



# **Impianto di fitodepurazione Trattamento reflui drenaggio dei fanghi di dragaggio del canale dei Navicelli - Pisa**

**Rocco Sturchio**

Navicelli Spa

## Indice

1. Inquadramento progetto
2. Studi e analisi
3. Descrizione progetto

## Inquadramento progetto

La manutenzione derivante da problemi di interrimento del Canale dei Navicelli si resa necessaria per garantire condizioni di sicurezza della navigazione per le imbarcazioni in costruzione presso i nuovi e numerosi Cantieri Navali insediati nell'area di sviluppo della Cantieristica dei Navicelli.

Si è proceduto secondo il seguente schema:

- caratterizzazione del materiale dragato nelle sue caratteristiche fisiche e chimiche; in particolare si sono definiti: natura – quantità – contenuto in umidità presunta – caratteristiche analitiche (chimiche e biologiche) delle acque di percolazione;
- analisi degli apporti meteorici sull'area di stoccaggio dei fanghi di dragaggio;
- tipologia di prelievo e tecniche di dragaggio e tempi medi di esecuzione dei lavori di dragaggio al fine di individuare i volumi e le portate dei contenuti liquidi potenzialmente interessati al rilascio nella fase di stoccaggio.

## Inquadramento progetto

Definiti i cosiddetti “dati di progetto” si è proceduto alla valutazione delle tecniche di trattamento disponibili nel rispetto di:

- normativa vigente;
- vincoli ambientali preesistenti;
- non invasività del progetto in considerazione della transitorietà dello stoccaggio;
- utilizzo di tecniche semplici ed adatte al contesto ambientale;
- utilizzo di tecniche economicamente sostenibili.

## Studi ed analisi

Le indagini analitiche eseguite sui fanghi a differente grado di maturazione, in funzione del tempo trascorso dal dragaggio e dall'accumulo in vasca, hanno mostrato che, a seguito dell'azione degli agenti atmosferici, dei microrganismi presenti nel terreno e della vegetazione spontanea che viene ad instaurarsi sulla vasca, si verifica una progressiva modificazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche del materiale stoccato, trasformandolo nel corso del tempo da "non recuperabile", ai sensi della normativa vigente, in "recuperabile";

È allo studio una sperimentazione, da realizzare sulla vasca e sui fanghi di dragaggio che verranno stoccati al suo interno, utile a guidare i futuri e necessari ulteriori interventi di trattamento dei fanghi di dragaggio che nel territorio non riguardano solo il Canale dei Navicelli, ma anche lo scolmatore al fine di permetterne la navigabilità ed il collegamento Arno-Navicelli attraverso l'incile.

## Studi ed analisi

***Parametri per i quali sono attesi i superamenti per i fanghi da dragare in relazione al D.M. 5/2/98, sia per i parametri ricercati sul materiale tal quale, sia sui relativi test di cessione.***

Area	Parametri			
	Cloruri (mg/l)	Solfati (mg/l)	Idrocarburi totali (mg/kg ss)	IPA (mg/kg ss)
<b>Tratto A</b>	X	X	X	X
<b>Tratto B</b>	X	X	X	X
<b>Tratto C</b>	X	X	X	-
<b>Tratto D</b>	X	X	-	-
<b>Vasca 7</b>	X	X	X	X

## Studi ed analisi

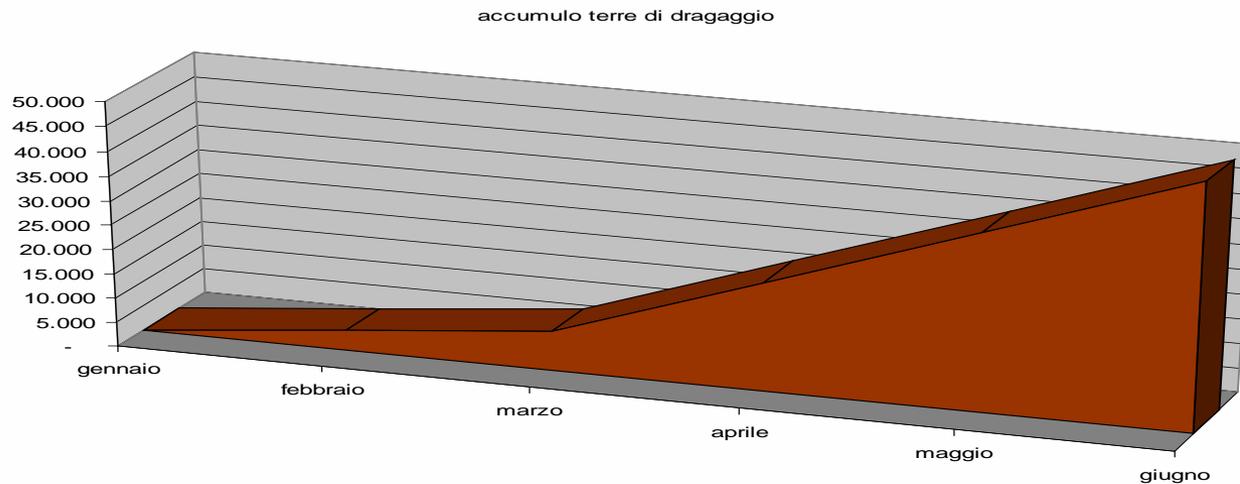
valori granulometrici attesi per i tratti A, B, C e D e quelli riscontrati per i fanghi contenuti nella vasca 7

Area	Valori in%		
	Ghiaia	Sabbia	Frazione < 63mm
A	<0,90	15 - 20	> 80
B	<0,25	30 - 35	> 65
C	1 - 8	10 - 30	> 60
D	0 - 7	19 - 52	40 - 80
Vasca 7	0,5 - 0,7	12 - 13	> 80



## Descrizione progetto

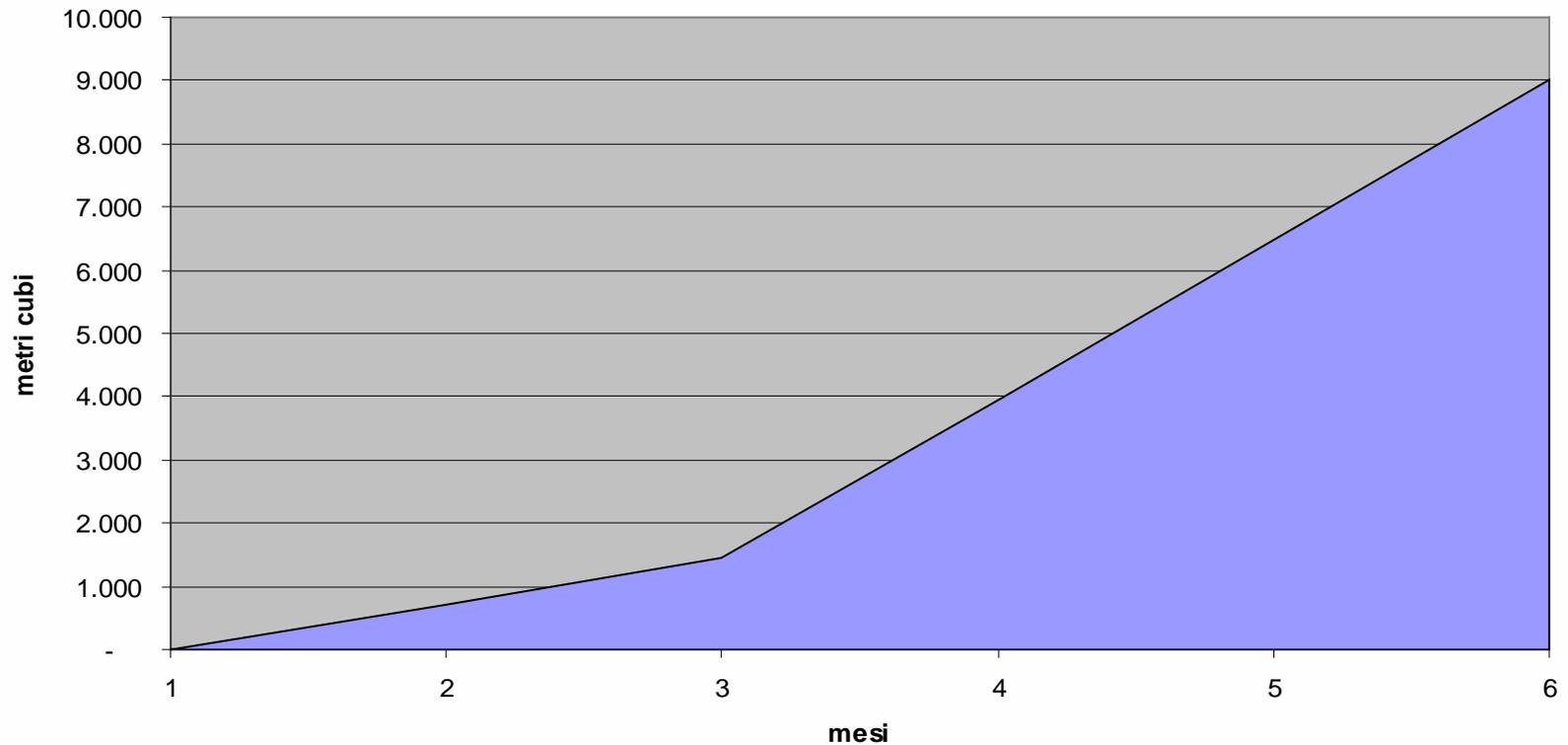
curva di accumulo del sedimento nelle vasche rispetto al tempo



## Descrizione progetto

curva di produzione di acqua di percolazione rispetto al tempo

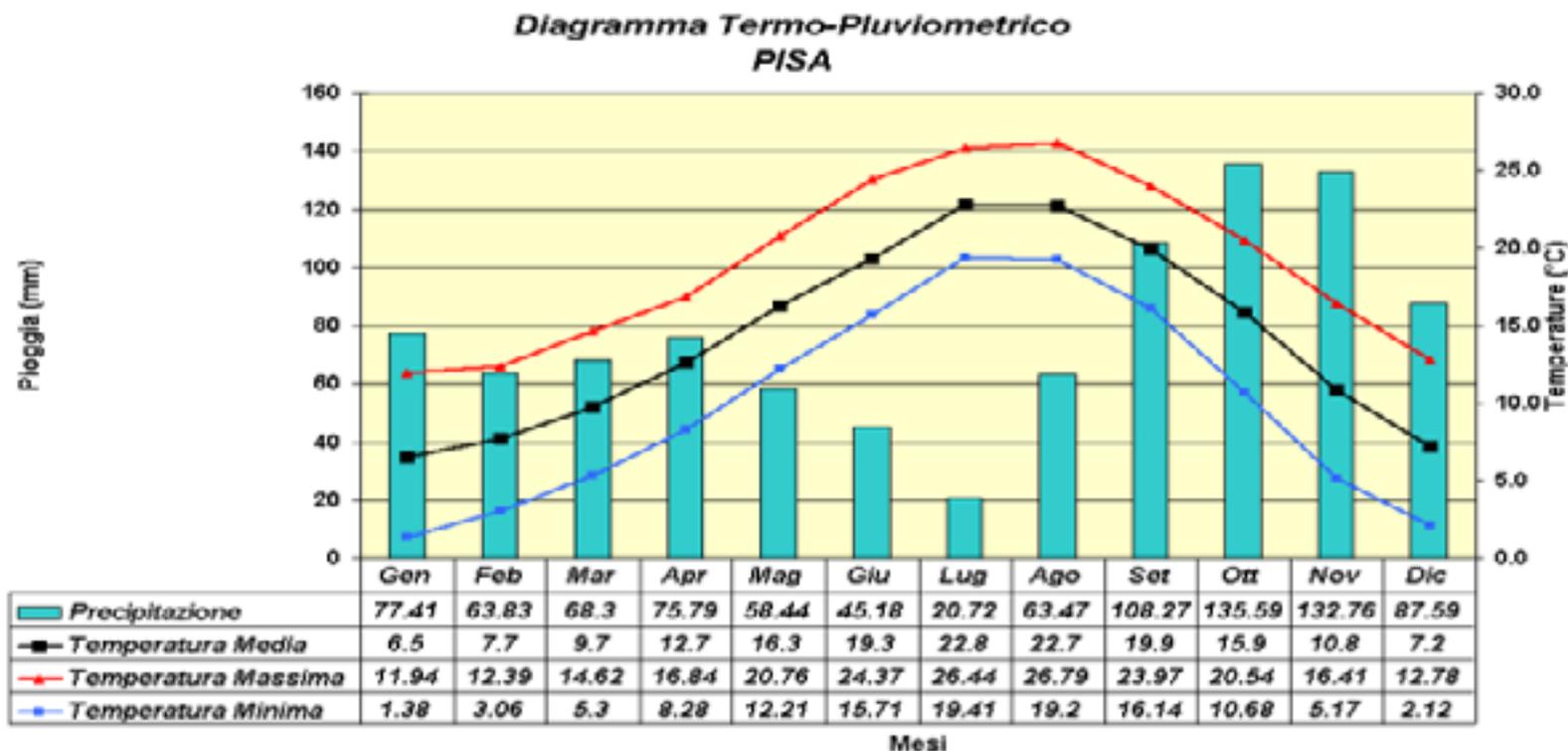
acqua di rilascio terre di dragaggio



## Descrizione progetto

### *Le acque meteoriche*

valori medi delle precipitazioni mensili nel periodo 1960-1991 per la stazione di Pisa dell'Aeronautica Militare.



## Descrizione progetto

utilizzando la formula di L. Turc viene calcolata l'evapotraspirazione reale:

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$P - E_r$$

dove:

evapotraspirazione reale annua in mm;

Precipitazione annua in mm;

con T temperatura media annua dell'aria in gradi Celsius.

I risultati ottenuti per la Stazione di Pisa sono i seguenti:

Precipitazione annua (mm) = 937.35

Evapotraspirazione reale (mm) 604.84

Pioggia netta (mm) = **332.51**

## Descrizione progetto

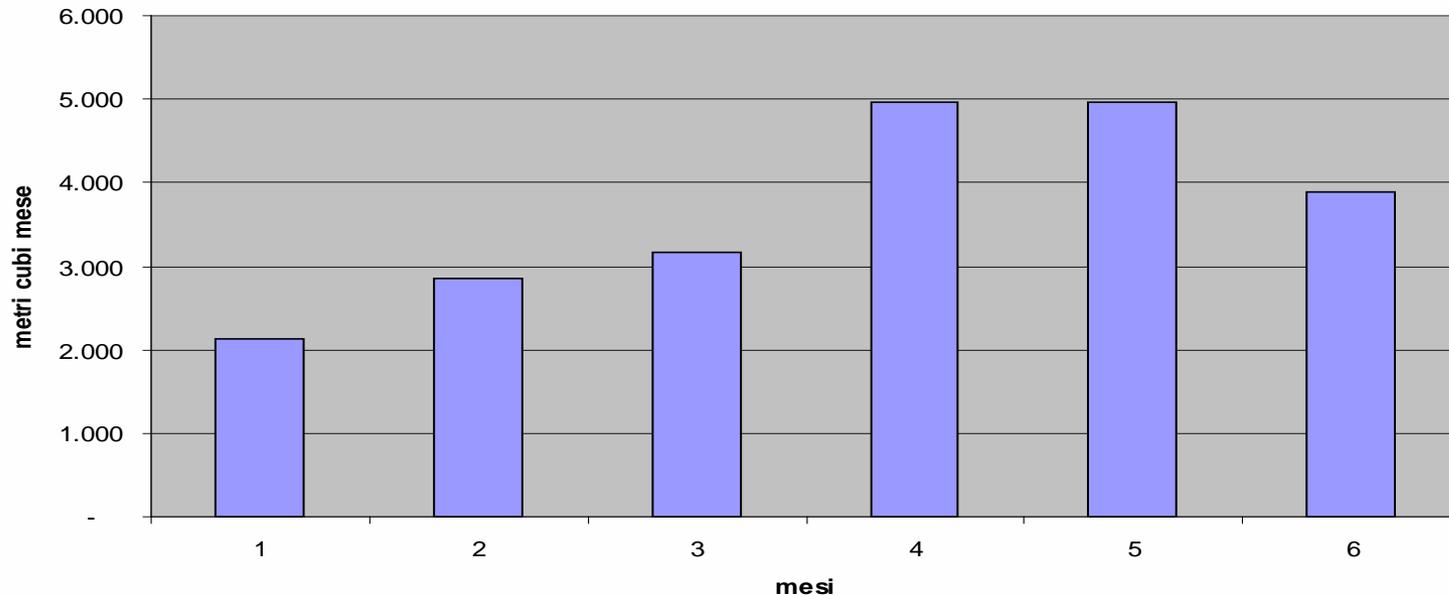
ipotesi:

gli eventi meteorici relativi alla stagione più sfavorevole sono associati al periodo di stoccaggio dei sedimenti nelle vasche;

l'acqua meteorica viene considerata priva di contenuti salini

curva di produzione di acque totali di rilascio come somma della curva di produzione acque di percolazione e acque dovute all'apporto meteorico

**volumi da trattare all'impianto fitodepurazione**



## Descrizione progetto

## Descrizione progetto

**metri cubi acqua da trattare media  
mese**

**mc/mese 3.668**

**mc/g 122,26**

**mc/h 5,09**

**l/s 1,42**

si ipotizza un trattamento limitato a 6 ore di pompaggio al  
giorno

**metri cubi acqua da trattare**

**mc/g 122,26**

**mc/h 20,38**

**l/s 5,66**



## Descrizione progetto

### Caratteristiche delle acque di drenaggio caratterizzazione media del refluo da avviare al trattamento

RIEPILOGO DATI ANALITICI ACQUE DI DRAGAGGIO (fonte analisi ECOLstudio marzo 2007 - su acqua interno vasca 1 e 2)

	parametro	acqua di drenaggio			acqua meteoriche	
		un mis	risultato	%	risultato	%
			<i>(dato più sfavorevole)</i>			
IPA	idrocarburi totali	mg/l	0,05	36%	0	64%
altri	PCB (poloclorobifenili)	mg/l	0,01	36%	0	64%
	cromo totale	mg/l	5	36%	0	64%
	mercurio	mg/l	2,75	36%	0	64%
metalli	nicel	mg/l	5	36%	0	64%
	piombo	mg/l	50	36%	0	64%
	cadmio	mg/l	0,6	36%	0	64%
	arsenico	mg/l	5	36%	0	64%
	BOD5 <sup>(1)</sup>	mg/l	10000	36%	10	64%
	COD <sup>(1)</sup>	mg/l	300000	36%	30	64%
	rame	mg/l	50	36%	0	64%
	zinco	mg/l	228	36%	0	64%
	cloruri	mg/l	2201	36%	0	64%
	solfati	mg/l	1100	36%	0	64%
	azoto totale <sup>(1)</sup>	mg/l	60	36%	2	64%
	fosforo totale <sup>(1)</sup>	mg/l	8	36%	0,2	64%



## Descrizione progetto

## RIEPILOGO DATI ANALITICI ACQUE DI DRAGAGGIO

parametro	un mis	parametro medio		parametri da trattare			
		risultato medio	valore limite	Se valori negativi			
				D.Lgs 152/06 parte III all5 tab.3 – tab.5			
idrocarburi totali	mg/l	0,0178	mg/l	0,005	mg/l	0,0128	idrocarburi totali
cromo totale	mg/l	1,7826	mg/l	2,00	mg/l	1998	cromo totale
mercurio	mg/l	0,9804	mg/l	5,00	mg/l	4,019	mercurio
nicel	mg/l	1,7826	mg/l	200,00	mg/l	198,21	nicel
piombo	mg/l	17,8258	mg/l	200,00	mg/l	182,17	piombo
cadmio	mg/l	0,2139	mg/l	20,00	mg/l	19,786	cadmio
arsenico	mg/l	1,7826	mg/l	500	mg/l	498,217	arsenico
BOD5 <sup>(1)</sup>	mg/l	3,571	mg/l	40,00	mg/l	36,428	BOD5 <sup>(1)</sup>
COD <sup>(1)</sup>	mg/l	106,974	mg/l	160,00	mg/l	53,026	COD <sup>(1)</sup>
rame	mg/l	17,8258	mg/l	100,00	mg/l	82,1742	rame
zinco	mg/l	81,2858	mg/l	500,00	mg/l	418,7142	zinco
cloruri	mg/l	784,6930	mg/l	1200,00	mg/l	415,3070	cloruri
solfati	mg/l	392,1682	mg/l	1000,00	mg/l	607,8318	solfati
azoto totale <sup>(1)</sup>	mg/l	22,6780	mg/l	10,00	mg/l	-12,6780	azoto totale <sup>(1)</sup>
fosforo totale <sup>(1)</sup>	mg/l	2,9808	mg/l	10,00	mg/l	7,019	fosforo totale <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> valore stimato da letteratura



## Descrizione progetto



## Descrizione progetto

Si propone di realizzare un impianto di trattamento di fitodepurazione con affinamento mediante filtrazione su carboni attivi.

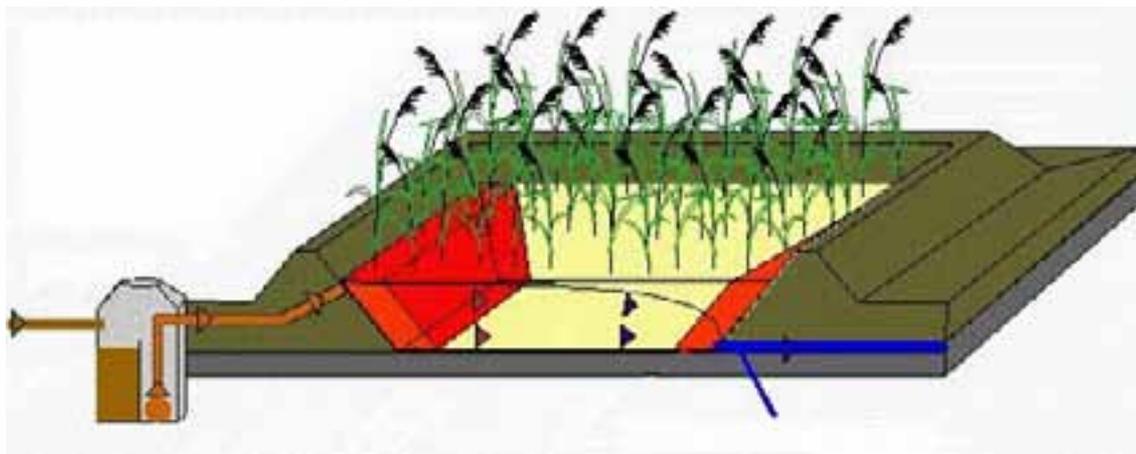
La fitodepurazione è un processo naturale di depurazione delle acque reflue che utilizza le piante come filtri biologici in grado di ridurre le sostanze inquinanti in esse presenti per azione diretta e/o per azione dei batteri che si sviluppano sui loro apparati radicali e rizomatosi o nell'ecosistema in cui vivono.

I trattamenti di fitodepurazione sfruttano la capacità di autodepurazione degli ambienti acquatici. In questi biotopi gli inquinanti vengono naturalmente rimossi attraverso processi fisici, chimici e biologici tra cui filtrazione, adsorbimento, assimilazione da parte degli organismi vegetali, degradazione batterica sono le maggiormente efficaci

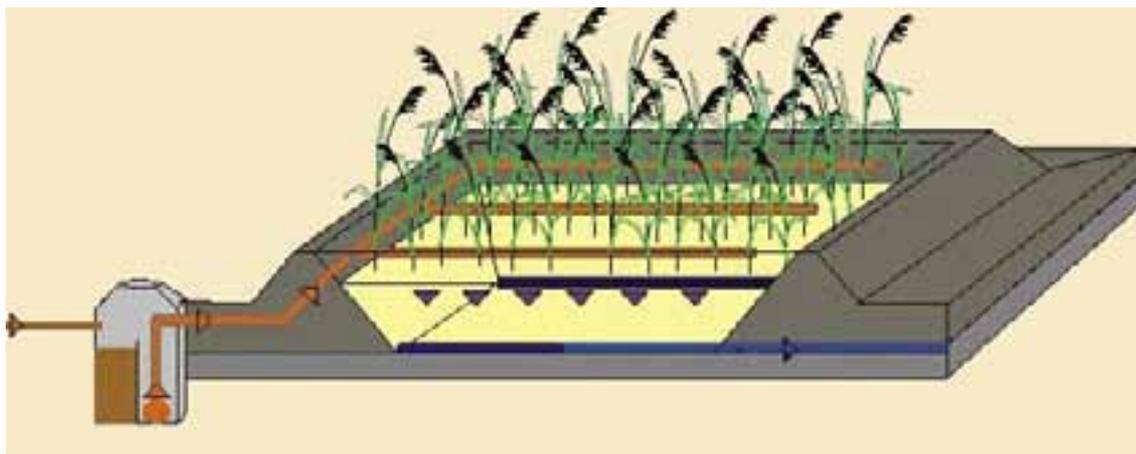
### Descrizione progetto

Nel caso in progetto abbiamo adottato un sistema combinato con primo stadio con sistemi a flusso sommerso verticale (su due linee) e secondo stadio con sistema a flusso sommerso orizzontale.

#### Sistemi a flusso sommerso orizzontale



#### Sistemi a flusso sommerso verticale





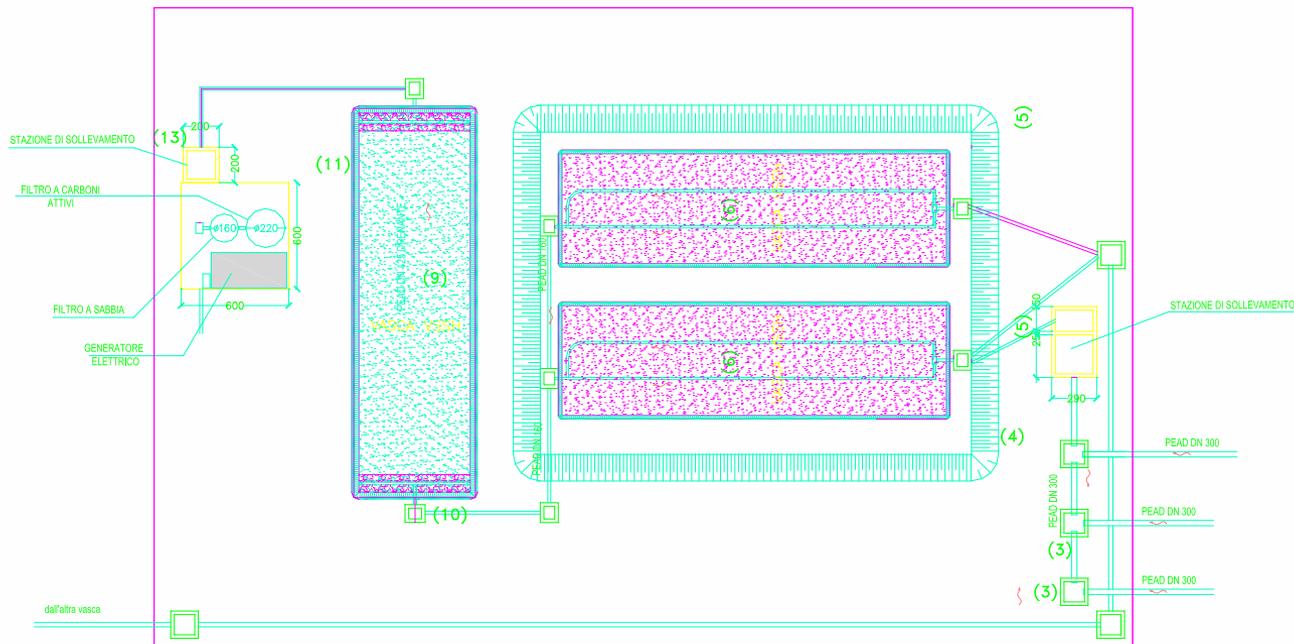
## Descrizione progetto

3 letti di fitodepurazione funzionanti in serie/parallelo di dimensioni ciascuno

altezza strato drenante	0,60		metri
larghezza	6,00		metri
lunghezza	20,00		metri
superficie totale	3 letti	360	m <sup>2</sup>
sezione trasversale	3 letti	10,80	m <sup>2</sup>



# Descrizione progetto





## Descrizione progetto

