BANDO 2005 – Gestione sostenibile delle acque: promuovere forme di gestione integrata e partecipata delle acque superficiali

TRATTAMENTO MEDIANTE FITODEPURAZIONE PER L'AFFINAMENTO DELLE ACQUE DEPURATE E PER LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE DEL CORPO IDRICO RECETTORE: SPERIMENTAZIONE A SCALA PILOTA E APPLICAZIONE PROGETTUALE PER UNA GESTIONE INTEGRATA E PARTECIPATA

Allegato 7
Analisi ambientale e costi benefici

A cura di: Consorzio del Parco Lura, DIIAR Politecnico di Milano, DISAT Università degli Studi di Milano Bicocca, Lariana Depur, Comune di Guanzate, Comune di Bulgarograsso

INDICE

1. Premessa 4

2. Problematiche di impatto ambientale dell'impianto di fitodepurazione 5
   2.1 Generalità 5
   2.2 Rumore, emissione di odori molesti e aerosol 5
   2.3 Interferenza con il suolo e con le acque sotterranee 6
   2.4 Interferenza con le acque superficiali 7
   2.5 Transito di automezzi 7
   2.6 Area occupata dall'impianto 7
   2.7 Inserimento ambientale dell'insediamento 8

3. Soluzione alternativa per l'affinamento delle acque reflue 9
   3.1 Caratteristiche attese del refluo trattato 9
   3.2 Trattamenti di affinamento alternativi 9
   3.3 Soluzione alternativa di affinamento con filtrazione a carbone attivo attivato biologicamente 11
      3.3.1 . Dati di progetto 11
      3.3.2 . Descrizione del processo 11
      3.3.3 . Reattivi previsti 12
   3.4 Interventi impiantistici 12
      3.4.1 . Descrizione degli interventi 12
      3.4.2 . Fasi realizzative 12
   3.5 Descrizione dell'impianto 12
   3.6 Dati di dimensionamento e caratteristiche impiantistiche 13
   3.7 Stima dei costi di realizzazione 14
   3.8 Stima dei costi di esercizio 15
      3.8.1 . Energia elettrica 15
      3.8.2 . Rigenerazione carbone attivo granulare 15
      3.8.3 . Trattamento acque di controlavaggio 15
      3.8.4 . Personale per conduzione e manutenzione 16
      3.8.5 . Manutenzione esterna: opere civili e elettromeccaniche 16
      3.8.6 . Ammortamento impianto 16

4. Valutazione tecnica 17

5. Valutazione economica dell'investimento 18
   5.1 Metodologia 18
   5.2 Valutazione affinamento con fitodepurazione – affinamento con filtrazione a carbone 19

Allegato A
   A.1 Stima costi di realizzazione

Allegato B
   B.1 Stima costi di esercizio
   B.2 Potenze installate, assorbite e consumi elettrici
   B.3 Calcolo ammortamento investimento

Allegato C
   C.1 Alternativa impianto di fitodepurazione – Alternativa filtrazione a carbone - Valutazione dell'investimento

Allegato A

A.1 Stima costi di realizzazione

Allegato B

B.1 Stima costi di esercizio

B.2 Potenze installate, assorbite e consumi elettrici

B.3 Calcolo ammortamento investimento

Allegato C

C.1 Alternativa impianto di fitodepurazione – Alternativa filtrazione a carbone - Valutazione dell'investimento

1. Premessa

La seguente relazione riporta i risultati dell'analisi degli aspetti ambientali e dei costi e benefici dell'impianto di fitodepurazione come sviluppato nella relazione PFLNRT102, nell'ambito del progetto: "Trattamento mediante fitodepurazione per l'affinamento delle acque depurate e per la salvaguardia ambientale del corpo idrico recettore: sperimentazione a scala pilota e applicazione progettuale per una gestione integrata e partecipata" del Consorzio Parco Lura finanziato dalla Fondazione CARIPLO.

In particolare sono valutate le problematiche di impatto ambientale e la valutazione dell'investimento rispetto ad un trattamento alternativo di affinamento della acque reflue in uscita dall'impianto di depurazione.

2. Problematiche di impatto ambientale dell'impianto di fitodepurazione

2.1 Generalità

Nel presente capitolo sono stati sinteticamente valutati i principali aspetti riguardanti l'impatto ambientale che caratterizzano la realizzazione dell'impianto di fitodepurazione.
La problematica dell'impatto ambientale presenta una pluralità di tematiche che riguardano sia la fase di realizzazione sia quella successiva della gestione e che possono essere esaminate quantitativamente solamente sviluppando il progetto esecutivo.

Nel capitolo si esaminano gli aspetti legati:

- al rumore e all'emissione di odori molesti e di aerosol;
- all'interferenza con il suolo e con le acque sotterranee;
- all'interferenza con le acque superficiali;
- al transito di automezzi;
- all'area occupata;
- all'inserimento ambientale dell'insediamento.

2.2 Rumore, emissione di odori molesti e aerosol

Il processo relativo all'impianto é costituito dalle fasi operative come previsto nella relazione PFLNRT102 di cui alla tabella seguente, in cui é indicato se la sezione esaminata emette alla fonte rumori, odori molesti o aerosol batterici.

	Aspetto ambientale		
	rumore	odori	aerosol
Linea trattamento acque			
Sollevamento	NO/SI	NO	NO
Ripartitore	NO/SI	NO	NO
Bacini di fitodepurazione	NO	SI/NO	NO
Manufatto di scarico	SI	NO	SI

Si esaminano nel seguito in dettaglio i vari punti di emissione e i mezzi previsti per contenerli nei riguardi sia degli abitanti delle zone limitrofe che degli operatori e manutentori d'impianto.

<u>Sollevamento</u>

Rumori.
I rumori più elevati sono emessi dallo scroscio dell'acqua addotta dal canale alla vasca della stazione di sollevamento (i motori delle pompe non costituiscono un problema essendo sommerse).

Odori.
Non è prevista la presenza di odori essendo il liquame già trattato e con un basso contenuto di solidi.

Aerosol.
La formazione di aerosol è limitata all'ingresso nella stazione di sollevamento. Gli aerosol sono comunque segregati all'interno della stazione di sollevamento e non presentano un contenuto batterico significativo essendo il liquame trattato con ozono.

<u>Ripartitore</u>

Rumori.
I rumori più elevati sono emessi dallo scroscio dell'acqua dagli sfiori di ripartizione al pozzetto di alimentazione dei bacini.

Odori.
Non è prevista la presenza di odori essendo il liquame già trattato e con un basso contenuto di solidi.

Aerosol.

La formazione di aerosol è limitata all'ingresso nei pozzetti di ripartizione. Gli aerosol sono comunque segregati all'interno del ripartitore e non presentano un contenuto batterico significativo essendo il liquame trattato con ozono.

Bacini di fitodepurazione

Rumori.
Non è prevista l'emissione di rumori.

Odori.
Non è prevista la presenza di odori in condizioni operative normali; in assenza di alimentazione o nel caso di eccessiva presenza di sostanza organica accumulata si possono determinare fenomeni di fermentazione anaerobica con il conseguente rilascio di odori.

Aerosol.
Non è prevista la formazione di aerosol.

Manufatto di scarico

Rumori.
I rumori più elevati sono emessi dallo scroscio dell'acqua adotta al Torrente Lura.

Odori.
Non è prevista la presenza di odori essendo il liquame già trattato e con un basso contenuto di solidi.

Aerosol.
La formazione di aerosol è molto limitata e non previsto un contenuto batterico significativo essendo il liquame trattato.

2.3 Interferenza con il suolo e con le acque sotterranee

L'interferenza con il suolo e con le acque sotterranee è possibile in tutte le sezioni per la presenza di vasche o tubazioni totalmente o parzialmente realizzate al di sotto del piano campagna e per la possibilità di uno sversamento di refluo direttamente sul suolo.

Le problematiche e gli accorgimenti previsti per contenere eventuali impatti sono di seguito sintetizzati.

Contaminazione suolo.
La contaminazione del suolo è evidenziabile solo in situazioni di emergenza per perdite dalle vasche o tubazioni interrate o conseguentemente a tracimazioni dalle vasche: considerando la bassa probabilità delle perdite dalle vasche e tubazioni e le caratteristiche del refluo già trattato, la problematica si può considerare non significativa.

Contaminazione acque sotterranee.
Anche la contaminazione delle acque sotterranee è evidenziabile solo in situazioni di emergenza per perdite dalle vasche o tubazioni interrate.

L'area lungo l'asta fluviale del Lura, identificata per la realizzazione dell'impianto di fitodepurazione, è caratterizzata da suoli ad alta vulnerabilità per la presenza principalmente di depositi sub-pianeggianti, dotati di buona permeabilità che costituiscono le alluvioni recenti ed attuali del torrente (si veda la relazione PFL.N.RF.101 Indagine territoriale e ambientale).

In considerazione dell'importanza dei corpi idrici presenti nel sottosuolo e della vulnerabilità dei suoli, appare opportuna l'adozione di provvedimenti integrativi di tutela, in grado di portare ad un ulteriore abbattimento dei rischi, in particolare è prevista l'adozione di criteri di progettazione e realizzazione delle vasche e delle strutture contenenti i liquami, così sintetizzabili:

- Criteri di progettazione: il dimensionamento degli elementi strutturali direttamente lambiti dai reflui liquidi sarà sviluppato adottando quali codici di calcolo le normative tecniche per la realizzazione delle opere in cemento armato nei termini più restrittivi al fine di limitare la microfessurazione e di rendere improbabile la formazione di fessure passanti.

- Criteri di realizzazione: il getto degli elementi costruttivi di maggior volume sarà suddiviso in più stadi cronologici all'interno di ognuno dei quali non possono ricadere due aliquote adiacenti, con lo scopo di far scontare la gran parte del ritiro del conglomerato prima del getto del comparto adiacente evitando così fessure connesse alla fase di presa e primo indurimento del calcestruzzo. Oltre a ciò il ripristino della continuità di tenuta idraulica tra le fasi di getto successive sarà attuata mediante connessioni organizzative basate sull'impiego di lamiere in acciaio inossidabile sagomate a Z e poste in mezzeria della sezione dell'elemento strutturale ed adiacenti nastri di bentonite sodica. Il primo componente impone al liquido che tende ad aggirare la connessione un moto in contropressione pressoché impossibile idraulicamente, il secondo materiale, scevro da ogni sintesi da processo produttivo, è totalmente biocompatibile e presenta la caratteristica di crescita volumetrica al contatto con acqua fino a tre volte il volume in regime arido. Qualora il liquido riuscisse ad attraversare metà sezione del manufatto, percolando fino alla connessione organizzata incontrerebbe la bentonite sodica che attuando un immediato rigonfiamento occluderebbe ogni possibile percorso idraulico inibendo la trasmissione di liquido da un lato all'altro del manufatto.
- Criteri di realizzazione dell'impermeabilizzazione dei bacini di fitodepurazione adeguati a garantire nel tempo le caratteristiche di protezione.

2.4 Interferenza con le acque superficiali

L'interferenza con le acque superficiali è dovuta sostanzialmente allo scarico previsto delle acque trattate e l'impatto e connesso alla significatività della portata media scaricata e dei carichi inquinanti residui rispetto al regime torrentizio del Torrente Seveso.

Per quanto riguarda le conseguenze sulle caratteristiche qualitative delle acque del corpo ricettore a seguito dell'immissione delle acque depurate si è considerato, per le acque in alimentazione alla fitodepurazione, il rispetto dei limiti allo scarico secondo la normativa vigente (D.Lgs n° 152/06 e R R n°3/06):

- Tabella 5 dell'Allegato B del Regolamento Regionale Lombardia del 24 marzo 2006 n° 3 per impianti con potenzialità maggiore di 100.000 abitanti equivalenti (si veda Allegato A);
- Tabella 1 e Tabella 3 di Allegato 5 – Parte 3 del D.lgs 152/06 (si veda Allegato A).

Il trattamento di fitodepurazione consente un ulteriore rimozione degli inquinanti, tale da raggiungere una qualità del refluo depurato con concentrazioni di inquinanti ampiamente al di sotto dei limiti previsti.
Conseguentemente si ha una riduzione significativa dell'impatto dello scarico delle acque reflue trattate con l'impianto di fitodepurazione rispetto allo scarico direttamente a valle dell'impianto di depurazione.

2.5 Transito di automezzi

Sulla base di quanto previsto in termini di produzione di residui, di operazioni di manutenzione e di personale in organico si possono prevedere il seguente numero di mezzi in ingresso (e in uscita) per giorno lavorativo durante l'esercizio dell'impianto:

N° mezzi per giorno feriale	**Autovetture**	**Automezzi pesanti**
Trasporto residui da sfalcio bacini (estate)	-	0,03
Mezzi per pulizia bacini (prevalentemente primavera – inverno)	-	0,19
Mezzi per manutenzione verde (prevalentemente primavera – estate)	-	0,16
Personale impianto	2	-
Personale imprese esterne e visitatori (prevalentemente primavera – estate)	6	0,02
Totale	**8**	**0,4**

La frequenza del transito degli automezzi non influirà sulla viabilità ordinaria esistente in modo significativo essendo la circolazione dei mezzi compatibile con quella dell'impianto di depurazione.

In fase esecutiva, si dovrà affrontare con particolare attenzione la gestione del materiale di riempimento sia per trasporto e sia per il deposito temporaneo in attesa di utilizzo.

2.6 Area occupata dall'impianto

L'area occupata dall'impianto è costituita dalle opere che costituiscono la stazione di sollevamento, i collegamenti idraulici, i ripartitori, i bacini di fitodepurazione e il manufatto di scarico.
A queste si aggiungono le aree di servizio costituite dai percorsi carrabili e pedonali, dalle superfici di sosta e manovra.

La superficie occupata dall'impianto di fitodepurazione è pari a:

	Superficie occupata m^2
Bacini di fitodepurazione	55.000
Opere di interconnessione idraulica e aree di servizio	62.515
Totale	**117.515**

Considerando la portata trattata (con HRT= 1 d) di ha un utilizzo specifico pari a 11 m^2/m^3 d.

2.7 Inserimento ambientale dell'insediamento

I caratteri ambientali del sito sono quelli preminentemente rappresentati da un paesaggio agricolo a colture semipianeggianti irrigue ed a prato, ritagliate entro zone boschive, punteggiate da sparsi insediamenti abitativi. L'area destinata dall'impianto è situata in una piana che si estende dall'impianto di depurazione esistente lungo l'asta del Torrente Lura fino al guado dei"Cinfù". (si veda PFL.N.RF.101 Indagine territoriale e ambientale e PFL.N.RF.102 Opzioni di intervento e criteri progettuali).

Considerando i caratteri del sito, l'inserimento ambientale dell'impianto, è stato impostato a partire dai seguenti assunti (si veda"Descrizione tecnico-naturalistica dell'area interessata dal progetto di fitodepurazione Consorzio Parco Lura e un suo possibile inserimento ambientale" - Consorzio Parco del Lura):

- mantenimento dei punti di interesse naturalistico (nel caso: bosco di querce, fasce ecotonali tra bosco e prati stabili, ansa del torrente);
- ricostituzione in modo continuo delle fasce ecotonali con la funzione di transizione tra gli habitat forestali dell'area e l'impianto di fitodepurazione e costituite da essenze arbustive autoctone;
- gestione attiva della manutenzione del verde favorendo l'occupazione in modo naturale l'area dalle essenze vegetali;

3. Soluzione alternativa per l'affinamento delle acque reflue

3.1 Caratteristiche attese del refluo trattato

Sulla base delle prove sperimentali a scala di laboratorio e pilota condotte dal Politecnico di Milano e dal Università degli Studi di Milano Bicocca – DISAT presso l'impianto di depurazione Livescia (Lariana depur SpA) nell'ambito del progetto "Trattamento mediante fitodepurazione per l'affinamento delle acque depurate e per la salvaguardia ambientale del corpo idrico recettore: sperimentazione a scala pilota e applicazione progettuale per una gestione integrata e partecipata" del Consorzio Parco Lura finanziato dalla Fondazione CARIPLO, in uscita dall'impianto di fitodepurazione con un tempo di ritenzione idraulica HRT di 1 giorno, sono attese le seguenti caratteristiche del refluo

COD (rimozione 30%)	mg/l	42
BOD5 (rimozione 30%)	mg/l	7
Azoto totale* (rimozione 30%)	mg/l	7
Fosforo totale*(rimozione 10%)	mg/l	0,9
Solidi Sospesi Totali (rimozione 70%)	mg/l	5
Tensioattivi totali (rimozione 35%)	mg/l	1,3
Rame (rimozione 30-45%)		
Zinco (rimozione 30-45%)		

avendo ipotizzato (si veda PFL.N.RT.102) in ingresso le acque reflue scaricate dall'impianto di depurazione Alto Lura, a seguito di adeguamento, con caratteristiche un refluo nei limiti previsti da:

- Tabella 5 dell'Allegato B del Regolamento Regionale Lombardia del 24 marzo 2006 n° 3 per impianti con potenzialità maggiore di 100.000 abitanti equivalenti;
- Tabella 1 e Tabella 3 di Allegato 5 – Parte 3 del D.lgs 152/06.

I limiti per i principali parametri sono così riassunti:

COD	mg/l	60
BOD5	mg/l	10
Azoto totale*	mg/l	10
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l	< 30% N tot
Fosforo totale*	mg/l	1
Solidi Sospesi Totali	mg/l	15
Tensioattivi totali	mg/l	2

* media annua

3.2 Trattamenti di affinamento alternativi

Tenendo conto che la filiera di trattamento per l'impianto di depurazione Alto Lura a seguito di adeguamento prevede le seguenti linee:

- linea trattamento acque
  - pretrattamenti;
  - trattamento biologico;
  - trattamento chimico fisico;
- linea trattamento fango;
- sezioni di servizio.

e per la linea trattamento acqua le seguenti fasi:

- Pretrattamenti;
- Dissassatore;
- Grigliatura grossolana meccanizzata;
- Sollevamento;
- Stacciatura;
- Dissabbiatura;
- Trattamento biologico;

- Predenitrificazione;
- Ossidazione-nitrificazione;
- Postdenitrificazione;
- Postaerazione;
- Sedimentazione secondaria;
- Trattamento chimico-fisico;
- Chiariflocculazione;
- Filtrazione su sabbia;
- Ozonazione.

In alternativa alla fitodepurazione per l'affinamento delle acque reflue in uscita dallo stesso impianto di depurazione, sono ipotizzabili i seguenti trattamenti:

A filtrazione a carbone attivo granulare con attività biologica (BioGAC);
B filtrazione a membrana (nanofiltrazione o osmosi inversa).

I trattamenti ipotizzati sono state sperimentate nell'ambito del progetto finanziato dalla Commissione Europea "Integrated Water Recycling and Emission Abatement in the Textile Industry" (EC contract ENV4-CT95-0094).

Il trattamento B consente di ottenere caratteristiche delle acque in uscita (permeato) migliori di quelli ottenibili con l'impianto di fitodepurazione sia dal punto di vista dei parametri chimico-fisici sia per la costanza qualitativa. In ogni caso per il trattamento a membrana è necessario un impianto tecnologico con costi di investimento e di gestione elevati, non giustificabili senza un riutilizzo del permeato prodotto.

Il trattamento A prevede l'adsorbimento su carbone attivo granulare in filtri a pressione; poiché il refluo in uscita dall'ozonazione è sovrasaturo di ossigeno e nel refluo è presente una discreta carica batterica, all'interno del filtro si sviluppa una attività biologica che consente la degradazione delle molecole adsorbite sul carbone, liberando i siti e permettendo il prolungamento del periodo di esercizio tra una rigenerazione del carbone e la successiva. All'interno del filtro (in funzione dello spessore della pellicola biologica) sussiste una parziale attività di nitrificazione e denitrificazione in simultanea con la conseguente rimozione di azoto.
Sulla base dei dati sperimentali sono ipotizzate le seguenti caratteristiche del refluo trattato:

COD (rimozione 55%)	mg/l	27
BOD5 (rimozione 60%)	mg/l	4
Azoto totale* (rimozione 30%)	mg/l	7
Fosforo totale*(rimozione 20%)	mg/l	0,8
Solidi Sospesi Totali (rimozione 70%)	mg/l	5
Tensioattivi totali (rimozione 50%)	mg/l	1,0
Rame (rimozione 0-5%)		
Zinco (rimozione 0-5%)		

con i seguenti parametri di processo:

Tempo di contatto	min	30
Intervallo tra controlavaggi	d	12
Durata di esercizio carica di carbone	d	140

Sulla base delle caratteristiche e dei risultati di processo, si considera il trattamento di filtrazione con carbone con possibile alternativa di affinamento al trattamento di fitodepurazione al fine di una valutazione tecnico-economica della sua realizzazione.
Nei successivi paragrafi è sviluppato un dimensionamento di massima di un impianto di affinamento con filtrazione a carbone attivo granulare per effettuare tale valutazione con l'impianto di fitodepurazione descritto nella relazione PFLNRT102.

3.3 Soluzione alternativa di affinamento con filtrazione a carbone attivo attivato biologicamente

3.3.1 Dati di progetto

I dati di progetto in ingresso all'impianto di affinamento con filtrazione a carbone sono analoghi a quelli previsti per l'impianto di fitodepurazione con tempo di ritenzione idraulica HRT pari a 1 giorno (si veda PFLNRT102) sono così sintetizzabili:

portata giornaliera	m^3/d	10.454,4		
portata oraria	m^3/h	435,6	L/s	121,0
COD	kg/d	627	mg/l	60
BOD5		105	mg/l	10
Azoto totale*		105	mg/l	10
Azoto ammoniacale (come N)			mg/l	< 30% N tot
Fosforo totale*		10,5	mg/l	1
Solidi Sospesi Totali		157	mg/l	15
Tensioattivi totali			mg/l	2
* media annua				
Tensioattivi totali **			mg/l	1
Colore **			diluizione	1:10
** media annua su 12 campioni				

3.3.2 Descrizione del processo

L'impianto di affinamento con filtrazione a carbone è costituito dalle seguenti linee e sezioni:

- linea trattamento acque
  - sollevamento iniziale;
  - trattamento di filtrazione a carbone;
  - controlavaggio filtri;
  - rilancio acque di controlavaggio;
  - scarico finale;
- sezioni di servizio.

Dal canale di scarico dell'impianto di depurazione le acque trattate sono addotte alla stazione di sollevamento alla filtrazione a carbone e quindi convogliate ai filtri.

Le acque attraversano i filtri a carbone attivo granulare dove, per effetto meccanico, sono trattenuti i solidi sospesi, permettendo di ottenere uno scarico trasparente ed il più possibile privo di residui, per effetto dell'adsorbimento (e successivamente per effetto dell'attività biologica)dei microrganismi), sono rimosse le concentrazioni residue di inquinanti ancora presenti nelle acque trattate, in particolare il contenuto residuo di COD, coloranti e tensioattivi e parzialmente di azoto e di fosforo.

Le acque in uscita dalla filtrazione sono addotte alla vasca di accumulo finale per essere addotte al collettore di scarico e convogliate a gravità al Torrente Lura. o per essere sollevate ad una eventuale rete di riuso.

Per il controlavaggio dei filtri è utilizzata l'acqua filtrata nell'accumulo finale, alimentata ai filtri tramite una stazione di lavaggio,

L'impianto è sviluppato per linee: per linea si intende il complesso di opere civili, impianti, macchine e apparecchiature, comprese eventuali riserve, che costituiscono una frazione autonoma di una sezione trattamento.

La sequenza di processo adottata è costituta dalle seguenti fasi e numero di linee:

	Numero di linee
Linea trattamento acque	
Sollevamento	1

Filtrazione a carbone	12
Stazione di controlavaggio	88
Stazione di rilancio acque di controlavaggio	1
Manufatto di scarico	1
Sezioni di servizio	
Alimentazione potenza	1
Automazione	2

3.3.3 Reattivi previsti

Non è previsto l'utilizzo di reattivi chimici.

3.4 Interventi impiantistici

3.4.1 Descrizione degli interventi

Gli interventi previsti per la realizzazione dell'impianto di fitodepurazione sono i seguenti:

- realizzazione stazione di sollevamento alla filtrazione a carbone;
- realizzazione locale quadri elettrici e automazione;
- realizzazione platea di alloggiamento filtri e vasche di accumulo finale e di acque da controlavaggi;
- realizzazione filtri a carbone e tubazione di alimentazione;
- realizzazione stazione di controlavaggio;
- (realizzazione stazione di alimentazione rete di riuso);
- realizzazione tubazione di scarico e manufatto di scarico nel Torrente Lura;
- realizzazione impianto elettrico, impianto automazione e adeguamento supervisione;
- realizzazione strade e sistemazione a verde.

Non sono previste opere provvisionali.

La realizzazione della stazione di sollevamento alla filtrazione a carbone implica la modifica parziale delle opere previste nel Progetto preliminare predisposto dalla Lariana Depur SpA - CIDA SpA – 2004, in particolare della stazione di sollevamento intermedio, del canale di misura in uscita dall'ozonazione e del manufatto di scarico.

3.4.2 Fasi realizzative

Nel seguito sono riportate, in modo schematico, le attività realizzative come raggruppamento degli interventi previsti:

Attività A (Opere presso l'impianto di depurazione da realizzarsi contestualmente con il nuovo impianto)
A.1 - Realizzazione stazione di sollevamento alla filtrazione a carbone;
A.2 - Realizzazione locale quadri elettrici e automazione;

Attività B
B.1 - Realizzazione platea di alloggiamento filtri, vasca di accumulo finale, vasca delle acque di controlavaggi e filtri a carbone.

3.5 Descrizione dell'impianto

<u>Sollevamento alla filtrazione</u>
L'acqua effluente dalle vasche di ozonazione viene alimentata ad una vasca in cui sono alloggiate le pompe P-601 A/B/R (di cui una di riserva), che, sotto controllo del misuratore di livello LE/LIT-601, alimentano i filtri S-601...S-612, disposti su 2 linee di trattamento (6+6).
Dei 12 filtri installati, 11 sono costantemente in esercizio, mentre il dodicesimo è considerato normalmente fuori esercizio per il ricambio del carbone.
Su ciascuno stacco che alimenta i filtri sono montati i misuratori di portata FE/FIT-601... FE/FIT-612, che inviano il segnale ai regolatori FIC--601...FIC-612, (ricavati dal PLC) che mantengono la portata in

alimentazione a ciascun filtro al valore impostato agendo sulla valvola di regolazione FCV-601...FCV-612.

Filtrazione su carbone
I filtri a carbone sono di costruzione tradizionale e costituiti da un serbatoio cilindrico con fondi bombati, che contiene la piastra di sostengo del letto, equipaggiata con diffusori in polipropilene.
L'acqua filtrata viene convogliata in sommità all'interno dei filtri e quindi discende attraverso lo strato di carbone; passa quindi attraverso i diffusori, fuoriesce e viene convogliata alla vasca di accumulo dell'acqua trattata.
Al servizio di ciascun filtro è montato un trasmettitore di pressione differenziale ΔPIT-601...ΔPIT-612 che rileva la perdita di carico. Un contatto di alta perdita di carico attiva il relativo allarme.
Nel caso di alimentazione della rete di riuso con l'acqua filtratata, il trasmettitore LE/LIT-602 rileva il livello nella vasca dell'acqua trattata e determina il set point dei regolatori di portata in alimentazione ai filtri.

Lavaggio filtri
I filtri possono essere saltuariamente lavati con acqua mediante acqua filtrata per mezzo delle pompe sommergibili P-603A/R (di cui una di riserva). Il lavaggio è effettuato agendo manualmente sulle valvole al servizio di ciascun filtro.
L'acqua effluente dal filtro in lavaggio viene convogliata ad una vasca di stoccaggio, da cui è inviata in testa all'impianto chimico-fisico per mezzo delle pompe P-604A/R (una di riserva), il cui funzionamento è asservito al misuratore di livello LE/LIT-602.

Ricambio carbone
Il carbone esausto viene estratto dal filtro mediante una tubazione che, connessa con un tronchetto valvolato posto immediatamente al di sopra della piastra di diffusione, è posta sull'aspirazione di un eiettore che alimenta il mezzo di trasporto. L'acqua motrice per il funzionamento dell'eiettore è fornita dalla pompa P-605, attivata manualmente. Il misuratore di livello LE/LIT-fornisce lo start e stop al funzionamento di P-605.

Rilancio all'acquedotto industriale (eventuale e non considerato nel presente studio
L'acqua filtrata viene alimentata all'acquedotto industriale per mezzo delle pompe P-602A/B/R (di cui una di riserva), il cui funzionamento è asservito ad interruttori di livello.

3.6 Dati di dimensionamento e caratteristiche impiantistiche

La sezione di filtrazione a carbone ha le seguenti caratteristiche:

tipo	cilindrici verticali	
numero di unità	n°	12
portata di alimentazione unitaria	m^3/h	39,6 (40)
tempo di contatto	min	30
diametro	mm	2.900
sezione	m^2	6,61
altezza letto	mm	3.030
volume carbone	m^3	20
carico idraulico	m/h	5,99 (6,05)
perdita di carico in esercizio	mm acqua	150
pressione di esercizio	bar	0,5

Considerando per il carbone le seguenti caratteristiche:

tipo	granulare	
densità apparente (backwashed)	kg/m^3	230
granulometria	mm	1,0 ÷ 3,4
ceneri	%	7
durezza	%	80
porosità	cm^3/g	1,2
numero di iodio	mg/g	800

il riempimento di ciascun filtro è costituito da:

peso riempimento carbone	kg	4.600

La stazione di sollevamento per l'alimentazione dei filtri ha le seguenti caratteristiche:

n° pompe	2 + 1	
tipo	centrifughe sommergibili	
portata unitaria (a 50 Hz)	m^3/h	250
prevalenza	m	12
potenza installata	kW	13,5
volume utile	m^3	100

Per favorire lo sviluppo di una microflora che favorisca la "rigenerazione" spontanea del carbone i filtri sono controlavati solo in base alla necessità cioè al superamento di una determinata differenza di pressione tra ingresso e uscita.
Per il controlavaggio dei filtri è previsto:

velocità di controlavaggio	m/h	30
portata richiesta	m^3/h	198
durata lavaggio	min	30
esercizio (tra due controlavaggi)	d	12

La stazione di controlavaggio dei filtri ha le seguenti caratteristiche:

n° pompe	1 + 1	
tipo	centrifughe sommergibili	
portata unitaria (a 50 Hz)	m^3/h	200
prevalenza	m	9
potenza installata	kW	9,0
volume utile (per lavaggio due filtri in sequenza senza alimentazione filtri)	m^3	250

La stazione di rilancio delle acque di controlavaggio al trattamento terziario di chiariflocculazione dell'impianto di depurazione, ha le seguenti caratteristiche:

n° pompe	1 + 1	
tipo	centrifughe sommergibili	
portata unitaria (a 50 Hz)	m^3/h	40
prevalenza	m	10
potenza installata	kW	4,0
volume utile (per lavaggio due filtri in sequenza senza alimentazione filtri)	m^3	250

Per il carico e lo scarico del carbone è utilizzata acqua filtrata rilanciata da una stazione di pompaggio con le seguenti caratteristiche:

n° pompe	1	
tipo	centrifughe sommergibili	
portata unitaria (a 50 Hz)	m^3/h	25
prevalenza	m	45
potenza installata	kW	5,0

L'area costituenti la platea di alloggiamento dei filtri e le vasche di accumulo finale e di accumulo acqua di controlavaggio ha le seguenti dimensioni:

larghezza	m	14
lunghezza	m	38

3.7 Stima dei costi di realizzazione

La stima dei costi di realizzazione dell'impianto di filtrazione a carbone è stata eseguita sulla base di quanto definito e descritto nei precedenti capitoli.

Tutti i costi sono riferiti al 2009.

In Allegato A.1 è riportato Il costo totale dell'impianto con il dettaglio delle voci che lo compongono:.

- Opere civili
- Opere elettromeccaniche
- Spese tecniche calcolate secondo la tariffa degli onorari per le prestazioni professionali dell'architetto e dell'ingegnere come dal D.M. 4 Aprile 2001, considerando le seguenti prestazioni:
  - Progetto preliminare;
  - Progetto definitivo;
  - Progetto esecutivo;
  - Direzione Lavori;
  - Studio di inserimento urbanistico;
  - Schema di contratto e capitolato speciale di appalto;
  - Relazione di indagine geotecnica, idrologica e idraulica;
  - Piano di manutenzione dell'opera;
  - Prestazioni del Responsabile e Coordinatori in materia di sicurezza nei cantieri;
  - Studio di impatto ambientale secondo la normativa VIA.
- Costi terreno considerando la superficie dell'impianto di filtrazione a carbone sommata ad una quota di terreno pari al 10% della superficie per pertinenze, reliquati e accessi (10 €/m^2);
- Costo prima carica di carbone attivo granulare (1.150 €/m^3);.

3.8 Stima dei costi di esercizio

La stima dei costi di esercizio dell'impianto di fitodepurazione è stata eseguita sulla base di quanto definito e descritto nella presente relazione e di quanto di seguito descritto.

Tutti i costi sono riferiti al 2009.

In Allegato B.1 è riportata la stima dei costi di esercizio

I costi di esercizio sono così sintetizzabili:

costo giornaliero impianto senza ammortamento	€/d	1.166,49
costo specifico per m^3 di rifiuto liquido trattato senza amm.	€/m^3	0,11
costo giornaliero impianto (nei primi otto anni)	€/d	2.237,97
costo specifico per m^3 di rifiuto liquido trattato	€/m^3	0,21

3.8.1 Energia elettrica

In Allegato B.2 sono riportati i calcoli analitici per in consumi elettrici a partire dalla potenza installata di ogni singola macchina e della previsione di ore di funzionamento per giorno assumendo come portata di esercizio quella prevista per l'impianto di fitodepurazione con un tempo di ritenzione idraulica pari a un giorno.

3.8.2 Rigenerazione carbone attivo granulare

Per la rigenerazione del carbone attivo granulare è previsto una durata della carica in esercizio pari a 140 giorni.

3.8.3 Trattamento acque di controlavaggio

E' previsto il trattamento delle acque di controlavaggio nell'impianto di depurazione con le seguenti caratteristiche:

COD	mg/l	1.500
BOD5	mg/l	650
Solidi Sospesi Totali	mg/l	1.150

Il costo previsto per il trattamento è di 1,2 €/m^3.

3.8.4 Personale per conduzione e manutenzione

E' stato considerato il costo del personale riferito alle categorie operaio generico (22 €/h) e tecnico (30 €/h) con un impegno di ore rispettivamente di 4 e 2 ora per giorno.

3.8.5 Manutenzione esterna: opere civili e elettromeccaniche

Il costo della manutenzione è stato determinato come percentuale del costo di costruzione utilizzando le seguenti aliquote previste dal PRRA (Regione Lombardia, Maggio 1996):

opere civili – depurazione	0,5 %
opere elettromeccaniche	3,0 %

3.8.6 Ammortamento impianto

In Allegato B.3 è stato calcolato, l'ammortamento delle opere con una tasso annuo del 5% e con una durata di 15 anni per le opere civili e di 8 anni per le opere elettromeccaniche, per la prima carica di carbone e per le spese tecniche.

4. Valutazione tecnica

I principali vantaggi del trattamento di filtrazione a carbone rispetto al trattamento di fitodepurazione sono i seguenti:

- compattezza del sistema e limitata occupazione di aree: circa 585 m^2 contro i 117.000 m^2;
- ridotta sensibilità alle variazioni delle condizioni atmosferiche e stagionali;
- nessuna produzione di residui (considerando la rigenerazione del carbone e il suo riutilizzo);

I principali limiti e svantaggi del trattamento di filtrazione a carbone rispetto al trattamento di fitodepurazione sono i seguenti:

- maggiori consumi di energia elettrica: 603 kWh/d contro 332 kWh/d;
- scarico di acque di controlavaggio da sottoporre a trattamento;
- rigenerazione del carbone;
- basso rendimento nella rimozione dei metalli.

5. Valutazione economica dell'investimento

5.1 Metodologia

Per la valutazione dell'investimento è stato utilizzato il metodo del Valore Attuale Netto (VAN) che è la somma dei valori attuali della serie di flussi di cassa originati dall'investimento a partire dall'anno 0 fino all'anno n-esimo:

$$VAN = \sum_{0}^{n} t \frac{F_t}{(1+r)^t}$$

con:

F = Flusso di cassa all'anno t
r = Tasso di sconto o del capitale o di attualizzazione
$(1+r)^{-t}$ = Fattore di attualizzazione

Con il metodo VAN, il criterio utilizzato per l'accettazione di un investimento è che lo stesso VAN sia maggiore o uguale a zero, infatti se il VAN è positivo significa che l'investimento ha reso più del costo del capitale necessario per la sua effettuazione.

Nei casi riportati nei successivi paragrafi, il metodo del VAN è stato applicato per il confronto di diverse opzioni di un medesimo investimento, per le quali non è prevista la produzione di un diverso profitto: ne consegue che il VAN è pari alla differenza dei Costi Attuali Netti (CAN) delle opzioni proposte e che tale differenza rappresenta il "risparmio" di una opzione rispetto all'altra.

Allo stesso modo, il Periodo di recupero del capitale investito che indica il numero di unità temporali in cui i flussi di cassa positivi annullano l'investimento, nei casi riportati rappresenta il periodo in cui la differenza dei CAN diventa positiva.

Un ulteriore valutazione è stata eseguita il metodo del Tasso Interno di Rendimento (TIR) che si calcola risolvendo rispetto ad r la stessa equazione del VAN posta uguale a zero:

$$VAN = \sum_{0}^{n} t \frac{F_t}{(1+r)^t} = 0$$

Il TIR rappresenta quindi il tasso di sconto che renderebbe uguali gli iniziali esborsi di cassa relativi a un investimento con i successivi introiti.
La differenza del TIR con il tasso di sconto effettivo r, misura quindi la redditività dell'investimento rispetto all'impiego del capitale preso a riferimento. Da ciò deriva anche che il criterio per l'accettazione di un investimento è che il TIR sia maggiore o uguale al tasso di sconto.

Nei casi riportati nei successivi paragrafi, il metodo del TIR è stato applicato per il confronto di diverse opzioni di un medesimo investimento, per le quali non è prevista la produzione di un diverso profitto: ne consegue che il metodo del TIR è applicabile solo se la differenza dei CAN progressiva presenta degli anni in cui il valore è negativo e se tale differenza è tale da determinare un valore realistico e non prossimo a infinito, e che il TIR è funzione non della redditività dell'investimento dovuta ai guadagni, ma al "risparmio" di una opzione rispetto all'altra.

Il Tasso di sconto utilizzato per il calcolo del VAN è stato posto pari al Tasso d'interesse bancario medio sui prestiti a medio e lungo termine alle imprese (Banca d'Italia, Maggio 2009 – Indici mensili. 7 Sole 24 Ore, Luglio 2009) pari a 3,99%.

Per verificare la variabilità dei risultati del VAN al variare delle principali variabili economiche, è stata eseguita un'analisi di sensitività dei casi riportati nei successivi paragrafi.
L'analisi ha considerato la variazione del tasso di interesse tenendo conto del:

- r1, Tasso d'interesse bancario medio sui prestiti a medio e lungo termine alle imprese (Banca d'Italia, Maggio 2009 – Indici mensili. 7 Sole 24 Ore, Luglio 2009) pari a 3,99%;
- r2, Tasso fisso nominale annuo per mutui trentennali della Cassa Depositi e Prestiti (Comunicato CDP SpA del 28 Agosto 2009) pari a 4,77%;
- r3, Rendimento lordo dei titoli di Stato – BTP trentennali (Banca d'Italia, Maggio 2009 – Indici mensili. 7 Sole 24 Ore, Luglio 2009) pari a 4,211%.

Per ogni tasso applicato è stato quindi calcolato il VAN al variare dei flussi di cassa per l'aumento di alcune voci di costo in diverse combinazioni.

Nei casi riportati nei successivi paragrafi, alcuni investimenti e voci dei flussi di cassa comuni alle opzioni confrontate, non sono stati considerati nella valutazione e nel calcolo del VAN: in ogni caso tali costi sono ininfluenti sul risultato della valutazione.

Per la valutazione si è considerato un periodo di 25 anni.

5.2 Valutazione affinamento con fitodepurazione – affinamento con filtrazione a carbone

E' stata eseguita la valutazione economica dell'investimento relativo alle alternative per l'affinamento delle acque reflue in uscita dall'impianto di depurazione.

La valutazione è stata eseguita per:

- Impianto di fitodepurazione come descritto nella relazione PFLNRT102 con una portata giornaliera di acqua trattata pari a 10.454 m3/d sollevata dall'uscita dell'impianto di depurazione e scaricata nel Torrente Lura;

confrontandola con:

- Impianto di filtrazione a carbone attivo granulare (con attività biologica) come descritto nella presente relazione con una portata giornaliera di acqua trattata pari a 10.454 m3/d sollevata dall'uscita dell'impianto di depurazione e scaricata nel Torrente Lura (non è previsto il riutilizzo).

Per le due alternative gli investimenti comprensivi di spese tecniche e di spese relative ai terreni, sono così sintetizzabili:

	Alternativa impianto di fitodepurazione €	**Alternativa impianto di filtrazione a carbone €**
Totale Impianto di affinamento	**9.375.000,00**	**2.662.100,00**

Per le due alternative a regime, i costi di gestione considerati Flusso di cassa operativo per il sono così sintetizzabili:

	Alternativa impianto di fitodepurazione €	**Alternativa impianto di filtrazione a carbone €**
Energia elettrica	14.563,50	26.414,03
Smaltimento biomassa	62.920,00	
Manutenzione e conduzione interna	54.020,00	54.020,00
Manutenzione esterna	108.264,90	51.250,00
Rigenerazione carbone attivo		250.285,71
Trattamento acque di controlavaggio		43.800,00
Totale	**239.768,40**	**425.769,74**

Per l'analisi di sensitività si è considerata un incremento dei costi relativo a:

- energia elettrica;
- rigenerazione carbone;

con la seguente combinazione

Incremento % sul costo previsto	A	B	C	D
energia elettrica	0	20	0	20
rigenerazione carbone	0	0	20	20

In Allegato C.1 sono riportati i dati utilizzati e i risultati della valutazione.

Nel confronto, l'alternativa di affinamento con impianto di filtrazione a carbone risulta essere vantaggiosa rispetto all'alternativa con impianto di fitodepurazione con un VAN variabile, in funzione del tasso di sconto applicato e dell'incremento dei costi considerati, così sintetizzabile:

	VAN (Tasso di sconto r=3,99%) €	**Analisi di sensitività Variazione VAN €**
Impianto di fitodepurazione – Impianto di filtrazione a carbone	**3.874.038,60**	4,2 ÷ 3,1

Il calcolo del Tasso Interno di Rendimento non è applicabile in quanto nel confronto tra lo Scenario Caverna e Comosud il VAN calcolato progressivamente anno per anno è sempre positivo.

L'Alternativa con impianto di fitodepurazione presenta un flusso di cassa inferiore rispetto a quello dell'Alternativa con impianto di filtrazione a carbone per circa 186.000 €/a, non sufficiente ad azzerare il VAN nell'orizzonte temporale considerato.
L'impianto di fitodepurazione è penalizzato dal costo di realizzazione in particolare per l'incidenza dei costi di impermeabilizzazione e del materiale di riempimento dei bacini.
L'utilizzo di materiali di riempimento alternativi, potrebbe migliorare la valutazione dell'investimento.

ALLEGATO A

A.1 Stima costi di realizzazione

STIMA COSTI REALIZZAZIONE - IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE

P		Totale
1	Opere civili	350.000,00
2	Opere elettromeccaniche	1.650.000,00
	Lavori a base d'asta	2.000.000,00
3	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (3% Lavori a base d'asta)	60.000,00
4	Spese tecniche non soggette a ribasso	301.800,00
5	CNPAIA su spese tecniche (2%)	6.036,00
6	Arrotondamenti	64,00
	Importo totale dei lavori + Spese tecniche	**2.367.900,00**
7	Acquisto terreno	6.200,00
8	Acquisto carbone prima carica	288.000,00
	Importo totale dei lavori + Spese tecniche + acquisto terreno	**2.662.100,00**
9	IVA sull'Importo totale dei lavori + Spese Tecniche + acquisto terreno (10%)	266.210,00

	Importo complessivo dell'opera	**2.928.310,00**

ALLEGATO B

B.1 Stima costi di esercizio
B.2 Potenze installate, assorbite e consumi elettrici
B.3 Calcolo ammortamento investimento

STIMA COSTI DI ESERCIZIO - IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE

Dati di progetto

Portata ingresso	m3/d	10.454
	m3/h	435,6
Giorni anno di lavoro	d/a	365
Ore giorno di funzionamento	h/d	24

Carbone attivo granulare

costo specifico di rigenerazione	€/m3	400,00

Trattamento acque di controlavaggio

costo specifico di trattamento	€/m3	1,20

Energia elettrica

Costo specifico	€/kWh	0,1200

Manodopera interna

costo specifico orario - tecnico	€/h	30,00
costo specifico orario - operaio	€/h	22,00

Manutenzione esterna

ricambi e man. opere elettromec. % su investimento elettromec.	%	3,0
manutenzione opere civili % su investimento opere civili	%	0,5

Energia Elettrica

consumo giornaliero	kWh/d	603,1
costo annuo	€/a	26.414
costo giornaliero	€/d	72,37
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0069

Rigenerazione carbone attivo

carbone attivo granulare	m3	240
durata ciclo	d	140
carbone attivo da rigenerare anno	m3/a	626
costo annuo	€/a	250.286
costo giornaliero	€/d	685,71
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0656

Trattamento acque di controlavaggio

volume acqua di controlavaggio	m3	100
frequenza	d	12
carbone attivo da rigenerare anno	m3/a	36.500
costo annuo	€/a	43.800
costo giornaliero	€/d	120,00
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0115

Manodopera interna conduzione e manutenzione

ore per giorno - tecnico	h/d	2,0
ore per giorno - operaio	h/d	4,0
costo annuo	€/a	54.020
costo giornaliero	€/d	148,00
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0142

Ricambi e manutenzione esterna opere elettromeccaniche

percentuale sull'investimento elettromeccanico	%	3,0
costo annuo	€/a	49.500,00
costo giornaliero	€/d	135,62
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0130

Manutenzione esterna opere civili

percentuale sull'investimento elettromeccanico	%	0,5
costo annuo	€/a	1.750,00
costo giornaliero	€/d	4,79
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0005

TOTALE SENZA AMMORTAMENTO

costo giornaliero	€/d	**1.166,49**
costo specifico per m3 trattato	€/m3	**0,11**

Ammortamento (da anno 1 a anno 8)

costo annuo	€/a	391.090,15
costo giornaliero	€/d	1.071,48
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,1025

Ammortamento (da anno 9 a anno 15)

costo annuo	€/a	34.317,12
costo giornaliero	€/d	94,02
costo specifico per m3 trattato	€/m3	0,0090

TOTALE (da anno 1 a anno 8)

costo giornaliero	€/d	**2.237,97**
costo specifico per m3 trattato	€/m3	**0,21**

TOTALE (da anno 9 a anno 15)

costo giornaliero	€/d	**1.260,51**
costo specifico per m3 trattato	€/m3	**0,12**

TOTALE (da anno 16)

costo giornaliero	€/d	**1.166,49**
costo specifico per m3 trattato	€/m3	**0,11**

POTENZE INSTALLATE, ASSORBITE E CONSUMI ELETTRICI - IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE

SIGLA	DESCRIZIONE	N°UTENZE		POTENZA INSTALLATA			POTENZA ASSORBITA		PERIODO LAVORO	CONSUMO GIORNO
		Nominali	Riserve	Unitaria kW	Titolare kW	Totale kW	Unitaria kW	Totale kW	h/d	kWh/d
Impianto di trattamento rifiuti liquidi										
MP-601 A/B/R	Pompa alimentazione filtri	2	1	13,5	27,00	40,50	10,80	21,60	24	518,40
MP-603 A/R	Pompa controlavaggio	1	1	9	9,00	18,00	7,20	7,20	0,5	3,60
MP-604 A/R	Pompa controlavaggio	1	1	4	4,00	8,00	3,20	3,20	2,5	8,00
MP-605	Pompa scarico/carico carbone	1	1	5	5,00	10,00	4,00	4,00	0,7	2,80
FCV-601	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-602	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-603	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-604	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-605	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-606	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-607	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-608	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-609	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-610	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-611	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
FCV-612	Valvola di regolazione	1		0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	12	1,44
MC-601	Ventilatore locale quadri potena e comando	1		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	6	0,18
Q-PLC-601	Quadro PLC (alimentazione strumenti ed elettrovalvole)	1		1,5	1,50	1,50	1,20	1,20	24	28,80
- - -	Servizi	1		3	3,00	3,00	2,40	2,40	10	24,00
TOTALE					51,33	82,83		41,07		**603,06**

CALCOLO AMMORTAMENTO INVESTIMENTO
IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE

Da anno 1 a anno 8		TERRENI	OPERE CIVILE	CARBONE PRIMA CARICA	OPERE ELETRO MECCANICHE	SPESE TECNICHE E ONERI SICUREZZA
Tasso di interesse i	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Durata anni n	n°	15	15	8	8	8
Numero annuo di rate	n°	1	1	1	1	1
Rata di ammortamento r		0,0963	0,0963	0,1547	0,1547	0,1547
Costo d'investimento	€	6.200,00	350.000,00	288.000,00	1.650.000,00	367.900,00
Rata annua	€/a	597,32	33.719,80	44.559,88	255.290,99	56.922,16
		391.090,15				

Da anno 9 a anno 15		TERRENI	OPERE CIVILE	CARBONE PRIMA CARICA	OPERE ELETRO MECCANICHE	SPESE TECNICHE E ONERI SICUREZZA
Tasso di interesse i	%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Durata anni n	n°	15	15	8	8	8
Numero annuo di rate	n°	1	1	1	1	1
Rata di ammortamento r		0,0963	0,0963	0,1547	0,1547	0,1547
Costo d'investimento	€	6.200,00	350.000,00			
Rata annua	€/a	597,32	33.719,80	0,00	0,00	0,00
		34.317,12				

ALLEGATO C

C.1 Alternativa impianto di fitodepurazione – Alternativa filtrazione a carbone - Valutazione dell'investimento

ALTERNATIVA IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE - ALTERNATIVA IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE - VALUTAZIONE DELL'INVESTIMENTO

P	Descrizione	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Tasso di sconto r %		**3,99**				Tasso d'interesse bancario medio sui prestiti a medio e lungo termine alle imprese (Maggio 2009)																			
	Fattore di attualizzazione	1,000	0,962	0,925	0,889	0,855	0,822	0,791	0,760	0,731	0,703	0,676	0,650	0,625	0,601	0,578	0,556	0,535	0,514	0,494	0,476	0,457	0,440	0,423	0,407	0,391

IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE

INVESTIMENTI - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Impianto fitodepurazione	9.375.000,00																								
	Totale Investimenti	**9.375.000,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Totale Investimenti Attualizzato	**9.375.000,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

RECUPERO DI CAPITALE - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Totale Recupero di Capitale	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Totale Recupero di Capitale Attualizzato	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

FLUSSO DI CASSA OPERATIVO - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Energia elettrica		14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50	14.563,50
2	Smaltimento biomassa		62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00	62.920,00
3	Manutenzione e conduzione interna		54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00
4	Manutenzione esterna		108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90	108.264,90
	Totale Flusso di Cassa Operativo	**0,00**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**	**239.768,40**
	Totale Flusso di Cassa Operativo Attualizzato	**0,00**	**230.568,71**	**221.722,00**	**213.214,73**	**205.033,88**	**197.166,92**	**189.601,81**	**182.326,96**	**175.331,25**	**168.603,95**	**162.134,77**	**155.913,81**	**149.931,54**	**144.178,81**	**138.646,80**	**133.327,05**	**128.211,42**	**123.292,06**	**118.561,46**	**114.012,37**	**109.637,82**	**105.431,12**	**101.385,82**	**97.495,74**	**93.754,92**
	Costo Attuale Netto Progressivo - €	**9.375.000,00**	**9.605.568,71**	**9.827.290,71**	**10.040.505,44**	**10.245.539,32**	**10.442.706,24**	**10.632.308,05**	**10.814.635,02**	**10.989.966,26**	**11.158.570,21**	**11.320.704,98**	**11.476.618,79**	**11.626.550,33**	**11.770.729,14**	**11.909.375,94**	**12.042.702,99**	**12.170.914,41**	**12.294.206,47**	**12.412.767,93**	**12.526.780,29**	**12.636.418,11**	**12.741.849,23**	**12.843.235,05**	**12.940.730,79**	**13.034.485,71**

COSTO ATTUALE NETTO - € **13.034.485,71**

IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE

INVESTIMENTI - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Impianto filtrazione a carbone	2.662.100,00																								
	Totale Investimenti	**2.662.100,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Totale Investimenti Attualizzato	**2.662.100,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

RECUPERO DI CAPITALE - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Totale Recupero di Capitale	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Totale Recupero di Capitale Attualizzato	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

FLUSSO DI CASSA OPERATIVO - €

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Energia elettrica		26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03	26.414,03
5	Rigenerazione carbone attivo		250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71	250.285,71
6	Trattamento acque di controlavaggio		43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00	43.800,00
3	Manutenzione e conduzione interna		54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00	54.020,00
4	Manutenzione esterna		51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00	51.250,00
	Totale Flusso di Cassa Operativo	**0,00**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**	**425.769,74**
	Totale Flusso di Cassa Operativo Attualizzato	**0,00**	**409.433,35**	**393.723,77**	**378.616,96**	**364.089,77**	**350.119,99**	**336.686,21**	**323.767,87**	**311.345,20**	**299.399,17**	**287.911,50**	**276.864,60**	**266.241,56**	**256.026,12**	**246.202,64**	**236.756,07**	**227.671,96**	**218.936,40**	**210.536,01**	**202.457,94**	**194.689,81**	**187.219,75**	**180.036,30**	**173.128,47**	**166.485,69**
	Costo Attuale Netto Progressivo - €	**2.662.100,00**	**3.071.533,35**	**3.465.257,13**	**3.843.874,08**	**4.207.963,86**	**4.558.083,84**	**4.894.770,05**	**5.218.537,92**	**5.529.883,12**	**5.829.282,29**	**6.117.193,79**	**6.394.058,39**	**6.660.299,95**	**6.916.326,08**	**7.162.528,71**	**7.399.284,78**	**7.626.956,74**	**7.845.893,14**	**8.056.429,15**	**8.258.887,08**	**8.453.576,90**	**8.640.796,64**	**8.820.832,94**	**8.993.961,41**	**9.160.447,11**

COSTO ATTUALE NETTO - € **9.160.447,11**

CALCOLO VAN

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Valore Attuale Netto Progressivo - €	**6.712.900,00**	**6.534.035,35**	**6.362.033,58**	**6.196.631,36**	**6.037.575,47**	**5.884.622,40**	**5.737.538,00**	**5.596.097,09**	**5.460.083,14**	**5.329.287,92**	**5.203.511,19**	**5.082.560,40**	**4.966.250,38**	**4.854.403,06**	**4.746.847,23**	**4.643.418,21**	**4.543.957,67**	**4.448.313,33**	**4.356.338,78**	**4.267.893,21**	**4.182.841,21**	**4.101.052,58**	**4.022.402,11**	**3.946.769,38**	**3.874.038,60**

VALORE ATTUALE NETTO - € **3.874.038,60**

CALCOLO TASSO INTERNO DI RENDIMENTO

Tasso Interno di Rendimento TIR % non applicabile - VAN>0 sempre

ALTERNATIVA IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE - ALTERNATIVA IMPIANTO DI FILTRAZIONE A CARBONE - VALUTAZIONE DELL'INVESTIMENTO

P	Descrizione	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ANALISI SENSITIVITA'

		A	B	C	D
Incremento % costo Energia Elettrica	P = 1	0,00	20,00	0,00	20,00
Incremento % costo rigenerazione carbone	P = 5	0,00	0,00	20,00	20,00

Tasso di sconto r1 — 3,99 — Tasso d'interesse bancario medio sui prestiti a medio e lungo termine alle imprese (Maggio 2009)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Valore Attuale Netto Progressivo - € - A	6.712.900,00	6.534.035,35	6.362.033,58	6.196.631,36	6.037.575,47	5.884.622,40	5.737.538,00	5.596.097,09	5.460.083,14	5.329.287,92	5.203.511,19	5.082.560,40	4.966.250,38	4.854.403,06	4.746.847,23	4.643.418,21	4.543.957,67	4.448.313,33	4.356.338,78	4.267.893,21	4.182.841,21	4.101.052,58	4.022.402,11	3.946.769,38	3.874.038,60
Valore Attuale Netto Progressivo - € - B	6.712.900,00	6.531.756,19	6.357.562,70	6.190.052,85	6.028.970,20	5.874.068,15	5.725.109,54	5.581.866,33	5.444.119,24	5.311.657,37	5.184.277,94	5.061.785,94	4.943.993,85	4.830.721,33	4.721.794,98	4.617.048,02	4.516.320,11	4.419.457,04	4.326.310,51	4.236.737,93	4.150.602,16	4.067.771,35	3.988.118,68	3.911.522,20	3.837.864,66
Valore Attuale Netto Progressivo - € - C	6.712.900,00	6.485.898,86	6.267.607,54	6.057.691,86	5.855.830,45	5.661.714,28	5.475.046,16	5.295.540,32	5.122.921,96	4.956.926,81	4.797.300,73	4.643.799,36	4.496.187,70	4.354.239,76	4.217.738,23	4.086.474,13	3.960.246,52	3.838.862,15	3.722.135,18	3.609.886,92	3.501.945,51	3.398.145,72	3.298.328,64	3.202.341,44	3.110.037,18
Valore Attuale Netto Progressivo - € - D	6.712.900,00	6.483.619,69	6.263.136,66	6.051.113,35	5.847.225,19	5.651.160,02	5.462.617,70	5.281.309,56	5.106.958,06	4.939.296,25	4.778.067,48	4.623.024,91	4.473.931,17	4.330.558,03	4.192.685,97	4.060.103,95	3.932.608,97	3.810.005,85	3.692.106,91	3.578.731,63	3.469.706,46	3.364.864,49	3.264.045,21	3.167.094,26	3.073.863,24
VALORE ATTUALE NETTO r1 - €						3.874.038,60				3.837.864,66				3.110.037,18				3.073.863,24							

Tasso di sconto r2 — 4,77 — Tasso fisso nominale annuo pet mutui trentennali della Cassa depositi e Prestiti (28 Agosto 2009)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Valore Attuale Netto Progressivo - € - A	6.712.900,00	6.535.366,98	6.365.916,74	6.204.181,28	6.049.809,36	5.902.465,73	5.761.830,41	5.627.597,97	5.499.476,91	5.377.188,99	5.260.468,62	5.149.062,33	5.042.728,19	4.941.235,25	4.844.363,12	4.751.901,41	4.663.649,33	4.579.415,21	4.499.016,13	4.422.277,48	4.349.032,61	4.279.122,46	4.212.395,19	4.148.705,91	4.087.916,29
Valore Attuale Netto Progressivo - € - B	6.712.900,00	6.533.104,78	6.361.495,34	6.197.698,98	6.041.359,99	5.892.138,85	5.749.711,49	5.613.768,61	5.484.014,98	5.360.168,81	5.241.961,14	5.129.135,27	5.021.446,17	4.918.659,97	4.820.553,46	4.726.913,56	4.637.536,93	4.552.229,47	4.470.805,91	4.393.089,42	4.318.911,24	4.248.110,26	4.180.532,73	4.116.031,89	4.054.467,67
Valore Attuale Netto Progressivo - € - C	6.712.900,00	6.487.588,85	6.272.535,74	6.067.273,64	5.871.356,76	5.684.359,65	5.505.876,20	5.335.518,80	5.172.917,48	5.017.719,12	4.869.586,68	4.728.198,46	4.593.247,41	4.464.440,44	4.341.497,84	4.224.152,60	4.112.149,90	4.005.246,49	3.903.210,20	3.805.819,46	3.712.862,75	3.624.138,20	3.539.453,13	3.458.623,63	3.381.474,16
Valore Attuale Netto Progressivo - € - D	6.712.900,00	6.485.326,66	6.268.114,34	6.060.791,33	5.862.907,39	5.674.032,77	5.493.757,28	5.321.689,44	5.157.455,55	5.000.698,94	4.851.079,21	4.708.271,40	4.571.965,39	4.441.865,16	4.317.688,17	4.199.164,75	4.086.037,50	3.978.060,75	3.874.999,99	3.776.631,41	3.682.741,38	3.593.126,01	3.507.590,67	3.425.949,62	3.348.025,54
VALORE ATTUALE NETTO r2 - €						4.087.916,29				4.054.467,67				3.381.474,16				3.348.025,54							

Tasso di sconto r3 — 5,27 — Rendimento lordo dei titoli di Stato - BTP trentennali (31 Maggio 2009)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Valore Attuale Netto Progressivo - € - A	6.712.900,00	6.536.213,56	6.368.375,55	6.208.942,83	6.057.494,47	5.913.630,61	5.776.971,42	5.647.156,10	5.523.841,90	5.406.703,25	5.295.430,88	5.189.731,00	5.089.324,56	4.993.946,45	4.903.344,85	4.817.280,57	4.735.526,36	4.657.866,39	4.584.095,62	4.514.019,27	4.447.452,33	4.384.219,04	4.324.152,47	4.267.094,02	4.212.893,04
Valore Attuale Netto Progressivo - € - B	6.712.900,00	6.533.962,15	6.363.985,48	6.202.521,20	6.049.143,02	5.903.445,99	5.765.045,43	5.633.575,95	5.508.690,43	5.390.059,15	5.277.368,90	5.170.322,16	5.068.636,29	4.972.042,83	4.880.286,76	4.793.125,80	4.710.329,85	4.631.680,31	4.556.969,52	4.486.000,22	4.418.585,06	4.354.546,03	4.293.714,07	4.235.928,55	4.181.036,93
Valore Attuale Netto Progressivo - € - C	6.712.900,00	6.488.663,27	6.275.656,28	6.073.316,63	5.881.110,10	5.698.529,25	5.525.092,00	5.360.340,45	5.203.839,63	5.055.176,34	4.913.958,07	4.779.811,98	4.652.383,91	4.531.337,40	4.416.352,88	4.307.126,76	4.203.370,66	4.104.810,65	4.011.186,50	3.922.251,03	3.837.769,43	3.757.518,65	3.681.286,81	3.608.872,64	3.540.084,97
Valore Attuale Netto Progressivo - € - D	6.712.900,00	6.486.411,86	6.271.266,20	6.066.895,00	5.872.758,66	5.688.344,63	5.513.166,01	5.346.760,30	5.188.688,16	5.038.532,24	4.895.896,09	4.760.403,14	4.631.695,64	4.509.433,79	4.393.294,79	4.282.972,00	4.178.174,15	4.078.624,56	3.984.060,40	3.894.231,98	3.808.902,16	3.727.845,63	3.650.848,40	3.577.707,18	3.508.228,85
VALORE ATTUALE NETTO r3 - €						4.212.893,04				4.181.036,93				3.540.084,97				3.508.228,85							