

**FITODEPURAZIONE IN QUOTA, L'IMPIANTO DI SALIETO**  
*(Villanova di Borca di Cadore -Belluno)*

relatore: **Dott. Marco Zanetti**

BIOPROGRAMM s.c.r.l. Sede amministrativa: via Aldo Moro, 137 31043 Fontanelle (TV)  
Tel. 0422/809171 Fax 0422/809169 e-mail r.loro@oderzo.nettuno.it

Il problema degli scarichi è gravoso, soprattutto per i comuni di montagna dove le risorse economiche spesso scarseggiano. Sia come singole municipalità che come Comunità Montana stiamo cercando le opportune soluzioni nel territorio della Valle del Boite.

Il problema dell'inquinamento del torrente Boite, da me già messo in luce con i monitoraggi operati per conto dell'Amministrazione Provinciale di Belluno, è stato a fondo studiato nell'ambito del progetto "Piano di bacino del torrente Boite atto al risanamento qualitativo ed al ripristino delle sue condizioni naturali", realizzato dalla Comunità Montana della Valle del Boite. In attuazione a questo piano si è proceduto alla realizzazione di un fitodepuratore in località Saliato a Villanova di Borca di Cadore, con un cofinanziamento della Regione Veneto.

Tale impianto è stato progettato dalla ditta Ind.Eco. s.a. di Parma per la parte biologica e dall'ing. Paolo Rui per la parte idraulica ed ingegneristica e rappresenta attualmente una soluzione ripetibile su tutti i comuni del comprensorio, soprattutto in base alla positiva valutazione cost-benefit.

La scelta del tipo di depuratore era già stata fatta nell'ambito del piano succitato perché teneva conto dei seguenti fattori:

- impatto ambientale e paesaggistico della tipologia impiantistica. Questo aspetto è particolarmente importante poiché questa zona ha una spiccata vocazione turistica. In questo caso, quindi, il patrimonio ambientale e la ricchezza economica formano un binomio inscindibile, dal momento che l'attività turistica è sempre legata alla possibilità di fruire di un ambiente non degradato;
- notevoli variazioni stagionali e mensili del numero di abitanti, che danno luogo a forti escursioni settimanali e stagionali dei carichi idraulici e organici in arrivo all'impianto di depurazione. A Villanova infatti le presenze turistiche sono rilevanti soprattutto nei mesi estivi (luglio-agosto) e nei mesi invernali (dicembre-gennaio-febbraio);
- sistema di fognatura. Essendo il sistema di fognatura di tipo unitario, il carico idraulico risulta elevato e piuttosto diluito nei periodi di forti precipitazioni e dello scioglimento delle nevi;
- condizioni climatiche piuttosto rigide nei mesi invernali;
- natura e vocazione del corpo recettore. La natura e la vocazione d'uso del torrente Boite vincolano fortemente le modalità di scarico dell'impianto di depurazione al raggiungimento di standard di qualità elevati: ciò è imposto dalle normative nazionali e regionali, oltre che dalle esigenze del turismo stesso che richiede l'utilizzo dei corsi d'acqua per attività ricreative o produttive;
- consistenza organizzativa e finanziaria della municipalità. Al momento della scelta impiantistica, oltre al costo di costruzione bisogna considerare nel bilancio costi-benefici anche il costo annuo di gestione. Molto spesso infatti la mancanza di risorse economiche e/o di personale competente per la gestione di un impianto di depurazione comporta il mancato raggiungimento delle rese depurative prefissate. Soprattutto per le piccole comunità occorre quindi prediligere soluzioni di massima economicità e semplicità realizzativa e di esercizio.

I piccoli impianti di depurazione tradizionali non possono soddisfare contemporaneamente tutte le esigenze sopra esposte. Essi infatti non riescono a mantenere rese depurative elevate e costanti quando i carichi organici ed idraulici sono molto variabili nel corso dell'anno; generalmente sono poco efficienti per l'abbattimento della carica microbica. Inoltre negli impianti tradizionali, condizioni climatiche rigide non solo possono influenzare negativamente i rendimenti depurativi, ma possono rappresentare un elemento di disturbo per il corretto funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche. Temperature molto basse in inverno sono controindicate anche per impianti a flusso verticale o a scorrimento superficiale.

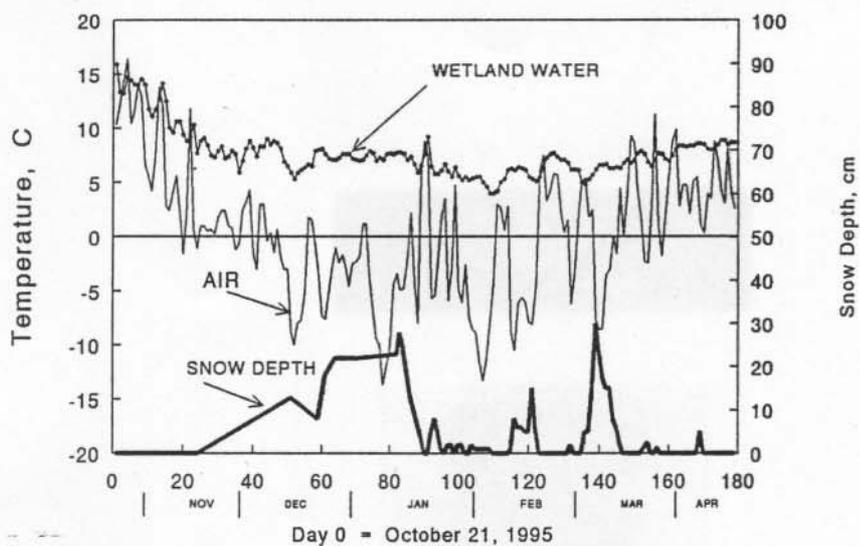
Pertanto, in relazione alle caratteristiche climatiche e territoriali ed al tipo di reffluo da trattare, è stato scelto un sistema di fitodepurazione a flusso orizzontale subsuperficiale (HSF), ritenuto più efficace ed agevole da gestire per i reflui di Villanova, che inoltre mantiene rese depurative elevate anche di fronte a forti variazioni di carico idraulico ed organico e durante i periodi con basse temperature.

Il funzionamento dell'impianto non prevede l'utilizzo di energia elettrica e quindi non sono previste linee aeree di alimentazione della stessa. Non ci sono inoltre costruzioni fuori terra. L'impatto ambientale e paesaggistico è pertanto minimo ed i costi di gestione sono limitati, poiché il consumo energetico è nullo e la manutenzione può essere effettuata anche da personale non specializzato.

Ricordiamo inoltre che la scelta di realizzare piccoli impianti di fitodepurazione in alternativa al collettamento di tanti piccoli centri abitati ad un unico grande impianto è preferibile anche in un'ottica più generale di risanamento territoriale, poiché consente un rapporto più corretto fra carichi inquinanti sversati e capacità portante dei corpi recettori e risponde maggiormente alle esigenze di conservazionismo delle risorse idriche, che in questo modo vengono restituite all'ambiente subito dopo l'uso.

Il problema che mi è stato posto più volte durante l'iter amministrativo era legato all'effettivo funzionamento dell'impianto durante i mesi invernali, quando mediamente il sito viene ricoperto da un abbondante manto nevoso.

Numerose esperienze in Austria e Slovenia confortavano la teoria di un buon funzionamento anche nei mesi più rigidi, ma scientificamente la risposta è data da uno studio condotto a Minoa (NY) - USA dai ricercatori Scherwood C. e Reed P.E. di cui riporto in calce il grafico riassuntivo.



Da quest'ultimo si evince come, nonostante le temperature minime dell'aria raggiungano anche i  $-13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la temperatura dell'acqua non scenda mai al di sotto dei  $4^{\circ}\text{C}$ .

Villanova di Borca di Cadore è un piccolo centro abitato situato a 1000 m s.l.m. con un sistema di fognature di tipo misto.

Prima della costruzione dell'impianto i reflui non depurati venivano immessi direttamente nel vicino torrente Boite senza alcun trattamento. L'area interessata dall'impianto ha una superficie di circa  $4.700\text{ m}^2$  e si trova sulla sponda destra del torrente.



## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

I parametri di base utilizzati per il dimensionamento dell'impianto di fitodepurazione di Villanova sono i seguenti:

- a) abitanti equivalenti (ab.eq.) da trattare;
- b) carico organico espresso come  $g \text{ BOD}_5/\text{ab.eq. giorno}$  ( $g \text{ BOD}_5/\text{die}$ );
- c) carico idraulico espresso come metri cubi/giorno ( $\text{m}^3/\text{die}$ ).

Le informazioni sono state raccolte nel seguente modo:

- a) *Gli uffici del Comune hanno fornito il numero massimo di presenze nel periodo estivo ed invernale che, in concomitanza con la massima presenza turistica, è di circa 500-600 ab.eq., mentre nella parte rimanente dell'anno la popolazione è limitata a circa 50-100 unità. Occasionalmente, per periodi brevi, si può raggiungere anche un numero di presenze maggiore di 700.*

*Poichè il numero di abitanti equivalenti di progetto ha una dipendenza diretta con il costo dell'opera e il sistema di depurazione adottato possiede un'intrinseca flessibilità che permette di adattarlo alle reali esigenze d'utenza, si è optato per un dimensionamento per 600 ab.eq., che corrisponde all'attuale capacità insediativa di Villanova.*

- b) *Per quanto riguarda il carico organico specifico, non essendo disponibili dati reali di concentrazione del  $\text{BOD}_5$  in ingresso o in uscita della fognatura, si è stabilito di utilizzare i dati forniti dalla bibliografia. Si è pertanto ipotizzata una concentrazione di  $\text{BOD}_5$  in ingresso alla Imhoff dovuta all'apporto di acque nere pari a circa  $70 \text{ g/ab.eq. giorno}$ .*

*La fognatura esistente è di tipo unitario e nella progettazione dell'impianto è stato considerato anche l'eventuale apporto di sostanze inquinanti dilavate dalle acque piovane.*

- c) *le portate di progetto sono state calcolate sulla base dei seguenti dati:*

*dotazione idrica =  $250 \text{ l/ab.eq.}$*

*coefficiente di afflusso in fognatura =  $0.8$*

*coefficiente di punta =  $24/10 = 2.4$*

*Ipotizzando un consumo medio di acqua per abitante equivalente di  $250 \text{ l/die}$  ed un coefficiente di afflusso in fognatura di  $0.8$ , si ottiene un apporto medio giornaliero pro capite di  $200 \text{ l/ab.eq.}$*

*Ammettendo una popolazione, comprensiva dei villeggianti, di  $600 \text{ ab.eq.}$  si ottiene una portata nera media giornaliera ( $q_m$ ) in fognatura di:*

$$q_m = 200 \times 600 = 120000 \text{ l/die} = 120 \text{ m}^3/\text{die}$$

Dopo aver confrontato i dati relativi alle precipitazioni della zona con quelli delle fluttuazioni della popolazione, è stato effettuato il dimensionamento dell'impianto per raggiungere risultati depurativi soddisfacenti, sulla base delle seguenti considerazioni:

- *aumento delle portate miste intercettate corrisponde anche ad un aumento del coefficiente di diluizione del carico inquinante;*
- *e portate nere massime si verificano nei periodi di luglio-agosto, dicembre-gennaio;*
- *le portate massime provenienti da acque meteoriche si concentrano nei periodi tardo primaverili e autunnali.*

Inoltre sono state fatte ulteriori considerazioni riguardanti gli impatti del carico residuo dell'impianto di fitodepurazione sul corpo recettore: il torrente Boite.

## CARATTERISTICHE GENERALI

A monte del sistema di fitodepurazione sono state installate due fosse Imhoff che costituiscono una premessa indispensabile per il funzionamento e l'efficacia depurativa dell'impianto di fitodepurazione. Una Imhoff è stata dimensionata per 100 ab.eq, l'altra per 500 ab.eq.

In previsione di variazioni considerevoli dei carichi idraulici ed organici da trattare è stato predisposto un sistema, a monte del trattamento depurativo, che consente, durante i periodi di minori presenze e di ridotti apporti di acque bianche, di utilizzare solo la prima fossa Imhoff, dimensionata appunto sulla base delle presenze minime di Villanova.

L'impianto di fitodepurazione è a flusso subsuperficiale orizzontale ed è costituito da **3 stadi** con bacini scavati nel terreno, impermeabilizzati con materiale sintetico per impedire infiltrazioni nel sottosuolo e riempiti con il medium di crescita della vegetazione, scelto opportunamente in base anche agli obiettivi di depurazione prefissati.

Il refluo da trattare viene immesso mediante un tubo forato posto trasversalmente in testa alla vasca allo scopo di assicurarne una uniforme distribuzione nella sezione trasversale del letto.

Il materiale inerte utilizzato per il riempimento delle vasche è stato testato per verificare la conducibilità idraulica  $K_s$  (m/sec) e la porosità  $n$  (volume vuoti/volume totale).

Il sistema di regolazione dell'altezza del refluo all'interno delle vasche consiste in un tubo a gomito di altezza regolabile installato in un pozzetto all'uscita delle vasche.

Tra l'ingresso e l'uscita delle vasche la pendenza massima è  **$S = 0,5\%$** .

Per l'impianto di Villanova la profondità dei letti è stata definita anche sulla base delle rigide temperature invernali e quindi per evitare che i processi depurativi vengano in qualche modo alterati durante l'inverno. La profondità indicata per ciascuna vasca è riferita allo spessore del medium all'inizio delle vasche.

Anche in questo caso la determinazione dell'area superficiale è stata fatta ipotizzando che il sistema funzioni come un reattore plug-flow con cinetiche di primo ordine.

Le vasche hanno una forma trapezoidale e la superficie calcolata è riferita all'area maggiore superiore.

Il tempo teorico di residenza complessivo del liquame, dato dal volume effettivo in rapporto alla portata, è di circa 4 giorni nel caso di massimo carico idraulico.

Le essenze vegetali scelte per la coltivazione delle vasche sono *Carex sp.* e *Phragmites sp.*.

I rizomi, prelevati in ambienti naturali e con almeno 3 nodi, sono stati posati nei letti ad una profondità di circa 20-30 cm dalla superficie, con una densità di 4-5 per metro quadrato. La piantumazione è stata effettuata in giugno.

## CARATTERISTICHE DEI DIVERSI STADI

### Primo stadio: letto di filtrazione

Questo stadio consiste di un'unica vasca, di circa **518.5 m<sup>2</sup>**, costruita allo scopo di favorire principalmente la filtrazione e l'adsorbimento dei solidi sospesi totali e iniziare la decomposizione degli inquinanti organici.

All'interno di questa vasca di fitodepurazione è stata effettuata la piantumazione di 4-5 rizomi per m<sup>2</sup> di *Carex sp.*.

### Secondo stadio: n. 3 letti di purificazione

Questo stadio consiste di tre vasche in parallelo, di circa **275.4 m<sup>2</sup> ciascuna**, ognuna delle quali dimensionata per trattare 1/3 del carico idraulico ed organico affluente. Questo stadio è stato progettato per favorire i seguenti processi di rimozione degli inquinanti:

- decomposizione del materiale organico;
- adsorbimento, assorbimento, filtrazione e sedimentazione;
- rimozione dei nutrienti;
- rimozione dei microrganismi patogeni (coliformi totali e fecali, streptococchi fecali, *Escherichia coli*, ecc.);

All'interno di ciascuna vasca di questo secondo stadio è stata effettuata la piantumazione di 4-5 rizomi per m<sup>2</sup> di *Phragmites sp.*

### Terzo stadio: letto di finissaggio

Questo ultimo stadio consiste di un'unica vasca, di circa **353.5 m<sup>2</sup>**, costruita per il finissaggio del refluo proveniente dalle tre vasche del secondo stadio.

All'interno di questa vasca di fitodepurazione è stata effettuata la piantumazione di 4-5 rizomi per m<sup>2</sup> di *Carex sp.*.

## GESTIONE IDRAULICA

La gestione dell'impianto prevede il controllo delle portate in ingresso ed in uscita dalle vasche di fitodepurazione e del livello di saturazione del medium di riempimento.

Periodicamente viene effettuato un controllo dei tubi di distribuzione del liquame nelle vasche per verificare un'equa ripartizione attraverso la sezione trasversale dei letti. Per lo stesso motivo dovrà essere periodicamente pulito il ghiaione di ingresso delle vasche attraverso l'utilizzo degli appositi pozzetti che andranno utilizzati qualora si formino depositi di materiale all'inizio delle vasche che possano provocare la fuoriuscita del liquame in superficie o possano ostacolare l'ingresso uniforme del liquame nel medium più fine.

## GESTIONE DELLE ESSENZE VEGETALI

Nel corso dei primi due anni le essenze vegetali non devono essere sfalciate. Successivamente, nel periodo autunnale, potrà essere effettuato lo sfalcio, ma la biomassa vegetale tagliata non verrà rimossa e rimarrà come lettiera sulle vasche. Lo sfalcio dovrà essere effettuato ad un'altezza di circa 15 cm dalla superficie dei letti.

## COSTI DELL'IMPIANTO

REALIZZAZIONE: L. 215.000.000

PROGETTAZIONE: L. 40.000.000

TOTALE: L.265.000.000

## FUNZIONALITA' ATTUALE

Attualmente le essenze vegetali hanno quasi completamente attecchito, anche se il *Carex* è stato piantumato due volte, mentre molto meglio si è insediato il *Phragmites*.

I risultati delle analisi sono molto incoraggianti anche se evidenziano un problema legato all'alimentazione dell'impianto, in quanto le acque reflue appaiono a volte eccessivamente diluite.

La tabella che segue riporta i risultati delle analisi condotte nel periodo di ferragosto c.a., quindi con il massimo carico dell'impianto.

PARAMETRI	B O	C O	SOLIDI SOSP. (mg/l)	P TOT (mg/l)	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	N- NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	COLI FEC. (MPN/100ml)
PUNTO DI PRELIEVO	D <sub>5</sub> (mg/l)	D (mg/l)					
Ingresso Imhoff	70	157	11	1,4	16,5	<0,5	28*10 <sup>5</sup>
Uscita Imhoff	62	150	27	0,9	14,8	<0,5	20*10 <sup>5</sup>
Uscita 1° stadio	19	35	10	<0,5	9,4	<0,5	14600
Uscita 2° stadio	13	28	<5	<0,5	8,9	<0,5	5000
Uscita 3° stadio	<10	14	8	<0,5	5,3	<0,5	164
% abbattimento	>85%	91%	27%	64%	68%	=	>99,99%

Come si può vedere dalla tabella suesposta le percentuali di abbattimento sono molto incoraggianti, nonostante l'impianto non sia da considerarsi ancora a pieno regime di funzionalità.

Attualmente l'impianto è stato ceduto in gestione dalla Comunità Montana Valle del Boite al comune di Borca di Cadore. Quest'ultimo ha avviato uno studio di verifica sulla funzionalità della rete fognaria di tutto il territorio, con particolare riferimento alla zona di Villanova; ne è emerso che nella condotta fognaria che alimenta il fitodepuratore sono convogliate acque reflue da una fontana di paese ed addirittura di un piccolo corpo idrico. In aggiunta vi sono delle notevoli infiltrazioni nel tratto terminale che passa su una zona di sorgenti.

Sarà in atto tra breve quindi la diversione di queste acque e si prevede l'ampliamento del fitodepuratore, già predisposto in forma modulare per completare la depurazione dell'intera frazione di Villanova.

Anche gli altri comuni del comprensorio sull'esempio di quest'impianto stanno predisponendo dei progetti con l'utilizzo di queste tecniche di fitodepurazione.