



**BEST PRACTICE PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE E LA  
TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO:  
IL CONTRIBUTO DEI PROGETTI LIFE**

**20 OTTOBRE 2015, VENEZIA**



# Affinamento degli scarichi civili mediante microfitodepurazione

Università degli Studi di Genova  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale

Relatore

**Alessandro Alberto Casazza**

E-mail: [alessandro.casazza@unige.it](mailto:alessandro.casazza@unige.it)

Coordinatore Scientifico

**Mauro Rovatti**

E-mail: [rovatti@unige.it](mailto:rovatti@unige.it)





# ECO-sustainable Management of Water and wastewater in RUrAl communities

| Progetto                             |   |
|--------------------------------------|---|
| Titolo progetto                      | ECO-sustainable Management of Water and wastewater in RUrAl communities |
| Acronimo                             | ECOMAWARU   |
| Stato:                               | Italia  |
| Regione:                             | Liguria   |
| Data inizio progetto:                | 01/03/2010  |
| Data fine progetto :                 | 28/02/2013 --> 31/10/2013 *   |
|                                      | * <b>posticipo per eventi catastrofici</b>                              |
| Beneficiari                          |   |
| Nome coordinatore beneficiario (1):  | Comune di Varese Ligure (COVA)  |
| Nome del beneficiario associato (2): | Dipartimento di Ingegneria Chimica, Civile e Ambientale                 |
|                                      |   |
| Budget                               |   |
| Totale budget del progetto:          | 964772.0 €  |
| Totale costi elegibili del progetto: | 947022.0 €  |
| Contributo finanziario:              | 473.509 € (= 50 % of total eligible budget)                             |
|                                      |   |
| Settore                              |   |
|                                      | acqua   |



Varese  
Ligure

# Localizzazione

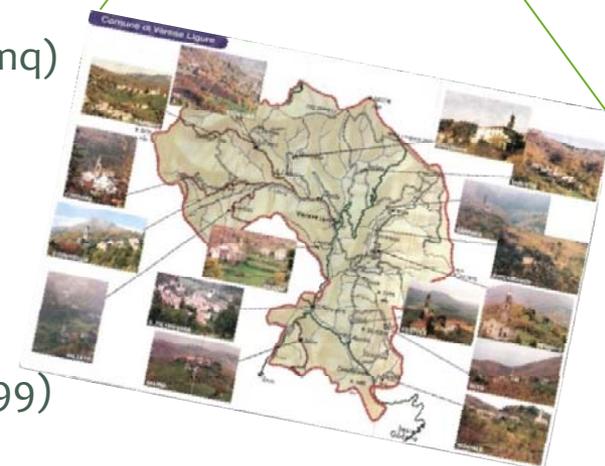
## Comune di Varese Ligure:

- ✓ estensione circa 140 kmq
- ✓ abitanti 2153
- ✓ centri principali: Varese Ligure (capoluogo 712 abitanti) e S. Pietro Vara (frazione 310 abitanti)
- ✓ densità abitativa 15 abitanti a kmq (Comune di Genova 2450 ab/kmq)



## Certificazioni :

- ✓ Bandiera arancione (dal '06)
- ✓ Certificazione EMAS - Eco Management and Audit Scheme (dal '99)





# Localizzazione

## Le principali attività del Comune di Varese Ligure in essere sono:

- ✓ **Agricoltura e Zootecnia** secondo l'approccio di coltivazione e allevamento biologico (Certificazione in conformità CEE n. 2092/91 e 1804/99)
- ✓ **Turismo** con incremento della popolazione nei mesi estivi da circa 2000 a 3000-3500 abitanti

***non esistono insediamenti industriali***

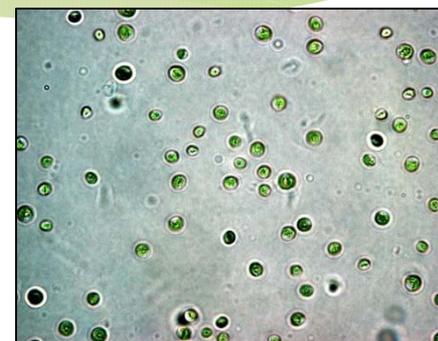




# Obiettivi del Progetto

1

Progettazione, realizzazione e conduzione di impianti prototipali a microfitodepurazione per affinare gli scarichi idrici -  
**Microfitodepurazione a microalghe**



2

Caratterizzazione delle acque di dilavamento - **Acque di prima pioggia** –  
su superfici impermeabilizzate del Comune

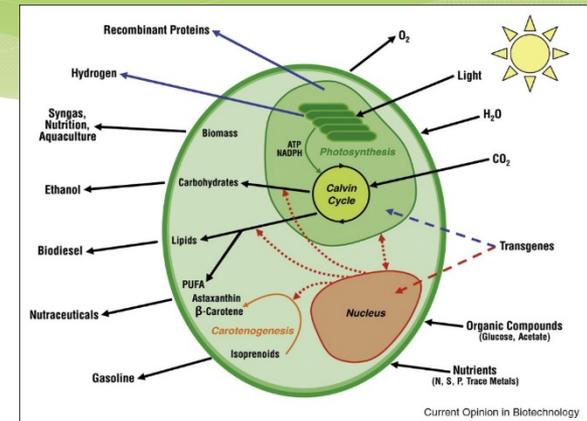
3

Implementazione di database georeferito delle reti di smaltimento delle acque meteoriche e reflue del territorio del Comune - **GIS**

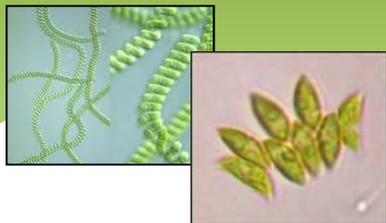
# Cosa sono le microalghe...

✓ In natura microalghe e cianobatteri, denominati un tempo alghe azzurre, sono i produttori primari nelle acque di una componente essenziale del “biofilm”

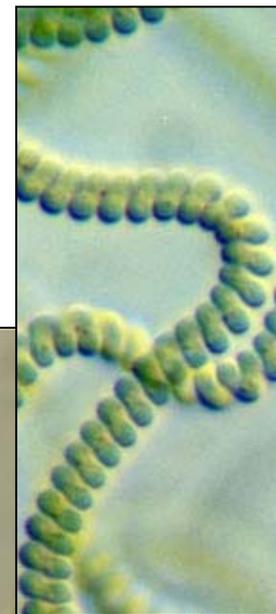
✓ Il loro habitat più favorevole è rappresentato da specchi d’acqua, sia dolce che di mare, salmastra o ipersalina dove costituiscono il fitoplancton e parte del fitobentos, ricoprendo il ruolo di anello primario nella catena trofica



# I vantaggi della fitodepurazione a microalghe



- ✓ eliminazione simultanea di azoto e fosforo per fotosintesi con produzione di biomassa algale
- ✓ le microalghe crescono molto più velocemente delle macrofite e presentano tassi di conversione della CO<sub>2</sub> da 10 a 50 volte superiori
- ✓ trattamenti a microalghe richiedono un impegno di superfici minori rispetto ai sistemi di fitodepurazione a macrofite
- ✓ la biomassa algale prodotta può essere fonte di materia ed energia



# Sistemi di crescita: open pond e fotobioreattori

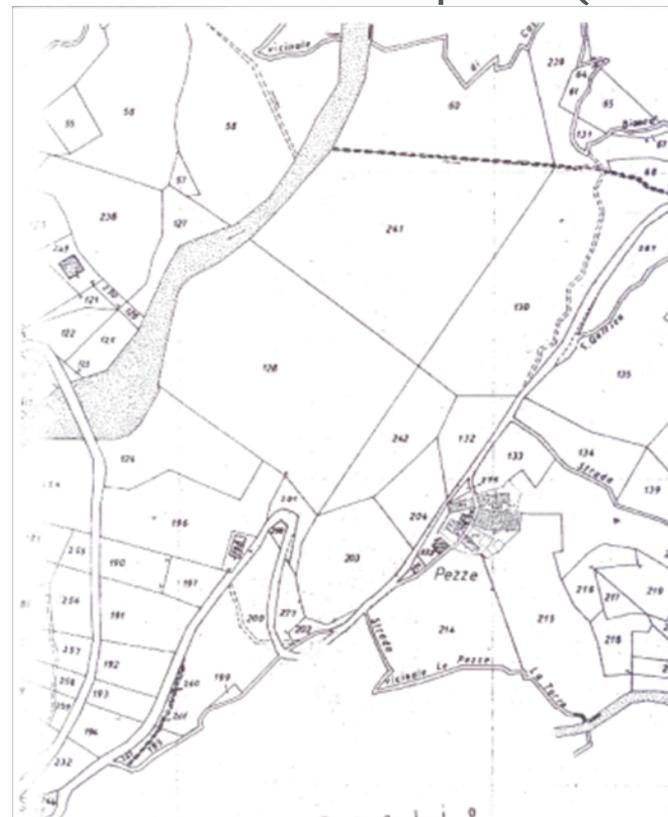


# I siti: Le Pezze

## Primo sito : Le Pezze



## Area rurale - case sparse (10 AE)



# I siti: Le Pezze

Primo sito : Le Pezze



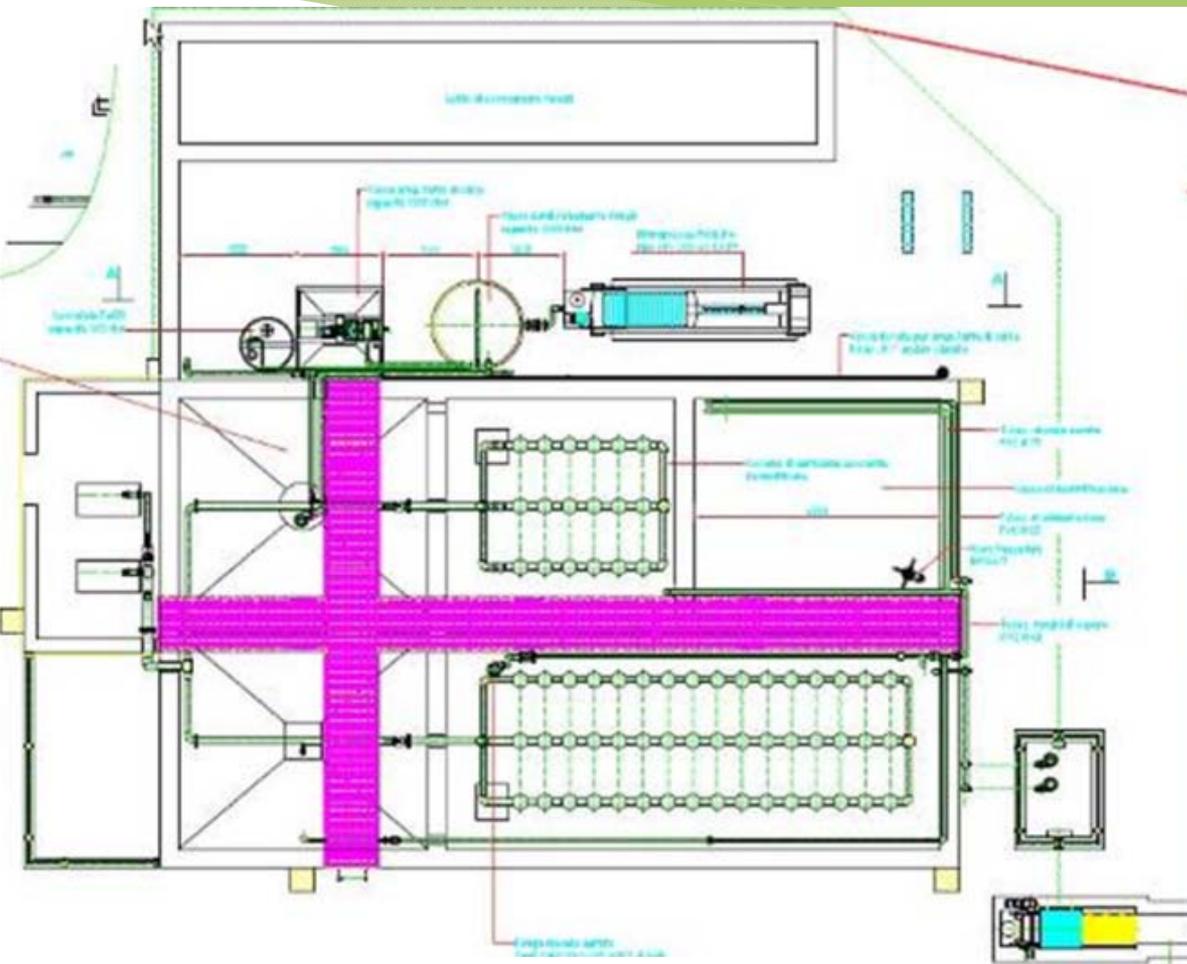
pond sistema aperto

area rurale - case sparse (10 AE)



# I siti: S. Pietro Vara

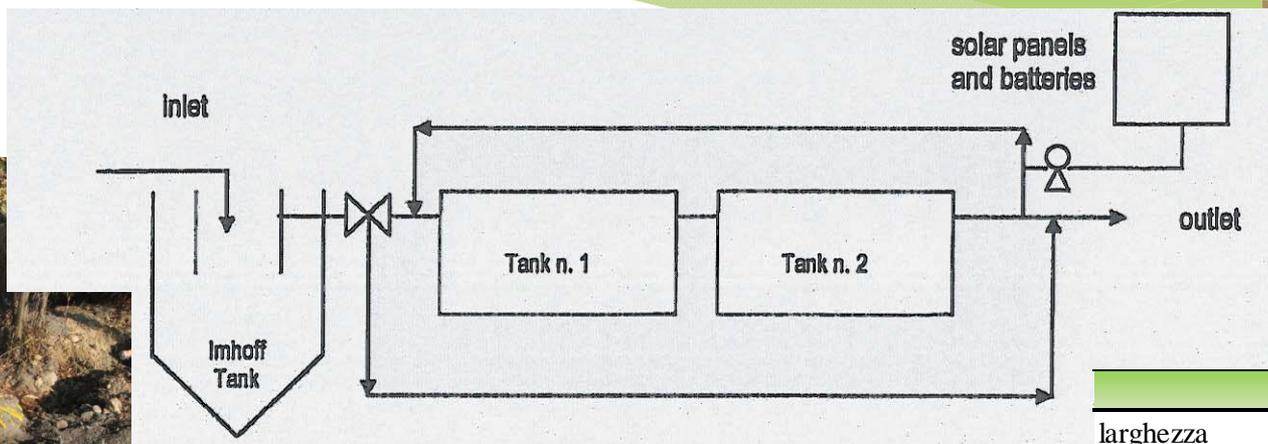
Area urbana (310 abitanti)



*fotobioreattore sistema chiuso*



# Il primo impianto: pond



| vasca             |                    |
|-------------------|--------------------|
| larghezza         | 1 m                |
| lunghezza         | 4.2 m              |
| superficie totale | 8.4 m <sup>2</sup> |
| profondità        | 0.5 m              |
| capacità          | 2100 l             |
|                   |                    |
|                   |                    |



### pannello solare

|           |         |
|-----------|---------|
| larghezza | 990 mm  |
| lunghezza | 1600 mm |
| potenza   | 220 Wp  |

### pompa

|                |                  |
|----------------|------------------|
| dimensioni     | 203x127x118 mm   |
| voltaggio      | 24 V             |
| portata max    | 13.2 l/min       |
| prevalenza max | 45 PSI – 3.1 bar |

### batterie

|               |        |
|---------------|--------|
| amp max       | 140 Ah |
| durata carica | 20 h   |
|               |        |

# Il primo impianto: pond



# Il secondo impianto: fotobioreattore

## Il secondo impianto: fotobioreattore



| sistema            |  |
|--------------------|--|
| unità 1            | fotobioreattore                          |
| unità 2            | vasca di ricircolo                       |
| unità 3            | vasca di scarico                         |
| fotobioreattore    |  |
| tubi               | 40                                       |
| tubo               | 44 mm diametro interno;<br>2 m lunghezza |
| volume             | 120 litri                                |
| vasca di ricircolo |  |
| volume             | 500 litri                                |
| vasca di scarico   |  |
| volume             | 200 litri                                |

| pompe            |  |
|------------------|--|
| di ricircolo     | GRUNDFOS<br>CR32 FLUSSO 32M3/H 25<br>BAR 1.5 kw) |
| di alimentazione | RENA FLOW6000S 4750 l/h<br>H= 3.7 m 200W         |



# Campagna di monitoraggio

I parametri monitorati con cadenza settimanale sono stati:

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Azoto ammoniacale, nitrico e nitroso
- ✓ Fosforo
- ✓ Domanda chimica di ossigeno COD
- ✓ Solidi sospesi
- ✓ clorofilla



I parametri monitorati giornalmente con le sonde (YSI 6600/6920 V2 ) gestite in remoto sono stati:

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Azoto nitrico
- ✓ Torbidità
- ✓ conducibilità
- ✓ Ossigeno disciolto
- ✓ Clorofilla





# Risultati

Concentrazione osservata in ingresso ed in uscita dal fotobioreattore

| Parameter | N-NH <sub>4</sub> [mg/l] |               | P-PO <sub>4</sub> [mg/l] |               | COD [mg/l]   |               |
|-----------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------|---------------|
|           | <i>inlet</i>             | <i>outlet</i> | <i>inlet</i>             | <i>outlet</i> | <i>inlet</i> | <i>outlet</i> |
| mean      | 4.12                     | 1.11          | 0.22                     | 0.10          | 22.00        | 15.14         |
| sd        | 1.80                     | 0.56          | 36.28                    | 29.22         | 14.09        | 3.58          |
| median    | 3.94                     | 0.95          | 0.20                     | 0.09          | 23.00        | 15.00         |

| Parameter | N-NH <sub>4</sub> [mg/l] |               | P-PO <sub>4</sub> [mg/l] |               | COD [mg/l]   |               |
|-----------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------|---------------|
|           | <i>inlet</i>             | <i>outlet</i> | <i>inlet</i>             | <i>outlet</i> | <i>inlet</i> | <i>outlet</i> |
| mean      | 50.53                    | 30.77         | 3.77                     | 1.51          | 158.91       | 75.34         |
| sd        | 18.05                    | 12.14         | 2.20                     | 0.42          | 32.75        | 12.62         |
| median    | 44.67                    | 27.05         | 3.35                     | 1.40          | 157.95       | 73.72         |

Concentrazione osservata in ingresso ed in uscita dal pond

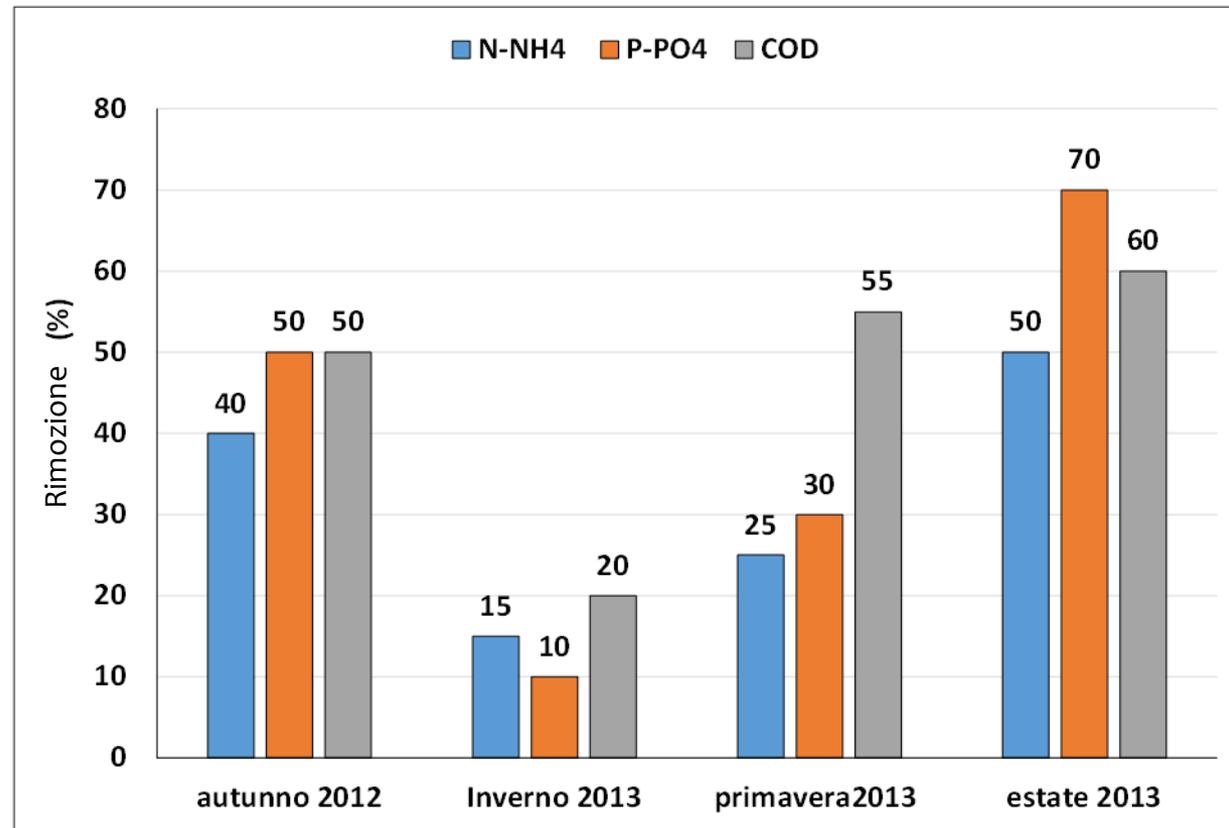
Caratteristiche della biomassa microalgale

| Parameter | photobioreactor       |                     | pond                  |                     |
|-----------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|           | <i>biomass [mg/l]</i> | <i>chl-a [mg/l]</i> | <i>biomass [mg/l]</i> | <i>chl-a [mg/l]</i> |
| average   | 49.23                 | 1.42                | 237.62                | 14.29               |
| minimum   | 10.00                 | 0.02                | 51.00                 | 1.80                |
| maximum   | 110.00                | 4.50                | 510.00                | 45.90               |

# Risultati



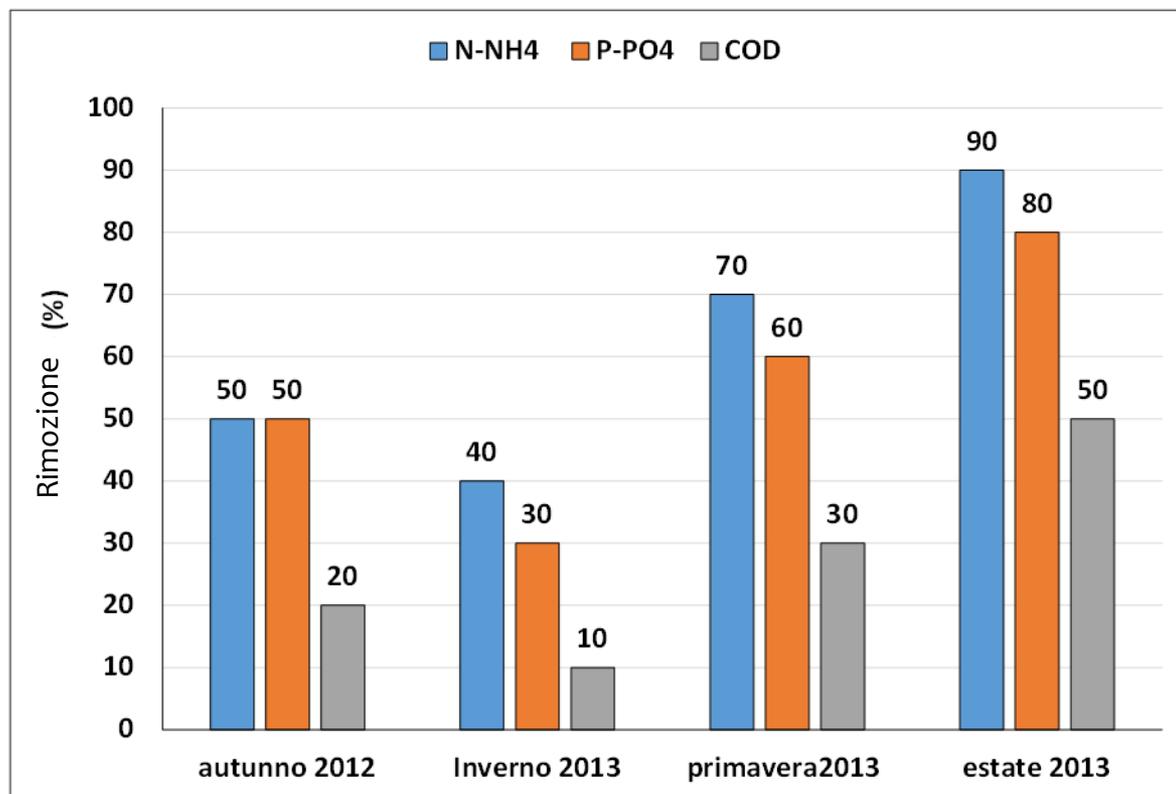
Percentuale di rimozione media pond sito in località Le Pezze



# Risultati



Percentuale di  
rimozione media  
fotobioreattore sito in  
località S. Pietro di Vara



# Fotobioreattore - biomassa

Nei primi mesi di monitoraggio le specie algali dominanti appartenevano al genere *Chlorella* sp. (Chlorophyceae) alga unicellulare e di forma sferica.



la coltura nel tempo è cambiata le specie algali dominanti erano appartenenti al genere *Scenedesmus* (Chlorophyceae) e Cyanophyceae filamentose



La semplice sedimentazione è risultata una tecnica valida per il recupero della biomassa



# Pond - biomassa

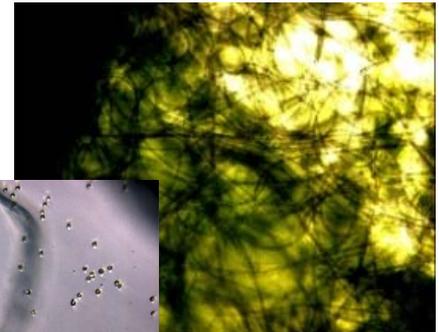
Nei primi mesi di monitoraggio le specie algali dominanti appartenevano al genere *Chlorella* (Chlorophyceae ) alga unicellulare e di forma sferica.



la coltura nel tempo è cambiata le specie algali dominanti erano appartenenti alle Cyanophyceae alghe filamentose

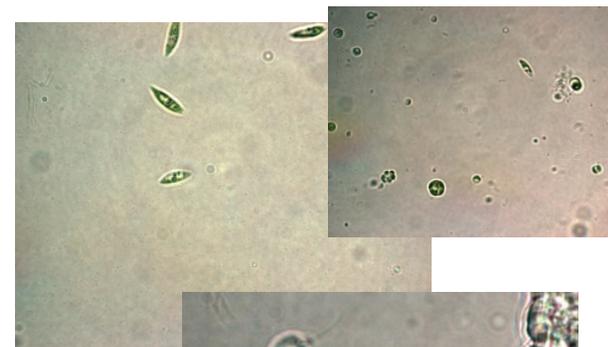
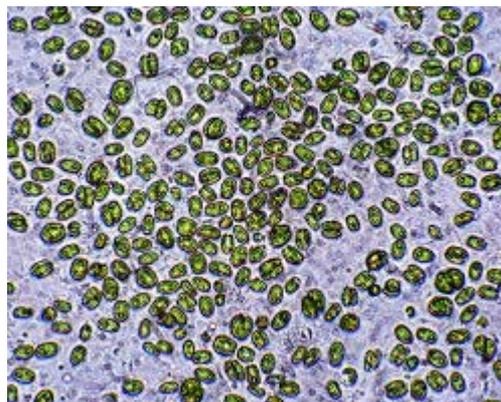
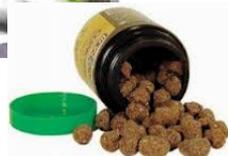


La semplice sedimentazione è risultata una tecnica valida per il recupero della biomassa



# Caratterizzazione della biomassa

| biomassa        | C          | H         | N         | S         | P         | K         |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                 | %          | %         | %         | %         | %         | %         |
| pond            | 40.5 ± 0.4 | 5.7 ± 0.1 | 5.4 ± 0.1 | 0.2 ± 0.0 | 5.2 ± 0.3 | 6.5 ± 0.1 |
| fotobioreattore | 45.2 ± 0.3 | 4.5 ± 0.1 | 4.6 ± 0.1 | 0.1 ± 0.0 | 2.4 ± 0.1 | 1.1 ± 0.1 |





# Conclusioni

1. I due impianti hanno presentato buone caratteristiche di affinamento
2. Dopo ottimizzazione gli impianti potrebbero portare ad uno scarico conforme alla normativa per il riutilizzo a fini agricoli.
3. La biomassa prodotta è facilmente separabile dal mezzo liquido per semplice decantazione ed ha caratteristiche tali da consentire l'uso come ammendante



**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE**

