dati X* costituita da un certo numero *n* di oggetti (campioni), ognuno dei quali viene delineato da un numero *p* di variabili (parametri). Il fatto che ogni oggetto venga definito da più variabili va a dar luogo alla struttura multivariata dei dati.
Gli oggetti costituiscono le righe della matrice, mentre le variabili compongono le colonne.

3.8.2 Pretrattamento dei dati

Prima di procedere all'elaborazione dei dati è sempre necessario effettuare un'analisi preliminare con il triplice scopo di:

- *Rilevare la presenza di dati mancanti* e valutare quale operazione considerare per la soluzione di tale problema.
- *Trasformare le variabili* al fine di eliminare caratteristiche statistiche distribuzionali particolari (non normalità, asimmetria, ecc.).
- *Standardizzare le variabili* in modo da renderle tra di loro omogenee e di conseguenza massimizzare la loro confrontabilità quando vengono considerate contemporaneamente in un trattamento multivariato.

Nel presente lavoro, all'assenza di alcuni dati si è ovviato mediante la sostituzione con il valore medio della variabile per cui manca il dato, calcolato su tutti i dati restanti. Tale operazione comporta però una diminuzione dell'informazione portata dalla variabile, una sottostima delle varianze ed una sovrastima delle covarianze.
Non si è ritenuto necessario provvedere ad una trasformazione delle variabili, mentre si è proceduto ad una standardizzazione di queste applicando il metodo dell'*Autoscalatura.*
Questo procedimento consiste in una centratura dei dati seguita da una normalizzazione a varianza unitaria:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x'_{j,medio}}{s_j}$$

La centratura comporta l'accentramento dei dati rispetto al valor medio di ciascuna variabile, mentre la scalatura a varianza unitaria trasforma la variabile in una variabile a varianza unitaria, dividendo i dati per s_j che è la deviazione standard della j-esima variabile. Utilizzando l'autoscalatura, il valore medio e la varianza delle variabili autoscalate diventano rispettivamente 0 e 1.

3.8.3 Analisi delle componenti principali (PCA)

La PCA (*Principal Component Analysis*) è una tecnica statistica esplorativa per l'analisi multivariata dei dati.
Attraverso il suo utilizzo è possibile:

- Valutare le correlazioni tra le variabili e la loro rilevanza
- Visualizzare gli oggetti
- Sintetizzare la descrizione dei dati (eliminazione di rumore o informazione spuria)
- Ridurre la dimensionalità dei dati
- Ricercare le proprietà principali

Essa consiste in un processo di rotazione dei dati originali, definiti da una matrice *X* di dimensione *n* x *p*, effettuato in modo che il primo nuovo asse (cioè la prima componente principale) sia orientato nella direzione di massima varianza dei dati, il secondo sia perpendicolare al primo e sia nella direzione della successiva massima varianza dei dati, e così di seguito per tutti i nuovi assi (Todeschini, 1998). Le componenti principali risultano da una combinazione lineare delle variabili originali. L'obiettivo della PCA è di spiegare la variabilità di una matrice dati in termini di fattori soggiacenti o variabili "latenti" (le componenti appunto), ortogonali tra di loro, che riducano la ridondanza dell'informazione contenuta nella matrice originaria. Tale accorgimento può risultare particolarmente utile anche nel caso si consideri la descrizione degli ambienti fluviali (Azzellino e Vismara, 2004). La base di partenza per l'analisi delle componenti principali è la *matrice di correlazione R*, di dimensioni *p* x *p*, la quale presenta lungo la diagonale principale i valori di varianza di ciascuna variabile (essendo tutte autoscalate assumono il valore 1), mentre

fuori dalla diagonale compaiono i valori del *coefficiente di correlazione r*, che esprime come variano congiuntamente le diverse coppie di variabili di partenza. Il coefficiente di correlazione deriva dal rapporto tra la covarianza di due variabili e il prodotto delle loro deviazioni standard:

$$r = \frac{\mathrm{cov}(x,y)}{S_x \cdot S_y}$$

Esso può variare tra –1 e +1, un valore negativo esprime una correlazione inversa (quando una variabile cresce, l'altra diminuisce), mentre un valore positivo interpreta una correlazione positiva (quando una variabile cresce, cresce anche l'altra). La determinazione delle componenti principali si ottiene effettuando il calcolo di autovalori e autovettori della matrice di correlazione, attraverso l'operazione matematica di diagonalizzazione della matrice. Come risultato dell'operazione si ottengono due matrici: la *matrice degli autovalori* Λ e la *matrice dei loadings* L.
La prima è una matrice diagonale di dimensioni *p* x *p* i cui elementi sono gli autovalori λ_m ordinati in ordine decrescente; la seconda ha dimensioni *p* x *M* (M ≤ p), le righe rappresentano le variabili originali e le sue colonne sono gli autovettori della matrice di covarianza.
Gli autovettori costituiscono le componenti principali e rappresentano i versori del nuovo spazio, a ciascun autovettore è associato un valore di varianza mostrata dai relativi autovalori λ_m; gli autovettori orientati nella direzione della massima varianza sono quelli con il maggiore contenuto d'informazione e diventeranno di conseguenza gli assi del nuovo spazio. Le componenti principali risultano ortogonali tra loro e tale vincolo esprime la totale mancanza di correlazione tra i diversi fattori. I valori che si ritrovano all'interno della matrice dei loadings, ℓ_{jm}, rappresentano i coefficienti numerici degli autovettori ovvero, selezionato un autovettore, i valori di ℓ_{jm} descrivono l'importanza di ciascuna variabile originale in quell'autovettore. Essi variano tra –1 e +1, più il coefficiente numerico di una variabile in un autovettore si avvicina ad 1 in valore assoluto, più questa è rappresentata (è importante) nella nuova componente. La scelta del numero di componenti da tenere in considerazione (componenti significative) è un aspetto molto importante della PCA.
Come già detto, ad ogni componente principale è associato un autovalore λ_m che rappresenta la varianza spiegata da quella componente. Sulla base di questo dato esistono diverse metodologie per l'accertamento del numero di componenti significative. In questo lavoro si è scelto di operare con il metodo del grafico degli autovalori (*Scree Plot*). Il numero M di autovettori da considerare viene valutato in base all'analisi grafica degli autovalori (riportati sull'asse delle ordinate) rispetto al numero delle componenti (riportati sull'asse delle ascisse) come illustrato nell'esempio di Figura 3.2.

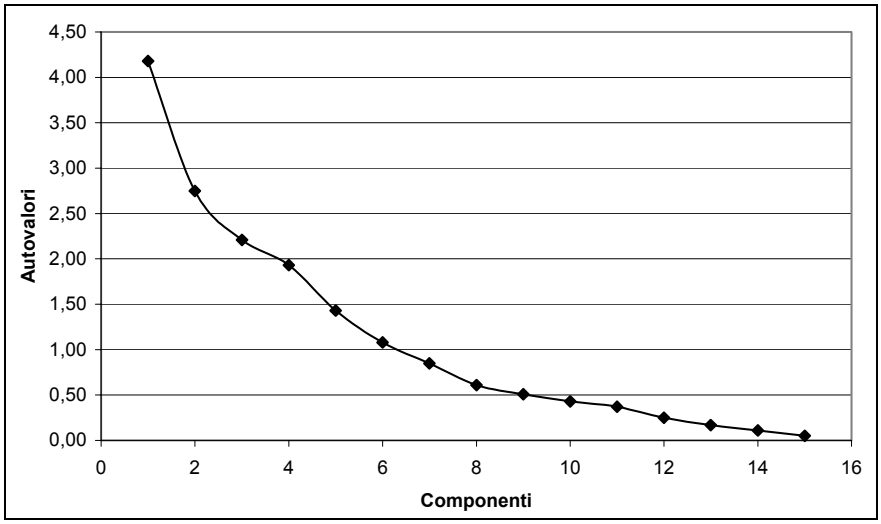


Figura 3.2 – Esempio di Scree Plot per la determinazione del numero di componenti significative

Vengono scelti i primi M fattori per i quali l'abbassamento di varianza residua risulta più accentuato.
Una volta selezionate le componenti significative, la varianza esplicitata da queste, sarà data dalla somma delle varianze percentuali spiegate dalle singole componenti (EV%):

$$EV_i\% = \frac{\lambda_i}{\sum_m \lambda_m} \cdot 100$$

In seguito alla determinazione della matrice dei loadings L, è possibile rappresentare la matrice dei dati X nel nuovo spazio ortogonale applicando la relazione:

$$\mathbf{T} = \mathbf{X}\,\mathbf{L}$$
$$(n,M) = (n,p) \text{ x } (p,M)$$

T viene chiamata *matrice degli scores*, ha dimensioni *n* x *M* ed ha per righe gli oggetti originali e per colonne le componenti principali selezionate. I valori degli scores riportati in questa matrice, t_{im}, rappresentano le nuove coordinate degli oggetti nello spazio delle componenti principali e sono il risultato di una combinazione lineare tra i valori delle variabili per quell'oggetto e i coefficienti numerici delle variabili stesse per una determinata componente principale:

$$t_{im} = x_{i1} \cdot \ell_{1m} + x_{i2} \cdot \ell_{2m} + \ldots + x_{ip} \cdot \ell_{pm} = \sum_j x_{ij} \cdot \ell_{jm}$$

I risultati della PCA possono essere riprodotti graficamente attraverso tre diversi tipi di diagrammi:

- *Scores plot*: Raffigura gli oggetti nel nuovo spazio cartesiano che ha per assi una coppia di componenti principali considerate. Tale rappresentazione permette di analizzare il comportamento degli oggetti in funzione delle diverse componenti e la loro similarità.
- *Loadings plot*: Riporta le variabili rispetto ad una coppia di componenti principali considerate. Questo tipo di grafico consente di analizzare il ruolo di ciascuna variabile nelle diverse componenti, le loro correlazioni dirette e inverse, la loro importanza. Gruppi di variabili che compaiono vicine nel grafico dei loadings indicano che, limitatamente all'informazione portata da queste componenti, esse portano un'informazione comune (correlazione diretta); questo vale anche per variabili che appaiono in posizione opposta rispetto all'origine (correlazione inversa) (Todeschini 1998).
- *Biplot*: Rappresenta contemporaneamente oggetti e variabili al fine di poter valutare le relazioni che tra essi intercorrono.

3.8.4 Analisi di correlazione canonica (CCA)

Per stabilire delle correlazioni tra le comunità biologiche e l'insieme delle variabili ambientali date, ad esempio, dalle caratteristiche qualitative, quantitative e morfologiche dell'ambiente ospitante, è stata utilizzata l'Analisi di Correlazione Canonica o CCA, metodo che consente di studiare le correlazioni tra due blocchi di variabili x e y le cui matrici sono indicate generalmente come X (n, p) e Y (n, r).

Questa tecnica, applicata utilizzando il programma CANOCO (CANOnical Community Ordination) for Windows (ter Braak & Smilauer, 1998), permette di identificare differenze spaziali e temporali nella distribuzione di macroinvertebrati e individuare corrispondenze dirette tra questi ultimi e le variabili ambientali.

La CCA è una tecnica utilizzata solitamente in casi in cui le specie seguano gradienti di distribuzione unimodali. E' quindi necessario effettuare un'analisi preliminare sulla matrice delle specie per verificarne la distribuzione.

La tecnica utilizzata in questo caso è la DCA (Detrended Correspondence Analysis). Questo metodo analizza quindi la distribuzione dei macroinvertebrati misurando questa variazione in unità di deviazione standard. La distribuzione unimodale è verificata se la lunghezza del gradiente lungo la prima componente risulta maggiore di tre (SD > 3).

Per l'applicazione della CCA è anche necessario valutare quali siano le variabili ambientali più significative tra quelle considerate nella matrice dei parametri ambientali. Ciò è stato valutato effettuando un Test Monte Carlo sulle matrice. Questa tecnica esegue permutazioni delle variabili in modo da poterle ordinare in base al loro potere esplicativo (λ). Il risultato delle permutazioni è un *p-value* che indica quanto sono significative le variabili. E' stato assunto come soglia di significatività un *p-value* < 0,05. Una volta effettuate queste analisi preliminari è stata utilizzata la CCA. Partendo dalle matrici di dati, essa permette di creare matrici di correlazione e restituisce un grafico biplot che rappresenta contemporaneamente oggetti e variabili al fine di poter valutare le relazioni che tra essi intercorrono. Anche in questo caso, come già, per la PCA, si esamina la variazione nella composizione delle comunità trasformando gli assi in combinazioni lineari delle variabili ambientali. Nel diagramma di ordinazione, le variabili stesse sono rappresentate da frecce puntate verso la direzione di massimo cambio e la lunghezza della freccia rappresenta l'importanza della variabile (Palmer, 1993; Gower *et al*., 1994). Gli oggetti visualizzati sul grafico possono essere alternativamente i siti di campionamento (mostrando quali siano le variabili ambientali che più li influenzano) o le specie rinvenute (mostrando il loro grado di affinità nei confronti delle diverse variabili caratterizzanti l'ambiente in cui sono state rinvenute).

3.9 MODELLIZZAZIONE FLUVIALE: IL MODELLO DI SIMULAZIONE *QUAL2E*

Nell'ambito delle attività del presente lavoro, con specifico riferimento agli strumenti pianificatori di cui si è accennato nella figura II dell'introduzione, e, dunque, al sistema di supporto alle decisioni (DSS) dedicato all'ottimizzazione della gestione delle acque a scala di bacino, si è costituito un insieme di strumenti informatici (modelli e sistemi informativi) il cui utilizzo integrato ha permesso la rappresentazione del reticolo idrico in diverse condizioni climatiche, ambientali e socio-economiche attuali e in prospettiva futura (scenari).

Il DSS per la gestione sostenibile delle risorse idriche utilizza gli input provenienti dagli strumenti diagnostici per pianificare possibili interventi di risanamento e visualizzarne l'efficacia. Nel presente lavoro la modellistica di supporto è stata sviluppata principalmente utilizzando il modello QUAL2E (US EPA, 1987), che è in grado di valutare la postività degli interventi in termini di recupero delle portate in alveo in diverse condizioni climatiche e, soprattutto, di miglioramento della qualità delle acque.

Inevitabile sviluppo futuro del lavoro, per garantire un approccio integrato alla problematica, sarà lo sviluppo di diversi moduli valutativi, quali: modelli idrologici e idrogeologici come HEC-RAS, modelli ecologici basati sulla *habitat suitability* delle specie interessate dal rilevamento come PHABSIM (USGS, 2001), strumenti GIS e un sistema di valutazione multicriteri che attraverso indicatori multidisciplinari permetta la valutazione delle alternative in esame sotto punti di vista molteplici. Ne deriverà una flessibilità nelle modalità di rappresentazione della fisica del sistema idrico che dovrebbe consentire di mostrare quali opzioni nelle scelte concernenti la pianificazione del territorio abbiano un impatto minore (o un effetto migliore) non solo sulla risorsa idrica, ma anche sul complesso degli indicatori diagnostici. In tal modo si disporrà di un indicatore a feedback della risposta delle comunità di macroinvertebrati bentonici già in fase pianificatoria.

3.9.1 Applicabilità di QUAL2E

QUAL2E è un modello completo e versatile per la simulazione della qualità delle acque dei fiumi, sviluppato da una cooperazione tra l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A. Center for Water Quality Modeling), la Tufts University e l'Environmental Research Laboratory (Athens, GA). Esso può simulare fino a 15 parametri di qualità delle acque in ogni combinazione desiderata dall'utente. Il modello è applicabile a corsi d'acqua ramificati che possano essere considerati ben miscelati, esso assume che i maggiori meccanismi di trasporto, avvezione e dispersione, siano significativi solo lungo la direzione di flusso principale (asse longitudinale del corso d'acqua o canale).

Il modello tiene conto di scarichi, derivazioni, canali tributari, afflussi incrementali ed efflussi.

Dal punto di vista idraulico, QUAL2E è limitato alla simulazione dei periodi di tempo durante i quali sia il flusso del corso d'acqua che i carichi inquinanti in ingresso possano essere considerati essenzialmente costanti; esso inoltre può operare come modello statico o come modello dinamico, divenendo in quest'ultimo caso un utile strumento di pianificazione per il controllo della qualità delle acque.

Operando come modello statico, QUAL2E può essere usato per studiare l'impatto di carichi inquinanti (dimensione, aspetti qualitativi e localizzazione del fenomeno) sulla qualità di un corso d'acqua superficiale, e può anche essere utilizzato, in congiunzione con un programma di campionamento, per identificare le caratteristiche quali-quantitative di sorgenti di carichi inquinanti diffuse.

3.9.2 La simulazione del corso d'acqua

Il primo passo nel modellizzare un sistema consiste nel suddividere il corso d'acqua in tratti ("reaches"), ovvero porzioni aventi caratteristiche idrauliche uniformi.

Ogni tratto viene poi diviso in sottotratti di uguale lunghezza, all'interno dei quali il modello opera un bilancio idrologico e un bilancio di massa, secondo le formulazioni che stanno alla base della rappresentazione funzionale; tali sottotratti sono detti elementi computazionali.

Esistono sette differenti tipologie di elementi computazionali, così definite:

1. Elemento sorgente
2. Elemento standard
3. Elemento a monte di una congiunzione
4. Elemento congiunzione
5. Ultimo elemento del sistema

6. Elemento input
7. Elemento derivazione

Gli elementi sorgente si trovano all'inizio di ogni corso tributario, così come del corso fluviale principale e, come tali, devono sempre essere il primo elemento in un tratto sorgente.
L'elemento standard è quello che non può essere qualificato come una delle restanti sei tipologie; poiché un afflusso incrementale è permesso in tutte le tipologie di elementi, questo è il solo input permesso in un elemento standard.
L'elemento di tipo 3 è usato per designare un elemento sul corso principale appena a monte di una congiunzione, mentre l'elemento congiunzione è quello che ha un corso tributario simulato in ingresso.
L'elemento di tipo 5 identifica l'ultimo elemento computazionale del sistema fluviale e, pertanto, deve sempre esserne presente uno e uno solo.
Gli elementi di tipo 6 e 7 rappresentano, rispettivamente, elementi computazionali in corrispondenza dei quali si hanno acque in ingresso (acque di scarico e corpi tributari non modellizzati) e derivazioni di acqua.
I tratti del fiume, che sono aggregati di elementi computazionali, stanno alla base della maggior parte dei dati di input che il modello richiede; i dati idraulici, i coefficienti di reazione, le condizioni iniziali e i dati di flusso incrementale sono costanti per ogni elemento computazionale appartenente allo stesso tratto.

3.9.3 Formulazione generale del modello

Lo sviluppo di uno strumento in grado di simulare il comportamento delle componenti idrologiche e qualitative di un corso d'acqua, applicando un modello matematico, si articola attraverso tre fasi generali:

- Rappresentazione concettuale
- Rappresentazione funzionale
- Rappresentazione computazionale

La rappresentazione concettuale richiede un'idealizzazione grafica del prototipo mediante la descrizione di proprietà geometriche modellizzate e l'identificazione di condizioni al contorno e correlazioni tra le varie parti del prototipo. Solitamente questo processo implica la divisione del prototipo in "elementi discreti" di dimensione compatibile con gli obiettivi che il modello deve raggiungere, definendo questi elementi secondo alcune semplici regole geometriche, e definendo il modo in cui essi sono connessi, sia fisicamente che funzionalmente, come parti integranti del sistema. Una parte di questa strutturazione concettuale è l'assegnazione di quelle condizioni al contorno che devono essere considerate nella simulazione.
La rappresentazione funzionale implica la formulazione delle caratteristiche fisiche, dei processi e delle condizioni al contorno in un sistema di equazioni algebriche. Ciò richiede la precisa definizione di ogni variabile, delle sue relazioni con tutti gli altri parametri che caratterizzano il modello e dei rapporti di input – output.
La rappresentazione computazionale è il processo con cui il modello funzionale viene tradotto nella forma matematica e nelle procedure computazionali, richieste per la soluzione del problema lungo la serie spaziale e temporale desiderata. Questa fase è collegata con lo sviluppo di specifiche tecniche risolutive e con la codificazione di tali tecniche nel linguaggio informatico. Vista la complessità e la specificità di tale fase, questa non sarà approfondita nel presente studio.

3.9.4 Rappresentazione concettuale

La Figura 3.3 mostra un tratto (n) di corso fluviale che è stato diviso in un numero di sottotratti o elementi computazionali, ciascuno di lunghezza Δx.
Per ognuno di questi elementi computazionali, il bilancio idrologico può essere scritto in termini di flussi (Q_{i-1}) entranti nella faccia a monte dell'elemento, sorgenti esterne o derivazioni (Qx_i) e deflussi (Q_i) attraverso la faccia a valle dell'elemento.
Un bilancio di massa per ogni costituente C può essere scritto in modo analogo. Nel bilancio di massa si considerano sia il trasporto advettivo ($Q \cdot C$) che la dispersione ($A \cdot D_L/\Delta x \cdot \partial C/\partial x$), come cause del movimento di massa lungo l'asse del fiume. La massa può essere aggiunta o rimossa dal sistema per via di sorgenti esterne e derivazioni $(Q_x C_x)_i$ e aggiunta o rimossa per via di trasformazioni interne (S_i), come rilasci dal fondo o degradazioni biologiche. Ogni elemento computazionale è considerato completamente miscelato.
Il corso d'acqua può essere così rappresentato come una stringa di reattori completamente miscelati (gli elementi computazionali), che sono legati sequenzialmente tra loro attraverso meccanismi di trasporto e dispersione.

I gruppi sequenziali di questi reattori possono essere definiti come tratti in cui gli elementi computazionali hanno le stesse proprietà idrogeometriche (pendenza, sezione trasversale del canale, rugosità ecc.) e le stesse costanti di trasformazione biologica (coefficiente di decadimento del BOD, coefficiente di rilascio dal fondo, coefficienti di sedimentazione algale ecc.). In questo modo, il corso fluviale mostrato nella parte sinistra di Figura 3.4 può essere rappresentato concettualmente mediante la sequenza di tratti ed elementi computazionali mostrata nella parte destra della stessa figura.

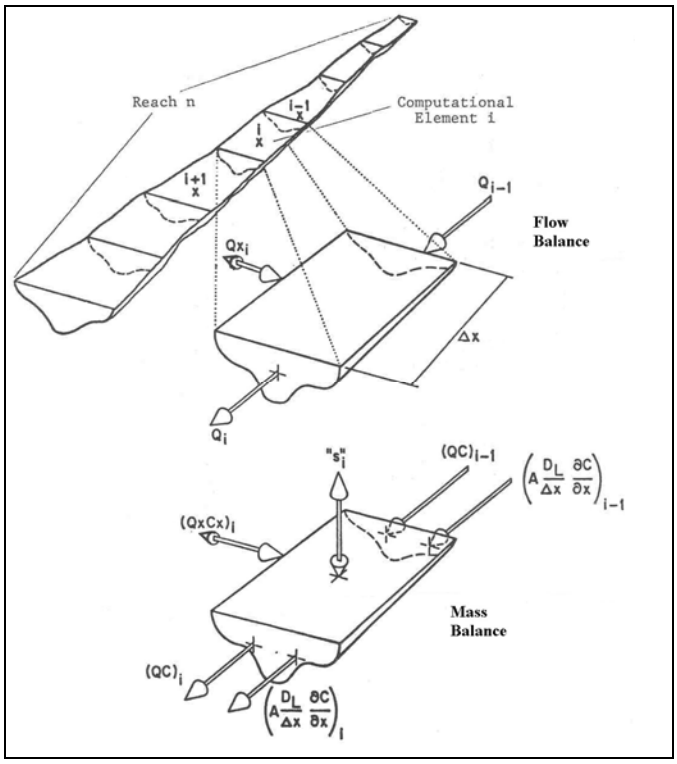


Figura 3.3 – Discretizzazione di un sistema fluviale (US EPA, 1987): Flow balance (in alto) e Mass balance (in basso).

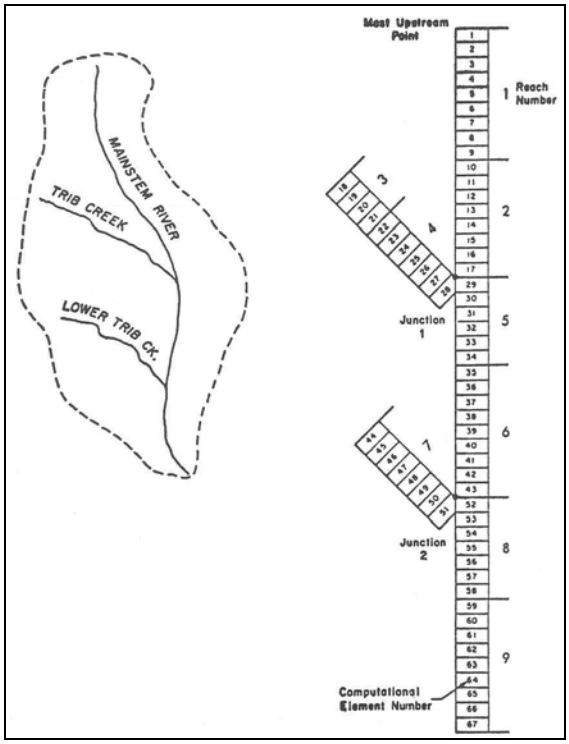


Figura 3.4 – Rete fluviale di tratti ed elementi computazionali.

3.9.5 Rappresentazione funzionale

3.9.5.1 Equazione del trasporto di massa

L'equazione di base risolta dal QUAL2E è l'equazione monodimensionale del trasporto di massa per avvezione – dispersione, che è numericamente integrata nello spazio e nel tempo per ogni parametro di qualità delle acque.
Tale equazione include gli effetti di avvezione, dispersione, diluizione, reazioni e interrelazioni tra costituenti, sorgenti e derivazioni.
Per ogni costituente C, l'equazione può essere scritta nella seguente forma:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial\left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x}\right)}{\partial x}\, dx - \frac{\partial\left(A_x \bar{u} C\right)}{\partial x}\, dx + \left(A_x dx\right)\frac{dC}{dt} + s$$

dove:

M = massa [M]
X = distanza [L]
t = tempo [T]
C = concentrazione [M/L^3]
A_x = area della sezione trasversale [L^2]
D_L = coefficiente di dispersione [L^2/T]
$\bar{u}$ = velocità media [L/T]
s = sorgenti esterne o derivazioni [M/T]

Poiché M = VC, si può scrivere:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial\left(VC\right)}{\partial t} = V\frac{\partial C}{\partial t} + C\frac{\partial V}{\partial t}$$

dove $V = A_x\, dx$ è il volume incrementale [L^3]. Se si assume che il flusso del corso d'acqua sia stazionario, ovvero $\partial Q/\partial t = 0$, allora il termine $\partial V/\partial t = 0$ e l'equazione diventa:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = V\frac{\partial C}{\partial t}$$

Combinando le equazioni e riordinando, si ottiene:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial\left(A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x}\right)}{A_x \partial x} - \frac{\partial\left(A_x\, \bar{u}\, C\right)}{A_x \partial x}\frac{dC}{dt} + \frac{s}{V}$$

I termini al secondo membro di questa equazione rappresentano, rispettivamente, la dispersione, l'avvezione, le trasformazioni dei composti, le sorgenti esterne o derivazioni e la diluizione. Il termine dC/dt si riferisce solo a trasformazioni dei composti, come produzione e decadimento, e non deve essere confuso con il termine $\partial C/\partial t$, il gradiente di concentrazione locale. Quest'ultimo termine include gli effetti di trasformazioni dei composti, come anche di dispersione, avvezione, sorgenti / derivazioni e diluizioni. In condizioni stazionarie, la derivata parziale diventa uguale a zero:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = 0$$

Le trasformazioni che riguardano i singoli composti o particelle, indipendenti da avvezione, dispersione e input esterni, sono definite dal termine:

$\frac{dC}{dt}$ = trasformazione dei singoli composti

Queste trasformazioni includono reazioni fisiche, chimiche e biologiche e interazioni che avvengono nel corso d'acqua; ne sono esempio la riaerazione, la respirazione algale, la fotosintesi ed il decadimento dei coliformi.

3.9.5.2 Caratteristiche idrauliche

QUAL2E assume che il regime idraulico del fiume sia stazionario, cioè $\partial Q/\partial t=0$; quindi, il bilancio idrologico per un elemento computazionale può essere scritto semplicemente come:

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)_i = (Q_x)_i$$

dove $(Q_x)_i$ è la somma degli afflussi esterni e/o derivazioni per l'elemento i-esimo.

3.9.5.3 Condizioni di deflusso

Le altre caratteristiche idrauliche dei segmenti del fiume possono essere determinate da equazioni della seguente forma:

$$\overline{u} = a \cdot Q^b \qquad A_x = \frac{Q}{\overline{u}} \qquad d = \alpha \cdot Q^{\beta}$$

dove a, b, α, β sono costanti empiriche e d è la profondità del fiume. Queste costanti sono determinate solitamente dalle curve di correlazione dei parametri idraulici. Alternativamente, se le caratteristiche della sezione trasversale dei tratti del fiume sono disponibili, in funzione della profondità d, il valore u della velocità della corrente può essere ottenuto risolvendo $A_x = Q/\overline{u}$ dopo avere esplicitato la portata Q mediante l'equazione di Manning.

$$Q = \frac{1{,}486}{n} A_x R_x^{2/3} S_e^{1/2}$$

dove:

A_x = area della sezione trasversale del canale [L^2]
R_x = raggio idraulico medio effettivo [L]
n = fattore di rugosità di Manning (adimensionale, range 0,010 - 0,10)
S_e = pendenza della linea piezometrica (adimensionale)
Q = portata [L^3/T]

3.9.5.4 Dispersione longitudinale

La dispersione è fondamentalmente un meccanismo di trasporto convettivo.
Il termine "dispersione" è usato solitamente per indicare un trasporto associato ad una variazione di velocità mediata spazialmente, in opposizione a "diffusione", che indica un trasporto associato sostanzialmente a variazioni di velocità mediate nel tempo.
Taylor, nel 1954, ha derivato un'equazione per ottenere il coefficiente di dispersione longitudinale, DL, in lunghi tubi rettilinei, nella forma:

$$D_L = 10\ r_0\ u^*\ \ [L^2/T]$$

dove r_0 è il raggio del tubo e u* è la componente trasversale della velocità media definita come:

$$u^* = \sqrt{\tau_0/\rho} \quad [L/T]$$

dove:

τ_0 = tensione di taglio [M/L^2]
ρ = densità fluida di massa [$M\ T^2/L^4$]

Alcuni ricercatori hanno provato ad applicare l'espressione di Taylor ai corsi d'acqua. Tali applicazioni, comunque, sono solo approssimative, a causa delle differenze tra la geometria e le distribuzioni di velocità di un corso d'acqua e quelle di un tubo.
Elder, nel 1959, ha assunto che solo il gradiente di velocità verticale sia importante in un corso d'acqua, e ha sviluppato un'espressione analoga a quella di Taylor:

$$D_L = K\,d\,u^*$$

dove d è la profondità media del fiume. Elder ha usato in questa equazione un valore di K pari a 5,93. Altri ricercatori hanno ottenuto espressioni simili per D_L e hanno trovato che tale parametro è estremamente correlato ai profili di velocità laterale. L'espressione di Elder, comunque, sembra adeguata in situazioni monodimensionali e quindi in tutti i casi in cui il canale non è troppo ampio. Viceversa, per canali molto ampi, Fisher (1964) ha dimostrato che la semi-ampiezza, piuttosto che la profondità come nel caso precedente, è il fattore dominante e quindi diventa importante la

definizione del coefficiente di dispersione longitudinale. Le equazioni precedenti possono essere scritte in termini dell'equazione di Manning e di altre variabili caratteristiche dei canali dei fiumi. Ad esempio, per il flusso stazionario in un canale aperto:

$$u^* = C\sqrt{R\,S_e} \quad (4.15)$$

dove:

C = coefficiente di Chezy
R = raggio idraulico
S_e = pendenza della linea piezometrica (detta anche linea dei carichi totali)

Il coefficiente di Chezy è dato da:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

dove n è il coefficiente di rugosità di Manning, tabulato per differenti tipi di canali in Tabella 3.10.
S_e, il gradiente della linea dei carichi totali, è dato da:

$$S_e = \left(\frac{\bar{u}\ n}{1{,}486\ R^{2/3}}\right)^2$$

dove $\bar{u}$ è la velocità media.
Sostituendo le precedenti tre equazioni nell'equazione di Elder e lasciando R = d per un canale ampio, si ottiene l'espressione:

$$D_L = 3{,}82\ K\ n\ \bar{u}\ d^{5/6}$$

dove:

D_L = coefficiente di dispersione longitudinale [L^2/T]
K = costante di dispersione (adimensionale)
n = coefficiente di rugosità di Manning (adimensionale)
$\bar{u}$ = velocità media [L/T]
d = profondità media [L]

Tabella 3.10 – Valori del coefficiente di scabrezza di Manning (Henderson, 1966)

Tipologia di corso d'acqua	Coefficiente di Manning (n)
Corsi d'acqua naturali	
Pulito e rettilineo	0,025 – 0,030
Tortuoso con pozze e secche	0,033 – 0,040
Molto erboso e tortuoso	0,075 – 0,150
Canali alluvionali	0,031 $d^{1/6}$ (d = D_{75}; diametro non superato dal 75 % delle particelle)

3.9.6 Reazioni e interazioni dei costituenti principali

Una delle più importanti considerazioni nel determinare la possibilità di un fiume di assimilare acque di rifiuto è la sua capacità di mantenere un'adeguata concentrazione di ossigeno disciolto. Il contenuto di ossigeno disciolto nei corsi d'acqua è determinato da riaerazione atmosferica, fotosintesi, respirazione di piante e animali, consumo di ossigeno per la degradazione del materiale organico sedimentato, richiesta biochimica di ossigeno (BOD), nitrificazione, salinità, temperatura e altri. Un bilancio accurato dell'ossigeno deve considerare tutti i fattori significativi; il modello QUAL2E include le maggiori reazioni dei cicli di nutrienti, della produzione algale, del consumo di ossigeno ad opera di sostanze carboniose, della riaerazione atmosferica e i loro effetti sul comportamento dell'ossigeno disciolto. Le relazioni matematiche che descrivono le reazioni dei principali costituenti sono presentate di seguito, ad esclusione di quelle riguardanti la produzione algale, per la quale si farà riferimento ai valori di default forniti dal modello.

3.9.6.1 Ciclo dell'azoto

Nelle acque aerobiche naturali avviene una graduale trasformazione dell'azoto organico ad ammoniaca, nitriti e, infine, a nitrati. Lo schema di ciclo dell'azoto utilizzato dal QUAL2E contiene tutte queste quattro forme azotate; le equazioni differenziali che governano le trasformazioni di azoto da una forma all'altra sono mostrate di seguito.

Azoto organico

$$\frac{dN_4}{dt} = \alpha_1 \rho A - \beta_3 N_4 - \sigma_4 N_4$$

dove:

N_4 = concentrazione di azoto organico (mg N/l)
β_3 = tasso di idrolisi di azoto organico ad azoto ammoniacale, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
α_1 = Frazione di biomassa algale costituita da azoto (mg N/mg A)
ρ = tasso di respirazione algale (d^{-1})
A = concentrazione di biomassa algale (mg A/l)
σ_4 = coefficiente di sedimentazione di azoto organico, dipendente da T (d^{-1})

Azoto ammoniacale

$$\frac{dN_1}{dt} = \beta_3 N_4 - \beta_1 N_1 + \sigma_3/d - F_1 \alpha_1 \mu A$$

dove:

N_1 = concentrazione di azoto ammoniacale (mg N/l)
N_4 = concentrazione di azoto organico (mg N/l)
β_1 = tasso di ossidazione biologica di azoto ammoniacale, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
β_3 = tasso di idrolisi di azoto organico (d^{-1})
α_1 = frazione di biomassa algale costituita da azoto (mg N/mg A)
σ_3 = tasso di rilascio di azoto ammoniacale da parte del benthos (mg N/m^2d)
d = profondità media del fiume (m)
F_1 = frazione di azoto ammoniacale assimilato
μ = tasso di crescita algale locale (d^{-1})
A = concentrazione di biomassa algale (mg A/l)

Azoto nitroso

$$\frac{dN_2}{dt} = \beta_1 N_1 - \beta_2 N_2$$

dove:

N_1 = concentrazione di azoto ammoniacale (mg N/l)
N_2 = concentrazione di azoto nitroso (mg N/l)
β_1 = tasso di ossidazione di azoto ammoniacale, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
β_2 = tasso di ossidazione di azoto nitroso, dipendente dalla temperatura (d^{-1})

Azoto nitrico

$$\frac{dN_3}{dt} = \beta_2 N_2 - (1 - F_1)\alpha_1 \mu A$$

dove:

N_3 = concentrazione di azoto nitrico (mg N/l)
F_1 = frazione di azoto algale consumato dal pool ammoniacale
α_1 = frazione di biomassa algale costituita da azoto (mg N/mg A)
μ = tasso di crescita algale locale (d^{-1})

3.9.6.2 Ciclo del fosforo

Il ciclo del fosforo opera, per molti aspetti, come quello dell'azoto. Le forme organiche di fosforo sono generate dalla decomposizione algale, in seguito si convertono allo stato inorganico disciolto, il quale diventa disponibile per la produzione primaria delle alghe.

Il fosforo scaricato dagli impianti di trattamento delle acque reflue è generalmente nella forma inorganica disciolta ed è prontamente consumato dalle alghe. L'ultima versione di QUAL2E è in grado di simulare anche le interazioni tra fosforo disciolto e fosforo organico. Di seguito sono riportate le equazioni differenziali che governano il passaggio di fosforo da una forma all'altra.

Fosforo organico

$$\frac{dP_1}{dt} = \alpha_2 \rho A - \beta_4 P_1 - \sigma_5 P_1$$

dove:

P_1 = concentrazione di fosforo organico (mg P/l)
α_2 = contenuto di fosforo delle alghe (mg P/mg A)
ρ = tasso di respirazione algale (d^{-1})
A = concentrazione di biomassa algale (mg A/l)
β_4 = tasso di decadimento di fosforo organico, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
σ_5 = tasso di sedimentazione di fosforo organico, dipendente dalla temperatura (d^{-1})

Fosforo disciolto

$$\frac{dP_2}{dt} = \beta_4 P_1 + \sigma_2/d - \alpha_2 \mu A$$

dove:

P_2 = concentrazione di fosforo inorganico o disciolto (mg P/l)
σ_2 = tasso di rilascio di fosforo disciolto da parte del benthos, dipendente dalla temperatura (mg P/m^2d)
d = profondità media del fiume (m)
μ = tasso di crescita algale (d^{-1})
A = concentrazione di biomassa algale (mg A/l)

3.9.6.3 BOD carbonioso

Il modello QUAL2E utilizza una reazione del primo ordine per descrivere la deossigenazione del BOD ultimo (intendendosi con questo termine il massimo consumo di ossigeno rilevato) nel corso d'acqua. La funzione del BOD, come espressa nel modello, tiene conto anche della rimozione addizionale di BOD dovuta a sedimentazione e flocculazione, che non esercitano una domanda di ossigeno:

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 L - K_3 L$$

dove:

L = concentrazione del BOD carbonioso ultimo (mg/l)
K_1 = coefficiente di deossigenazione, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
K_3 = tasso di rimozione di BOD dovuto a sedimentazione, dipendente dalla temperatura (d^{-1})

QUAL2E simula il BOD ultimo nella forma generale; tuttavia, l'utente può scegliere di usare valori di BOD_5 come input e output. In questo caso, il modello opera la necessaria conversione da BOD_5 a BOD ultimo, mediante la seguente equazione:

$$BOD_5 = BOD_u \left(1{,}0 - e^{(5 \cdot KBOD)}\right)$$

dove:

BOD_5 = BOD a 5 giorni (mg/l)
BOD_u = BOD ultimo (mg/l)
KBOD = coefficiente di conversione del BOD (d^{-1})

Il valore di KBOD usato di default dal modello è 0,23 g^{-1}.

3.9.6.4 Ossigeno disciolto

Il bilancio di ossigeno in un corso fluviale dipende dalla capacità di quest'ultimo di riossigenarsi. Questa capacità è funzione dei processi di avvezione e diffusione che si verificano nel sistema e delle sorgenti interne o sottrazioni di ossigeno. Le maggiori fonti di ossigeno, oltre alla riaerazione atmosferica, sono la produzione per mezzo di fotosintesi e il contenuto di ossigeno nei flussi d'acqua entranti. La perdita di ossigeno disciolto include l'ossidazione della sostanza organica carboniosa e azotata, il consumo di ossigeno per la degradazione dei sedimenti organici e l'ossigeno utilizzato per la respirazione dalle alghe.

L'equazione differenziale usata dal QUAL2E per descrivere il tasso di trasformazione di ossigeno è mostrata di seguito. Ogni termine rappresenta un incremento o una sottrazione di ossigeno.

$$\frac{dO}{dt} = K_2 (O^* - O) + (\alpha_3 \mu - \alpha_4 \rho) A - K_1 L - K_4/d - \alpha_5 \beta_1 N_1 - \alpha_6 \beta_2 N_2$$

dove:

O	=	concentrazione di ossigeno disciolto (mg/l)
O*	=	concentrazione di saturazione dell'ossigeno disciolto a temperatura e pressione locali (mg/l)
α_3	=	tasso di produzione di ossigeno per unità di fotosintesi algale (mg O/mg A)
α_4	=	tasso di consumo di ossigeno per unità di respirazione algale (mg O/mg A)
α_5	=	tasso di consumo di ossigeno per unità di ossidazione di azoto ammoniacale (mg O/mg N)
α_6	=	tasso di consumo di ossigeno per unità di ossidazione di azoto nitroso (mg O/mg N)
μ	=	tasso di crescita algale, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
ρ	=	tasso di respirazione algale, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
A	=	concentrazione della biomassa algale (mg A/l)
L	=	concentrazione del BOD finale (mg/l)
d	=	profondità media del fiume (m)
K_1	=	tasso di deossigenazione del BOD carbonioso, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
K_2	=	tasso di riaerazione, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
K_4	=	tasso di richiesta di ossigeno del sedimento, dipendente dalla temperatura (g/m^2 d)
β_1	=	tasso di ossidazione dell'ammoniaca, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
β_2	=	tasso di ossidazione dei nitriti, dipendente dalla temperatura (d^{-1})
N_1	=	concentrazione dell'azoto ammoniacale (mg N/l)
N_2	=	concentrazione dell'azoto nitroso (mg N/l)

La solubilità dell'ossigeno disciolto nell'acqua decresce all'aumentare della temperatura, all'aumentare della concentrazione di solidi disciolti e al diminuire della pressione atmosferica.

Il coefficiente di riaerazione (K_2) è solitamente espresso come funzione della profondità e della velocità del fiume e quindi del grado di turbolenza della corrente. Il modello QUAL2E fornisce otto opzioni per stimare i valori di K_2 o consente di utilizzare quelli preventivamente selezionati dal modellista. Si riporta di seguito la trattazione della sola opzione adottata nel presente studio. O'Connor & Dobbins (1958): proposero equazioni basate sulle caratteristiche di turbolenza del corso d'acqua, che hanno trovato buona applicazione in molti casi. Per fiumi con basse velocità e condizioni isotropiche, l'equazione fu sviluppata nel seguente modo:

$$K_2^{20} = \frac{(D_m \bar{u})^{0,5}}{d^{1,5}}$$

mentre per fiumi con alte velocità e condizioni anisotrope, la relazione è:

$$K_2^{20} = \frac{480 \; D_m^{0,5} \; S_0^{0,25}}{d^{1,25}} \cdot 2,31$$

dove:

K_2^{20}	=	coefficiente di riaerazione a 20 °C (d^{-1})
D	=	profondità media del fiume (m)
S_0	=	pendenza del letto del fiume (m/m)
$\bar{u}$	=	velocità media (m/d)
D_m	=	coeff. di diffusione molecolare (m^2/d), dato da $D_m = 1,91 \times 10^3 \; (1,037)^{T-20}$

3.9.6.5 Temperatura

L'andamento della temperatura è modellizzato eseguendo un bilancio del calore in ogni elemento computazionale del sistema. Il bilancio considera la temperatura delle acque in ingresso e in uscita, nonché lo scambio di calore tra la superficie dell'acqua e l'atmosfera.

I termini del bilancio energetico aria - acqua includono la radiazione di onde lunghe e corte, la convezione e l'evaporazione:

$$H_n = H_{sn} + H_{an} - H_b - H_c - H_e$$

dove:

H_n	=	flusso netto di calore attraverso la superficie aria – acqua
H_{sn}	=	radiazione solare netta di onde corte, sottraendo le perdite per assorbimento e diffusione in atmosfera e

per la riflessione all'interfaccia
H_{an} = radiazione atmosferica netta di onde lunghe considerando la riflessione
H_b = radiazione di ritorno di onde lunghe in uscita
H_c = flusso di calore convettivo
H_e = perdita di calore per evaporazione

Affinché QUAL2E possa eseguire le computazioni del bilancio di calore, l'utente deve fornire una varietà di dati, che includono la longitudine e latitudine del bacino, il periodo dell'anno, i coefficienti di evaporazione e un coefficiente di attenuazione della polvere; devono inoltre essere indicate delle informazioni climatologiche locali, quali la temperatura dell'aria a bulbo secco e umido, la pressione atmosferica, la copertura nuvolosa e la velocità del vento.
I valori di temperatura calcolati dal QUAL2E sono usati per correggere i coefficienti di trasformazione delle variabili di qualità delle acque. Questi coefficienti sono inseriti a 20°C e sono poi corretti alla temperatura occorrente mediante una formulazione del tipo di Streeter - Phelps:

$$X_T = X_{20}\,\theta^{(T-20^\circ)}$$

dove:
X_T = valore del coefficiente alla temperatura locale
X_{20} = valore del coefficiente alla temperatura standard di 20°C
θ = costante empirica variabile per ogni coefficiente di reazione

I valori dei fattori di correzione della temperatura, θ, possono essere specificati dall'utente. In assenza di tali specificazioni, il modello utilizza dei valori di default.

3.9.6.6 Coefficienti di reazione

Le reazioni chimiche e biologiche simulate dal QUAL2E sono rappresentate da un complesso sistema di equazioni che contengono molti parametri; alcuni sono costanti, alcuni sono variabili nello spazio e alcuni sono dipendenti dalla temperatura. La Tabella 3.11 elenca alcuni di questi parametri del sistema e indica per ognuno l'intervallo di variabilità, l'unità di misura e il tipo di variazione.

Tabella 3.11 – Intervalli di variazione tipici per i coefficienti di reazione (US EPA, 1987).

	Descrizione	**Unità di misura**	**Intervallo di valori**	**Variabile per tratto**	**Dipendente da T**
α_1	Frazione di N nella biomassa algale	mg N/mg A	0,07 – 0,09	No	No
α_2	Frazione di P nella biomassa algale	mg P/mg A	0,01 – 0,02	No	No
α_3	Produzione di O_2 per unità di fotosintesi algale	mg O/mg A	1,4 – 1,8	No	No
α_4	Consumo di O_2 per unità di respirazione algale	mg O/mg A	1,6 – 2,3	No	No
α_5	Consumo di O_2 per unità di ossidazione di NH_3	mg O/mg N	3,0 – 4,0	No	No
α_6	Consumo di O_2 per unità di ossidazione di NO_2	mg O/mg N	1,0 – 1,14	No	No
μ_{max}	Tasso di max. crescita algale	d^{-1}	1,0 – 3,0	No	No
P	Tasso di respirazione algale	d^{-1}	0,05 – 0,5	No	No
σ_1	Tasso di sedimentazione algale	m/g	0,5 – 6,0	Sì	Sì
σ_2	Tasso di rilascio di P disciolto da parte del benthos	mg P/m^2 d	Variabile	Sì	Sì
σ_3	Tasso di rilascio di N-NH_3 da parte del benthos	mg N/m^2 d	Variabile	Sì	Sì
σ_4	Tasso di sedimentazione di N organico	d^{-1}	0,001 – 0,1	Sì	Sì
σ_5	Tasso di sedimentazione di P organico	d^{-1}	0,001 – 0,1	Sì	Sì
K_1	Tasso di deossigenazione del BOD carbonioso	d^{-1}	0,02 – 3,4	Sì	Sì
K_2	Tasso di riaerazione	d^{-1}	0,0 - 100	Sì	Sì
K_3	Tasso di rimozione di BOD per sedimentazione	d^{-1}	-0,36 – 0,36	Sì	Sì
K_4	Tasso di richiesta di O_2 del sedimento	mg O/m^2 d	Variabile	Sì	Sì
β_1	Tasso di ox. biologica di NH_3	d^{-1}	0,10 – 1,00	Sì	Sì
β_2	Tasso di ox. biologica di NO_2	d^{-1}	0,20 – 2,0	Sì	Sì
β_3	Tasso di idrolisi di N organico	d^{-1}	0,02 – 0,4	Sì	Sì
β_4	Tasso di decadimento di P organico	d^{-1}	0,01 – 0,7	Sì	Sì

3.10 TEST DI TOSSICITÀ

Il sistema ROTAS (Rapid On site Toxicity Assay) è un metodo di indagine in grado di rilevare la presenza di sostanze in una matrice liquida o solida in grado di alterare il normale metabolismo di un organismo. Il "reagente" del biosensore è costituito da *Vibrio fischeri,* batterio Gram-negativo eterotrofo, appartenente alla famiglia delle *Vibrionaceae*. Distribuito su scala mondiale, predilige acque temperate e subtropicali, dove occupa diverse nicchie. Oltre ad essere un simbionte di molte specie di calamari e pesci, rientra nell'associazione enterica di molti animali marini ed è caratterizzato dalla capacità di emettere bioluminescenza.

Il test è del tutto analogo al più noto Microtox, ma l'apparato consente di realizzare anche prove in campo e, soprattutto, di analizzare l'effetto dovuto a diverse componenti nel caso di matrici solide. Utilizza un luminometro a piastra dotato di 24 fotodiodi per lettura di tutti i pozzetti in contemporanea (Figura 3.5).

A seconda del tipo di estrazione che si intende effettuare, esistono diversi kit per la preparazione del campione:

- LEACHABLE, che prevede l'estrazione in acqua e genera quindi un estratto caratterizzato dalla presenza di contaminanti solubili in acqua;
- ORGANIC, che prevede l'estrazione in metanolo e genera quindi un estratto caratterizzato dalla presenza di contaminanti organici;
- METALS, che prevede l'estrazione in HCl e genera quindi un estratto caratterizzato dalla presenza di metalli solubili a pH acidi.

Figura 3.5 – Il sensore ROTAS (Rapid On site Toxicity Assay).

4. RISULTATI

4.1 PARAMETRI CHIMICO-FISICI, IDRAULICI ED ECOLOGICI

Il torrente Lura si configura come un corso d'acqua a prevalenza di effluenti (*effluent-dominated stream*), categoria di corpi idrici classificata solo recentemente (forse per primo da Schmidt, 1993). Tale categoria presenta tipicamente una situazione paradossale, in cui da un lato le portate naturali sono diminuite o del tutto annullate a causa dell'antropizzazione del bacino, mentre dall'altro i rilasci degli effluenti degli impianti di depurazione garantiscono un minimo deflusso all'interno dell'alveo pur in presenza del carico inquinante residuo normalmente cospicuo, specie per l'assenza di potere diluente da parte del recettore. Appare subito chiaro, quindi, come in tale tipologia di corpo idrico giochino un ruolo chiave, ai fini dell'identificazione delle problematiche e delle eventuali soluzioni di risanamento, sia la conoscenza delle variabili ambientali relative ai regimi idrologici che quelle relative alle caratteristiche qualitative delle acque.

La determinazione delle portate in alveo permette di valutare già in fase preliminare le caratteristiche peculiari del regime idrologico del Lura, peraltro tipiche degli *effluent-dominated streams* e sempre più rinvenibili nei bacini dell'areale lombardo. A fronte di portate medie annue teoriche (stabilite sulla base di serie storiche), estrapolate dall'Allegato 2 del PTUA della Lombardia nell'ambito delle determinazioni relative al settore di bacino dell'Olona a cui il Lura afferisce, che vanno da circa 300 l/s a Olgiate Comasco fino ad un massimo di quasi 3 m^3/s alla confluenza con il fiume Olona, è possibile registrare come la media delle portate rilevate sia in realtà ben diversa. Il contributo recapitato al fiume Olona, se si escludono i colmi di piena, è compreso tra 0.8 m^3/s e 1.5 m^3/s, ed è in massima parte costituito da effluenti di impianti, per un contributo compreso tra il 66% ed il 100% a seconda delle stagioni e degli eventi di precipitazione. Idrologicamente, il torrente può essere diviso in tre tratti: il primo è compreso tra la sorgente e l'abitato di Lurate Caccivio e vede la presenza di portate naturali, per quanto inferiori alla portata media annua attesa, con eventi di secca non frequenti ma significativi; il secondo è compreso tra gli abitati di Lurate Caccivio e di Bulgarograsso, in cui si evidenzia la perdita della già scarsa portata presente e fenomeni di secca frequenti (nei primi 300 giorni del 2006, sono state rilevate portate in alveo per soli 95 giorni, e questo nonostante le abbondanti nevicate che hanno interessato l'intera zona nell'inverno 2005/2006); successivamente, è osservabile un lungo tratto (più di 25 km) in cui è sempre presente un deflusso minimo, garantito dall'effluente di tre impianti di depurazione.

La stazione di rilevamento più importante per la definizione dei regimi idrologici può essere considerata la prima, ubicata ad Olgiate Comasco. E', infatti, possibile stabilire, dal rilevamento delle portate nella sezione medesima, il regime idraulico dell'intero torrente. Con portate inferiori al 50% della portata media annua (quindi per portate inferiori a circa 150 l/s), si hanno fenomeni di secca nel tratto successivo e l'effluente del terzo tratto compone le portate del torrente per il 100%. Con portate superiori, il torrente riesce ad essere bagnato anche nella zona di Lurate e Bulgarograsso. Portate superiori al doppio della portata media annua, infine, sono state rilevate solo in presenza di colmi di piena e sono dunque classificabili come eventi estemporanei.

Se da un lato questo tipo di regime idrologico implica l'assenza di eventi estremi di secca, dall'altro comporta la presenza di concentrazioni di sostanze inquinanti normalmente piuttosto elevate, com'è possibile evincere anche dalla Tabella 4.1, la quale riporta le determinazioni, per un periodo di cinque anni, dei principali parametri descrittori della qualità dell'acqua effettuate a cadenza mensile.

L'analisi dei parametri chimico-fisici permette di evidenziare numerose anomalie dovute a pressioni di origine antropica di vario tipo. Tra queste, si segnalano principalmente gli ingressi di effluente dagli impianti di depurazione (stazioni 4, 5 e 11), nonché rilasci di scarichi non collettati (stazioni 1 e 7) e azione di scolmatori di piena delle reti fognarie (stazioni 3 e 9).

Un ruolo fondamentale nell'attestazione del grado di inquinamento è svolto proprio dal regime idrologico, di cui si è parlato precedentemente. La presenza (o assenza) di portate diluenti è fondamentale nel determinare la concentrazione degli inquinanti, in base alla semplice equazione per cui una concentrazione non è altro che il rapporto tra il carico inquinante e la portata del corpo idrico. L'entità dell'influenza che il regime idrologico è in grado di esercitare è osservabile da Figura 4.1 a Figura 4.7, in cui i principali descrittori chimico-fisici sono rappresentati in funzione dei loro andamenti medi, nelle varie stazioni, nelle diverse condizioni (magra, morbida e piena).

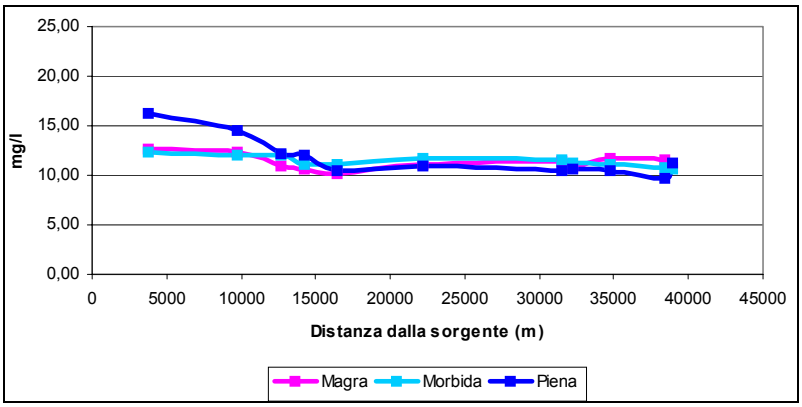


Figura 4.1 – Concentrazioni di ossigeno disciolto lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

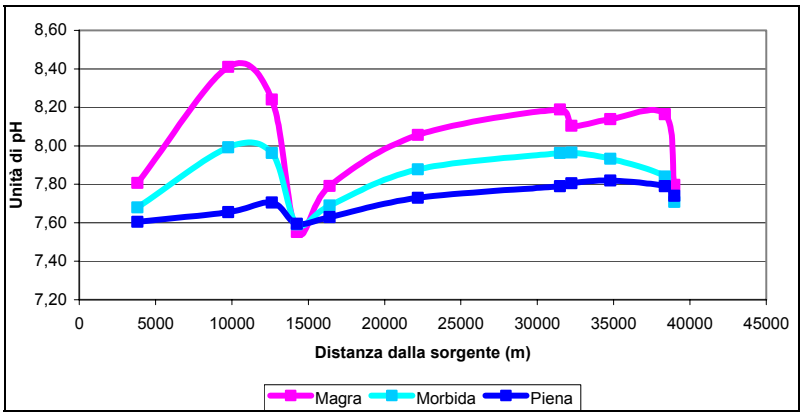


Figura 4.2 – pH lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

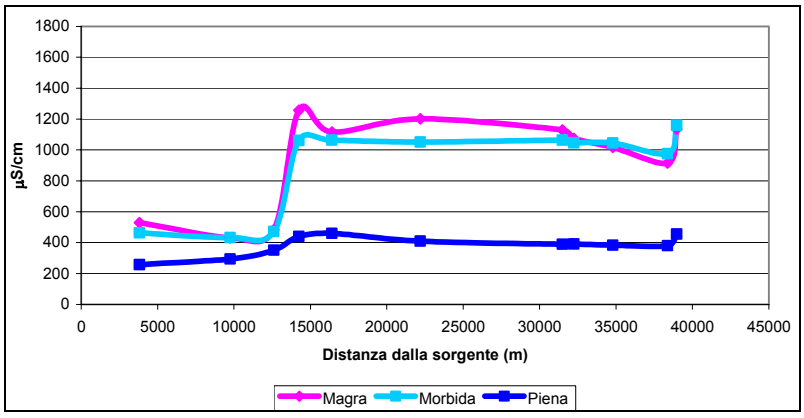


Figura 4.3 – Conducibilità elettrica lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

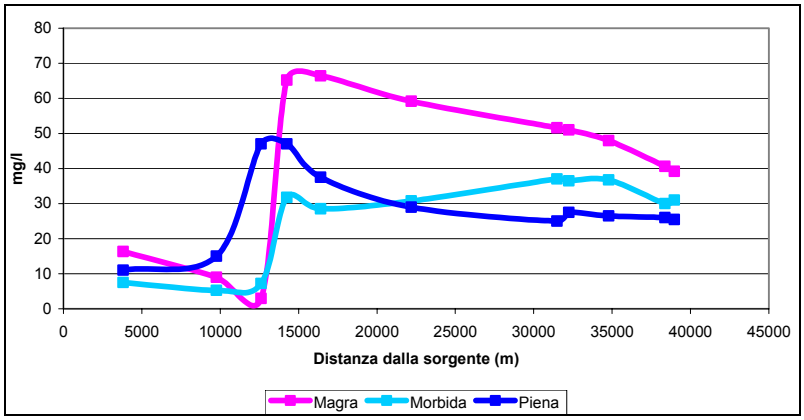


Figura 4.4 – COD lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

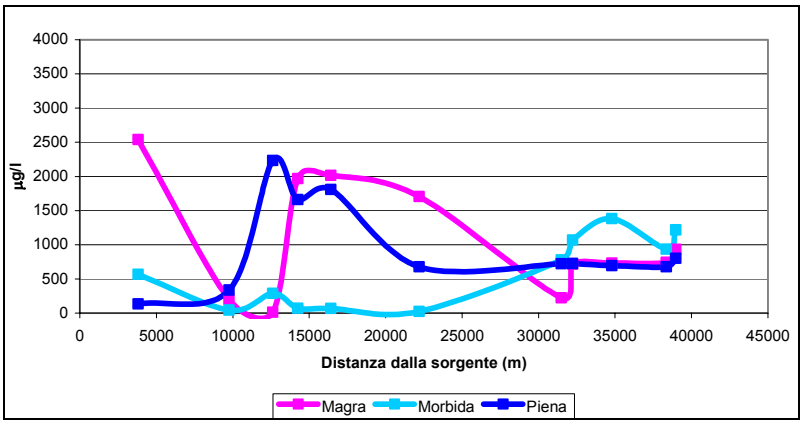


Figura 4.5 – Concentrazioni di azoto ammoniacale lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

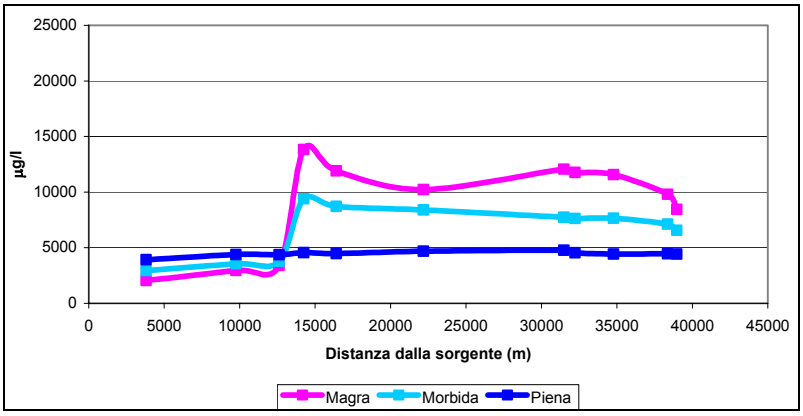


Figura 4.6 – Concentrazioni di azoto nitrico lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

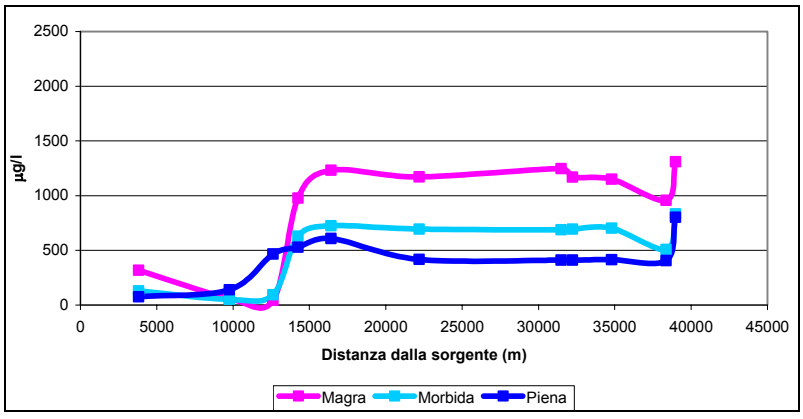


Figura 4.7 – Concentrazioni di fosforo totale lungo l'asta del Lura nei diversi regimi idraulici

Le condizioni di magra sono state definite come caratterizzate da portate inferiori al 50% della portata media annua (quindi inferiori a circa 150 l/s), per cui si hanno fenomeni di secca nel tratto Olgiate-Bulgarograsso e dopo Bulgarograsso l'effluente dell'impianto Alto Lura costituisce il 100% della portata del torrente. Per condizioni di morbida si sono intese situazioni in cui le portate sono comprese tra il 51% e il 200% della portata media annua, per cui il torrente è bagnato anche nella zona a monte. Sono state infine identificate come condizioni di piena quelle in cui le portate sono superiori al doppio della portata media annua, classificabili come eventi estemporanei e, presumibilmente, vere e proprie perturbazioni dell'ecosistema fluviale.

L'ossigeno disciolto (Figura 4.1) presenta valori medi attestanti una buona ossigenazione dell'acqua in tutti e tre i diversi regimi idraulici: tuttavia, tali valori sono caratterizzati da un'elevata varianza, come si può evincere dalla Tabella 4.1, in particolare durante le magre. I valori oscillano da saturazioni molto basse fino a iperossigenazioni dovute a fioriture algali eutrofie con conseguente innalzamento della produzione fotosintetica.

Tabella 4.1 – Principali parametri chimico-fisici determinati nelle stazioni di campionamento del torrente Lura: mean value 2001-05, (min – max), st.dev.

Variable	Sampling Locations										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T (°C)	8.8 (2.0 - 18.5) 5.7	10.8 (3.8 – 18.5) 5.2	11.8 (4.0 – 19.6) 5.4	18.1 (8.5 – 26.2) 5.7	16.5 (6.8 – 24.0) 5.6	15.3 (3.8 – 23.6) 5.8	14.6 (1.1 - 23.3) 6.2	14.4 (1.3 – 22.8) 6.1	14.9 (0.7 – 23.3) 6.4	15.4 (2.3 – 23.4) 6.1	17.4 (9.7 – 24.4) 4.9
Dissolved Oxigen (%)	115.3 (92.2 – 194.0) 33.5	96.1 (17.2 – 166.9) 40.9	93.6 (61.0 – 132.7) 22.7	103.6 (67.6 – 143.7) 18.2	93.4 (51.6 – 109.0) 16.3	95.6 (58.3 – 114.0) 16.6	98.0 (71.0 – 123.3) 15.5	94.7 (62.1 – 115.6) 13.3	95.9 (59.2 – 149.9) 20.8	93.0 (47.4 – 134.0) 22.0	94.4 (44.7 – 136.0) 21.7
pH	7.79 (7.64 – 8.03) 0.13	8.20 (7.89 – 8.49) 0.30	8.12 (7.85 – 8.31) 0.16	7.71 (7.37 – 8.22) 0.27	7.87 (7.56 – 8.17) 0.22	8.05 (7.71 – 8.38) 0.21	8.09 (7.65 – 8.51) 0.27	8.07 (7.67 – 8.41) 0.23	8.11 (7.74 – 8.78) 0.26	8.03 (7.71 – 8.85) 0.27	7.81 (7.55 – 8.10) 0.16
Conductivity (µs/cm)	447 (262 – 815) 179	378 (296 – 499) 65	418 (309 – 561) 78	1236 (462 – 1740) 447	1170 (479 – 2240) 495	1072 (398 – 1623) 439	1108 (368 – 1559) 400	1092 (368 – 1637) 361	1082 (364 – 1612) 436	969 (356 – 1701) 415	1089 (419 – 1758) 402
COD (mg/l)	13 (6 – 22) 6	10 (2 – 20) 6	15 (1 – 60) 19	61 (28 – 90) 18	54 (18 – 86) 19	48 (22 – 77) 17	48 (29 – 63) 12	47 (32 – 68) 11	45 (28 – 64) 11	39 (25 – 52) 8	38 (14 – 63) 12
BOD_5 (mg/l)	9 (1 – 19) 6	10 (2 – 12) 2	13 (0 – 14) 2	22 (14 – 29) 8	19 (14 – 22) 3	14 (6 – 25) 9	12 (6 – 19) 6	14 (8 – 22) 6	12 (8 – 18) 5	13 (8 – 20) 6	29 (13 – 63) 23
Total P (mg/l)	0.20 (0.074 – 0.403) 0.128	0.100 (0.024 – 0.290) 0.088	0.142 (0.007 – 0.632) 0.204	0.900 (0.365 – 1.986) 0.425	1.041 (0.410 – 2.277) 0.513	0.932 (0.430 – 2.059) 0.441	0.980 (0.527 – 1.990) 0.397	0.969 (0.540 – 1.839) 0.354	0.989 (0.541 – 1.872) 0.387	0.869 (0.505 – 1.488) 0.321	1.235 (0.454 – 3.100) 0.997
Total N (mg/l)	3.712 (0.700 – 5.800) 2.026	3.713 (2.200 – 6.100) 1.133	4.179 (2.300 – 9.170) 2.088	15.164 (6.410 – 23.040) 5.670	13.668 (6.320 – 21.000) 4.891	11.497 (5.830 – 16.950) 3.808	12.840 (6.400 – 21.535) 4.531	13.023 (6.220 – 21.540) 4.499	12.743 (6.110 – 22.200) 4.666	11.409 (6.290 – 16.800) 3.472	12.307 (6.140 – 30.060) 5.860
$N\text{-}NO_3$ (mg/l)	2.192 (0.650 – 4.840) 1.583	2.848 (1.200 – 4.930) 1.278	3.217 (1.900 – 4.800) 0.991	11.359 (5.020 – 17.400) 4.005	10.171 (4.580 – 15.900) 3.846	9.208 (4.900 – 13.600) 3.155	9.868 (5.160 – 16.180) 3.250	9.709 (4.940 – 16.490) 3.293	9.651 (4.740 – 15.550) 3.142	8.543 (4.710 – 11.860) 2.503	7.760 (4.500 – 11.780) 2.653
$N\text{-}NO_2$ (mg/l)	0.123 (0.102 – 0.143) 0.029	0.069 (0.038 – 0.137) 0.041	0.074 (0.047 – 0.123) 0.034	0.135 (0.050 – 0.366) 0.098	0.181 (0.057 – 0.472) 0.129	0.190 (0.026 – 0.291) 0.090	0.178 (0.051 – 0.390) 0.110	0.187 (0.071 – 0.390) 0.106	0.269 (0.159 – 0.410) 0.108	0.207 (0.084 – 0.395) 0.087	0.256 (0.090 – 0.358) 0.100
$N\text{-}NH_4$ (mg/l)	0.986 (0.004 – 2.580) 1.226	0.246 (0.007 – 0.575) 0.253	0.392 (0.004 – 2.465) 0.845	1.095 (0.040 – 6.920) 1.927	1.085 (0.043 – 7.110) 1.948	0.727 (0.014 – 5.640) 1.434	0.974 (0.056 – 3.555) 1.257	1.242 (0.254 – 3.555) 1.079	1.125 (0.235 – 3.835) 0.999	1.095 (0.133 – 2.590) 0.794	1.915 (0.039 – 8.500) 2.353
Sulphates (mg/l)	4 (1 – 8) 4	5 (2 – 7) 2	7 (4 – 10) 3	52 (13 – 73) 23	61 (14 – 80) 19	55 (13 – 79) 19	49 (15 – 65) 15	46 (15 – 60) 13	46 (16 – 57) 12	40 (15 – 50) 10	31 (17 – 42) 7
Chlorides (mg/l)	20 (13 – 25) 6	13 (8 – 16) 3	16 (10 – 21) 4	226 (44 – 325) 91	236 (53 – 507) 117	198 (34 – 280) 84	216 (32 – 400) 82	209 (33 – 400) 84	252 (32 – 763) 178	182 (29 – 364) 84	195 (50 – 286) 66

Il pH (Figura 4.2) presenta un flesso in concomitanza dell'ingresso dell'effluente del primo impianto di depurazione in tutti e tre i regimi idrologici: tuttavia è possibile notare come, invece, differiscano molto i valori di pH nel resto del corso d'acqua in funzione delle portate presenti. In generale, a portate minori corrispondono pH superiori, sia perché con poca acqua è più facile rinvenire quegli episodi di fioritura algale di cui si è accennato commentando l'andamento dell'OD (i quali provocano una diminuzione del contenuto di CO_2 dell'acqua con conseguente innalzamento del pH), sia perché gli apporti idrici provenienti direttamente dalle piogge presentano normalmente un contenuto di acidità maggiore.
I valori di conducibilità possono essere considerati analoghi sia in tempo asciutto che in presenza di regime idrologico di morbida, mentre con le piene si assiste ad una diluizione più efficace degli ioni, fino ad ottenere valori più bassi di un ordine di grandezza (Figura 4.3). Osservando gli andamenti del COD e dell'azoto ammoniacale, invece (Figura 4.4 e Figura 4.5), è possibile definire, oltre al picco principale all'ingresso dell'effluente, anche i contributi degli scarichi non collettati e degli scolmatori di piena. Alla stazione 3 (al km 12,5), si osservano picchi in tempo di piena caratterizzati da concentrazioni del tutto analoghe a quelle riscontrabili negli altri regimi idrologici, tanto più notevoli se si considera che in tali situazioni il potere diluente del fiume può essere anche 50 volte superiore. Ciò attesta l'ingresso di carichi molto superiori, ossia di reflui non trattati, che però non esplicano concentrazioni superiori a causa dell'abbondanza delle portate. Viceversa, i picchi alle stazioni 1 e 7 possono essere rilevati soprattutto in regime di magra (nel primo caso) o morbida (nel secondo). L'azoto nitrico (Figura 4.6) non presenta picchi durante le piene alla stazione 3, poiché il refluo non trattato e scolmato presenta un elevato carico di azoto ammoniacale e un basso carico di nitrati, mentre è possibile rilevare il carico derivante dagli sfioratori per il fosforo (Figura 4.7).
La determinazione del 75° percentile dei 7 macrodescrittori chimici, fisici e microbiologici dell'indice LIM può portare all'assegnazione dei relativi punteggi e alla determinazione della corrispondente classe di qualità (Tabella 4.2). Il valore LIM risulta piuttosto scarso lungo tutta l'asta fluviale, e di questo si dovrà tenere conto nella definizione di una stazione di riferimento o reference site per il confronto della qualità delle comunità macrobentoniche. Da Olgiate a Bulgarograsso la classe LIM è la terza: a Olgiate il valore è influenzato da alte concentrazioni di azoto (sia in forma ridotta che ossidata) e materia organica, mentre a Lurate e Bulgarograsso sono la sostanza organica e lo scostamento dalla saturazione dell'OD a provocare lo scadimento. Successivamente, lo scarico dell'impianto di depurazione di Bulgarograsso provoca profonde alterazioni in tutti i valori, specie per ciò che riguarda il COD e i nutrienti: è solo per un recupero nella saturazione dell'OD che la classe di qualità non è la 5 ma la 4. Altri scadimenti imputabili allo scarico dell'impianto Livescia a Cadorago e agli scarichi non collettati in Saronno non sono in grado di influenzare più di quel tanto la situazione, già compromessa. D'altro canto, è anche da rilevare come non vi sia un recupero apprezzabile dei valori per eventuali fenomeni autodepurativi o per l'immissione di acque pulite da parte di affluenti, che, come si è detto, sono assenti, se non durante le piene, a valle di Guanzate.
Contemporaneamente alla determinazione dei parametri chimico-fisici, sono stati compiuti campionamenti della fauna macrobentonica: oltre all'IBE, sono state raccolte le informazioni quantitative relative alla densità di individui per ogni singolo taxon rilevato, con cadenza semestrale. I risultati dell'IBE sono riportati in Tabella 4.3 a-d, mentre i dati quantitativi verranno analizzati in seguito.

Tabella 4.2 – Indice LIM calcolato per le 11 stazioni di campionamento del torrente Lura.

	|100-OD|	BOD5	COD	N-NH4	N-NO3	P-tot	E. Coli	LIM	Classe
1 - Olgiate Comasco	40	40	20	5	20	20	40	185	3
2 - Lurate Caccivio	10	20	20	20	20	40	40	170	3
3 - Bulgarograsso	10	20	20	20	20	40	20	150	3
4 – Guanzate	40	5	5	20	5	5	20	100	4
5 – Cadorago	40	10	5	10	5	5	20	95	4
6 – Lomazzo	40	10	5	10	5	5	20	95	4
7 - Saronno (ospedale)	40	10	5	10	5	5	10	85	4
8 - Saronno (VVF)	40	10	5	5	5	5	10	80	4
9 - Caronno (scolmatori)	40	10	5	10	5	5	10	85	4
10 - Caronno (impianto)	20	20	5	10	10	5	10	80	4
11 – Lainate	20	5	5	5	5	5	40	85	4

Tabella 4.3 a/d – Valori di IBE dei campionamenti effettuati nei quattro siti di monitoraggio.

Olgiate Comasco						
codice	**periodo**	**ingresso**	**u.s. ingr.**	**num taxa**	**val IBE**	**classe**
OLG01	autunno 2001	PLE	2+	10	8	2
OLG02	primavera 2002	PLE	1	11	8	2
OLG03	autunno 2002	EFE	2+	11	8	2
OLG04	primavera 2003	EFE	1	12	7	3
OLG05	autunno 2003	EFE	2+	10	7	3
OLG06	primavera 2004	PLE	1	12	8	2
OLG07	autunno 2004	EFE	2+	13	8	2
OLG08	primavera 2005	PLE	1	15	8	2
OLG09	autunno 2005	PLE	1	13	8	2
OLG10	primavera 2006	PLE	1	16	8	2
MEDIA				12,3	7,8	
Dev. St.				2,00	0,42	2

Bulgarograsso						
codice	**periodo**	**ingresso**	**u.s. ingr.**	**num taxa**	**val IBE**	**classe**
BUL01	autunno 2001	TRI	1	9	5	4
BUL02	primavera 2002	TRI	2+	6	6	3
BUL03	autunno 2002	TRI	1	11	6	3
BUL04	primavera 2003	**in secca**				
BUL05	autunno 2003	TRI	1	6	5	4
BUL06	primavera 2004	TRI	1	7	5	4
BUL07	autunno 2004	TRI	1	10	5	4
BUL08	primavera 2005	TRI	1	7	5	4
BUL09	autunno 2005	**in secca**				
BUL10	primavera 2006	TRI	2+	7	6	3
MEDIA				7,9	5,4	
Dev. St.				1,89	0,52	4

Guanzate						
codice	**periodo**	**ingresso**	**u.s. ingr.**	**num taxa**	**val IBE**	**classe**
GUA01	autunno 2001	TRI	2+	10	6	3
GUA02	primavera 2002	TRI	2+	8	6	3
GUA03	autunno 2002	TRI	1	4	4	4
GUA04	primavera 2003	TRI	2+	7	6	3
GUA05	autunno 2003	TRI	2+	9	6	3
GUA06	primavera 2004	CHIRO		4	2	5
GUA07	autunno 2004	TRI	1	8	5	4
GUA08	primavera 2005	TRI	1	10	5	4
GUA09	autunno 2005	TRI	1	11	6	3
GUA10	primavera 2006	TRI	1	7	5	4
MEDIA				7,8	5,1	
Dev. St.				2,39	1,29	4

Lomazzo						
codice	**periodo**	**ingresso**	**u.s. ingr.**	**num taxa**	**val IBE**	**classe**
LOM01	autunno 2001	TRI	1	8	5	4
LOM02	primavera 2002	TRI	1	8	5	4
LOM03	autunno 2002	TRI	2+	6	6	3
LOM04	primavera 2003	TRI	2+	8	6	3
LOM05	autunno 2003	TRI	2+	7	6	3
LOM06	primavera 2004	TRI	2+	8	6	3
LOM07	autunno 2004	TRI	2+	7	6	3
LOM08	primavera 2005	TRI	2+	9	6	3
LOM09	autunno 2005	TRI	2+	7	6	3
LOM10	primavera 2006	TRI	2+	10	6	3
MEDIA				7,8	5,8	
Dev. St.				1,14	0,42	3

La stazione di Olgiate Comasco presenta valori di IBE compresi tra 7 e 8, e la classe di qualità media è la 2. L'unico flesso dei valori, altrimenti assolutamente costanti, si può notare nell'anno 2003, caratterizzato da fenomeni anomali di siccità e di scarsità idrica generalizzata. In quel frangente, si è osservata la scomparsa dei taxa più pregiati (plecotteri e maggior parte degli efemerotteri) con una contemporanea diminuzione della ricchezza in taxa

complessiva. La stazione di Bulgarograsso presenta andamenti altalenanti e oscillanti tra i valori 5 e 6 (classi 4 e 3), nonché due semestri in cui non è stato possibile effettuare in alcun modo il campionamento, essendo stato il sito completamente secco per tutto l'intervallo di tempo. La stazione di Guanzate presenta la variabilità più alta, con valori di IBE che oscillano tra 2 e 6, ma la media risulta comunque scarsa e la classe di qualità è la 4. Lomazzo, invece, ha una variabilità contenuta (il valore di IBE è sempre 6 dal 2002): pur essendo la classe di qualità la 3, occorre notare come il valore medio di IBE sia superiore a quello di Bulgarograsso e Guanzate solo per alcuni punti decimali.
La determinazione del SECA mostra una notevole discrepanza tra LIM e IBE. In particolare, a Olgiate l'IBE risulta migliore rispetto all'indice LIM: in via preliminare, si può associare questo dato alla buona morfologia dell'alveo, allo stato del territorio, che appare non del tutto antropizzato, e all'estemporaneità dell'inquinamento chimico-fisico, che sembra essere presente solo in determinate stagioni (è scarso o nullo in inverno). Allo stesso tempo, nella stazione di Bulgarograsso l'IBE presenta valori inferiori rispetto al LIM: anche in questo caso, si può affermare in via preliminare che la colpa potrebbe presumibilmente essere del basso tempo di ritorno di magre e secche complete. Lo scadimento appare maggiore a Guanzate, a causa delle elevate concentrazioni di tutti i principali inquinanti, con LIM e IBE entrambi in classe 4. E' interessante, invece, il sia pur blando recupero dell'IBE rispetto al LIM a Lomazzo: ciò potrebbe essere causato, come a Olgiate, dalle caratteristiche di alveo e territorio circostante, che appare boscato ed è tutelato da un parco locale, in assenza tra l'altro di fenomeni di secca. Il SECA presenta, in ogni modo, valori generalmente bassi (Tabella 4.4), indice dell'elevata pressione antropica gravante sul bacino. Per testare la validità delle impressioni sopra riportate, può essere opportuno analizzare un set di variabili ambientali il più possibile in grado di descrivere compiutamente le dinamiche dell'ambiente fluviale.

Tabella 4.4 – Stato Ecologico (SECA) del Torrente Lura.

	Classe LIM	Classe IBE	SECA
1 - Olgiate Comasco	3	2	3
2 - Lurate Caccivio	3	4	4
3 – Bulgarograsso	3		4
4 – Guanzate	4	4	4
5 – Cadorago	4		4
6 – Lomazzo	4	3	4
7 - Saronno (ospedale)	4	4	4
8 - Saronno (VVF)	4		4
9 - Caronno (scolmatori)	4		4
10 - Caronno (impianto)	4		4
11 – Lainate	4		4

4.1.1 Definizione delle variabili ambientali

Il set di variabili ambientali utilizzato per descrivere le caratteristiche quadridimensionali (in grado, cioè, di collocare un ambiente campionato in uno spazio e tempo definiti da qualità specifiche) comprende misurazioni effettuate sul campo al momento del campionamento o quotidianamente, determinazioni di laboratorio e rilevamenti morfologici mediante la compilazione dell'indice IFF. Per le variabili idrauliche, sono stati riportati le medie della profondità e velocità della corrente rinvenute durante ogni singolo campionamento, i mm di pioggia caduti nei 120 giorni precedenti, la distanza del campionamento dall'ultimo evento di secca e il numero di tali eventi in un arco temporale di 120 giorni, nonché la distanza del campionamento dall'ultimo evento di piena in un arco temporale di 90 giorni, assumendo come eventi di piena tutti i colmi di portata che superassero di 2 volte la portata media annua (Tabella 4.5). Ciò comporta una evidente semplificazione della dinamica degli eventi di piena, di cui non si considera la magnitudine (che invece riveste un ruolo fondamentale per valutare la gravità degli effetti della piena stessa), ma non è stato possibile raccogliere dati di qualità superiore.
Le variabili ambientali sono state analizzate e correlate tra loro (Tabella 4.6) mediante una PCA, i cui risultati sono stati poi riportati in Tabella 4.7 e raffigurati in Figura 4.8 e Figura 4.9. Le correlazioni ottenute attraverso l'uso della PCA mostrano alcune ridondanze nel data set che descrive l'ambiente del torrente Lura. La variabile relativa alla velocità della corrente è risultata ridondante con la conformazione delle rive (IFF rip), mentre il grado di conformazione morfologica dell'alveo è risultato direttamente correlato con l'ampiezza dell'alveo stesso.

Tabella 4.5 – Variabili ambientali caratterizzanti il torrente Lura.

VARIABILE	MODALITA' DI RILEVAMENTO	UNITA' di MISURA	SIGLA
Depth (average)	Misurata sul campo	Cm	Depth
Width	Misurata sul campo	M	Width
Flow Speed	Misurata sul campo	m/s	Flow Speed
T	Misurata sul campo	°C	T
OD	Misurata sul campo	%	%OD
pH	Determinata in laboratorio	pH u.	pH
conduc.	Determinata in laboratorio	µS/cm	conduc.
COD	Determinata in laboratorio	mg/l	COD
P-tot	Determinata in laboratorio	mg/l	P-tot
N-tot	Determinata in laboratorio	mg/l	N-tot
$N\text{-}NH_4$	Determinata in laboratorio	mg/l	$N\text{-}NH_4$
Riparian Vegetation Stat.	Determinata da IFF	%	IFF veg
Riparian Structure Stat.	Determinata da IFF	%	IFF rip
River Bed Structure Stat.	Determinata da IFF	%	IFF bed
Biota Conditions	Determinata da IFF	%	IFF bio
rain 120 days	Dati giornalieri	Mm	RAIN
Vicinance of DRY events	Dati giornalieri	1-(days from dry/120 days)	DRY vic
Frequence of DRY events	Dati giornalieri	days of dry/120 days	DRY freq
Vicinance of FLOOD event	Dati giornalieri	1-(days from flood/90days)	FLOOD vic

Tabella 4.6 – Matrice di correlazione delle variabili ambientali.

	Depth	Width	Flow Speed	T	%OD	pH	conduc.	COD	P-tot	N-tot
Depth	1	0,6288	0,0587	0,2521	-0,0809	0,0406	0,1142	0,2749	0,2358	0,1588
Width	0,6288	1	0,3323	0,4407	-0,2050	-0,2056	0,7285	0,8367	0,7286	0,7495
Flow Speed	0,0587	0,3323	1	0,1084	-0,1592	-0,4499	0,2558	0,3740	0,2739	0,3803
T	0,2521	0,4407	0,1084	1	-0,1824	0,1257	0,4816	0,4613	0,4020	0,3758
%OD	-0,0809	-0,2050	-0,1592	-0,1824	1	0,2047	-0,3169	-0,2510	-0,2564	-0,2201
pH	0,0406	-0,2056	-0,4499	0,1257	0,2047	1	-0,3225	-0,3695	-0,3880	-0,4802
conduc.	0,1142	0,7285	0,2558	0,4816	-0,3169	-0,3225	1	0,8369	0,8562	0,8935
COD	0,2749	0,8367	0,3740	0,4613	-0,2510	-0,3695	0,8369	1	0,7862	0,8446
P-tot	0,2358	0,7286	0,2739	0,4020	-0,2564	-0,3880	0,8562	0,7862	1	0,9094
N-tot	0,1588	0,7495	0,3803	0,3758	-0,2201	-0,4802	0,8935	0,8446	0,9094	1
N-NH4	-0,0994	0,2006	0,1468	0,1555	-0,2037	-0,3231	0,4127	0,5092	0,4795	0,4215
IFF veg	-0,6703	-0,5004	0,5706	-0,2609	0,0241	-0,2728	-0,1802	-0,2380	-0,2283	-0,1126
IFF rip	-0,0953	0,5010	0,7798	0,0599	-0,1569	-0,3223	0,5237	0,5497	0,4932	0,5896
IFF bed	0,4707	0,8486	0,1518	0,1922	-0,1496	0,0418	0,5703	0,6276	0,6007	0,5583
IFF bio	-0,6571	-0,7292	-0,0388	-0,6914	0,1340	-0,0035	-0,4772	-0,5762	-0,4987	-0,4679
RAIN	0,3784	0,0556	0,0390	-0,0941	-0,1014	-0,1459	-0,0796	-0,0337	-0,0729	-0,0150
DRY vic	-0,3067	-0,4772	-0,7035	-0,2963	0,4443	0,2738	-0,4117	-0,4229	-0,3810	-0,4611
DRY freq	-0,3278	-0,4723	-0,5971	-0,3341	0,4994	0,2548	-0,4051	-0,4045	-0,3603	-0,4310
FLOOD vic	0,2934	0,1015	0,3208	-0,1293	-0,1357	-0,2798	-0,0610	0,1426	0,0458	0,0211

	N-NH4	IFF veg	IFF rip	IFF bed	IFF bio	RAIN	DRY vic	DRY freq	FLOOD vic
Depth	-0,0994	-0,6703	-0,0953	0,4707	-0,6571	0,3784	-0,3067	-0,3278	0,2934
Width	0,2006	-0,5004	0,5010	0,8486	-0,7292	0,0556	-0,4772	-0,4723	0,1015
Flow Speed	0,1468	0,5706	0,7798	0,1518	-0,0388	0,0390	-0,7035	-0,5971	0,3208
T	0,1555	-0,2609	0,0599	0,1922	-0,6914	-0,0941	-0,2963	-0,3341	-0,1293
%OD	-0,2037	0,0241	-0,1569	-0,1496	0,1340	-0,1014	0,4443	0,4994	-0,1357
pH	-0,3231	-0,2728	-0,3223	0,0418	-0,0035	-0,1459	0,2738	0,2548	-0,2798
conduc.	0,4127	-0,1802	0,5237	0,5703	-0,4772	-0,0796	-0,4117	-0,4051	-0,0610
COD	0,5092	-0,2380	0,5497	0,6276	-0,5762	-0,0337	-0,4229	-0,4045	0,1426
P-tot	0,4795	-0,2283	0,4932	0,6007	-0,4987	-0,0729	-0,3810	-0,3603	0,0458
N-tot	0,4215	-0,1126	0,5896	0,5583	-0,4679	-0,0150	-0,4611	-0,4310	0,0211
N-NH4	1	0,0646	0,1820	0,0462	-0,0940	-0,0552	-0,1630	-0,1506	0,3214
IFF veg	0,0646	1	0,4319	-0,4843	0,6340	-0,0779	-0,2391	-0,1222	0,1124
IFF rip	0,1820	0,4319	1	0,5562	0,0029	-0,0684	-0,6459	-0,5332	0,1403
IFF bed	0,0462	-0,4843	0,5562	1	-0,4622	-0,0027	-0,3552	-0,3493	0,0101
IFF bio	-0,0940	0,6340	0,0029	-0,4622	1	0,0116	0,2392	0,2988	0,0929
RAIN	-0,0552	-0,0779	-0,0684	-0,0027	0,0116	1	-0,1665	-0,1482	0,6891
DRY vic	-0,1630	-0,2391	-0,6459	-0,3552	0,2392	-0,1665	1	0,9159	-0,2244
DRY freq	-0,1506	-0,1222	-0,5332	-0,3493	0,2988	-0,1482	0,9159	1	-0,1763
FLOOD vic	0,3214	0,1124	0,1403	0,0101	0,0929	0,6891	-0,2244	-0,1763	1

La frequenza degli eventi di secca è risultata essere ridondante con la vicinanza degli eventi di secca rispetto al giorno del campionamento, mentre i parametri che definiscono l'inquinamento da sostanza organica (COD) e da nutrienti (azoto e fosforo totale) sono risultati tutti direttamente correlati tra loro e con la conducibilità. In Figura 4.8 è

possibile osservare come le 4 stazioni di campionamento si dividano distintamente in 4 gruppi sui primi 2 assi principali. Olgiate è influenzata maggiormente dal buon livello della componente biotica e dalla qualità del territorio e della fascia riparia; Bulgarograsso è influenzato dagli eventi di secca e da elevati valori di pH e di OD (la sovrasaturazione di ossigeno combinata con pH alti può essere un indicatore di stagnazione delle acque e fioriture algali); Guanzate e Lomazzo sono entrambe correlate con l'inquinamento chimico-fisico dato dall'ingresso dell'effluente dell'impianto di depurazione di Bulgarograsso, che modifica profondamente le caratteristiche qualitative delle acque, ma si dispongono separatamente sul secondo asse. In particolare, Guanzate è influenzato dalla morfologia delle rive e dal gruppo di variabili NH_4, mm di pioggia, eventi di piena (correlati tra loro perché in presenza di pioggia, e dunque di piene, la percentuale di azoto ammoniacale rispetto al totale sale per l'azione degli scolmatori di piena, che appena a monte dell'impianto hanno una soglia di attivazione molto bassa). Viceversa, tali variabili hanno una minor influenza sulla stazione di Lomazzo, che risulta correlata sul secondo asse ad una maggior ampiezza e profondità dell'alveo e a migliori caratteristiche morfologiche dell'alveo stesso.

Tabella 4.7 – Matrice degli autovalori e autovettori (prime 10 componenti – 96,95% della varianza complessiva) ottenuta dall'elaborazione della

Eigenvalues	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Value	7,3174	3,2682	2,1765	1,6072	1,2503	0,8919	0,7341	0,5768	0,3818	0,2162
% of variability	0,3851	0,1720	0,1146	0,0846	0,0658	0,0469	0,0386	0,0304	0,0201	0,0114
Cumulative %	0,3851	0,5571	0,6717	0,7563	0,8221	0,8690	0,9077	0,9380	0,9581	0,9695
Vectors :	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Depth	0,1586	-0,2830	0,4391	-0,0576	0,0888	0,1018	-0,1369	-0,3026	0,0884	0,2635
Width	0,3339	-0,1695	0,0524	-0,0296	0,2047	0,0035	-0,0196	-0,0954	-0,1408	-0,1418
Flow Speed	0,1901	0,3764	0,0882	-0,1974	0,1111	0,3165	-0,0509	-0,1694	-0,3072	0,1842
T	0,1876	-0,1873	-0,0688	-0,1894	-0,4498	0,4363	0,1622	0,3258	-0,1897	0,0147
%OD	-0,1419	-0,0909	-0,1158	0,0547	0,5003	0,6613	0,0404	0,0060	0,4569	-0,1238
pH	-0,1426	-0,2675	0,0062	-0,3450	0,0151	-0,0364	0,7110	0,1511	0,0698	0,1936
conduc.	0,3149	-0,0316	-0,2299	0,1042	-0,0469	-0,0973	-0,0032	0,3240	0,0834	-0,0506
COD	0,3315	-0,0382	-0,1203	0,1627	0,0316	0,0716	0,0879	-0,0323	-0,2168	-0,4573
P-tot	0,3155	-0,0422	-0,1834	0,1913	0,0222	-0,0529	-0,0424	0,0848	0,1694	0,6793
N-tot	0,3257	0,0240	-0,1873	0,1549	0,0629	0,0075	-0,1545	0,2211	0,1976	0,1338
N-NH4	0,1488	0,1110	-0,1425	0,4623	-0,2905	0,0600	0,4447	-0,4372	0,2562	-0,1111
IFF veg	-0,0773	0,5116	-0,1154	-0,0997	-0,0311	0,1821	0,0499	0,1313	-0,0465	0,0909
IFF rip	0,2398	0,3063	-0,1011	-0,1774	0,3425	-0,0336	0,1902	0,0819	-0,1554	-0,0440
IFF bed	0,2625	-0,1713	0,0139	-0,1165	0,4230	-0,3071	0,2249	-0,0318	-0,0625	-0,0710
IFF bio	-0,2320	0,3361	-0,0582	0,0880	0,1701	-0,2947	0,1607	0,1016	0,1598	0,0473
RAIN	0,0220	0,0425	0,5414	0,2660	0,0404	-0,0046	-0,0014	0,5819	0,1511	-0,1767
DRY vic	-0,2520	-0,2329	-0,2032	0,3171	0,1275	0,0284	-0,0285	0,0638	-0,3533	0,0243
DRY freq	-0,2463	-0,1778	-0,2101	0,3244	0,2172	0,0981	0,0249	0,0993	-0,4151	0,2015
FLOOD vic	0,0625	0,1788	0,4652	0,3848	0,0419	0,1164	0,3117	-0,0240	-0,2558	0,1738

4.1.2 Analisi multivariata delle comunità bentoniche

Le variabili ambientali precedentemente determinate, classificate come da Tabella 4.8, possono essere messe a confronto con i dati raccolti durante il monitoraggio dei macroinvertebrati bentonici attraverso l'ordinazione mediante CCA. In tal modo diventa possibile correlare i siti con le variabili ambientali attraverso la disposizione dei siti stessi secondo gli schemi ricorrenti delle comunità biologiche, anche al fine di superare la dicotomia LIM-IBE del monitoraggio effettuato attualmente in Italia e contestualmente spiegandone le discrepanze. Allo stesso tempo, diventa possibile anche determinare le preferenze di ogni singolo *taxon* per nicchie ecologiche specifiche o, comunque, per intervalli definiti di una o più variabili ambientali. La CCA eseguita per il torrente Lura mostra una buona capacità esplicativa, essendo la varianza tra specie e ambiente (Tabella 4.10) spiegata al 77,4% già sui primi due assi, raffigurati nelle Figura 4.10 e Figura 4.11.

Dal grafico biplot tra variabili ambientali e siti campionati, si può evincere come le stazioni di Olgiate e Bulgarograsso si dispongano anche in questo caso nettamente differenziate da Guanzate e Lomazzo sul primo asse. I campionamenti effettuati a Bulgarograsso che presentano i valori IBE peggiori (classe 4) sono compresi nel quadrante inferiore sinistro, delimitato sul primo asse dalla vicinanza degli eventi di secca e sul secondo dalla vicinanza degli eventi di piena. I due campionamenti di Olgiate caratterizzati da valori IBE più bassi (classe 3, senza plecotteri), sono invece correlati con un contenuto di OD molto alto, tale da lasciar supporre episodi di diminuzione di

portata ed eutrofizzazione. Un gruppo di campionamenti effettuati a Guanzate e Lomazzo e appartenenti alla classe 4 IBE, infine, risultano compresi tra gli eventi di piena e concentrazioni elevate di azoto ammoniacale.

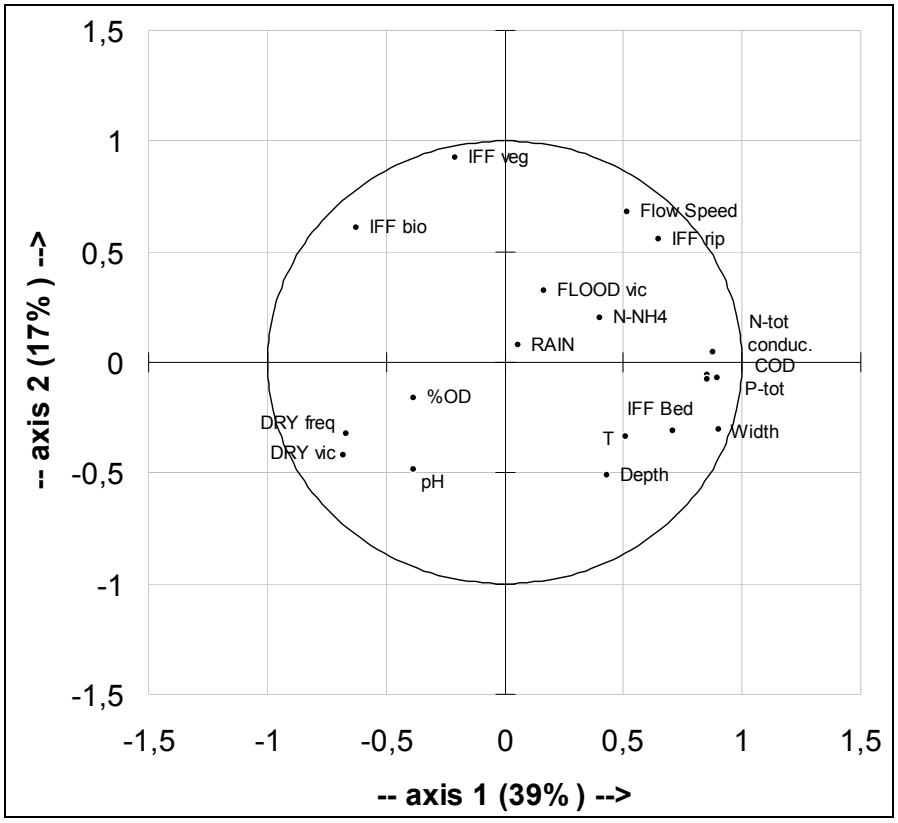


Figura 4.8 – Loadings plot (componenti 1 e 2) ottenuto elaborando la Tabella 4.6..

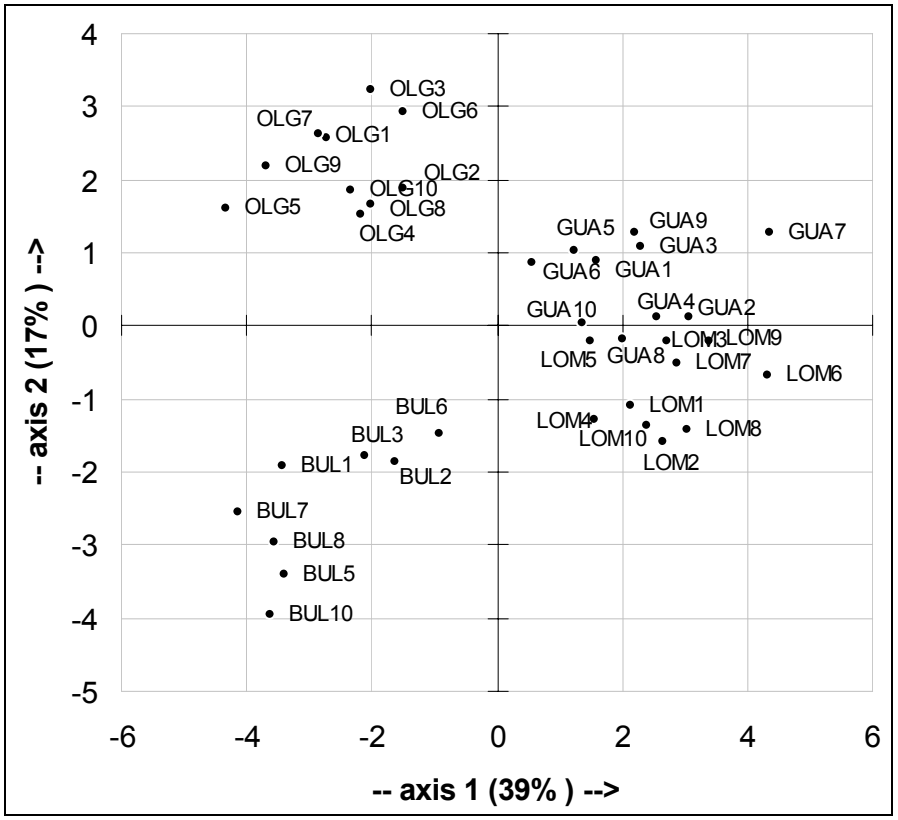


Figura 4.9 – Scores plot (componenti 1 e 2) delle stazioni di campionamento.

Tabella 4.8 – Valori medi, deviazione standard e VIF delle variabili utilizzate per la CCA.

N	name	(weighted) mean	stand. dev.	Inflation factor
1	SPEC AX1	0	1,1236	
2	SPEC AX2	0	1,3583	
3	SPEC AX3	0	1,4281	
4	SPEC AX4	0	1,5426	
5	ENVI AX1	0	1	
6	ENVI AX2	0	1	
7	ENVI AX3	0	1	
8	ENVI AX4	0	1	
1	Depth	18,5253	3,4032	8,746
4	T	14,2319	5,8113	3,5792
5	%OD	99,2929	17,7987	1,8756
6	pH	7,7257	0,3301	2,2147
7	conduc.	947,069	573,7263	6,1167
11	N-NH4	1,5248	3,0301	2,699
12	IFF veg	0,4977	0,0906	9,1056
13	IFF rip	0,5071	0,1785	4,851
15	IFF bio	0,2482	0,1429	3,4373
16	RAIN	276,9757	106,6396	3,0057
17	DRY vic	0,0862	0,2357	5,1791
19	FLOOD vic	0,3553	0,3436	6,1144

Tabella 4.9 – Risultati della CCA.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0,31	0,137	0,048	0,031	1,048
Species-environment correlations:	0,89	0,736	0,7	0,648	
Cumulative percentage variance					
of species data:	29,6	42,7	47,3	50,3	
of species-environment relation:	53,7	77,4	85,7	91,1	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1,048
Sum of all canonical eigenvalues					0,578

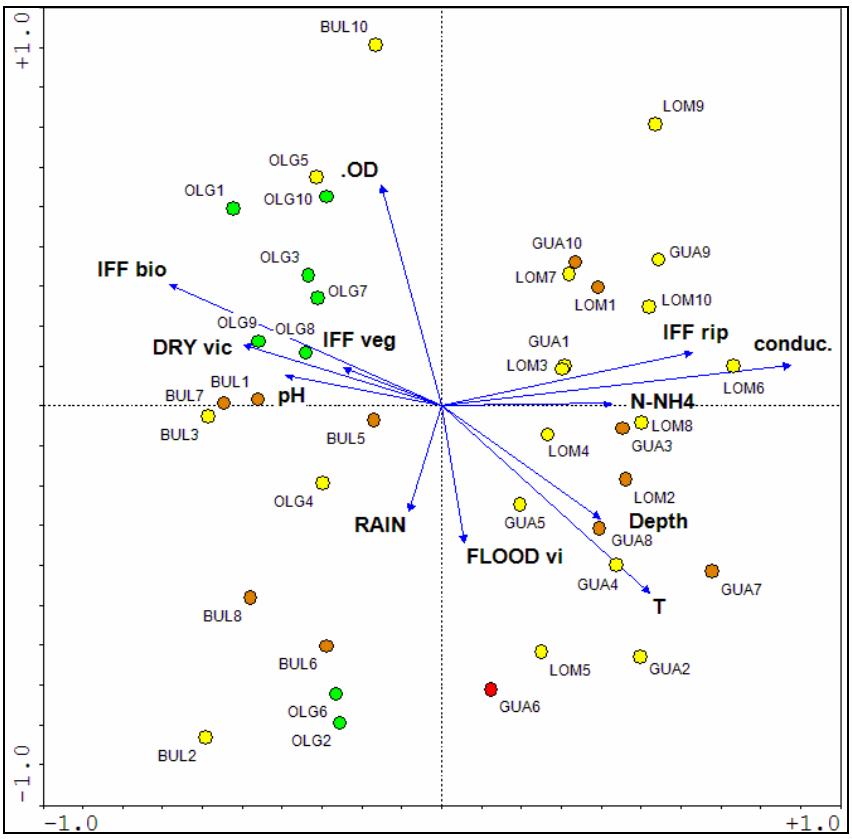


Figura 4.10 – Grafico biplot delle variabili ambientali e dei siti campionati. I colori delle stazioni sono riferiti alla classe di qualità IBE riscontrata.

Per quanto riguarda le attitudini dei singoli *taxa* rinvenuti, osservando la Figura 4.11 è possibile riaffermare la natura ubiquitaria di *Baetis* spp., dei ditteri *Chironomidae* e della maggior parte degli oligocheti. I plecotteri risultano tutti correlati con elevati tenori di OD (anche in sovrasaturazione), mentre gli efemerotteri di qualità superiore si dispongono vicino all'OD ma anche, sorprendentemente, agli eventi di secca: è questo il caso di Rhithrogena *spp*., che in letteratura viene invece individuato (Gore, 1978) come taxa indicatore di condizioni idrauliche ottimali per lo sviluppo delle comunità bentoniche (profondità medie e acque correnti piuttosto veloci). Risultano direttamente correlati con l'aumento del carico inquinante numerose specie di ditteri e oligocheti, nonché diversi predatori, in particolar modo gli odonati.

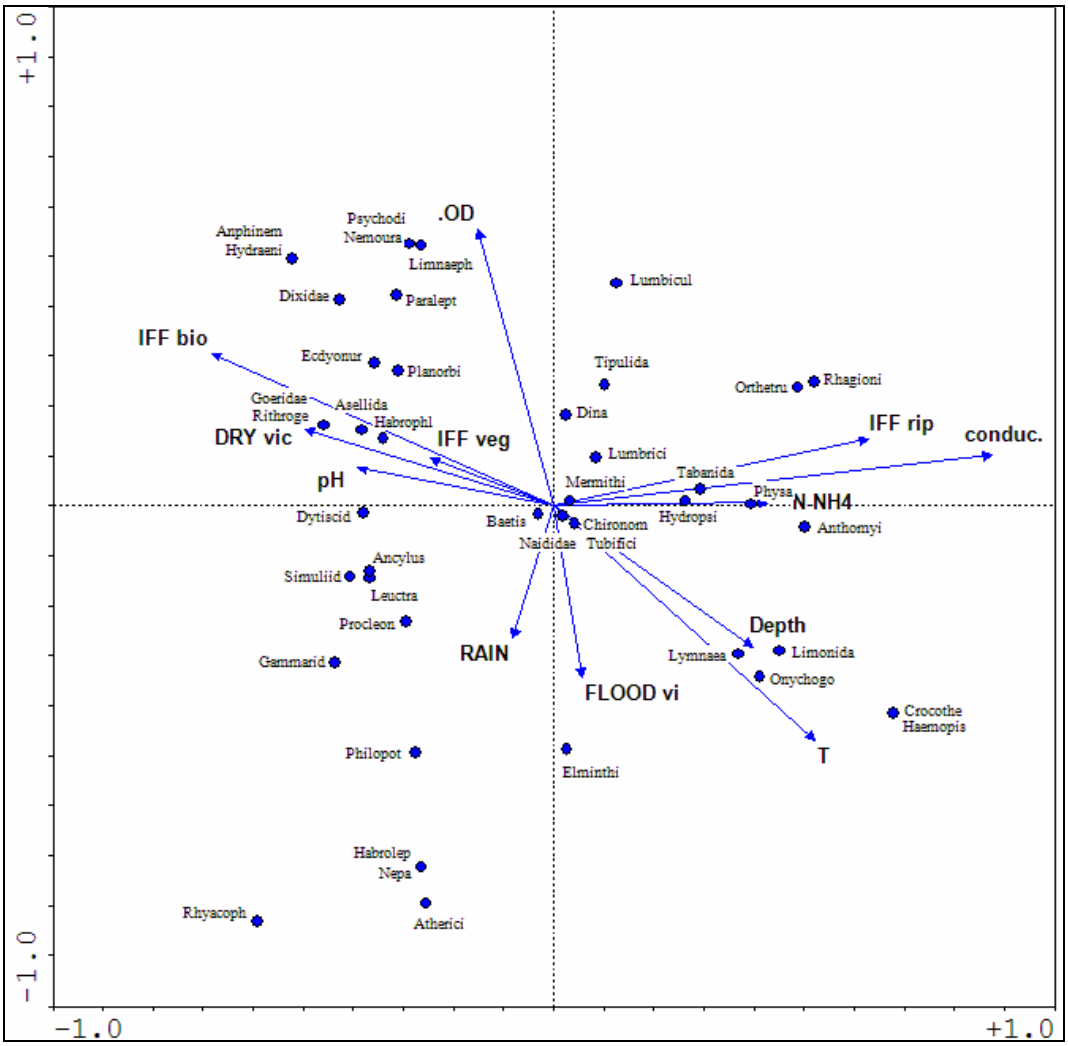


Figura 4.11 – Grafico biplot delle variabili ambientali e dei *taxa* rinvenuti.

L'analisi della correlazione tra variabili ambientali e specie bentoniche può essere effettuata anche utilizzando i dati quantitativi. Si può, cioè, analizzare una matrice che per singolo campionamento non riporti solo la presenza o assenza del *taxon*, ma, in caso di presenza, anche il numero di individui campionati (Tabella 4.11).
E' certamente questo un modo di procedere che permette di assegnare un peso specifico ad ogni specie per ogni combinazione di variabili ambientali, consentendo così di ottenere correlazioni più ponderate e, in generale, più valide. I possibili svantaggi della metodologia sono di due tipi: da un lato, la maggior complessità del monitoraggio, per cui occorre prevedere l'asportazione in toto del campione e la determinazione tassonomica di ogni individuo presente (con aumento di costi e tempo); dall'altro, anche la "pesatura" della significatività di ogni singolo taxon attraverso il numero di individui può portare a errori di interpretazione se non si considera la massa pro capite come ulteriore elemento discriminante. Il set di variabili ambientali utilizzato per la CCA effettuata con la matrice di presenza/assenza dei *taxa* è stata utilizzata per interpretare la matrice del numero di individui rinvenuti. I risultati sono raffigurati in Figura 4.12 e in Figura 4.13.

Tabella 4.10 – Numero medio di individui campionato per ciascuna stazione

stazione	**n. taxa**	**n. individui**			
	media	Media	min	max	dev.st.
OLGIATE	12,3	375	194	580	149,1
BULGARO	7,9	516	53	1082	295,9
GUANZATE	7,8	1092	119	2601	696,5
LOMAZZO	7,8	502	100	844	237,7

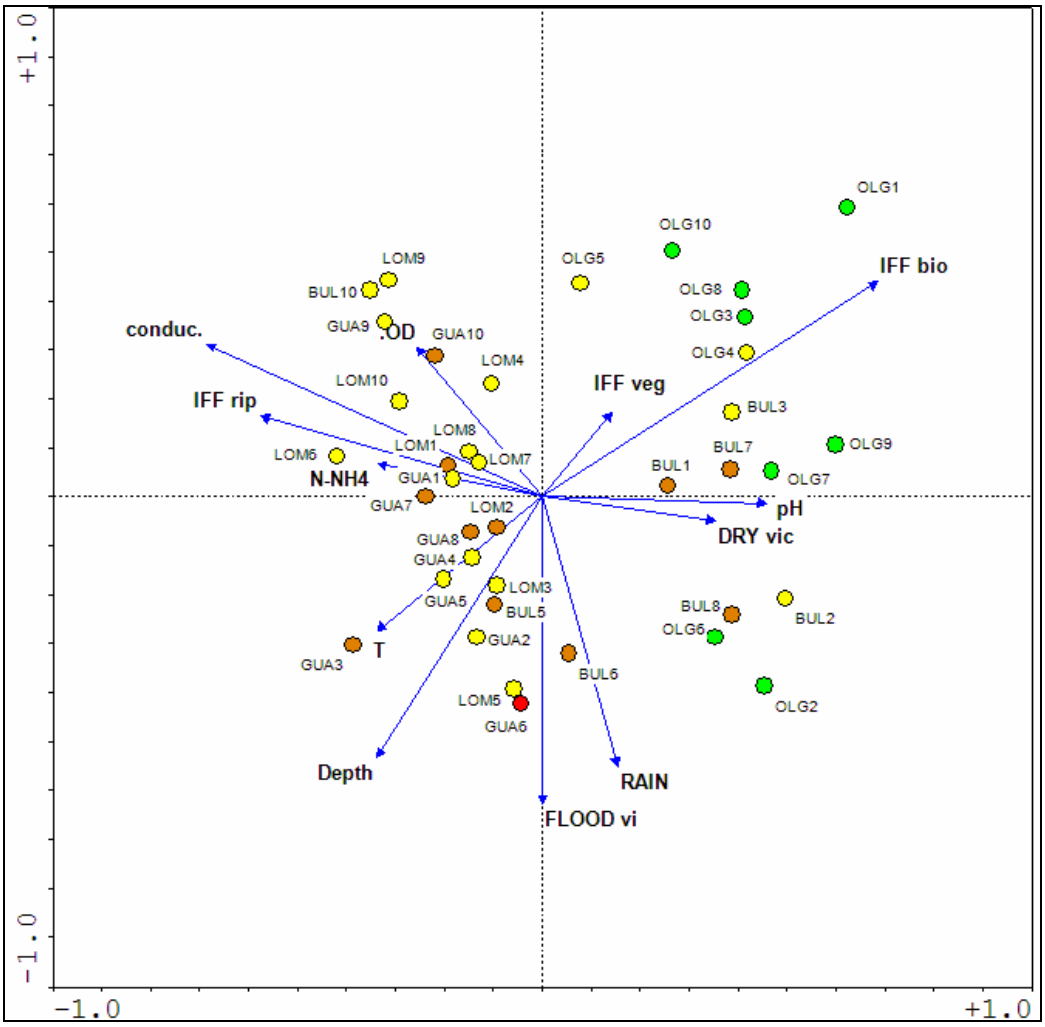


Figura 4.12 – Grafico biplot delle variabili ambientali e dei siti campionati. I colori delle stazioni sono riferiti alla classe di qualità IBE riscontrata.

La disposizione dei siti rispetto alle variabili ambientali (Figura 4.12) non appare molto diversa dall'analisi precedente: Bulgarograsso presenta i suoi minimi di valore IBE associati con gli eventi di secca, mentre la buona struttura morfologica delle sezioni e il contenuto in OD (sul secondo asse), consentono a Olgiate di mitigare gli effetti degli eventi stessi. L'analisi della disposizione delle specie (Figura 4.13), invece, consente alcune considerazioni aggiuntive. Innanzi tutto, le specie risultano tutte spostate verso la parte superiore del grafico, ponendosi quindi in antitesi rispetto agli eventi di piena: ciò lascia supporre che, dopo il passaggio di colmi di portata, la densità di individui per singolo *taxon* sia più colpita rispetto alla ricchezza in taxa. Il presupposto appare ragionevole se si pensa alla forza esercitata dall'aumento della portata e, dunque, dalla velocità della corrente, in grado di comportare un drift obbligato per molti degli individui componenti la comunità interessata. Un'altra notazione riguarda le specie ubiquitarie, che risultano spostate rispetto al centro e, dunque, maggiormente influenzate da alcune delle variabili ambientali. Se la loro presenza è piuttosto costante, il numero di individui varia: *Baetis* risulta più abbondante in acque pulite, mentre gli oligocheti mostrano una maggiore affinità per le variabili indicatrici dell'inquinamento organico, confermando così le loro ben note (Ghetti, 1997) caratteristiche di *taxa* non solo tolleranti, ma anche amanti dell'inquinamento.

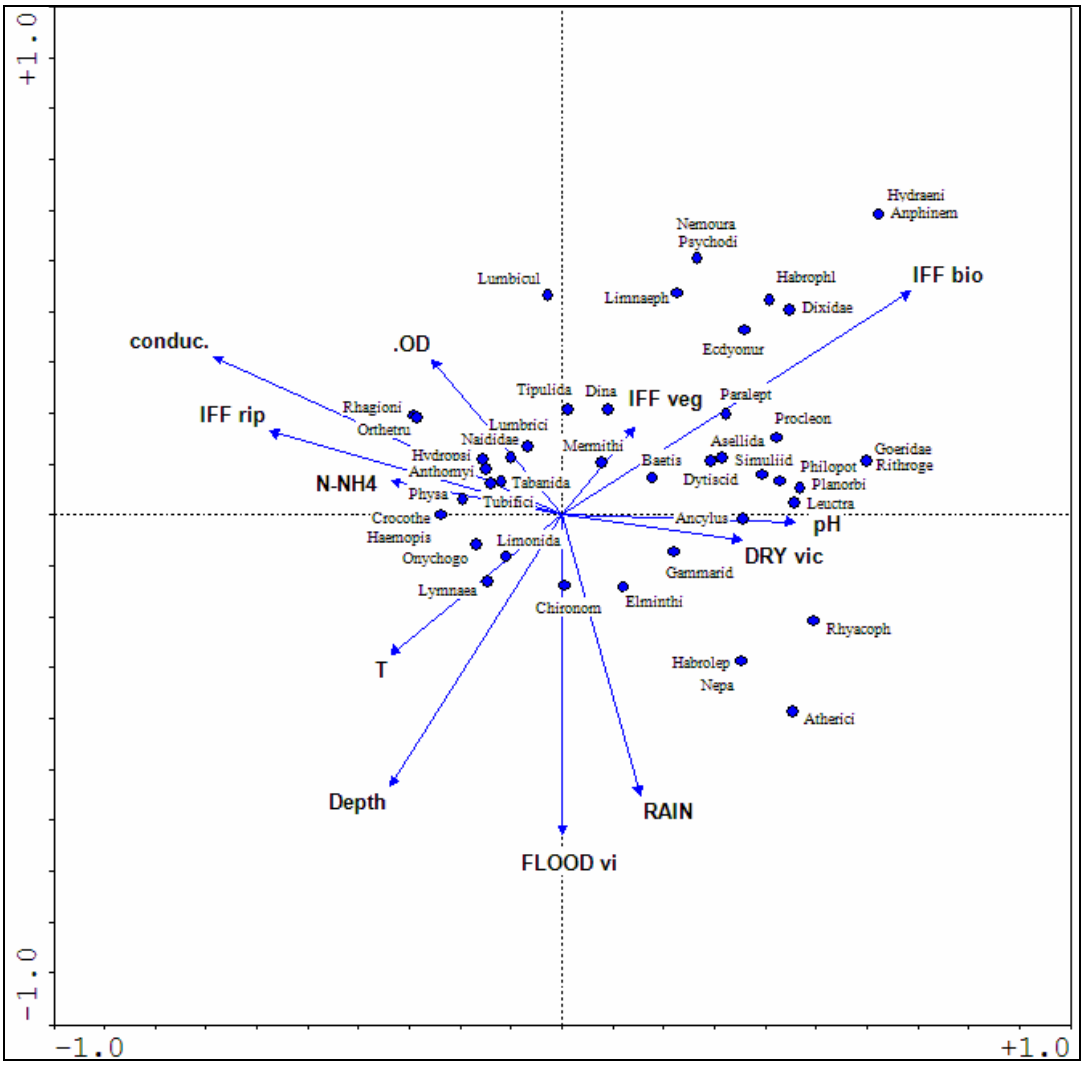


Figura 4.13 – Grafico biplot delle variabili ambientali e dei *taxa* rinvenuti

4.2 SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE E STATO AMBIENTALE DEL CORSO D'ACQUA (SACA)

4.2.1 Metalli pesanti

4.2.1.1 Zinco

Le concentrazioni di zinco (Fig.4.14) sono state mediamente superiori nel secondo semestre del 2006 rispetto al primo. In particolare, si osserva per la maggior parte delle stazioni un aumento nel tempo fino ad ottobre ed una diminuzione in novembre. Eccezion fatta per la stazione di Guanzate, i valori relativi a luglio sono confrontabili con quelle di giugno, mentre quelle di novembre sono in tutti i casi superiori a quelle misurate durante il primo semestre del 2006.

Il Limite Imperativo del D.Lgs.152/99 per le acque idonee alla vita dei salmonidi (i più restrittivi, pari a 300 μg/L) vengono superati in giugno nelle stazioni di Guanzate e Bulgorello e Lainate, quindi a valle dell'immissione degli effluenti dei tre impianti di depurazione, in luglio a Bregnano e Lainate e nei campionamenti successivi in tutte le stazioni.

4.2.1.2 Nichel

Per il nichel (Fig.4.15), il Limite Imperativo indicato dal D.Lgs.152/99 per le acque idonee alla vita dei salmonidi (75 μg/L) viene rispettato solo nelle prime tre stazioni e nelle ultime due (Caronno Pertusella e Lainate) in giugno, in tutte in luglio e in novembre e solo a Guanzate e Lomazzo in settembre. Concentrazioni inferiori a quelle indicati dal DM 367/2003 per il 2008 e il 2015 (rispettivamente 3 e 1,3 μg/L) si misurano solo nelle prime tre stazioni in giugno, settembre e novembre. Va peraltro ricordato che a luglio queste si trovavano in secca e che in settembre, ottobre e novembre erano in secca le stazioni di Lurate Caccivio e Bulgarograsso.

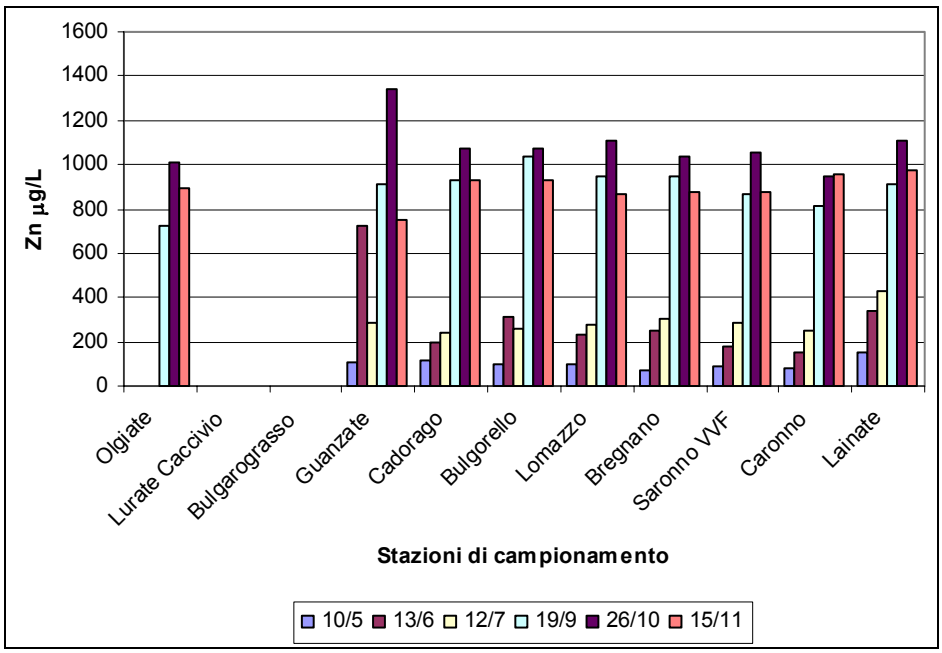


Figura 4.14 – Andamento delle concentrazioni di zinco (μg Zn/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

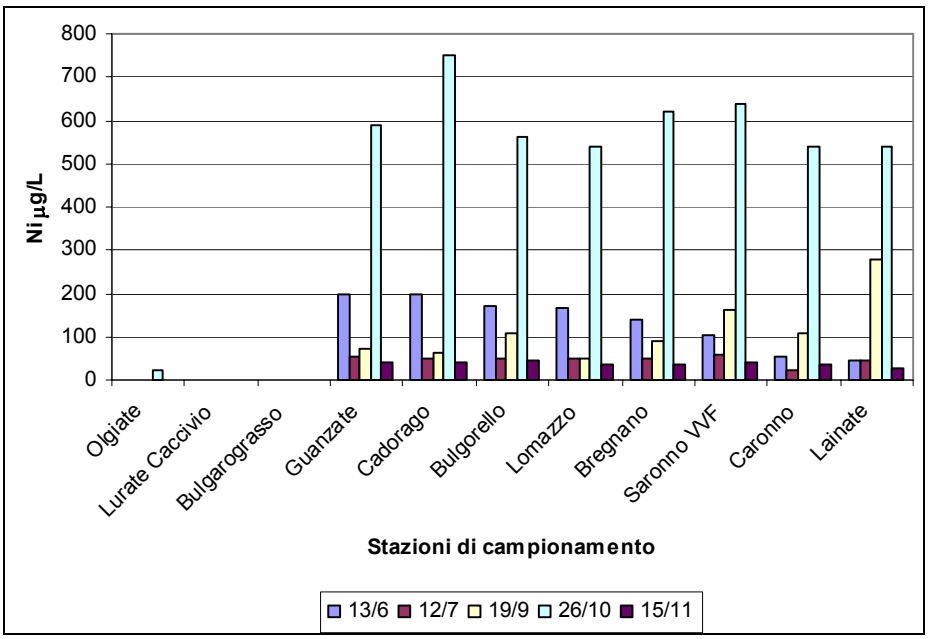


Figura 4.15 – Andamento delle concentrazioni di nichel (μg Ni/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

4.2.1.3 Cromo

Come di consueto, le concentrazioni minime si osservano nelle prime tre stazioni, quando si rileva la presenza di acqua, dove viene rispettato anche il limite al 2008 del D.M. 367/2003 (4 μg/L) (Fig. 4.16). Nei restanti casi, la distribuzione lungo l'asta del Lura è anomala: in generale, si osserva una diminuzione delle concentrazioni da Lomazzo a Lainate che fa sì che, in tale tratto, fino a settembre sia rispettato nella maggior parte dei casi il Limite Imperativo per il cromo stabilito dal D.Lgs. 152/99 per le acque idonee alla vita dei Salmonidi, pari a 20 □g/L (il Valore Guida non è previsto).

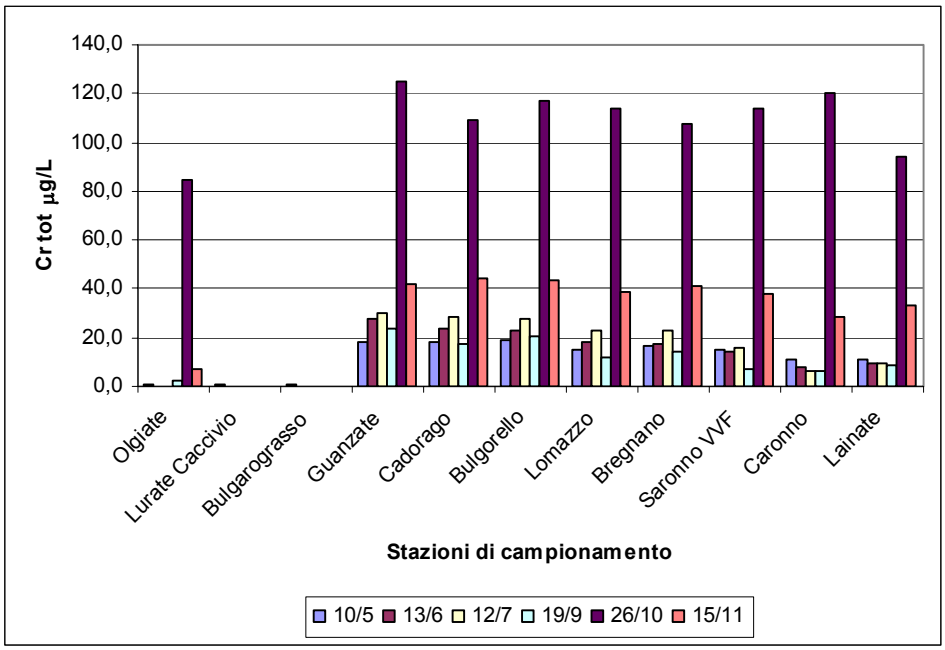


Figura 4.16 – Andamento delle concentrazioni di cromo totale (μg Cr/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

4.2.1.4 Rame

Per il rame, per il quale, come per lo zinco, non è stato fissato alcun limite dal D.M. 367/2003, in tutti i casi le concentrazioni sono inferiori o alle indicazioni del D.Lgs.152/99 per le acque idonee alla vita dei salmonidi (40 μg/L) (Fig.4.17) o superiori in misura irrilevante (a Guanzate, in settembre e in novembre).

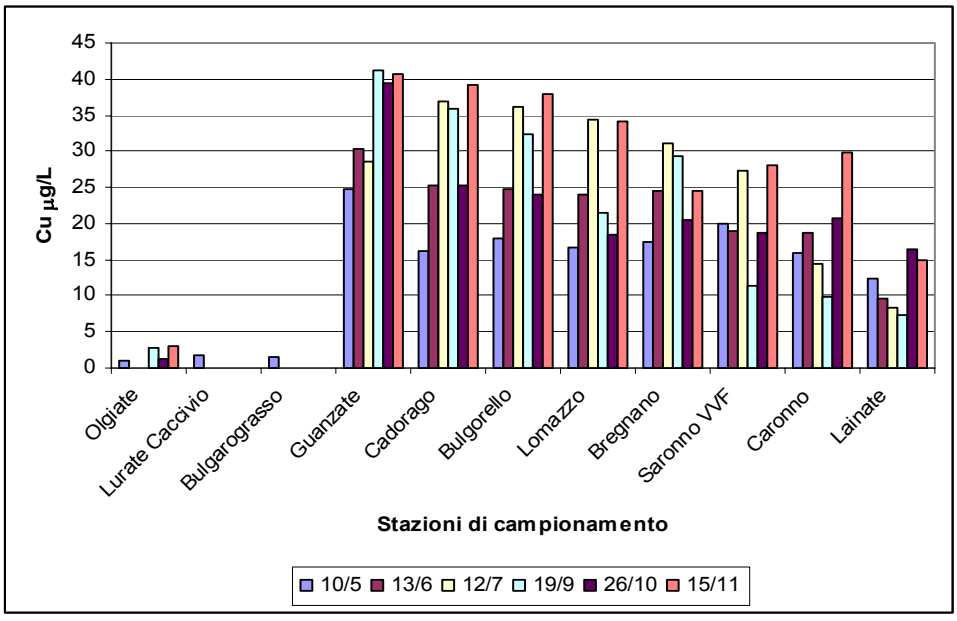


Figura 4.17 – Andamento delle concentrazioni di rame (μg Cu/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

4.2.1.5 Cadmio

Il cadmio si mantiene sempre su livelli compatibili con quanto indicato dal D.Lgs.152/99 come Valore Guida per le acque idonee alla vita dei salmonidi (0,2 μg/L); fa eccezione solo un dato riscontrato a Guanzate in luglio (0,3 μg/L). In diversi casi viene rispettato anche il limite di 0,1 μg/L indicato dal D.M.367/2003 per il 2015 (Fig.4.18).

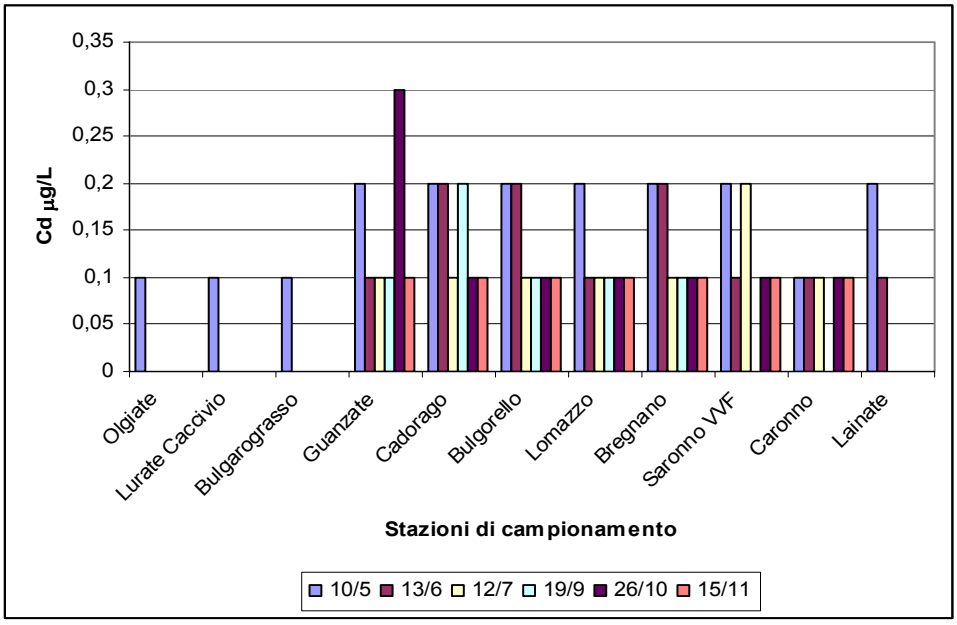


Figura 4.18 – Andamento delle concentrazioni di cadmio (μg Cd/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

4.2.1.6 Piombo

Anche le concentrazioni di piombo sono risultate sempre ben al di sotto del limite imperativo (l'unico indicato) del D.Lgs. 152/99 (10 μg/L) per le acque idonee alla vita dei Salmonidi (Fig.4.19). Il valore stabilito dal D.M. 367/2003 per il 2016 (0,4μg/L) viene rispettato solo nelle prime tre stazioni e l'ultima (Lainate) è risultata conforme al limite per il 2008 (2 μg/L) nei campionamenti di giugno, luglio e settembre.

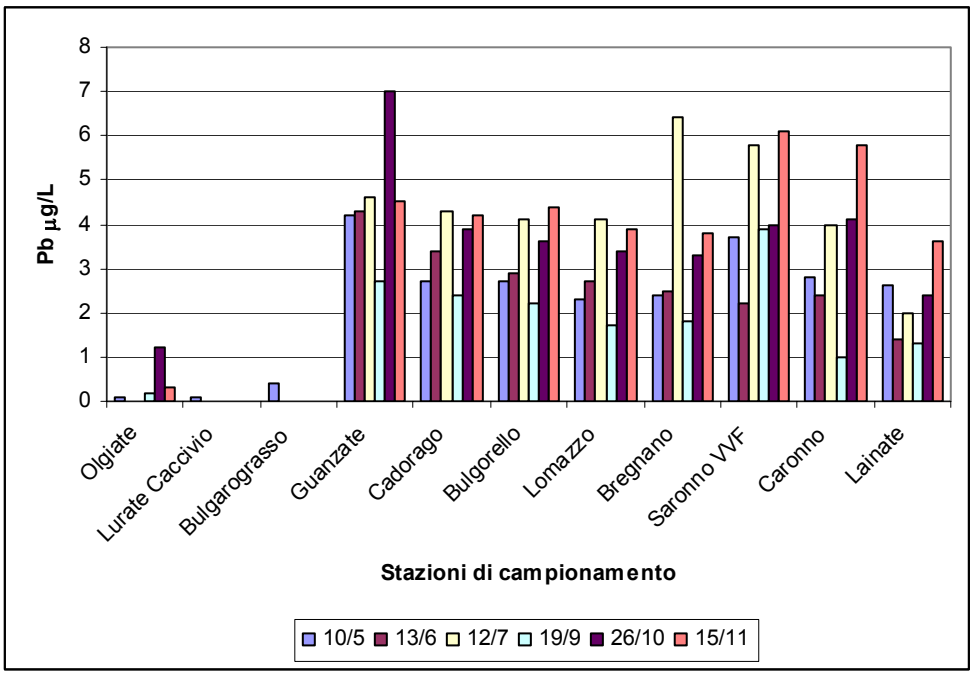


Figura 4.19 – Andamento delle concentrazioni di piombo (μg Pb/L) lungo l'asta del Lura nel 2006.

4.2.2 Pesticidi

Anche per i pesticidi, i dati disponibili, finora, sono pochi, ma si sono comunque individuati aspetti degni di commento nell'andamento dei composti analizzati.

La simazina e l'atrazina, il cui uso in Italia è stato bandito dagli anni '90, si comportano similarmente, con aumento delle concentrazioni in corrispondenza delle stazione di Guanzate (stazione 4), subito a valle dell'impianto di depurazione di Bulgarograsso (Figg. 4.20 e 4.21). Tali incrementi sono presumibilmente imputabili all'adduzione alla rete fognaria, e quindi agli impianti di depurazione, delle acque di ruscellamento superficiale e, quindi, del carico proveniente dal dilavamento da superfici agricole e urbanizzate. Anche in questo caso, come già si è detto a proposito dei metalli, si osservano gli effetti del passaggio di una parte di carico diffuso a carico puntuale. A questo si aggiunga il fatto che i fitofarmaci sono normalmente caratterizzati da bassa idrosolubilità e si accumulano quindi in parte nei sedimenti di fondo delle condotte che, soprattutto in occasione di eventi meteorici di notevole intensità, vengono risospesi e scaricati nel torrente. Tale situazione risulta chiaramente dagli aumenti di concentrazione osservati il 5 aprile 2006 e il 10 maggio 2006 subito a valle dell'impianto di depurazione Alto Lura., dove si raggiungono valori di gran lunga al di sopra dei limiti di legge: 0,92 μg/L e 1,41 μg/L per l'atrazina e 0,52 μg/L e 0,74 μg/L per la simazina. I campioni prelevati il 24 aprile 2006 sono caratterizzati da concentrazioni inferiori, benchè sempre rilevabili. In prossimità delle stazione di Bulgorello si osserva, invece, una diminuzione delle concentrazioni di entrambe le sostanze, dovuta probabilmente ad un incremento delle portate nel torrente a seguito dell'immissione del Livescia, maggior affluente del Lura.

La terbutilazina, erbicida ancora in uso per il diserbo di piante infestanti soprattutto nelle coltivazioni di mais e sorgo, presenta un analogo comportamento, aumentando sempre in corrispondenza della stazione di Guanzate. A differenza delle sopracitate triazine, vengono rilevati valori elevati di concentrazione di terbutilazina anche in corrispondenza delle stazioni a monte degli impianti di depurazione, dove la qualità delle acque del torrente dovrebbe essere migliore. In prossimità di tali stazioni si ravvisa, infatti, la presenza di zone a vocazione sia urbana che agricola e i valori rilevati potrebbero essere imputati alle caratteristiche miste del bacino. Il composto potrebbe giungere al torrente sia attraverso il ruscellamento superficiale della porzione residua a vocazione agricola e boschiva, sia attraverso i numerosi scarichi meteorici presenti lungo il corpo idrico che raccolgono le acque di dilavamento della superficie urbana.

Si ravvisa, inoltre, un abbassamento delle concentrazioni relative a tutte le date di campionamento alla stazione di Bulgorello, a monte della quale si immette il Livescia, garantendo un aumento delle portate e, quindi, del potere diluente del Lura. I valori misurati durante l'indagine sono riportati in Figura 4.22.

Le concentrazioni di bromacil, diserbante impiegato nella zona, in passato, per il trattamento delle massicciate ferroviarie, si discosta da quello delle triazine, aumentando, per i campionamenti effettuati, sempre in corrispondenza della stazione di Bulgorello, in prossimità della linea ferroviaria FNM Milano-Como. Sembra infatti che le FNM abbiano utilizzato il bromacil per lungo tempo come diserbante nella pulizia delle proprie massicciate ferroviarie, verosimilmente impregnando le traversine e il terreno della sostanza, che è dunque disponibile in quantità significative nel torrente soprattutto in corrispondenza delle piogge. Pertanto, a fianco del meccanismo di dilavamento dal suolo e convogliamento delle acque di risulta ai collettori fognari, che caratterizza la contaminazione per le triazine, si osserva, per il bromacil, una quota di apporto da dilavamento diretto verso il ricettore in funzione della prossimità della ferrovie dal corso d'acqua. Pertanto, l'aumento di concentrazione verso valle non è caratterizzato da un solo picco in corrispondenza dell'immissione dell'effluente dell'impianto di depurazione Alto Lura, ma continua fino a raggiungere i massimi dove la linea ferroviaria si trova alla minima distanza dall'alveo. In Fig. 4.23 si nota chiaramente come il bromacil non sia presente nelle acque del torrente in corrispondenza della stazione di Olgiate.

La concentrazione di tale parametro tende poi a salire fino a raggiungere i massimi valori (esempio, 0,54 μg/L del 10 maggio 2006) in prossimità della stazione di Bulgorello.Unica eccezione è rappresentata dal campionamento effettuato il 2 maggio 2006. In questo caso la concentrazione di bromacil si mantiene più o meno costante lungo tutto il tratto dell'asta fluviale considerato, senza alcun incremento degno di nota a valle degli impianti di depurazione. Va peraltro ricordato che in tale data, caratterizzata da tempo piovoso, il dilavamento diretto dal terrreno può essere stato più significativo. Appare anomalo il picco rilevato il 10 maggio 2006 nella stazione di Bulgarograsso. A proposito degli andamenti, si deve comunque prendere in considerazione anche il fatto che nelle acque di falda si rilevano regolarmente concentrazioni elevate di pesticidi (e in particolare di Bromacil) e che non si possono escludere

fenomeni di scambio tra acque superficiali e sotterranee, in particolare in corrispondenza delle piogge, la cui influenza, attualmente, non è ancora quantificabile e circostanziabile.

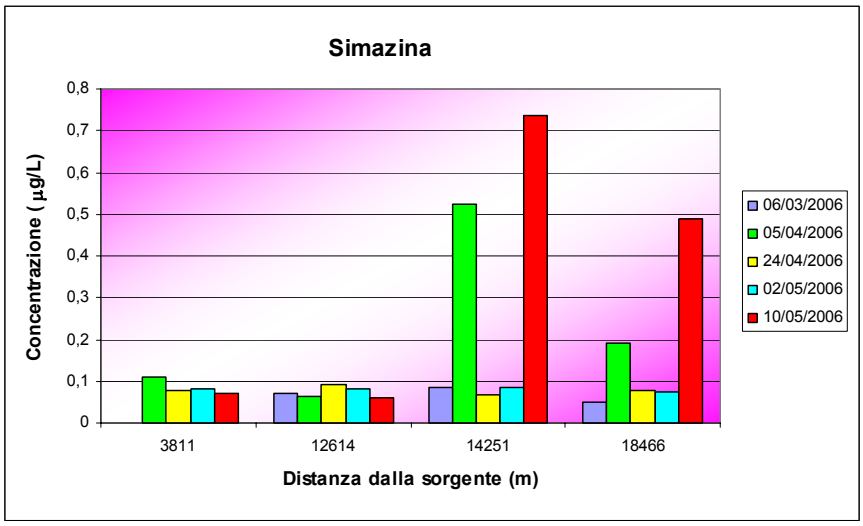


Figura 4.20 – Concentrazioni di simazina nei campioni prelevati nelle 4 stazioni

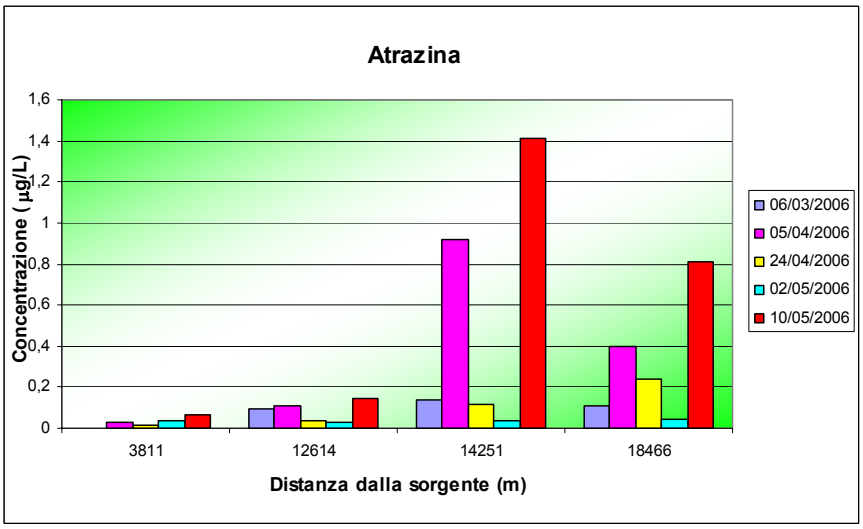


Figura 4.21 – Concentrazioni di atrazina nei campioni prelevati nelle 4 stazioni

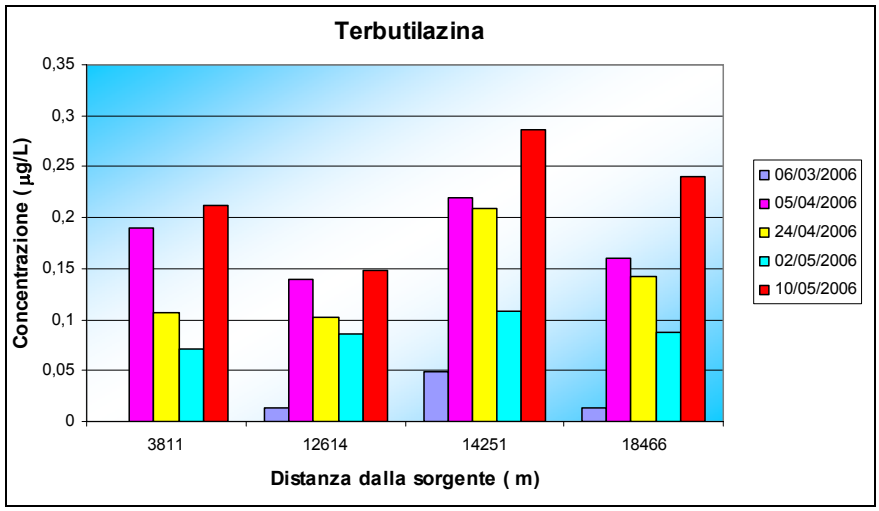


Figura 4.22 – Concentrazioni di terbutilazina nei campioni prelevati nelle 4 stazioni

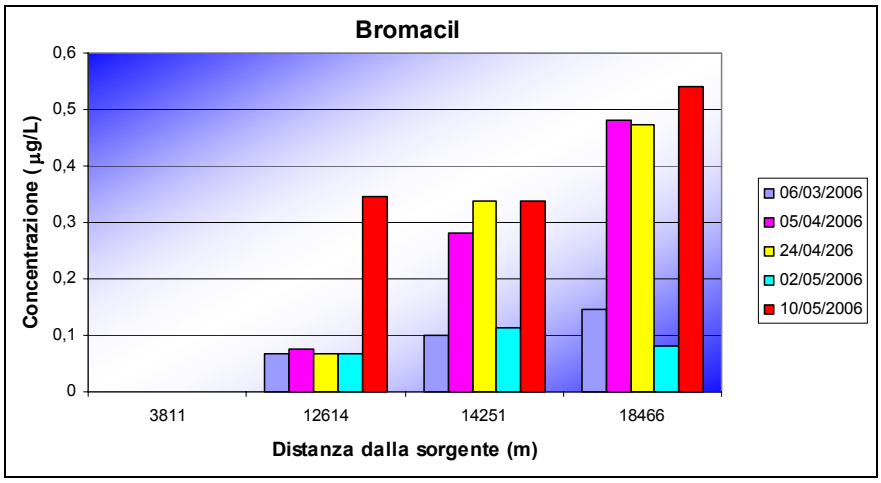


Figura 4.23 – Concentrazioni di bromacil nei campioni prelevati nelle 4 stazioni

4.2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Gli IPA sono stati determinati sui campioni prelevati il 26 ottobre e il 15 novembre nelle principali stazioni (la stazione di Bulgarograsso era in secca in entrambi i casi, Figura 4.24 e Figura 4.25).

Non si può attualmente individuare un andamento lungo l'asta del Lura, essendo le concentrazioni variabili in modo irregolare sia, appunto, tra le diverse stazioni sia tra i due campionamenti. L'unico elemento ricorrente è il fatto che le concentrazioni minime osservate sono quelle relative all'antracene.

In base ai dati finora prodotti, comunque, si deve osservare che il limite attualmente vigente per gli IPA totali, molto superiore a quelli indicati in precedenza, non viene praticamente mai rispettato. Inutile dire che se si considerano i limiti indicati dal D.M. 367/2003 i superamenti sono quasi la regola, eccezion fatta per l'antracene. Valori conformi alle indicazioni di cui sopra sono stati occasionalmente rilevati anche per fluorantene e naftalene.

Benchè non si disponga di dati relativi ad un monitoraggio regolare e di lunga durata, in base al quale poter effettuare corrette elaborazioini statistiche, si deve comunque rilevare che le concentrazioini rilevate per le sostanze pericolose indagate sono state spesso elevate e tali da confermare il cattivo stato di qualità delle acque del Lura. La classificazione dello Stato Ambientale edl Corso d'Acqua (SACA, secondo il D.Lgs.152/99) le attribuirebbe ad un livello Scadente per l'eccessiva presenza di alcune delle sostanze pericolose analizzate in tutte le stazio. Nel caso di Olgiate Comasco (la stazione più a monte), ove l'iniseme di LIM e IBE consentirebbero una classificazione migliore, tale classificazione deriverebbe, se i dati finora ottenuti venissero confermati a lungo termine, dalle elevate concentrazioni di IPA.

4.3 TEST DI TOSSICITÀ

Il Test ROTAS è stato eseguito, come precedentemente spiegato, su campioni di acqua, sedimento e terreno prelevati in tre stazioni: Guanzate, Bulgorello e Bregnano, poste in un area sottoposta al progetto di realizzazione di vasche di laminazione per il contenimento delle piene.

Sono state realizzate tre repliche per ogni campione, rapportando i dati ottenuti al bianco (controllo negativo) e confrontandoli con il controllo positivo.

Nelle figure è stata riportata la media, espressa in percentuale, dei valori di luminescenza delle tre repliche di ogni campione, rilevata al quindicesimo minuto. SEM indica l'errore riportato come Errore Standard della Media (Standard Error of Mean).

Occorre precisare che una correlazione lineare tra effetto misurato (diminuzione o aumento di bioluminescenza) e concentrazione di un campione è estremamente difficile da determinare per quanto riguarda campioni non puri, infatti, raddoppiando la concentrazione iniziale non si assiste necessariamente ad un dimezzamento dell'emissione luminosa. Tuttavia, l'introduzione di questo parametro ci consente di avere un'indicazione più realistica del contenuto di sostanza iniziale dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Infatti, è possibile che un effetto maggiore o minore all'interno delle repliche dello stesso campione, oppure in campionamenti successivi, sia da attribuire ad un maggiore quantitativo presente nella siringa di estrazione.

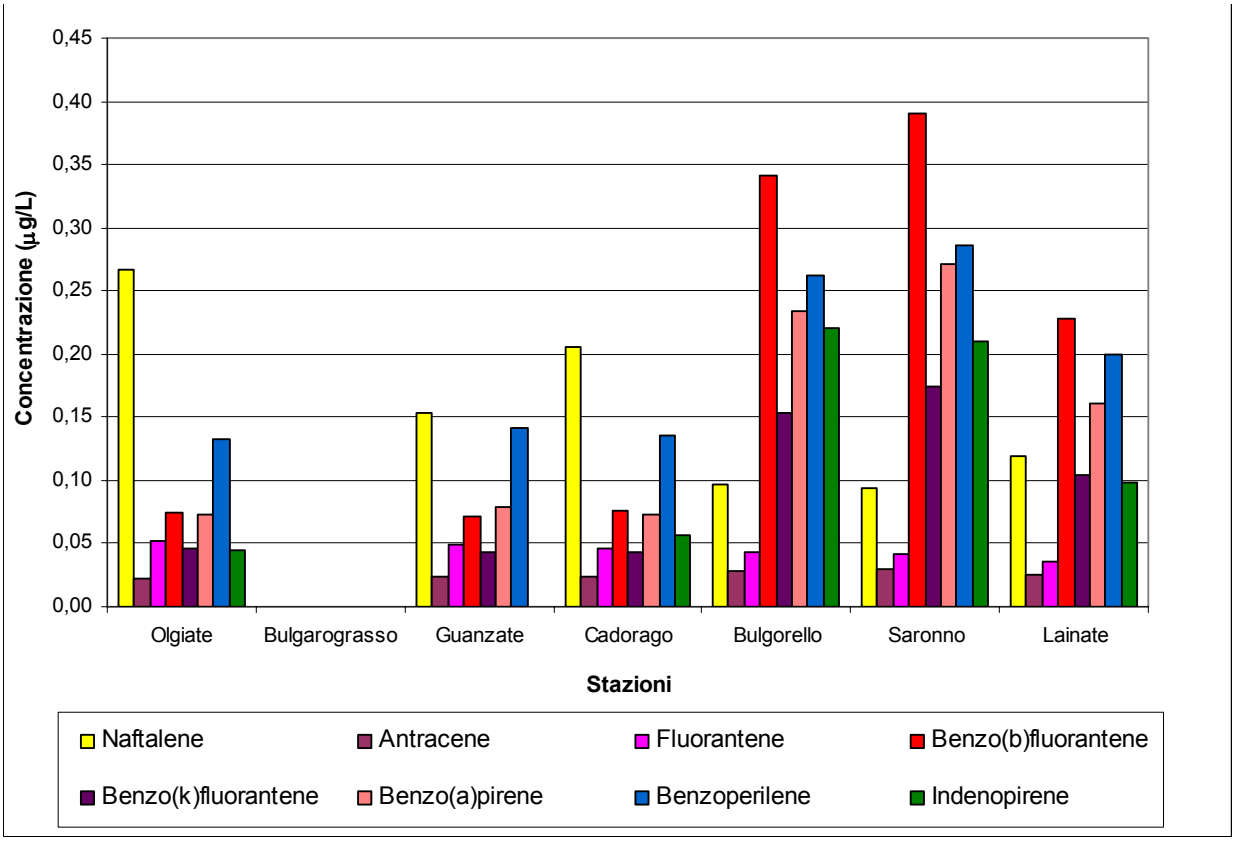


Figura 4.24 – Concentrazioni di IPA rilevate in alcune stazioni di campionamento il 26 ottobre 2006

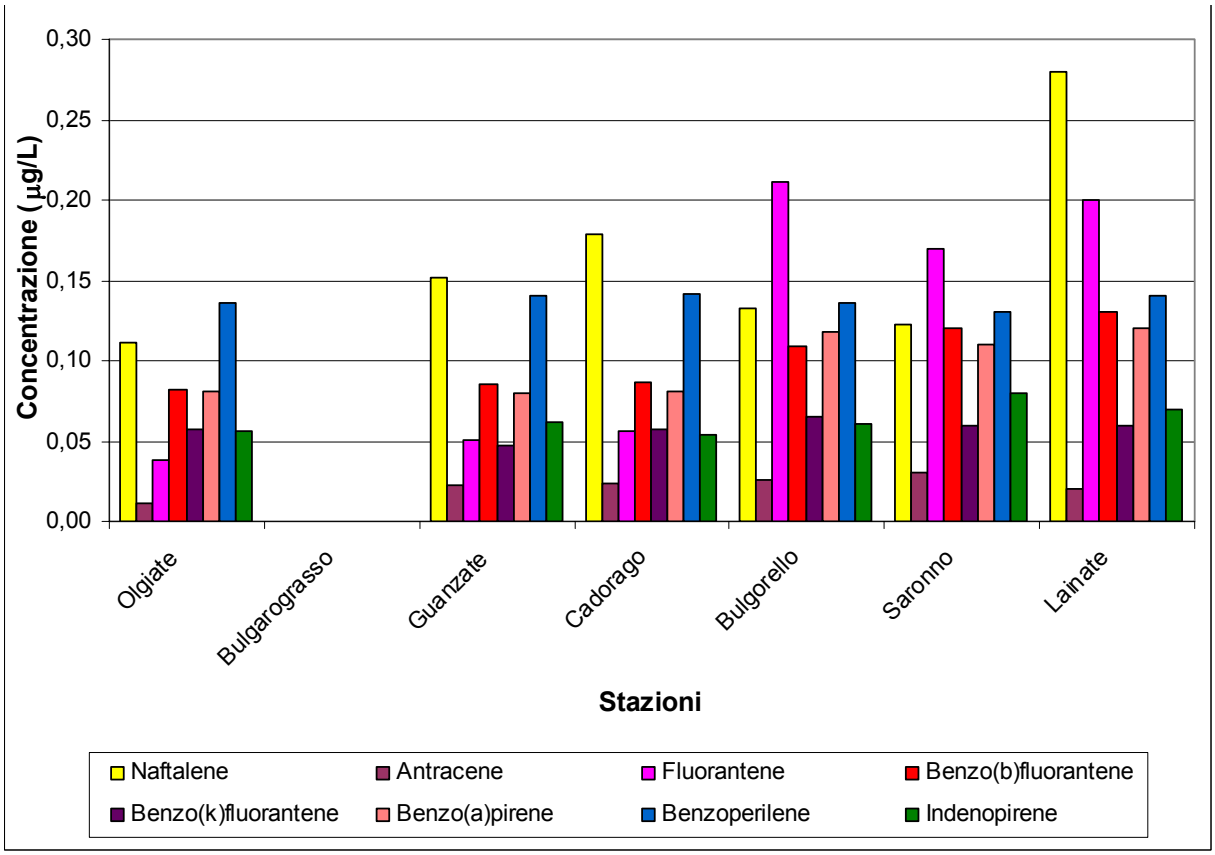


Figura 4.25 – Concentrazioni di IPA rilevate in alcune stazioni di campionamento il 15 novembre 2006

4.3.1 Matrici liquide

I dati ottenuti con i campioni di acqua indicano, in tutti i campionamenti, una discreta biostimolazione (ormesi), come si osserva in Fig. 4.22. Tale fenomeno potrebbe dipendere sia dalla forte presenza di nutrienti sia dall'effetto di basse concentrazioni di sostanze tossiche e non risulta pertanto in nessun caso allarmante.

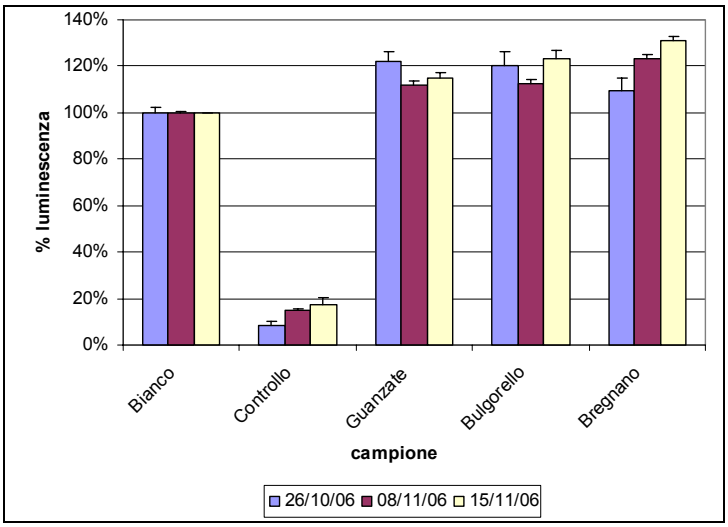


Figura 4.26 – Percentuale media di bioluminescenza emessa dai campioni d'acqua dopo 15 minuti e confronto con il controllo positivo e con quello negativo

4.3.2 Matrici solide

L'analisi dei campioni solidi è stata messa in atto per valutare, nel caso dei sedimenti, se la contaminazione idrica avesse determinato una conseguente contaminazione degli stessi tale da compromettere l'ecosistema acquatico, e nel caso dei terreni circostanti soggetti a periodiche esondazioni, si è valutato se è avvenuto un trasferimento della contaminazione dall'ambiente acquatico all' ecosistema terrestre. Il test è stato eseguito adottando processi di estrazione specifici per le diverse tipologie di composti potenzialmente tossici.

4.3.2.1 <u>Lisciviati</u>

Questo test denota una situazione abbastanza stabile attorno ai valori di bianco in quasi tutti i campionamenti, evidenziando una presenza trascurabile di sostanze tossiche solubili in acqua (Fig.4.23). In entrambi i campionamenti di novembre, i sedimenti di Guanzate rilevano una discreta biostimolazione, ed una condizione piuttosto siimile è emersa nei sedimenti delle altre due stazioni considerate.

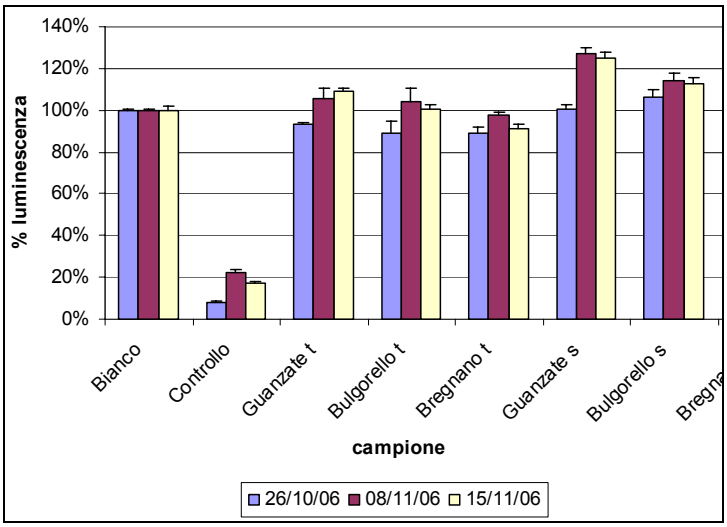


Figura 4.27 – Percentuale media di bioluminescenza emessa dai lisciviati dei campioni solidi dopo 15 minuti e confronto con il controllo positivo e con quello negativo

4.3.2.2 Componente organica

Anche l'istogramma relativo alla componente organica (Fig.4.24) mostra valori piuttosto stabili in tutti i campionamenti, molto simili al bianco, corrispondenti quindi all'assenza (o ad una presenza trascurabile) di sostanza tossica di natura organica.

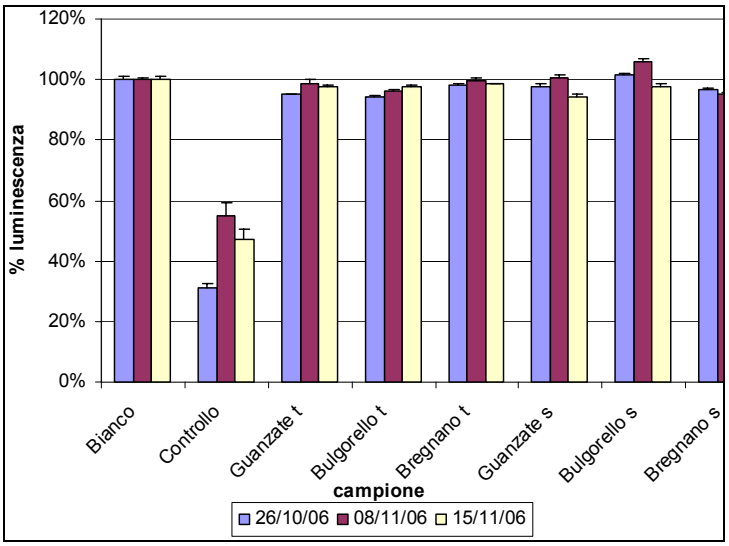


Figura 4.28 – Percentuale media di bioluminescenza emessa dalla componente organica dei campioni solidi dopo 15 minuti e confronto con il controllo positivo e con quello negativo

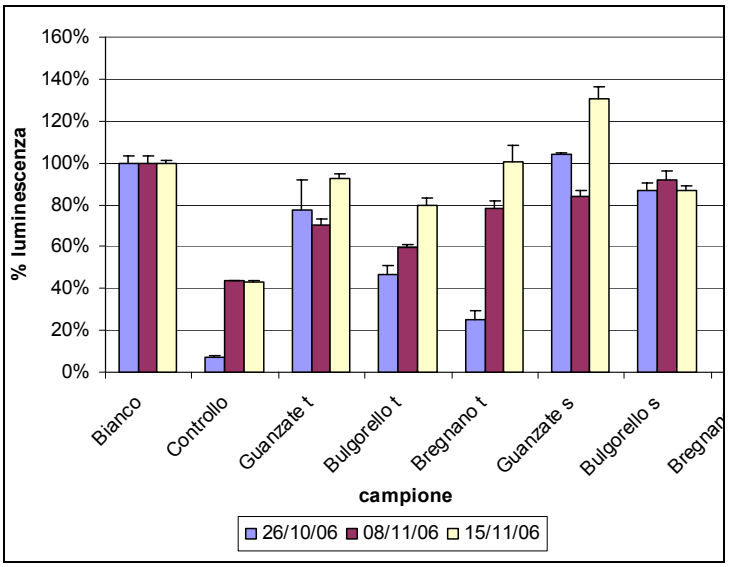


Figura 4.29 – Percentuale media di bioluminescenza emessa dalla componente metallica dei campioni solidi dopo 15 minuti e confronto con il controllo positivo e con quello negativo

4.3.2.3 Metalli

Il test ROTAS ha evidenziato una riduzione della bioluminescenza talvolta significativa e di entità molto variabile ad opera dei metalli presenti dei sedimenti (Fig.4.25). L'analisi sui sedimenti di Guanzate prelevati il 26 ottobre e il 15 novembre mostra, nel primo caso una bioluminescenza analoga a quella del bianco e nel secondo una discreta biostimolazione, mentre la componente metallica del campione prelevato l'8 novembre induce una certa tossicità. Nonostante la variabilità dei dati, una certa tossicità si osserva anche per la componente metallica dei sedimenti di Bregnano, mentre l'effetto dei campioni prelevati a Bulgorello è da ritenersi appena rilevabile.

Per quanto riguarda i terreni, a Bregnano da un campionamento all'altro si passa da situazioni di tossicità piuttosto marcata (26/10/2006) a tossicità poco più che rilevabile (8/11/2006) ad assenza di effetto (15/11/2006). Anche i dati relativi agli altri campioni, comunque, sono stati caratterizzati da una forte variabilità.

4.4 MONITORAGGIO - CONCLUSIONI

Le indagini condotte, mirate alla definizione della qualità delle acque del torrente Lura, hanno evidenziato uno stato di forte compromissione riscontrabile sia dai valori assunti dai principali macrodescrittori, sia dalla destrutturazione della comunità macrobentonica, sia dalla presenza di sostanze pericolose.

Le modificazioni morfologiche dell'alveo e delle sue rive concorrono alla compromissione generale dell'ambiente che risparmia solo alcuni tratti nei quali ancora, nonostante la cattiva qualità dell'acqua, l'habitat presenta caratteristiche di buona naturalità.

Nonostante questo, i test di tossicità realizzati non hanno evidenziato situazioni di probabile rischio acuto. Si tratta di indicazioni preliminari, dato il basso numero di campioni analizzati ed il fatto che è stato effettuato un solo tipo di saggio tossicologico, che comunque hanno la loro validità.

D'altra parte, il bacino del Lura ricade nell'areale pedemontano lombardo, zona di massima espansione urbana e industriale del Nord Italia, dove la pressione sui corpi idrici è più massiccia e si esplica in varie forme, coinvolgendo la qualità dell'acqua, i regimi idraulici e la morfologia degli habitat fluviali.

I risultati ottenuti permettono di affermare che le perturbazioni che più profondamente modificano la funzionalità ecosistemica del corpo idrico studiato, classificabile sottto i diversi aspetti come fortemente alterato, sono di tipo *pulse*, benché normalmente i parametri ambientali monitorati definiscano più compiutamente le alterazioni di tipo *press*. In accordo con quanto definito da Bender *et al*. (1984), una perturbazione *pulse* è un evento relativamente istantaneo che comporta disequilibri dopo i quali l'ambiente recupera, tornando verso lo stato originario. Viceversa, una perturbazione *press* è un'alterazione che dura stabilmente nel tempo, portando le comunità biotiche alla ricerca di equilibri nuovi. Il confine tra le due tipologie non è mai netto, ed occorre ricordare che la difficoltà nelle correlazioni può essere massima per la presenza contemporanea di più perturbazioni *pulse*, in grado di occultare vicendevolmente il proprio contributo specifico, con perturbazioni *press*, che possono costituire un problematico "rumore di fondo" e aver causato, ben prima del sopraggiungere degli eventi *pulse*, l'instaurarsi di equilibri molto diversi da eventuali situazioni "di riferimento".

A livello funzionale, le stazioni peggiori non sono risultate quelle più inquinate o morfologicamente meno strutturate, ma quelle più soggette a perturbazioni incostanti e distruttive quali secche o piene, spesso in un ambiente sotto altri aspetti di elevata qualità (come si rileva, tipicamente, nella stazione di Bulgarograsso).

Le caratteristiche del regime idraulico, associate alla minor o maggior capacità del substrato di offrire habitat e dunque di lenire gli effetti negativi delle pressioni *pulse*, sono dunque fondamentali, mentre il ruolo della componente di alterazione della qualità dell'acqua necessita di ulteriori puntualizzazioni. Per quel che riguarda quest'ultimo elemento, alla luce di quanto detto precedentemente, occorre distinguere due tipologie di azione. L'analisi multivariata ha, infatti, mostrato come non tutti i parametri descrittori dell'inquinamento concorrano in maniera analoga a definire le caratteristiche ecosistemiche delle biocenosi studiate. I valori di azoto ammoniacale e, in misura minore, di COD sono infatti stati associati a perturbazioni *pulse* quali le piene (per l'azione degli sfioratori di piena), ma non solo. Lo sversamento di azoto ammoniacale è di per sé, anche non in presenza di piene, una perturbazione *pulse* esso stesso, in grado di esercitare un effetto tossico diretto (o indiretto per consumo di ossigeno disciolto nel processo di ossidazione a nitrato) proporzionale alla concentrazione raggiunta. Viceversa, si è evidenziato come le concentrazioni di nitrati, fosforo e, generalmente, sostanza organica, associati anche ai valori di conducibilità, si siano configurate come indicatori di una più generale perturbazione *press*, che oltretutto comporta, come già puntualizzato in Nedeau *et al*. (2003), la presenza di un deflusso minimo garantito in alveo, dato dall'effluente degli impianti di depurazione, che, di fatto, diminuisce il numero e la magnitudo delle pressioni *pulse*.

Per quanto riguarda la funzionalità ecosistemica, l'influenza maggiore è esercitata dal regime idraulico. Numerosi studi hanno stabilito, nel corso degli anni, che la correlazione principale tra una data specie o un dato tratto fisiologico con l'ambiente circostante (anche al netto di fenomeni perturbativi) è data da velocità della corrente, profondità e granulometria del substrato (tra gli altri, cfr. Gore, 1978; Mérigoux & Dolédec, 2004; Beauger *et al*., 2006). Tendenzialmente, la qualità delle comunità tende a diminuire principalmente sulla base della diminuzione della velocità, che influenza indirettamente anche il substrato attraverso i cicli di erosione e deposizione. Gli studi condotti nell'ambito della presente ricerca sul torrente Lura, pur basandosi su variabili ambientali meno specifiche (velocità e altezze medie dell'intero transetto), confermano tali indicazioni. La situazione è aggravata dal fatto che a fenomeni di scarsità d'acqua e ad eventi prolungati di secca vera e propria, almeno in alcuni tratti del torrente, si succedono piene improvvise.

Boulton (2003) diversifica l'effetto di tali eventi in funzione della durata: fenomeni di secca di pochi giorni, in presenza di pozze d'acqua residua e rivoli, pur comportando profondi mutamenti nella struttura delle comunità che si reinsedieranno successivamente, non comportano effetti evidenti quanto eventi più prolungati. In tali casi, la mancata ricolonizzazione da parte di specie non dotate di accorgimenti fisiologici per resistere ad eventi catastrofici di tal fatta porta ad assenze che possono perdurare a lungo (anche anni) con riflessi sull'equilibrio funzionale dell'intero ambiente fluviale e ripario. Nella stazione di Bulgarograsso, nei primi dieci mesi del 2006, l'acqua è stata presente con continuità solo fino ad aprile (anche a causa delle abbondanti nevicate invernali), mentre successivamente si è verificata stabilmente una condizione di secca completa interrotta sola da tre episodi di piena, che hanno comportato la presenza d'acqua per soli due giorni ciascuna. Al di là dei casi più eclatanti, come quello sopra riportato, nel corso dello studio è stato possibile valutare gli effetti degli eventi di piena anche in situazioni di minor stress complessivo. Ne è risultato che le piene sono una tipologia di perturbazione *pulse* che presenta un'elevata correlazione negativa con la qualità morfologica dell'alveo. In altre parole, al contrario degli eventi di secca che, assiomaticamente, distruggono le comunità acquatiche, gli eventi di piena producono minori effetti, a parità di magnitudo, in alvei che garantiscono habitat diversificati e stabili, in grado di offrire varie tipologie di rifugio a individui appartenenti a *taxa* e gruppi funzionali differenti. In generale, si è potuta osservare, dopo il passaggio di piene, una rarefazione nelle densità di individui.

Tutto questo concorre a confermare la necessità di una strategia integrata che affronti simultaneamente i problemi qualitativi e quantitativi nella quale ben si inserisce il progetto di realizzazione di vasche di laminazione e l'utilizzo di parte di queste come aree umide che possano fornire rifugi (in alveo o fuori di esso) per la fauna bentonica e favorirne il potenziale di ricolonizzazione.

In base a quanto riportato al capitolo 4, si può confermare che all'aumento delle portate il carico inquinante aumenta inizialmente e localmente per effetto dell'immissione di reflui non trattati dagli scaricatori di piena, che comportano tra l'altro lo sversamento di azoto ammoniacale, al contrario degli effluenti degli impianti di depurazione. Le concentrazioni in alveo diminuiscono poi nel tempo e nello spazio: lungo l'asta del torrente per effetto della maggiore diluizione e nei tempi successivi all'inizio dell'evento meteorico, per l'esaurimento della prima onda nera generata dagli scaricatori e la conseguente prevalenza dell'effetto diluizione.

In termini quantitativi, considerando le caratteristiche delle acque del Lura, è stata fatta una valutazione della diluizione necessaria perché le concentrazioni di inquinanti scendessero al di sotto dei valori critici e potessero quindi essere invasate o canalizzate in una wetland senza problemi per la vegetazione o per il suolo sottostante o per un eventuale accumulo e riutilizzo delle acque stesse, in alveo o altrove.

Tabella 4.11 – Confronto tra i valori medi (nel tratto Cadorago-Saronno) del 75° percentile dei macrodescrittori di inquinamento (calcolato sulla totalità dei campionamenti effettuati) con i valori di riferimento per il secondo Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM) definito dal D.Lgs.152/99 e relativo fattore di diluizione.

Parametri	**Lura 75° percentile**	**II Livello LIM**	**Fattore di diluizione**
BOD_5 (mg/L)	13	4	3
COD (mg/L)	61	10	6
Fosforo totale (mg P/L)	1	0,15	7
Ammoniaca (mg NH_4/L)	1	0,1	10
Azoto nitrico (mg N-NO_3/L)	12	1,5	8
Escherichia coli (MPN/100 mL)	7860	1000	8
Cond.elettrica (μS/cm)	1167	4	292

Tabella 4.12 – Confronto tra i valori medi (nel tratto Cadorago-Saronno) del 75° percentile dei macrodescrittori di inquinamento (calcolato sulla totalità dei campionamenti effettuati) con i limiti per il riutilizzo irriguo stabiliti dal DM 185/2003 e relativo fattore di diluizione.

Parametri	**Lura 75° percentile**	**DM 185/2003**	**Fattore di diluizione**
BOD_5 (mg/L)	13	20	-
COD (mg/L)	61	100	-
Fosforo totale (mg P/L)	1	2	-
Azoto totale(mg N/L)		15	-
Ammoniaca (mg NH_4/L)	1	2	-
Escherichia coli (MPN/100 mL)	7860	10	786
Cond.elettrica (μS/cm)	1167	3000	-

In Tabella 4.11 sono posti a confronto i valori medi (nel tratto Cadorago-Saronno) del 75° percentile dei macrodescrittori di inquinamento (calcolato sulla totalità dei campionamenti effettuati) con i valori di riferimento per il secondo Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM), corrispondente alla seconda classe di qualità definita dal D.Lgs.152/99 come obiettivo di risanamento, ed è stato calcolato il fattore di diluizione che sarebbe necessario perché le acque del Lura rientrassero in tale classe. Nella Tabella 4.12 un confronto analogo è stato effettuato con i requisiti di qualità per le acque reflue destinate al riutilizzo irriguo (Decreto Ministeriale 185/2003), nell’ottica di utilizzare un riferimento “ufficiale” per valutare l’eventuale probabilità di danni a carico del suolo e/o dei vegetali presenti all’interno delle vasche.
Nell’ipotesi di dimensionare le vasche di laminazione anche per portate relativamente basse, con brevi tempi di ritorno, la soglia minima di attivazione potrebbe essere fissata a 3 m^3/s. In tali condizioni, rispetto alle portate medie rilevate nel corso dell’indagine (intorno a 0.3 m^3/s), determinate in larga misura dallo scarico dell’impianto di depurazione di Bulgarograsso (Alto Lura), l’acqua presente in alveo consentirebbe di diluire almeno 10 volte il carico inquinante attualmente misurato, tenuto conto anche dell’influenza irrilevante dell’aumento delle portate in ingresso sul rendimento depurativo dell’impianto. Tale diluizione sarebbe sufficiente per garantire una qualità dell’acqua compatibile con il Livello 2 del D.Lgs.152/99 eccezion fatta per la conducibilità elettrica. Per quanto riguarda un eventuale riutilizzo in agricoltura, l’unico parametro che, teoricamente, richiederebbe una diluizione, è quello batteriologico, il che consente di escludere ragionevolmente qualunque possibile danno a carico del suolo e dei vegetali presenti nelle aree di esondazione e nelle aree umide da alimentare con l’acqua di piena.

5. PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RECUPERO

5.1 LA STRATEGIA DELLE AREE UMIDE

I monitoraggi condotti e le successive elaborazioni dei dati acquisiti possono essere utilizzati nella definizione e nella pianificazione di interventi di salvaguardia e recupero, siano singoli o inseriti nell'ambito più complesso di una strategia integrata. In particolare, le metodologie diagnostiche che utilizzano l'approccio multivariato consentono:

1. Di definire il grado di correlazione tra la qualità dell'ecosistema e le diverse variabili ambientali, permettendo una almeno parziale quantificazione delle pressioni agenti e del loro ruolo.
2. Di individuare, per una sezione monitorata, non solo lo scostamento da un eventuale *optimum*, ma anche le conseguenze di tale scostamento nei confronti dell'insieme dei processi funzionali dell'ecosistema.
3. Di programmare interventi calibrati sulle necessità della biocenosi, definite proprio dagli scostamenti di cui al punto 2.

Di seguito si procederà alla pianificazione di interventi volti al risanamento del torrente Lura, utilizzando le indicazioni ottenute dal monitoraggio e dall'analisi dei dati raccolti su base quinquennale presentati al capitolo 4.

Riassumendo l'insieme delle azioni necessarie ad un miglioramento della qualità biologica ed ecologica, si può affermare che, in ordine di importanza, esse siano:

1. L'aumento della portata presente nel fiume, al fine di garantire il continuum fluviale dove esso tende a interrompersi, aumentare le portate disponibili per il trasporto della materia e per la diversificazione degli habitat, diluire i carichi inquinanti provenienti dagli impianti di depurazione.
2. L'eliminazione o, ove non possibile, il trattamento degli scarichi non collettati e degli scolmatori di piena, in grado di ingenerare fenomeni di tossicità.
3. L'aumento della stabilità degli ambienti fluviali e ripari e la loro diversificazione (aree umide e rifugi), al fine di garantire strutture di ritenzione, protezione per le specie bentoniche e, in prospettiva, per l'ittiofauna, nonché serbatoi di ricolonizzazione.
4. Lo scolmo delle piene, specie nel tratto comprendente le sezioni di Bulgarograsso e Guanzate.
5. L'affinamento dei carichi inquinanti provenienti dagli impianti di depurazione, prima che vengano immessi nel corso d'acqua o, in subordine, una volta miscelati alle portate diluenti.

Esistono molte tipologie di intervento in grado di ottenere uno o più degli scopi prefissi, che possono essere considerati obiettivi del risanamento della maggior parte dei piccoli corsi d'acqua antropizzati, in particolare dei torrenti che attraversano le zone più densamente urbanizzate. Tuttavia, molti degli approcci normalmente utilizzati presentano alcuni limiti: il più grande è che un intervento volto a porre rimedio ad una delle alterazioni riscontrate (ad esempio, la canalizzazione per lo scolmo delle piene) può essere antagonistico rispetto agli altri obiettivi, riducendo la funzionalità ecosistemica di altre componenti (la canalizzazione normalmente diminuisce la capacità di interazione tra rive ed alveo e riduce la diversità e stabilità degli habitat). Più semplicemente, il problema più comune è dato dalla mancanza di integrazione tra interventi in ambiti diversi, con conseguenti perdite nell'efficienza (anche in termini di costi economici) del sistema e nell'efficacia (in termini di ventaglio di obiettivi ecosistemici raggiungibili con lo stesso intervento).

Di seguito viene presentata una proposta di strategia integrata, nata nel corso dell'analisi delle criticità relative al torrente Lura e focalizzata sulla risoluzione dei problemi precedentemente esposti, con lo scopo preciso, nel far ciò, di aumentare il più possibile le capacità funzionali del *river continuum* analizzato. La strategia è definibile come integrata poiché ciascuno degli elementi che ne costituiscono l'ossatura tenta di esplicare i suoi effetti benefici sul maggior numero possibile di criticità individuate e, inoltre, l'efficacia massima è raggiunta con l'utilizzo contemporaneo di tutti gli elementi.

Gli interventi si basano tutti sul medesimo principio: un *passo indietro* al fine di riprodurre o ricostituire artificialmente le condizioni presenti diffusamente in natura nelle cosiddette *aree umide* (paludi, lanche, zone di transizione degli ecosistemi acquatici…), aree nelle quali la degradazione della materia organica, l'assimilazione dei nutrienti e tutti gli altri processi ecosistemici sono portati ad un livello di efficienza notevole. Il concetto di base è la ricostituzione, con

modalità e su superfici decise dall'uomo, degli stessi accorgimenti regolativi propri dell'ambiente originario e che sono scomparsi con il crescere della pressione antropica e con l'affermarsi delle sue fasi più invasive e disordinate.
Un'altra caratteristica che fa delle aree umide una strategia non solo possibile, ma anche molto competitiva è l'indipendenza energetica delle proprie parti funzionali, che non richiedono alcuna immissione di corrente elettrica o di altro tipo di energia fornito dall'uomo. Ciò la rende una tecnologia a basso costo realizzativo e gestionale, e applicabile in situazioni caratterizzate da un complesso inserimento ambientale, dove, per sua stessa natura, deve essere lasciata libera di evolversi naturalmente.
Il fulcro del funzionamento delle aree umide come agenti di depurazione è l'equilibrio ecosistemico che in esse si instaura, e che vede come elemento centrale le idrofite, più conosciute con il nome di piante acquatiche o piante palustri (canneti, ecc…): ecco perché la capacità di abbattimento dei carichi inquinanti offerta da questo tipo di ecosistemi è nota con il nome di *fitodepurazione*. Allo stesso tempo, le aree a ciò deputate consentono di prevedere, se opportunamente calibrate, lo scolmo delle piene (essendo spazi anche ampi ed in contatto con il corso d'acqua) nonché l'aumento della portata di base in alveo, sia a causa del rilascio graduale di acqua dalle zone di ritenzione delle piene, sia, soprattutto, per il ripristino dei normali canali di alimentazione del corpo idrico, procedendo in senso inverso rispetto alla tendenza all'impermeabilizzazione dei bacini, con ciò che ne consegue. La strategia è costosa dal punto di vista della superficie utilizzata, ma occorre precisare che la tendenza odierna è di utilizzare, nelle aree di massimo sviluppo antropico, le zone di pertinenza fluviale come parchi, vuoi perché sono terreni di difficile edificabilità e sfruttamento, vuoi perché ne è riconosciuta la valenza ambientale, ecotonale, fruitiva e ricreativa. Un uso accorto di tali superfici consente l'implementazione della strategia delle aree umide anche in un contesto fortemente urbanizzato.
Occorre ricordare che le componenti della strategia complessiva non sono sempre ben distinte tra di loro e che, anzi, la strategia è tanto più efficiente quanto più le valenze di ciascun intervento sono molteplici e integrate tra loro. Tuttavia, a grandi linee è possibile classificare i diversi elementi funzionali. Essi sono:

1. Prati umidi e stagni di alimentazione
2. Aree umide artificiali
3. Trattamenti di fitodepurazione
4. Vasche di laminazione
5. Fasce vegetate
6. Interventi di diversificazione in alveo

5.1.1 Prati umidi e stagni di alimentazione

Costituiscono l'aspetto più critico dell'insieme degli interventi, poiché sono da un lato lo strumento deputato a garantire il ripristino di deflussi minimi accettabili (cosa che si è visto essere fondamentale nel novero degli obiettivi prefissati), ma, d'altra parte, presentano una proporzionalità diretta tra superficie utilizzata ed efficacia, richiedendo aree molto vaste per risultati migliori, anche sulla base del contributo idrico per unità di superficie (definito tramite il regime pluviometrico e le caratteristiche territoriali) della zona di volta in volta considerata.
Un metodo di utilizzo efficace ne prevede l'uso come intermediari per la ricezione delle acque bianche provenienti dalle aree urbanizzate: se esiste la possibilità di implementare un sistema di raccolta separato per acque nere e meteoriche, queste ultime possono essere convogliate verso l'ecosistema intermedio (per l'appunto i prati umidi e gli stagni) da dove possono poi defluire con rilascio graduale verso il corso d'acqua. La raccolta separata delle acque non deve per forza essere effettuata mediante un sistema fognario separato (estremamente costoso in termini economici e di opere realizzative), ma può avvenire attraverso dispositivi localizzati applicati a edifici e superfici urbane, specie se di nuova realizzazione.
Gli stagni dovrebbero essere realizzati in corrispondenza di una superficie minima del bacino drenante di almeno 10 ettari (o superiore nel caso di stagni a ritenzione prolungata) in modo da mantenere idonei livelli idrici negli stagni permanenti. Superfici minime meno estese possono essere prese in considerazione nel caso in cui sia accertata la presenza di acqua, ad esempio, per la presenza di falde affioranti. In ogni caso deve essere effettuato un accurato studio idrologico e il bilancio idrico del bacino/sottobacino sotteso. Gli stagni andrebbero localizzati dove la topografia del terreno consente la massima capacità di invaso delle acque di pioggia con la minima necessità di scavo o con il minimo costo di costruzione.

La localizzazione dei prati umidi, poi, deve tenere conto del costo e degli usi del suolo e consentire il miglior inserimento ambientale. Sono da considerarsi non idonei terreni a forte pendenza (> 15%) o instabili. Gli interventi devono essere localizzati in modo da non causare alcun deterioramento nella qualità e nella funzionalità di altri copri idrici e devono rispettare le norme, i vincoli e le prescrizioni previste dalle norme locali in materia di pianificazione territoriale ed urbanistica.

5.1.2 Aree umide artificiali

Le aree umide artificiali sono interventi che, normalmente, offrono diversi effetti benefici e sono realizzati in concomitanza con opere di diversa natura, in particolare le vasche di laminazione. Tra gli obiettivi raggiungibili mediante la loro realizzazione si possono ricordare l'affinamento dei carichi inquinanti, la laminazione delle piene, l'ossigenazione delle acque ad opera delle piante palustri, la diversificazione degli habitat fluviali, ripari e terresti, la ritenzione idraulica che, in determinate condizioni, può incrementare il deflusso in alveo. Fondamentalmente, intenderemo le aree umide come l'insieme degli interventi in cui si vanno a ricreare ambienti umidi artificiali lungo il corpo idrico. Si configurano come bacini scavati dal perimetro irregolare e il più possibile naturaliforme (Figura 5.1), lanche artificiali, bracci del corso d'acqua fuori asse rispetto al gradiente di massima velocità della corrente in cui possono svilupparsi formazioni vegetali di piante palustri. In tali aree le idrofite sono acclimatate in modo da garantire la massima efficienza depurativa nei confronti dell'acqua fluente dal corpo idrico e il massimo interscambio di materia ed energia con le comunità biologiche.

Figura 5.1 – Zona umida ricostruita a Castelnovo Bariano (RO)

La tecnica appare di estremo interesse specie se integrata ad altri interventi, al fine di ottenere più effetti sinergici:

- Aumento delle caratteristiche di pregio (Knight, 1997) del corpo idrico impattato dal refluo (biodiversità, differenziazione degli habitat funzionali per i vari cicli vitali di numerose comunità biotiche, valenza didattica e frutiva);
- Possibilità di utilizzo in aree dove altri interventi non sono possibili;
- Possibilità di uso integrato con altri interventi, non solo depurativi (vasche di laminazione, aree inondabili, progetti di recupero in generale).

Nel caso dell'integrazione con vasche di laminazione si dovrà innanzitutto stabilire qual è l'obiettivo principale: occorrerà capire se l'intervento debba essere un agente di diversificazione della diversità funzionale atto all'innesco di dinamiche depurative con una secondaria capacità di aiuto nell'invaso di colmi di piena o se, piuttosto, non debba essere un'area deputata al controllo delle piene con una secondaria capacità di rimozione di determinati inquinanti. Da questa decisione di strategia generale conseguono le decisioni tattiche (locazione, volumi di invaso, tempi di ritenzione) e le scelte progettuali (caratteristiche morfologiche e idrauliche, vegetazione, composizione del substrato).

5.1.3 Trattamenti di fitodepurazione

I trattamenti intensivi di fitodepurazione, atti ad affinare i carichi in uscita dagli impianti di depurazione o a trattare completamente gli scarichi non collettati, si ottengono in habitat artificiali costituiti da bacini impermeabilizzati e riempiti con un substrato (*medium*) idoneo alla crescita delle idrofite, generalmente costituito da sabbia o ghiaia, in cui il liquame da trattare viene applicato in modo da mantenere il flusso idrico all'interno del *medium* stesso, ossia senza battente idrico libero. I trattamenti di fitodepurazione si basano su processi biologici in cui le piante acquatiche hanno un ruolo chiave nella depurazione del refluo. La capacità depurante può espletarsi in vari modi:

- per azione diretta delle piante;
- per azione dei batteri che si sviluppano sugli apparati radicali;
- per azione dei batteri anche liberi che trovano un ambiente ad essi idoneo nell'ecosistema formato dalle piante e nel substrato;
- per sedimentazione, precipitazione e/o adsorbimento;
- per volatilizzazione.

E' opinione comune e riconosciuta, in ogni modo, che la maggior parte dei processi attivi avvengano per azione delle comunità batteriche associate alle piante, la cui attività è favorita dal rilascio dell'ossigeno atmosferico assorbito dagli apparati aerei delle piante e condotto per cavitazione alle radici, dove viene liberato e reso disponibile per i processi ossidativi dei microrganismi aerobi.

Le idrofite utilizzate sono la cannuccia o canna di palude (*Phragmites* sp.), la mazzasorda (*Typha* sp.) e i giunchi di palude (*Scirpus* sp., *Juncus* sp., *Schoenoplectus* sp.), caratterizzate dalla capacità di accrescere in profondità il proprio apparato radicale/rizomatoso.

Gli impianti con questo tipo di flusso si distinguono in sistemi orizzontali e verticali. I sistemi a flusso subsuperficiale (SSF) hanno in genere dimensioni inferiori a quelle dei sistemi a flusso superficiale (concettualmente molto simili alle aree umide precedentemente presentate), poiché esiste una maggiore disponibilità di spazio per l'attività batterica, data dall'elevata superficie di contatto tra substrato e liquido percolante; si osservano inoltre minori problemi riguardo le esalazioni e la presenza di insetti, oltre che una maggiore efficienza alle basse temperature. Per contro, i sistemi SSF sono più costosi (basti pensare al costo del volume di ghiaia necessario a riempire le vasche) e sono più delicati dal punto di vista idraulico (possibilità di intasamento). Le rese, in termini di abbattimento del carico inquinante, sono elevate, specialmente per quel che riguarda l'azoto ammoniacale, i SST, la materia organica e la carica batterica: l'ambiente delle vasche fitodepuranti permette un'ossidazione spinta, fino ad ottenere rese del 99-100% per quel che riguarda l'NH_4 e la concentrazione di *E. coli* (Borin, 2003).

5.1.4 Vasche di laminazione

Sono aree facenti parte della piana di inondazione sulle quali si permette l'espansione (controllata da argini o dalla morfologia del terreno) delle acque di piena, facendole poi rientrare lentamente in alveo nel periodo successivo al passaggio della piena stessa. Permettono di diminuire l'impatto dei disturbi *pulse* dati dalle piene, quantomeno nelle loro forme più catastrofiche, e sono interventi che si prestano ad essere integrati con altre soluzioni, quali le aree umide e gli interventi in alveo. Dal punto di vista idraulico e della protezione del territorio esse sono descritte diffusamente ed esaustivamente in altre parti della relazione. Nel presente capitolo sono considerate unicamente dal punto di vista della loro relazione con l'ecosistema acquatico.

5.1.5 Fasce vegetate

Dette anche fasce filtro o tampone (*buffer/filter strips*), consistono in aree vegetate adiacenti ai corpi idrici. Possono essere naturali, negli ambienti ripari in cui un minor tasso di antropizzazione abbia consentito alla vegetazione costituente le fasce perifluviali di non scomparire, oppure possono essere piantumate appositamente. In Italia si è assistito negli ultimi anni ad un rinnovato interesse per la conservazione e la reintroduzione delle fasce boscate ripariali, soprattutto per l'interessamento di enti locali, in particolare alcune regioni, che hanno sovvenzionato o realizzato direttamente appositi programmi.

Lo scopo per cui vengono realizzate ex-novo delle fasce tampone è di proteggere i corpi idrici da inquinanti quali i solidi sospesi, i nutrienti e la materia organica, prevenire il dissesto idrogeologico e fornire all'ecosistema acquatico adiacente alcune importanti componenti funzionali (ad esempio la FPOM, ma anche l'ombra…). Le fasce tampone, come le aree umide presentate precedentemente, offrono benefici secondari legati alla diversificazione degli habitat

per le specie animali e vegetali, all'aumento di biodiversità locale e all'implementazione di corridoi ecologici di migliore qualità rispetto al corso d'acqua in sé.
Le caratteristiche delle fasce che le rendono utili ai fini della protezione degli ambienti acquatici sono date dalle loro capacità di essere un tampone (tra l'uso antropico del territorio e il recettore da salvaguardare) e di essere un filtro, in grado di intrappolare i sedimenti e assorbire il ruscellamento superficiale.
Le fasce tampone sono costituite da diverse componenti, tutte generalmente parallele al corso o specchio d'acqua che circondano. Possono essere individuate fondamentalmente tre parti principali, nell'ordine (avvicinandosi al corpo idrico):

1. Fascia erbosa di almeno 5-10 metri, specificatamente deputata alla rimozione degli inquinanti presenti nel ruscellamento superficiale proveniente dagli ambienti circostanti.
2. Fascia arbustiva di transizione, dove si hanno ulteriori abbattimenti dei carichi diffusi a livello del suolo e delle radici. Questa parte intermedia garantisce anche la massima diversificazione a livello di habitat del corridoio ecologico.
3. Fascia arborea perifluviale, che agisce fornendo componenti essenziali ai cicli dell'ecosistema acquatico e isolandolo da possibili disturbi esterni.

In generale, la massima efficacia si raggiunge superando la soglia critica, relativamente alla totalità dell'ecosistema filtro, di 30 metri di ampiezza.

5.1.6 Interventi di diversificazione in alveo

Possono essere di varia natura, ma tutti volti, normalmente, a diversificare e stabilizzare gli habitat disponibili. Si eseguono con tecniche di ingegneria naturalistica e mirano al raggiungimento di tre obiettivi:

- Creare il massimo della diversità biologica ampliando lo spettro delle granulometrie del substrato, delle velocità della corrente e delle profondità.
- Consentire una corretta interazione tra le comunità biologiche e la materia organica in tutte le sue forme (principalmente FPOM), mediante il formarsi di strutture di ritenzione stabili in alveo.
- Stabilizzare il fondale e offrire rifugio agli organismi acquatici in caso di eventi perturbanti (principalmente piene).

5.2 MODELLAZIONE DEGLI EFFETTI BENEFICI DELLA STRATEGIA DELLE AREE UMIDE

Gli interventi presentati nel paragrafo 5.1, utilizzati come base per pianificare la strategia di risanamento del torrente Lura, sono stati inseriti, a livello progettuale, nel contesto del bacino e la loro efficacia è stata testata utilizzando il modello di simulazione fluviale QUAL2E. Ciò al fine di valutare l'efficacia dei diversi scenari, con particolare riferimento all'uso integrato e contemporaneo dell'intero ventaglio di interventi proposti. Occorre precisare che il modello si presta unicamente ad una valutazione della qualità dell'acqua e della portata presente in alveo. Non è possibile determinare l'efficacia della strategia delle aree umide sulla funzionalità ecologica, per la quale occorrerebbero altre tipologie modellistiche. In particolare, è lecito supporre che si potrebbe approntare un modello integrato al fine di considerare tutte le variabili (ambientali e diagnostiche) presentate nei paragrafi precedenti utilizzando contemporaneamente (attraverso una piattaforma GIS), un modello di simulazione della qualità delle acque (quale, appunto, QUAL2E), un modello dei regimi idraulici (come ad esempio HEC-RAS) e un modello di Habitat Suitability per i taxa macrobentonici (PHABSIM – USGS, 2001).
Tuttavia, le simulazioni condotte attraverso QUAL2E consentono di visualizzare alcune informazioni importanti. Accettando la capacità intrinseca degli interventi progettati di migliorare la funzionalità ecologica, in quanto sono stati scelti proprio per tale motivo ed esiste una corposa letteratura che ne testimonia la validità in tal senso, si può valutare l'efficacia della strategia proposta sotto altri aspetti, principalmente legati alla classe di qualità dell'acqua e alla capacità di mantenere un deflusso minimo nell'intera asta fluviale. Tali aspetti rivestono un notevole interesse, poiché occorre non dimenticare che la legislazione attuale riguardo al recupero qualitativo dei corpi idrici si basa sulla classificazione attraverso i parametri LIM e IBE, nonostante il presente lavoro abbia dimostrato la parzialità di tale approccio. Il modello QUAL2E è stato tarato utilizzando i dati di portata media, chimico-fisici ed ambientali rilevati sul campo e determinati in laboratorio, creando tre scenari relativi alla situazione attuale nei tre diversi regimi idrologici di magra, morbida e piena (a titolo esemplificativo, si vedano gli andamenti del COD riportati in Figura 5.2 e li si confronti con i dati reali rappresentati in Figura 5.3).

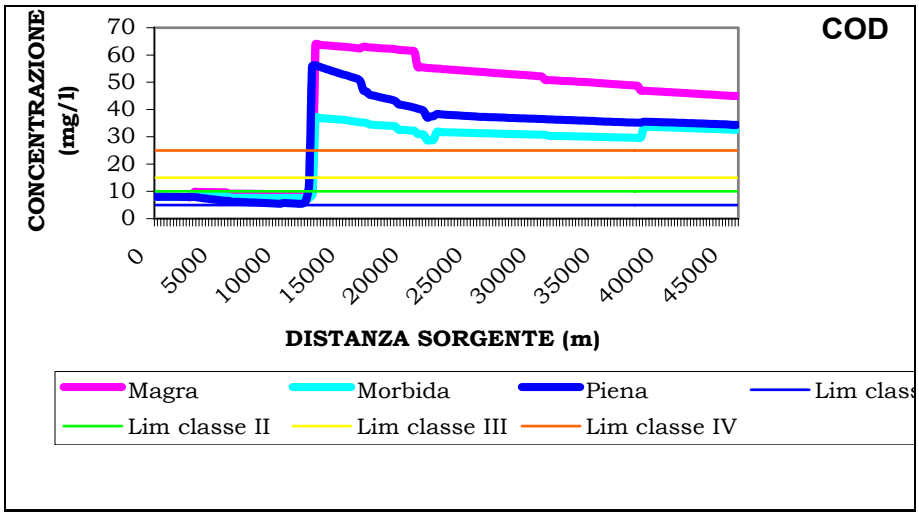


Figura 5.2 – Andamento del parametro COD nei tre diversi scenari di taratura.

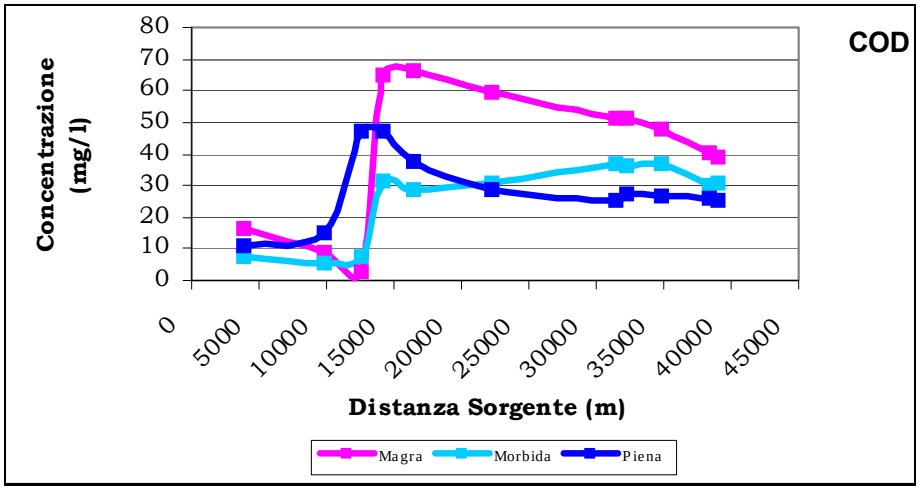


Figura 5.3 – Andamento reale del parametro COD nei tre diversi regimi idrologici.

In seguito, sono stati introdotti nel sistema e modellizzati gli interventi realizzabili nel contesto della strategia delle aree umide, con l'obiettivo finale di:

- Garantire il continuum fluviale anche in tempo secco.
- Aumentare la funzionalità ecosistemica complessiva a livelli quantomeno sufficienti.
- Diminuire le concentrazioni di sostanze inquinanti sotto la soglia della classe 3 anche nel tratto dominato dagli effluenti dell'impianto di depurazione.
- Permettere lo scolmo delle piene con tempo di ritorno elevato secondo le indicazioni dell'AdB del Po.

Per far ciò, sono stati inseriti vari elementi. Nello scenario *wetlands* sono stati programmati un totale di 40 Ha di aree umide nel tratto tra Olgiate e Lomazzo, per la stragrande maggioranza (>75%) dopo l'ingresso dell'impianto di depurazione di Bulgarograsso, inserite nella zona di pertinenza fluviale e, parzialmente, ubicate nei pressi delle vasche di laminazione per il contenimento delle piene, disseminate sul territorio. Nel posizionare le opere di presa e di rilascio di tali manufatti si è anche provveduto alla diversificazione degli ambienti in alveo,creando nuovi microambienti per la fauna. La capacità depurativa è stata stimata sulla base di Gilliam (1994), Bonomo & Pastorello (1996), Knight (1997).

Nello scenario *fitodepurazione* si è ipotizzato l'inserimento di un impianto subsuperficiale, piantumato a *Phragmites* spp., per il finissaggio dell'effluente dell'impianto di depurazione di Bulgarograsso, della superficie di 7 ha. Contestualmente, si sono modellizzati il collettamento degli scarichi presenti a monte della stazione di Olgiate Comasco e l'innalzamento della soglia dello sfioratore di piena a monte di Guanzate. La capacità depurativa dell'impianto è stata stimata sulla base di Johansen & Brix (1996), Vismara *et al*. (2000), Borin (2003).

Lo scenario *Wetlands e Fitodepurazione* vede l'applicazione congiunta dei precedenti due.

Lo scenario *Deflusso Minimo Vitale* (o *DMV*) è stato creato ripristinando la funzionalità di molti dei prati umidi naturalmente presenti nella zona delle sorgenti del Lura, ipotizzando la creazione di un Parco Locale ideato *ad hoc* e interessando una superficie di circa 450 Ha. Sono stati realizzati degli stagni intermedi per la ritenzione delle acque di pioggia al fine di calmierare gli eventi estremi, sia per quel che riguarda la siccità che le precipitazioni intense. Ciò ha portato alla determinazione di un contributo idrico aggiuntivo, alla stazione di Olgiate Comasco, di circa 150 l/s in tempo secco.
Lo scenario *integrato*, infine, è dato dall'applicazione contemporanea di tutte le opere presentate precedentemente.
I valori dei principali macrodescrittori della qualità chimico-fisica nei diversi scenari sono presentati da Tabella 5.1 a Tabella 5.6, con riferimento agli scenari in tempo secco.

Tabella 5.1 – Valori di OD (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

OD (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	8,29	8,29	8,23	8,23	9,31	9,55
Lurate	7,73	8,32	7,67	8,27	10,06	10,50
Bulgaro	7,60	7,84	7,54	7,93	9,29	9,67
Guanzate	6,65	5,26	8,02	8,22	8,72	8,99
Cadorago	6,62	6,53	8,00	8,29	8,43	8,81
Lomazzo	7,01	7,38	7,72	8,30	8,10	8,69
Saronno H	7,20	8,24	7,59	8,40	7,78	8,52
Saronno VVF	7,39	8,45	7,65	8,48	7,87	8,63
Caronno Scolm	7,18	8,24	7,56	8,37	7,77	8,56
Caronno pre-impianto	7,16	8,05	7,53	8,25	7,70	8,45
Lainate	7,30	8,15	8,25	8,55	8,22	8,66

Tabella 5.2 – Valori di BOD (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

BOD (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	5,3	5,3	4,0	4,0	2,8	2,8
Lurate	2,9	2,6	2,3	2,0	1,3	1,2
Bulgaro	2,5	3,3	1,9	2,1	1,6	1,8
Guanzate	19,3	14,6	6,6	5,5	4,5	3,9
Cadorago	16,2	12,3	5,4	4,3	3,9	3,2
Lomazzo	9,8	5,9	4,0	2,6	3,2	2,2
Saronno H	5,5	1,9	1,8	0,8	1,7	0,8
Saronno VVF	4,7	2,4	1,5	0,7	1,5	0,8
Caronno Scolm	3,8	2,1	1,2	0,6	1,3	0,7
Caronno pre-impianto	3,0	1,8	1,0	0,5	1,1	0,6
Lainate	14,4	11,9	5,0	3,4	4,0	3,0

Tabella 5.3 – valori di COD (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

COD (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	10	10	8	8	5	5
Lurate	9	7	7	6	3	3
Bulgaro	9	11	8	8	5	6
Guanzate	63	52	46	40	28	25
Cadorago	63	52	46	37	28	24
Lomazzo	55	40	40	29	26	21
Saronno H	51	30	38	22	25	17
Saronno VVF	50	29	37	22	25	17
Caronno Scolm	50	29	37	22	24	17
Caronno	49	29	36	21	24	17
Lainate	47	35	40	29	31	24

Tabella 5.4 – valori di NH_4 (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

NH_3 (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	0,790	0,790	0,010	0,010	0,010	0,010
Lurate	0,510	0,410	0,030	0,020	0,000	0,000
Bulgaro	0,280	0,420	0,040	0,050	0,020	0,040
Guanzate	2,630	2,160	0,480	0,410	0,280	0,250
Cadorago	2,260	1,840	0,470	0,380	0,280	0,240
Lomazzo	1,840	1,310	0,390	0,270	0,250	0,190
Saronno H	2,160	0,970	0,360	0,200	0,240	0,160
Saronno VVF	2,100	1,320	0,360	0,200	0,240	0,150
Caronno Scolm	2,010	1,290	0,350	0,190	0,240	0,150
Caronno	1,920	1,260	0,340	0,190	0,230	0,150
Lainate	2,160	1,710	0,880	0,610	0,680	0,500

Tabella 5.5 – valori di NO_3 (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

NO_3 (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	1,540	1,540	1,500	1,500	0,940	0,940
Lurate	1,550	1,190	1,500	1,110	0,540	0,490
Bulgaro	1,720	2,010	1,560	1,590	0,850	1,160
Guanzate	12,600	10,460	7,800	6,770	4,770	4,310
Cadorago	10,440	8,650	7,780	6,420	4,770	4,170
Lomazzo	9,390	7,290	6,980	5,260	4,510	3,760
Saronno H	9,860	6,490	7,020	4,470	4,520	3,440
Saronno VVF	9,910	6,750	7,030	4,470	4,530	3,440
Caronno Scolm	9,980	6,760	7,040	4,470	4,530	3,440
Caronno	10,060	6,790	7,060	4,480	4,540	3,450
Lainate	8,230	6,500	6,570	4,970	5,060	4,110

Tabella 5.6 – valori di P totale (in mg/l) nei diversi scenari modellizzati in tempo secco.

P (mg/l)	Attuale	Wetlands	Fitodepurazione	Wetlands e Fitodepurazione	Deflusso Minimo Vitale	Integrazione
Olgiate	0,130	0,130	0,050	0,050	0,030	0,030
Lurate	0,110	0,080	0,050	0,040	0,020	0,020
Bulgaro	0,100	0,150	0,060	0,100	0,050	0,100
Guanzate	1,250	1,030	0,970	0,830	0,570	0,510
Cadorago	1,310	1,080	0,970	0,780	0,570	0,500
Lomazzo	1,150	0,890	0,840	0,650	0,520	0,450
Saronno H	1,170	0,790	0,840	0,570	0,520	0,430
Saronno VVF	1,170	0,800	0,840	0,570	0,520	0,430
Caronno Scolm	1,170	0,810	0,850	0,570	0,530	0,430
Caronno	1,170	0,810	0,850	0,570	0,530	0,430
Lainate	1,550	1,250	0,920	0,700	0,690	0,580

A titolo esemplificativo, viene riportato graficamente l'andamento del descrittore COD, da Figura 5.4 a Figura 5.9 (sempre in tempo secco). L'analisi dei risultati ottenuti con l'applicazione dello scenario integrato permette di affermare che a tali condizioni:

- Il continuum fluviale è interamente ripristinato.
- La qualità scende a livelli quantomeno accettabili (classe 1 e 2 prima dell'ingresso degli effluenti, classe 3 successivamente).
- La morfologia fluviale e la funzionalità ecosistemica dovrebbero beneficiare di notevoli miglioramenti, eventualmente riscontrabili attraverso controllo a feedback degli attributi ecosistemici dopo la realizzazione degli interventi o visualizzabili precedentemente attraverso l'implementazione di un modello adeguato allo scopo.

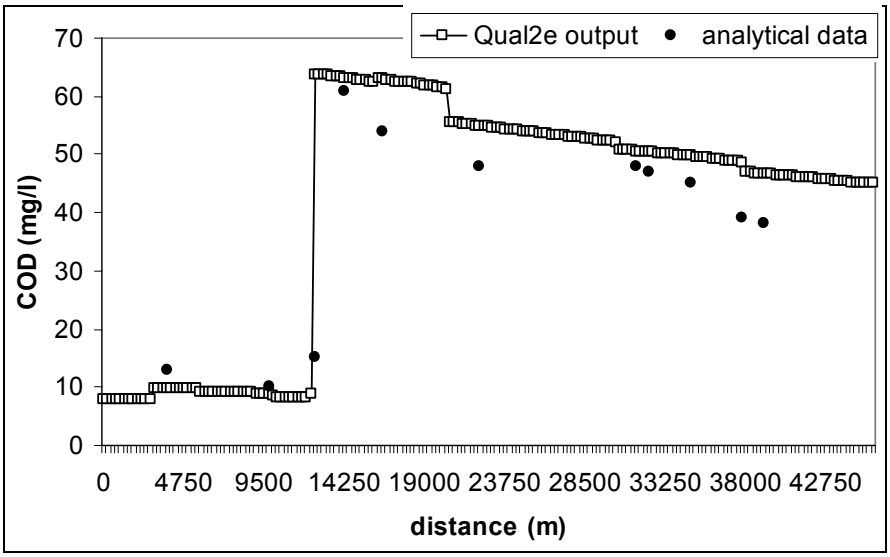


Figura 5.4 – Andamento medio del COD in tempo secco: modello QUAL2E e dati analitici.

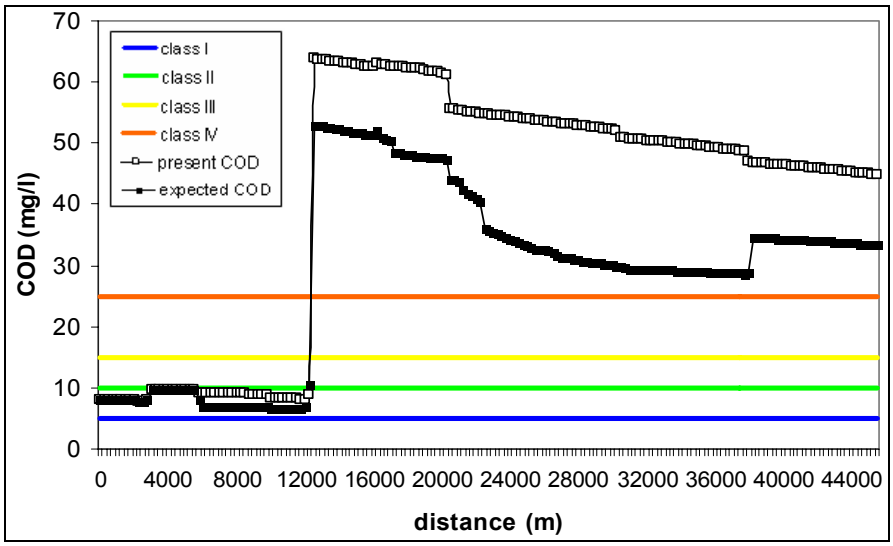


Figura 5.5 – Andamento del COD nelle condizioni attuali e nello scenario *wetlands*

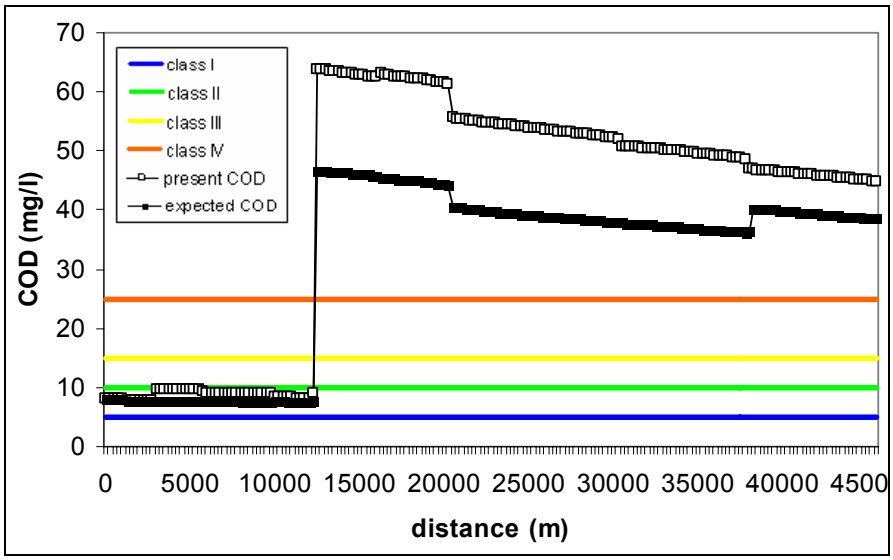


Figura 5.6 – Andamento del COD nelle condizioni attuali e nello scenario *fitodepurazione*

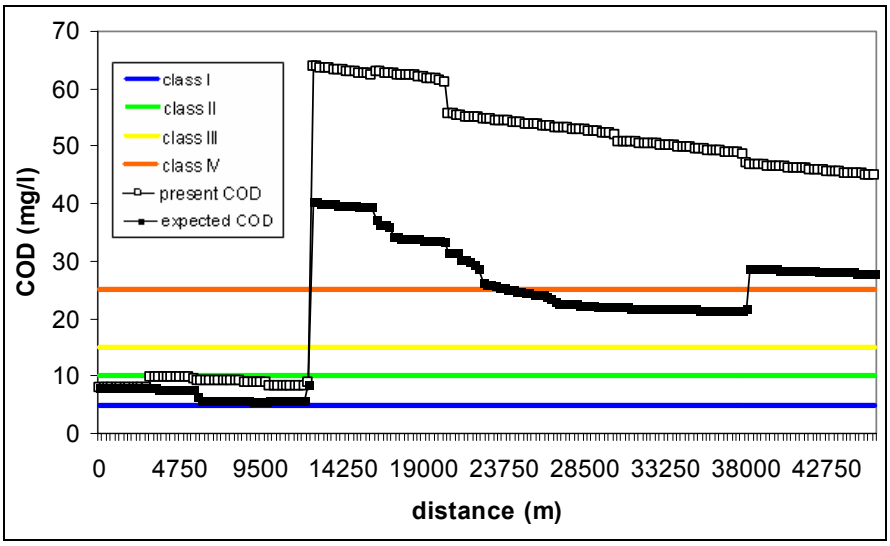


Figura 5.7 – Andamento del COD nelle condizioni attuali e nello scenario *wetlands e fitodepurazione*

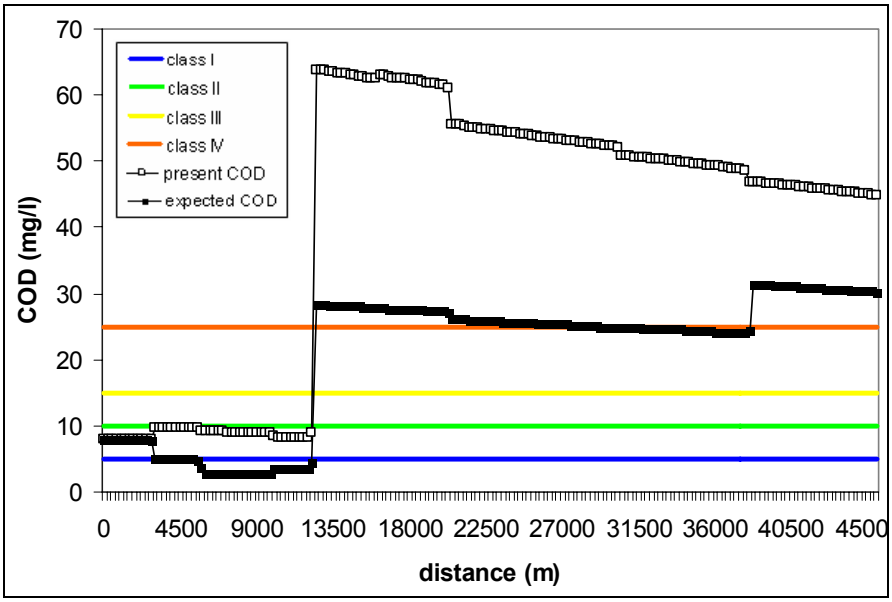


Figura 5.8 – Andamento del COD nelle condizioni attuali e nello scenario *DMV*

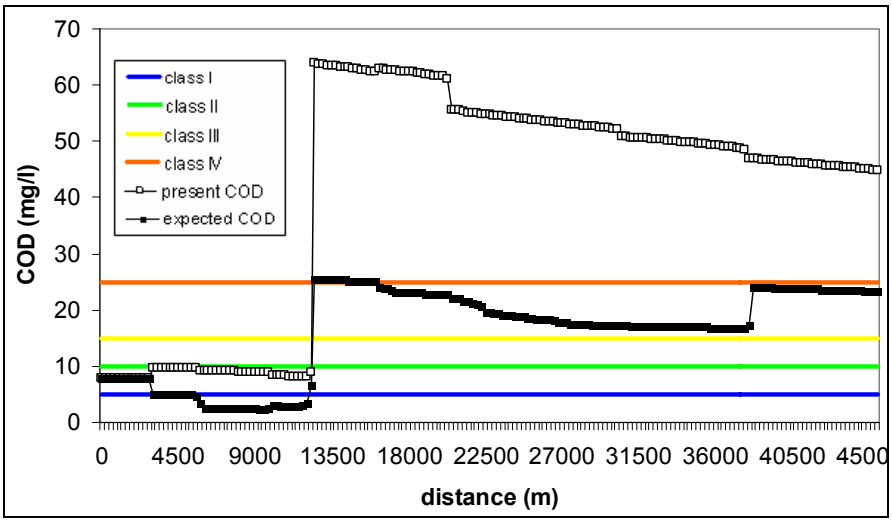


Figura 5.9 – Andamento del COD nelle condizioni attuali e nello scenario *integrato*

6. CONCLUSIONI

I fiumi e torrenti sono uno degli ambienti più delicati e complessi che si siano sviluppati sulle terre emerse: la loro caratteristica di essere costituiti da acqua in movimento ne rende precari gli equilibri e raffinate le interazioni ecosistemiche.
L'areale pedemontano lombardo, zona di massima espansione urbana e industriale del Nord Italia, è un tipico esempio delle aree in cui la pressione sui corpi idrici è più massiccia e si esplica in varie forme, coinvolgendo la qualità dell'acqua, i regimi idraulici e la morfologia degli habitat fluviali. In quest'area, la tipologia di corsi d'acqua più degradata è forse quella dei corpi idrici di piccole dimensioni, in grado di esercitare scarsa resistenza e resilienza nei confronti dei fenomeni perturbativi. Tali corpi idrici nel contesto urbano assumono caratteristiche tali da essere definiti (Schmidt, 1993) *effluent-dominated streams*, o torrenti a prevalenza di effluenti di impianti di depurazione.

La scarsa qualità dell'acqua, disfunzione assiomaticamente definita già nel nome, non è l'unica delle problematiche ad essi connesse, che possono invece essere riassunte seguendo quanto precisato da Brooks *et al*. (2006). Si rileva che:
(1) gli ecosistemi "di riferimento" a monte delle aree impattate, normalmente utilizzati per quantificare le alterazioni a valle, sono di difficile localizzazione o non esistono;
(2) I criteri per delineare la qualità dell'acqua sono influenzati da condizioni sito-specifiche del torrente e dall'uso del suolo;
(3) Gli *effluent-dominated streams* rappresentano lo scenario di "caso peggiore" al fine di valutare e predire le risposte delle biocenosi acquatiche ai contaminanti e alle alterazioni emergenti;
(4) la scarsità di portate e le secche spesso precludono la possibilità di attuare un biomonitoraggio efficiente e di comprendere le dinamiche dell'ecologia funzionale;
(5) Le caratteristiche qualitative, anche fisiche, dell'ambiente fluviale sono profondamente alterate dalla pressione antropica e dal susseguente ingresso di effluenti dagli impianti di depurazione.

Di conseguenza, la comprensione delle dinamiche biologiche ed ecologiche è resa possibile solo se si considerano varie classi di variabili. Boyle & Fraleigh (2003) ne ricordano almeno tre:
(1) la scarsità delle portate, per via dell'abbassamento delle falde, del collettamento di ampie superfici impermeabilizzate e del cambiamento nella morfologia degli alvei,
(2) la composizione chimica degli effluenti e la disponibilità di portate diluenti e
(3) le piene originanti dalla stagionalità delle precipitazioni.
I principi sopra enunciati, secondo quanto rilevato nel corso dei monitoraggi, sono validi per il torrente Lura (e ne costituiscono una descrizione perfetta). Su di essi si basa la strategia di risanamento proposta nel capitolo 5.
La diagnosi si fonda principalmente sul riconoscimento di numerose alterazioni, di varia natura, presenti contemporaneamente ed aventi a volte incidenza critica e spesso effetti sinergici.
Ad esse occorre rispondere con strategie integrate, possibilmente considerando il principio dell'incremento di efficienza e raggiungimento di obiettivi al minimo costo (Witter *et al*., 2006).
La strategia presentata si basa dunque sul raggiungimento di obiettivi multipli (diminuzione delle perturbazioni *pulse* legate ai regimi idraulici, diminuzione dell'inquinamento specie nelle sue forme più tossiche) nell'ottica di un contestuale miglioramento generalizzato degli habitat disponibili e della morfologia fluviale.
L'uso di aree umide nelle sue diverse forme garantisce una maggior qualità dell'approvvigionamento idrico nel bacino imbrifero ed un aumento delle portate, la costituzione di nuovi habitat vegetati graditi alle comunità biotiche (Jayawardana *et al*., 2006), il decremento degli effetti delle piene, l'abbattimento dei carichi inquinanti (Tao *et al*., 2006) e il recupero delle capacità di autodepurazione naturale (Ostroumov, 2004).

7. BIBLIOGRAFIA

Allan DJ (1996) *Stream Ecology*. Chapman and Hall, NY, USA.

ANPA (2000) *I.F.F. - Indice di funzionalità fluviale*, Maurizio Siligardi (ed), Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Roma.

APHA, AWWA, WPCF (1992) Standard methods for the examination of water and wastewater. Am.Pub.Health Ass., Washington.

Azzellino A, Vismara P (2004) Il Deflusso Minimo Vitale e la qualità delle Acque. In: I Piani di Tutela delle Acque: gestione della qualità delle risorse idriche - Corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria ambientale, Bonomo L & Vismara R (eds), Politecnico di Milano, Milano, cap. 4.

Bady P, Dolédec S, Fesl C, Gayraud S, Bacchi M, Schöll F (2005) Use of invertebrate traits for the biomonitoring of European large rivers: the effects of sampling effort on genus richness and functional diversity. *Freshw. Biol.*, 50: 159–173.

Barbour MT, Gerritsen J, Griffith GE, Frydenborg R, McCarron E, White JS, Bastian ML (1996) A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 15: 185-211.

Barnes JR, Minshall GW (1983) Stream Ecology. Application and testing of general ecological theory. Plenum Press, NY & London.

Bash JS, Ryan CM (2002) Stream restoration and enhancement projects: is anyone monitoring? *Env. Mgmt*., 29(6): 877-885.

Beauger A, Lair N, Reyes-Marchant P, Peiry JL (2006) The distribution of macroinvertebrate assemblages in a reach of the River Allier (France), in relation to riverbed characteristics. *Hydrobiol*., 571: 63-76.

Bender EA, Case TJ, Gilpin ME (1984) Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. *Ecology*, 65(1): 1-13.

Benke AC, Huryn AD, Smock LA, Wallace JB (1999) Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 18(3): 308-343.

Bonomo L, Pastorello G (1996) *Processi di fitodepurazione: richiami teorici e rassegna delle principali applicazioni*. In: Recenti tendenze nella depurazione delle acque reflue: innovazioni tecnologiche e di processo – XLIV Corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria, Bonomo L (ed), Politecnico di Milano, Milano, cap. XVII.

Bonomo L, Vismara R, Azzellino A, Salvetti R, DeGiorgi F (2006) Modellistica di qualità a supporto della pianificazione delle acque superficiali – Allegato 15 alla Relazione generale del Programma di tutela e uso delle acque della Regione Lombardia. Milano.

Borin M (2003) Fitodepurazione – soluzioni per il trattamento dei reflui con le piante. Edagricole, Bologna.

Boulton AJ (2003) Parallels and contrasts in the effects of drought on stream macroinvertebrate assemblages. *Freshw. Biol*., 48: 1173-1185.

Boyle TP, Fraleigh H D, Jr (2003) Natural and anthropogenic factors affecting the structure of the benthic macroinvertebrate community in an effluent-dominated reach of the Santa Cruz River, AZ. *Ecol. Indic.*, 3: 93-117.

Braioni MG, Ruffo S (1986) *Ricerca sulla qualità delle acque dell'Adige*. Memorie del museo civico di Storia Naturale, II serie, Verona.

Brierley G, Cohen T, Fryirs K, Brooks A (1999) Post-European Changes to the Fluvial Geomorphology of Bega ctchment, Australia: Implications for River Ecology. *Freshw. Biol*., 41: 839-848.

Brix H, Schierup H-H (1989) The use of aquatic macrophytes in water-pollution control. *Ambio*, 18(2): 100-107.

Brooks BW, Riley TM, Taylor RD (2006) Water quality of effluent-dominated ecosystems: ecotoxicological, hydrological, and management considerations. *Hydrobiol.*, 556: 365-379.

Bruggemann R, Bartel H-G (1999) A theoretical concept to rank environmentally significant chemicals. *J. Chem. Inf. Comput. Sci*., 39: 211-217.

Bruggermann R, Bucherl C, Pudenz S, Steinberg CEW (1993) Application of the concepì of partila order on comparative evaluation of environmental chemicals. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 27: 170-178.

Brunke M, Hoffmann A, Pusch M (2001) Use of mesohabitat-specific relationships between flow velocity and river discharge to assess invertebrate minimum flow requiremens. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.,* 17: 667-676.

Burgherr P, Meyer EI (1997) Regression analysis of linear body dimensions vs. dry mass in stream macroinvertebrates. *Arch. Hydrobiol*., 139(1): 101-112.

Canobbio S, Mezzanotte V (2003) Studio sulle caratteristiche ecologiche del torrente Lura in relazione all'uso del territorio circostante. *Atti del XIII Congresso della Società Italiana di Ecologia*, Como.

Canobbio S, Mezzanotte V (2005) Gestione integrata dei problemi ecologici e idraulici del fiume Serio (Lombardia). *Atti del XV Congresso della Società Italiana di Ecologia*, Torino.

Casati P, Pace F (1990) Scienze della Terra Vol.II – L'atmosfera, l'acqua, i climi, i suoli. Edizioni Città Studi, Milano.

Céréghino R, Cugny P, Lavandier P (2002) Influence of intermittent hydropeaking on the longitudinal zonation patterns of benthic invertebrates in a mountain stream. *Internat. Rev. Hydrobiol*., 87(1): 47.60.

Chadwick MA, Dobberfuhl DR, Benke AC, Huryn AD, Suberkropp K, Thiele JE (2006) Urbanization affects stream ecosystem function by altering hydrology, chemistry, and biotic richness. *Ecol. Appl*., 16(5): 1796-1807.

Chester H, Norris R (2006) Dams and flow in the Cotter River, Australia: effects on instream trophic structure and benthic metabolism. *Hydrobiol*., 572: 275-286.

Coimbra CN, Graca MAS, Cortes RM (1996) The Effects of a Basic Effluent on Macroinvertebrate Community Structure in a Temporary Mediterranean River. *Env. Pollution*, 94(3): 301-307.

Collier KJ, Quinn JM (2003) Land-use influences macroinvertebrate community response following a pulse disturbance. *Freshw. Biol*., 48: 1462-1481.

Craig D (2002) A new view of the river continuum concept. *Bull. of the N. Am. Benthol. Soc.* 19: 380-381.

Cumming GS (2004) The impact of low-head dams on fish species richness in Wisconsin, USA. *Ecol. Appl*., 14(5): 1495-1506.

Cummins KW, Klug MJ, Ward GM, Spengler GL, Speaker RW, Ovink RW, Mahan DC, Petersen RC (1981) Trends in particulate organic matter fluxes, community processes, and macroinvertebrate functional groups along a Great Lakes drainage basin river continuum. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie,* 21: 841-849.

Davis J, Horwitz P, Norris R, Chessman B, McGuire M, Sommer B (2006) Are river bioassessment methods using macroinvertebrates applicable to wetlands? *Hydrobiol.*, 572: 115-128.

Dolédec S, Statzner B, Bournaud M (1999) Species traits for future biomonitoring across ecoregions: patterns along a human-impacted river. *Freshw. Biol*., 42: 737–758.

Dolédec S, Phillips N, Scarsbrook M, Riley RH, Townsend C.R. (2006) Comparison of structural and functional approaches to determining landuse effect on grassland stream invertebrate communities. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 25(1): 44-60.

Elder JW (1959) The dispersion of a marked fluid in turbulent shear flow. *J. Fluid Mech*., 5(4): 544-560.

Finogenova NP (1984) Growth of *Stylaria lacustris* (L.) (Oligochaeta, Naididae). *Hydrobiol*., 115: 105-107.

Fisher HB (1964) Discussion to "Time of Travel of soluble contaminants in streams" by TJ Buchanan. *Proc. Sanitary Eng. Div*., ASCE, vol. 6.

Fore LS, Karr JR, Wisseman RW (1996) Assessing invertebrate responses to human activities: evaluating alternative approaches. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 15(2): 212-231.

Gayraud S, Statzner B, Bady P, Haybach A, Schöll F, Usseglio-Polatera P, Bacchi M (2003) Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: an initial assessment of alternative metrics. *Freshw. Biol*., 48: 2045–2064.

Ghetti PF (1997) *Indice Biotico Esteso (IBE) – Manuale di Applicazione*. Provincia Autonoma di Trento, Trento.

Ghilarov AM (2000) Ecosystem functioning and intrinsic value of biodiversity. *Oikos*, 90: 408–412.

Gilliam JW (1994) Riparian Wetlands and Water Quality. *J. Environmental Qual*., 23: 896-900.

Gore JA (1978) A technique for predicting in-stream flow requirements of benthic macroinvertebrates. *Freshwat. Biol*., 8: 141-151.

Gore JA, Layzer JB, Mead J (2001) Macroinvertebrate instream flow studies after 20 years: a role in stream management and restoration. *Regul. Rivers: Res. & Mgmt*., 17: 527-542.

Gower AM, Myers GM, Kent M, Foulkes ME (1994) Relationships between macroinvertebrate communities and environmental variables in metal-contamined streams in south-west England. *Freshwat. Biol*., 32: 199-221.

Graça MAS (2001) The role of invertebrates on leaf bitter decomposition in streams – a review. *Int. Rev. Hydrobiol.* 86: 383-393.

Graça MAS, Pinto P, Cortes R, Coimbra N, Oliveira S, Morais M, Carvalho MJ, Malo J (2004) Factors affecting macroinvertebrate richness and diversity in Portuguese streams: a two-scale analysis. *Internat. Rev. Hydrobiol*., 89(2): 151-164.

Griffith MB, Kaufmann PR, Herlihy AT, Hill BH (2001) Analysis of macroinvertebrate assemblages in relation to environmental gradients in Rocky Mountain streams. *Ecol. Appl*., 11(2): 489-505.

Grimm NB, Fisher SG (1989) Stability of periphyton and macroinvertebrates to disturbance by flash floods in a desert stream. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 8(4): 293-307.

Hale CM, Reich PB, Frelich LE (2004) Allometric Equations for Estimation of Ash-free Dry Mass From Length Measurements for Selected European Earthworm Species (Lumbricidae) in the Western Great Lakes Region. *Am. Midl. Nat*., 151(1): 179-185.

Halfon E, Reggiani MG (1986) On ranking chemicals for environmental hazard. Comparison of methodologies. *Environ. Sci. Technol*., 20: 1173-1179.

Harrington EC (1965) The desiderability function. *Industrial Quality Control*, 21: 494-498.

Hellawell JM (1989) Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied Science, London.

Henderson FM (1966) *Open Channel flow*. Macmillan Co., New York, NY, USA.

Hendriks MMWB, Boer JH, Smilze AK, Doorbos DA (1992) Multicriteria Decision Making. *Chemom. Intell. Lab. Syst*., 16: 175-191.

IRSA-CNR (1981) *Metodi analitici per le acque*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Jayawardana JMCK, Westbrooke M, Wilson M, Hurst C (2006) Macroinvertebrate communities in Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud. reed beds and open bank habitats in central Victorian streams in Australia. *Hydrobiol*., 568: 169-185.

Johansen NH, Brix H (1996) Design Criteria for a Two-Stage Constructed Wetland. 5th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Vienna, Austria, 15-19/9/1996.

Keller HR, Massart DL (1991) Multicriteria Decision Making: a case study. *Chemom. Intell. Lab. Syst*., 11: 175-189.

Kim K, Lee JS, Oh C-W, Hwang G-S, Kim J, Yeo S, Kim Y, Park S (2002) Inorganic chemicals in an effluent-dominated stream as indicators for chemical reactions and streamflows. *J. Hydrol*., 264: 147-156.

Knight RL (1997) Wildlife Habitat and Public Use Benefits of Treatment Wetlands. *Wat. Sci. & Tech*., 35 (5): 35-43.

Kolkwitz R, Marsson M (1909) Ökologie der tierische Saprobien. Beitrage zur Ledere von biologiche Gewässerbeurteilung. *Int. Rev. Hydrobiol*., 2: 126-152.

Lake PS (2003) Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. *Freshw. Biol*., 48: 1161-1172.

Lamouroux N, Dolédec S, Gayraud S. (2004) Biological traits of stream macroinvertebrate communities: effects of microhabitat, reach, and basin filters. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 23(3): 449-466.

Malmqvist B (2002) Aquatic invertebrates in riverine landscapes. *Freshw. Biol*., 47: 679-694.

Marks JC, Power ME, Parker MS (2000) Flood disturbance, algal productivity, and interannual variation in food chain length. *Oikos*, 90: 20-27.

Matonickin R, Habdija I, Primc-Habdija B (2001) The effects of season and food availability on macroinvertebrate colonization in a woodland stream. *Arch. Hydrobiol*., 153(1): 55-74.

McKay SF, King AJ (2006) Potential ecological effects of water extraction in small, unregulated streams. *Riv. Res. Appl*., 22: 1023-1037.

Mérigoux S, Dolédec S (2004) Hydraulic Requirements of Stream Communities: a case study on invertebrates. *Freshw. Biol*., 49: 600-613.

Merritt RW, Cummins KW (eds) (1996a) *An Introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd Edition. Kendall-Hunt, Dubuque, Iowa.

Merritt RW, Cummins KW (1996b) *Trophic relations of macroinvertebrates*. In: Methods in Stream Ecology, Hauer FR & Lamberti GA (eds), Academic Press, San Diego, CA, USA.

Merritt RW, Wallace JR, Higgins MJ, Alexander MK, Berg MB, Morgan WT, Cummins KW, VandenEeden B (1996) Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the Kissimmee River-Floodplain ecosystem. *Florida Scient*., 59: 216-274.

Merritt RW, Higgins MJ, Cummins, KW, Van den Eeden B (1999) The Kissimmee River-riparian marsh ecosystem, Florida: seasonal differences in invertebrate functional feeding group relationships. In: Invertebrates in freshwater

wetlands in North America: ecology and management, Batzer D.P., Rader R.B., Wissinger S. (eds). John Wiley and Sons, New York.

Merritt, RW, Cummins, KW, Berg, MB, Novak, JA, Higgins, MJ, Wessell, KJ, Lessard, JL (2002) Development and application of a macroinvertebrate functional-group approach in the bioassessment of remnant river oxbows in soutwesth Florida. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 21(2): 290-310.

Meyer EI (1989) The relationship between body length parameters and dry mass in running water invertebrates. *Arch. Hydrobiol*., 117(2): 191-203.

Minshall GW, Petersen RC, Cummins KW, Bott TL, Sedell JR, Cushing CE, Vannote RL (1983) Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics. *Ecol. Monographs*, 53: 1-25.

Minshall GW, Petersen RC, Bott TL, Cushing CE, Cummins KW, Vannote RL, Sedell JR (1992) Stream ecosystem dynamics of the Salmon River, Idaho: an 8th-order system. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 11: 111-137.

Murphy JF, Davy-Bowker J (2005) Spatial structure in lotic macroinvertebrate communities in England and Wales: relationship with physical, chemical and anthropogenic stress variables. *Hydrobiol*., 534: 151-164.

Nakano D, Nakamura F (2006) Responses of macroinvertebrate communities to river restoration in a channelized segment of the Shibetsu River, Northern Japan. *Riv. Res. Appl*., 22: 681-689.

Nedeau EJ, Merritt RW, Kaufman MG (2003) The effect of an industrial effluent on an urban stream benthic community: water quality vs. habitat quality. *Env. Pollution*, 123: 1-13.

Nelson SM, Lieberman DM (2002) The influence of flow and other environmental factors on benthic invertebrates in the Sacramento River, USA. *Hydrobiol*., 489: 117-129.

Nyström P, Pérez JR (1998) Crayfish predation on the common pond snail (*Lymnaea stagnalis*): the effect of habitat complexity and snail size on foraging efficiency. *Hydrobiol.*, 368: 201-208.

O'Connor DJ, Dobbins WE (1958) Mechanism of Reaeration in Natural Streams. *Trans. ASCE*, 123: 641-684.

Odum EP (1983) *Basic Ecology*. CBS College Publishing.

Ostroumov SA (2004) On the Biotic Self-Purification of Aquatic Ecosystems: Elements of the Theory. *Doklady Biol. Sc.*, 396: 206-211.

Palmer MW (1993) Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondance analysis. *Ecology*, 74: 2215-2230.

Paoletti A, Becciu G (2006) Stima delle portate e delle precipitazioni e strumenti per la loro regionalizzazione – Allegato 2 alla Relazione generale del Programma di tutela e uso delle acque della Regione Lombardia. Milano.

Parco del Serio (2002) Rapporto conclusivo su idrogeologia, ingegneria idraulica, geologia tecnica ed ecologia fluviale. In: Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale del Serio.

Pavan M (2003) *Total and partial ranking methods in chemical sciences*. PhD in Scienze Chimiche, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano.

Petersen RC (1992) The RCE: a Riparian, Channel and Environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwat. Biol.*, 27: 295-306.

Provincia di Bergamo (2002) Le acque, i pesci e la pesca nella provincia di Bergamo. Bergamo.

Provincia di Bergamo (2003) Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. Bergamo.

Ravera O (2001) A comparison between diversity, similarity and biotic indices applied to the macroinvertebrate community of a small strema: the Ravella river (Como Province, Northern Italy). *Aq. Ecol.*, 35: 97-107.

Regione Lombardia (1984) Legge regionale 58/84, *Piano regionale di risanamento delle acque*.

Regione Lombardia (2006) Delibera giunta regionale 8/2244, *Approvazione del Programma di tutela e uso delle acque*.

Repubblica Italiana (1976) Legge 10 maggio 1976, n. 319, Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento coordinate con le modifiche ed integrazioni apportate dalla Legge 8/10/1976 n.690, dalla Legge 24/12/1979, n.650, dalla Legge 23/4/1981, n.153. G.U. n.48 del 21/2/1977. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana,* **141**, 29.05.1976

Repubblica Italiana (1994) Legge 5 gennaio 1994, n. 36, Disposizioni in materia di risorse idriche. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana,* **14**, 19.01.1994

Repubblica Italiana (1999) D. Lgs 11 maggio 1999, n. 152, Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole; aggiornato a D. Lgs. 18.08.2000, n. 258. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana,* **172**, 20.10.2000

Repubblica Italiana (2006) D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, Norme in materia ambientale. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana,* **96**, 14.04.2006

Reynoldson TB, Norris RH, Resh VH, Day KE, Rosenberg DM (1997) The reference condition: a comparison of multimetric and multivariate approaches to assess water-quality impairment using benthic macroinvertebrates. *J. N. Am. Benthol. Soc*., 16(4): 833-852.

Richardson RE (1929) The bottom fauna of the middle Illinois river, 1913-1925: its distribution abundance, valuation and index value in the study of stream pollution. *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv*., 17: 109-135.

Sanfilippo U, Innocenti I (2004) Influenza della morfologia fluviale sui fenomeni di autodepurazione dei corsi d'acqua. In: I Piani di Tutela delle Acque: gestione della qualità delle risorse idriche - Corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria ambientale, Bonomo L & Vismara R (eds), Politecnico di Milano, Milano, cap. 14.

Sansoni G (1992) Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia Autonoma di Trento.

Schmidt KD (1993) Proceedings of the symposium on Effluent Use Management. *American Water Resources Association Technical Publication Series*, TPS-93-3.

Scrimgeour GJ, Winterbourn MJ (1989) Effects of floods on ephiliton and benthic macroinvertebrate populations in an unstable New Zealand river. *Hydrobiol.*, 171: 33-44.

Siligardi M, Maiolini B (1993) L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini: guida all'uso della scheda RCE-2. *Biol. Amb.,* VII(30): 18-24.

Smakhtin VU (2001) Low flow hydrology: a review. *J. Hydrol*., 240: 147-186.

Sponseller RA, Benfield EF, Valett HM (2001) Relationships between Land Use, Spatial Scale and Stream Macroinvertebrate Communities. *Freshw. Biol*., 46: 1409-1424.

Statzner B, Bady P, Dolédec S, Scholl F (2005) Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: an initial assessment of trait patterns in least impacted river reaches. *Freshwat. Biol*., 50: 2136–2161.

Stoffels RJ, Karbe S, Paterson RA (2003) Length-mass models for some common New Zealand littoral-benthic macroinvertebrates, with a note on within-taxon variability in parameter values among published models. *N. Zeal. J. Mar. Freshwat. Res*., 37: 449-460.

Stone, MK, Wallace JB (1998) Long-term recovery of a mountain stream from clear-cut logging: the effects of forest succession on benthic invertebrate community structure. *Freshwat. Biol*., 39: 151-169.

Tachet H, Richoux P, Bournaud M, Usseglio-Polatera P (2000) *Invertébrés d'eau douce*. CNRS Editions, Paris.

Tao W, Hall KJ, Duff SJB (2006) Performance evaluation and effects of hydraulic retention time and mass loading rate on treatment of woodwaste leachate in surface-flow constructed wetlands. *Ecol. Eng*., 26: 252-265.

Taylor GI (1954) The dispersion of matter in turbulent flow through a pipe. *Proceedings, Royal Society of London*. 234A, 1199: 456-475.

ter Braak CJF, Smilauer P (1998) *Canoco Reference Manual*, Centre for Biometry, Wageningen.

Todeschini R (1998) *Introduzione alla chemiometria*. EdiSES, Napoli.

Tonolli V (1964) *Introduzione allo studio della limnologia*. Edizioni dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Verbania.

Towers DJ, Henderson IM, Veltman CJ (1994) Predicting dry weight of New Zealand aquatic macroinvertebrates from linear dimensions. *N. Zeal. J. Mar. Freshwat. Res*., 28: 159-166.

Townsend C.R., Hildrew A.G. (1994) Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwat. Biol*., 31: 265-275.

Unione Europea (2000) DIRETTIVA 2000/60/CE detta Water Framework Directive. 23.10.2000.

Urrutia, J (1987) *Partial orders and euclidean geometry*. In: Algorithms and Order, Rival I (ed). NATO ASI series, Series C: Mathematical and Physical Science Vol. 255. Luwer Academic Publishers, Dordrecht, Sweden, 387-434.

US EPA (1987) The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E-UNICAS: Documentation and User Manual, EPA 600/3-87/007. US Environmental Protection Agency, Athens, Ga, USA.

USGS (2001) *PHABSIM for Windows. User's Manual and Exercises*. US Geological Survey, Fort Collins, Co, USA.

Valderrama, J (1981) The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chem*., 10: 109-122.

Vannote, RL, Minshall, GW, Cummins KW, Sedell, JR, Cushing CE (1980) The River Continuum Concept. *Can. J. of Fish. Aq. Sc*., 37: 130-137.

Vismara R, Eggadi F, Garuti G, Pergetti M, Pagliughi A (2000) Linee guida per il dimensionamento degli impianti di fitodepurazione a macrofite radicate emergenti: gli esempi internazionali ed una proposta italiana. *IA Ing. Amb*., XXIX (3/4): 164-176.

Ward JV (1998) Riverine landscapes: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Biol. Conservation*, 83(3): 269-278.

Welzl G, Voigt K, Rediske G (1998) *Visualization of Environmental Pollution – Hasse diagram Technique and Explorative Statistical Methods*. Proceedings of the Workshop on Order Theoretical Tools in Environmental Sciences. 101-110.

Wills TC, Baker EA, Nuhfer AJ, Zorn TG (2006) Response of the benthic macroinvetrebrate community in a Northern Michigan stream to reduced summer streamflows. *Riv. Res. Appl.*, 22: 819-836.

Wilzbach MA, Cummins KW, Barnes TK, Trexler JC (2001) Channel-floodplain coupling in the Kissimmee River, Florida (USA): invertebrate movement and fish feeding. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie,* 28(1): 164-172.

Witter JV, van Stokkom HTC, Hendriksen G (2006) From river management to river basin management: a water manager's perspective. *Hydrobiol.*, 565: 317-325.

PARTE 2.D

ASPETTI AGRONOMICO – FORESTALI, PAESAGGISTICI E NATURALISTICI E DI USO DEL TERRITORIO

Consorzio Parco del Lura
Largo Clerici 1 – 22071 Cadorago (CO)
Tel.: 031-901491 – Fax: 031-8881621 – Email: info@parcolura.it
Responsabile: arch. Francesco Occhiuto

Consulenza agronomica:

dott.ssa Francesca Oggionni

Consulenza naturalistica:

LIPU, Lega Italiana Protezione Uccelli
Responsabile: Massimiliano Biasioli
Gruppo di lavoro: Dott. Alessandro Monti, Dott.ssa Silvia Baldo

INDICE DELLA PARTE 2.D

1. ASPETTI AGRONOMICI 397

1.1 L'Agricoltura nel parco: un futuro possibile 397

1.2 Le politiche di uso del territorio 397

1.2.1 I principali impatti 398
1.2.2 Le opportunità offerte dal progetto 399
1.2.3 Alcune alternative 400

1.3 Gli esempi europei – Conclusione 402

2. LA WETLAND PILOTA DI CADORAGO 406

2.1 Premessa 406

2.2 Obiettivi e risultati attesi 406

2.3 Area d'intervento 406

2.4 Analisi del progetto 407

2.4.1 Ingegneria naturalistica e scelta del materiale vegetale 409
2.4.2 Portata e Deflusso Minimo Vitale (DMV) 409
2.4.3 Iter amministrativo 410

3. ASPETTI PAESAGGISTICO–NATURALISTICI E IMPLICAZIONI DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO 414

3.1 Premessa 414

3.2 Aree umide 414

3.3 Aspetti naturalistici 415

3.3.1 L'area oggetto di intervento 415

3.4 Descrizione degli scenari dal punto di vista naturalistico 416

3.5 Proposte per l'incremento della biodiversità 418

1. ASPETTI AGRONOMICI

1.1 L'AGRICOLTURA NEL PARCO: UN FUTURO POSSIBILE

Il Parco del Lura si colloca nella fascia dell'alta Pianura Lombarda, all'uscita delle grandi valli prealpine, parte in Provincia di Varese, parte in Provincia di Como, con un'estensione di poco più di 920 ha.

Il territorio del Parco è sommariamente costituito da boschi e da seminativi, caratterizzato da un'agricoltura che è stata di tipo assolutamente marginale.

Lo sviluppo delle piccole industrie e delle aree residenziali ha eroso nel tempo tutti gli spazi liberi nell'intorno, tanto che il Parco del Lura è rimasto sostanzialmente l'unica cintura verde che preserva una continuità nel passaggio tra le tre aree protette del Parco Pineta di Appiano Gentile e Tradate, del Parco delle Groane e del Parco della Brughiera.

L'agricoltura che si può trovare nel Parco del Lura non è certo quella a carattere intensivo della Pianura Padana, bensì è caratterizzata dalla coltivazione di prati stabili e di cereali (estivi ed autunno- vernini in sequenza).

La ridotta dimensione agricola del comprensorio, come d'altronde nelle altre zone collinari e montane lombarde, suscita la continua necessità di promuovere prodotti di nicchia, migliorando la qualità delle tecniche colturali adottate ed il loro impatto ambientale. In questo senso la collaborazione tra parco ed agricoltori potrebbe portare a scelte importanti e premianti (aziende multifunzionali, prodotti a marchio, inserimento di aree umide con funzione di laminazione delle acque e di fitodepurazione nel contesto aziendale etc.).

Un problema che si pone è quello della parcellizzazione dei terreni, questione annosa e di complessa risoluzione, che coinvolge in generale l'agricoltura della fascia pedemontana e che non contribuisce alla crescita di un settore produttivo sano ed in grado d'investire nel futuro.

Un'altra altra questione, questa volta di tipo ambientale, ma con un riscontro anche in campo agricolo, è certamente costituito dalla qualità/quantità delle acque del torrente Lura. Pur essendo in via di miglioramento infatti, la qualità delle acque del Lura è decisamente scarsa a causa del basso apporto di acque meteoriche costanti nel corso del torrente, costituito in gran parte dalle acque di risulta dei depuratori a monte i cui scarichi, pur essendo a norma, se non diluiti, comportano una qualità delle acque sicuramente scarsa.

Di contro lo scenario cambia totalmente in occasione di precipitazioni meteoriche di entità anche solo media, portando il torrente ad una situazione di piena che mina la sicurezza degli abitati a sud del parco e interi quartieri delle aree del parco lungo il corso d'acqua.

Come ogni progetto territoriale, anche questo comporterà certamente dei mutamenti nell'assetto del territorio e nell'uso del suolo, per il quale si possono individuare impatti ed opportunità.

1.2 LE POLITICHE DI USO DEL TERRITORIO

Non sempre gli interventi sul territorio riescono a portare dei vantaggi alla popolazione residente che comunque si carica di un impatto indubbio sul suo territorio. Ma in casi come questo dove il coinvolgimento delle comunità locali risulta così puntuale è, a nostro parere, assolutamente necessario ricercare come il progetto possa assumere una funzionalità multipla e non tenda a diventare la soluzione ad un solo problema.

Già il fatto della multidisciplinarietà di questo studio ha voluto indurre le diverse competenze a ritrovare basi comuni e soprattutto comuni intenti e finalità, e tra questi non si può dimenticare la possibilità di ricercare ricadute positive sulle popolazioni che vedranno la realizzazione di questo o di progetti simili.

Lo scenario n. 1, che prevede la realizzazione di vasche solo fuori linea, definisce un intervento che coinvolge in modo ampio il settore agricolo del territorio.

A nostro parere questo scenario e lo scenario n. 3, approfonditi da tutte le componenti del gruppo di lavoro, sono quelli che realmente consentono il mantenimento dell'agricoltura pur comportando una modifica radicale nel settore.

Le implicazioni dello scenario n. 2, che prevede che tutte le vasche siano costruite all'interno dell'alveo del torrente, espropriando, dove necessario, i terreni agricoli, non verranno affrontate in questa relazione, in quanto il progetto non porta ad una modifica nella gestione del settore, bensì ad una diminuzione della SAU totale del comprensorio, semmai restituibile tramite compensazioni.

Per quel che riguarda gli scenari 1 e 3, sono indubbi gli impatti arrecati alle aree vincolate dal progetto, ma a partire da questi desideriamo in questi capitoli analizzare nuove opportunità o forme di gestione innovative che offrano la possibilità di un reddito all'agricoltore quale gestore fondamentale del territorio aperto.

1.2.1 I principali impatti

1.2.1.1 Elevato consumo di suolo

Certamente questi interventi visto che non permettono il mantenimento dei terreni e soprattutto del frazionamento particellare nello stato esistente, impongono una serie di variazioni nell'asseto della trama dei campi coltivati.
Gli argini, le nuove vie di accesso e di servizio alle vasche e ai manufatti idraulici determinano una perdita dei terreni coltivabili che possono trovare una convenienza nella coltivazione solo se seguiti da un adeguato piano di ricomposizione fondiaria, operazione assai complessa ma assolutamente necessaria per garantire un uso del suolo e non un dilagante degrado e abbandono.

1.2.1.2 Variazione nelle produzioni

La realizzazione delle vasche di laminazione impone scavi e riporti di terreno. Agronomicamente l'asportazione degli strati superficiali del terreno mette in luce un terreno inerte e non ospitale per le colture agricole che invece trovano solo nello stato di terreno più superficiale un substrato ottimale.
L'attività microbica del terreno infatti è concentrata nella parte superficiale del suolo e in particolare nei primi 30-40 cm dove grazie a lavorazioni del terreno apporti di sostanza organica e dei residui colturali hanno portato all'incremento del valore produttivo del suolo stesso.
E' noto infatti che i suoli agricoli sono più ricchi di sostanza organica nel primo strato di terreno definito "di coltivo" e che, al di sotto di questo, il contenuto di sostanza organica diminuisce più o meno rapidamente.
Tale perdita non è irreversibile ma il rinnovo si basa su un processo molto lento; il ritorno ad un terreno produttivo è facilitato da apporti di sostanza organica e lavorazioni del terreno con arieggiamento, anche se si possono prevedere produzioni confrontabili solo dopo circa 50 – 70 anni.
La struttura del suolo è una caratteristica collegata alla presenza di composti umici che tendono a favorire l'aggregazione delle particelle di terreno in glomeruli stabili.
Questi ultimi sono fondamentali per assicurare la giusta porosità al terreno in modo da consentire la circolazione di acqua ed aria al suo interno. Inoltre viene favorita la ritenzione degli elementi minerali indispensabili per la crescita delle piante. Sarà quindi in ogni caso da considerare ogni pratica atta alla riduzione della variazione delle fertilità dei terreni. In particolare un minore impatto si può avere se gli scavi prevedono l'accantonamento dello strato superficiale e un suo successivo riporto a fine scavo.
Resta chiaro che in questo caso gli scavi devono approfondirsi oltre le quote di progetto in modo da mantenere costanti i volumi della vasca di laminazione.

1.2.1.3 Aree di cantiere

Non si devono inoltre dimenticare le fasi di cantiere che sono delicatissime per i terreni e per la loro produttività. Il passaggio di macchine pesanti impone, una volta terminati i lavori, la risistemazione dei suoli in modo da permettere una buona lavorabilità dei terreni. Dovranno quindi venire ripristinati i livelli e garantito lo sgrondo delle acque. L'allestimento dell'area di cantiere, causa principalmente il costipamento del suolo e l'apporto di inerti e di relitti ad un suolo agricolo di partenza fertile subisce un danno ripristinabile notevole ma ripristinabile nel tempo. Le aree interessate ai lavori di solito sono superiori a quelle direttamente coinvolte nel progetto: sono quindi da considerare misure di compensazione per il ripristino della loro fertilità.

1.2.1.4 Argini

Lo scenario analizzato necessita di inserire argini e limiti nel territorio che non seguono necessariamente evidenti segni orografici e tanto meno seguono le suddivisioni parcellari. I diversi proprietari si troveranno ad avere a loro disposizione superfici nuove e soprattutto frammentate. Sarà necessario avviare un importante ma difficile procedimento di ricomposizione dei terreni. Certamente quelle porzioni di terreno che perderanno completamente il loro valore come suolo agricolo in quanto entrano a far parte delle superfici asservite al nuovo assetto idraulico, dovranno venire espropriate, mentre le restanti potranno continuare a svolgere la loro importante funzione agricola.

1.2.1.5 Tare di coltivazione

La presenza di variazioni nei livelli all'interno delle vasche soprattutto in prossimità degli argini crea nuove tare di coltivazione. Si tratta di tutte quelle porzioni di terreno non utilizzabili che si formano necessariamente tra i campi coltivati. E' anche in questo caso auspicabile la ricomposizione delle proprietà. Innanzitutto, vista la parcellizzazione del territorio tutte le particelle catastali devono essere coinvolte nel progetto, sia che entrino a far parte direttamente delle aree delle vasche sia che lo siano solo parzialmente.
Questo per evitare anche che restino delle piccole porzioni di territorio esterne alle vasche che perdono completamente interesse da un punto di vista della coltivazione in quanto troppo piccole o isolate e difficilmente raggiungibili. Non si scordi la fondamentale importanza, per la coltivazione dei campi agricoli del mantenimento di una viabilità agricola attiva e capillare. Solo l'accorpamento di diverse particelle sotto un medesimo progetto agricolo consente di eliminare alcune strade poderali.

1.2.1.6 Limiti nelle coltivazioni

La presenza di vasche di laminazione limita la possibilità di scelta nelle coltivazioni. Bisogna infatti pensare che si tratta di zone che, pur non essendo continuamente allagate, accade che lo siano in alcuni periodi dell'anno per un lasso di tempo che va da qualche giorno a qualche settimana e devono quindi essere coltivati vegetali che resistono bene anche a periodi di saturazione idrica del terreno. Allo stesso tempo non è percorribile una coltivazione che imponga l'uso di strutture più o meno fisse (e quindi anche di grandi investimenti economici dal punto di vista strutturale), come serre, tunnel, impianti d'irrigazione aerei etc.Questo implica che non sia possibile coltivare frutteti o colture orticole e floricole in ambiente protetto.

1.2.2 Le opportunità offerte dal progetto

Il vincolo costituito dalla presenza delle vasche di laminazione può essere letto come opportunità, una volta attuati una serie di meccanismi che intervengono in modo determinante sulle produzioni agricole. La trasformazione di un comprensorio agricolo in uno di maggiore redditività può venire realizzato modificando almeno uno dei fattori di produzione in gioco.
I fattori di produzione in agricoltura sono essenzialmente: il suolo, il clima e la disponibilità della risorsa idrica.
In questo contesto l'unico modo per realizzare colture che possano garantire un maggior reddito è quello di rendere il comprensorio irriguo.
Il fatto di trovarsi in area asciutta fino ad ora non ha permesso lo svolgimento di attività agricole altamente produttive. La conversione del comprensorio da asciutto a irriguo risulta forse l'unica, ma assolutamente importante, innovazione proponibile in questo contesto.
Tutti gli scenari proposti qualora venisse introdotta la possibilità di accumulo di acqua prelevando dal torrente in momenti di piogge intense, e senza andare a interessare il corso d'acqua in momenti di magra, porterebbe ad un indubbio vantaggio e forse ad una maggiore capacità di accoglimento da parte delle popolazioni agricole di un intervento necessario, ma di cui difficilmente la popolazione vede il vantaggio.

1.2.2.1 La trasformazione in comprensorio irriguo

La presenza di vasche di laminazione sulla propria SAU aziendale, che per alcuni versi certo corrisponde ad un vincolo per l'azienda agricola sul cui terreno viene realizzata, d'altra parte, in un'ottica di maggiore respiro, potrebbe rivelarsi un'opportunità interessante, poiché potrebbe dare un beneficio in termini di produzioni e soprattutto di multifunzionalità aziendale.
In particolare il prelievo di acque dal torrente, quando le portare superano 3 mc/sec (portata alla quale si ha una discreta qualità delle acque), ma non eccedono i 7 mc/sec, potrebbe portare all'immagazzinamento di circa 62000 mc di acqua nell'arco di un anno. Questa acqua potrebbe venire positivamente reimpiegata qualora si riuscisse a realizzare il virtuoso circuito fitodepurazione-ambiente-uso in agricoltura. Infatti tale volume di acqua corrisponde al volume di adacquamento necessario a soddisfare le esigenze idriche delle colture agrarie coltivate in zona.
Il **volume di adacquamento** corrisponde infatti alla quantità di acqua che si somministra al terreno con l'irrigazione per far sì che esso raggiunga uno stato ottimale d'umidità, necessario alle colture per soddisfare il proprio fabbisogno idrico.
Si esprime in metri cubi di acqua per ettaro e cambia a seconda del tipo di terreno e dello sviluppo radicale delle diverse colture.

I volumi più alti vanno bene per terreni tendenti al sabbioso e per le colture che non hanno radici profonde, come molti ortaggi. I volumi più bassi sono invece necessari per i frutteti impiantati su terreni argillosi. Tramite analisi podologiche e di uso del suolo agricolo si può così passare facilmente da volumi di adacquamento mensili di 100 metri cubi per ettaro a volumi di 1000 metri cubi per ettaro per le stesse colture su aree diverse o, di contro, per colture differenti sullo stesso terreno.
Il volume di adacquamento stagionale, che ammonta a molte migliaia di metri cubi, si riferisce a tutta l'acqua che servirebbe per garantire un buono sviluppo della coltura durante l'intero periodo produttivo.
La maggiore o minore disponibilità della risorsa acqua ed il suo costo possono limitare la somministrazione d'acqua (con conseguenze negative sulla qualità e sulla quantità del raccolto) ed in ultima analisi anche la scelta sulla coltura da produrre. Per tale motivo una disponibilità aggiuntiva di acqua, derivante dall'accumulo durante i periodi di piena nella zona più profonda delle vasche di laminazione, potrebbe rivelarsi molto utile. Si riportano di seguito i volumi di adacqua mento medi necessari per diverse colture. Dallo schema si deduce la notevole variabilità delle esigenze idriche e la stagionalità del consumo.

Tabella 1.1 – Volumi di adacquamento necessari alle principali colture agricole realizzabili in questa area.

COLTURE	**STAGIONE IRRIGUA**	**FABBISOGNI IDRICI TOTALI [m^3/ha]**	**FABBISOGNI MENSILI DI PUNTA [m^3/ha]**	**MESE DI MAGGIORE RICHIESTA D'ACQUA**
medica	Aprile-Settembre	6800-8400	1500	Luglio
mais da granella	Giugno-Settembre	3600	1400	15 Luglio-15 Agosto
barbabietola da zucchero	Aprile-Agosto	4200	1300	Luglio
patata	Maggio-Agosto	3200	1200	Luglio
erbaio estivo	Luglio-Settembre	4000	1500	15 Luglio-15 Agosto
frutteto-agrumeto	Maggio-Ottobre	4200	1200	15 Luglio-15 Agosto
ortaggi	Aprile-Ottobre	5000-6000	1500	Giugno-Agosto
vigneto	Luglio-Agosto	1200	1000	15 Luglio-15 Agosto

In base a quanto indicato in Tabella 1.1, riguardante i volumi di adacquamento delle principali colture agrarie, è possibile dedurre che, dato un volume di acqua immagazzinabile in un anno pari a circa 60.000 mc, si può stoccare acqua per bagnare circa da 10 a 15 ettari di colture agricole (anche a seconda delle necessità idriche delle coltivazioni scelte). Questa superficie corrisponde con buona approssimazione a quella che abbiamo a disposizione nel nostro comprensorio che ha una estensione di circa 15-18 ha complessivi.

1.2.3 Alcune alternative

1.2.3.1 Biomasse legnose

Le biomasse si ottengono tramite la coltivazione, spesso su terreni agricoli eccedentari, di varietà selezionate di specie arboree. Si tratta di una coltivazione il cui scopo è massimizzare la produzione di legname per unità di superficie, facendo uso di pratiche agronomiche sostenibili.
Le biomasse legnose, (dette anche Short Rotation Forestry), sono una produzione poco diffusa in Italia, per il fatto che manca un'adeguata chiusura della filiera produttiva (detta "filiera corta"). In sostanza, pur ottenendo risultati anche apprezzabili nelle produzioni, vi sono difficoltà nell'organizzazione del ritiro e della commercializzazione del prodotto.
Il miglioramento della produttività si è ottenuto mediante due principali adeguamenti tecnici:

- la selezione di cloni di pioppo adatti allo scopo,
- la possibilità di utilizzare tecnologie di lavorazione dei campi e per la raccolta del trinciato simili a quelle già in uso per la coltivazione del mais.

Queste produzioni sarebbero consigliabili per un duplice motivo: da una parte necessitano di acqua per crescere e questo fattore non sarebbe limitante, inoltre, in una situazione di acqua alta il pioppo è in grado di resistere per un certo tempo a terreni saturati d'acqua.
Volendo percorrere questa via anche all'interno del Parco del Lura, bisognerebbe però lavorare per costruire anche un'adeguata rete di commercializzazione del legname e di riscaldamento delle strutture tramite energia rinnovabile.

1.2.3.2 Vivai di salici

In relazione ai molteplici interventi sul territorio regionale, si può proporre come coltivazione alternativa l'impianto di un vivaio forestale di salici. Questo genere che raccoglie numerosissime specie, con areali molto ampi, possono facilmente trovare uso nella realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica, che studia le modalità d'impiego di piante, pietre, terra e legno come materiali costruttivi.

Le specie vegetali erbacee, arbustive ed arboree da utilizzare in questo tipo di lavori devono essere compatibili con le caratteristiche ecologiche delle aree d'intervento, quindi un vivaio forestale di salici potrebbe ottenere un buon successo.

L'ingegneria naturalistica è una disciplina che permette un migliore inserimento nel paesaggio di certe opere (di sicurezza o di consolidamento) che, in una logica di sviluppo compatibile, mitigano il loro impatto sia a livello estetico-paesaggistico, sia a livello naturalistico.

La Regione Lombardia, con l'intenzione di agevolare l'utilizzo di queste tecniche, ha emesso una Deliberazione della Giunta (D.G.R. n.6/48740 del 2000), raccogliendo in un volume la descrizione delle tecniche, le modalità di esecuzione, l'elenco delle specie vegetali consigliabili nei diversi ambiti geografici, gli schemi costruttivi etc.

L'attivazione di una attività come quella forestale applicata alla ingegneria naturalistica riveste anche un certo interesse economico proprio in relazione alla mancanza di imprese produttrici di materiale autoctono da impiegare nel recupero ambientale.

1.2.3.3 Colture annuali

L'idea di ripensare l'uso delle aree che verranno interessate dalle vasche di laminazione come zone in cui privilegiare la coltivazione di orticole in pieno campo dipende anche dal fatto che il trend commerciale, anche in provincia di Como, sembra premiare queste produzioni. Le orticole sono produzioni con un margine di guadagno abbastanza elevato che, in particolare in un'area Parco, potrebbero anche venire privilegiate dalla possibilità di fare produzioni integrate o biologiche. In queste zone fino ad ora la coltivazione di orticole era sconsigliabile anche per la mancanza d'acqua, che è invece *conditio sine qua non* per questo tipo di produzioni.

1.2.3.4 Ricomposizione fondiaria

L'elevato grado di parcellizzazione dei terreni è ad oggi un'evidenza in queste zone. Costituisce un handicap per lo sviluppo dell'agricoltura poiché le produzioni rimangono molto marginali; la norma è un'agricoltura pensata come attività di integrazione al reddito principale, mentre solo poche sono le aziende ancora rivolte in modo principale al mercato.

Molto spesso inoltre il frazionamento aziendale è anche dovuto ad una dispersione delle aziende su appezzamenti diversi anche molto distanti.

Per tutte queste tipologie di aziende, per mantenersi in attivo, è necessaria una ricomposizione fondiaria, che potrebbe essere adeguatamente progettata in questo contesto di grandi cambiamenti dovuti alla realizzazione del progetto riguardante le vasche di laminazione in ambito agricolo.

Naturalmente questa è un'occasione alla quale le aziende potranno aderire in modo volontario e sarà percorribile solo dopo un'attenta definizione di criteri e parametri in base ai quali determinare in modo univoco il valore dei singoli appezzamenti. La stima del valore consentirà di redigere un piano di scambi alla pari, compensazioni, permute e compravendite tra i vari proprietari, dando così inizio all'opera di riaccorpamento.

Sarà necessario redigere una cartografia chiara in cui siano evidenti i confini attuali dei campi, il progetto delle vasche e quindi tutte le aree marginali e residue che origineranno da esso. Rispetto a queste ultime sarà inoltre necessario definire una soglia dimensionale al di sotto della quale un appezzamento viene considerato non sufficientemente redditizio e quindi non coltivabile. Tutti questi frattali devono venire necessariamente espropriati andando ad incrementare il valore complessivo dei terreni annessi all'opera e nel contempo incrementano i suoli incolti e riducono i territori agricoli. E' quindi opportuno fissare la soglia dimensionale minima al di sotto della quale il terreno viene "messo in gioco " e venduto ad altri soggetti proprietari confinanti che possono implementare la loro SAU.

Quindi, prima di pensare all'esproprio di questi piccoli appezzamenti andranno consultati i proprietari o gli affittuari degli appezzamenti vicini, proponendo anche condizioni agevolate per la loro conduzione o acquisizione.

Per quanto riguarda invece un intervento di ricomposizione che tende a salvaguardare maggiormente le aziende agricole a titolo principale, esistono sostanzialmente due alternative praticabili per dare avvio all'adeguamento strutturale.

La prima, più radicale, corrisponde ad una riorganizzazione delle proprietà, riaccorpando terreni polverizzati in particolare da divisioni dovute a spartizioni di eredità. La soluzione, peraltro complessa, va cercata in collaborazione con l'aiuto di tutti i soggetti interessati (associazioni di proprietari, organizzazioni professionali, proprietà fondiaria etc.) e potrebbe essere attuata agevolando le compravendite da un punto di vista fiscale e notarile.
La seconda, meno invasiva, potrebbe intervenire sui contratti di affitto (o simili: comodato, usufrutto etc.), agevolando l'accorpamento di porzioni di territorio sotto un'unica azienda, se non dal punto di vista della proprietà, almeno a livello gestionale. Questa soluzione comporta minori costi ed essendo non definitiva potrebbe probabilmente essere considerata più percorribile anche dai proprietari.

1.3 GLI ESEMPI EUROPEI – CONCLUSIONE

Rispetto alla problematica dell'inserimento delle vasche di laminazione in un contesto rurale, con permanere dell'attività agricola, anche diversi altri paesi europei si sono cimentati in esperienze simili con ottimi risultati, sia dal punto di vista della sicurezza, sia per quel che riguarda l'economicità delle attività svolte nel comprensorio delle vasche di laminazione (al loro interno e nella fascia limitrofa).
Queste esperienze evidenziano che il punto nodale rispetto alla riuscita dei progetti è la fase di concertazione e la cooperazione sia nella ridistribuzione del territorio agricolo, sia nella costituzione di consorzi di gestione.
Anche nel nostro caso la cooperazione tra soggetti nella definizione degli obiettivi di produzione e di commercializzazione (per es. l'introduzione della filiera bosco – legno – riscaldamento) è altamente auspicabile e considerata una chiave di volta per l'ottenimento del risultato. Vengono di seguito descritte tre esperienze svizzere, recente oggetto di una visita tecnica.

SCHEDA N.1

Corso d'acqua	**Rickenbach**
Contesto	Ambito agricolo
Anno di realizzazione	2005
Tipo d'intervento	Realizzazione di una cassa di laminazione ad espansione programmata delle piene
Elementi costruttivi e specie utilizzate	Manufatti di regolazione e deviazione dei deflussi idrici, con bacini di regolazione e dissipazione (a monte e valle).
Aspetti amministrativi	E' stata stipulata una convenzione tra Cantone e proprietari dei terreni, in base alla quale a questi ultimi, in caso di allagamento, vengono rimborsati i danni. Interessante la previsione a priori che mette in relazione i volumi delle piene e i mappali che vengono inondati. Sulla base di questi calcoli e della frequenza degli allagamenti previsti sono anche previsti i rimborsi.
Inquadramento ambientale	Fondovalle alluvionale coltivato a seminativo, bordato da rilievi alti alcune decine di metri completamente boscati; si tratta di una zona con difficoltà di drenaggio, nell'ambito della quale l'espansione urbanistica ha causato, attraverso la cementificazione delle aree e l'incremento dei reflui, il verificarsi di alluvioni.
Obiettivi dell'intervento	Prevenzione delle alluvioni per i due centri abitati a valle
Condizionamenti e opportunità del progetto	Presenza di un'estesa area avvallata e disponibilità dei proprietari
Descrizione dell'intervento	E' stata creata una sezione obbligata attraverso la quale può defluire una portata di sicurezza, calcolata per non produrre esondazioni nell'ambito del centro abitato. I due rami del corso d'acqua che defluiscono attraverso questa sezione determinano un rigurgito lungo il ramo di destra e la piena si espande nella cassa di laminazione.
Soluzioni progettuali specifiche	Per favorire l'esondazione dall'alveo attivo e a posteriori il deflusso delle piene, evitando fenomeni di tracimazione che porterebbero ad erosione dei suoli, sono state modellate specifiche rampe, opportunamente inerbite. I bacini di dissipazione sono stati rivestiti da scogliere in pietra.
Evoluzione dell'intervento e aspetti legati alla manutenzione	E' necessario mantenere libere le luci dei manufatti idraulici
Problematiche rilevate	Il bacino di dissipazione del ramo di sinistra del torrente, a monte della sezione obbligata di deflusso, deve sopportare la pressione idraulica dell'intero bacino (che li si concentra), è troppo piccolo e con scarpate troppo ripide e non protette
Note personali	Lo sviluppo urbanistico di questo comprensorio ha superato i limiti di sostenibilità ed ha messo in seria crisi il sistema dei deflussi idrici. La soluzione per trovare un nuovo equilibrio idrogeologico è stata trovata attraverso la conoscenza del territorio ed il coinvolgimento dei proprietari terrieri e non attraverso impianti tecnologici.

SCHEDA N.2

Corso d'acqua	**Kefikerbach**
Contesto	Ambito agricolo limitrofo ad autostrada
Anno di realizzazione	1978
Tipo d'intervento	Cassa di laminazione naturale, quale intervento di compensazione per la costruzione dell'autostrada. Approfondimento di un'area umida con lo scopo di ricreare uno specchio d'acqua permanente. Oggi l'area umida è divenuta biotopo protetto.
Elementi costruttivi e specie utilizzate	Rimodellamento del terreno per la creazione della vasca. Vista la presenza di acqua affiorante pregressa, non è stato necessario effettuare un ulteriore ingente scavo. Messa a dimora di salici, ontani, e di un miscuglio di specie erbacee lungo le sponde.
Aspetti amministrativi	I terreni sono stati acquistati. La cessione è avvenuta facilmente perché il Ministro, con un impegno scritto di mezza pagina, aveva assicurato agli agricoltori della zona che con la costruzione dell'autostrada avrebbero fatto di tutto per impedire il deflusso di acqua su terreni agricoli.
Inquadramento ambientale	Ambito agricolo intensivo con scarsa presenza di rete ecologica strutturata (mancanza di siepi e di elementi arborei connettivi).
Obiettivi dell'intervento	Smaltimento delle ondate di piena e riqualificazione ambientale dell'area mediante la creazione di un'area umida.
Condizionamenti e opportunità del progetto	La portata massima in entrata nella vasca di 15 mc/s con tempo di ritorno di circa 100 anni. Risoluzione del problema di allagamento dei terreni agricoli e creazione di una zona umida. L'intervento ha permesso la formazione e persistenza di habitat di particolare interesse soprattutto per l'avifauna e erpetofauna.
Descrizione dell'intervento	La vasca è stata costruita su un terreno agricolo (prato) umido. L'area complessiva è di 2 ettari, di cui il 30% di specchio d'acqua della profondità massima di 3 m e di capacità di invaso di 60.000 mc. Trattasi di vasca di laminazione naturale, per la cui realizzazione non è stato usato cemento. E' stato ridisegnato e rimodellato l'alveo del ruscello, opportunamente allargato. Per l'uscita dell'acqua non sono state costruite opere di regolazione, ma è stata ristretta la sezione. La portata massima in entrata è di 15 mc/s, mentre quella in uscita è di soli 5 mc/s.
Evoluzione dell'intervento e aspetti legati alla manutenzione	Le piene possono verificarsi tutto l'anno, tranne i mesi di dicembre e gennaio. La manutenzione consiste in un solo sfalcio annuale dell'erba e nel taglio di qualche albero.
Note personali	La scarsa vegetazione acquatica consente di ridurre notevolmente i tempi e costi legati alla manutenzione.

SCHEDA N.3

Corso d'acqua	**Abistbach**
Contesto	Area agricola
Anno di realizzazione	
Tipo d'intervento	Vasca di laminazione
Elementi costruttivi e specie utilizzate	Realizzazione di sbarramento a valle della vasca di laminazione. Sono state inserite specie vegetali arboree idonee a sopravvivere in caso di piena.
Aspetti amministrativi	Dopo aver trovato l'accordo tra le parti (agricoltori, amministratori pubblici, gestori di impianti sportivi e di esercizi commerciali e turistici) si è proceduto alla costruzione della vasca. L'opera è stata pagata completamente dal Cantone, mentre il Comune ha operato per convincere gli agricoltori a cedere i terreni
Inquadramento ambientale	Vallata agricola oggi trasformata, substrato emerso ciottoloso.
Obiettivi dell'intervento	Aumentare la sicurezza idraulica dell'abitato di Marthalen, piccolo nucleo abitato medioevale completamente ristrutturato
Condizionamenti e opportunità del progetto	La vasca è stata dimensionata sulla base della piena centenaria, mentre l'argine di chiusura è stato dimensionato per resistere ad una piena millenaria. Riqualificazione ambientale dell'area e creazione di strutture ricreative e commerciali.
Descrizione dell'intervento	La superficie interessata dall'intervento è di 3 ha, la vasca ha una capacità di invaso di 80.000 mc ed a valle è stato costruito un manufatto di regolazione. All'interno della vasca sono stati costruiti campi di calcio. Con piene di 5 anni le strutture non sono allagate. Il primo campo potrebbe venire sommerso con una piena di 10 anni e il secondo, a quota superiore, con piena di 20 anni. A valle del manufatto di regolazione è stata creata una cassa di dissipazione. Il ruscello, in precedenza completamente impermeabilizzato, è stato rinaturalizzato..
Soluzioni progettuali specifiche	Per la creazione della vasca, sono state asportate alcune migliaia di mc di terreno fertile, utilizzato per rendere coltivabile un'altra area agricola depressa
Evoluzione dell'intervento e aspetti legati alla manutenzione	Il parco è fruibile. Non sono state inserite strutture deteriorabili.
Note personali	Interessante la multifunzionalità dell'area oggetto di intervento e la partecipazione nel processo decisionale dei vari soggetti interessati.

2. LA WETLAND PILOTA DI CADORAGO

(Lavoro svolto con il contributo di CSDU, PoliMI DIIAR e UniMI-Bicocca DISAT)

Nel 2005 il Parco sovraccomunale del Torrente Lura ha ottenuto un finanziamento dalla Fondazione Cariplo per il progetto"Sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica del torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata". Il progetto ha visto per due anni il lavoro di un articolato gruppo costituito dai maggiori atenei lombardi. Nell'ambito di questo progetto biennale era prevista la realizzazione di un progetto pilota di fitodepurazione.

2.1 PREMESSA

Il torrente Lura nasce dal Bizzarrone e scorre verso sud attraversando la città di Saronno e poi verso Rho, a valle del quale si immette nell'Olona. La sua storia degli ultimi decenni corrisponde a quella di tutti i corsi d'acqua del bacino Lambro - Seveso - Olona, ovvero quella di un torrente che per anni è stato recettore di fognature e che solo recentemente, grazie alla realizzazione di 2 depuratori, riceve acque qualitativamente migliori.
Tra le problematicità di questo torrente, anche la storica urbanizzazione dei territori a monte, causa principale della forte riduzione delle portate proprie del fiume e degli scarsi apporti di acque pulite in alveo, indispensabili per la diluizione dei reflui provenienti dai depuratori.

2.2 OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI

Lo scopo dell'intervento è esclusivamente di tipo scientifico – didattico, infatti le acque prelevate dal corso d'acqua principale vengono deviate all'interno della *wetland* ed infine riconvogliate nel torrente dopo aver subito un processo di fitodepurazione.
Il senso di tale operazione è constatare la capacità depurativa del sistema ed il conseguente miglioramento della qualità delle acque da esso operato. Tecnicamente le finalità di tali sistemi sono:

- la rimozione della sostanza organica e dei nutrienti,
- l'abbattimento dei solidi sospesi (recupero nella colorazione dell'acqua)
- la diminuzione della carica batterica presente.

In generale la realizzazione di vasche artificiali (*constructed wetlands*) è un sistema che coniuga i benefici relativi all'abbattimento dei carichi inquinanti, con quelli inerenti la diversificazione degli habitat, producendo un effetto positivo plurimo a livello economico, ambientale e paesaggistico.

2.3 AREA D'INTERVENTO

La scelta dell'area di intervento è risultata subito molto importante in quanto doveva rispondere a caratteristiche specifiche:

- gli effetti del progetto pilota dovevano venire resi in modo diretto alla popolazione del parco,
- doveva essere possibile svolgere monitoraggi costanti
- si doveva affiancare l'aspetto della rinaturalizzazione con quello della fitodepurazione.
- il costo doveva essere compatibile con quello previsto dai finanziamenti.

L'area selezionata ricade interamente nel Comune di Cadorago (CO): la superficie catastale interessata è di circa 4550 m^2. Sulla base del documento "Determinazione del reticolo idrico minore: Regolamento del Comune di Cadorago – attuazione delle competenze in materia di polizia idraulica" si sono desunte le zone e le fasce di rispetto del reticolo idrico e si sono rilevati i due tipi di vincoli presenti sull'area:

- la fascia di rispetto del reticolo idrico principale,
- la fascia allargata di vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

2.4 ANALISI DEL PROGETTO

Il progetto pilota prevede la costruzione di uno specchio d'acqua realizzato in sponda sinistra idraulica parallelamente al corso d'acqua esistente (Figura 2.1).

La *wetland* è alimentata da una tubazione sotto battente, avente una saracinesca di regolazione al suo estremo di valle che preleva acqua dall'alveo; la reimmissione dell'acqua in alveo avviene circa 50 m più a valle, mediante una tubazione di restituzione questa volta, per sicurezza, priva di organi di regolazione. La scelta di operare l'alimentazione sotto battente anziché a stramazzo, è dovuta alla necessità di contenere, in occasione delle piene, gli incrementi della portata recata all'area umida, allo scopo di preservarla.

L'opera di presa, oltre al tubo prevede il posizionamento di una briglia a valle del tubo, in grado di generare un innalzamento del livello idrico tale che in condizioni di tempo secco si riesca a deviare la $Q_{w,s}$ (portata di tempo secco) voluta sotto battente. Il tubo di adduzione è inclinato di circa 45° rispetto al flusso di corrente e leggermente rialzato rispetto al fondo onde limitare il rischio di occlusioni. Tale tubazione riversa la portata nella *wetland* con uno sbocco in atmosfera regolabile tramite una saracinesca manuale, consentendo il controllo dell'entità della portata addotta. A monte della briglia la conformazione e le quote dell'alveo rimangono quelle pregresse. L'opera di presa comprende anche, quali sue parti essenziali, una vasca di dissipazione d'energia in alveo subito a valle della briglia, una controbriglia che funge da parete di valle della vasca di dissipazione in alveo (Figura 2.2) e infine una zona di dissipazione d'energia nella *wetland*, là dove avviene il recapito da parte della tubazione d'immissione (Figura 2.3). A valle della controbriglia il fondo dell'alveo ritorna ad essere quello naturale del torrente Lura.

L'opera di restituzione dalla *wetland* all'alveo consiste in una tubazione che riattraversa l'argine, con quota d'imbocco opportunamente inferiore alla quota di sbocco della tubazione di alimentazione ma, a differenza di questa, è priva di organi di regolazione (Figura 2.4).

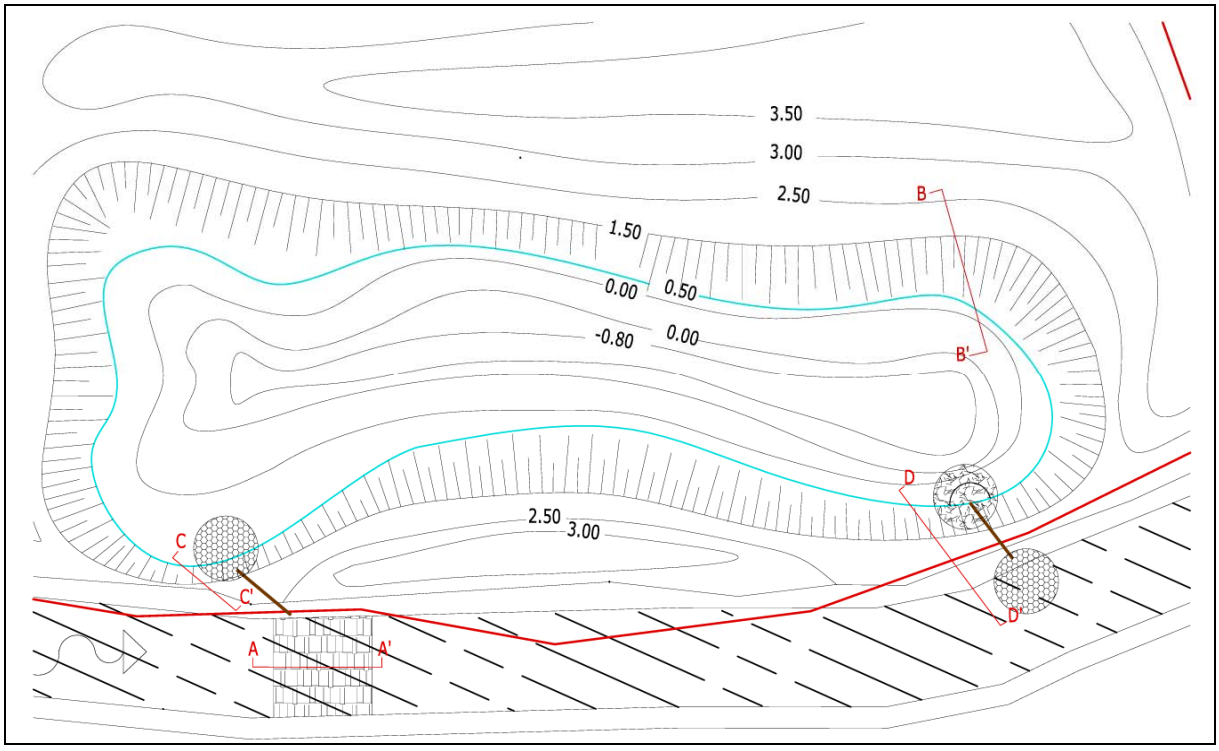


Figura 2.1 – Planimetria di riferimento per la localizzazione delle sezioni AA', BB', CC' e DD'.

Le opere in alveo sono realizzate in massi ciclopici opportunamente sagomati in sommità, in modo da conferire una quota costante lungo tutta la larghezza dell'alveo. Anche le tre zone di dissipazione dell'energia (rispettivamente in alveo a valle della briglia, nella *wetland* allo sbocco della tubazione di alimentazione e in alveo allo sbocco della tubazione di restituzione) sono costruite in massi ciclopici.

Il progetto prevede anche l'inserimento di opere d'ingegneria naturalistica in grado di integrare gli accorgimenti di cui sopra, nonché garantirne l'efficienza e la stabilità, specie nei punti di particolare vulnerabilità. In particolare si propongono l'impianto di culmi di specie acquatiche in tutta l'area che si trova a quota 0 ÷ 50 cm e la sistemazione dei bordi tramite fascine in salice (Figura 2.5).

Il fondo della *wetland* fino alla quota di impianto della vegetazione fitodepurante è resa impermeabile con materassi bentonitici, operazione che si è resa necessaria dato che le analisi pedologiche hanno indicato la presenza di un substrato a granulometria grossolana.

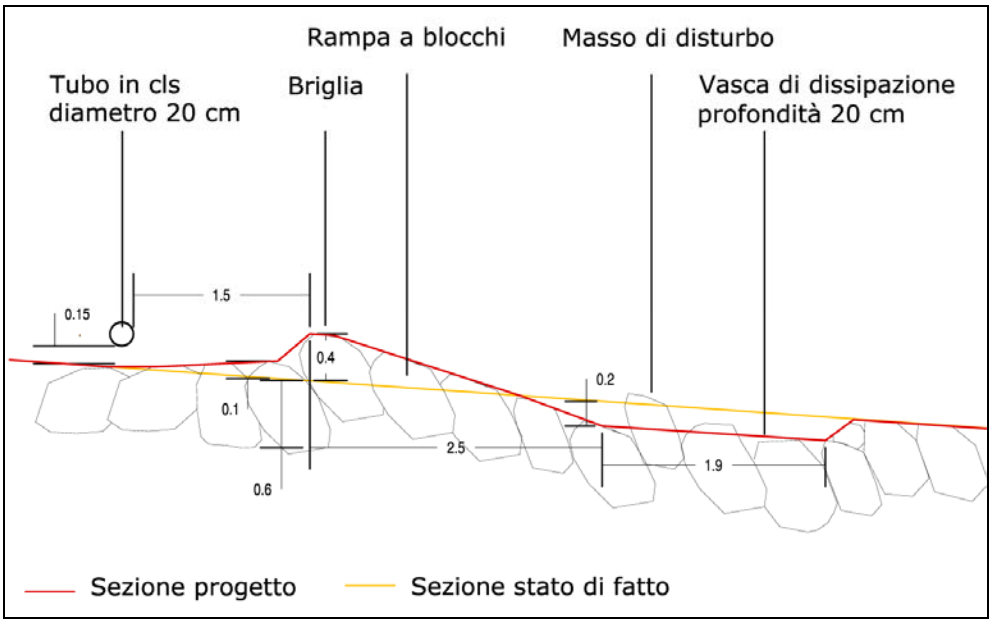


Figura 2.2 – Sezione AA' – Briglia e vasca di dissipazione.

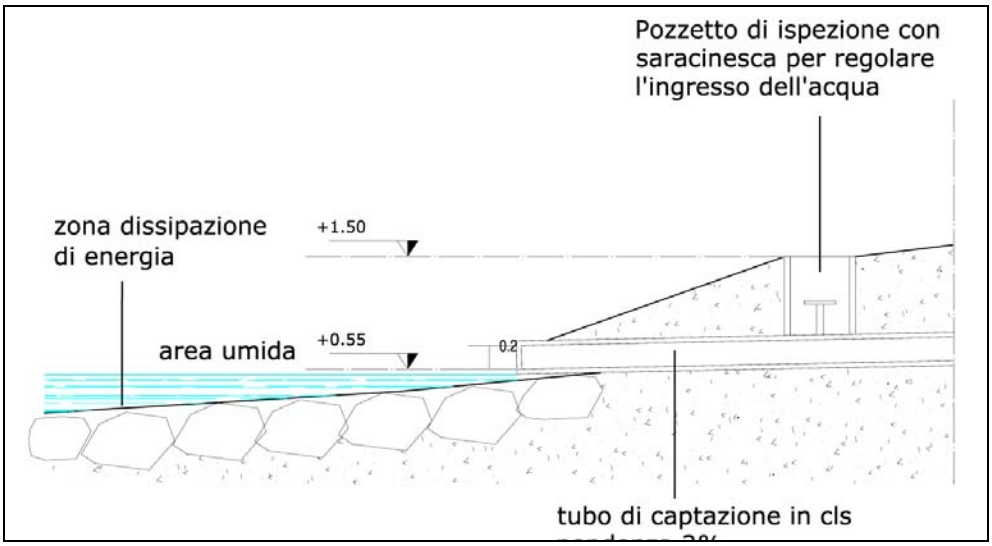


Figura 2.3 – Sezione CC' – Zona di dissipazione nell'area umida.

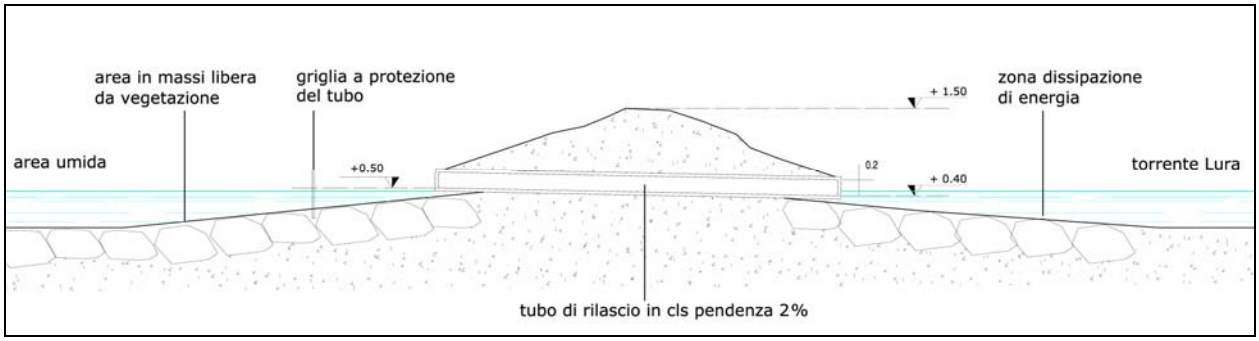


Figura 2.4 – Sezione DD' – Tubo di rilascio con sistemazione alveo.

2.4.1 Ingegneria naturalistica e scelta del materiale vegetale

Per un naturale sostegno delle sponde sono state applicate due tecniche di ingegneria naturalistica (Figura 2.5).

- La **fascinata spondale** (Figura 2.9) è costituita da verghe di salice fissate al terreno con picchetti, in grado di opporsi, grazie all'apparato radicale del salice, all'erosione delle sponde. La presenza di salici aiuta la colonizzazione delle sponde, preparando il terreno anche alla crescita di specie più esigenti. La fascinata spondale è stata collocata nella fascia di battigia, per rinforzare il confine della sponda al limite tra emerso e sommerso.
- L'**impianto di culmi di specie igrofile** è stata realizzata per favorire la crescita rapida di piante acquatiche nelle zone con un livello di acqua oscillante fra 10 e 50 cm. Il livello di impianto delle igrofite è costituito da un substrato adeguato e l'acqua da trattare viene fatta confluire in modo da mantenere un battente idrico adatto per gli scopi di fitodepurazione, limitato ad alcune decine di centimetri (40÷70 cm). Sono state messe a dimora sia specie vegetali note e ampiamente diffuse come *Phragmites australis* o *Typha latifolia*.

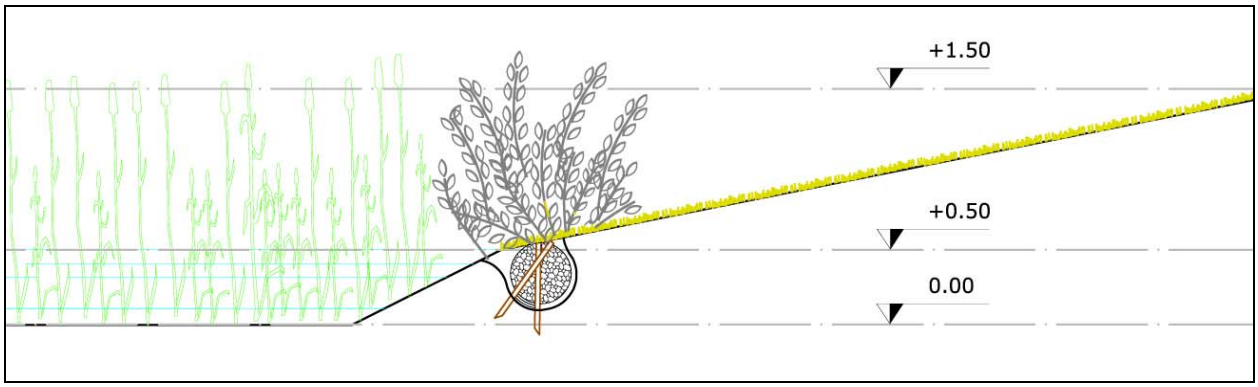


Figura 2.5 – Sezione BB' – Fascina viva spondale e impianto rizomi.

È stato inoltre previsto nelle aree circostani l'impianto di 180 piantine forestali appartenenti a specie arboree ed arbustive autoctone della pianura lombarda, poste nella parte emersa della vasca e nell'intorno. Le specie vegetali forestali messe a dimora appartengono ai generi *Quercus, Corylus, Sambucus, Frangula e Viburnum.* E' prevedibile la crescita spontanea di robinie (*Robinia pseudacacia*) che colonizzano abbondantemente l'area (Figura 2.10 e Figura 2.11).

2.4.2 Portata e Deflusso Minimo Vitale (DMV)

La necessità di deviare l'acqua dall'alveo naturale ha naturalmente imposto dei calcoli per garantire il Deflusso Minimo Vitale del torrente Lura e parallelamente per accertare che le portate captate fossero comunque idonee al funzionamento ottimale della *wetland*. L'algoritmo utilizzato per quantificare il Deflusso Minimo Vitale, come (individuato dall'Autorità di Bacino del Po (AdBPo) e recepito dal PTUA (Piano di Tutela delle Acque) della Regione Lombardia) è:

$$Qdmv(l/s) = k \cdot Q_{med\_a} \cdot S\ (kmq) \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

Il calcolo viene sviluppato in funzione di una semplificazione dell'algoritmo, che tiene conto della sola componente idrologica:

$$C.I.\ Qdmv = k \cdot Q_{med\_a} \cdot S$$

dove: $Q_{med\_a} = 23{,}3$ l/s/km^2 dato sperimentale acquisito per il sottobacino del fiume Olona, compreso tra la Sezione di Legnano e la Sezione di Rho, rappresentativa dell'ambito di intervento,

$k = 0{,}1$ parametro sperimentale assunto pari al 10%

$S = 45$ km^2 superficie del bacino idrografico alla sezione di chiusura di Cadorago.

Sostituendo i valori si ottiene:

$$C.I.\ Qdmv = 0.1 \cdot 23{,}6\ l/s/km^2 \cdot 45\ km^2 = 106{,}2\ (l/s).$$

Ritenuto che la componente idrologica, al fine di una garanzia massima, è il 20% della Q_{med_a}, (k = 0,2) per la tratta in esame (Sezione di Cadorago) si definisce la Qdmv = 212 l/s.
Poiché nell'area di intervento la portata in periodo di secca è di 350 l/s, peraltro sostenuta dalle portate ordinarie rilasciate dagli impianti di depurazione del territorio, ed il prelievo previsto dalla nostra derivazione è sempre di 5 l/s, tale influenza sulle esigenze di DMV risulta irrilevante, in nessun caso infatti si scende al di sotto del valore minimo di deflusso vitale per il corso d'acqua nella tratta in esame.
Contestualmente è stata fatta una verifica che evidenzia come, avendo lo specchio d'acqua un volume utile di progetto di soli 750 m³, per una portata $Q_{w,s}$=5 l/s il tempo di residenza idraulico è pari a $t_{r,w}$ = 42 ore, che è appunto una durata stimata idonea per consentire un significativo sviluppo del processo di fitodepurazione.
In caso di difficoltà comunque**,** la paratoia allo sbocco della tubazione di alimentazione potrà consentire facilmente d'incrementare (od eventualmente anche ridurre) la portata deviata nella *wetland* qualora in fase gestionale lo si ritenesse opportuno.

2.4.3 Iter amministrativo

L'iter amministrativo richiesto per arrivare alla concretizzazione del Progetto pilota è stato piuttosto complesso, anche perché molteplici sono gli Enti pubblici chiamati in causa e che hanno l'onere di rilasciare differenti autorizzazioni a procedere.

Data	***Iter Burocratico***	***Ente coinvolto***
01/02/06	Consegna Progetto Preliminare	
07/02/06	Approvazione del Progetto Preliminare	Consorzio Parco del Lura
21/03/06	Concessione in comodato d'uso dei terreni necessari alla realizzazione del progetto	Consiglio di Amministrazione del Parco e Giunta Comunale di Cadorago
30/03/06	Approvazione del Progetto Definitivo	Consorzio Parco del Lura e Comune di Cadorago
20/04/06	1^ Conferenza dei servizi	
19/06/06	Provvedimento di Autorizzazione Ambientale	Comune di Cadorago
22/01/07	2^ Conferenza dei servizi e visita istruttoria	Provincia di Como
30/01/07	Nulla osta alla realizzazione delle opere idrauliche connesse alla derivazione dell' acqua	Regione Lombardia Sede territoriale di Como
22/02/07	Approvazione del Progetto Esecutivo	Consorzio Parco del Lura
28/02/07	Autorizzazione provvisoria all'inizio dei lavori di derivazione delle acque	Consorzio Parco del Lura e Provincia di Como
07/03/07	Gara d'appalto e affidamento dei lavori all'impresa vincitrice: Puricelli ambiente verde srl	
26/03/07	Inizio dei lavori	
2/05/07	Termine dei lavori	

Dalla chiusura dei lavori l'area è diventata un ambito di ricerca da parte del DISAT dell'Università di Milano-Bicocca che sta seguendo con cura l'evoluzione della vegetazione (da Figura 2.8 a Figura 2.11) e sta cercando di valutare i suoi reali effetti di fitodepurazione sulla qualità delle acque.

Figura 2.6 – Area umida pilota: fasi di realizzazione della vasca – aprile 2007.

Figura 2.7 – Area umida pilota: fasi di realizzazione della vasca – aprile 2007.

Figura 2.8 – Area umida pilota: un mese dopo la fine dei lavori – giugno 2007.

Figura 2.9 – Area umida pilota: la crescita delle fascine di salice – giugno 2007.

Figura 2.10 – Area umida pilota: la crescita della vegetazione sulle sponde risulta molto rigogliosa – luglio 2008.

Figura 2.11 – Area umida pilota: la crescita della vegetazione sulle sponde risulta molto rigogliosa – luglio 2008.

3. ASPETTI PAESAGGISTICO–NATURALISTICI E IMPLICAZIONI DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

3.1 PREMESSA

La LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli) è stata coinvolta all'interno del progetto "Sostenibilità ambientale degli interventi di protezione idraulica nel Torrente Lura: un progetto pilota di gestione integrata e partecipata, aspetti paesaggistici e naturalistici e implicazioni dell'intervento sul territorio" sostenuto dalla Fondazione CARIPLO ed in collaborazione con tutti gli attori che hanno preso parte ai lavori, come supporto tecnico nelle questioni prettamente naturalistiche per predisporre proposte che siano realmente integrabili e di opportunità per il PLIS Parco del Lura per quanto concerne la realizzazione di opere che, oltre essere funzionali ai fini idraulici, siano utili all'incremento e conservazione della biodiversità.

Nella fascia prealpina e di pianura lombarda, la presenza umana si è diffusa in modo esteso. Gli ambienti naturali di questa area, pochi secoli fa ancora coperta da boschi, stagni e paludi, sono stati progressivamente trasformati. La vegetazione spontanea è stata convertita spesso in aree coltivate o in insediamenti e infrastrutture, le aree umide bonificate, fino a far assumere a gran parte del territorio l'attuale aspetto.
Tra le aree naturali restanti più significative vi sono le zone umide, si tratta di ambienti residui con un importante ruolo di catalizzatori di biodiversità di dimensioni ormai ridotte e soggette a isolamento. Nelle originarie condizioni naturali, il lento processo di interramento di queste aree era compensato dalla continua formazione di nuovi ambienti dalle caratteristiche affini. Il risultato era la coesistenza di più ambienti disposti a mosaico lungo un gradiente evolutivo, che andava dagli ampi specchi d'acqua di una lanca appena formata, alla palude o torbiera, fino allo stadio finale della foresta planiziale evoluta. Nella situazione attuale, questo equilibrio si è spezzato a causa dei continui interventi di bonifica dei suoli e di regimazione delle acque; ne risulta che la maggior parte delle aree umide esistenti è stata prosciugata e che i fiumi e i torrenti, sempre più spesso, non possono deviare il loro corso liberamente nel piano di campagna formando nuove zone umide.

3.2 AREE UMIDE

Nel Parco del Lura non esiste una vera e propria area umida. Vi sono invece rare piccole zone di scarsa rilevanza dove l'influenza e il disturbo antropico sono evidenti. L'unica zona dove si riscontra la presenza quasi costante dell'acqua per tutto l'anno, la "Zoca del Buschit" non è caratterizzata da vegetazione di palude o tipica di zona umida (manca un tifeto o un cariceto) ma è piuttosto formata da piante amanti dell'umidità che si ritrovano comunemente nella bordura di ambienti acquatici. Le piante di questa associazione vegetale sopportano bene l'alta umidità e le inondazioni periodiche riuscendo a sopperire a periodi di secca in estate.
Questi sono gli unici siti esistenti che permettono la riproduzione degli anfibi e di alcune specie di avifauna in quest'area. L'assenza totale di vegetazione acquatica sommersa, la scarsa profondità dell'acqua in primavera ed il rapidissimo prosciugamento rendono gran parte di questi ambienti poco utili per la fauna tipica degli stagni.
E' da però ricordare quanto in passato questa zona dell'alta Pianura Lombarda fosse in realtà ricca di stagni, aree umide, piccoli torrenti e rogge, alimentati da estese falde acquifere che dal sottosuolo sgorgavano direttamente in superficie rendendo il paesaggio molto interessante da un punto di vista naturalistico. Con le bonifiche avvenute negli scorsi decenni, per far posto a campi coltivati e abitazioni, oltre che ad un esaurimento sempre maggiore delle falde, questo paesaggio è mutato drasticamente fino a raggiungere lo stato attuale in cui tutti gli ambienti umidi sono ridotti a piccolissime porzioni relitte. La fauna tipica di questi ambienti è però rimasta anche se in numero sempre più esiguo e il censimento dei vertebrati condotto dalla LIPU nel 2004 all'interno del PLIS del Lura ha mostrato come siano ancora presenti tutte le specie di anfibi tipiche dell'alta pianura tra cui spicca la presenza del Tritone crestato e della Salamandra pezzata.

3.3 ASPETTI NATURALISTICI

Il torrente Lura attraversa tutto il Parco bagnando le modeste zone collinari che caratterizzano una regione fortemente antropizzata. Un corso che si snoda a meandri affiancato da fasce boschive su entrambe le sponde.
Il territorio del Parco del Lura è caratterizzato da una evidente alternanza di frammenti di paesaggio a mosaico costituiti da aree boschive miste (con prevalenza di *Quercus sp.*) o di Robinia (*Robinia pseudoacacia*), prati e coltivi.
Un'area sufficientemente diversificata per permettere a numerose specie, capaci di adattarsi a questo contesto ambientale vario e intessuto ad una zona densamente urbanizzata, di sopravvivere.

3.3.1 L'area oggetto di intervento

L'area oggetto del progetto, compresa tra i comuni di Rovellasca, Bregnano e Lomazzo, è uno spaccato delle caratteristiche peculiari del paesaggio del PLIS. Qui sono ben rappresentati tre delle cinque tipologie di ambienti naturali presenti nell'area Parco, infatti, ritroviamo aree con bosco misto di latifoglie accanto ad aree totalmente colonizzate da boschi di *Robinia* suddivise poi da seminativi e da prati stabili.
Gli interventi previsti hanno un impatto indubbio sul suo territorio, che in ogni caso sotto il profilo naturalistico è visto come positivo, in quanto porta ad una diversificazione degli habitat attualmente presenti ed alla nascita di aree umide seminaturali.
E' infatti un'occasione per riqualificare alcune delle zone invase da Robinia, questa specie alloctona, favorendo l'insediarsi di specie arboree, ma soprattutto arbustive più tipiche di questo territorio. Inoltre la creazione di aree periodicamente allagate favorirebbe un incremento della piccola fauna del luogo.
Siamo convinti che il progetto sia un'opportunità, che potrebbe essere unita ad uno strumento utile all'elaborazione di corrette strategie di gestione e conservazione del patrimonio faunistico del Parco, su cui avvalersi per la creazione di piccole e medie zone umide dislocate in diverse aree.
Inoltre la presenza del torrente potrebbe garantire a queste un apporto costante d'acqua e un ricircolo della stessa utile anche alla flora acquatica. Aree agricole con pendenza e vicinanza a fonti d'acqua facilmente utilizzabili, potrebbero poi trasformarsi in aree allagate permanentemente con progetti di riqualificazione ambientale.
E' consigliabile la creazione, sia nei boschi sia nei coltivi, di piccoli biotopi utili soprattutto per la fauna minore, che presentino acqua e vegetazione acquatica durante tutto l'anno.
Questi uniti alle aree con un livello di acqua superiore, in breve tempo verranno colonizzati e utilizzati non solo dalla piccola fauna presente nel Parco, ma bensì, su scala più ampia, dall'avifauna in migrazione.
Si verrebbero a creare gli habitat necessari alla sopravvivenza di specie minacciate del territorio, nonché alla nidificazione di specie strettamente legate alle aree umide.
Considerando infine la dislocazione dell'area d'intervento su scala regionale si può prevedere con precisione quali siano le specie di uccelli che sicuramente beneficerebbero della creazione di zone umide e che per questo motivo dovranno essere tenute in considerazione durante la progettazione degli interventi.
Alcune di queste, come mostrato in Tabella 3.1, rientrano negli elenchi comunitari di specie la cui presenza è importante ai fini conservazionistici e che meritano mirate azioni di tutela.

Lo stesso discorso riguarda gli anfibi alcuni dei quali, come gli uccelli, rientrano in speciali elenchi comunitari che ne sanciscono l'importanza e ne obbligano la tutela (

Tabella 3.2).

Tabella 3.1 – Specie aviarie tutelate negli elenchi comunitari.

Martin pescatore	Allegato I Dir. Uccelli
Tarabusino	Allegato I Dir. Uccelli
Airone rosso	Allegato I Dir. Uccelli
Nitticora	Allegato I Dir. Uccelli
Tarabuso	Allegato I Dir. Uccelli
Topinova	
Cannaiola	
Voltolino	

Direttiva 79/409/EEC

Tabella 3.2 – Specie anfibie tutelate negli elenchi comunitari.

Tritone crestato	Allegato II/IV Dir. Habitat
Tritone punteggiato	
Rospo smeraldino	Allegato IV Dir. Habitat
Rospo comune	
Rana dalmatina	Allegato IV Dir. Habitat
Rana di Lataste	Allegato II/IV Dir. Habitat
Raganella	Allegato IV Dir. Habitat
Salamandra pezzata	

Direttiva Habitat 92/43/CEE

3.4 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DAL PUNTO DI VISTA NATURALISTICO

Analizzando gli scenari previsti per l'attuazione del progetto, si valutano come idonei alla diversificazione degli habitat del territorio e alla creazione di zone umide funzionali, a patto che prevedano interventi a sostegno della biodiversità e non solo degli interventi volti a considerare unicamente gli aspetti idraulici dell'area.

Di conseguenza mettendo in atto gli interventi di protezione idraulica occorre focalizzare l'attenzione su questo duplice aspetto: (1) gestione delle acque e (2) incremento della biodiversità nel PLIS del Torrente Lura.

Sotto il profilo naturalistico la diversità biologica può essere aiutata con degli interventi trasversali di rinaturalizzazione e diversificazione degli habitat, in modo da far assumere, altresì, al progetto una efficienza maggiore e su piani differenziati.

Questi interventi devono rappresentare l'opportunità di concretizzare soluzioni a più situazioni critiche e/o sfavorevoli e non centrarsi su un singolo aspetto. Infatti, sia la gestione delle acque e la protezione idraulica, sia le misure a sostegno della biodiversità e della conservazione della natura, portano un indubbio beneficio all'estensione interessata dal progetto.

Tale positiva evoluzione interessa sia il miglioramento della qualità delle acque come conseguenza della significativa funzione tampone, di controllo dei nutrienti e di fitodepurazione delle fasce riparie vegetate, sia l'incremento della BTC (Biopotenzialità territoriale – Bioterritorial capacity) [Ingegnoli, 1997].

Quindi sono considerati significativi gli interventi rappresentati nello scenario 1 e nello scenario 2, mentre nello scenario 3 l'area interessata dall'intervento è decisamente meno ricca di significato perché occupata da boschi misti di latifoglie, boschi di robinia, prati stabili e coltivi adatti ad incrementare la variabilità e di conseguenza dal punto di vista ecologico già diversificati ed adeguati alla nascita di un sistema di ecosistemi.

Nel caso del primo scenario (Figura 3.1), che definisce un intervento che coinvolge in modo ampio e diversificato il territorio, sono presenti tutte le condizioni necessarie a raggiungere con successo tutti gli obiettivi annunciati.

Il secondo scenario (Figura 3.2) prevede che tutte le vasche siano costruite all'interno dell'alveo del torrente. Anche in questo caso vi sono tutti i presupposti per raggiungere con successo gli obiettivi ecologico-paesaggistici, sempre con il presupposto che si prevedano interventi a sostegno della biodiversità e non solo degli interventi rivolti unicamente agli aspetti idraulici dell'area.

E infine il terzo scenario (Figura 3.3), che interessa principalmente l'area del PLIS dove è già presente una discreta diversità di habitat e che risulta, quindi, l'ipotesi con il minor numero di condizioni idonee ad ottenere un esito significativamente rilevante. Precisamente risulta molto più problematico realizzare interventi trasversali mirati di rinaturalizzazione, creazione e diversificazione di habitat e aree umide di piccola e media dimensione a sostegno della biodiversità in questo tratto.

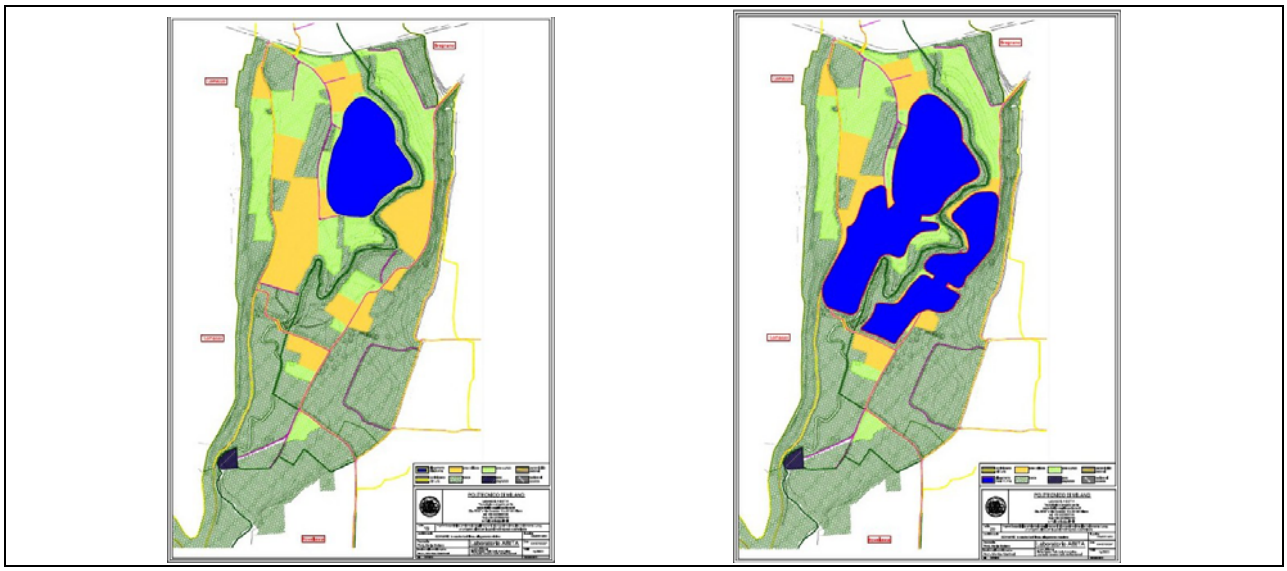


Figura 3.1 – Scenario di intervento numero 1

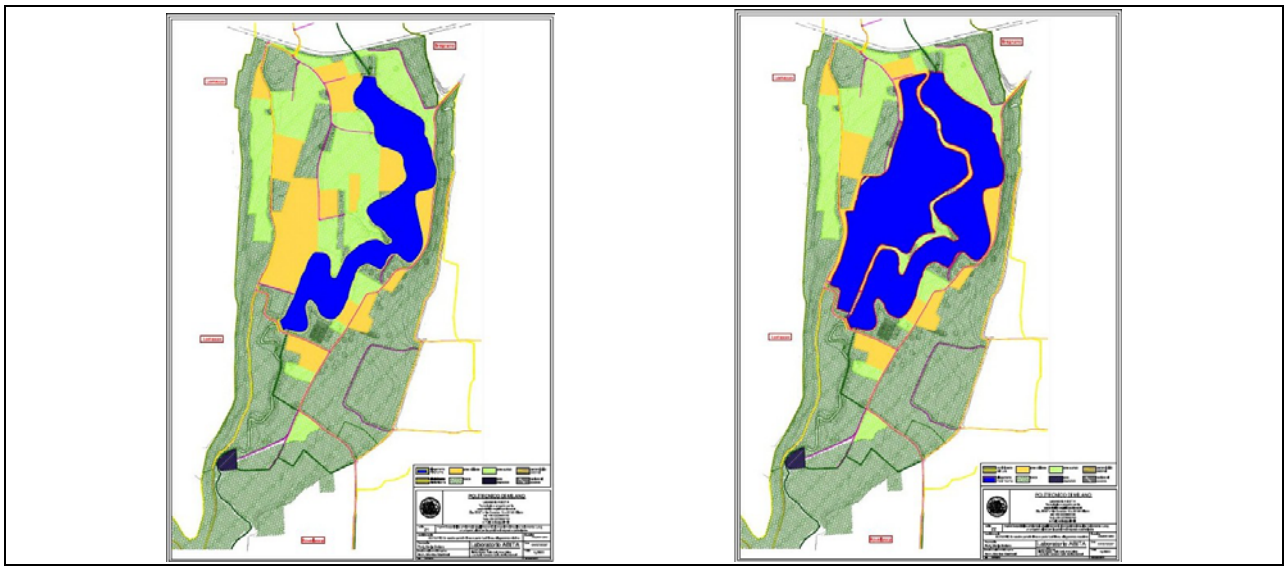


Figura 3.2 – Scenario di intervento numero 2

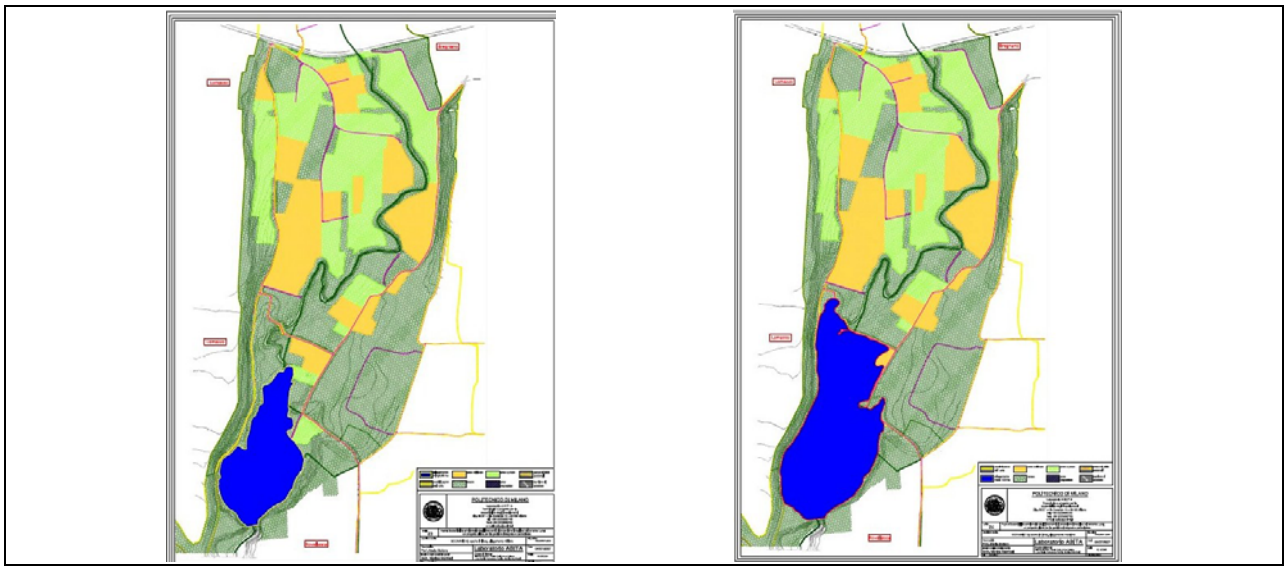


Figura 3.3 – Scenario di intervento numero 3

3.5 PROPOSTE PER L'INCREMENTO DELLA BIODIVERSITÀ

Logico esito alla tipologia di interventi previsti nel tratto del torrente, generando pendenze ridottissime e vasche, è un rallentamento e una divagazione del corso d'acqua serpeggiando nella zona pianeggiante. In questa fase è auspicabile la nascita di una sequenza di habitat, in questo caso seminaturali, come lanche, stagni permanenti e prati allagati (Figura 3.4). Grazie a ciò sarebbe garantita la lenta ma costante naturale evoluzione delle aree umide in questione. Questo percorso, infatti, non riesce quasi mai a svolgersi in modo integrale, in genere a causa degli interventi umani i cui effetti si ripercuotono a vari livelli. L'attuale sconvolgimento dei cicli di formazione e scomparsa delle aree umide le rende sempre più rare e preziose. Esse svolgono l'insostituibile funzione ecologica di serbatoi di vita per l'intera regione ed il loro valore in termini di biodiversità giustifica interventi di gestione attiva volti a scongiurarne la definitiva scomparsa.

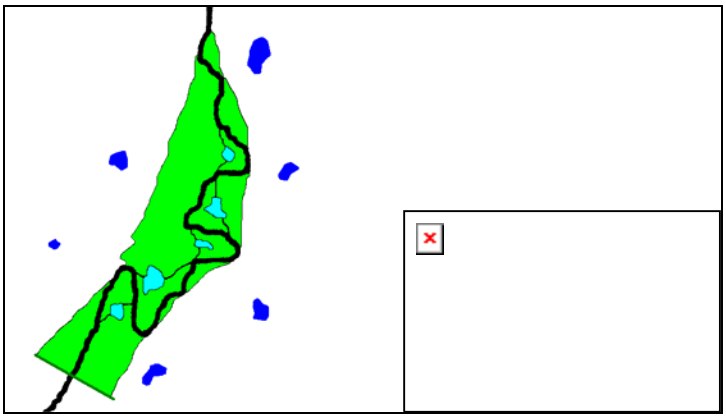


Figura 3.4 – In questo schema viene proposto in maniera semplificata un possibile scenario naturalistico del territorio oggetto di intervento.

La salvaguardia delle aree umide infine non può prescindere da quella della vegetazione circostante. Più sono estesi il bosco e gli ecotoni intorno ad esse maggiori sono le potenzialità espresse da questi ambienti; la continuità tra zone umide e foreste planiziali infatti, oltre a rappresentare la naturale successione vegetazionale, crea le condizioni adatte alla vita di una gran quantità di specie. Una successione di vegetazione favorevole alle caratteristiche degli ambienti umidi stabili e permanenti potrebbe essere la seguente (Figura 3.5). Ogni singola tipologia di area umida creata favorirebbe l'instaurarsi di metapopolazioni animali in relazione con le aree analoghe della regione (Massa & Ingegnoli, 1999). Analizzando singolarmente ogni tipologia di ambiente palustre si possono valutare le possibilità del progetto. Per poter meglio comprendere la potenzialità, sotto il profilo faunistico, delle aree umide in questione, sono state realizzate tre schede specifiche che considerano le specie strettamente correlate agli habitat e il ruolo ecologico di ciascuna area (da Figura 3.6 a Figura 3.8). Di queste una riguarda gli ambienti costituiti dalle lanche a cessione, una si occupa degli ecosistemi stagno (ambienti permanenti) e infine una a proposito dei prati allagati (ambienti effimeri). In ognuna delle schede sono descritte le specie potenzialmente presenti in modo da poter avere indicazioni utili e le implicazioni per una corretta gestione di codeste aree.

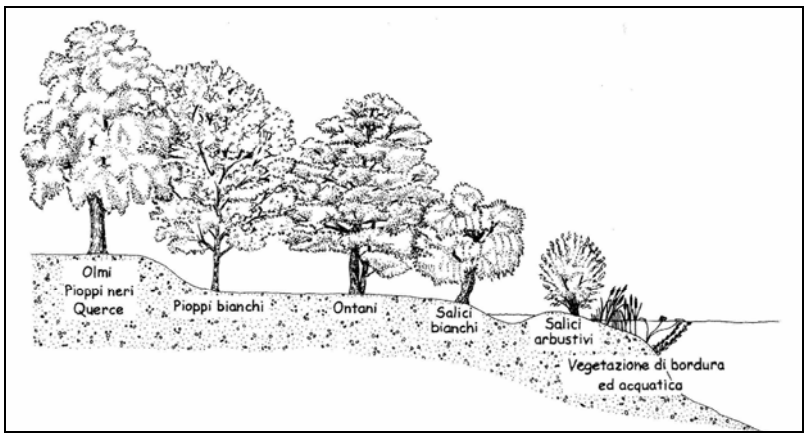


Figura 3.5 – In questo schema vengono proposti in maniera semplificata le differenti tipologie vegetali presenti negli ambienti umidi.

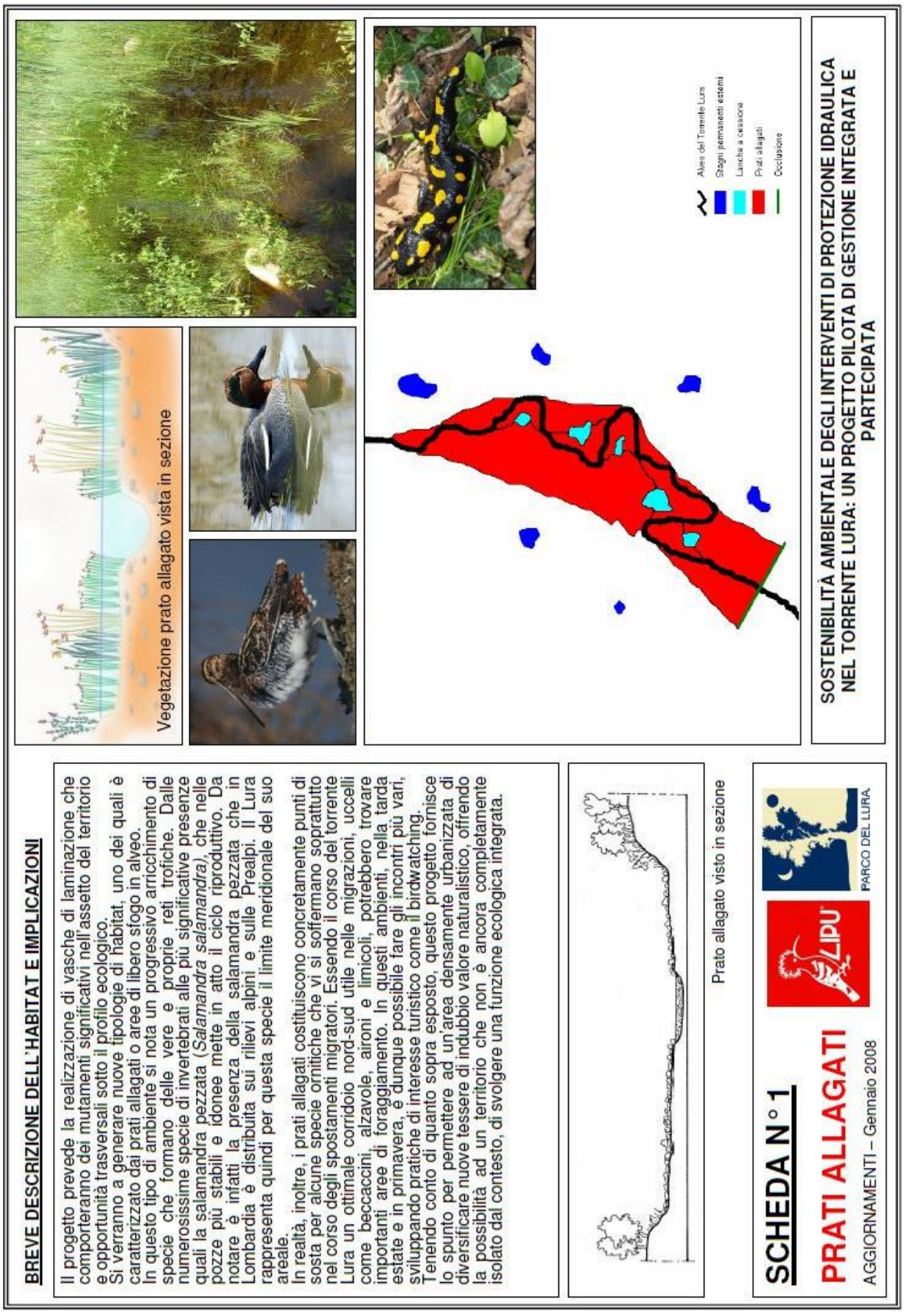


Figura 3.6 – SCHEDA 1: Prati allagati.

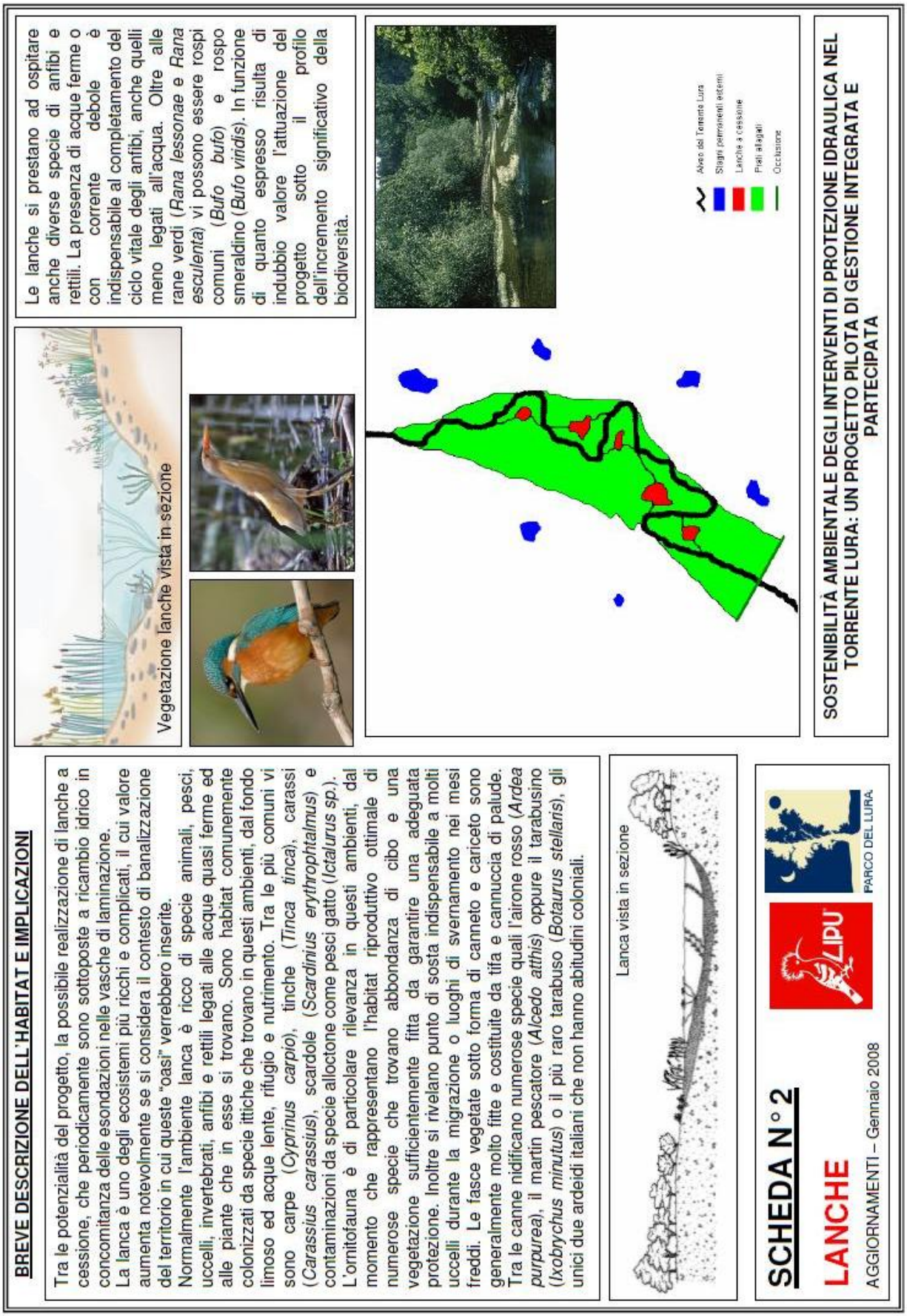


Figura 3.7 – SCHEDA 2: lanche.

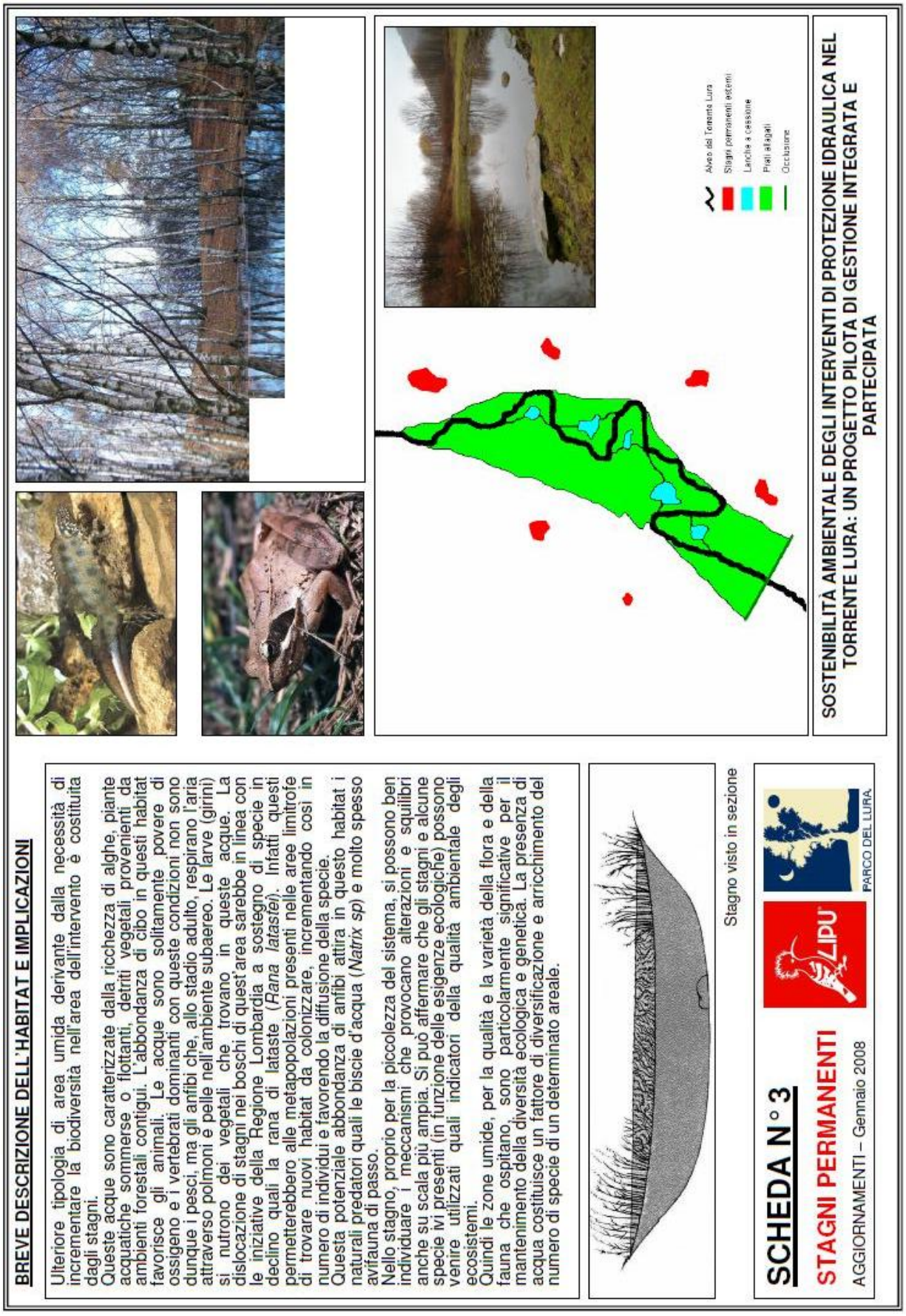


Figura 3.8 – SCHEDA 3: stagni permanenti.

Bando CARIPLO 2004
"Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali"

[N° riferimento pratica: 2004.0829/11.8034]

– Progetto –

"SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI DI PROTEZIONE IDRAULICA NEL TORRENTE LURA: UN PROGETTO PILOTA DI GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA"

PARTE 3

SCENARI D'INTERVENTO PROPOSTI

Consorzio Parco del Lura
(*Capogruppo e Coordinatore Amministrativo*)
arch. Francesco Occhiuto

Consulenza agronomica: *dott.ssa Francesca Oggionni*

Consulenza naturalistica: LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli) - *Massimiliano Biasioli,* Dott. Alessandro Monti, Dott.ssa Silvia Baldo

DISAT – Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio
Università degli Studi di Milano Bicocca
prof.ssa Valeria Mezzanotte, dott. Sergio Canobbio, dott.sa Federica Benvenuto, dott.sa Michela Siotto

Laboratorio ABITA – Dipartimento BEST
Politecnico di Milano
prof.ssa Maria Bottero, prof.ssa Bianca Bottero, arch. Paolo Carli, arch. Anna Delera, arch. Luca Maria Francesco Fabris

Consulenza paesaggistica: *arch. Monica Manfredi*

CSDU – centro studi idraulica urbana
(*Coordinatore Scientifico*)
arch. Monica Paoletti

DIIAR – Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture viarie e Rilevamento
Politecnico di Milano
prof. Alessandro Paoletti,
ing. Ilaria Innocenti, ing. Umberto Sanfilippo

Consulenza di progettazione ingegneristica:
Società d'ingegneria Etatec s.r.l.
ing. Cristina Passoni, ing. Giovanni Peduzzi

Lura Ambiente S.p.A.

Provincia di Como
Settore Ecologia e Ambiente

INDICE DELLA PARTE 3

1. INTRODUZIONE 429

2. INTERAZIONE TRA LO STUDIO IDRAULICO E LA COSTRUZIONE DEGLI IDROPAESAGGI - ANALISI PRELIMINARI PER GLI SCENARI 431

2.1 Le vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca nel piano dell'Autorità di Bacino del Po per il controllo delle piene del Torrente Lura 431

2.1.1 Vasche di laminazione fluviale e urbana e vasche di prima pioggia 433

2.2 Definizione di scenario 434

2.3 Approcci e scelta delle metodologie di calcolo idraulico per una verifica di fattibilità idraulica dell'ipotesi di progetto paesaggistico 436

2.3.1 Laminazione 436
2.3.1.1 Valutazione dell'efficacia idraulica della costruzione solo parziale del volume totale pianificato per le vasche oggetto di studio 436
2.3.1.2 Verifica di fattibilità idraulica con laminazione ottimale delle prime ipotesi di scenari 440
2.3.2 Prelievo 445
2.3.2.1 Verifiche di fattibilità idraulica negli scenari 445

3. POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO 447

3.1 Funzionamento idraulico della configurazione FUORI LINEA con scarichi non regolati 447

3.1.1 Scenario S1.a: FUORI LINEA – MINIMI SCAVI/RIPORTI 452
3.1.1.1 S1.a - Laminazione 452
3.1.1.2 S1.a - Prelievo 453
3.1.2 Scenario S1.b: FUORI LINEA – RISPARMIO SUOLO 459
3.1.2.1 S1.b – Laminazione 459
3.1.2.2 S1.b - Prelievo 459
3.1.3 Scenario S1.c: FUORI LINEA – AGRICOLO CON IRRIGAZIONE 465
3.1.3.1 S1.c – Laminazione 465
3.1.3.2 S1.c - Prelievo 470
3.1.4 Scenario S1.d: FUORI LINEA – AREA UMIDA/NATURALISTICA 471
3.1.4.1 S1.d – Laminazione 471
3.1.4.2 S1.d - Prelievo 471

3.2 Fuzionamento idraulico della configurazione IN LINEA con scarichi non regolati 477

3.2.1 Scenario S2: IN LINEA – AREA UMIDA E ATTUALE PRODUZIONE AGRICOLA 477
3.2.1.1 S2 - Laminazione 477
3.2.1.2 S2 - Prelievo 479

3.3 Fuzionamento idraulico della configurazione MISTA con scarichi non regolati 484

3.3.1 Scenario S3: MISTO – AREA UMIDA E ATTUALE PRODUZIONE AGRICOLA 484
3.3.1.1 S3 - Laminazione 484
3.3.1.2 S3 - Prelievo 490

3.4 Conclusioni: confronto tra i diversi scenari proposti 492

1. INTRODUZIONE

L'approccio multidisciplinare che ha caratterizzato la presente ricerca ha portato all'individuazione di possibili scenari di inserimento di vasche di laminazione idraulica all'interno del Parco del Lura (entro i confini dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca). Tali scenari dimostrano come sia possibile trasformare la servitù idraulica che ne consegue da vincolo a occasione per il territorio di trasformazione positiva in senso ambientale, paesaggistico, produttivo.

La ricerca descrive come sia possibile costruire questa opportunità attraverso la definizione di scenari diversi che rappresentano la declinazione di uno stesso obiettivo progettuale: cercare la massima integrazione e la migliore reciproca determinazione tra la costruzione di un'infrastruttura idraulica e la costruzione di un parco, ovvero la creazione di un nuovo paesaggio strutturato sulla progettazione della gestione dell'acqua. L'integrazione tra infrastruttura idraulica e parco viene definita associando gli usi del territorio alle sequenze degli allagamenti dovuti alla laminazione delle piene e alla fornitura di acqua resa disponibile dal prelievo delle portate di piccola entità.

Le differenze tra gli scenari sono conseguenti alle modalità di laminazione idraulica a cui corrispondono, mentre le loro similitudini dipendono dal fatto che essi rappresentano la declinazione del progetto degli stessi temi di parco: il mantenimento dell'agricoltura come attività produttiva interna al parco, confermando quella esistente o proponendo la sua conversione in produzioni più redditizie e integrate alla fruizione pubblica del parco; la costruzione di aree umide finalizzate al miglioramento della qualità delle acque e all'incremento della biodiversità; l'ampliamento delle opportunità di fruizione pubblica del parco, creando le condizioni per lo svolgimento di ulteriori attività legate al tempo libero e all'educazione ambientale.

In questo modo la stessa infrastruttura idraulica si attiva non solo per la tutela del territorio gestendo la quantità d'acqua degli eventi eccezionali, ma anche per il miglioramento della qualità dell'acqua gestendo il prelevo in occasione degli eventi ordinari e in tempo secco. Viene quindi attribuita un'utilità funzionale ai manufatti idraulici di laminazione (soglie, sbarramenti, canali di alimentazione, …) e alla trasformazione altimetrica del territorio (scavi e argini) riferibile non esclusivamente agli eventi di piena, ma alla vita quotidiana del parco. Si definisce così un idropaesaggio dove la costruzione dinamica del parco è legata alla gestione idraulica dell'acqua. In quest'ottica, cambiano anche i tempi di riferimento: mentre per la laminazione essi si associano ai tempi di ritorno statistici e quindi al rischio residuo di inondazione ritenuto accettabile nella tutela del territorio, per il prelievo essi si misurano col tempo biologico della vita animale e vegetale.

Dalla definizione di questi obiettivi progettuali consegue la modifica dell'approccio "classico" alla costruzione di vasche di laminazione, che generalmente prevede come obiettivo principale la funzionalità idraulica delle vasche e successivamente attua una fase di mitigazione degli effetti di impatto ambientale conseguenti alla costruzione dell'infrastruttura idraulica stessa. L'introduzione degli obiettivi paesaggistico e di qualità ambientale ha portato dunque a un'articolazione dello studio idraulico del Torrente Lura, ovvero ha richiesto la verifica della funzionalità idraulica rispetto ad obiettivi diversi dalla sola efficienza di laminazione.

In particolare, la scelta di associare usi del territorio e sequenze di allagamento ha indirizzato le scelte sui manufatti idraulici e sul dimensionamento delle vasche, in base alla prefigurazione dei singoli scenari e ai temi di parco prevalenti che ognuno di essi propone. Si è operato, infatti, in modo che la sequenza degli allagamenti progettata sia congruente con le funzioni inserite e tale che agli ambiti di allagamento frequente (T < 10-15 anni) corrispondano funzioni di parco non sostanzialmente danneggiate ma piuttosto favorite dall'allagamento dovuto alla protezione idraulica dalle piene. Inoltre, la necessaria disponibilità di acqua, procurabile attraverso il prelievo e che consente la vita vegetale e animale secondo i tempi biologici e stagionali corrispondenti agli usi del territorio definiti nei singoli scenari, ha richiesto l'analisi di variabili idrauliche diverse da quelle considerate nella laminazione degli eventi eccezionali, comportando lo studio delle portate di piena frequente e i periodi di tempo secco.

Viceversa sono stati individuati quegli usi del territorio, da una parte compatibili con l'esigenza idraulica di laminazione per la tutela del territorio, dall'altra resi possibili proprio dalla presenza dell'infrastruttura idraulica, responsabile della gestione dell'acqua anche al di fuori degli eventi straordinari.

Il carattere torrentizio del Lura, in cui lunghi periodi di tempo secco e basse portate sono seguiti da repentini eventi di piena di diversa entità, rende aleatoria la disponibilità naturale della risorsa idrica (allegato A).

Parallelamente si evidenzia una qualità dell’acqua direttamente correlata all’entità delle portate: in tempo secco si rileva una qualità scadente legata alla mancata diluizione degli scarichi degli impianti di depurazione, che costituiscono la quasi totalità dell’acqua presente in alveo; in occasione di eventi meteorici intensi, in assenza di vasche urbane di prima pioggia, si ha dapprima un ulteriore scadimento della qualità dell’acqua, causato dall’attivazione degli scolmatori della rete fognaria, che viene seguito da un successivo miglioramento legato alla diluizione delle concentrazioni per l’aumentata portata in alveo (allegato C).
Questi due aspetti mostrano che un miglioramento della qualità è possibile solo attraverso la gestione in continuo dell’acqua, sia quando essa è tanta sia quando è poca. In particolare, la gestione della quantità d’acqua degli eventi eccezionali ha come conseguenza la tutela dei territori a valle dalle inondazioni e dai relativi danni, mentre la gestione della quantità d’acqua degli eventi ordinari permette il prelievo e l’accumulo di volumi che si rendono disponibili per nuove opportunità di sviluppo e uso del territorio, sia dal punto di vista ecologico che della sua fruibilità.

2. INTERAZIONE TRA LO STUDIO IDRAULICO E LA COSTRUZIONE DEGLI IDROPAESAGGI - ANALISI PRELIMINARI PER GLI SCENARI

La descrizione degli scenari, sia dal punto di vista della laminazione (volumi e sequenze di allagamento) sia da quello del prelievo (disponibilità e qualità dell'acqua), si configura in relazione ai tre stadi di avanzamento lavori considerati dall'Autorità di Bacino per la laminazione degli eventi eccezionali.

2.1 LE VASCHE DI BREGNANO-LOMAZZO-ROVELLASCA NEL PIANO DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL PO PER IL CONTROLLO DELLE PIENE DEL TORRENTE LURA

Come mostrato nel paragrafo 4.1.2 dell'Allegato A, il Piano dell'Autorità di Bacino per il Torrente Lura è stato sviluppato sulla base di analisi idrodinamiche di dettaglio e prevede, oltre al mantenimento delle laminazioni naturali esistenti lungo l'asta e all'adeguamento delle opere interferenti, *16 invasi di laminazione* (di cui 9 urbani e 7 fluviali) per un volume totale d'invaso pari a 1'200'000 m³ (Tabella 2.1 e Figura 2.1).

Tabella 2.1 – Tipologia e caratteristiche degli invasi di laminazione previsti nel Piano dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Località	Tipo	Volume [m^3]	$Q_{stato\ attuale}$ [m^3/s]	$Q_{progetto}$ [m^3/s]
Olgiate Comasco - Gironico	F + U	250'000	28.5	6.5
Fossato	F	50'000	6.5	2
Lurate Caccivio	U	50'000	7.5	3
Livescia - Cassina Rizzardi	F	50'000	6.5	4
Bulgarograsso (c/o depuratore)	U	30'000	6.5	2.5
Guanzate	U	30'000	5.5	2
Cadorago (ex-depuratore)	F	100'000	32	27
Roggia Murella - Bulgorello	F	50'000	6.5	2.5
Lomazzo - Bregnano	F	300'000	52	21
Lomazzo - Bregnano	U	70'000	13	2
Rovello Porro	F	80'000	25	22
Saronno (3 vasche)	UUU	90'000	24	5
Caronno Perusella (c/o depuratore)	U	50'000	11.2	5

F: invaso di laminazione FLUVIALE U: invaso di laminazione URBANA

Questo approccio di laminazione distribuita sul territorio permette di limitare il volume dei singoli interventi a valori ragionevoli, compatibili con la loro effettiva introduzione in un territorio già caratterizzato da un'intensa urbanizzazione, pur mantenendo la richiesta efficacia in termini di riduzione delle portate al colmo di piena.

Ogni invaso viene infatti dimensionato per gestire le piene nel luogo dove esse si formano, ovvero direttamente le portate del Lura e le immissioni al torrente provenienti dai suoi affluenti e dagli scolmatori della rete fognaria dei centri urbani che attraversa.

In particolare, gli invasi fluviali che laminano direttamente le acque del Lura, sono state localizzate poco a monte dei nodi critici che devono proteggere: ad esempio, la vasca di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca per la protezione del centro urbano di Saronno e del territorio a valle, la vasca di Caronno Pertusella per la tutela della nuova Fiera di Rho-Pero.

Le vasche di laminazione fluviale e urbana hanno invece la funzione di diminuire le portate in entrata, riducendo quindi l'entità complessiva della piena nel Lura.

E' opportuno sottolineare che tutti gli invasi previsti andranno realizzati, affinché il rischio idraulico sia ridotto secondo quanto pianificato dall'Autorità di Bacino, ma alcuni di essi sono prioritari rispetto ad altri e quindi dovranno essere costruiti prima.

In un'ottica globale di costi-benefici a scala di bacino, il luogo a rischio massimo è risultato essere la città di Saronno, pertanto ha priorità assoluta l'invaso di laminazione localizzato nel territorio dei Comuni di Bregnano, Lomazzo e Rovellasca: esso costituirà quindi un primo lotto dell'intervento globale che interessa tutta l'asta del Torrente Lura.

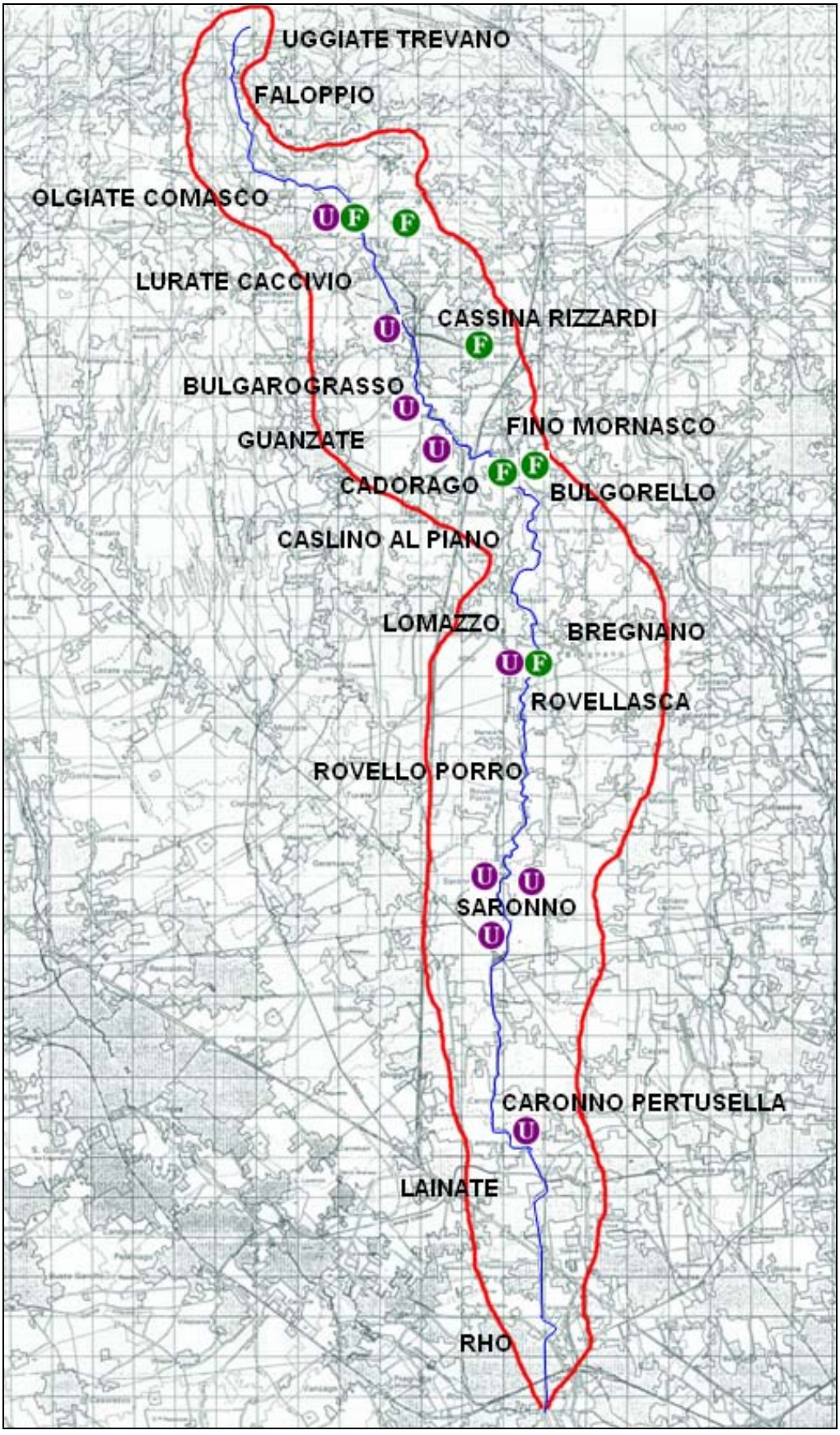


Figura 2.1 – Il bacino del torrente Lura con la localizzazione di massima dei 16 interventi di laminazione fluviale (F) e urbana (U) pianificati dall’Autorità di Bacino del fiume Po.

Focalizzando quindi l'attenzione su questo intervento, per la valutazione dei dati necessari alla progettazione dell'infrastruttura idraulica (idrogrammi in ingresso alle vasche), è stata considerata come sezione di controllo quella localizzata a monte dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, riferendosi ai tre stadi di avanzamento delle realizzazioni definiti dall'AdB:

- "***Stato attuale***", situazione prima di ogni intervento, ovvero quando non è ancora stata costruita nessuna vasca a monte delle vasche in oggetto;
- "***Stato di Fase 1***", in cui sono già state costruite le vasche a priorità più elevata a monte delle vasche in oggetto;
- "***Stato di Progetto***", in cui sono stati realizzati tutti gli interventi previsti.

E' bene sottolineare che le volumetrie minime da invasare, definite dall'AdB, sono riferite alla situazione di *Fase 1* (e non a quella finale di Progetto) per un evento di pioggia con tempo di ritorno T = 100 anni. Si è quindi assunto implicitamente che, una volta completati tutti gli interventi di Progetto, le stesse vasche garantiranno una migliore efficienza di laminazione per piogge di uno stesso tempo di ritorno e una minore frequenza di allagamento delle vasche, ovvero gli stessi volumi saranno invasati in occasione di eventi con tempi di ritorno maggiori.

Si definisce tempo di ritorno T(x) il numero di intervalli di tempo che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi in cui viene raggiunto o superato il prefissato valore di soglia x della variabile aleatoria considerata. Per il problema in oggetto, esso è quindi definito come il numero di anni che, mediamente in senso statistico, intercorre tra due eventi di pioggia della stessa severità. Da ciò discende che, dato un evento di pioggia di un determinato tempo di ritorno T, si ottengono tre diversi idrogrammi di portata nel torrente Lura alla sezione di controllo, uno per ciascuno stadio di avanzamento lavori: $Q_{ATTUALE}(T)$, $Q_{FASE1}(T)$ e $Q_{PROGETTO}(T)$.

2.1.1 Vasche di laminazione fluviale e urbana e vasche di prima pioggia

Lo scopo principale delle vasche di laminazione urbana (descritte nel capitolo 3 dell'Allegato A), è la riduzione delle portate al colmo di piena non compatibili con il convogliamento in rete. In occasione degli eventi meteorici più intensi, infatti, le acque piovane entrano in rete e aumentano repentinamente portate e livelli rispetto ai valori di tempo secco, mandando in pressione i collettori e causando allagamenti urbani.

Nel caso di centri urbani attraversati da corsi d'acqua (naturali o artificiali), la rete fognaria è solitamente provvista di opportuni manufatti idraulici detti scolmatori o scaricatori di piena, la cui funzione è proprio quella di dirottare direttamente nel corpo idrico ricettore le portate eccedenti la capacità di convogliamento della rete stessa.

E' bene sottolineare che, dal momento che tali volumi idrici vengono scaricati nei ricettori senza alcuna preventiva depurazione, accanto al problema quantitativo (costituito dal contributo alla piena del corso d'acqua) si aggiunge un contemporaneo e non trascurabile problema di qualità delle acque nel ricettore.

Per questo motivo è auspicabile che esse vengano accoppiate alle vasche di prima pioggia per l'accumulo temporaneo di tali acque durante un evento meteorico, in vista di un loro successivo invio al trattamento una volta che, terminato l'evento stesso, le portate siano ridiscese al di sotto del valore massimo accettabile in ingresso alla depurazione. Una volta riempita completamente la vasca di prima pioggia, per le portate ormai diluite ma ancora elevate (eccedenti la capacità di convogliamento di valle) si può prevedere una seconda capacità d'invaso con funzione di laminazione, oppure è possibile lo scarico diretto nel ricettore.

In generale le vasche di prima pioggia hanno volumetria molto limitata, poiché il loro scopo principale non è la laminazione, ma la cattura della massa inquinante associata alla fase iniziale dell'evento, ovvero quella dovuta alle cosiddette prime piogge.

Nel caso dell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca oggetto di studio, l'Autorità di Bacino ha previsto la realizzazione di due vasche di laminazione, una fluviale che prende acqua direttamente dal Lura (300'000 m³) e una urbana alimentata dalla rete fognaria (70'000 m³).

Dalle considerazioni sull'impatto ambientale degli sfiori provenienti dagli scolmatori della rete fognaria, nel presente lavoro si è assunto come obiettivo la tutela e il miglioramento della qualità delle acque del Lura e quindi è stata prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia associata alla vasca di laminazione urbana.

Data la coincidenza della localizzazione delle due tipologie di vasca di laminazione (fluviale e urbana), per massimizzare l'efficienza idraulica complessiva e garantire comunque la laminazione globale richiesta al sistema di due vasche, si è deciso di considerare come volumetria di dimensionamento della vasca fluviale la somma dei volumi parziali richiesti (370'000 m³) mantenendo parallelamente la vasca di prima pioggia per evitare il fenomeno del first flush (o prima cacciata inquinata).

Dovendo contenere acque fortemente inquinate, tali vasche devono essere impermeabili e chiuse, in generale realizzate in cemento armato. Compatibilmente con l'alimentazione a gravità da parte degli scolmatori fognari, esse possono essere sia fuori terra che interrate.
Secondo la normativa della Regione Lombardia tale vasca va dimensionata per trattenere i primi 5 mm di pioggia, con una volumetria specifica di 50 m³/ha di bacino urbano. Gli scolmatori che essa deve gestire sono 4 (vedi capitolo 5 dell'Allegato A) che afferiscono ai comuni di Bregnano, Lomazzo e Cermenate e che servono una superficie totale di circa 150 ha, perciò il volume necessario per la vasca di prima pioggia è di 7'500 m³.
Come decritto in dettaglio nel paragrafo 3.2.1 dell'Allegato A, le dimensioni massime di tali vasche dipendono dalla necessità di autolavaggio dopo il loro svuotamento. Nel caso in oggetto, in prima approssimazione si può prevedere un ingombro di massima di dimensioni 50 x 100 m per 7 metri di altezza, da pensare interrato o seminterrato con riutilizzo del tetto a scopo parcheggio o altra funzione di parco.
In Figura 2.2 sono mostrate alcune possibili localizzazioni alternative, tutte compatibili con la fognatura, ma non sempre realizzabili a seconda dello scenario di laminazione/prelievo considerato (vedi paragrafo 0), a causa della sovrapposizione degli ingombri dei diversi manufatti. In particolare, la posizione a monte della provinciale nell'area dell'ex depuratore (1) e quella in destra sul "terrazzo" (3) risultano compatibili con tutti gli scenari proposti, mentre le altre due a valle della provinciale in destra e in sinistra del Lura (2 e 4) interferirebbero con i canali di alimentazione delle vasche fuori linea e con la parte in linea della configurazione mista.

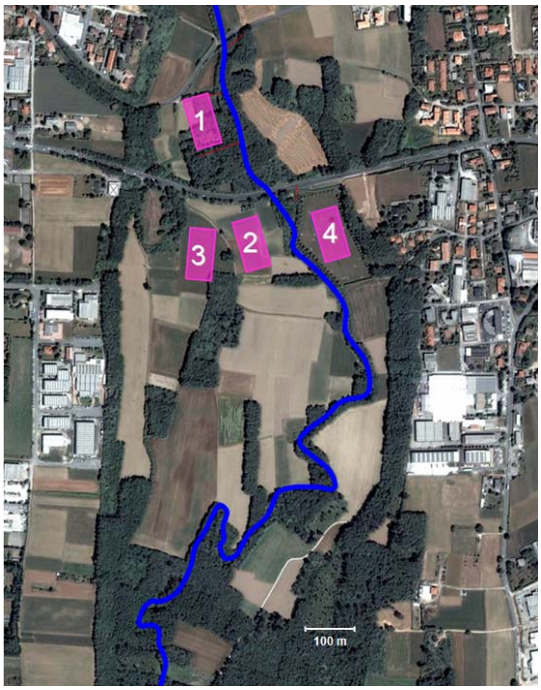


Figura 2.2 – Possibili localizzazioni alternative della vasca di prima pioggia.

2.2 DEFINIZIONE DI SCENARIO

L'individuazione di possibili scenari, che costituisce il risultato finale della presente ricerca, si è basato sulla composizione delle tre modalità alternative di inserimento di vasche di laminazione rispetto all'asta fluviale (in linea, fuori linea e misto) al prelievo ad essi associabile. Ne sono scaturite 6 combinazioni, che verranno descritte nel seguito e che non esauriscono i possibili scenari di costruzione del parco attraverso l'infrastruttura idraulica.

- S1.a: *Fuori linea – Minimi scavi/riporti*
- S1.b: *Fuori linea – Risparmio suolo*
- S1.c: *Fuori linea – Agricolo con irrigazione*
- S1.d: *Fuori linea – Area umida/naturalistica*
- S2: *In linea – Area umida e attuale produzione agricola*
- S3: *Misto – Area umida e attuale produzione agricola*

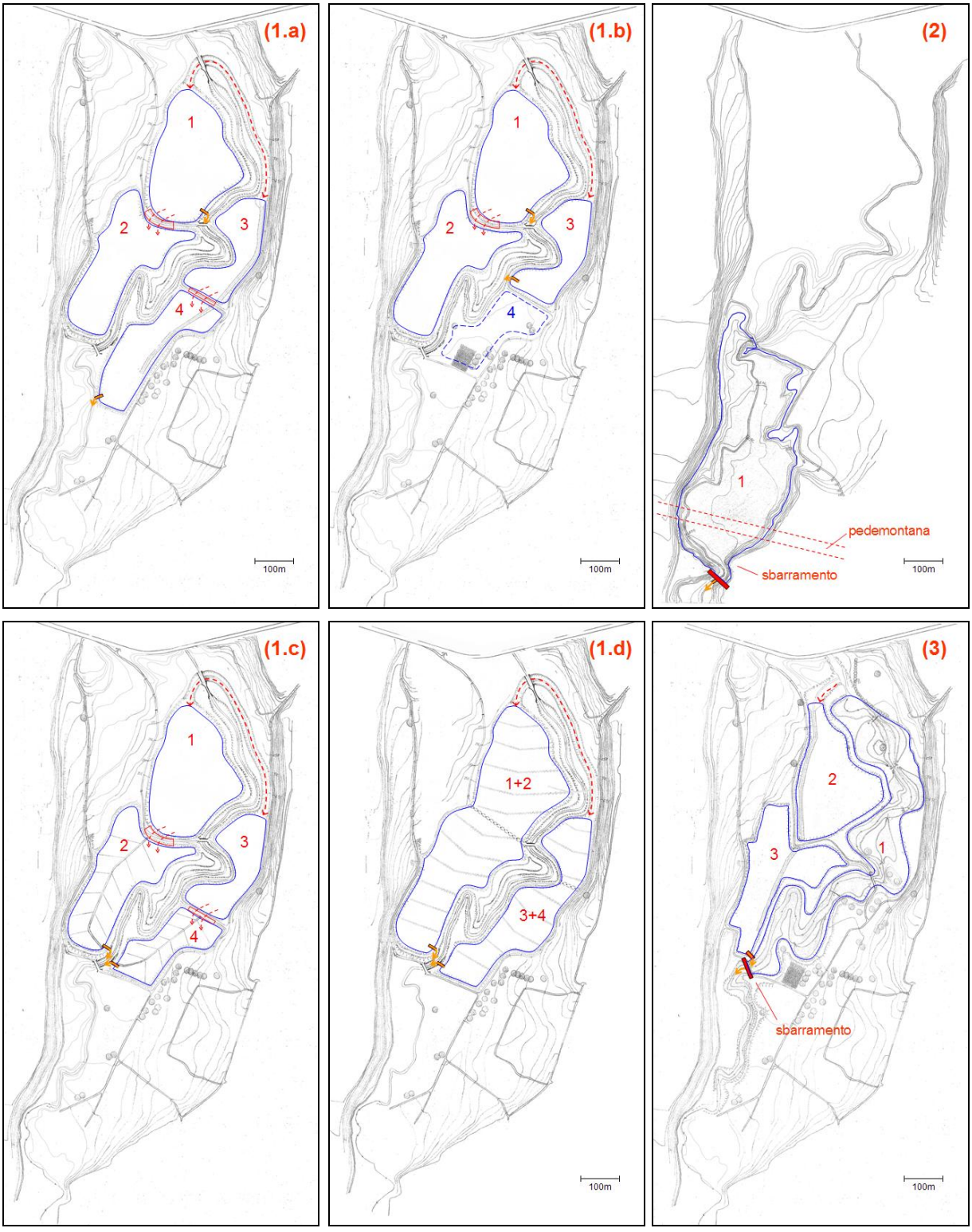


Figura 2.3 – Scenari proposti:
(1.a) FUORI LINEA - Minimi scavi/riporti,
(1.b) FUORI LINEA - Risparmio di suolo,
(1.c) FUORI LINEA - Agricolo con irrigazione,
(1.d) FUORI LINEA - Area umida;
(2) IN LINEA - Area umida e attuale produzione agricola;
(3) MISTO - Area umida e attuale produzione agricola.

2.3 APPROCCI E SCELTA DELLE METODOLOGIE DI CALCOLO IDRAULICO PER UNA VERIFICA DI FATTIBILITÀ IDRAULICA DELL'IPOTESI DI PROGETTO PAESAGGISTICO

2.3.1 Laminazione

Nel processo di dimensionamento di massima delle casse d'espansione per il Torrente Lura, previste dall'Autorità di Bacino del fiume Po nell'area di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, si è scelto di eseguire la verifica di fattibilità idraulica degli scenari ipotizzati con la laminazione ottimale.

Questo ha consentito di limitare lo sforzo computazionale richiesto dalla necessità di valutare la compatibilità dell'efficienza idraulica con l'idea di paesaggio relativo alle diverse soluzioni alternative, garantendo nel contempo coerenza e base teorica all'analisi.

E' stato quindi possibile rimandare alle fasi di progetto più avanzate la scelta della tipologia e delle dimensioni che caratterizzano gli organi di scarico delle vasche, informazione che sarebbe invece indispensabile nel normale processo di integrazione del sistema di equazioni descritte nel capitolo 2 dell'Allegato A.

La laminazione ottimale, infatti, mantenendo costante la portata uscente ad un prefissato valore durante tutta la fase del colmo di piena, offre molteplici vantaggi: quelli puramente "idraulici", citati nel paragrafo 2.3 dell'Allegato A, e quelli di semplificazione dei calcoli nell'integrazione dell'equazione di continuità. Per quanto riguarda il valore di questa portata costante, essa dovrebbe coincidere col valore reale di capacità di convogliamento di valle (compatibile con l'attraversamento dell'abitato di Saronno) pari a circa Qv_{max} = 22 m^3/s.

La realizzazione della laminazione ottimale prevedrebbe l'introduzione di scarichi regolati in tempo reale, con tutte le difficoltà pratiche di gestione e relativa responsabilità dei manufatti.

Per queste ragioni, volendo utilizzare i risultati di questo tipo di calcolo come equivalenti all'approssimazione del comportamento reale di scarichi non regolati, si è dimensionato il volume delle vasche con laminazione ottimale considerando a favore di sicurezza un valore di soglia inferiore a quello teorico e pari a Qv_{max} = 20 m^3/s.

Nel seguito della trattazione vengono mostrati i risultati dei calcoli idraulici in ipotesi di laminazione ottimale (paragrafo 2.3.1.2), ottenuta con organi di scarico regolati in tempo reale e la volumetria minima necessaria definita dall'AdB pari a 370'000 m³

E' stato oggetto delle successive fasi di progettazione di massima la verifica di un funzionamento idraulico realistico degli invasi per ciascuno degli scenari previsti, con la definizione della geometria degli organi di scarico non regolati: tali risultati evidenziano l'aumento di volume necessario alla laminazione non ottimale (capitolo 3).

E' bene sottolineare che i vincoli della pianificazione sono rappresentati dalla severità dell'evento di piena di progetto (ovvero una pioggia di 100 anni di tempo di ritorno nella situazione di FASE 1) e dalla massima portata che deve defluire a valle delle vasche per evitare esondazioni a Saronno (Qv_{max} = 22 m^3/s).

Per ottenere questo risultato, le volumetrie da invasare dipendono dalla combinazione di diversi fattori: la scelta della modalità di inserimento delle vasche (in linea, fuori linea, misto), dal dimensionamento delle opere di presa e dei manufatti di scarico, dall'eventuale controllo in tempo reale di tali manufatti, …

Da ciò si evince che la panoramiche delle soluzioni alternative è molto estesa ed estendibile oltre ai 6 scenari proposti, in cui le scelte della progettazione idraulica sono state indirizzate dagli obiettivi di prelievo e uso del territorio ad essi associati nell'ottica di costruzione degli idropaesaggi.

2.3.1.1 Valutazione dell'efficacia idraulica della costruzione solo parziale del volume totale pianificato per le vasche oggetto di studio

L'entità non trascurabile della volumetria complessiva della cassa d'espansione a Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, pari a W = 370'000 m^3, ha portato a valutare quale potrebbe essere l'efficacia in termini di laminazione ottenibile dalla costruzione solo di una volumetria parziale, intesa come stadio intermedio di costruzione dell'opera.

L'analisi è stata svolta in funzione della percentuale di volume realizzato rispetto al totale, considerando come dati d'ingresso gli idrogrammi relativi allo Stato attuale (essendo la prima vasca realizzata non ci sono altri invasi a monte) e nell'ipotesi di laminazione ottimale (ovvero quella che richiede il minimo volume da invasare), considerando due diverse regolazioni dell'opera di presa:

- *Soglia fissa*, con portata di attivazione Q_{soglia} = 22 m³/s pari alla capacità di convogliamento del tombino di Saronno (Tabella 2.2 e Figura 2.6);
- *Soglia mobile*, con portata di attivazione variabile attraverso un opportuno controllo in tempo reale a seconda del tempo di ritorno dell'evento e del volume disponibile (Tabella 2.3 e Figura 2.7).

In entrambe queste configurazioni è stata calcolata la variazione di portata massima a valle Qu_{max}, considerando che sia realizzata via via solo una quota parte variabile tra il 10% e il 100% del volume d'invaso complessivo previsto. Le elaborazioni alla base di tali risultati sono riportate graficamente in Figura 2.4 e Figura 2.5: a titolo di esempio viene analizzato l'idrogramma relativo a T = 100 anni con soglia fissa e mobile.

Come evidenziato nei grafici per l'evento di esempio, nel caso di *soglia fissa* (Figura 2.4), se il volume disponibile non è sufficiente ad invasare anche le portate di colmo dell'onda (< 50% W), l'effetto della presenza degli invasi di laminazione è nulla, nel senso che la massima portata che prosegue a valle risulta essere pari a quella dell'onda in arrivo da monte senza la vasca. Se invece il volume disponibile è in grado di invasare fin dopo il colmo dell'onda (≥ 50% W), allora la massima portata che prosegue a valle risulta essere minore del colmo originario, con valori decrescenti all'aumentare del volume disponibile e tendenti al valore della portata di soglia.

E' bene ricordare che l'idrogramma considerato nell'esempio non è quello di riferimento per il dimensionamento (infatti il volume totale previsto dall'AdB pari a W = 370'000 m^3 è quello necessario per la laminazione dell'idrogramma con T = 100 anni nello stadio di Fase 1), pertanto anche con la realizzazione del 100% W non è possibile garantire la sicurezza del territorio a valle, poiché la vasca si riempie completamente prima della fine dell'evento e le portate a valle crescono repentinamente a valori molto superiori alla soglia (22 m³/s, capacità di convogliamento del tombino di Saronno). Senza vasche a monte, il volume totale, infatti, può garantire la tutela del territorio a valle per eventi di tempo di ritorno fino a circa 60 anni: in Tabella 2.2 e Figura 2.6 si vede che già per eventi di T = 70 anni la portata al colmo risulta essere maggiore di 22 m³/s, ovvero maggiore della capacità di convogliamento del tombino di Saronno. A maggior ragione quindi se la volumetria realizzata è inferiore a quella totale, l'efficienza di laminazione delle vasche sarebbe molto ridotta e tali invasi potrebbero gestire eventi di severità molto minore, in particolare con tempo di ritorno di: 10 anni con il 10% W, 15 anni con il 30% W, 20 anni con il 50% W e 40 anni con l'80% W costruito.

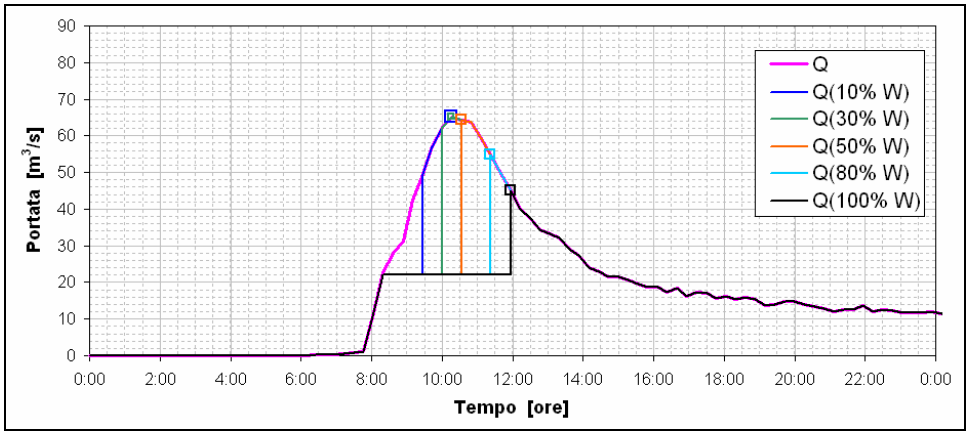


Figura 2.4 – Calcolo delle portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per *T = 100*, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA FISSA a Q_{soglia} = 22 m³/s, al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

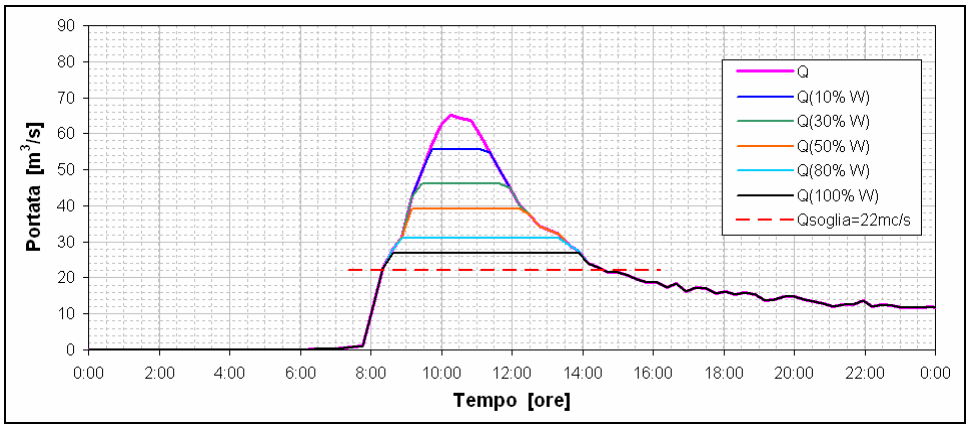


Figura 2.5 – Calcolo delle portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per *T = 100*, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA MOBILE, al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

Una possibilità per cercare almeno di ottimizzare eventuali volumi parziali è costituita dalla realizzazione dell'opera di presa con una *soglia mobile* (Figura 2.5). Questo tipo di manufatto, per essere realmente efficiente, necessita di poter prevedere in anticipo la severità dell'evento (ovvero il tempo di ritorno delle precipitazioni che causeranno la piena in arrivo da monte) e di decidere "in anticipo" volta per volta la portata di soglia più opportuna da utilizzare per il singolo evento.

Ovviamente, non è facile predisporre un sistema di preallarme e previsione affidabile, ma nel caso questi presupposti fossero verificati, con la soglia mobile si ottiene sempre la massima efficienza di laminazione possibile per il volume disponibile, perché l'onda in arrivo da monte viene "decapitata" e la massima portata che prosegue a valle risulta essere sempre minore del colmo originario. E' bene sottolineare che anche con questo tipo di regolazione il volume non è sufficiente a garantire la sicurezza idraulica del territorio a valle per l'evento con T = 100 anni (proprio perché tutte le soglie sono superiori a 22 m³/s), ma la massima portata che prosegue a valle risulta sempre inferiore al valore determinato nel caso di soglia fissa corrispondente alla stessa percentuale di volume realizzato. Al variare del tempo di ritorno questi ragionamenti restano validi e dal confronto di Figura 2.6 e Figura 2.7 si evince che la soglia mobile, fermi restando i citati problemi pratici della sua realizzazione e gestione, assicura un certo abbattimento delle portate al colmo per tutti i tempi di ritorno, crescente a parità di T con la percentuale di volume costruito.La soglia fissa, invece, vede un'efficienza decrescente col tempo di ritorno e in funzione della percentuale di volume costruito, che si annulla rapidamente per T maggiori di quello di dimensionamento (100 anni nel caso in oggetto).

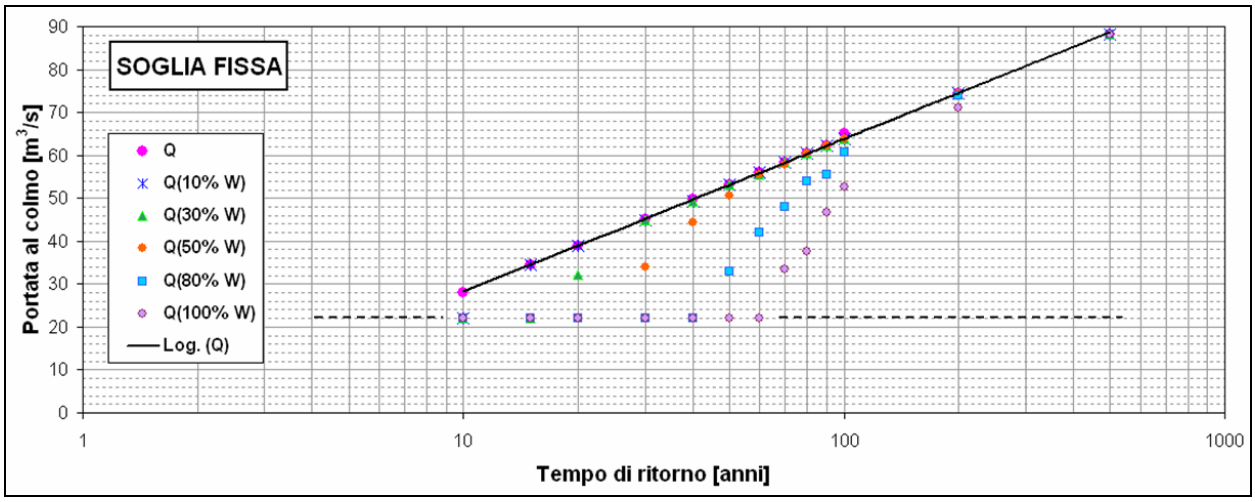


Figura 2.6 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA FISSA regolata su 22 m³/s, al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

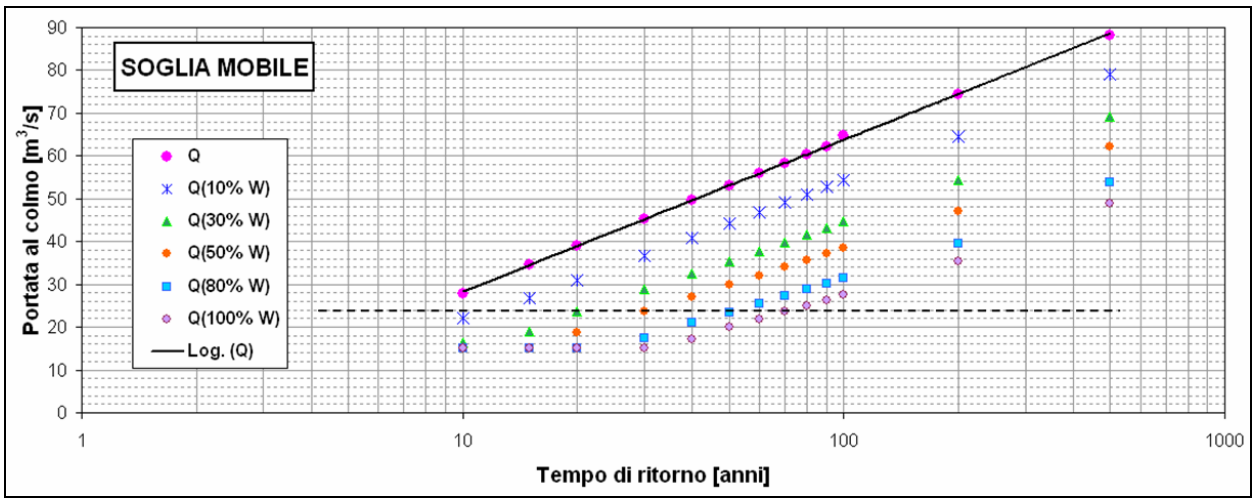


Figura 2.7 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA MOBILE (regolabile in funzione del volume d'invaso disponibile e dell'idrogramma in arrivo), al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

Tabella 2.2 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA FISSA regolata su 22 m³/s, al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

***W* [m³]**	*0*	*37'000*	*111'000*	*185'000*	*296'000*	*370'000*
***T* [anni]**	***Q* [m³/s]**	***Q*(10% W) [m³/s]**	***Q*(30% W) [m³/s]**	***Q*(50% W) [m³/s]**	***Q*(80% W) [m³/s]**	***Q*(100% W) [m³/s]**
10	27.9	22	22	22	22	22
15	34.5	34.5	22	22	22	22
20	39.0	39.0	32.2	22	22	22
30	45.2	44.9	44.9	34.0	22	22
40	49.7	49.4	49.4	44.4	22	22
50	53.1	53.1	53.1	50.6	33.0	22
60	55.9	55.9	55.6	55.6	42.1	22
70	58.3	58.3	58.3	57.9	48.1	33.4
80	60.4	60.4	60.4	60.4	54.0	37.5
90	62.2	62.2	62.2	62.2	55.6	46.8
100	65.0	63.8	63.8	63.8	60.8	52.7
200	74.5	74.5	74.5	74.5	74.0	71.0
500	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1	88.1

Tabella 2.3 – Portate al colmo degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale a SOGLIA MOBILE (regolabile in funzione del volume d'invaso disponibile e dell'idrogramma in arrivo), al variare della percentuale del volume di laminazione realizzato.

W [m³]	*0*	*37'000*	*111'000*	*185'000*	*296'000*	*370'000*
***T* [anni]**	***Q* [m³/s]**	***Q*(10% W) [m³/s]**	***Q*(30% W) [m³/s]**	***Q*(50% W) [m³/s]**	***Q*(80% W) [m³/s]**	***Q*(100% W) [m³/s]**
10	27.9	22.1	16.5	15.0	15.0	15.0
15	34.5	26.9	19.1	15.0	15.0	15.0
20	39.0	31.0	23.6	18.6	15.0	15.0
30	45.2	36.8	28.8	23.7	17.5	15.0
40	49.7	40.9	32.5	27.2	21.0	17.1
50	53.1	44.2	35.4	29.9	23.5	20.0
60	55.9	46.8	37.8	32.1	25.5	21.9
70	58.3	49.1	39.9	34.0	27.3	23.6
80	60.4	51.0	41.7	35.7	28.9	25.0
90	62.2	52.8	43.3	37.2	30.2	26.3
100	65.0	54.3	44.7	38.5	31.4	27.5
200	74.5	64.5	54.3	47.2	39.6	35.3
500	88.1	79.1	69.3	62.2	53.7	48.9

Parallelamente sono stati valutati anche i volumi corrispondenti ai diversi idrogrammi considerati al variare del tempo di ritorno: a partire dal volume totale dell'onda di piena, sempre sotto l'ipotesi di laminazione ottimale, si è calcolato il volume che sarebbe necessario invasare in corrispondenza di ogni valore di portata di soglia esaminato.

L'analisi del grafico riportato in ha quindi permesso di associare a tali valori di soglia il tempo di ritorno dell'evento che provoca la loro attivazione (Figura 2.8 e **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.**). Si noti che, com'era lecito aspettarsi, a parità di soglia al crescere del tempo di ritorno aumenta il volume che si dovrebbe invasare per poter mantenere la portata uscente costante e pari al valore di soglia considerato, mentre a parità di tempo di ritorno al crescere della soglia tale volume diminuisce.

Esaminando poi il volume disponibile (definito dall'AdB pari a 370'000 m³ e identificato sul grafico di Figura 2.8 dalla linea nera tratteggiata) si può dedurre quale sia la severità massima dell'evento di piena gestibile da tali vasche, ovvero quello che le porta a pieno riempimento, in corrispondenza dei diversi valori di soglia "fissa" considerati.

Ovviamente per soglie basse il volume disponibile consente di gestire eventi con basso tempo di ritorno, diventando insufficiente per eventi relativamente frequenti, mentre per soglie alte il processo di invaso si innesca solo in corrispondenza del colmo dell'onda e quindi si ha una laminazione più efficiente anche per eventi con elevato tempo di ritorno. Si noti che la soglia corrispondente alla capacità di convogliamento della tombinatura di Saronno (Q_{soglia} = 22 m³/s) è associata ad un evento con tempo di ritorno di circa 60 anni.

Da queste valutazioni si può comprendere che da una costruzione parziale delle vasche segue un beneficio in termini di efficienza di laminazione, ovvero di riduzione delle massime portate lasciate defluire verso Saronno, non proporzionale al volume costruito e il beneficio marginale cresce al crescere del volume realizzato, cioè a parità di

incremento di volume l'aumento di efficienza è maggiore tanto ci si avvicina a 100% di costruito.
Fermo restando che l'invaso completo può garantire la protezione di Saronno per i tempi di ritorno fino a 60 anni senza altre vasche a monte, che aumentano fino a 100 anni con la realizzazione delle vasche previste in Fase 1.

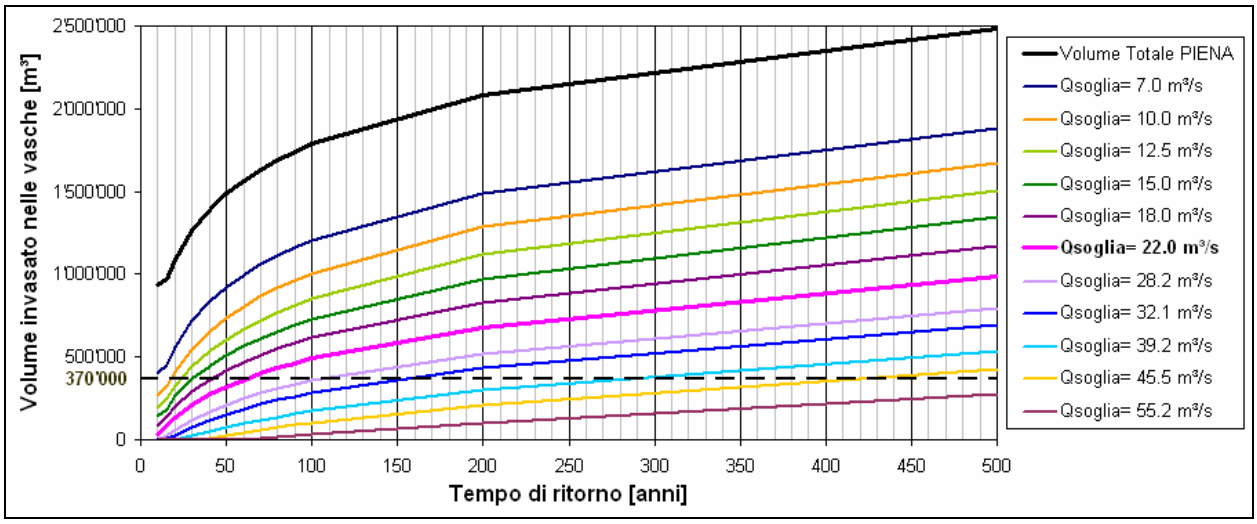


Figura 2.8 – Volumi totali dell'onda di piena e volumi da invasare per gli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale con portata Q_{soglia} fissata a diversi valori.

Tabella 2.4 – Volumi da invasare degli idrogrammi di riferimento allo STATO ATTUALE per vari tempi di ritorno, nell'ipotesi di laminazione ottimale con portata Q_{soglia} fissata a diversi valori.

		Q_{soglia} [m³/s]										
***T* [anni]**	$W_{tot\ piena}$	**7.0**	**10.0**	**12.5**	**15.0**	**18.0**	***22.0***	**28.2**	**32.1**	**39.2**	**45.5**	**55.2**
10	939'900	404'200	267'600	193'600	138'100	87'200	**37'500**	0	0	0	0	0
15	966'650	448'900	324'100	253'050	188'000	143'250	**81'500**	27'850	6'650	0	0	0
20	1'090'650	559'200	410'800	328'500	263'850	202'600	**131'050**	60'150	29'000	0	0	0
30	1'265'900	719'050	545'300	444'400	367'600	293'000	**210'950**	118'950	74'850	21'950	0	0
40	1'390'150	834'000	649'350	533'200	446'550	363'350	**272'000**	169'600	115'350	48'950	12'250	0
50	1'486'450	923'700	734'550	605'900	510'900	421'200	**321'450**	212'350	152'850	74'350	28'950	0
60	1'564'850	997'000	805'050	667'550	565'300	469'550	***363'150***	248'750	184'650	96'900	45'500	1'150
70	1'631'750	1'060'000	865'700	721'900	613'200	512'200	**399'900**	280'800	213'650	117'800	61'100	7'450
80	1'689'450	1'114'550	918'250	770'250	655'600	549'750	**432'950**	308'750	239'350	137'900	76'100	15'450
90	1'740'400	1'162'750	964'800	814'000	693'850	583'700	**462'950**	334'200	263'000	156'950	90'650	23'050
100	1'786'000	1'206'050	1'006'600	854'100	728'800	614'600	**490'200**	357'100	284'200	174'850	103'750	31'900
200	2'085'250	1'491'250	1'283'900	1'123'650	974'000	830'150	**678'500**	516'950	432'100	302'600	207'900	102'950
500	2'483'600	1'879'500	1'670'900	1'505'900	1'348'300	1'174'000	**986'050**	794'000	691'450	537'500	424'850	275'450

2.3.1.2 Verifica di fattibilità idraulica con laminazione ottimale delle prime ipotesi di scenari

Al fine di definire le volumetrie corrispondenti a ciascun tempo di ritorno e in relazione alle possibili modalità di inserimento delle vasche rispetto al corso d'acqua, sono stati definiti due valori di soglia: una soglia bassa Q_{bassa} corrispondente alla portata di attivazione dei primi comparti, soggetti agli allagamenti frequenti, e una soglia alta Q_{alta} corrispondente alla portata di attivazione dei comparti che vengono impegnati solo per eventi più rari.
Sulla base di tali volumetrie si è stimato l'impegno del territorio in termini di ripartizione del volume totale nei comparti eventualmente previsti di volta in volta dai diversi scenari di paesaggio a cui ci si riferisce. E' bene sottolineare che, sotto l'ipotesi di laminazione ottimale, i valori di soglia vengono intenzionalmente mantenuti fissi per tutti e tre i casi "fuori linea", "in linea" e "misto", proprio perché essi risultino confrontabili tra loro e per evidenziare quindi le loro differenze.
In particolare nel seguito si riportano i risultati relativi a Q_{bassa} = 20 m³/s (vedi paragrafo 2.3.1) e Q_{alta} = 28 m³/s. Tali valori di soglia, come detto nei richiami teorici, sono delle vere e proprie "portate di taglio": le rette orizzontali corrispondenti (da Figura 2.9 a Figura 2.11) vengono utilizzate per "decapitare" gli idrogrammi di piena in corrispondenza del colmo, lasciando defluire a valle portate inferiori o al più uguali alla soglia considerata.

Tabella 2.5 – Volumetria delle vasche nella configurazione FUORI LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

	nello stato ATTUALE		in progetto FASE 1		in PROGETTO	
	Q picco	***W(FUORI LINEA)***	***Q picco***	***W(FUORI LINEA)***	***Q picco***	***W(FUORI LINEA)***
T=10	***27.4***	60'000	***24.6***	30'000	***22.0***	10'000
T=15	***34.5***	115'000	***29.1***	55'000	***23.5***	20'000
T=20	***39.0***	165'000	***32.8***	95'000	***26.6***	40'000
T=30	***45.2***	255'000	***38.1***	160'000	***26.0***	50'000
T=40	***49.7***	320'000	***41.8***	210'000	***28.5***	75'000
T=50	***50.5***	330'000	***42.5***	225'000	***29.0***	80'000
T=60	***55.9***	410'000	***47.9***	310'000	***32.0***	125'000
T=70	***58.3***	450'000	***49.1***	335'000	***33.5***	155'000
T=100	***65.0***	515'000	***53.6***	**370'000**	***37.1***	230'000
T=200	***74.5***	750'000	***62.7***	615'000	***42.8***	375'000

Tabella 2.6 – Volumetria delle vasche nella configurazione IN LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

	nello stato ATTUALE		in progetto FASE 1		in PROGETTO	
	Q picco	***W(IN LINEA)***	***Q picco***	***W(IN LINEA)***	***Q picco***	***W(IN LINEA)***
T=10	***27.4***	60'000	***24.6***	30'000	***22.0***	10'000
T=15	***34.5***	115'000	***29.1***	55'000	***23.5***	20'000
T=20	***39.0***	165'000	***32.8***	95'000	***26.6***	40'000
T=30	***45.2***	255'000	***38.1***	160'000	***26.0***	50'000
T=40	***49.7***	320'000	***41.8***	210'000	***28.5***	75'000
T=50	***50.5***	330'000	***42.5***	225'000	***29.0***	80'000
T=60	***55.9***	410'000	***47.9***	310'000	***32.0***	125'000
T=70	***58.3***	450'000	***49.1***	335'000	***33.5***	155'000
T=100	***65.0***	515'000	***53.6***	**370'000**	***37.1***	230'000
T=200	***74.5***	750'000	***62.7***	615'000	***42.8***	375'000

Tabella 2.7 – Volumetria delle vasche nella configurazione MISTA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

	nello stato ATTUALE				in progetto FASE 1				in PROGETTO			
	Q picco	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{fuori linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$	+	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{in linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$	***Q picco***	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{fuori linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$	+	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{in linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$	***Q picco***	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{fuori linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$	+	$W\left(\begin{smallmatrix}\text{in linea}\\ \text{MISTO}\end{smallmatrix}\right)$
T=10	***24.6***	0	+	60'000	***24.6***	0	+	30'000	***22.0***	0	+	10'000
T=15	***29.1***	30'000	+	85'000	***29.1***	5'000	+	50'000	***23.5***	0	+	20'000
T=20	***32.8***	65'000	+	100'000	***32.8***	20'000	+	75'000	***26.6***	0	+	40'000
T=30	***38.1***	120'000	+	135'000	***38.1***	55'000	+	105'000	***26.0***	0	+	50'000
T=40	***41.8***	175'000	+	145'000	***41.8***	85'000	+	125'000	***28.5***	5'000	+	70'000
T=50	***42.5***	180'000	+	150'000	***42.5***	95'000	+	130'000	***29.0***	5'000	+	75'000
T=60	***47.9***	250'000	+	160'000	***47.9***	155'000	+	155'000	***32.0***	20'000	+	105'000
T=70	***49.1***	285'000	+	165'000	***49.1***	165'000	+	170'000	***33.5***	30'000	+	125'000
T=100	***53.6***	350'000	+	165'000	***53.6***	**200'000**	**+**	**170'000**	***37.1***	65'000	+	165'000
T=200	***62.7***	520'000	+	230'000	***62.7***	365'000	+	250'000	***42.8***	145'000	+	235'000

La scelta dei citati valori di soglia è stata fatta in relazione al dimensionamento di massima effettuato dall'AdB in base all'evento di progetto di tempo di ritorno T = 100 anni in FASE 1 (Figura 2.9): infatti la volumetria necessaria in tal caso risulta proprio 370'000 m^3. In occasione di tale evento, quindi, le vasche risultano completamente piene, in tutti i settori in cui esse possono essere eventualmente suddivise. Si è poi voluto verificare come vasche di tipologia diversa potessero rispondere alle esigenze di laminazione di eventi più frequenti (ovvero di minor tempo di ritorno) nei tre stadi di avanzamento lavori. In particolare si sono calcolati i volumi invasati secondo i seguenti criteri:

- il volume compreso tra la portata di soglia bassa e la portata di soglia alta ($Q_{bassa} < Q < Q_{alta}$) viene fatto corrispondere a quello invasato nella parte in linea della configurazione mista o a quello invasato nei comparti di allagamento frequente della configurazione fuori linea;

- il volume al di sopra della portata di soglia alta ($Q > Q_{alta}$) viene fatto invece corrispondere a quello invasato nella parte fuori linea della configurazione mista o a quello invasato nei comparti di allagamento meno frequente della configurazione fuori linea;
- nel caso di configurazione in linea si considera il volume totale, dato dalla somma dei due contributi ora descritti (ovvero l'intero volume al di sopra della portata di soglia bassa, $Q > Q_{bassa}$).

In linea generale, quindi, secondo le ipotesi di laminazione ottimale e quindi in presenza di opere di presa e scarichi regolati in tempo reale, le tre configurazioni risultano praticamente equivalenti, in quanto richiedono gli stessi volumi d'invaso totale. Sotto queste ipotesi si possono quindi analizzare i cambiamenti che si verificheranno, a parità di evento di pioggia, via via che verranno costruite ulteriori vasche a monte della sezione di controllo di Bregnano-Lomazzo. A partire dai dati da Tabella 2.5 a Tabella 2.7, si possono confrontare eventi di piena causati da piogge con lo stesso tempo di ritorno nei 3 stadi di avanzamento lavori. Si nota come i volumi da invasare si riducano fortemente passando dallo stato attuale, con nessuna vasca a monte, fino allo stadio di progetto, con tutte le vasche costruite a monte. Dualmente lo stesso volume è in grado di gestire eventi di pioggia con diverso tempo di ritorno nei tre stadi, proprio perché all'aumentare del numero di invasi realizzati a monte si riduce l'onere di laminazione proprio degli invasi di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca (Tabella 2.8). Ad esempio il volume totale dell'AdB (370'000 m^3) corrisponde in ipotesi di laminazione ottimale con soglia a 20 m^3/s rispettivamente a un tempo di ritorno di 100 anni in Fase 1, a 55 anni allo stato attuale e a 200 anni a completamento del progetto. Ciò comporta che, all'avanzare delle realizzazioni a monte, i settori che non devono gestire gli allagamenti frequenti saranno impegnati per la laminazione con sempre minor frequenza, salvo restando l'uso che se ne intende fare nella quotidianità, ovvero quando non si verificano eventi estremi, attraverso opportuni meccanismi di prelievo.

Tabella 2.8 – Tempi di ritorno degli eventi di pioggia relativi ai volumi invasati nello STATO ATTUALE, in ipotesi di laminazione ottimale con soglia a 20 m^3/s, confrontati con i tempi di ritorno che invasano lo stesso volume in Fase 1 e in Progetto.

LAMINAZIONE OTTIMALE			
Volume	**ATTUALE**	**FASE 1**	**PROGETTO**
60'000	10	16	35
115'000	15	23	58
165'000	20	30	70
255'000	30	48	115
320'000	40	60	165
330'000	50	95	200
410'000	60	115	> 200
450'000	70	130	> 200
515'000	100	160	> 200
370'000	*55*	***100***	*200*

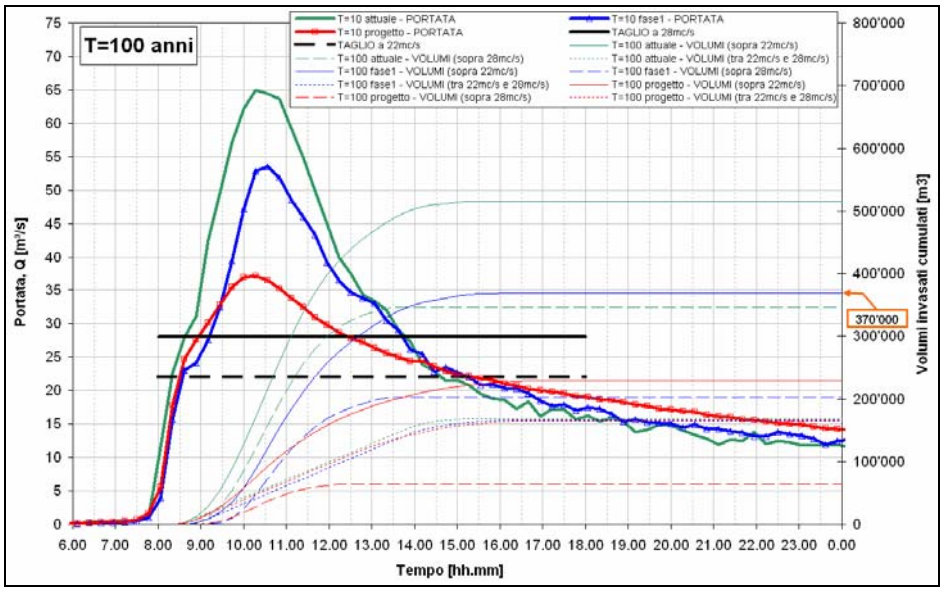


Figura 2.9 – Idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori per T = 100 anni e portate di soglia nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.

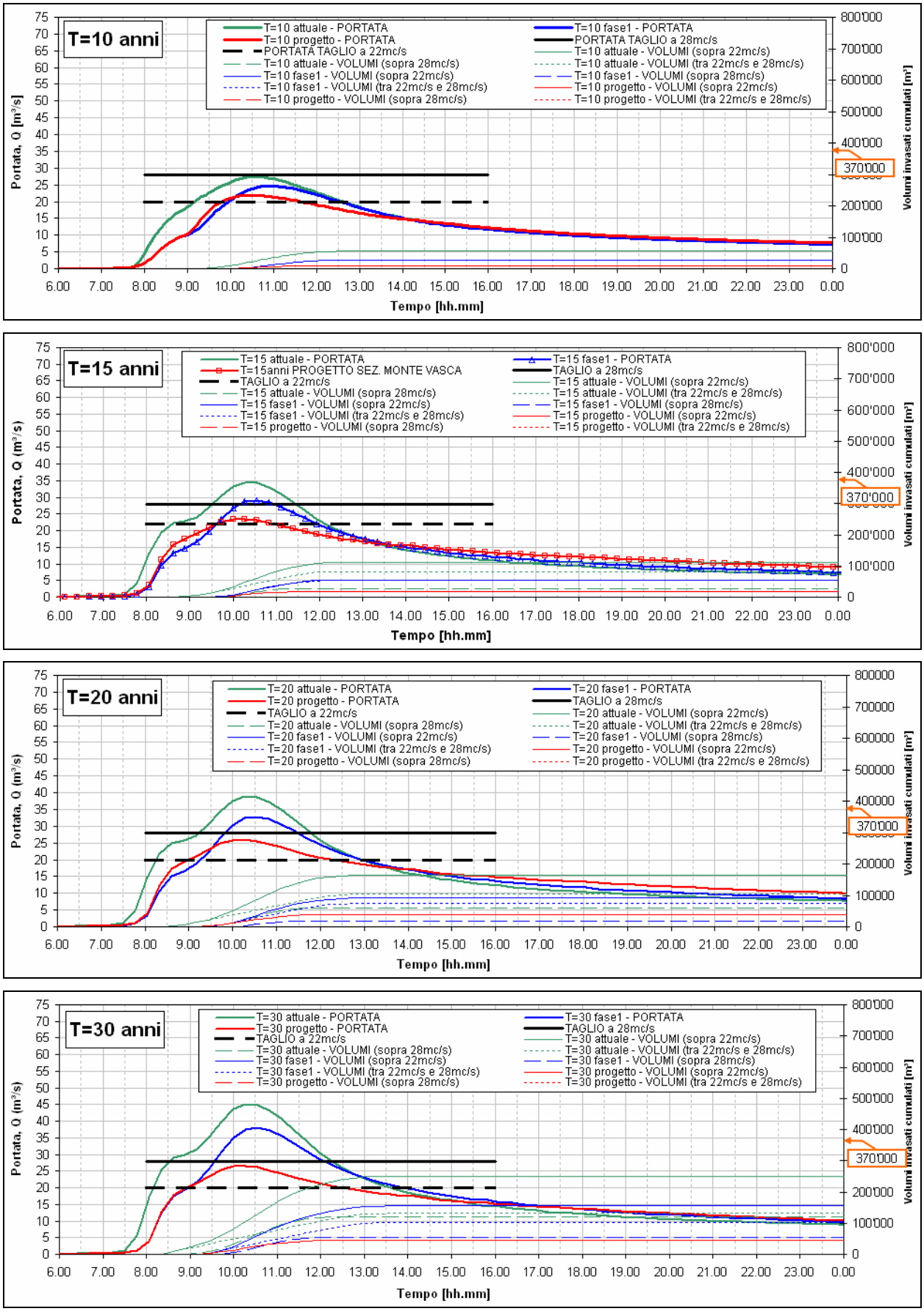
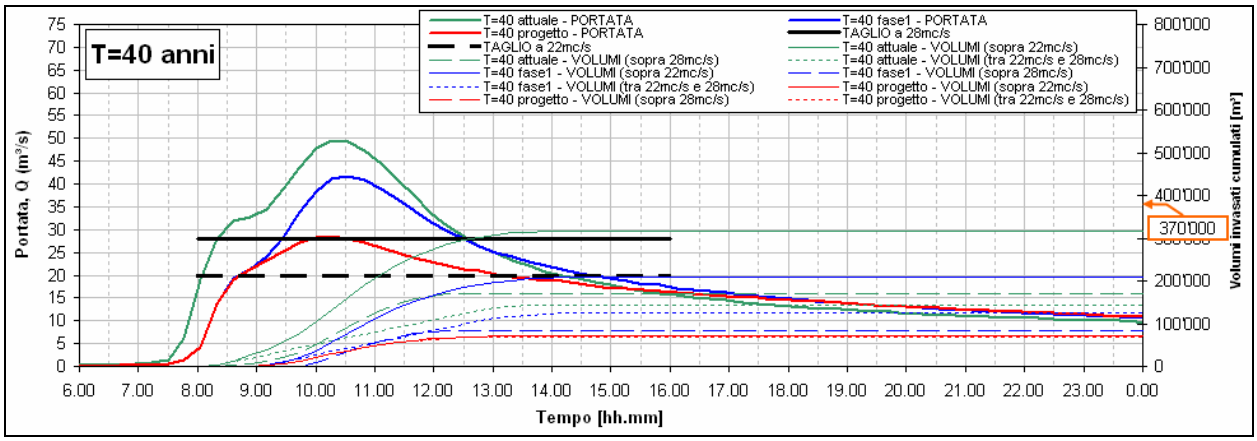
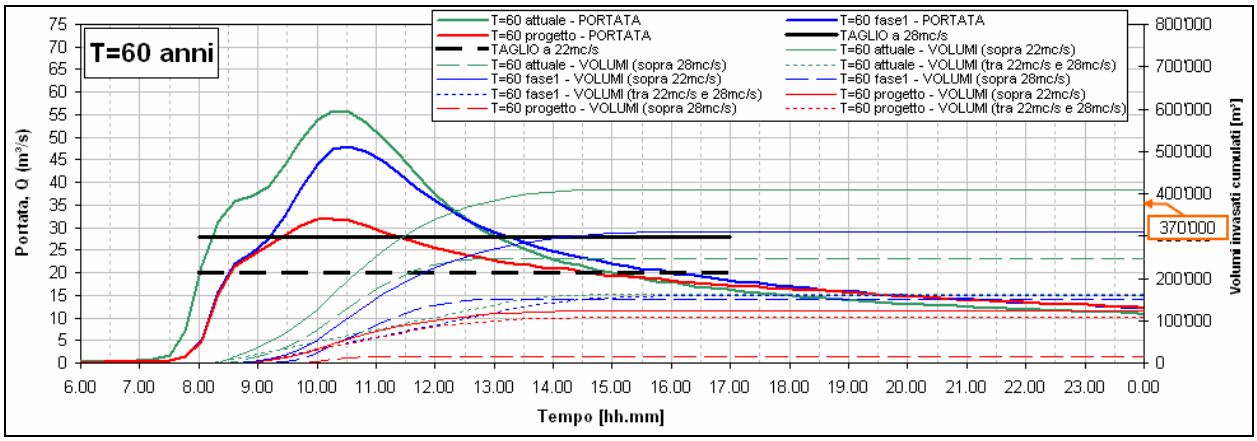
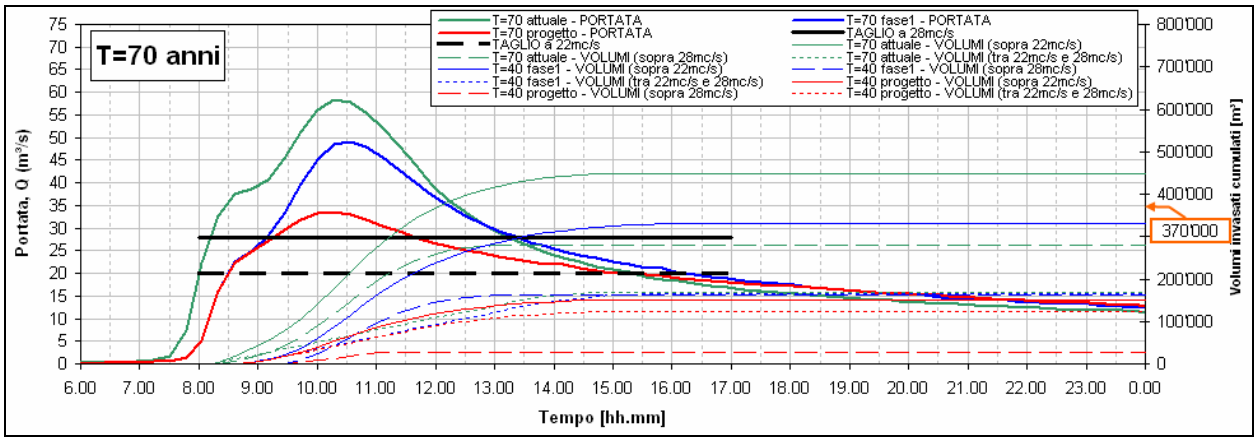


Figura 2.10 – Idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori per T = 10,15,20,30 anni e portate di soglia nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.







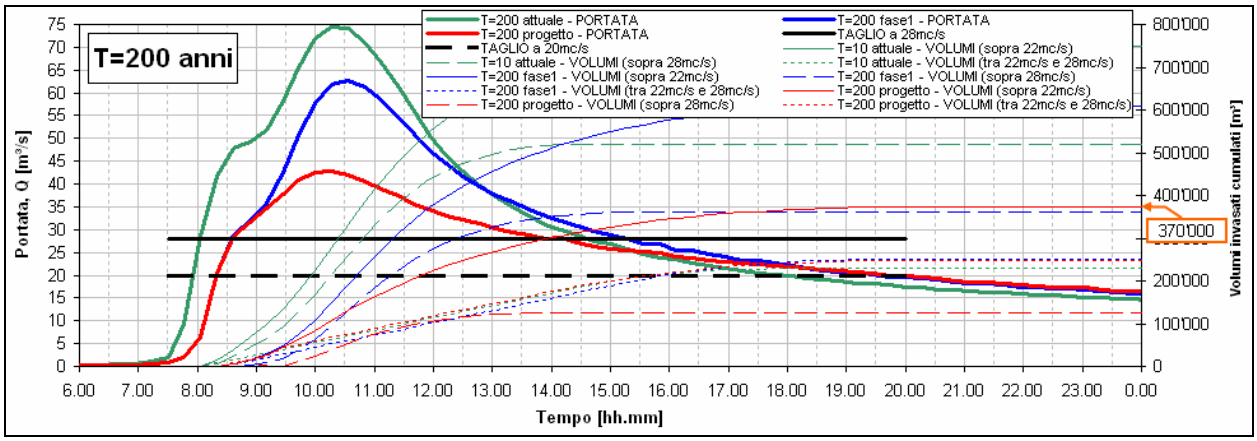


Figura 2.11 – Idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori per T = 40,60,70,200 anni e portate di soglia nella sezione di controllo a monte delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.

2.3.2 Prelievo

Il prelievo è la modalità di gestione dell'acqua che garantisce la disponibilità d'acqua necessaria al mantenimento degli usi del territorio proposti nei diversi scenari. Esso pone parallelamente il problema dell'effettiva disponibilità d'acqua e della sua qualità, in funzione del tipo di riutilizzo previsto. Al fine di valutare l'aspetto quantitativo si sono studiate variabili idrauliche e idrologiche del bacino del Lura diverse da quelle implicate dalla laminazione degli eventi estremi. In particolare è stato necessario analizzare le portate corrispondenti agli eventi ordinari di piena, calcolati a partire da dati di pioggia registrati in continuo per due anni (paragrafo 4.4.2 dell'Allegato A) attraverso opportune simulazioni numeriche. I deflussi risultanti sono stati analizzati statisticamente al fine di valutare le frequenze di atteso superamento delle portate e dei volumi in occasione degli eventi di basso tempo di ritorno e le durate dei periodi di tempo secco. I risultati descritti nel paragrafo 4.4.3 dell'Allegato A mostrano che in generale il torrente Lura è caratterizzato da portate di magra basse che si mantengono durante i lunghi periodi di tempo secco, per crescere repentinamente in occasione degli eventi meteorici più o meno intensi. A partire da queste considerazioni si sono individuate modalità di prelievo diverse a seconda dell'uso previsto dell'acqua: in alcuni casi la possibilità di prelevare acqua dipende dall'entità della portata convogliata in alveo e dalla sua qualità, in altri casi non ci sono fattori qualitativi limitanti, ma è il prelievo stesso a favorire il miglioramento della qualità dell'acqua. La descrizione dei casi specifici viene rimandata alla descrizione dei singoli scenari nel capitolo 3.

2.3.2.1 Verifiche di fattibilità idraulica negli scenari

Nel caso in cui si preveda di prelevare acqua per accumulo e successivo riutilizzo sono stati valutati i volumi disponibili al di sopra di portate di soglia, definite in funzione della qualità dell'acqua ad esse associata.
In Figura 2.12 viene mostrato un esempio di idrogramma mensile da cui è stato ricavato volume invasato col prelievo nelle vasche di accumulo per l'evento considerato con portata di soglia di 3 m³/s (nell'esempio pari a circa 198'000 m³). Tale calcolo è stato ripetuto per tutti i 24 mesi analizzati e i risultati sono sintetizzati nei grafici di Figura 2.13 e Figura 2.14, da cui si evince che tramite un prelievo con soglia di 3 m³/s mediamente si potrebbe accumulare una volta all'anno un volume di 65'000 m³ nell'arco di un mese.

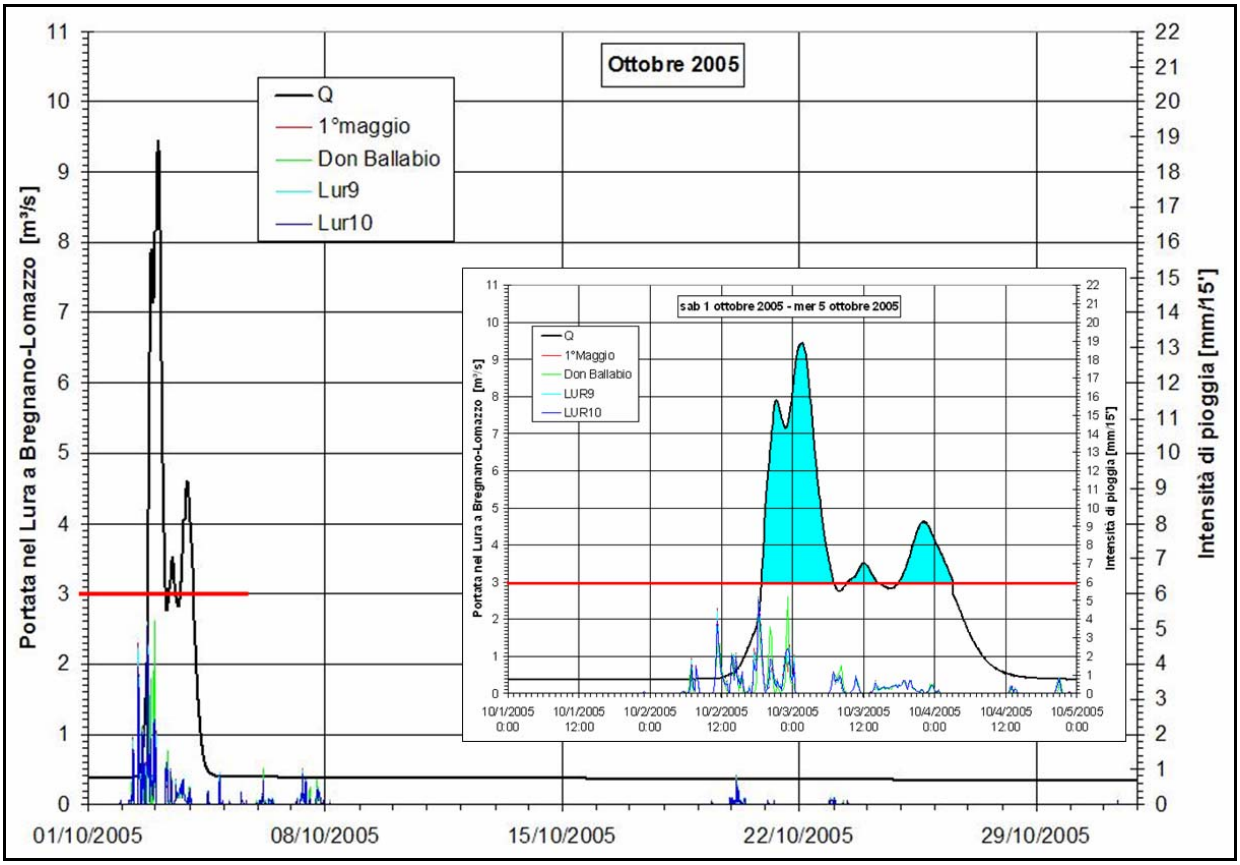


Figura 2.12 – Esempio di ietogrammi di pioggia registrati nei pluviometri, corrispondente idrogramma simulato alla sezione di Bregnano-Lomazzo per l'Ottobre 2005 ed esempio di calcolo del volume invasato col prelievo nelle vasche di accumulo per l'evento con soglia di 3 m³/s.

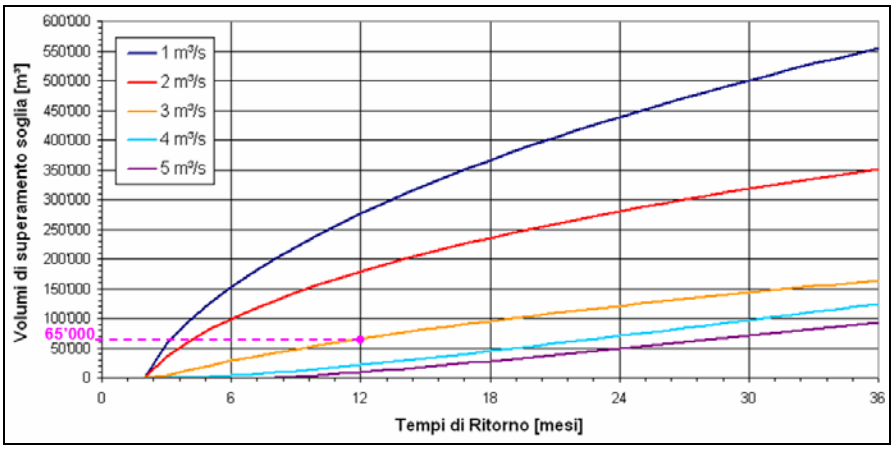


Figura 2.13 – Quadro di riepilogo delle curve di crescita dei volumi di superamento per varie soglie.

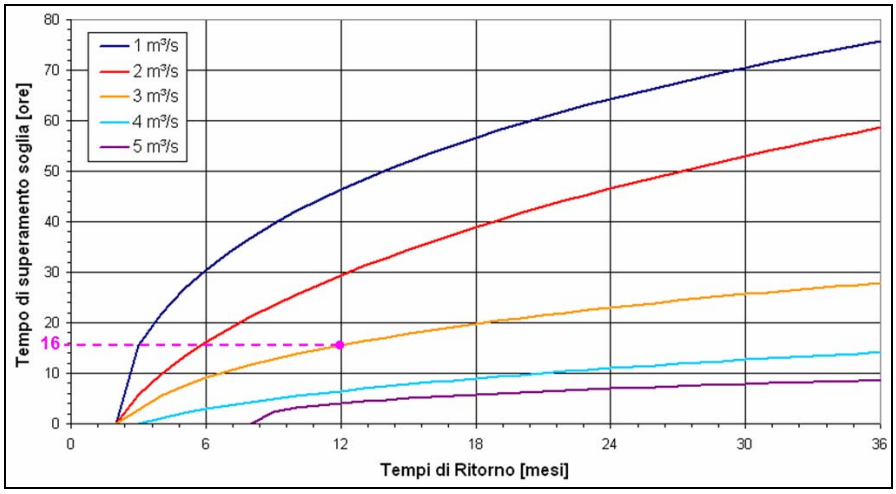


Figura 2.14 – Quadro di riepilogo delle curve di crescita dei tempi di superamento per varie soglie.

Nel caso invece di prelievo di acqua in continuo, il vincolo considerato è stato quello della disponibilità idrica per il prelievo nel rispetto del minimo deflusso vitale, ovvero della minima portata da lasciare in alveo per garantire la sopravvivenza dell'ecosistema acquatico. A questo riguardo sono state elaborate le curve di durata dei deflussi a partire sempre dalle portate simulate in base alle piogge registrate per i due anni considerati.
In Figura 2.15 sono riportate tali curve e vi sono evidenziate le durate corrispondenti a due portate basse: si noti che mentre la portata di 500 l/s ha una durata di circa 10-15 giorni all'anno, quella di 400 l/s ha una durata di circa 200 giorni all'anno. Le portate non scendono mai molto al di sotto di questi valori, perché il minimo è garantito dalla presenza degli scarichi continui degli impianti di depurazione (vedi Allegato C).

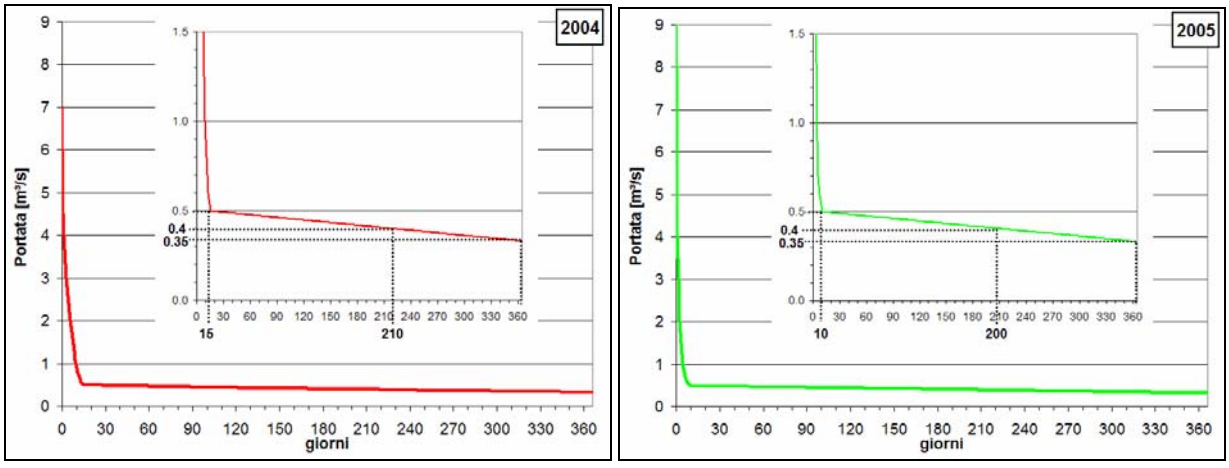


Figura 2.15 – Curva di durata dell'anno 2004 e 2005: nello zoom sono stati evidenziate le durate corrispondenti alle portate di 400 l/s e 500 l/s.

3. POSSIBILI DIFFERENTI SCENARI DI INTERVENTO

In seguito all'analisi preliminare sono stati meglio definiti gli scenari che sono quindi stati rianalizzati dal punto di vista idraulico, per cercare una maggiore coerenza degli allagamenti con gli usi del territorio previsti. Si è superata l'approssimazione di laminazione ottimale e si sono ricalcolate tutte le volumetrie considerando scarichi non regolati e quindi un funzionamento idraulico più aderente a quello reale.

3.1 FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLA CONFIGURAZIONE FUORI LINEA CON SCARICHI NON REGOLATI

La morfologia del territorio, costituita da una zona naturalmente depressa compresa tra terrazzamenti naturali, non ha permesso l'individuazione di un'unica vasca in derivazione, cosa che avrebbe garantito la massima efficienza idraulica all'infrastruttura a parità di volume complessivo. Si sono quindi previsti due comparti principali indipendenti, uno in destra idrografica (Lomazzo) e una in sinistra idrografica (Bregnano) a loro volta suddivisi in due settori, per un totale di 4 vasche. Inoltre, poiché il tratto del Lura interessato dall'opera ha una pendenza abbastanza sensibile, l'ingresso dell'acqua nelle vasche stesse è possibile solo con una presa a monte e due canali di alimentazione. La posizione degli scarichi di fondo, invece, è determinata dalle pendenze di progetto del fondo degli invasi e quindi dipende dal particolare scenario considerato, elaborato di volta in volta in base alle esigenze di uso del territorio e agli obiettivi prevalenti ad essi associati. Nel seguito si presentano 4 scenari relativi alla configurazione fuori linea, progettati in base a criteri e usi del suolo diversi (Figura 2.3):

S1.a: *Fuori linea – Minimi scavi/riporti*
S1.b: *Fuori linea – Risparmio suolo*
S1.c: *Fuori linea – Agricolo con irrigazione*
S1.d: *Fuori linea – Area umida/naturalistica*

Ciascuno di essi prevede diverse soglie di attivazione delle opere di presa e diverse altezze degli argini interni, che come detto comportano una distribuzione dei volumi e frequenze di allagamento differenti per i 4 settori. Essendo, però, scenari accomunati dalla stessa configurazione (fuori linea) e dalla massima portata convogliabile a valle ($Q_{v,max}$ = 22 m³/s), essi sono caratterizzati da uno stesso valore del volume complessivo $W(T)$ da invasare in funzione del tempo di ritorno e dello stadio di avanzamento lavori considerato (da Tabella 3.1 a Tabella 3.3).

La configurazione con vasche di laminazione fuori linea risulta quindi essere la più flessibile in termini di ripartizione dei volumi invasati nei diversi settori in cui esse possono essere suddivise, variando opportunamente la geometria dell'opera di presa e l'altezza degli argini interni.

Una differenza rispetto alle altre configurazioni che prevedono almeno una parte in linea, è che quella fuori linea permette di non invasare nulla nel comparto per eventi la cui portata al colmo sia inferiore alla corrispondente soglia. Il valore effettivo di inizio sfioro, però, non può essere uguale alla massima portata convogliabile a valle, come visto nel paragrafo 2.3.1.2 in ipotesi di laminazione ottimale (Q_{soglia} = 22 m³/s). Il processo reale di sfioro, infatti, per garantire una certa portata massima a valle $Q_{v,max}$ = 22 m³/s deve necessariamente iniziare a sfiorare per una portata, detta "di taglio", tanto inferiore quanto minore si vuole la lunghezza longitudinale della soglia stessa.

In particolare nel caso in oggetto tale portata di taglio viene posta pari a Q_{bassa} = 15 m³/s, che corrisponde a un evento di circa 4-5 anni di tempo di ritorno allo stato attuale senza altri invasi a monte di quelli in oggetto; dal momento, però, che il minimo tempo di ritorno analizzato per gli eventi di piena estremi è T = 10 anni, questa differenza tra le diverse configurazioni risulta in qualche modo nascosta, ma occorre comunque tenerne conto in una valutazione comparativa. Il fatto che si inizi a invasare per portate più basse comporta, a parità di tempo di ritorno e di stadio di avanzamento lavori, un conseguente aumento dei volumi totali invasati: in particolare il volume di dimensionamento per l'evento di T = 100 anni in FASE 1, risulta pari a 435'000 m^3, maggiore rispetto a quello minimo previsto dall'AdB. Tale differenza va imputata alla scelta di inserire solo un restringimento poco a valle dell'opera di presa, per far innalzare il livello e permettere lo sfioro dal Lura alle vasche fuori linea. Se si fosse invece deciso di utilizzare a tale scopo uno sbarramento con bocca a battente, si sarebbe osservato un minor incremento del volume complessivo, ma si sarebbe alterato molto di più il corso naturale del Torrente, si è quindi preferito preservare il più possibile la continuità idraulica con l'adozione di una sezione di controllo ristretta. Tale soluzione presenta anche

minori problemi di ostruzione da parte di eventuali oggetti trasportati dalla piena: per quanto riguarda il trasporto solido, infatti, le vasche fuori linea sono soggette solo all’ingresso del materiale galleggiante, ma non vengono interessate dal trasporto di fondo che ne potrebbe causare l’interrimento.

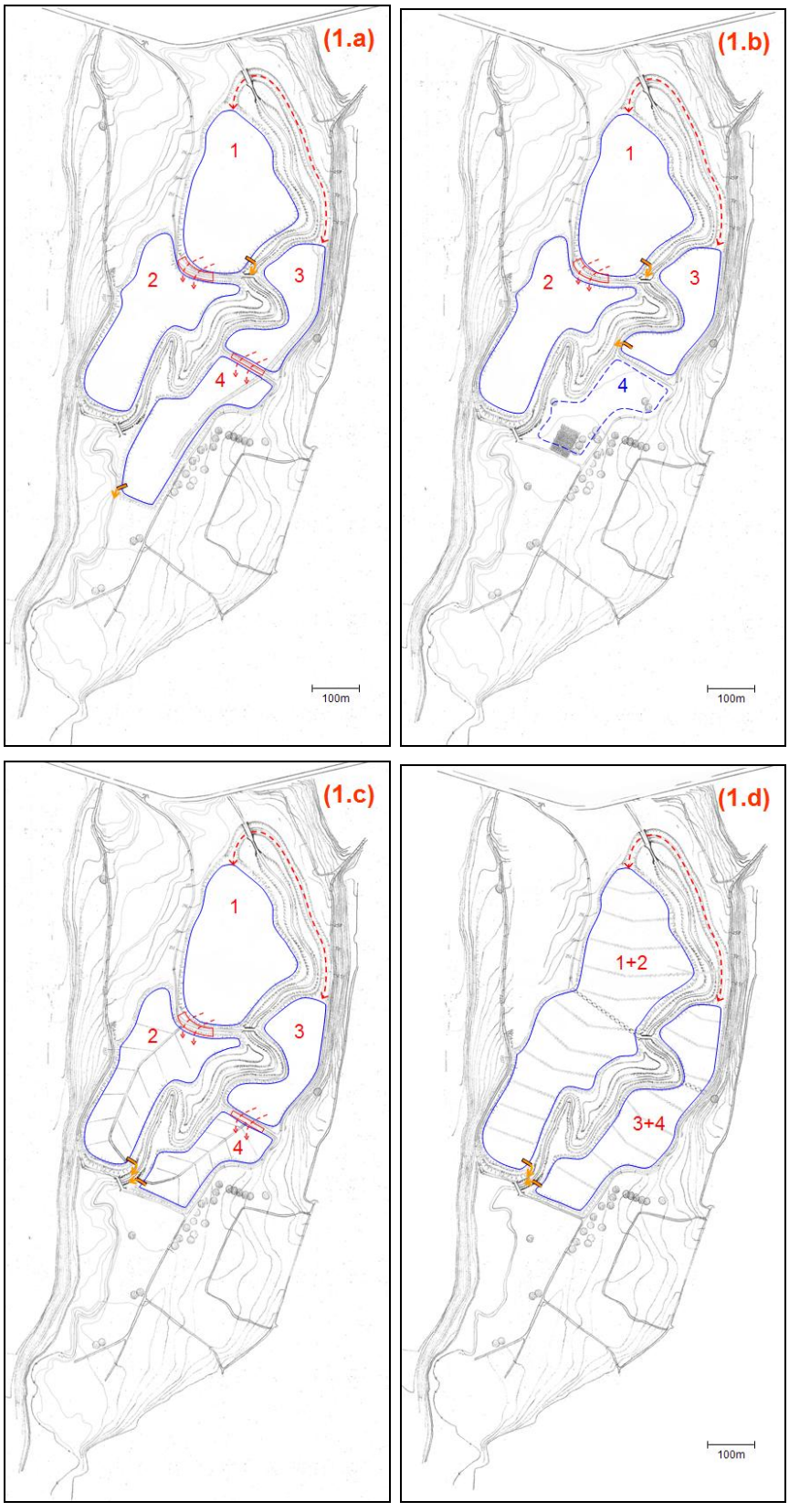


Figura 3.1 – Scenari relativi alla configurazione di vasche FUORI LINEA: (1.a) Minimi scavi/riporti, (1.b) Risparmio di suolo, (1.c) Agricolo con irrigazione, (1.d) Area umida.

In generale, confrontando i risultati di funzionamento idraulico non-regolato (da Tabella 3.1 a Tabella 3.3) con quelli in ipotesi di laminazione ottimale (Tabella 2.5) all'aumentare del tempo di ritorno considerato si osserva un incremento di volume crescente ma percentualmente meno rilevante rispetto al volume di laminazione ottimale).
Ciò comporta un parallelo maggior aumento di livello rispetto a quello di laminazione ottimale, più sensibile nei bassi tempi di ritorno che per gli eventi molto rari (in questi casi, infatti la superficie impegnata è molto estesa e pochi cm d'acqua consentono l'invaso di notevoli volumi).

Tabella 3.1 – STATO ATTUALE: Volumetria [m³] delle vasche negli scenari con configurazione FUORI LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

STATO ATTUALE			MIN SCAVI/RIPORTI	RISPARMIO SUOLO	AGRICOLO	AREA UMIDA
	Q picco	*W(totale)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*
T=10	***27.4***	65'000	65'000 + 0	65'000 + 0	32'500 + 32'500	32'500 + 32'500
T=15	***34.5***	125'000	120'000 + 5'000	125'000 + 0	62'500 + 62'500	62'500 + 62'500
T=20	***39.0***	185'000	155'000 + 30'000	185'000 + 0	92'500 + 92'500	92'500 + 92'500
T=30	***45.2***	275'000	200'000 + 75'000	240'000 + 35'000	137'500 + 137'500	137'500 + 137'500
T=40	***49.7***	340'000	220'000 + 120'000	270'000 + 65'000	167'500 + 167'500	167'500 + 167'500
T=50	***50.5***	355'000	225'000 + 130'000	280'000 + 70'000	177'500 + 177'500	177'500 + 177'500
T=60	***55.9***	440'000	250'000 + 190'000	320'000 + 120'000	217'500 + 217'500	217'500 + 217'500
T=70	***58.3***	475'000	255'000 + 220'000	335'000 + 145'000	240'000 + 240'000	240'000 + 240'000
T=100	***65.0***	550'000	265'000 + 285'000	340'000 + 210'000	275'000 + 275'000	275'000 + 275'000
T=200	***74.5***	775'000	335'000 + 440'000	435'000 + 340'000	387'500 + 387'500	387'500 + 387'500

Tabella 3.2 – FASE 1: Volumetria [m³] delle vasche negli scenari con configurazione FUORI LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

FASE 1			MIN SCAVI/RIPORTI	RISPARMIO SUOLO	AGRICOLO	AREA UMIDA
	Q picco	*W(totale)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*
T=10	***24.6***	35'000	35'000 + 0	35'000 + 0	17'500 + 17'500	17'500 + 17'500
T=15	***29.1***	60'000	60'000 + 0	80'000 + 0	30'000 + 30'000	30'000 + 30'000
T=20	***32.8***	105'000	105'000 + 0	100'000 + 0	50'000 + 50'000	50'000 + 50'000
T=30	***38.1***	170'000	145'000 + 25'000	180'000 + 0	85'000 + 85'000	85'000 + 85'000
T=40	***41.8***	230'000	180'000 + 50'000	210'000 + 15'000	115'000 + 115'000	115'000 + 115'000
T=50	***42.5***	240'000	190'000 + 50'000	220'000 + 20'000	120'000 + 120'000	120'000 + 120'000
T=60	***47.9***	350'000	240'000 + 110'000	290'000 + 60'000	175'000 + 175'000	175'000 + 175'000
T=70	***49.1***	360'000	255'000 + 105'000	305'000 + 55'000	180'000 + 180'000	180'000 + 180'000
T=100	***53.6***	395'000	245'000 + 150'000	310'000 + 85'000	197'500 + 197'500	197'500 + 197'500
T=200	***62.7***	655'000	380'000 + 275'000	460'000 + 190'000	327'500 + 327'500	327'500 + 327'500

Tabella 3.3 – PROGETTO: Volumetria [m³] delle vasche negli scenari con configurazione FUORI LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

PROGETTO			MIN SCAVI/RIPORTI	RISPARMIO SUOLO	AGRICOLO	AREA UMIDA
	Q picco	*W(totale)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*	*W(1+2) + W(3+4)*
T=10	***22.0***	0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0
T=15	***23.5***	20'000	20'000 + 0	20'000 + 0	10'000 + 10'000	10'000 + 10'000
T=20	***26.6***	40'000	40'000 + 0	40'000 + 0	20'000 + 20'000	20'000 + 20'000
T=30	***26.0***	50'000	50'000 + 0	50'000 + 0	25'000 + 25'000	25'000 + 25'000
T=40	***28.5***	90'000	90'000 + 0	75'000 + 0	37'500 + 37'500	37'500 + 37'500
T=50	***29.0***	100'000	100'000 + 0	85'000 + 0	42'500 + 42'500	42'500 + 42'500
T=60	***32.0***	140'000	140'000 + 0	135'000 + 0	67'500 + 67'500	67'500 + 67'500
T=70	***33.5***	170'000	170'000 + 0	165'000 + 0	82'500 + 82'500	82'500 + 82'500
T=100	***37.1***	250'000	230'000 + 20'000	255'000 + 0	125'000 + 125'000	125'000 + 125'000
T=200	***42.8***	420'000	345'000 + 75'000	395'000 + 25'000	210'000 + 210'000	210'000 + 210'000

I primi due scenari della configurazione FUORI LINEA (*Minimi scavi/riporti* e *Risparmio suolo* in Figura 3.2) prevedono soglie di attivazione diverse per il canale in destra e quello in sinistra. Gli altri due scenari (*Agricolo con irrigazione* e *Area umida/naturalistica*) prevedono invece una divisione delle portate "democraticamente" a metà, impegnando con la stessa frequenza entrambi i comparti.
In Figura 3.2 si riportano gli idrogrammi relativi all'evento di riferimento di 100 anni in FASE 1 in base al quale sono state dimensionate le opere di presa per ciascuno scenario della configurazione FUORI LINEA. Si noti che si è

assunto di mantenere chiusi con dei clapet gli scarichi di fondo durante l'evento, in modo da ottimizzare il volume disponibile e massimizzare l'efficienza di laminazione.

La Figura 3.3 mostra invece alcuni esempi di verifica del funzionamento idraulico dei quattro scenari con configurazione fuori linea proposti: vengono riportati gli idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori, a monte e a valle dei due sfiori dell'opera di presa delle vasche per due tempi di ritorno, il minimo tra quelli considerati T = 10 anni e il massimo gestibile dalle vasche di laminazione allo stato attuale senza altri invasi realizzati a monte T = 55 anni.

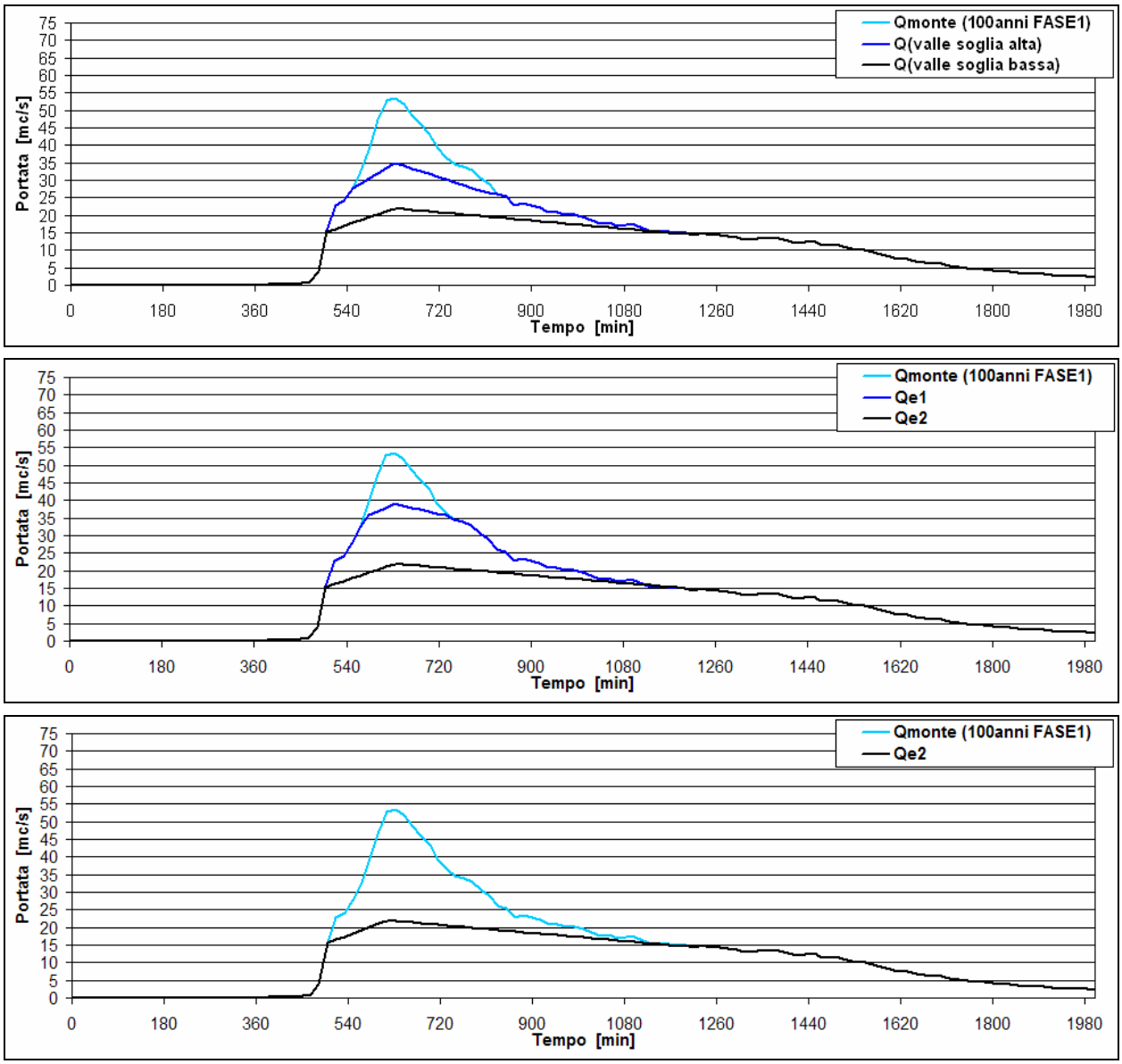


Figura 3.2 – Idrogrammi per l'evento di dimensionamento (100 anni FASE 1) in arrivo da monte e corrispondenti idrogrammi a valle dei due sfiori dell'opera di presa delle vasche nei 4 scenari con configurazione FUORI LINEA: (in alto) Minimi scavi/riporti, (al centro) Risparmio di suolo, (in basso, con divisione a metà delle portate) Agricolo con irrigazione e Area umida.

Nei paragrafi successivi vengono descritti in dettaglio tali scenari, definendo per i tempi di ritorno analizzati le sequenze di allagamento, i volumi invasati nei singoli settori e le modalità di prelievo che da un lato hanno determinato e dall'altro sono rese possibili dalle scelte alla base del processo di progettazione dell'infrastruttura idraulica.

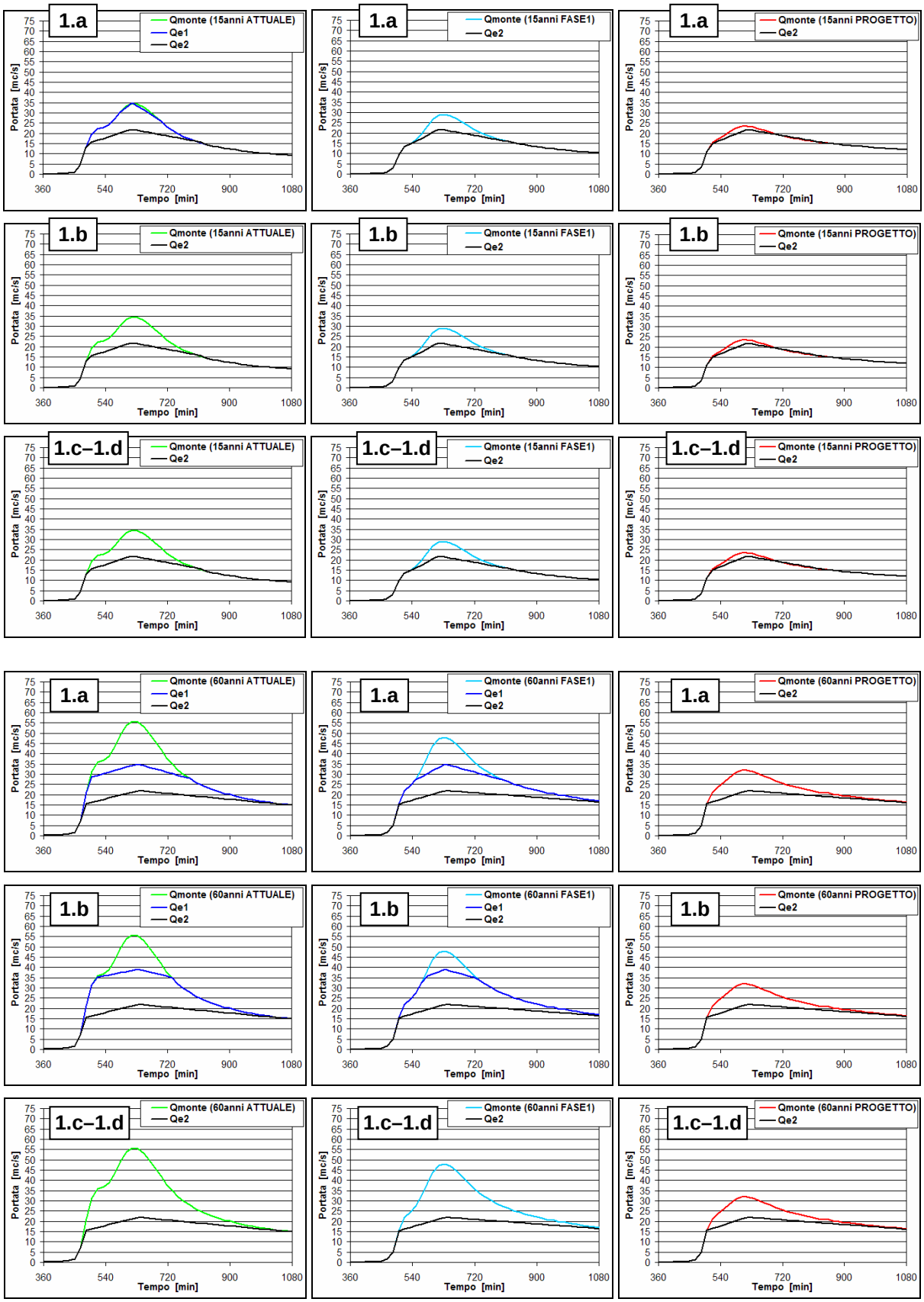


Figura 3.3 – Idrogrammi per l’evento di 10 e 60 anni nei tre stadi di avanzamento lavori, a monte e a valle dei due sfiori dell’opera di presa delle vasche nei quattro scenari con configurazione FUORI LINEA: (1.a) Minimi scavi/riporti, (1.b) Risparmio di suolo, (1.c –1.d) Agricolo con irrigazione e Area umida.

3.1.1 Scenario S1.a: FUORI LINEA – MINIMI SCAVI/RIPORTI

In questo scenario si considera la modalità di inserimento delle vasche fuori linea (Figura 3.1-a), secondo un criterio prevalente di minimizzazione dei costi relativi ai movimenti di terra, ovvero eguagliando per quanto possibile i volumi di scavo e riporto in relazione alla morfologia del territorio allo stato di fatto.
L'associazione tra l'allagamento e l'uso del territorio si limita alla prima vasca, ovvero quella che viene impegnata dagli allagamenti frequenti.

3.1.1.1 S1.a - Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da quattro vasche, 1+2 sulla riva destra e 3+4 sulla riva sinistra, con argini che raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno, rispettivamente pari a 251.55 m s.m. nel comparto in destra idrografica e 249.90 m s.m. in sinistra. Si noti che la vasca 2 è caratterizzata dal fatto di essere realizzata in contropendenza rispetto all'altimetria del suolo esistente, in modo da limitare al massimo lo smaltimento della terra di scavo utilizzandola per i riporti.
La presenza di una soglia di attivazione dell'opera di presa consente di non allagare (a meno del prelievo) il territorio interessato dall'infrastruttura idraulica per tempi di ritorno inferiori a quello caratteristico della portata di soglia. La soglia bassa, come detto, viene posta a Q_{bassa} = 15 m³/s, in modo che, in occasione dell'evento di riferimento (100 anni in FASE 1), l'effetto combinato della prima "decapitazione" ad opera della soglia alta e il successivo taglio operato dalla soglia bassa riesca ad evacuare la portata eccedente i 22 m³/s compatibili a Saronno.
Tale soglia bassa, che è fissata per tutti gli scenari fuori linea proprio dalla limitata capacità di convogliamento di valle, lascia passare indisturbati tutti gli eventi di T ≤ 4 anni allo stato attuale senza vasche a monte, perché il livello massimo corrispondente risulta inferiore alla quota dello sfioro. Ciò comporta che il primo allagamento avviene nella vasca 1 per eventi di pioggia di tempo di ritorno superiori a 4 anni (Figura 3.2). Il comparto 3+4 è alimentato da una soglia alta che viene definita di volta in volta in ciascuno scenario come scelta progettuale: nello scenario Minimi scavi/riporti essa è posta a Q_{alta} = 28 m³/s e lascia quindi passare indisturbati tutti gli eventi di T ≤ 10 anni allo stato attuale senza vasche a monte, perciò il comparto in sinistra non viene allagato per gli eventi frequenti.
Da Figura 3.6 a Figura 3.10 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche. Ogni step di laminazione e il corrispondente volume invasato vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Tabella 3.10). Lo stesso volume, infatti, permette di gestire eventi di pioggia di severità, e quindi tempo di ritorno, crescente col numero di vasche realizzate a monte di quella oggetto della ricerca.
La sequenza degli allagamenti relativa allo scenario Minimi scavi/riporti prevede che la sola vasca 1 venga allagata per laminazione (e quindi a meno del prelievo) per tempi di ritorno compresi tra 4 e 10 anni, per questa ragione la soglia dello sfioro sull'argine intermedio è stata fissata alla quota di 249.50 m s.m. La scelta della quota dello sfioro sull'argine interno definisce infatti il volume trattenuto nella vasca di monte prima di interessare la vasca di valle, a patto che il condotto di scarico, che a fine evento permette lo svuotamento della vasca 2 verso la 1, sia chiuso durante l'evento. Il comparto in sinistra, senza altre vasche realizzate a monte di quella di Bregnano-Lomazzo, viene impegnato a partire da tempi di ritorno di 15 anni, con l'attivazione del canale scorre lungo l'argine laterale della vasca 3, sottopassa l'argine interno, lungo l'argine laterale della vasca 4 e permette il riempimento dal fondo della vasca 4, senza bagnare il territorio non direttamente interessato dall'allagamento. Per garantire la necessaria evacuazione delle ingenti portate dalla vasca 3 di monte alla 4 di valle che viene richiesta per gli eventi rari si è previsto anche un gradino di fondo che funge da argine interno con quota pari a 248.0 m s.m.
Già per tempi di ritorno di 30 anni la superficie impegnata è pari a quella totale e per i tempi di ritorno superiori si ha una generale innalzamento dei livelli sulle stesse aree. La vasca è naturalmente piena per un tempo di ritorno di 55 anni (in stato attuale).
E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'AdB) attraverso il solo innalzamento degli argini: nelle vasche 1+2 di 20 cm fino a quota 251.75 m s.m, nelle vasche 3+4 di 1.95 m fino a quota 251.80 m s.m.

3.1.1.2 S1.a - Prelievo

In questo tipo di soluzione idraulica può essere mantenuta l'attuale produzione agricola nelle vasche 2-3-4. L'obiettivo di ridurre gli indennizzi in rapporto alla servitù di allagamento implica un impoverimento del valore agricolo del suolo vincolandolo a colture tanto meno pregiate quanto maggiore è la frequenza degli allagamenti.
Proprio per questa ragione gli ambiti di allagamento frequente (vasca 1, 4<T<10 anni) potrebbero essere destinati alla produzione di biomassa, prato o colture di basso pregio, oppure tramite prelievo si potrebbe creare una riserva d'acqua da utilizzare per irrigazione tramite trattori con eventuale cambio di produzione verso colture più redditizie, o ancora potrebbe essere destinata alla creazione di zone umide, per fitodepurazione e aumento della biodiversità. Nel caso s'intendesse riutilizzare l'acqua accumulata per irrigazione, occorre prestare attenzione alla compatibilità delle colture annaffiate con la qualità dell'acqua prelevata.
Inoltre, per migliorare la qualità ambientale dal punto di vista della qualità fisico-chimica dell'acqua, è auspicabile associare a questa soluzione idraulica fuori linea la costruzione di ambienti umidi destinati alla fitodepurazione sia in linea sia fuori linea rispetto al Torrente Lura (Figura 3.5).

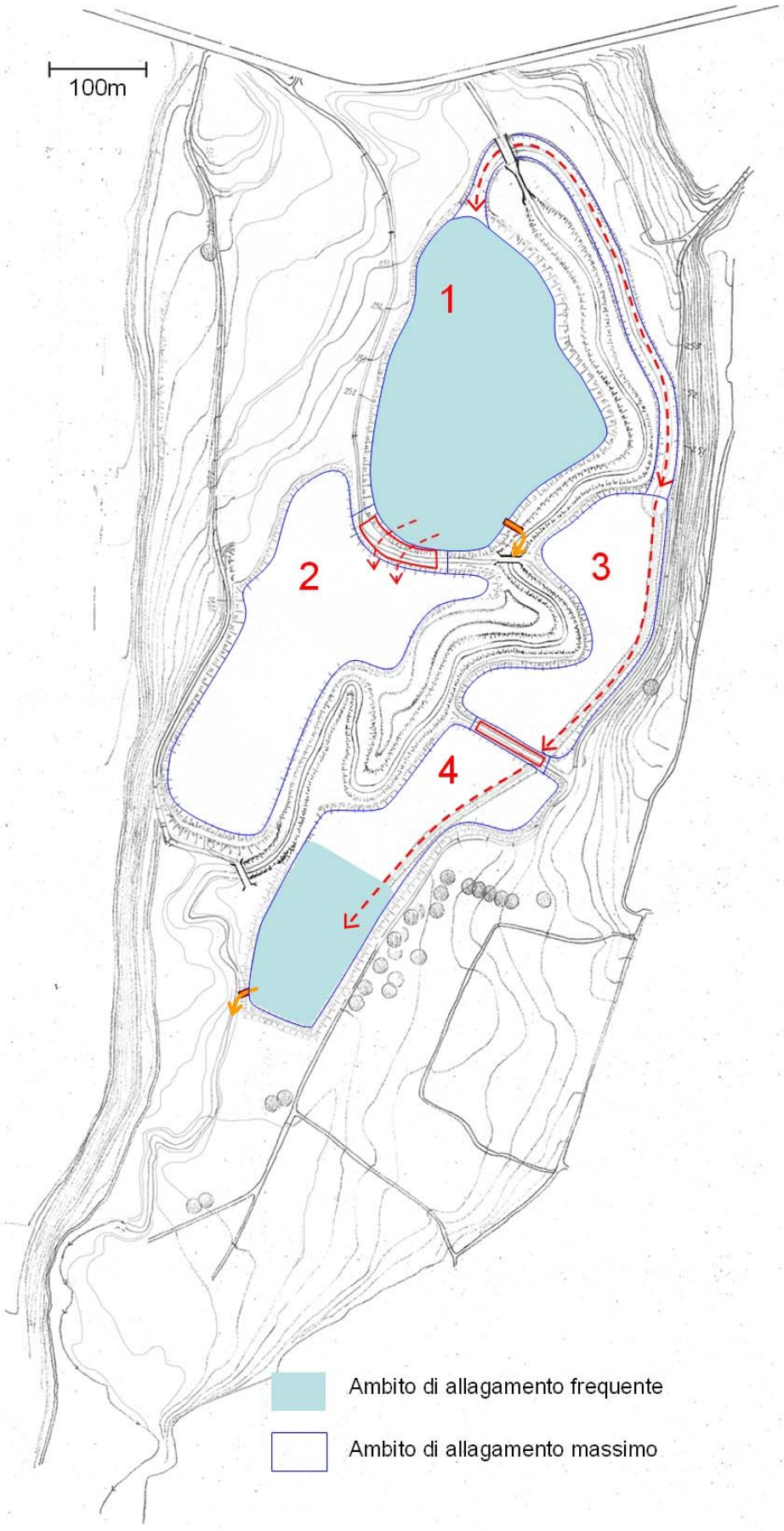


Figura 3.4 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti: ambito di allagamento frequente.

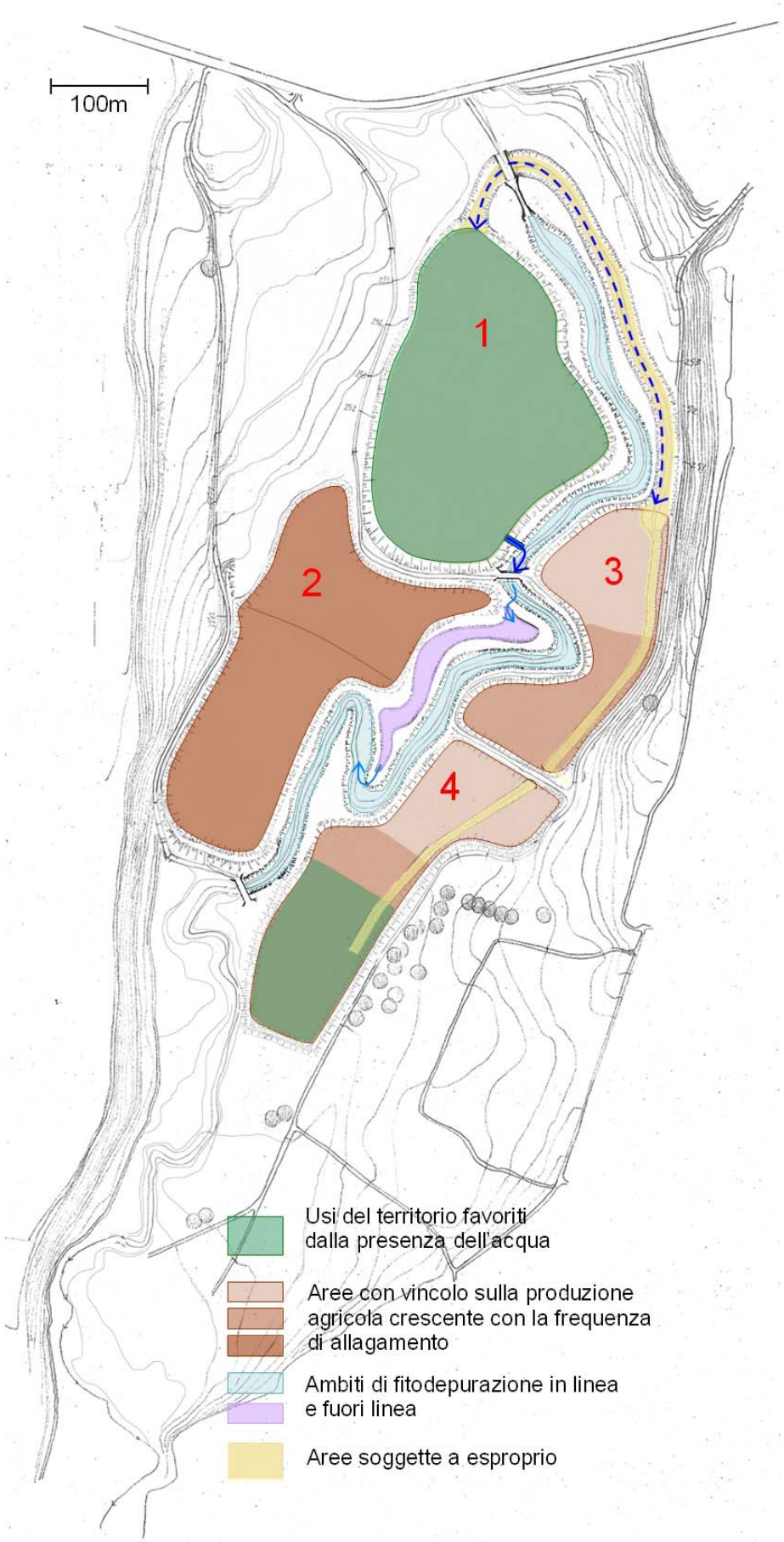


Figura 3.5 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti: usi del territorio.

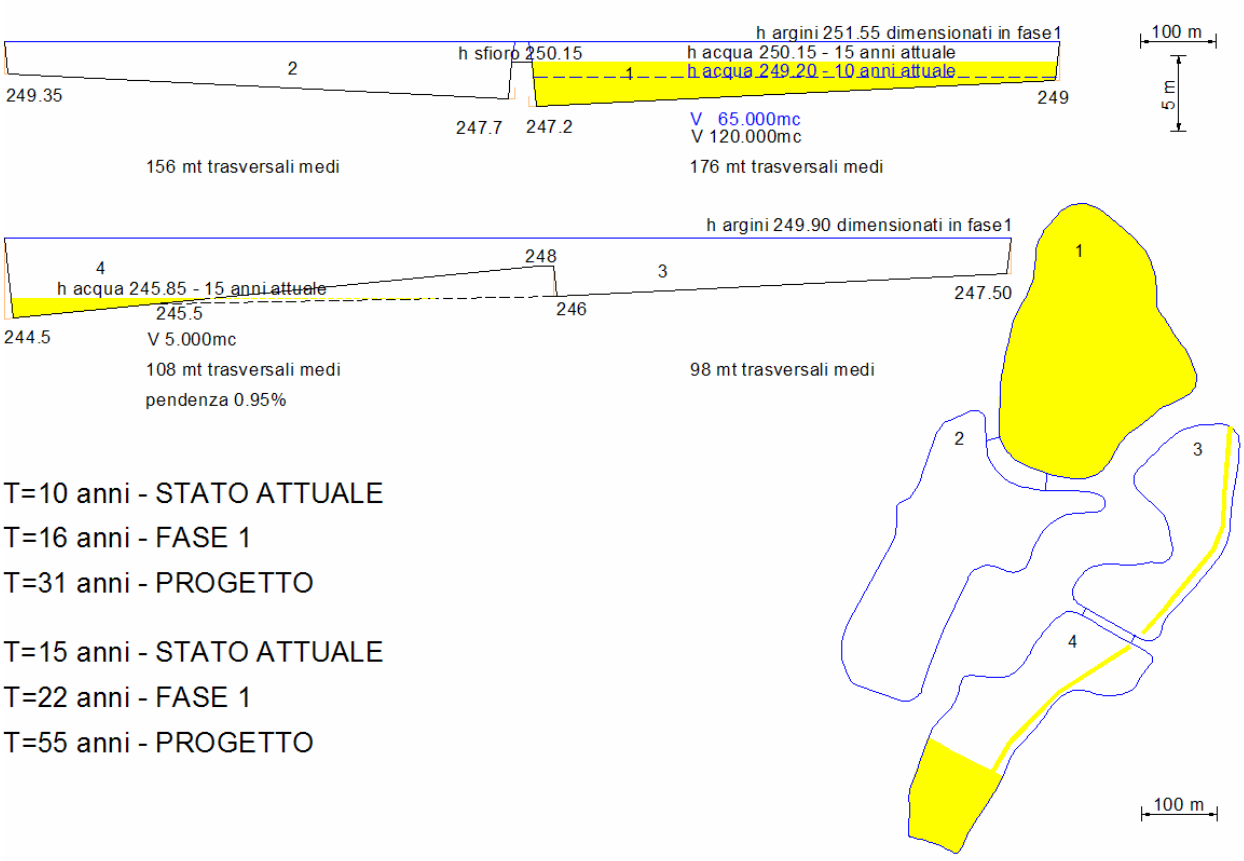


Figura 3.6 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

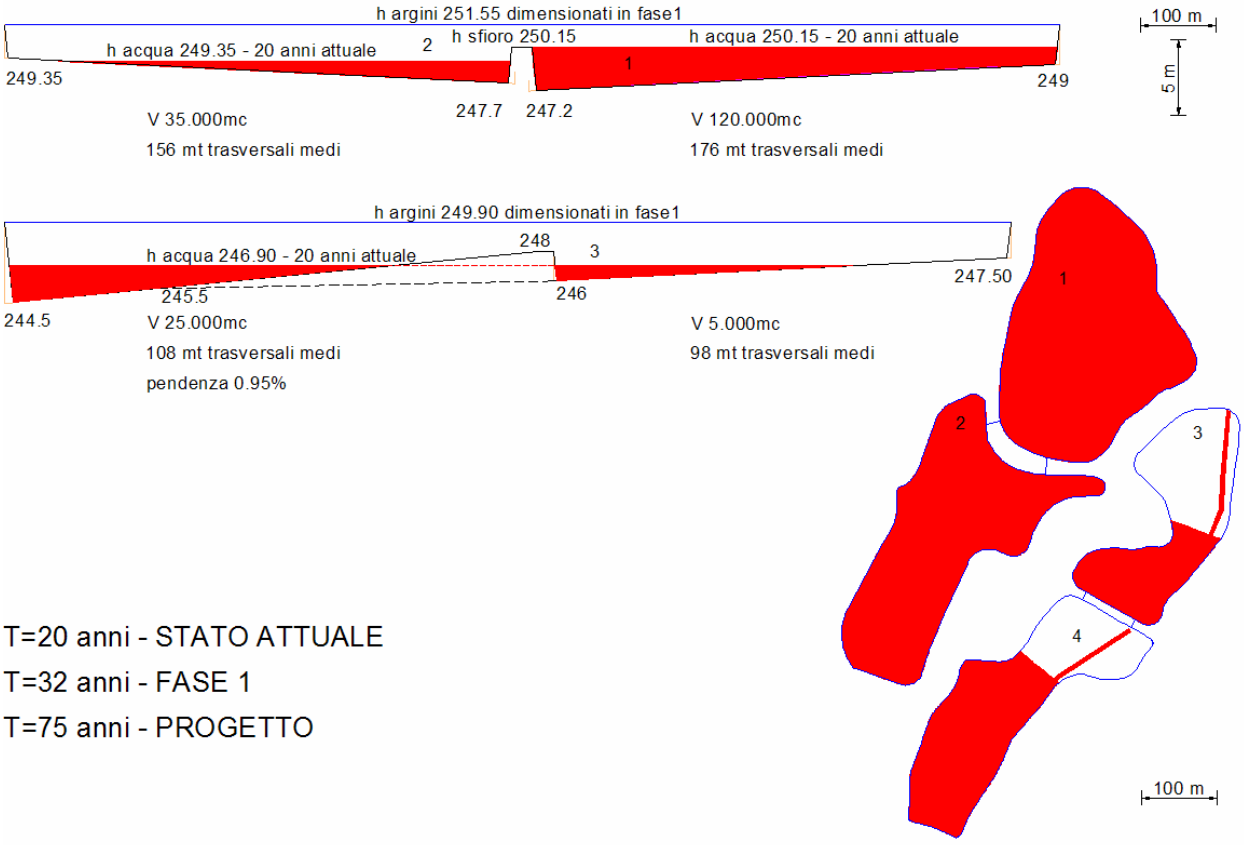


Figura 3.7 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

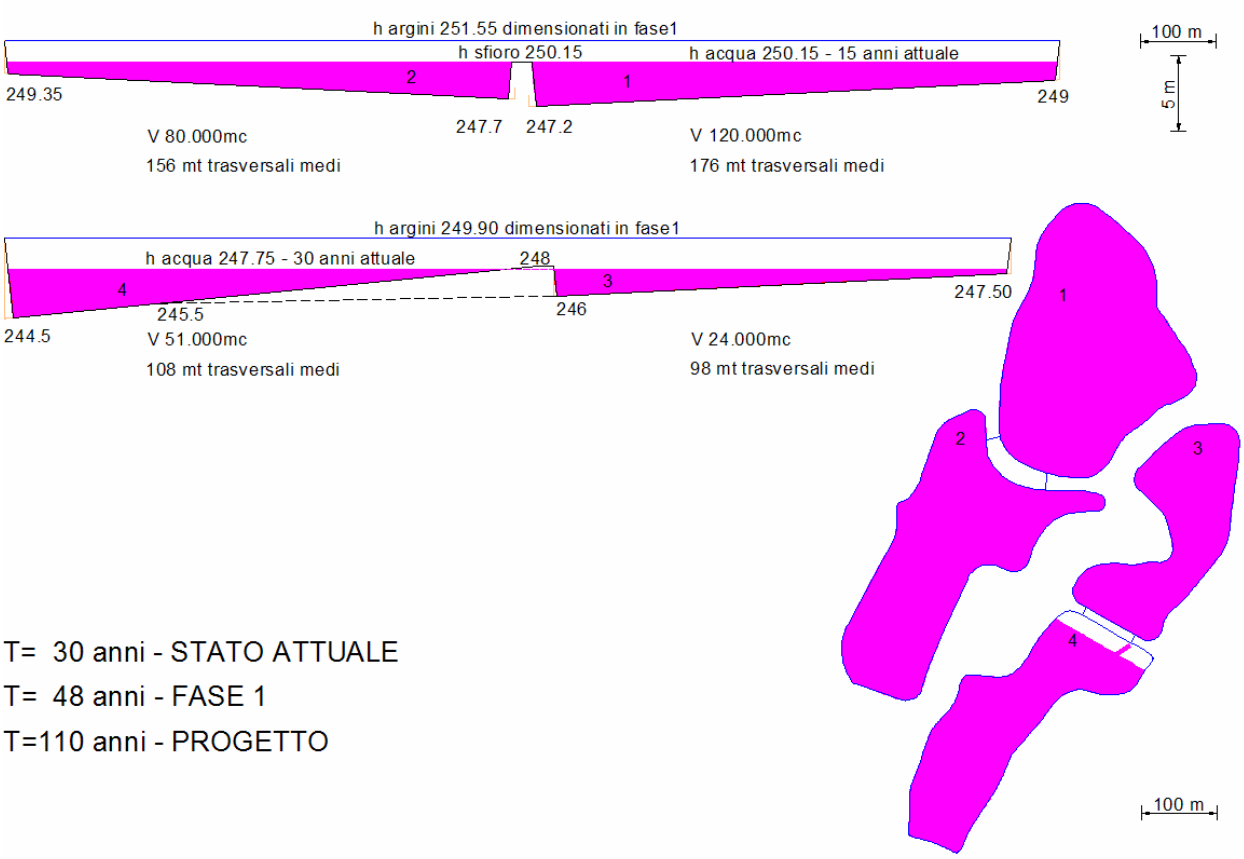


Figura 3.8 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

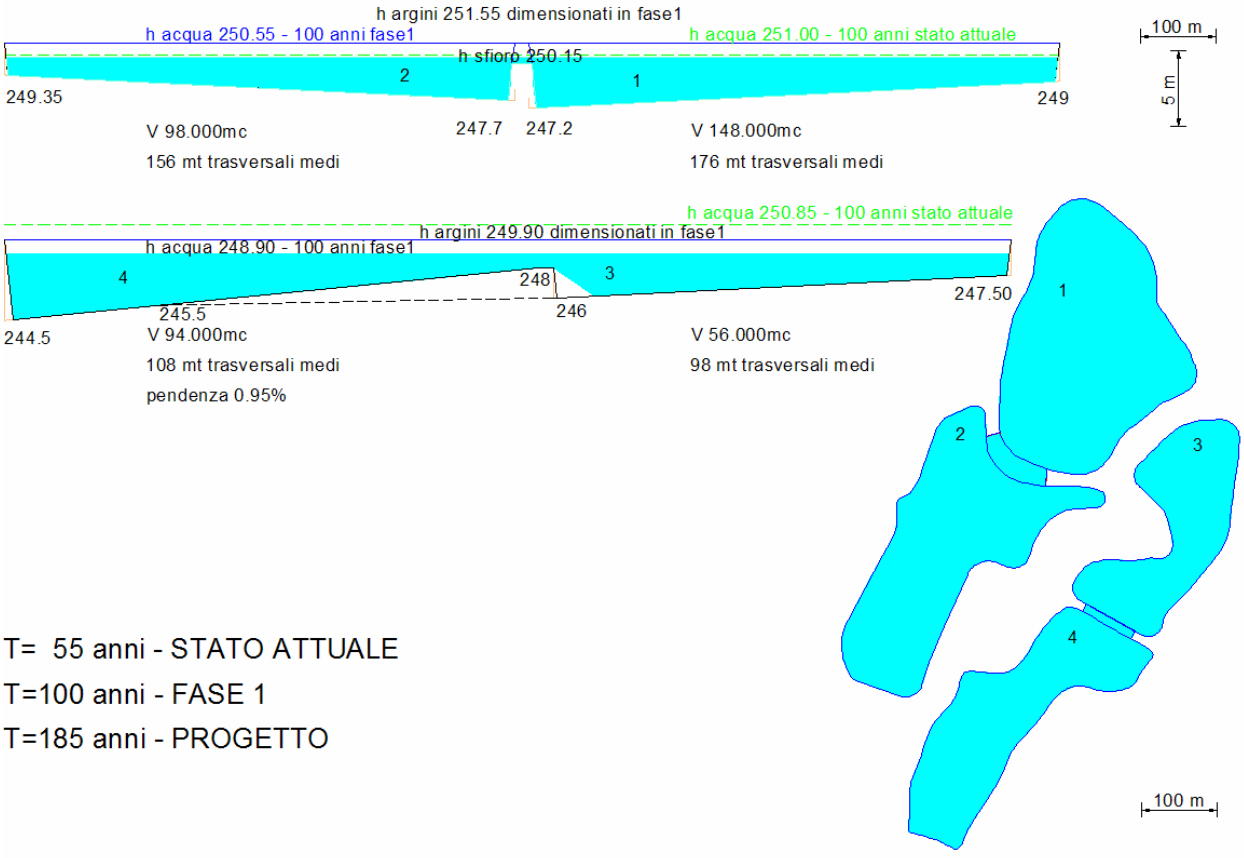


Figura 3.9 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

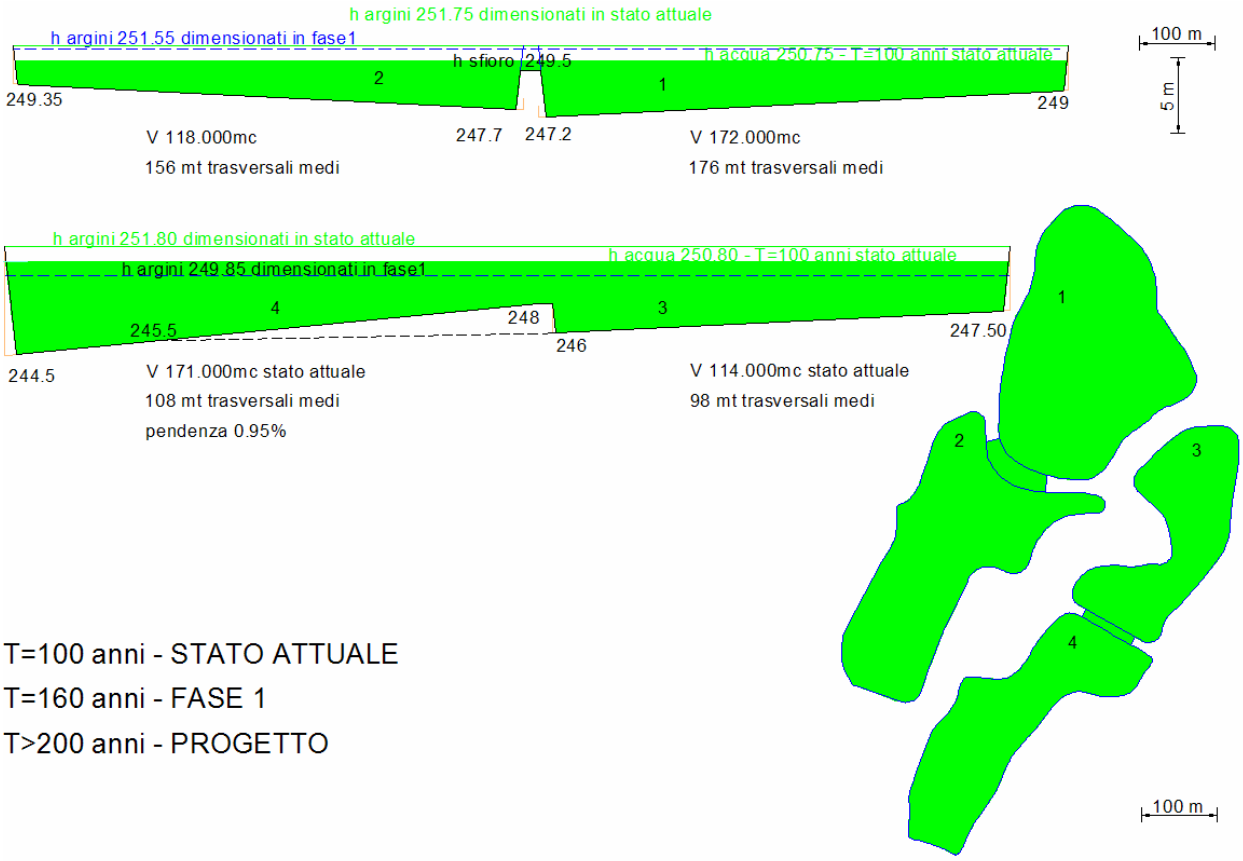


Figura 3.10 – Scenario S1.a: Fuori linea – Minimi scavi/riporti

3.1.2 Scenario S1.b: FUORI LINEA – RISPARMIO SUOLO

In questo scenario si considera la modalità di inserimento delle vasche fuori linea (Figura 3.1-b), enfatizzando ancor di più la limitazione spaziale degli allagamenti rispetto allo scenario precedente secondo un criterio prevalente di minimizzazione della superficie impegnata e massimo sfruttamento della capacità di una vasca, prima di impegnare quella successiva, riuscendo a ridurre l'occupazione complessiva del territorio.
L'associazione tra l'allagamento e l'uso del territorio si limita come nello scenario precedente alla prima vasca, facendo coincidere agli allagamenti frequenti con usi del territorio compatibili o favoriti dalla presenza dell'acqua.

3.1.2.1 S1.b – Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da tre vasche, 1+2 sulla riva destra e dalla sola vasca 3 sulla riva sinistra, pur dimensionando secondo le indicazioni dell'AdB per l'evento di 100 anni in FASE 1, si riduce di quasi un quarto l'impegno complessivo di suolo. Gli argini raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno, rispettivamente pari a 252.25 m s.m. nel comparto in destra idrografica e 250.35 m s.m. in sinistra. Si noti che la vasca 2 è ancora in contropendenza rispetto all'altimetria del suolo esistente, in modo da limitare lo smaltimento della terra di scavo utilizzandola per i riporti e per gli argini. Nello scenario fuori linea Risparmio suolo si è quindi alzata la soglia alta fino a Q_{alta} = 35 m³/s (lasciando passare indisturbato tutti gli eventi di T ≤ 15 anni allo stato attuale senza vasche a monte) e mantenendo la soglia bassa a Q_{bassa} = 15 m³/s (Figura 3.2). Inoltre si sono adeguati gli argini interni al comparto in destra (1+2) in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte, innalzandovi il livello prima di impegnare quello di valle. E' da sottolineare però che per eventi che superano il tempo di ritorno di 15 anni, si iniziano a impegnare le vasche 2 e 3, e per 30 anni la superficie disponibile è completamente impegnata. Per i tempi di ritorno superiori si ha una generale innalzamento dei livelli sulle stesse aree e le vasche sono piene per un tempo di ritorno di 55 anni (in stato attuale senza altre vasche a monte). Da Figura 3.13 a Figura 3.17 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche. Ogni step di laminazione e il corrispondente volume invasato vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Tabella 3.10). Lo stesso volume, infatti, permette di gestire eventi di pioggia di severità, e quindi tempo di ritorno, crescente col numero di vasche realizzate a monte di quella oggetto della ricerca.
E' stato valutato che costruendo anche la vasca 4 (non necessaria rispetto alla pianificazione dell'AdB), si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale, con argini a quota 252.70 m s.m, ovvero innalzando gli argini della vasca 3 di soli 35 cm, e contemporaneamente innalzando gli argini delle vasche 1+2 di 25 cm fino a quota 252.25 m s.m.

3.1.2.2 S1.b - Prelievo

Anche in questo tipo di soluzione idraulica può essere mantenuta l'attuale produzione agricola nelle vasche 2-3 e non è necessaria la realizzazione della vasca 4, quindi si salvaguarda l'attuale produzione agricola nell'area corrispondente. L'obiettivo di ridurre gli indennizzi in rapporto alla servitù di allagamento implica un impoverimento del valore agricolo del suolo vincolandolo a colture tanto meno pregiate quanto maggiore è la frequenza degli allagamenti. In questo caso i vincoli sulla tipologia di colture possono essere più laschi rispetto al caso precedente perché gli allagamenti frequenti sono concentrati nella vasca 1.
Proprio per questa ragione gli ambiti di allagamento frequente (vasca 1, 4<T<15 anni) potrebbero essere destinati alla produzione di biomassa, prato o colture di basso pregio, oppure tramite prelievo si potrebbe creare una riserva d'acqua da utilizzare per irrigazione tramite trattori con eventuale cambio di produzione verso colture più redditizie, o ancora potrebbe essere destinata alla creazione di zone umide, per fitodepurazione e aumento della biodiversità.
E' però da notare che in questo scenario si definisce un episodio di parco coincidente con l'ambito di allagamento frequente, ma non si realizza una completa integrazione tra disegno del paesaggio e infrastruttura idraulica.

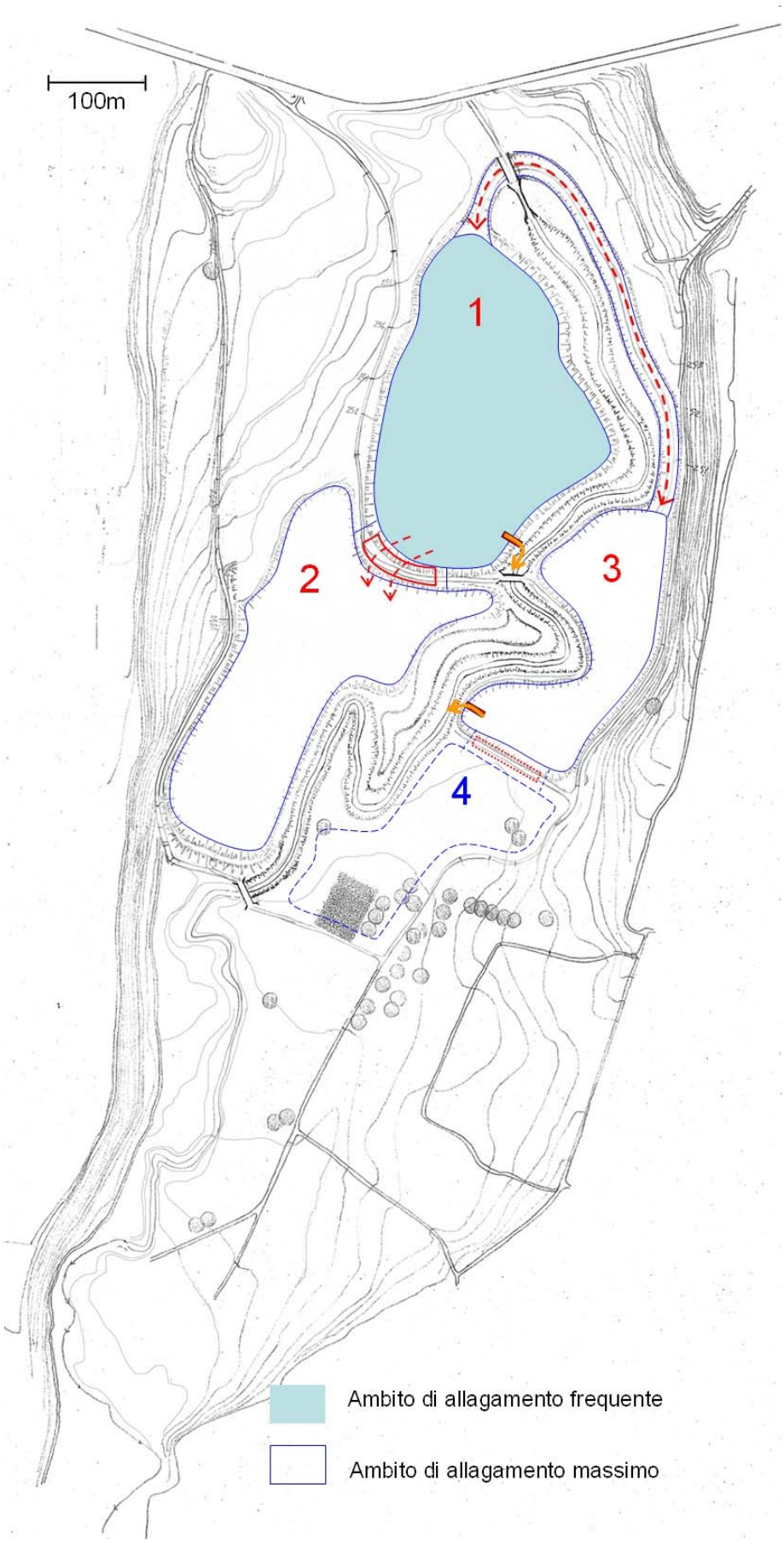


Figura 3.11 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo: ambito di allagamento frequente.

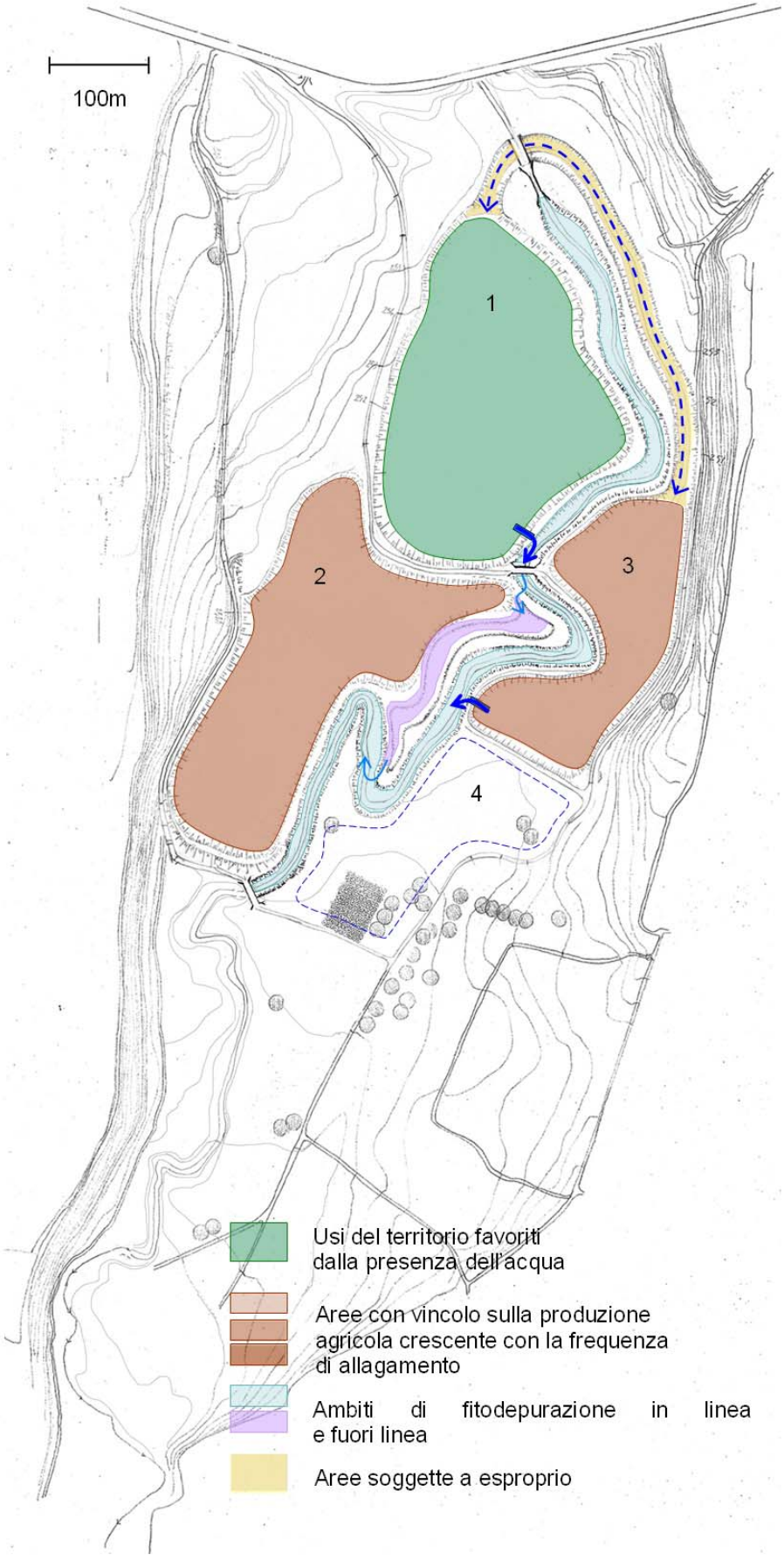


Figura 3.12 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo: uso del territorio.

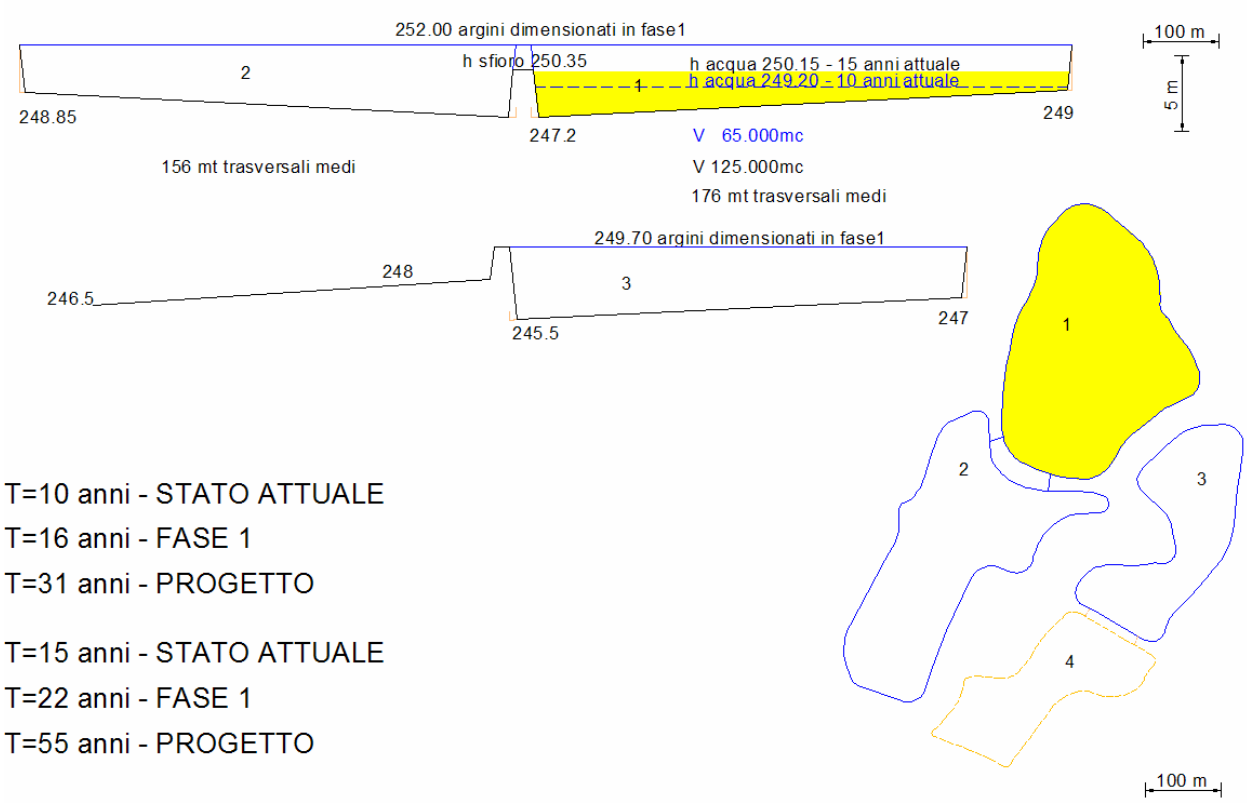


Figura 3.13 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

Figura 3.14 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

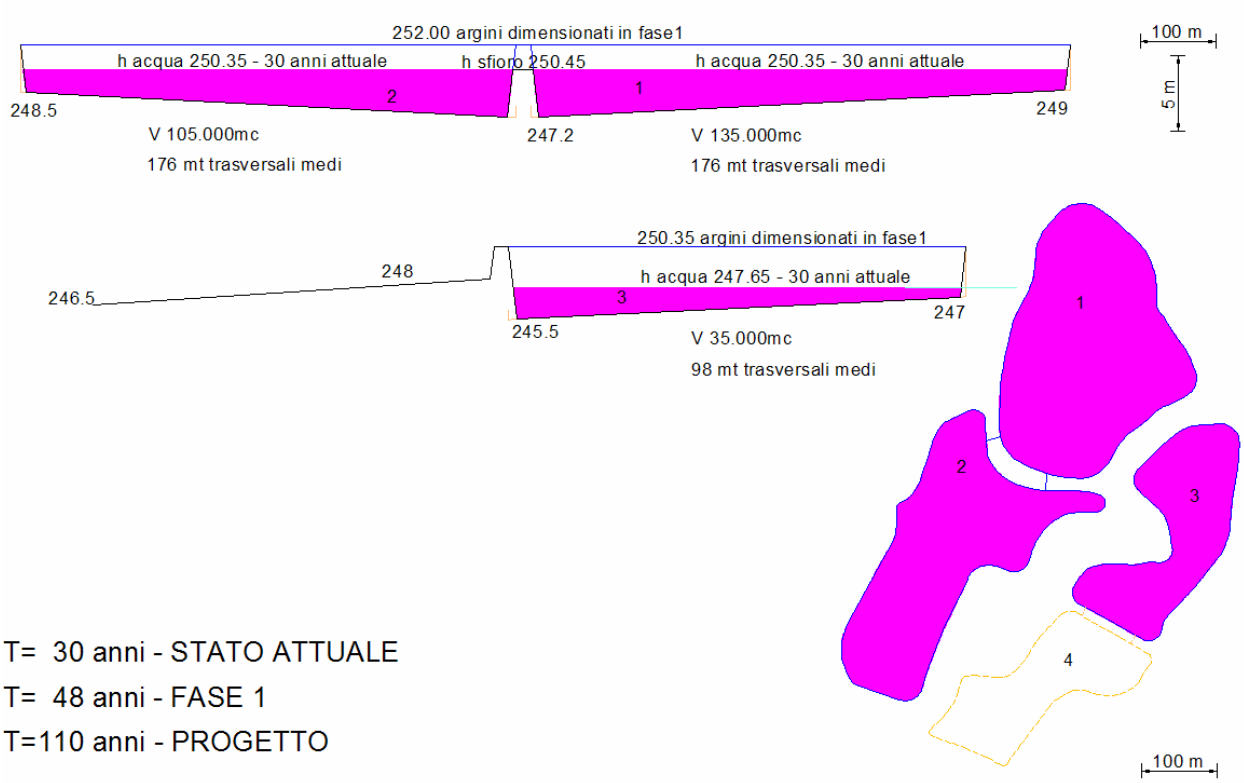


Figura 3.15 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

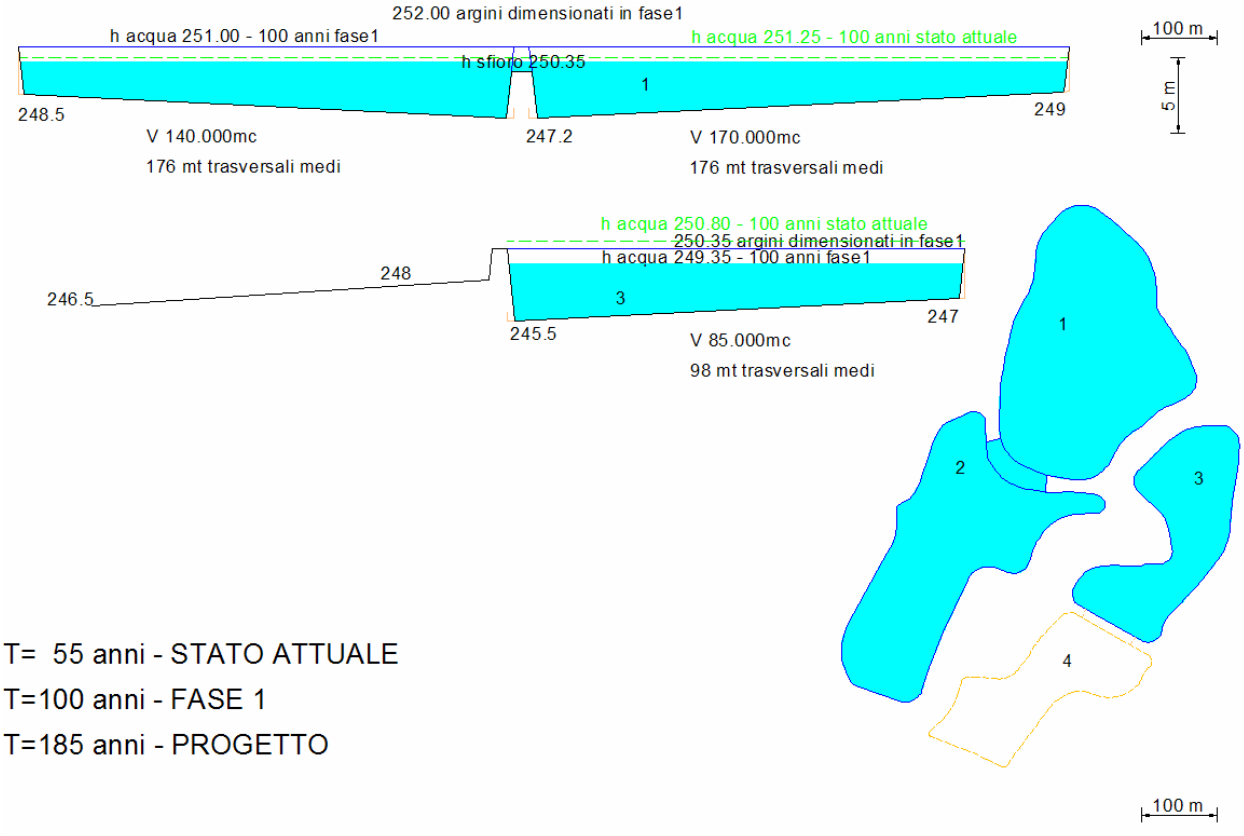


Figura 3.16 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

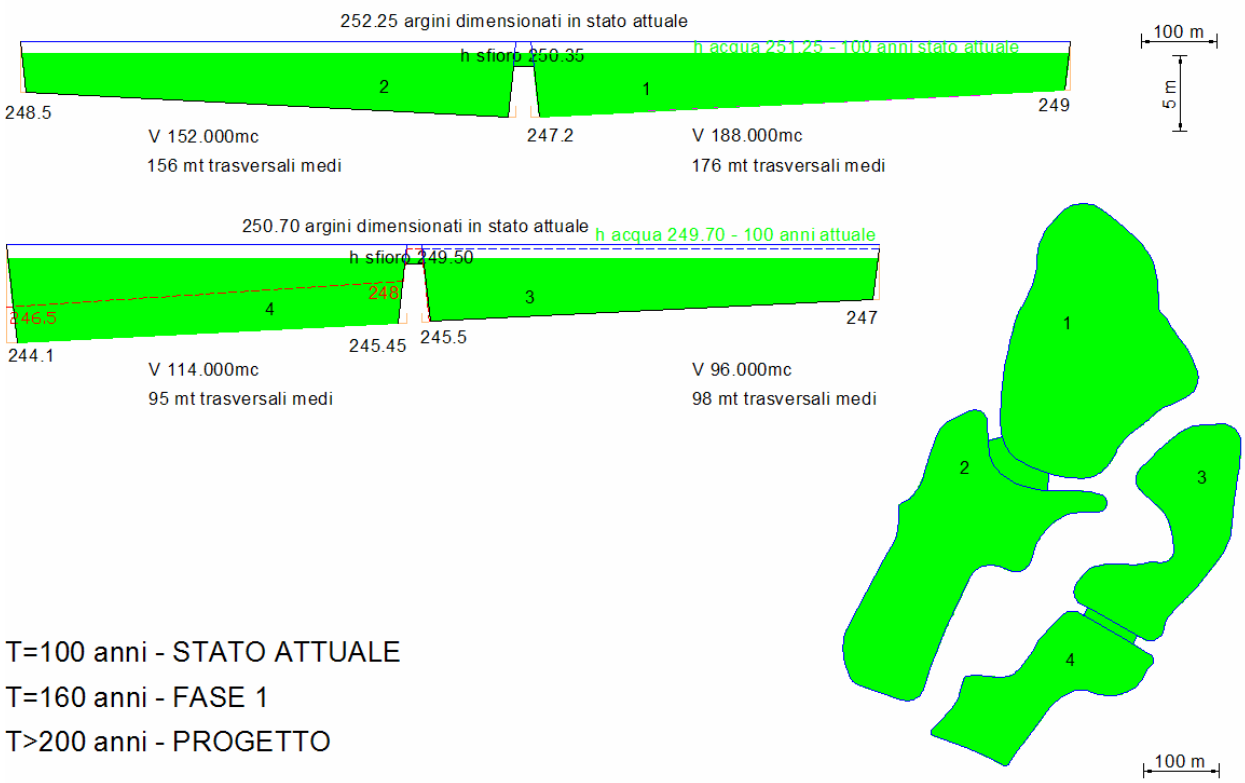


Figura 3.17 – Scenario S1.b: Fuori linea – Risparmio suolo

3.1.3 Scenario S1.c: FUORI LINEA – AGRICOLO CON IRRIGAZIONE

In questo scenario si considera la modalità di inserimento delle vasche fuori linea (Figura 3.1-c) con l'obiettivo di costruire un parco agricolo dove viene modificata la produzione agricola verso colture floro-vivaistiche o orticole maggiormente redditizie e organizzabili in un due grandi "giardini".
A queste attività agricole può essere associata una diretta fruizione pubblica del parco.
L'associazione tra uso del territorio e la sequenza degli allagamenti corrisponde a una completa coincidenza tra la funzione di parco e gli ambiti di allagamento frequente, in quanto essi coincidono con le vasche dedicate all'accumulo di acqua per il riutilizzo in agricoltura. In questi ambiti di laminazione e di prelievo coincidono, nel senso che l'acqua viene raccolta per prelievo allagando le stesse vasche che sono interessate dalla laminazione per T = 20 anni.

3.1.3.1 S1.c – Laminazione

Gli ultimi due scenari della configurazione fuori linea (*Agricolo con irrigazione* e *Area umida/naturalistica*) prevedono una divisione delle portate "democraticamente" a metà, impegnando con la stessa frequenza entrambi i comparti.
Le soglie sono infatti poste entrambe alla stessa quota, corrispondente a Q_{soglia} = 15 m³/s, in modo da evacuare nell'evento di riferimento ciascuno la metà della portata eccedente i 22 m³/s compatibili a Saronno (Figura 3.2).
Ciò che differenzia lo scenario *Agricolo* da quello *Area umida* è la modalità di allagamento: nel primo, infatti, le due vasche di monte (utili anche all'accumulo di acqua per l'irrigazione) trattengono al loro interno gli eventi frequenti in modo da impegnare i due settori di valle solo per eventi più rari (T > 20 anni).
Gli argini raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno, rispettivamente pari a 251.95 m s.m. nel comparto in destra 1+2 e 248.40 m s.m. in sinistra 3+4. Si sono adeguati gli argini interni ad entrambi in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte, innalzandovi il livello prima di impegnare quello di valle: nelle vasche 1+2 la quota dello sfioro è 250.95 m s.m., mentre nelle vasche 3+4 è di 251.50 m s.m.
Per eventi di 30 anni di tempo di ritorno in stato attuale si occupa tutta la superficie con allagamenti di livello crescente fino a pieno riempimento per tempi di ritorno di 55 anni.
Si noti che, dato il particolare tipo di prelievo associato allo scenario agricolo, il volume delle vasche 1 e 3 potrebbe essere già parzialmente riempito dall'accumulo di acqua per irrigazione. Secondo le valutazioni agronomiche descritte nell'Allegato D, un volume di circa 60'000 m³ sarebbe sufficiente all'adacquamento di una superficie di circa 10-15 ettari di colture agricole (variabile a seconda delle necessità idriche delle coltivazioni scelte). Avendo a disposizione una superficie coltivabile di circa 7.5 ha, si potrebbe stoccare un volume pari alla metà di quanto appena definito, ma considerando infiltrazioni e evapotraspirazione si può stimare come necessario proprio il volume di 60'000 m³, equamente suddiviso tra la vasca 1 e la 3.
Per evitare ulteriori costi e responsabilità di gestione di tale invaso (ovvero l'obbligo di un suo rapido svuotamento) nel caso di vasche pre-riempite in occasione di eventi di piena, si è considerato tale volume di prelievo come "volume morto" e quindi si sono incrementate tutte le volumetrie invasate per i diversi tempi di ritorno di una quantità pari ad esso. Questo ha comportato un innalzamento degli argini esterni (e degli sfiori sugli argini interni portati ai valori prima citati) rispetto al caso di rapido svuotamento obbligatorio solo nel comparto in sinistra 3+4 pari a 1 m.
Da Figura 3.13 a Figura 3.17 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche. Ogni step di laminazione e il corrispondente volume invasato vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Tabella 3.10). Lo stesso volume, infatti, permette di gestire eventi di pioggia di severità, e quindi tempo di ritorno, crescente col numero di vasche realizzate a monte di quella oggetto della ricerca.
E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'AdB) senza ulteriore innalzamento degli argini rispetto al dimensionamento effettuato in 100 anni Fase 1, sfruttando il volume disponibile nelle vasche di valle (2-4) che sono state salvaguardate alzando la quota dello sfioro sugli argini interni nella progettazione dello scenario.

Figura 3.18 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione: ambito di allagamento frequente.

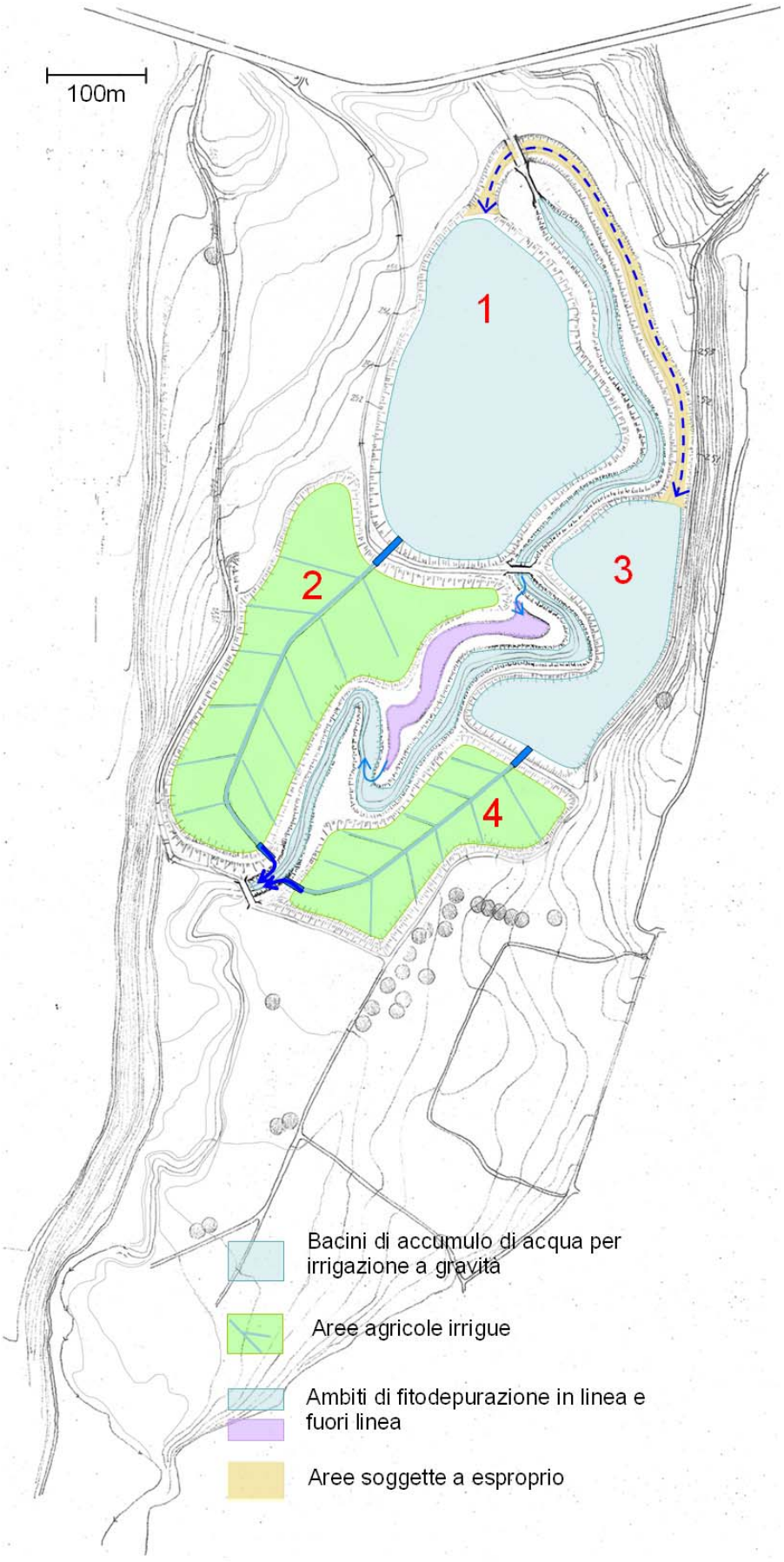


Figura 3.19 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione: prelievo e uso del territorio.

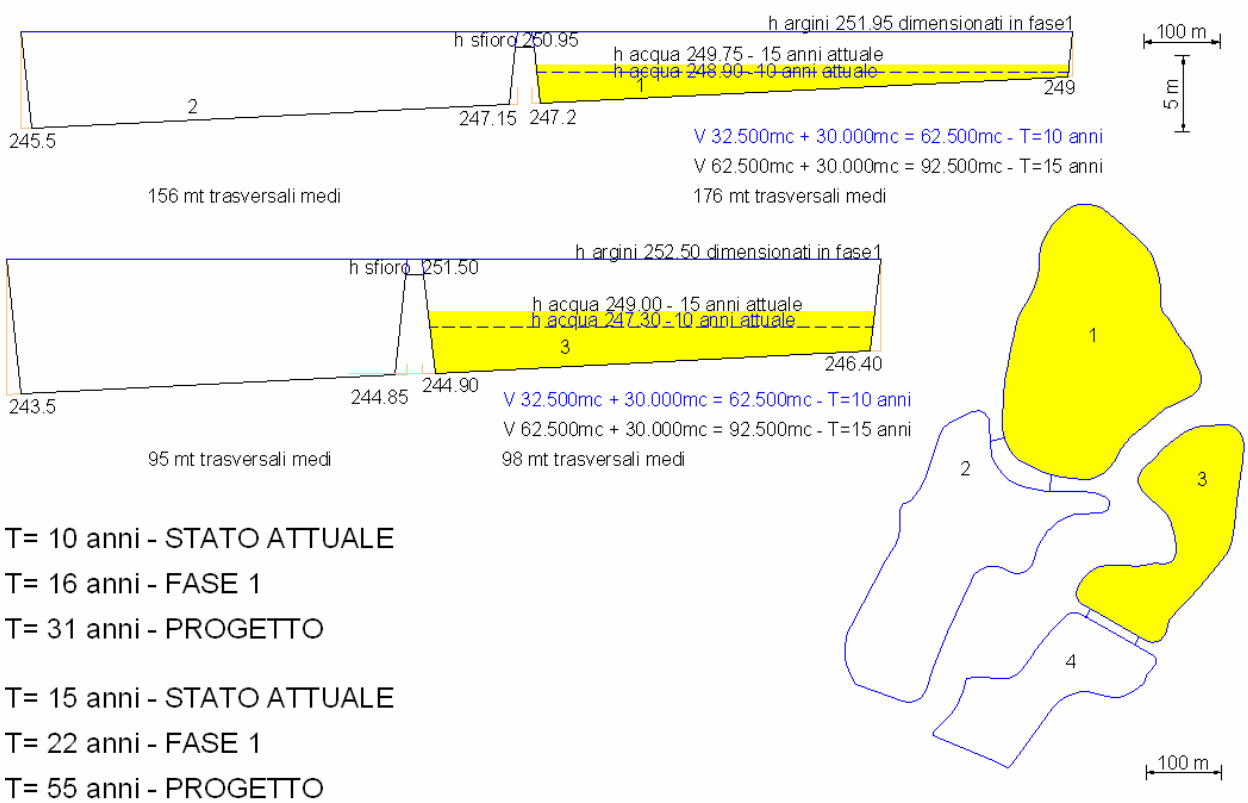


Figura 3.20 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

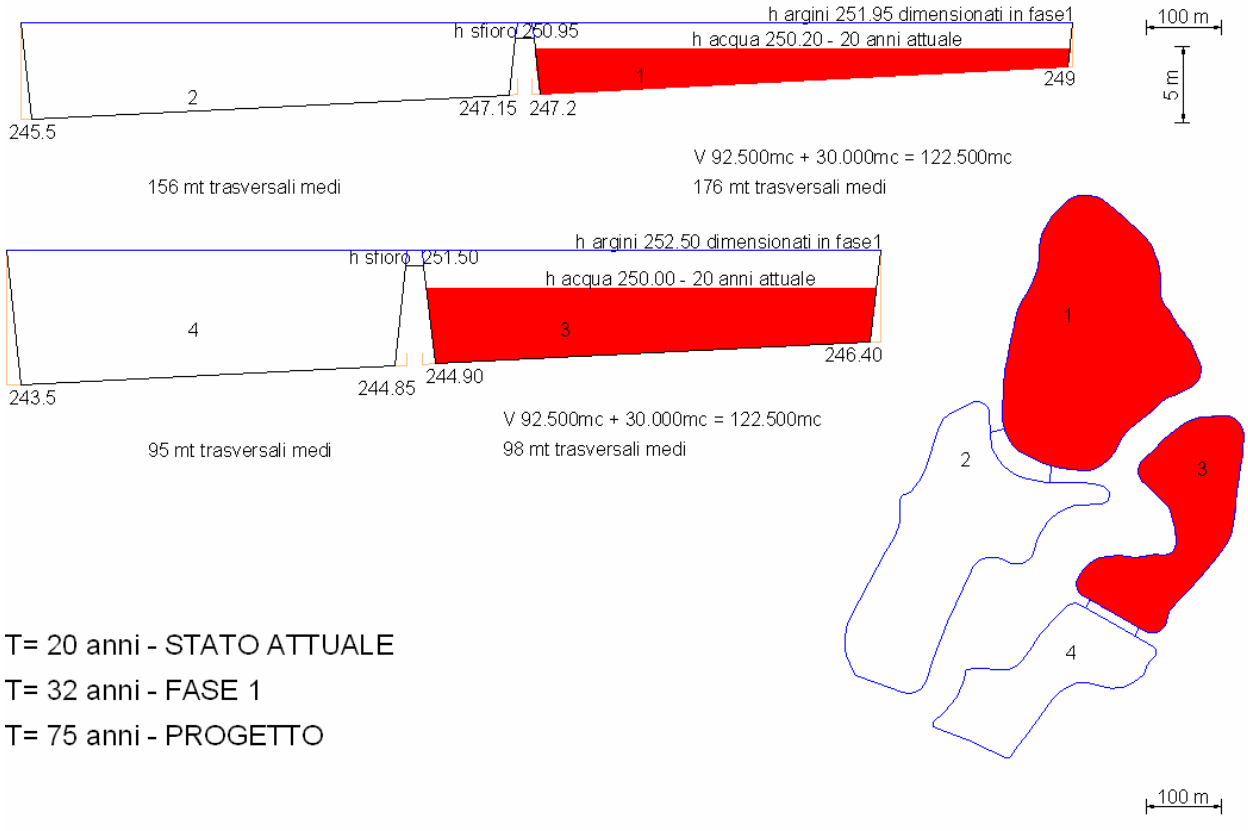


Figura 3.21 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

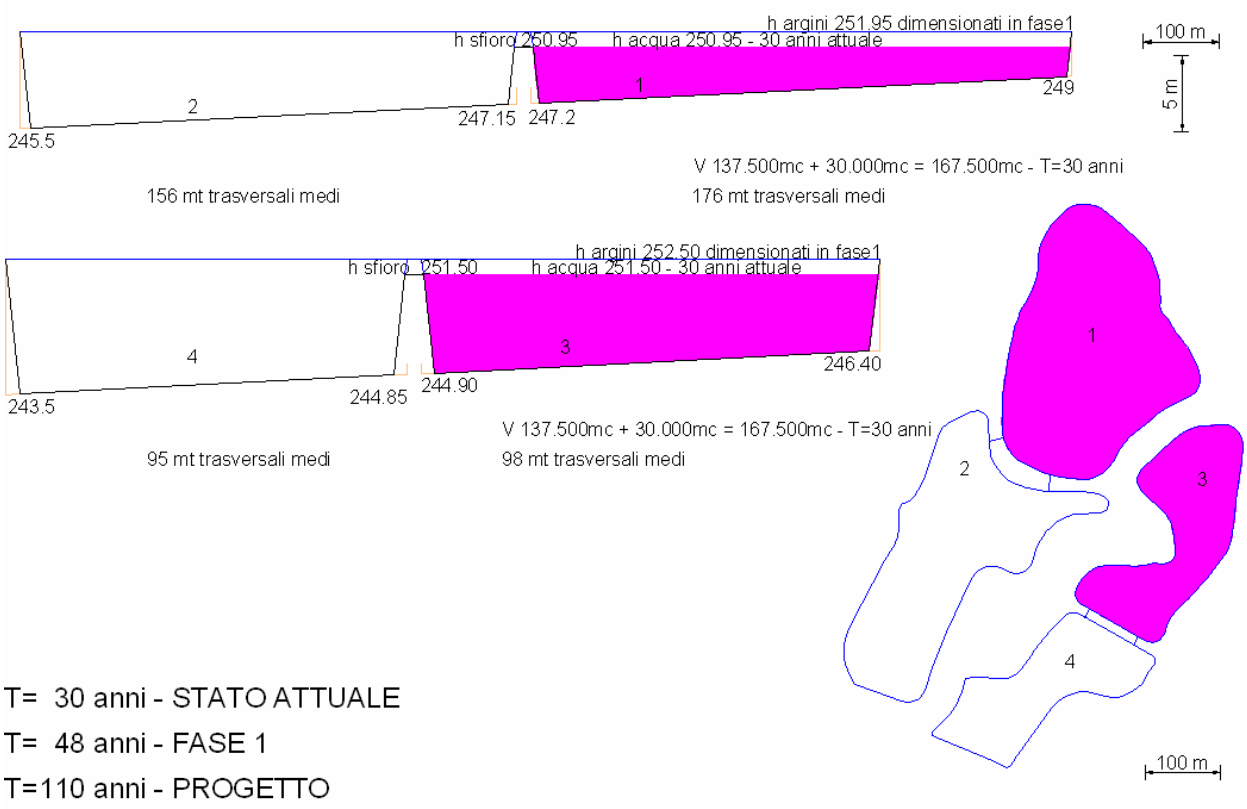


Figura 3.22 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

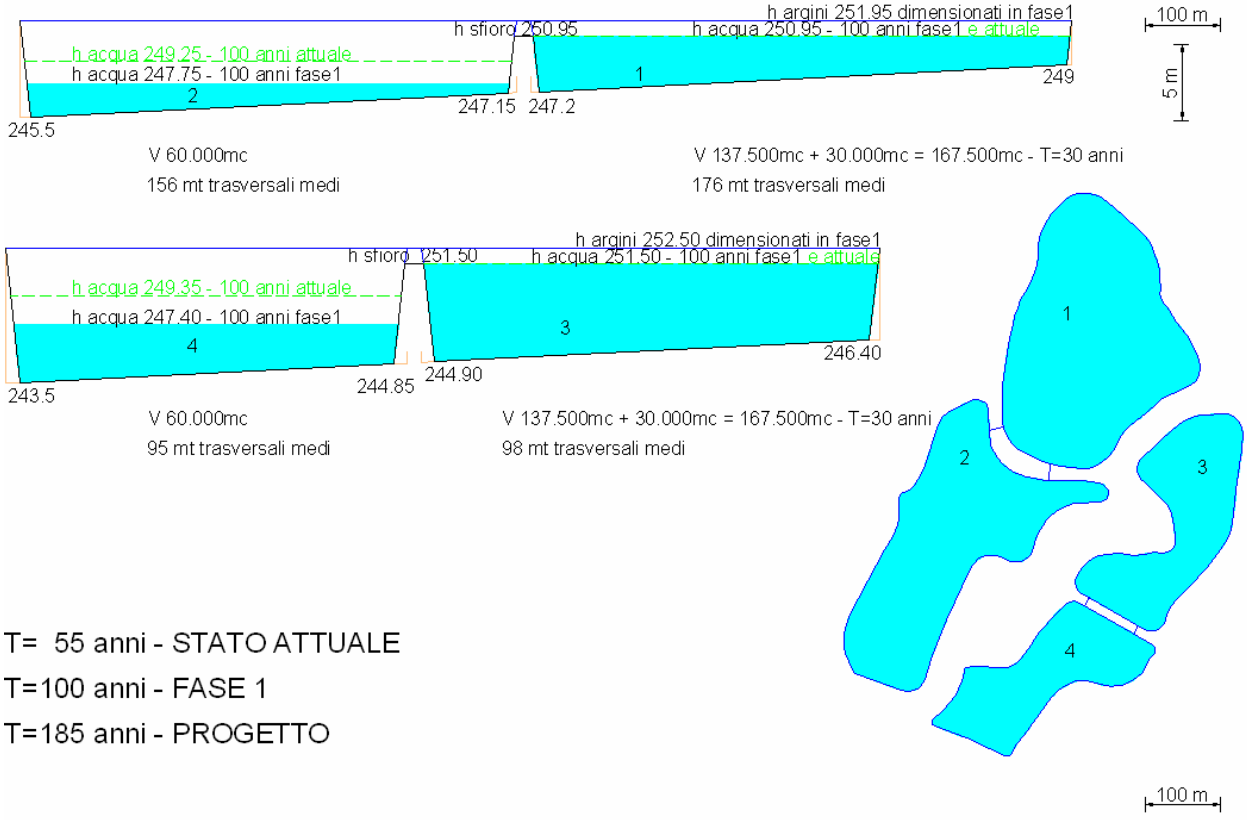


Figura 3.23 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

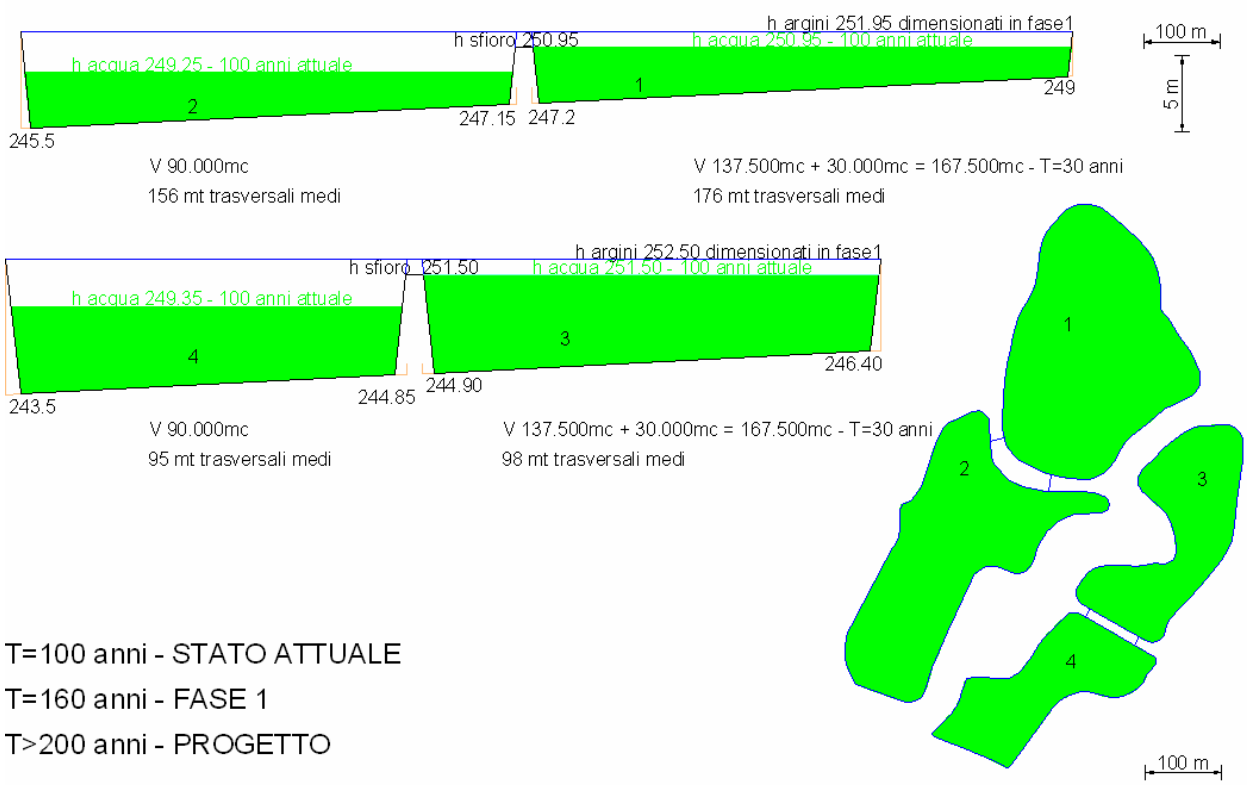


Figura 3.24 – Scenario S1.c: Fuori linea – Agricolo con irrigazione

3.1.3.2 S1.c - Prelievo

Le vasche 1 e 3, ambiti di allagamento frequente, sono destinati a diventare due laghi, ovvero due episodi di parco, che da un lato tutelano il territorio con funzione di invasi di laminazione per tempi di ritorno fino a 20 anni, dall'altro costruiscono il parco stesso sia perché diventano serbatoi di alimentazione di una attività agricola fruibile come parco sia perché costituiscono un episodio di paesaggio. In questo scenario si costruisce un sistema integrato tra l'infrastruttura, la produzione, la fruizione e la costruzione del parco.

Gli allagamenti quindi non creano nessun trauma, perché il prelievo e la laminazione coincidono, avendo identificato nell'accumulo di acqua l'uso del suolo previsto per tali ambiti. In ogni caso, per evitare eccessive perdite per infiltrazione, è bene predisporre un fondo impermeabile (ad esempio con materassini di argilla bentonitica) al fine di garantire una migliore resa del prelievo.

Inoltre, si potrebbe prevedere di prelevare quando le portate del Lura superano il valore minimo tale da assicurare una sufficiente qualità dell'acqua. In particolare, gli studi ecologici e chimico-fisici dell'Allegato C mostrano che tale portata minima (allo stato attuale senza altre vasche, specialmente in assenza di quelle urbane) è pari a circa 3 m³/s. Questo valore potrà essere successivamente diminuito in funzione delle realizzazioni delle vasche urbane previste a monte.

Il calcolo della disponibilità d'acqua per il prelievo, mostrata in Figura 2.13 in termini di volumi di superamento mensile, è stato perciò effettuato per una soglia di 3 m³/s: mediamente si potrebbe accumulare una volta all'anno un volume di 65'000 m³ nell'arco di un mese.

In generale è possibile prelevare più volte, a patto di gestire tale prelievo in modo che il condotto di alimentazione venga chiuso in previsione dell'arrivo di eventi meteorici molto intensi, per evitare il rischio di un pre-riempimento delle vasche di laminazione ben oltre i 60'000 m³ necessari all'irrigazione. In funzione della qualità attesa dell'acqua in ingresso è possibile prevedere una fitodepurazione dell'acqua accumulata prima di utilizzarla per l'irrigazione: la qualità dell'acqua minima necessaria da ottenere sarà naturalmente decisa in funzione della coltura scelta.

3.1.4 Scenario S1.d: FUORI LINEA – AREA UMIDA/NATURALISTICA

In questo scenario si considera la modalità di inserimento delle vasche fuori linea (Figura 3.1-d) con l'obiettivo di individuare un tema di parco significativo che privilegia il miglioramento della qualità dell'acqua e l'incremento della biodiversità attraverso la creazione di un ambiente umido, che potrebbe essere gestito come area naturalistica (Allegato D). A queste aree può essere associata una diretta fruizione pubblica del parco, attraverso attività di educazione ambientale e bird-watching.
L'associazione tra uso del territorio e la sequenza degli allagamenti corrisponde a una completa coincidenza tra la funzione di parco e gli ambiti di allagamento, in quanto l'intero territorio soggetto a servitù idraulica ospita una funzione di parco che è favorita dalla presenza dell'acqua.

3.1.4.1 S1.d – Laminazione

Il sistema idraulico di laminazione è composto da due grandi vasche, 1+2 sulla riva destra e 3+4 sulla riva sinistra, senza l'interposizione di argini interni.
Gli argini esterni raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno, rispettivamente pari a 249.95 m s.m. nel comparto in destra idrografica 1+2 e 250.30 m s.m. in sinistra 3+4. Come detto, anche l'ultimo scenario della configurazione fuori linea (*Area umida/naturalistica*) prevede una divisione delle portate "democraticamente" a metà, impegnando con la stessa frequenza entrambi i comparti. Le soglie sono infatti poste entrambe alla stessa quota, corrispondente a Q_{soglia} = 15 m³/s, in modo da evacuare nell'evento di riferimento ciascuno la metà della portata eccedente i 22 m³/s compatibili a Saronno (Figura 3.2). Ciò che lo differenzia da quello agricolo è la modalità di allagamento: proprio perché l'area umida non teme ma necessita di apporti idrici, per tutti i tempi di ritorno superiori a 4 anni le acque bagnano il territorio, scorrono lungo il fondo dei due comparti e iniziano a invasarsi a partire da valle, fino a completo riempimento per eventi di 55 anni allo stato attuale senza vasche a monte. Da Figura 3.20 a Figura 3.24 viene mostrata la sequenza dei progressivi allagamenti dei diversi settori che compongono le quattro vasche. Ogni step di laminazione e il corrispondente volume invasato vengono associati a tre diversi tempi di ritorno, ciascuno relativo ad uno stadio di avanzamento lavori (Tabella 3.10). Lo stesso volume, infatti, permette di gestire eventi di pioggia di severità, e quindi tempo di ritorno, crescente col numero di vasche realizzate a monte di quella oggetto della ricerca. E' stato valutato che si potrebbe riuscire a gestire anche l'evento di 100 anni in stato attuale (requisito non richiesto dalla pianificazione dell'AdB) attraverso un innalzamento degli argini rispetto al dimensionamento effettuato in 100 anni Fase 1 nelle vasche 1+2 di 75 cm fino a quota 250.60 m s.m.e nelle vasche 3+4 di 1.30 cm fino a quota 251.60 m s..m.

3.1.4.2 S1.d - Prelievo

La portata derivata in continuo dal Lura per mantenere attiva l'area umida è funzione del tempo di residenza dell'acqua stimato in base alla tipologia di flusso, e quindi di ambiente umido, che si vuole creare.
L'articolazione dei diversi paesaggi è molto variegata e in continua evoluzione dinamica in funzione dei diversi possibili eventi di allagamento a cui il territorio è soggetto, sia grazie al prelievo che grazie alle piene.
A partire da un confronto dimensionale con le condizioni predisposte per il funzionamento della wetland pilota costruita a Cadorago nell'ambito della stessa ricerca Cariplo e considerando parametri analoghi utili al mantenimento di un'area umida, si può stabilire che sarebbe necessario prelevare in continuo una portata pari a Q_{WL} = 200 l/s in relazione all'estensione delle vasche 1+2 e 3+4 e dunque suddivisa per aree rispettivamente 66% e 33%. Essendo stato calcolato il minimo deflusso vitale del torrente all'altezza di Cadorago, poco a monte dell'ambito di studio, pari a Q = 70 l/sec, possiamo considerare un minimo deflusso vitale, a favore della diluizione degli inquinanti presenti, pari a Q = 140 l/sec. A partire da stime per il mantenimento dell'area umida derivati per la wetland pilota di Cadorago, con parametri analoghi si perviene a Q_{WL} = 200 l/s per l'area umida formata dalle vasche 1+2 e 3+4, suddivise arealmente 67-33%. Dall'analisi di Figura 2.15 che descrive le curve di durata in giorni delle portate negli anni 2004 e 2005 è possibile prelevare la portata utile al mantenimento dell'area umida durante tutto l'arco dell'anno. Inoltre si potrebbe decidere, riservando a questo scopo un'apposita area a monte, di accumulare un volume che possa essere rifornito in occasione di eventi maggiori della soglia, al fine di integrare l'alimentazione della wetland in tempo secco se le portate derivabili non fossero disponibili nel Lura. Si viene quindi a creare un lago a monte dell'area umida, che definisce un episodio di parco.

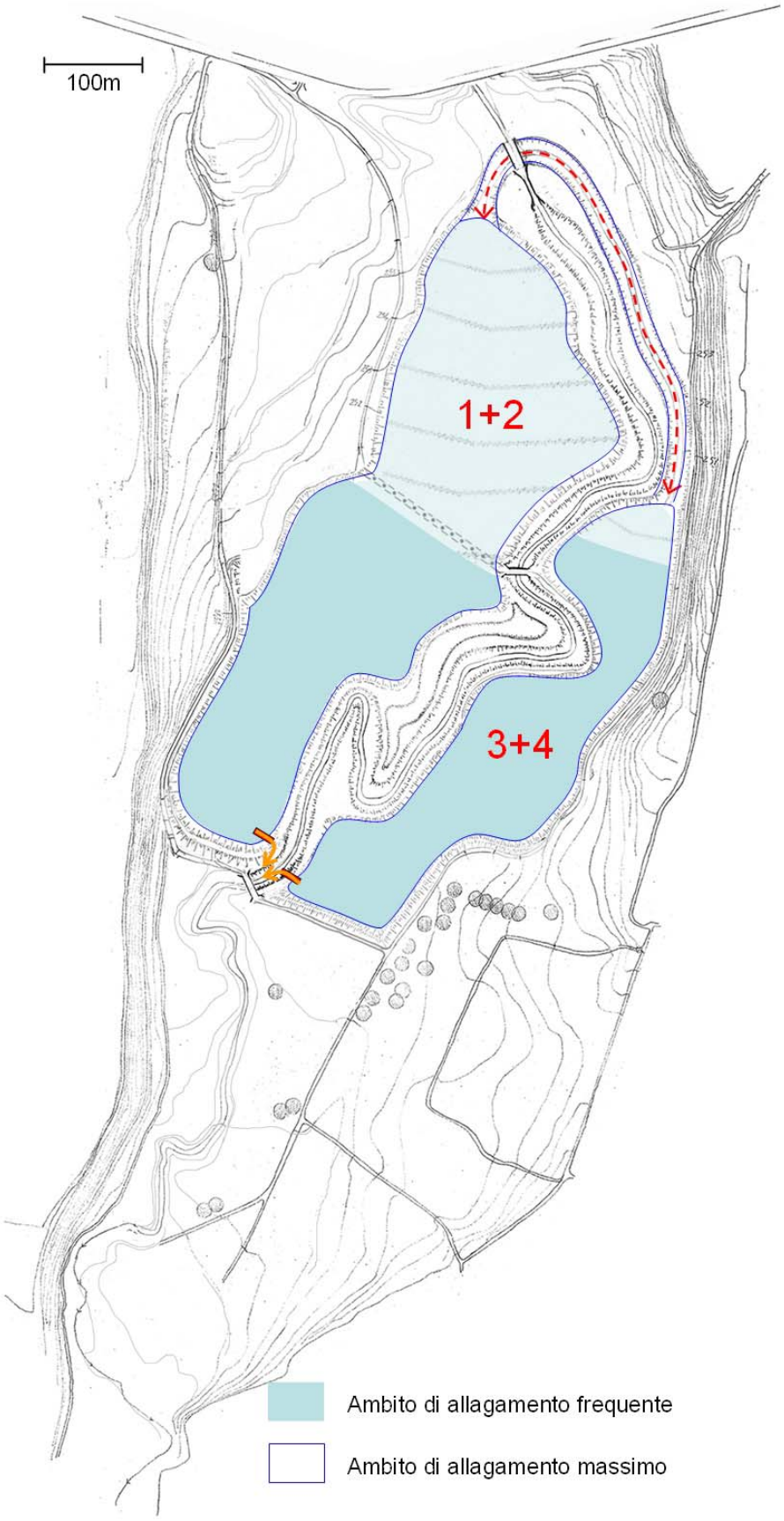


Figura 3.25 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica: ambito di allagamento frequente.

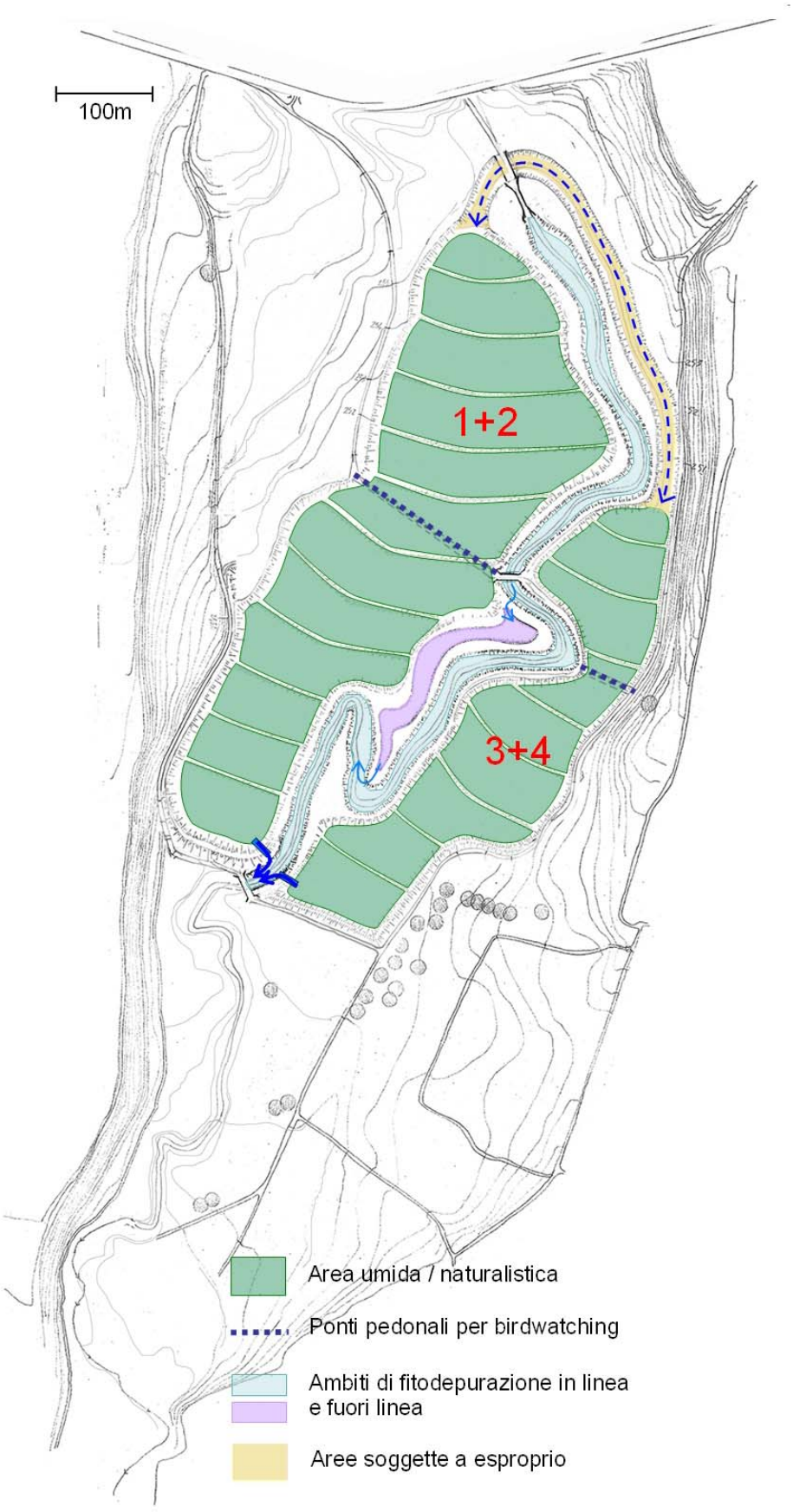


Figura 3.26 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica: prelievo e uso del territorio.

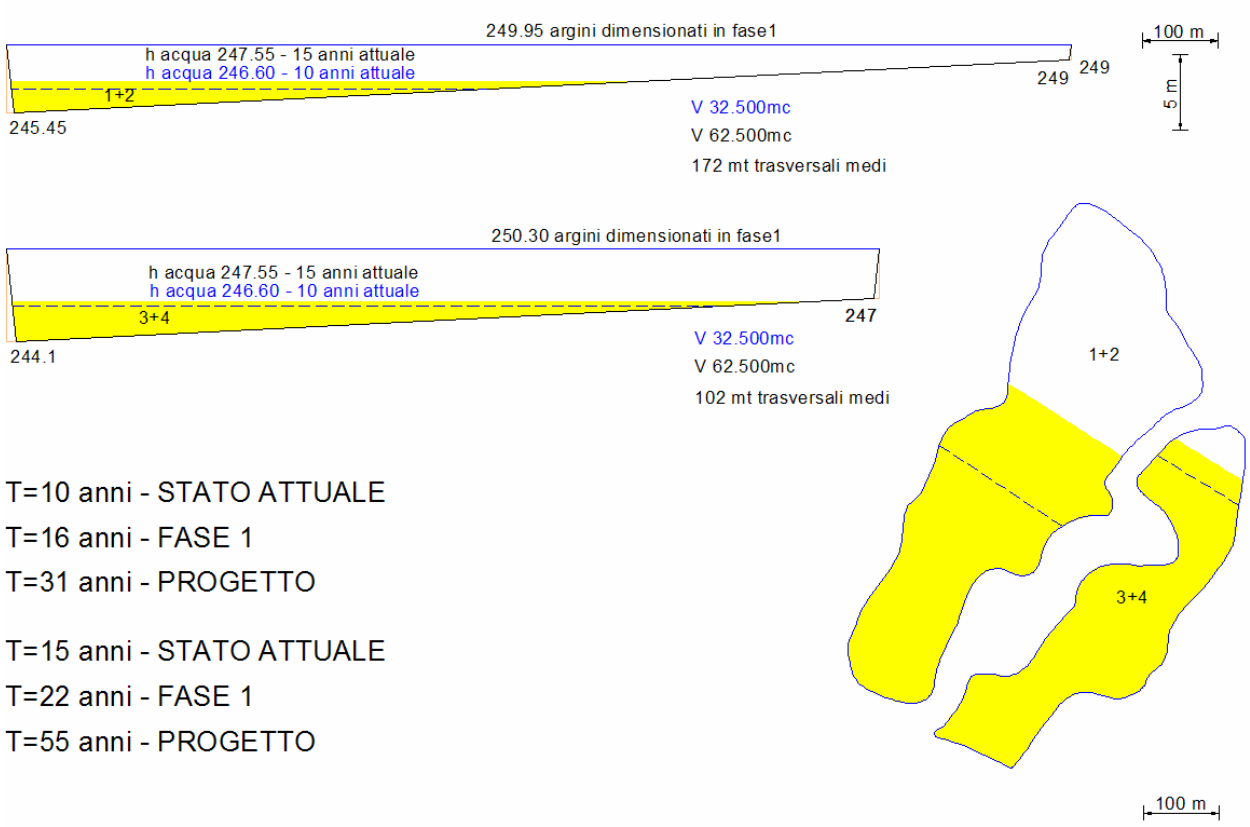


Figura 3.27 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica.

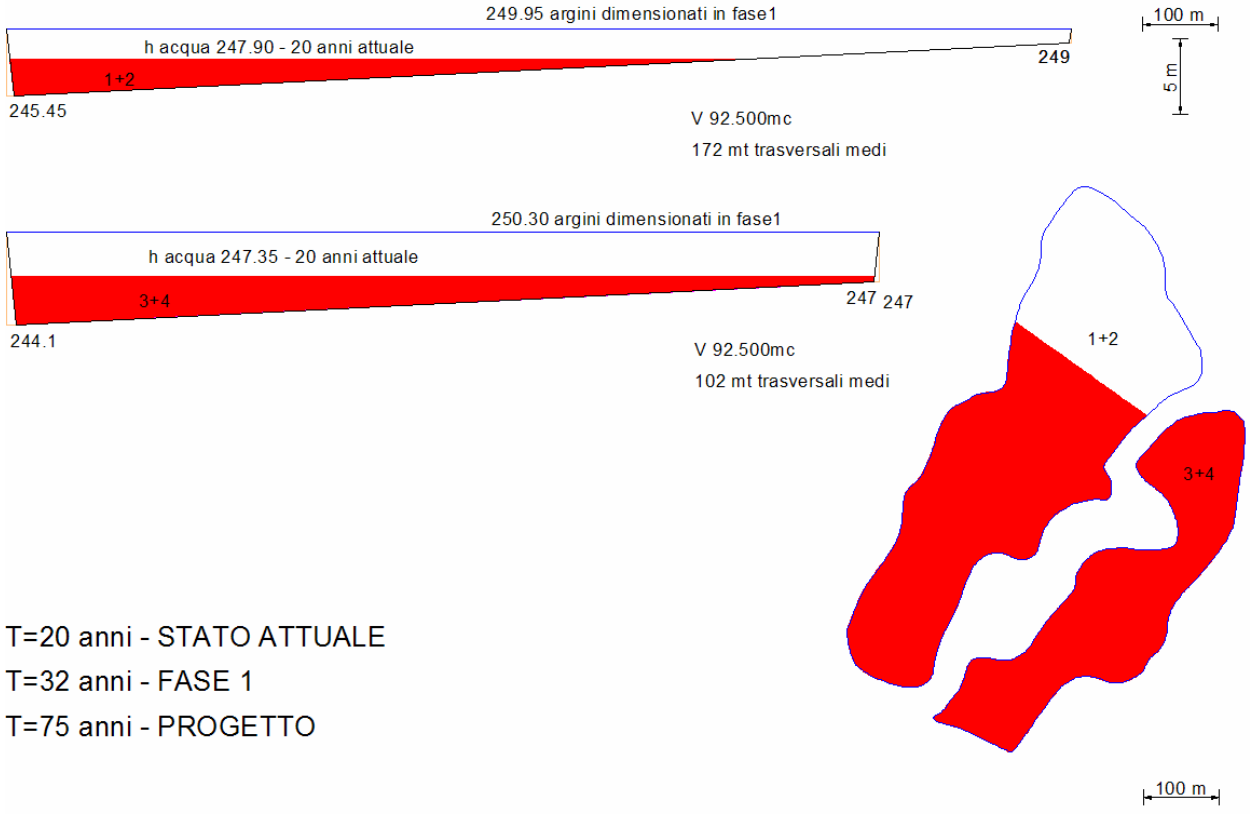


Figura 3.28 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica.

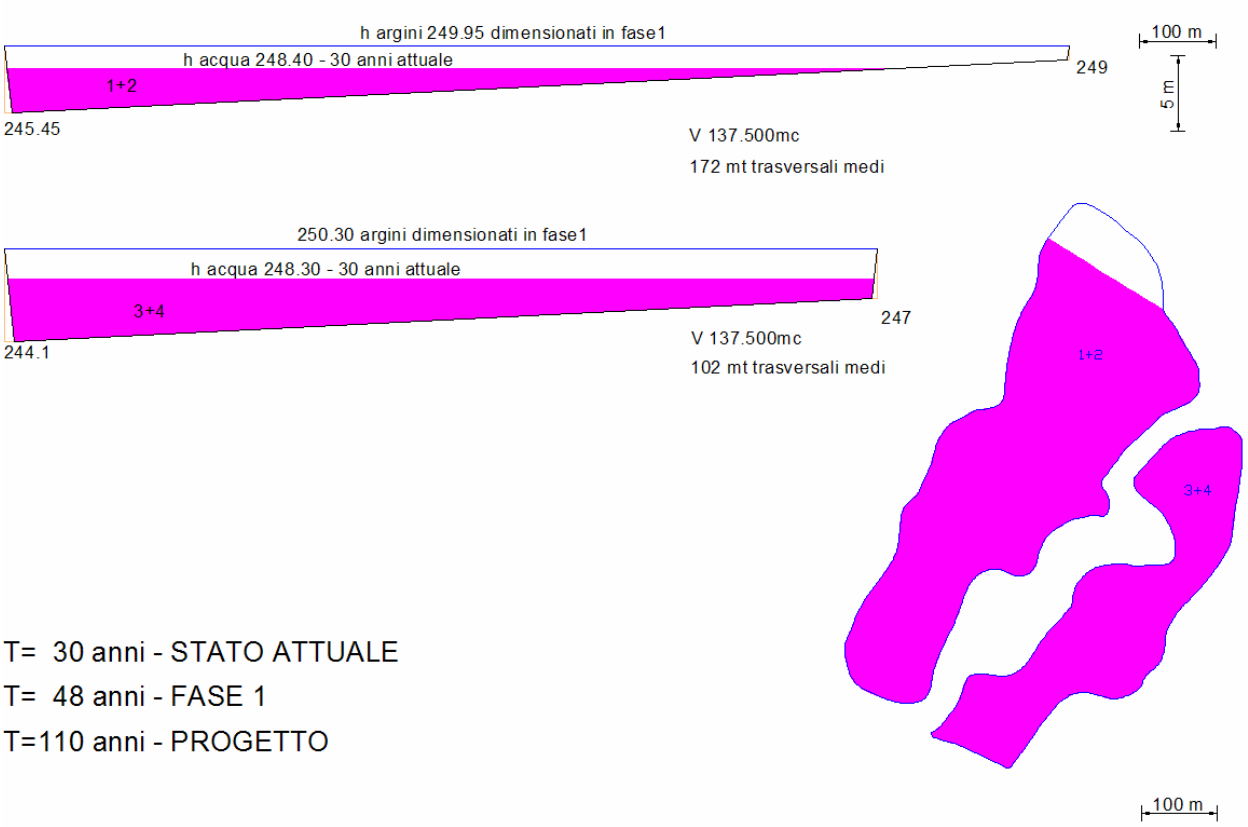


Figura 3.29 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica.

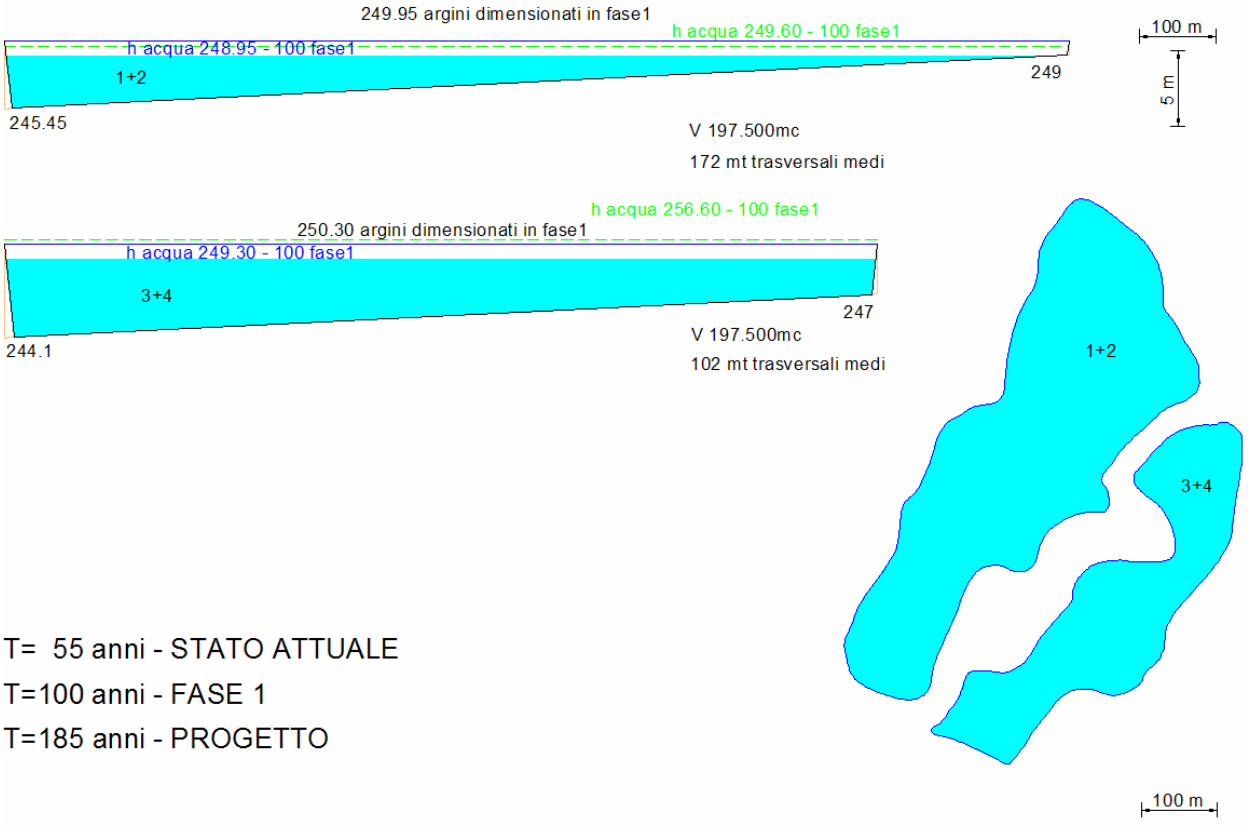


Figura 3.30 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica.

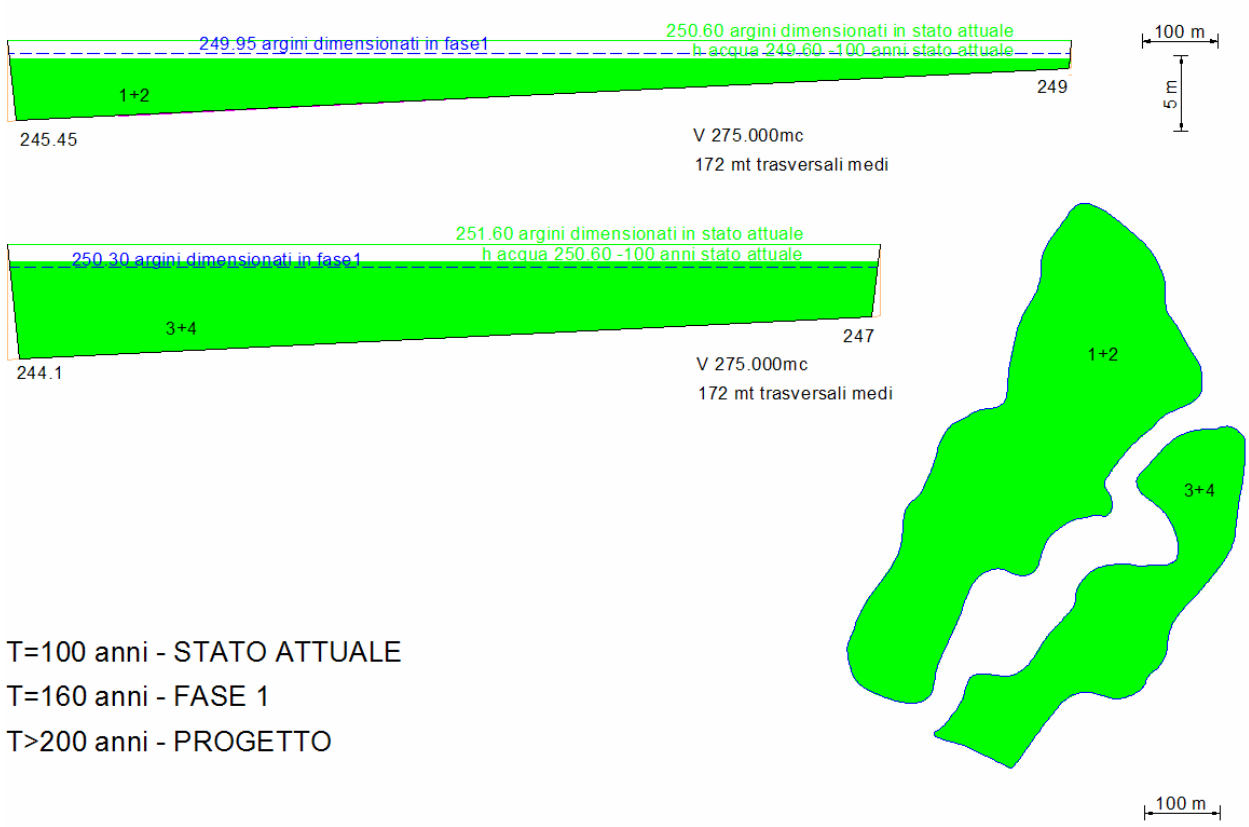


Figura 3.31 – Scenario S1.d: Fuori linea – Area umida/naturalistica.

D'altra parte visto che quando l'area umida è attiva con funzione di laminazione, le portate in ingresso possono essere molto rilevanti e quindi avere una velocità sostenuta che potrebbe compromettere l'ecosistema sviluppato al suo interno. Per evitare danni di questo genere è bene prevedere all'ingresso una zona di rallentamento dell'acqua che ne permetta anche lo spaglio in modo da evitare la formazione di canali preferenziali, a meno di quelli eventualmente stabiliti in fase di progetto per il corretto funzionamento dell'area umida.
Inoltre la conformazione del fondo dovrebbe presentare dei piccoli argini in grado di contenere certi livelli d'acqua in relazione alla pendenza, in modo da creare una successione di ambienti diversi ripetuti che associno all'obiettivo di incremento della biodiversità anche una parallela funzione di fitodepurazione per il miglioramento della qualità dell'acqua.
Dal punto di vista della fruizione del parco, si ipotizza l'attraversamento con ponti che, nel caso di realizzazione di semplice area umida, possono avere accessi per il pubblico verso il fondo delle vasche.
Oppure, nel caso della creazione di un'area naturalistica che non può essere frequentata dai fruitori del parco, gli stessi ponti potrebbero diventare punti di vista dall'alto sull'ambiente umido per bird-watching, opportunamente schermati per non disturbare gli uccelli. In particolare in questo scenario, ma in generale anche negli altri scenari presentati, il riutilizzo dei movimenti di terra dovuti alla costruzione delle vasche di laminazione potrebbe costituire un elemento di articolazione del parco. Potrebbero infatti essere realizzati dei nidi artificiali per quelle specie di uccelli che nidificano nei muri in terra, nel caso in oggetto nelle parti degli argini di sufficiente altezza.

3.2 FUZIONAMENTO IDRAULICO DELLA CONFIGURAZIONE IN LINEA CON SCARICHI NON REGOLATI

3.2.1 Scenario S2: IN LINEA – AREA UMIDA E ATTUALE PRODUZIONE AGRICOLA

Dalla lettura della morfologia del territorio e dalla sua conformazione altimetrica allo stato di fatto si è individuare una zona naturalmente depressa, compresa tra terrazzamenti naturali, con una sezione ristretta a valle. Ciò ha portato a considerare una configurazione di vasca in linea rispetto al corso d'acqua, posizionando lo sbarramento proprio in corrispondenza di tale sezione ristretta, limitandone le dimensioni attraverso opportuni riporti di terra.
Nel territorio studiato, come mostrato dalla Figura 3.32, le caratteristiche morfologiche ora descritte sono state riscontrate in una zona posta più a valle rispetto a quella dove sono stati localizzati gli scenari fuori linea, ovvero a Rovellasca.
Le variazioni altimetriche apportate dal progetto sono dunque contenute e si limitano alla rimodellazione del fondo e alla precisazione degli argini che devono garantire la sicurezza idraulica dell'opera, bilanciando gli scavi e i riporti assecondando l'altimetria e completando gli argini della vasca naturale.
Localizzando la vasca di laminazione in una zona diversa da quella attualmente coltivata, area in cui è presente una vegetazione boschiva di non particolare pregio, ma con alcune essenze di maggior pregio (tipo querce), questo scenario permette un completo mantenimento dell'attuale produzione agricola e istituisce un episodio di parco significativo costituito da un'area umida/naturalistica di circa 7 ettari.

Figura 3.32 – Scenario relativo alla configurazione di vasche IN LINEA (S2).

3.2.1.1 S2 - Laminazione

Nella configurazione in linea (Figura 3.32) non si può parlare di vasche suddivise in settori da impegnare successivamente, ma essa consiste in un unico bacino che si viene a creare a monte dello sbarramento, con livelli più o meno elevati a seconda della rarità dell'evento meteorico che causa la piena e in funzione del numero di vasche costruite a monte dell'intervento di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca oggetto dello studio.
La configurazione in linea (Figura 3.33) in realtà inizia ad invasare acqua a monte dello sbarramento per portate

molto inferiori alla soglia "nominale" usata nell'ipotesi di laminazione ottimale. Quindi, a parità di portata massima lasciata fluire a valle ($Q_{v,max}$ = 22 m³/s), richiede un volume d'invaso maggiore per eventi di basso tempo di ritorno, ovvero in quelle situazioni che più si discostano da quella di dimensionamento (100 anni in FASE 1). Infatti, per garantire che in tale evento la portata massima lasciata defluire a valle dello sbarramento non superi la capacità di convogliamento di Saronno, la bocca a battente non regolata che costituisce lo scarico deve essere progettata con un diametro limitato, tanto più piccolo quanto maggiore è il livello massimo di progetto previsto a monte dello sbarramento. In particolare, dal confronto dei risultati riportati da Tabella 3.4 a Tabella 3.6 con quelli ottenuti nei quattro scenari della configurazione fuori linea, si nota che il volume di dimensionamento globale delle vasche è pari a 415'000 m³, maggiore sia di quello previsto sotto le ipotesi di laminazione ottimale (370'000 m³) sia di quello calcolato nel fuori linea (395'000 m³).
Tale differenza va imputata proprio alla modalità di funzionamento degli invasi in linea: per eventi piccoli la bocca a battente si rivela poco efficiente nello smaltimento delle portate, poiché i livelli a monte dello sbarramento si mantengono relativamente modesti anche se i volumi invasati sono comunque rilevanti (e maggiori di quelli invasati per gli stessi eventi nelle vasche fuori linea) e la percentuale di superficie allagata cresce rapidamente con la severità dell'evento; d'altra parte, per eventi molto gravosi essi riescono ad invasare grandi volumi con ulteriori piccoli incrementi di livello, proprio perché la superficie totale della vasca è già completamente impegnata.Come detto, in tale zona è stato previsto anche l'attraversamento del Lura da parte della Pedemontana: nello svolgimento dei calcoli delle volumetrie invasate nella vasca di laminazione si è tenuto conto a favore di sicurezza anche del volume perso per ostruzione da parte delle pile dell'eventuale viadotto.
La Figura 3.33 mostra l'idrogramma relativo all'evento di riferimento di 100 anni in FASE 1 (in base al quale è stata dimensionata l'opere di scarico) e alcuni esempi di verifica del funzionamento idraulico nello scenario con configurazione in linea proposto: vengono riportati gli idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori per il minimo tra i tempi di ritorno considerati T = 10 anni e il massimo gestibile dalle vasche di laminazione allo stato attuale senza altri invasi realizzati a monte T = 60 anni, oltre agli altri due idrogrammi di 100 anni in Stato attuale e Progetto.

Tabella 3.4 – STATO ATTUALE: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione IN LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

STATO ATTUALE		**IN LINEA**
	Q picco	***W(totale)***
T=10	***27.4***	143'000
T=15	***34.5***	192'000
T=20	***39.0***	241'000
T=30	***45.2***	314'000
T=40	***49.7***	368'000
T=50	***50.5***	379'000
T=60	***55.9***	448'000
T=70	***58.3***	480'000
T=100	***65.0***	536'000
T=200	***74.5***	710'000

Tabella 3.5 – FASE 1: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione IN LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

FASE 1		**IN LINEA**
	Q picco	***W(totale)***
T=10	***24.6***	109'000
T=15	***29.1***	136'000
T=20	***32.8***	176'000
T=30	***38.1***	237'000
T=40	***41.8***	284'000
T=50	***42.5***	294'000
T=60	***47.9***	367'000
T=70	***49.1***	383'000
T=100	***53.6***	**415'000**
T=200	***62.7***	452'000

Tabella 3.6 – PROGETTO: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione IN LINEA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

PROGETTO		IN LINEA
	Q picco	*W(totale)*
T=10	***22.0***	69'000
T=15	***23.5***	82'000
T=20	***26.6***	107'000
T=30	***26.0***	114'000
T=40	***28.5***	136'000
T=50	***29.0***	142'000
T=60	***32.0***	181'000
T=70	***33.5***	201'000
T=100	***37.1***	256'000
T=200	***42.8***	351'000

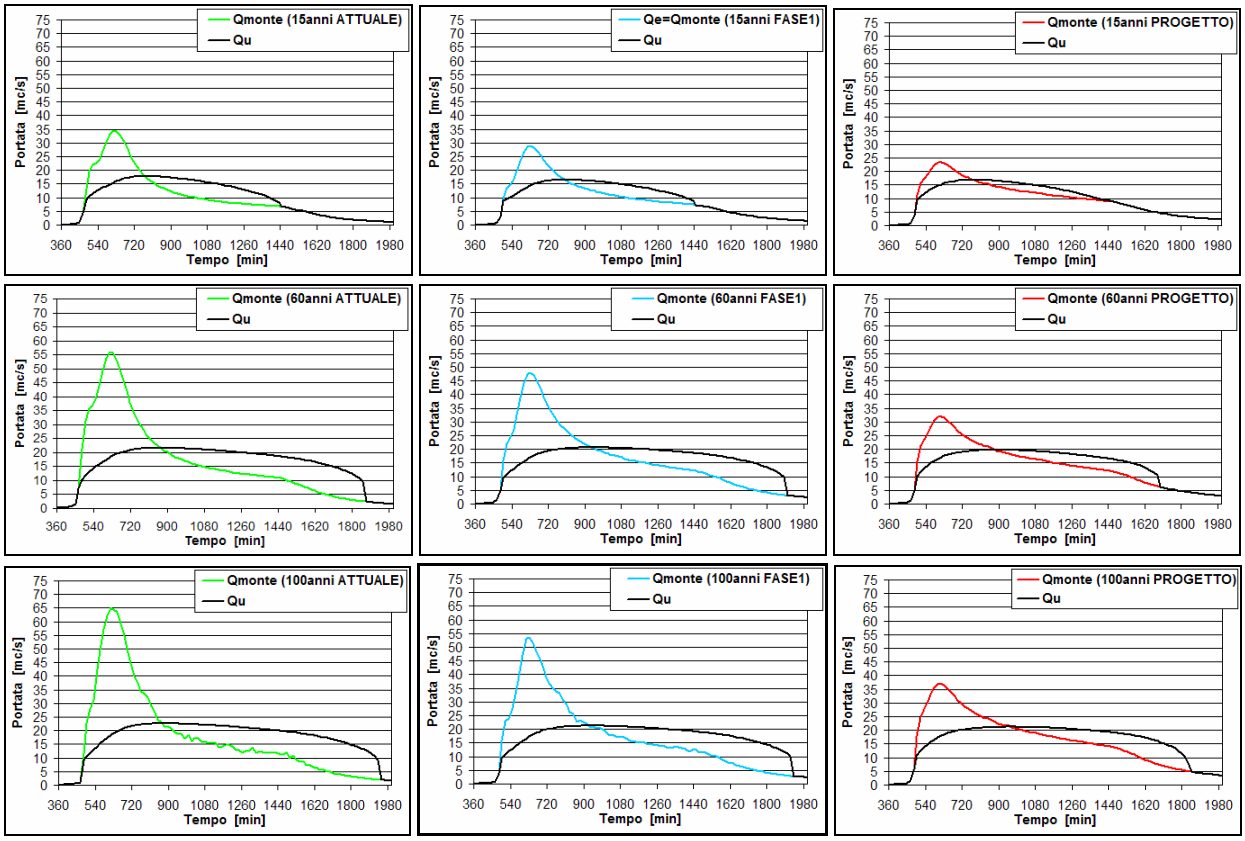


Figura 3.33 – Idrogrammi per l'evento di 10, 60 e 100 anni nei tre stadi di avanzamento lavori, in ingresso e in uscita dalle vasche nello scenario con configurazione IN LINEA (S2).

3.2.1.2 S2 - Prelievo

L'ambito di laminazione e prelievo coincidono, anche se non si tratta di una derivazione d'acqua per il riutilizzo in altro luogo, ma di una gestione dell'acqua nel fondo stesso dell'invaso di laminazione in occasione di eventi ordinari o in tempo secco. L'associazione tra usi del territorio e allagamento avviene con una funzione che è favorita dalla presenza dell'acqua,costituita da un area umida o naturalistica, che può essere fruita direttamente oppure osservata dall'alto. Anche in questo caso c'è la realizzazione di un ambiente che favorisce l'incremento della biodiversità e contemporaneamente migliora la qualità dell'acqua. Per una migliore efficienza di fitodepurazione si potrebbe estendere lo spaglio in linea delle acque del Lura a monte dell'area direttamente interessata dalla laminazione. E' comunque bene prevedere ove possibile delle zone di dissipazione dell'energia della corrente per evitare che l'impeto delle acque caratterizzate da elevate velocità travolga l'ambiente umido. In ogni caso occorre prevedere delle zone protette in cui si preservino alcune comunità animali e vegetali che possano ripopolare in un tempo breve dopo gli eventi più catastrofici. In questo scenario all'infrastruttura idraulica si sovrappone l'infrastruttura viabilistica rappresentata dalla Pedemontana, che attraversa il Lura in corrispondenza dell'area in oggetto (Figura 3.32). L'accostamento di queste due infrastrutture può costituire un episodio di paesaggio in relazione alla qualità del progetto.

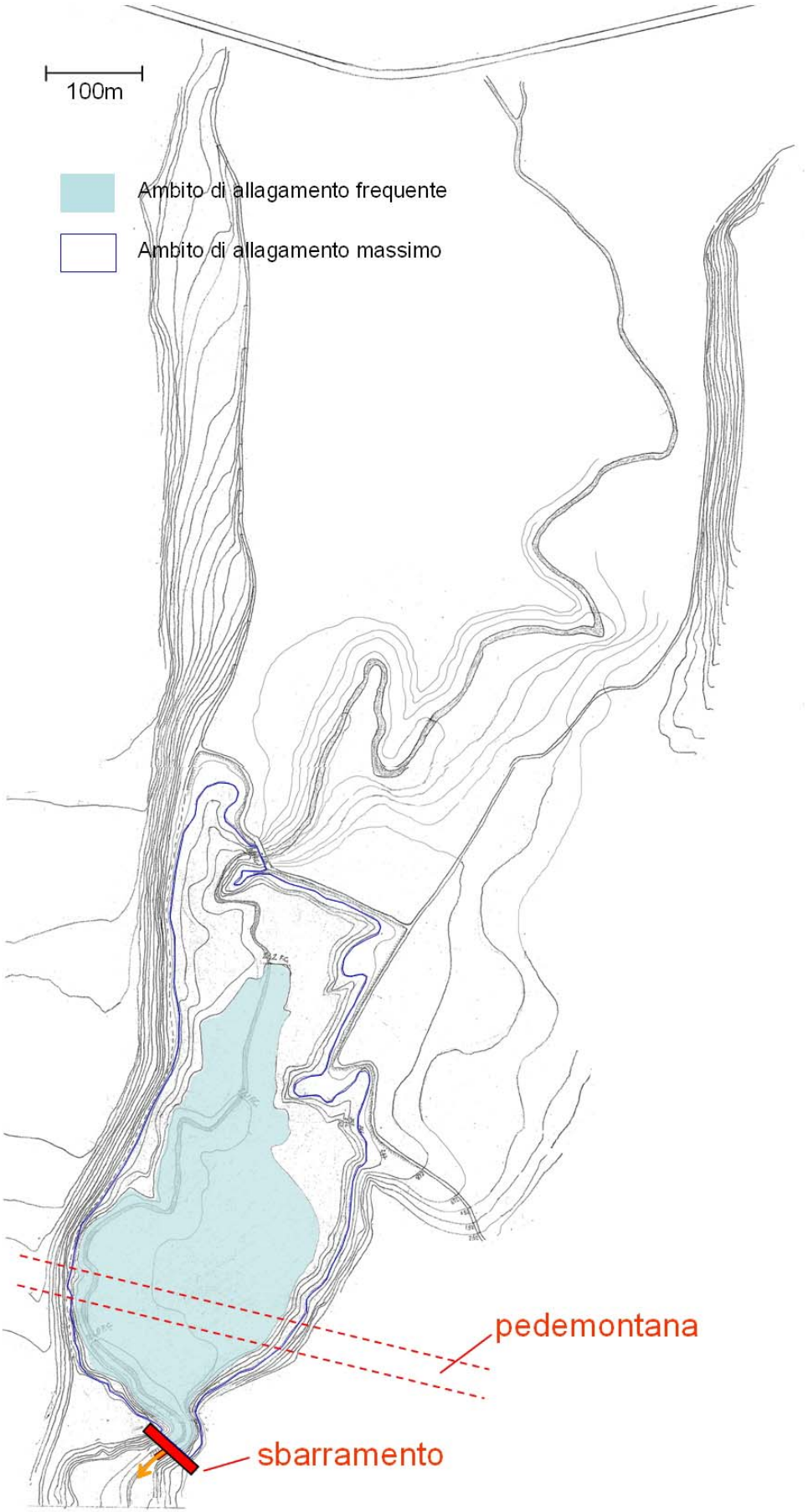


Figura 3.34 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale agricoltura: ambito di allagamento frequente.

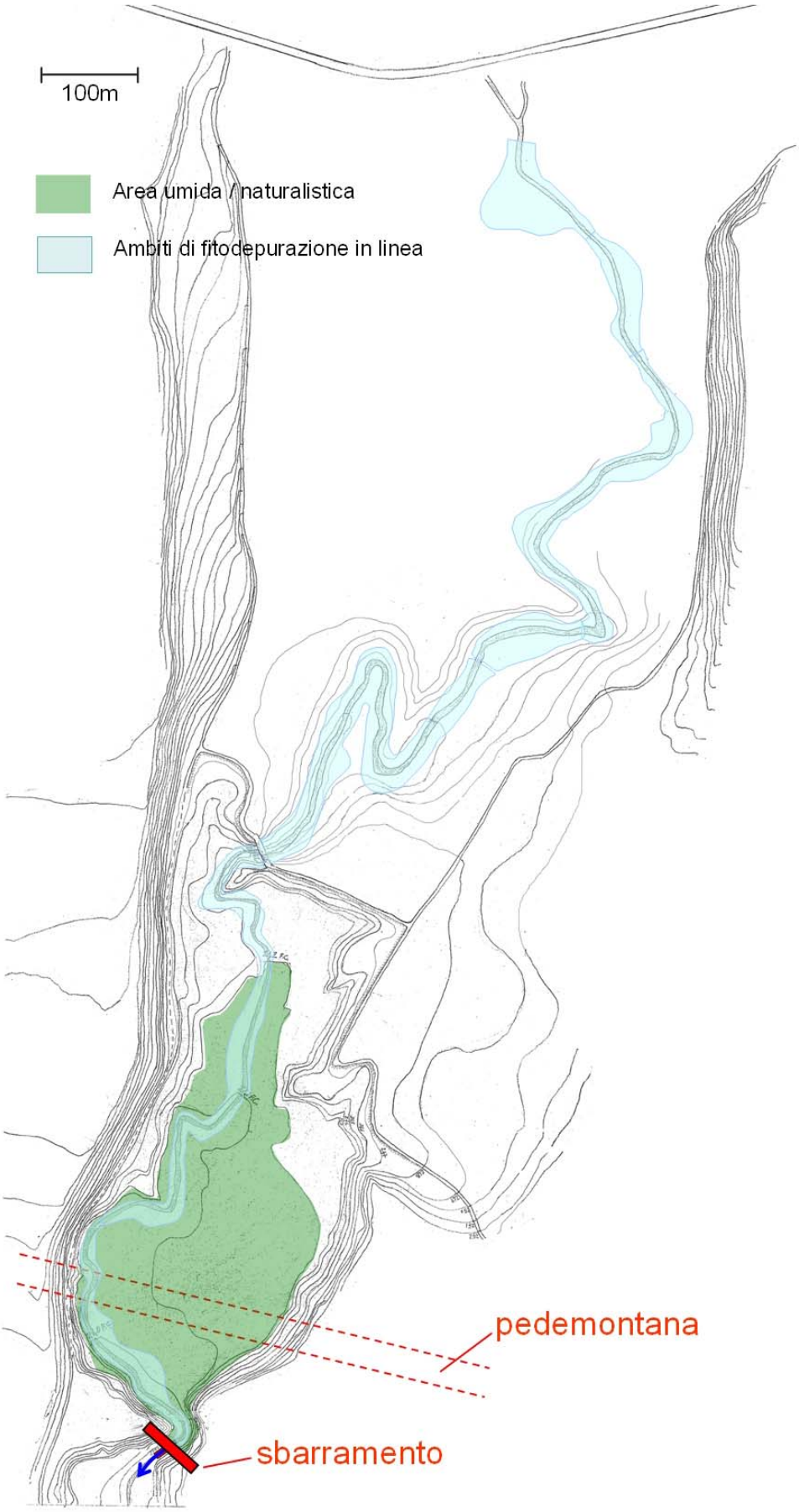


Figura 3.35 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale agricoltura: uso del territorio.

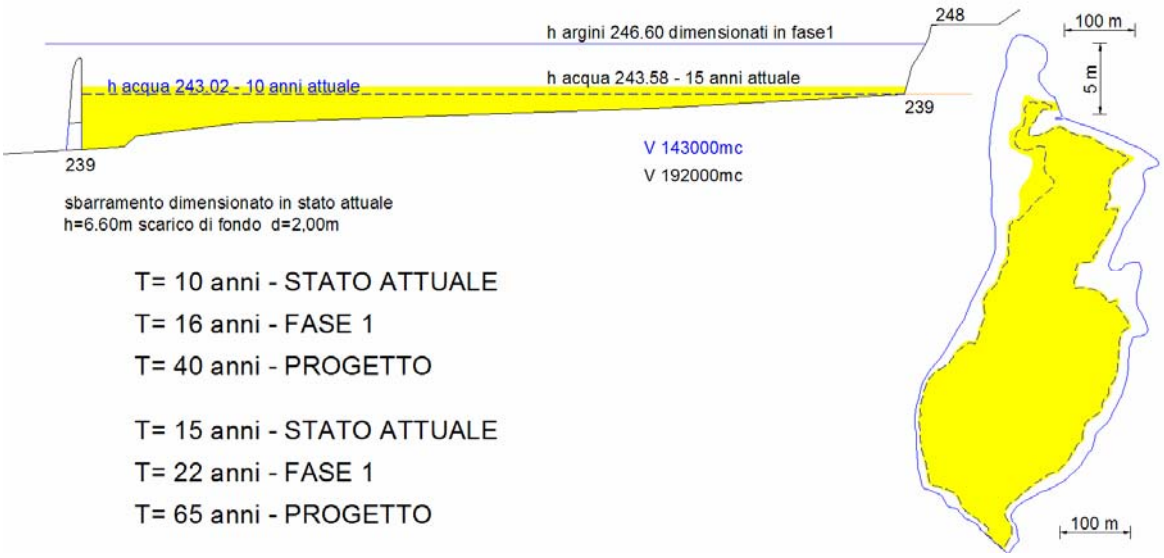


Figura 3.36 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola.

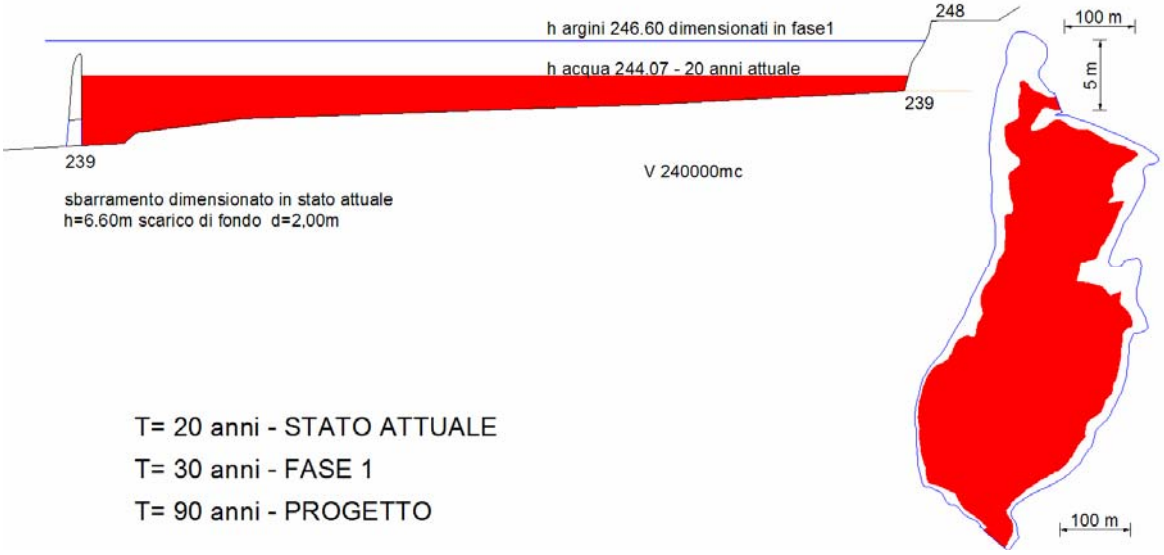


Figura 3.37 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola.

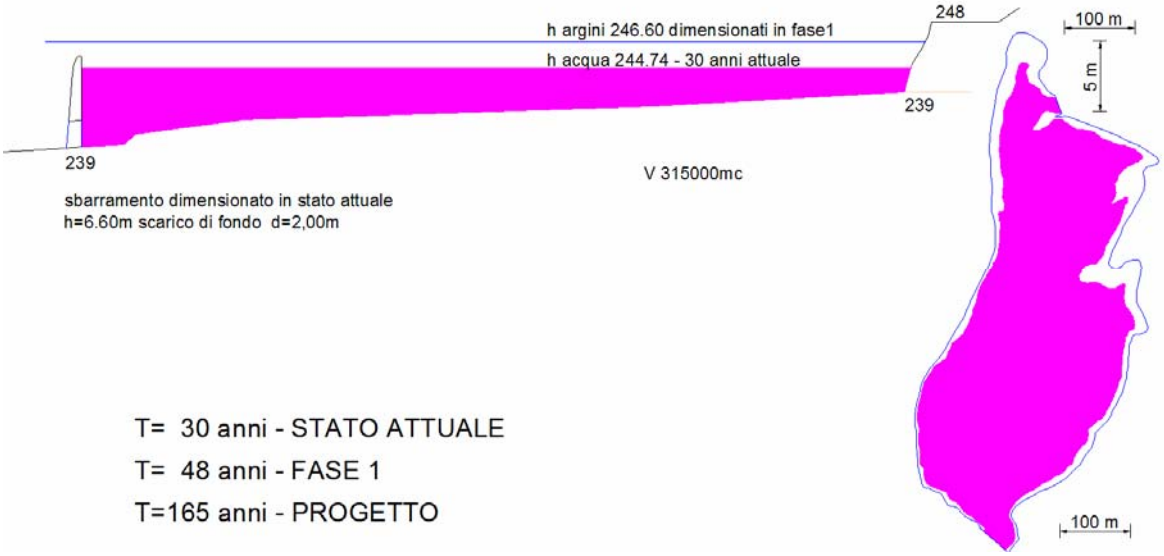


Figura 3.38 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola.

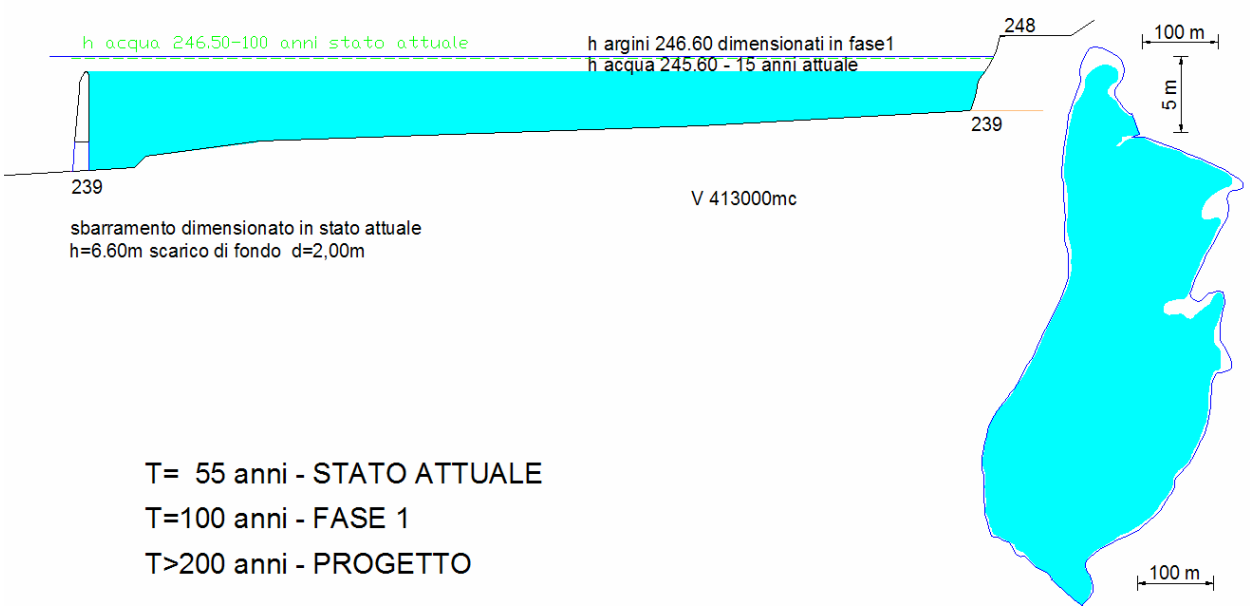


Figura 3.39 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola.

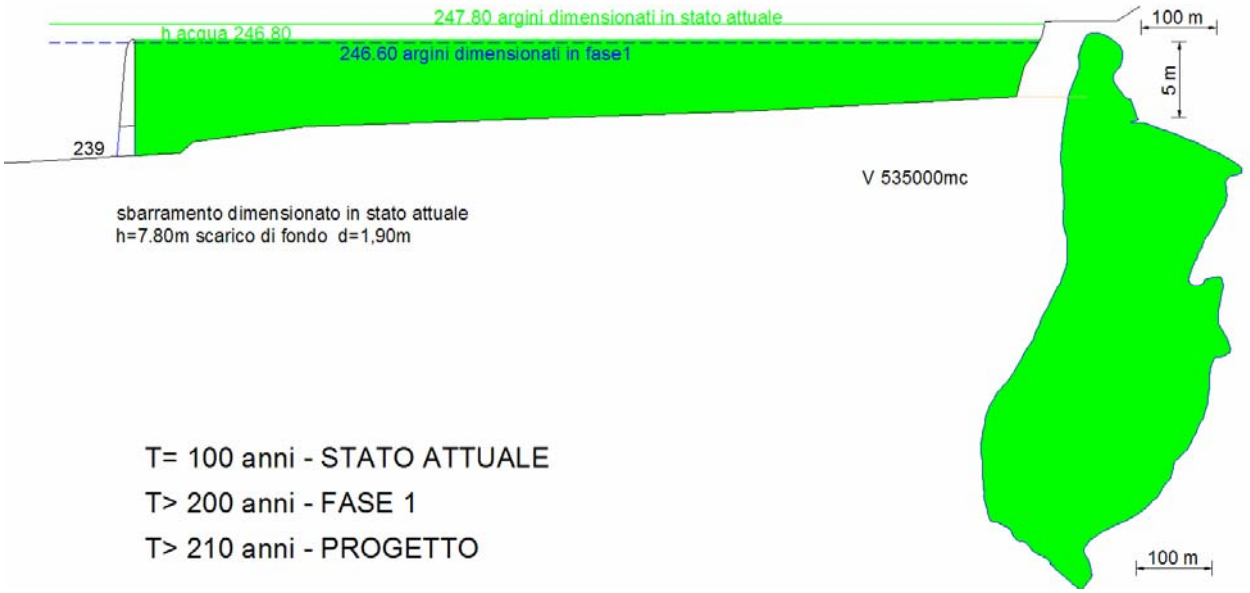


Figura 3.40 – Scenario S2: In linea – Area umida e attuale produzione agricola.

3.3 FUZIONAMENTO IDRAULICO DELLA CONFIGURAZIONE MISTA CON SCARICHI NON REGOLATI

3.3.1 Scenario S3: MISTO – AREA UMIDA E ATTUALE PRODUZIONE AGRICOLA

In questo scenario si considera una modalità di inserimento delle vasche di tipo misto, ovvero parte in linea e parte fuori linea (Figura 3.41) con l'obiettivo di individuare un tema di parco complesso e multiforme. Da un lato si vuole garantire il miglioramento della qualità dell'acqua e l'incremento della biodiversità attraverso la creazione di un ambiente umido, che potrebbe essere gestito come area naturalistica (Allegato D), dall'altro si vuole permettere il mantenimento dell'attuale produzione agricola nel comparto fuori linea. A queste aree può essere associata una diretta fruizione pubblica del parco, attraverso attività di educazione ambientale e bird-watching. L'associazione tra uso del territorio e la sequenza degli allagamenti corrisponde a una completa coincidenza tra la funzione di parco e gli ambiti di allagamento frequente, in quanto l'intero territorio in linea soggetto a servitù idraulica ospita una funzione di parco che è favorita dalla presenza dell'acqua.

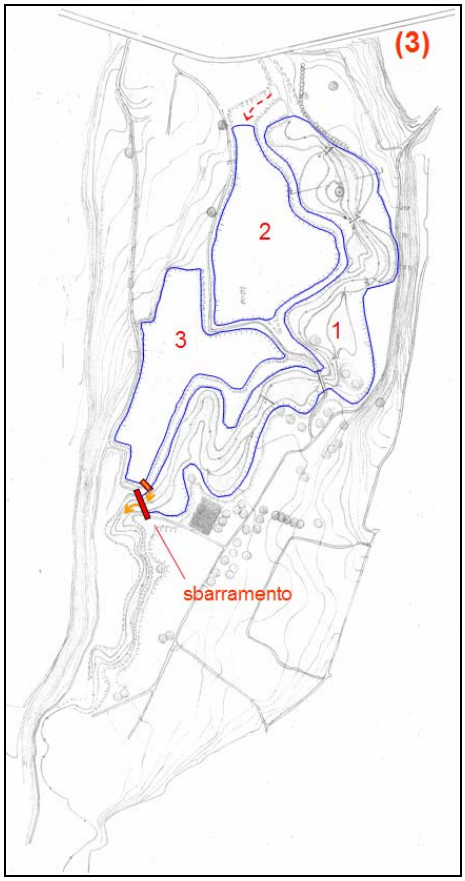


Figura 3.41 – Scenario relativo alla configurazione di vasche MISTA, parte in linea parte fuori linea (3).

3.3.1.1 S3 - Laminazione

Nella configurazione mista (Figura 3.41) la parte in linea non consiste di vasche suddivise in settori da impegnare successivamente, ma di un unico bacino che si viene a creare a monte dello sbarramento, con livelli più o meno elevati a seconda della rarità dell'evento meteorico che causa la piena e in funzione del numero di vasche costruite a monte dell'intervento di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca oggetto del presente studio.

La parte fuori linea è costituita da due vasche (3+4) sulla riva destra. Gli argini raggiungono una quota costante con altezza variabile rispetto al terreno, rispettivamente pari a 250.55 m s.m. nel comparto fuori linea e 250.45 m s.m. nella parte in linea. Nello scenario Misto si è alzata la portata di attivazione delle vasche fuori linea fino a Q_{alta} = 35 m³/s (lasciando passare indisturbato tutti gli eventi di T ≤ 15 anni allo stato attuale senza vasche a monte). Inoltre si sono adeguati gli argini interni al comparto fuori linea (3+4) in modo da sfruttare il più possibile il settore di monte, innalzandovi il livello prima di impegnare quello di valle, che inizia ad essere allagato per eventi di tempo di ritorno maggiore di 30 anni. Anche in questo scenario la vasca in linea (Figura 3.32) in realtà inizia ad invasare acqua

a monte dello sbarramento per portate molto inferiori alla soglia "nominale" usata nell'ipotesi di laminazione ottimale. Quindi, a parità di portata massima lasciata defluire a valle ($Q_{v,max}$ = 22 m³/s), richiede un volume d'invaso maggiore per eventi di basso tempo di ritorno, ovvero in quelle situazioni che più si discostano da quella di dimensionamento (100 anni in FASE 1). Infatti, per garantire che in tale evento la portata massima lasciata defluire a valle dello sbarramento non superi la capacità di convogliamento di Saronno, la bocca a battente non regolata che costituisce lo scarico deve essere progettata con un diametro limitato, tanto più piccolo quanto maggiore è il livello massimo di progetto previsto a monte dello sbarramento. In particolare, dal confronto dei risultati riportati da Tabella 3.7 a Tabella 3.9 con quelli ottenuti nei quattro scenari della configurazione fuori linea e in quello in linea, si nota che il volume di dimensionamento globale delle vasche è pari a 395'000 m³, maggiore di quello previsto sotto le ipotesi di laminazione ottimale (370'000 m³) ma pari a quello calcolato nel fuori linea (395'000 m³) e inferiore a quello calcolato nell'in linea (415'000 m³). In questo scenario, quindi, si assiste a una compensazione tra l'aumento di volume invasato nella parte in linea e l'efficienza idraulica di decapitazione del colmo di piena ad opera del comparto fuori linea.

Tabella 3.7 – STATO ATTUALE: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione MISTA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

STATO ATTUALE			MISTO		
	Q picco	*W(totale)*	*W(in linea)*	+	*W(fuori linea)*
T=10	*27.4*	120'000	120'000	+	0
T=15	*34.5*	170'000	170'000	+	0
T=20	*39.0*	215'000	210'000	+	5'000
T=30	*45.2*	315'000	280'000	+	35'000
T=40	*49.7*	405'000	335'000	+	70'000
T=50	*50.5*	360'000	285'000	+	75'000
T=60	*55.9*	435'000	315'000	+	120'000
T=70	*58.3*	475'000	325'000	+	150'000
T=100	*65.0*	535'000	325'000	+	210'000
T=200	*74.5*	735'000	390'000	+	345'000

Tabella 3.8 – FASE 1: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione MISTA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

FASE 1			MISTO		
	Q picco	*W(totale)*	*W(in linea)*	+	*W(fuori linea)*
T=10	*24.6*	90'000	90'000	+	0
T=15	*29.1*	115'000	115'000	+	0
T=20	*32.8*	150'000	150'000	+	0
T=30	*38.1*	205'000	205'000	+	0
T=40	*41.8*	270'000	250'000	+	20'000
T=50	*42.5*	265'000	245'000	+	20'000
T=60	*47.9*	340'000	285'000	+	55'000
T=70	*49.1*	360'000	295'000	+	65'000
T=100	*53.6*	395'000	305'000	+	90'000
T=200	*62.7*	590'000	395'000	+	195'000

Tabella 3.9 – PROGETTO: Volumetria [m³] delle vasche nello scenario con configurazione MISTA progressivamente impegnata in funzione del tempo di ritorno.

PROGETTO			MISTO		
	Q picco	*W(totale)*	*W(in linea)*	+	*W(fuori linea)*
T=10	*22.0*	70'000	70'000	+	0
T=15	*23.5*	85'000	85'000	+	0
T=20	*26.6*	110'000	110'000	+	0
T=30	*26.0*	115'000	115'000	+	0
T=40	*28.5*	140'000	140'000	+	0
T=50	*29.0*	145'000	145'000	+	0
T=60	*32.0*	185'000	185'000	+	0
T=70	*33.5*	205'000	205'000	+	0
T=100	*37.1*	260'000	260'000	+	0
T=200	*42.8*	360'000	335'000	+	25'000

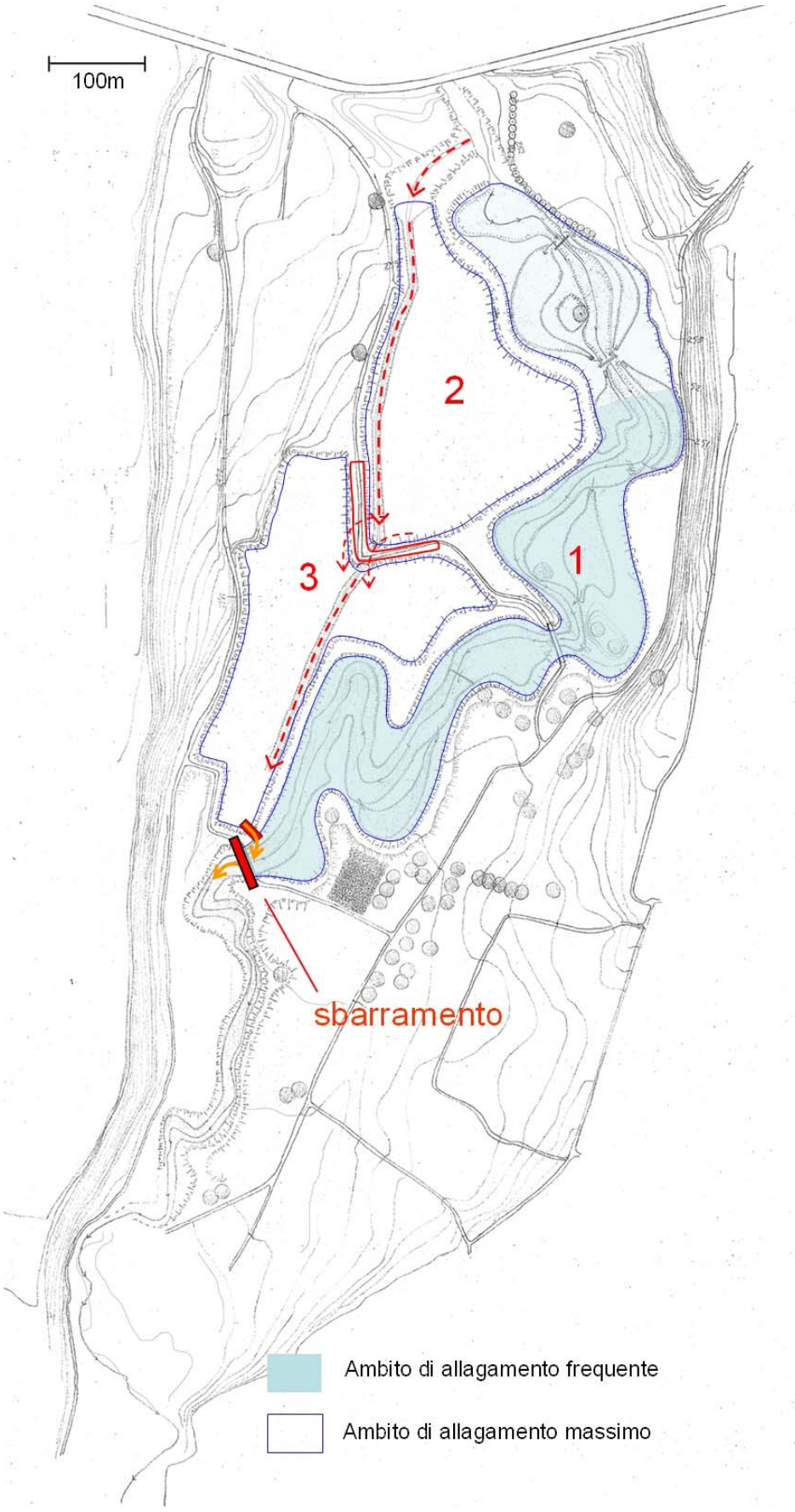


Figura 3.42 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale agricoltura: ambito di allagamento frequente.

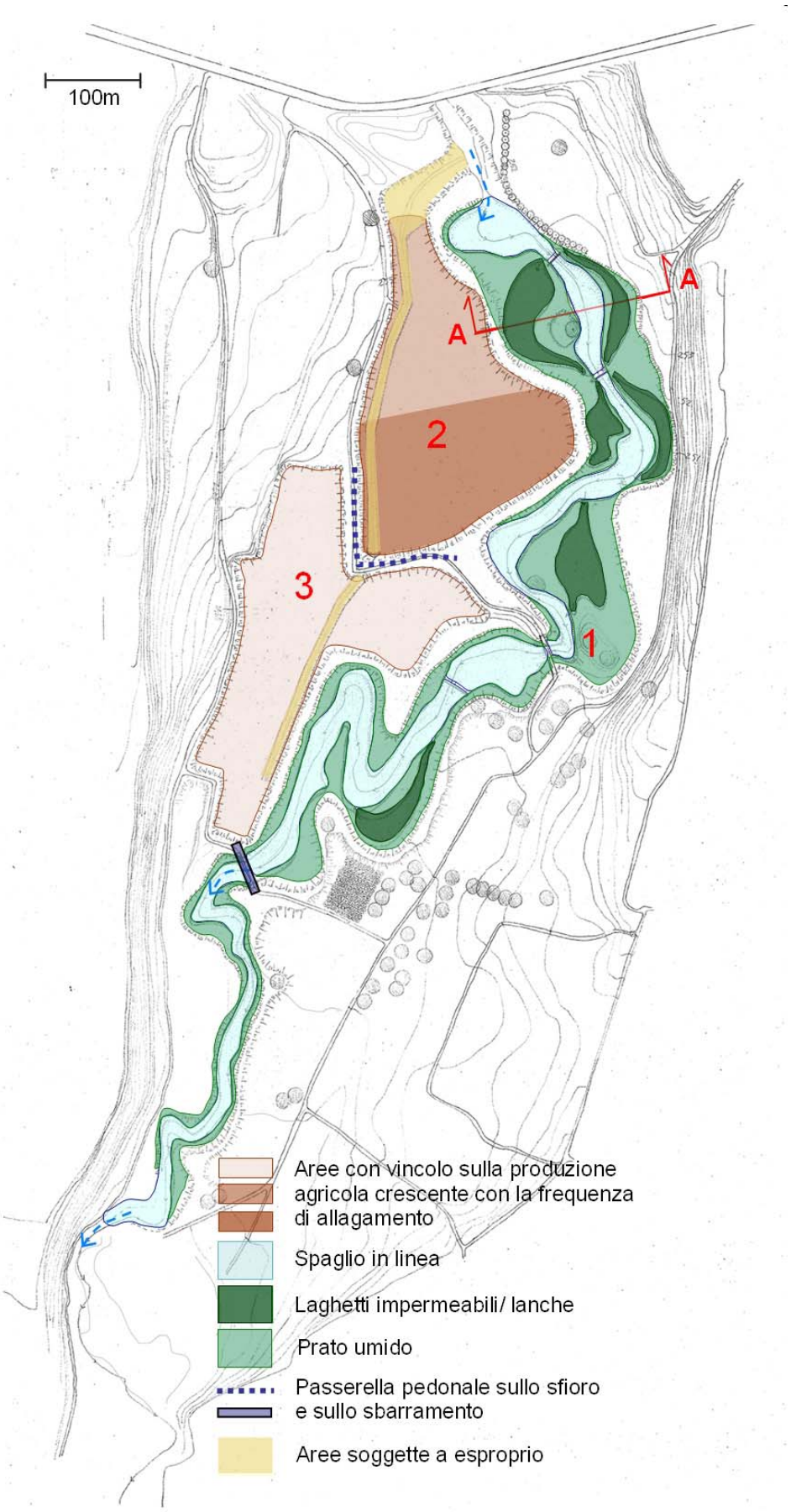


Figura 3.43 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale agricoltura: prelievo e uso del territorio.

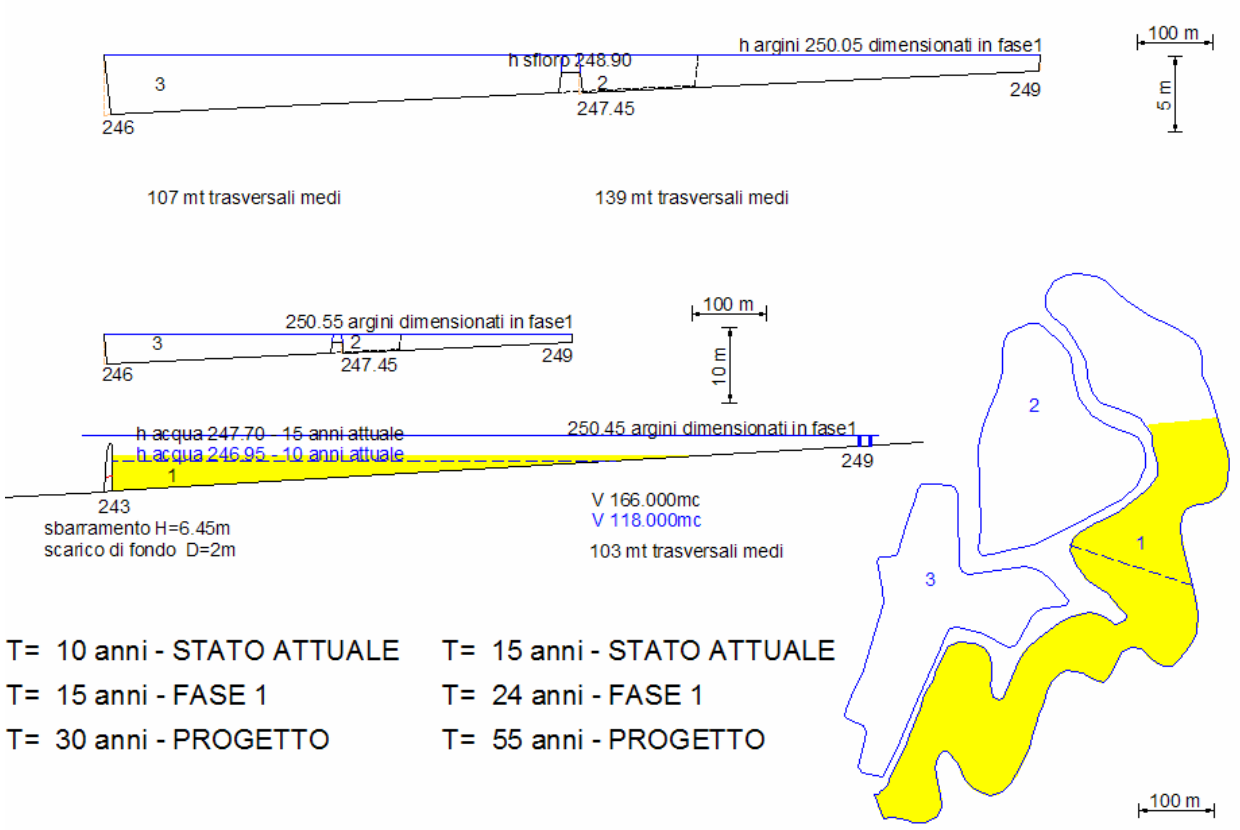


Figura 3.44 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

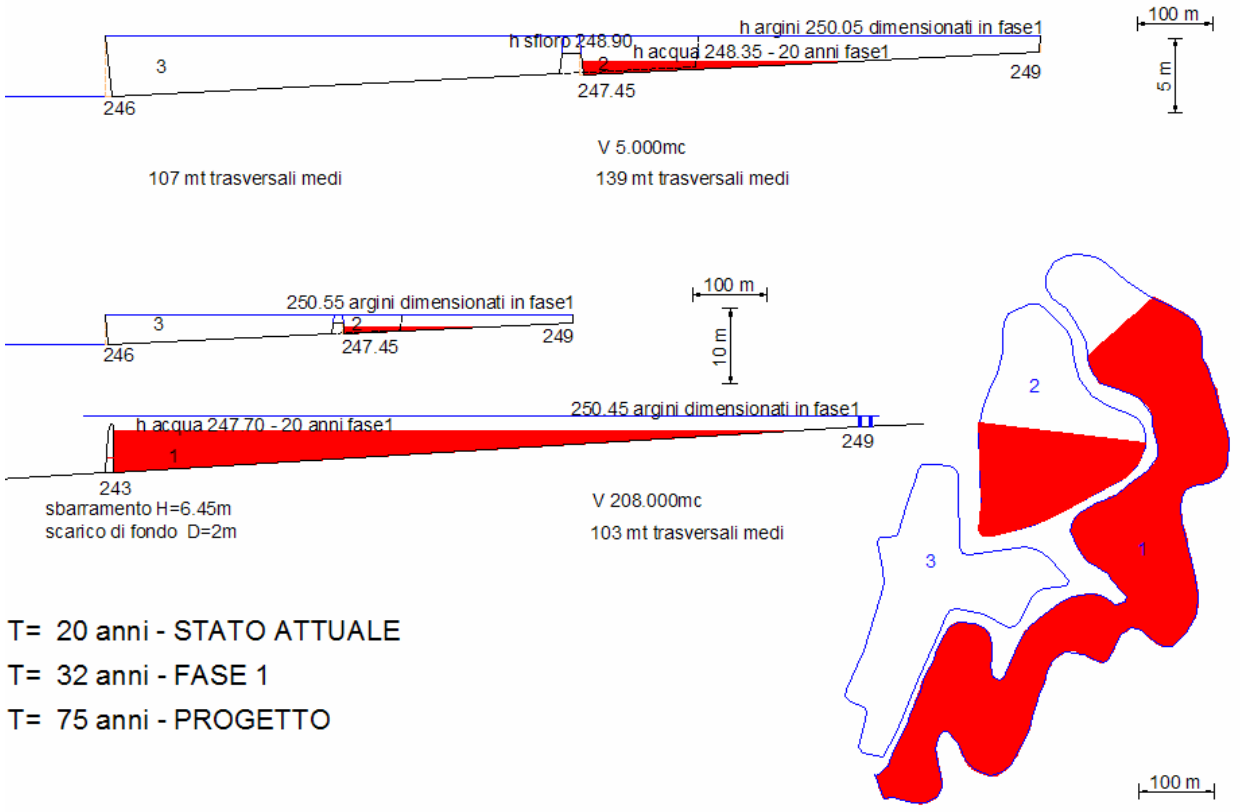


Figura 3.45 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

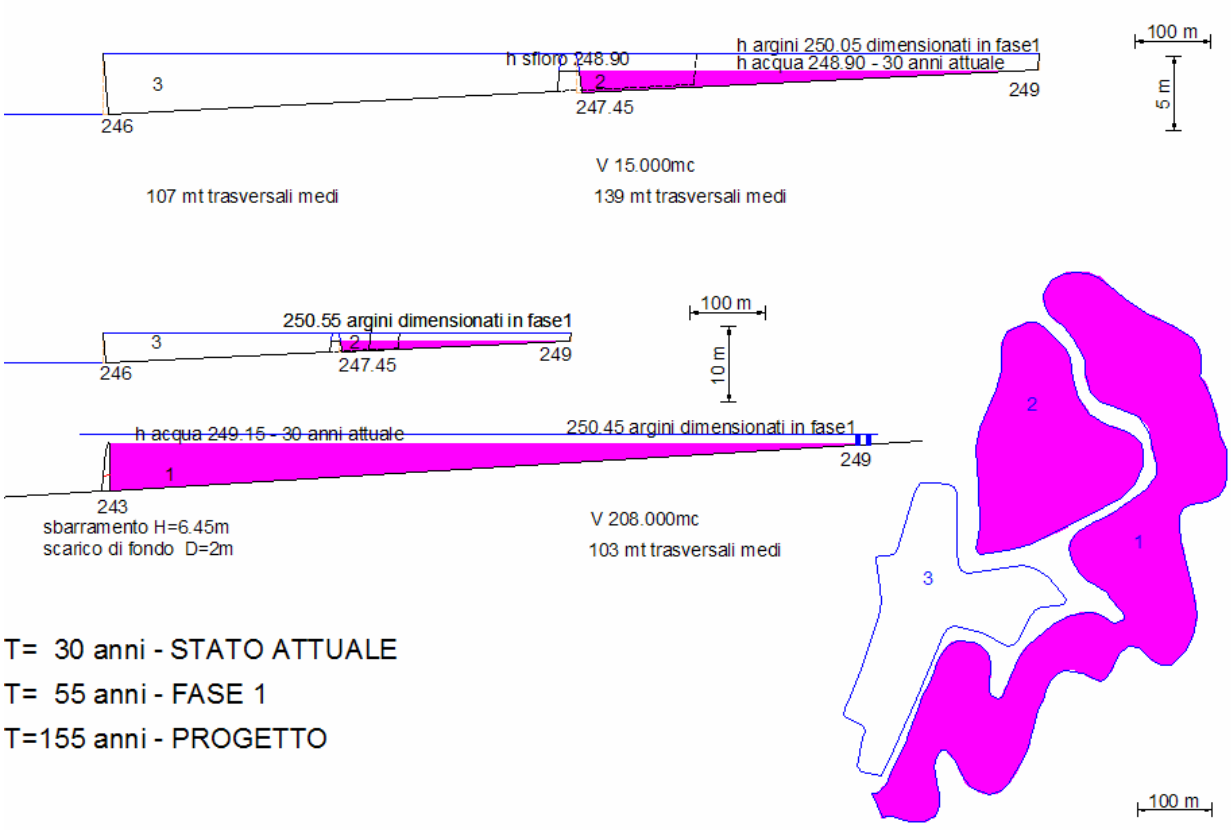


Figura 3.46 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

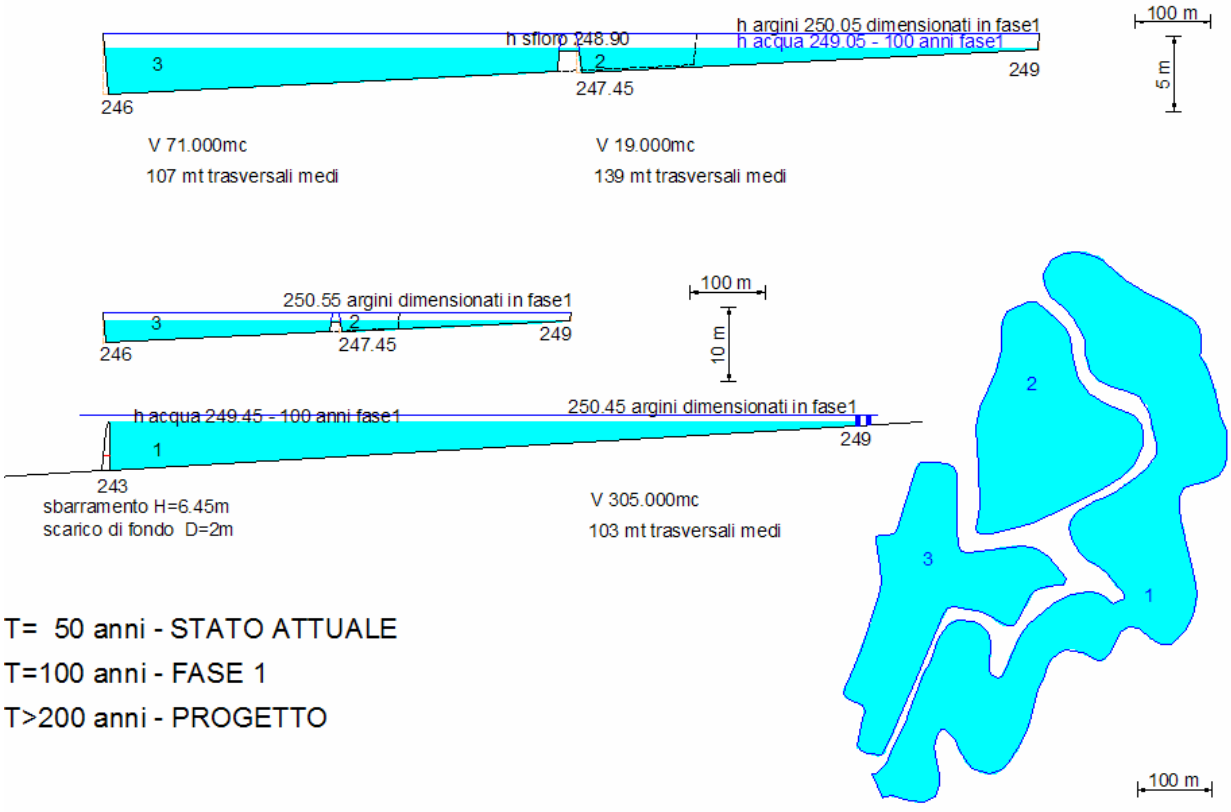


Figura 3.47 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

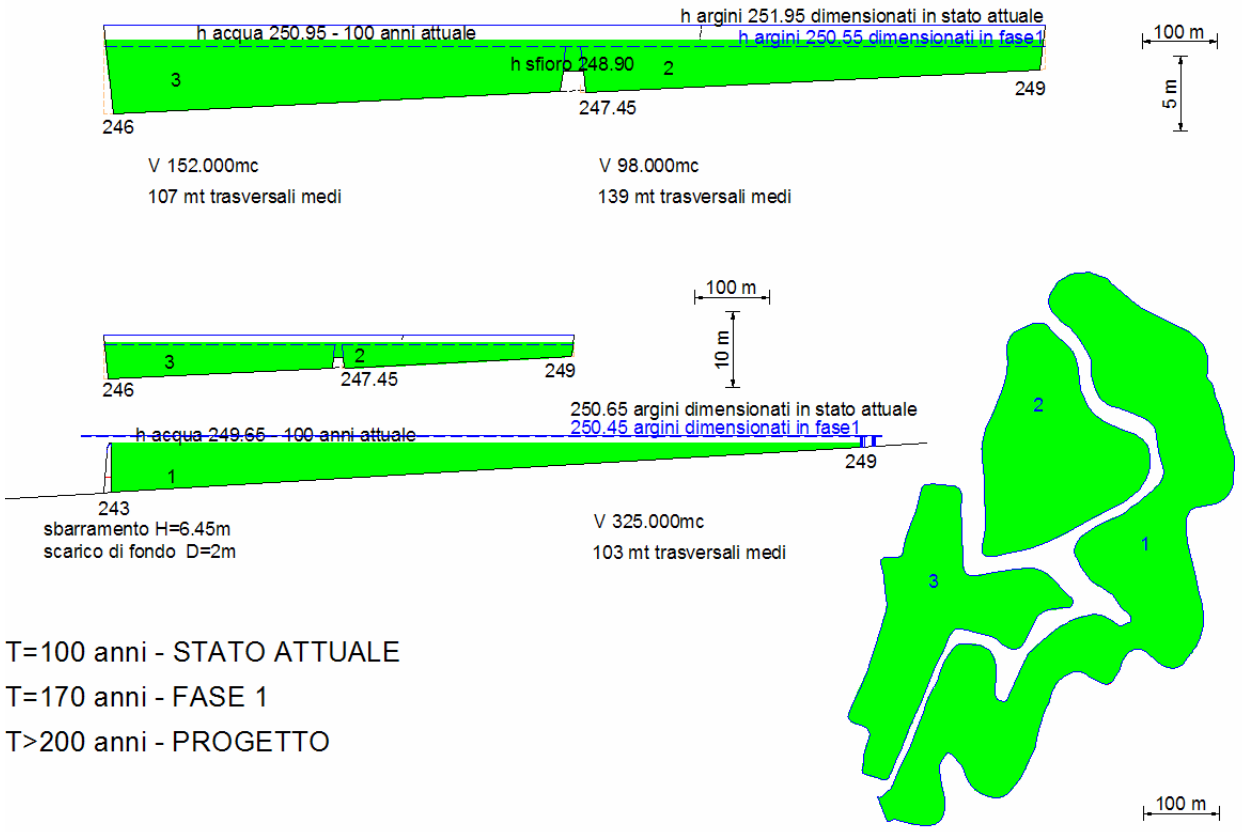


Figura 3.48 – Scenario S3: Misto – Area umida e attuale produzione agricola.

La Figura 3.49 mostra l'idrogramma relativo all'evento di riferimento di 100 anni in FASE 1 (in base al quale sono state dimensionate le opere di presa e di scarico di entrambi i comparti) e alcuni esempi di verifica del funzionamento idraulico nello scenario misto proposto: vengono riportati gli idrogrammi nei tre stadi di avanzamento lavori per il minimo tra i tempi di ritorno considerati T = 10 anni e il massimo gestibile dalle vasche di laminazione allo stato attuale senza altri invasi realizzati a monte T = 55 anni, oltre agli altri due idrogrammi di 100 anni in Stato attuale e Progetto.

3.3.1.2 S3 - Prelievo

L'ambito di laminazione e prelievo coincidono nella vasca in linea, anche se non si tratta di una derivazione d'acqua per il riutilizzo in altro luogo, ma di una gestione dell'acqua nel fondo stesso dell'invaso di laminazione in occasione di eventi ordinari o in tempo secco.

L'associazione tra usi del territorio e allagamento avviene con una funzione che è favorita dalla presenza dell'acqua, costituita da un area umida o naturalistica, che può essere fruita direttamente oppure osservata dall'alto. Anche in questo caso c'è la realizzazione di un ambiente che favorisce l'incremento della biodiversità e contemporaneamente migliora la qualità dell'acqua.

Per una migliore efficienza di fitodepurazione si potrebbe estendere lo spaglio in linea delle acque del Lura a valle dell'area direttamente interessata dalla laminazione. E' comunque bene prevedere ove possibile delle zone di dissipazione dell'energia della corrente per evitare che l'impeto delle acque caratterizzate da elevate velocità travolga l'ambiente umido. In ogni caso occorre prevedere delle zone protette in cui si preservino alcune comunità animali e vegetali che possano ripopolare in un tempo breve dopo gli eventi più catastrofici.

L'articolazione degli ambienti umidi che si attivano al variare del livello idrico è funzione del disegno del paesaggio e del corrispondente funzionamento idraulico di prelievo. In particolare il numero di ambienti diversi dipende dall'incremento di biodiversità che si vuole ottenere: più specie diverse corrispondono a differenti situazioni ambientali. Tale diversificazione è associata all'altezza e alla dinamica dell'acqua all'interno di ciascun ambiente. L'obiettivo correlato al miglioramento della qualità ambientale nel suo complesso, viene perseguito con due azioni

prevalenti: da un lato il miglioramento della qualità dell’acqua e dall’altro l’incremento di biodiversità. In tutti gli ambienti umidi proposti si attuano entrambe tali azioni, ma ciascuno di essi ha rendimenti differenti nei riguardi di ciascuna: spaglio in linea, lanche a lento rilascio, prato umido e stagni/pozze.

In particolare le basse portate (Q < 350 l/s, Figura 2.15) sono caratterizzate da concentrazioni di inquinanti molto elevate e perciò lo spaglio in linea, che si attiva con tali valori di portata, è associato ai più alti rendimenti di fitodepurazione. D’altra parte gli ambienti umidi in derivazione hanno comunque funzione di fitodepurazione, anche se meno efficace. La larghezza della zona per spaglio in linea deve garantire un minimo livello e quindi è legata all’abbassamento di livello dovuto all’allargamento rispetto alla sezione dello stato di fatto (tenendo presente che raddoppiando la larghezza il livello diventa circa un terzo). Lo spaglio in linea è sempre attivo perché le portate corrispondenti sono garantite dai rilasci minimi degli effluenti dai depuratori.

Per valori di portata un po’ più elevati (350 < Q < 400 l/s, Figura 2.15) si attivano le lanche che comunicano col corso principale tramite opportuni canaletti di alimentazione e scarico. Tali invasi presentano un fondo a quota inferiore rispetto al fondo Lura che permetta un livello interno variabile da un minimo di 40 cm sino a 2 metri, associando a tali livelli la colonizzazione dell’ambiente da parte di: fino a 40 cm carici/giunchi, fino a 70 cm typhe/fragmiti, fino a 2 m ninfee/lenticchie d’acqua. Tali ambienti si attivano tutto l’anno, con portate derivate variabili (da 0 a 50 l/s) in quanto l’estremo superiore dell’intervallo di portate si mantiene per mediamente 200 giorni l’anno.

L’altimetria degli argini che delimitano la zona per spaglio in linea definisce l’attivazione del prato umido per innalzamento del livello idrico al di sopra della loro quota. Ciò avviene riempiendo tutte le depressioni esistenti e creando un battente da 0 a circa 20 cm sulla superficie a prato. L’ambiente caratterizzato dal prato umido si attiva per portate superiori (Q > 400 l/s, Figura 2.15) e quindi in periodi non consecutivi di qualche ora ciascuno in occasione degli eventi meteorici piccoli e di media intensità, ovvero mediamente per un periodo complessivo di circa 100 giorni l’anno. Le specie presenti possono essere giunchi e carici, plipendula ulmaria, equiseto, ecc…

In seguito a tali eventi si riempiono anche le depressioni non comunicanti col Lura che definiscono gli stagni o pozze che in genere vengono colonizzati dagli anfibi.

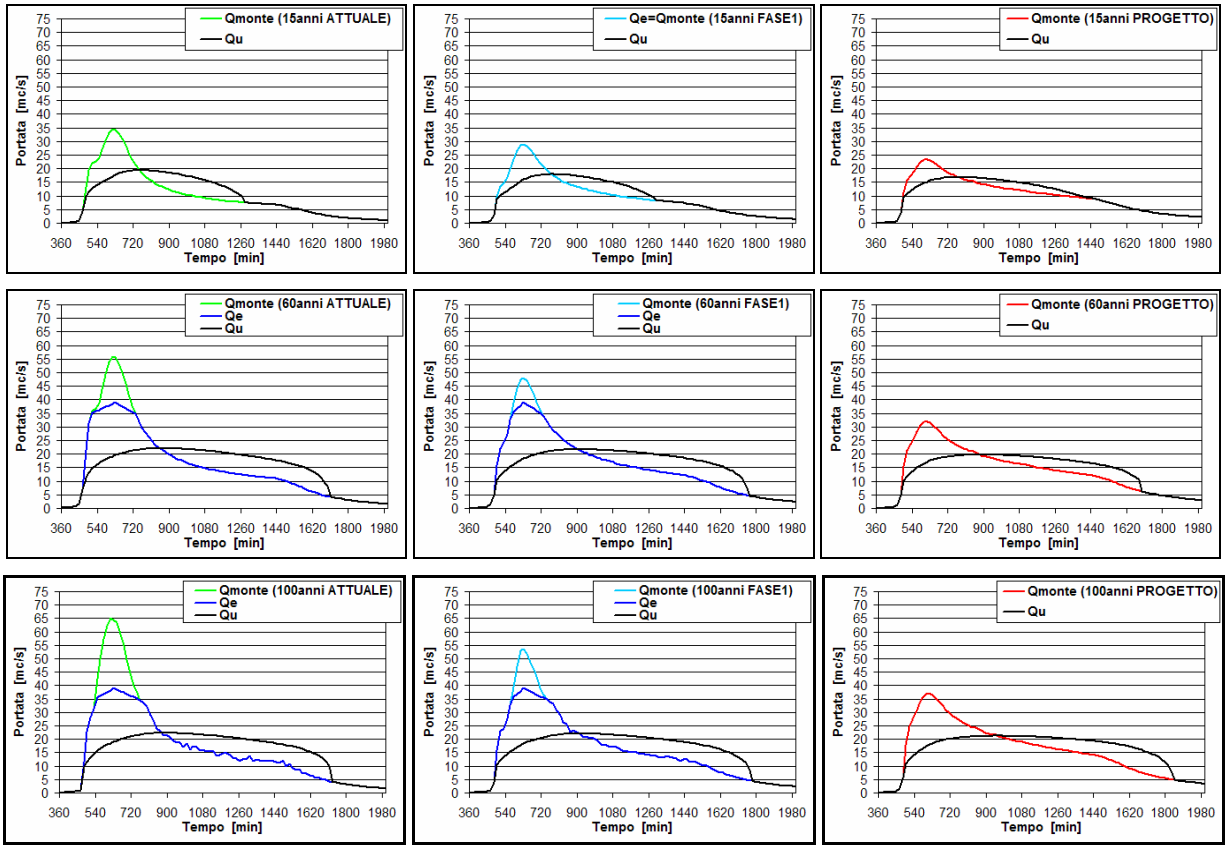


Figura 3.49 – Idrogrammi per l’evento di 10, 60 e 100 anni nei tre stadi di avanzamento lavori, in ingresso e in uscita dalle vasche nello scenario con configurazione MISTA (3).

3.4 CONCLUSIONI: CONFRONTO TRA I DIVERSI SCENARI PROPOSTI

A partire dai dati presentati nelle tabelle dei paragrafi precedenti, si possono confrontare eventi di piena causati da piogge con lo stesso tempo di ritorno nei 3 stadi di avanzamento lavori. Si nota che i volumi da invasare si riducono fortemente passando dallo stato attuale, con nessuna vasca a monte, fino allo stadio di progetto, con tutte le vasche costruite a monte. Dualmente lo stesso volume è in grado di gestire eventi di pioggia con diverso tempo di ritorno nei tre stadi, proprio perché all'aumentare del numero di invasi realizzati a monte si riduce l'onere di laminazione proprio degli invasi di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca (Tabella 3.10).

Tabella 3.10 – Tempi di ritorno degli eventi di pioggia relativi ai volumi invasati nello STATO ATTUALE confrontati con i tempi di ritorno che invasano lo stesso volume in Fase 1 e in Progetto.

S1 - FUORI LINEA			
Volume	**ATT.**	**FASE 1**	**PROG.**
65'000	10	16	31
125'000	15	22	55
185'000	20	32	75
275'000	30	48	110
340'000	40	58	155
355'000	50	90	180
440'000	60	115	> 200
475'000	70	130	> 200
550'000	100	160	> 200
395'000	55	100	185

S2 - IN LINEA			
Volume	**ATT.**	**FASE 1**	**PROG.**
143'000	10	16	40
192'000	15	22	65
241'000	20	30	90
314'000	30	48	165
368'000	40	60	200
379'000	50	70	> 200
448'000	60	200	> 200
480'000	70	> 200	> 200
536'000	100	> 200	> 200
415'000	55	100	> 200

S3 - MISTO			
Volume	**ATT.**	**FASE 1**	**PROG.**
120'000	10	15	30
170'000	15	24	55
215'000	20	32	75
315'000	30	55	155
360'000	40	70	200
405'000	50	105	> 200
435'000	60	120	> 200
475'000	70	140	> 200
535'000	100	170	> 200
395'000	50	100	> 200

I risultati mostrano che le tre diverse configurazioni che caratterizzano i 6 scenari proposti portano a evidenziare volumi totali diversi che devono essere invasati in corrispondenza degli stessi eventi di piena. Questo è dovuto al diverso funzionamento idraulico delle modalità di laminazione in linea, fuori linea e mista, che comportano volumi invasati diversi per garantire la stessa portata massima a valle (22 m³/s). Da questo punto di vista gli scenari con configurazione fuori linea o misto si equivalgono, perché hanno lo stesso volume totale per l'evento di riferimento (100 anni in Fase 1), mentre lo scenario in linea necessita di volumi d'invaso maggiori.

Ciò che differenza gli scenari tra loro, anche quando adottano la stessa modalità di inserimento delle vasche di laminazione rispetto al corso d'acqua, è la diversa frequenza con cui al loro interno si impegnano i diversi settori, ovvero come si suddivide in essi la volumetria globalmente da invasare in corrispondenza di eventi di un dato tempo di ritorno.

Le scelte di dimensionamento sono state effettuate in relazione ai diversi obiettivi di prelievo e uso del territorio associati al singolo scenario, ottimizzando l'occupazione di suolo compatibilmente con i vincoli di volta in volta considerati.

E' bene quindi rilevare che gli ambiti di allagamento frequente sono impegnati in modo diverso secondo lo stadio di avanzamento lavori raggiunto a monte, perché come detto si riducono le portate in arrivo grazie alla preventiva laminazione effettuata dalle altre vasche a monte. La frequenza con cui vengono impegnati, non per prelievo ma per laminazione, si riduce all'aumentare della presenza di invasi a monte, ad esempio: per le aree soggette allo stato attuale ad allagamento mediamente ogni 10 anni si passa da 10 anni a 15 anni in fase 1 a circa 30 anni in progetto; per le aree soggette allo stato attuale ad allagamento mediamente ogni 15 anni si passa da 15 anni a circa 22 anni in fase 1 a più di 50 anni in progetto. Ciò consentirà progressivamente in futuro di ridurre da un lato eventuali vincoli sulla produzione agricola e dall'altro di limitare il rischio di distruzione degli ambienti umidi in linea eventualmente previsti dai diversi scenari, proprio per le diminuite portate al colmo di piena in arrivo dal bacino di monte.

Parallelamente i comparti allagati solo in occasione degli eventi rari saranno sempre meno interessati dagli eventi di piena. Infatti ciascuno scenario prevede frequenze di allagamento diverse per gli ultimi comparti, ma in generale esse si riducono in modo marcato all'aumentare del numero di invasi di laminazione costruiti a monte di quello di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.

In particolare in tutti gli scenari proposti le vasche che vengono impegnate da eventi con T = 50-60 anni allo *Stato Attuale* senza vasche a monte, passano a circa 100 anni in *Fase 1* con alcuni invasi realizzati e a tempi di ritorno di più di 200 anni a completamento del progetto.

E' comunque bene sottolineare che un'ulteriore verifica dell'efficienza idraulica di tutti gli interventi proposti ha mostrato come, nei diversi scenari, modesti incrementi del dimensionamento degli argini (e i relativi aumenti della capacità d'invaso) consentirebbero di rispondere all'evento di piena causato da una pioggia di 100 anni di tempo di ritorno non solo in *Fase 1* (come richiesto dall'Autorità di Bacino), ma già in *Stato Attuale*, ovvero senza vasche di laminazione costruite a monte di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca.
Ovviamente questa possibilità deve essere valutata nell'ottica della pianificazione dell'Autorità di Bacino, che prevede comunque la realizzazione di tutte le vasche (sia a monte sia a valle dell'intervento in oggetto). La costruzione di invasi un poco più grandi di quelli minimi pianificati otterrebbe il vantaggio immediato di poter gestire completamente l'evento di piena causato da una pioggia di T = 100 anni, proteggendo la città di Saronno. Il completamento degli altri invasi permetterà poi attraverso il sistema completo di vasche di laminazione, oltre a una drastica riduzione della frequenza di allagamento delle vasche di Bregnano-Lomazzo-Rovellasca, di gestire eventi di piena causati da precipitazioni anche più gravose di quelle massime considerate.