

Provincia di Mantova, 18 aprile 2013 – LIFE Call Proposal 2013

PROPOSTA DI BIOREMEDIATION ECO-MIRATA PER LA BONIFICA DELL'AREA DEL POLO CHIMICO DI MANTOVA

**E. Bargiacchi¹, S. Miele¹, M. Tredici², A. Romani³,
M. Volterrani⁴, A. Pompeiano⁴**

¹ Consorzio InterUniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali – Firenze

² Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Univ. degli Studi di Firenze

³ Laboratorio PHYTO LAB-Dipartimento di Informatica, Statistica ed Applicazioni, Università degli Studi di Firenze

⁴ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università di Pisa

COMPETENZE DEL GRUPPO DI LAVORO

- AGRONOMIA, QUALITA' DEI SUOLI, DELLE ACQUE E DELLE BIOMASSE
- COLTURE NON FOOD PER BIOREMEDIATION:
 - ALGHE
 - TAPPETI ERBOSI
 - ARUNDO DONAX PER LA FILIERA BIO-ETANOLO LIGNOCELLULOSICO
- GESTIONE DELLA FLORA SPONTANEA
- VALORIZZAZIONE DELLE BIOMASSE/BIOPRODOTTI: CICLI BIOENERGETICI, FABBRICHE METABOLICHE (ESTRAZIONE PRINCIPI ATTIVI), USO DI ANTOSSIDANTI FITOESTRATTI

ESPERIENZE SPECIFICHE PREGRESSE

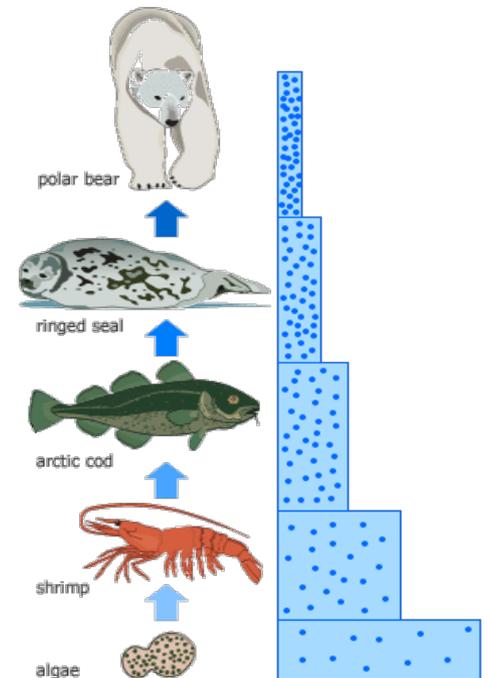
- PROGETTI CE 96/T/35 e RI.ME.PE.-PSR 2007-2013 (TABACCO E METALLI PESANTI)
- USO DI PASPALUM VAGINATUM IN FLOAT SYSTEM PER LA BONIFICA DEGLI EFFLUENTI CASEARI (KOLISOON-Life 06 ENV/IT/235)
- USO DI BIOBED PER LA BONIFICA DELLE ACQUE DI LAVAGGIO DEGLI SPRAYERS DI AGROCHIMICI (IV European Bioremediation Conference, 2008)
- PROGETTO *BioETOSCANA* – Giunta Regionale Toscana 21-12-2010

INQUINAMENTO DA METALLI PESANTI E CONTAMINANTI ORGANICI

- CAUSATO DA FONTI INDUSTRIALI E DOMESTICHE

- DETERMINA:

- PERDITA DI BIODIVERSITA' NEGLI ECOSISTEMI ACQUATICI E TERRESTRI
- AUMENTO DI BIOACCUMULO E DANNI DEGLI INQUINANTI NELLA CATENA ALIMENTARE



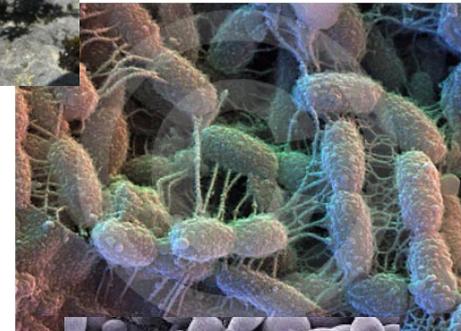
BIOTECNOLOGIE PER LA RIMOZIONE DEI METALLI PESANTI

BIORIMEDIAZIONE è il processo biotecnologico operato da organismi viventi che possono essere:

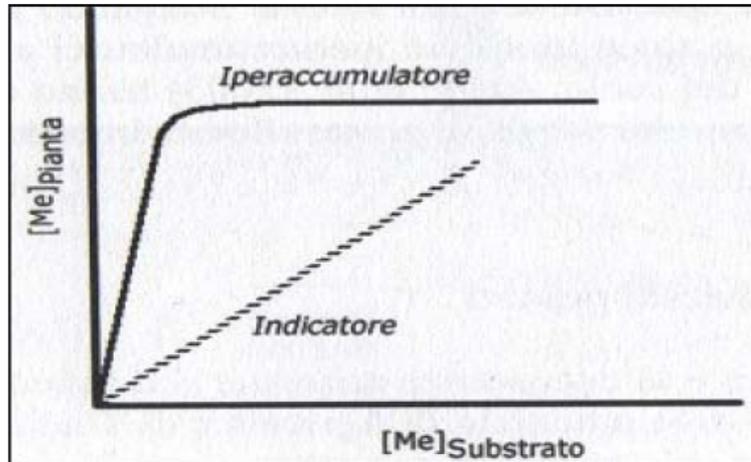
Piante superiori (fitorimediazione)

Microrganismi:

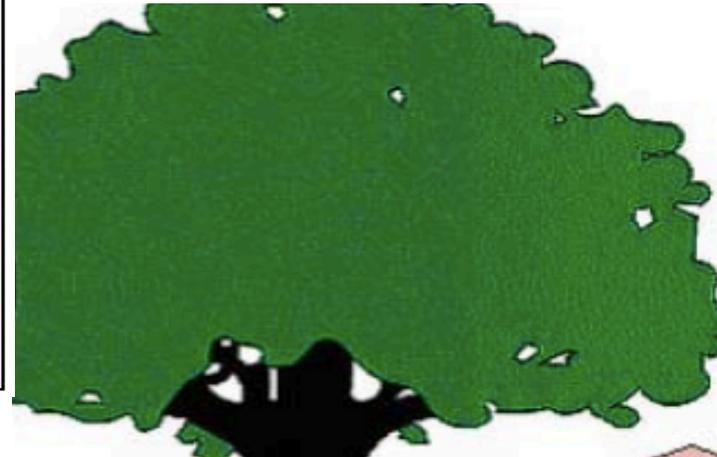
- Batteri
- Cianobatteri
- Lieviti
- Alghe



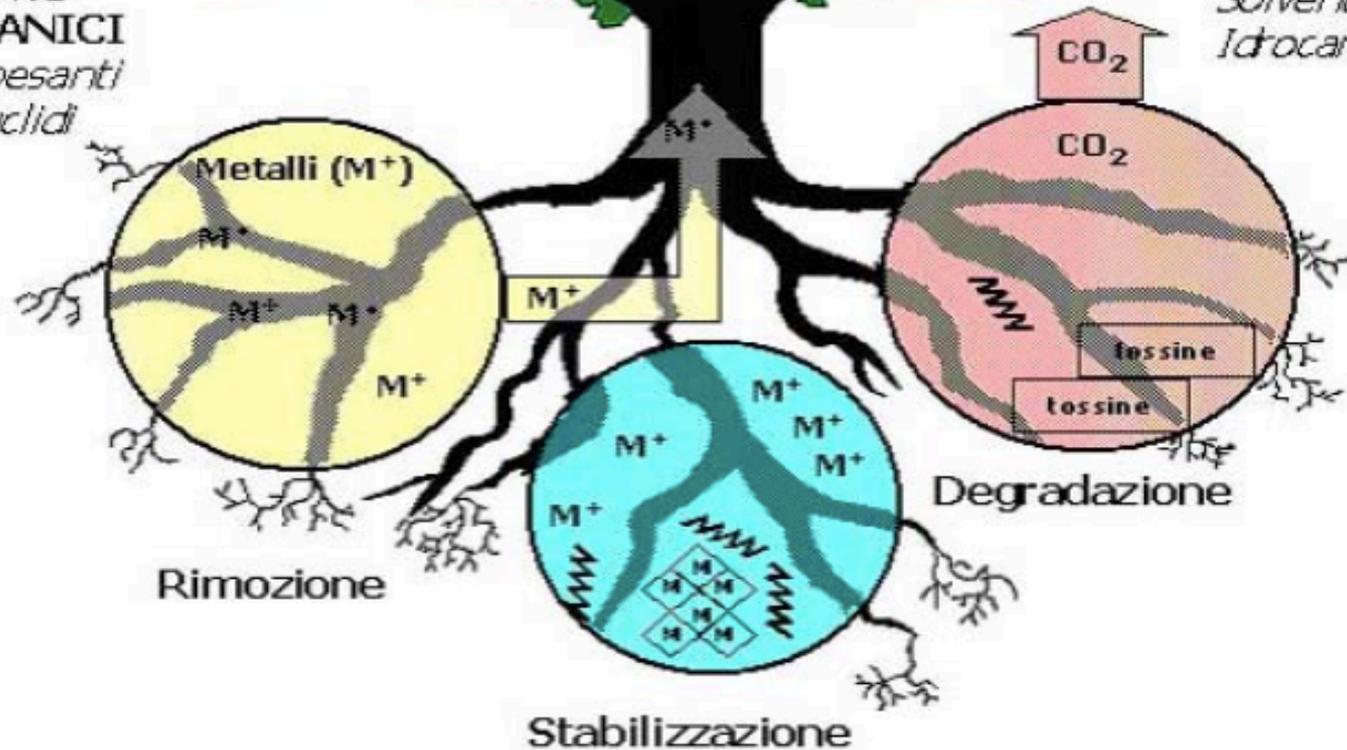
FITORIMEDIAZIONE: DEGRADAZIONE, STABILIZZAZIONE E RIMOZIONE



ELEMENTI INORGANICI
Metalli pesanti
Radionuclidi



COMPOSTI ORGANICI
TCE
PCE
Solventi
Idrocarburi



FITORIMEDIAZIONE: RIMOZIONE

(A) *Alyssum wulfenianum*



(B) *Arundo donax*



EFFICIENZA ESTRATTIVA

- ✓ biomassa prodotta dalla pianta
- ✓ fattore di bioaccumulazione B_f dove $B_f = [Me]_{\text{pianta}} / [Me]_{\text{suolo}}$
- ✓ volume di suolo esplorato dalle radici

IMPIEGO DI MICRORGANISMI FOTOSINTETICI (ALGHE, ECC.) IN FITODEPURAZIONE

MARIO TREDICI

UNIV. DEGLI STUDI DI FIRENZE



MICROORGANISMI FOTOSINTETICI

SONO IN GRADO DI RIMUOVERE I METALLI PESANTI E GLI INQUINANTI IN GENERE MEDIANTE:

- assorbimento attivo
 - assorbimento passivo sull'involucro o sulla parete cellulare (es. tramite macromolecole come polisaccaridi)
 - chelazione per rilascio di polimeri esocellulari
- Nei **cianobatteri** il meccanismo più comune è l'**adsorbimento**
 - L'efficienza più alta si ha nei **sistemi acquatici**:
 - le **cellule** di microalghe/cianobatteri possono essere raccolte
 - gli **ioni metallici** possono essere **desorbiti**
 - le **cellule** possono essere **riusate**
 - i metalli possono essere **riciclati**
 - Nei **sistemi suolo** le cellule di microalghe/cianobatteri non possono essere raccolte, tuttavia possono ridurre la concentrazione di metalli e favorire quindi la crescita di piante superiori



MICROALGHE



POSSONO ESSERE USATE IN MODO EFFICIENTE PER RIMUOVERE I METALLI PESANTI:

- l'assorbimento specifico di metalli può arrivare a $15 \text{ mg g biomass}^{-1}$
- l'efficienza di rimozione: 99%
- processo competitivo in confronto ad altri

Scenedesmus incrassatulus e Rame, Cadmio e Cromo

METALLI	RIMOZIONE %		
	Cu	Cd	Cr
Cu	31,7±3,4	-	-
Cd	-	24,1±3,1	-
Cr	-	-	52,7±2,0
Cu+Cd	25,6±4,0	59,9±0,3	-
Cu+Cr	43,9±2,2	-	58,1±1,9
Cd+Cr	-	65,7±1,3	78,2±0,9
Cu+Cd+Cr	40,7±1,1	34,5±1,6	39,6±4,8
Abiotico (EDTA)	9,0	9,3	9,2

Questa microalga rimuove i metalli :

- più di quanto previsto in base all'attività degli ioni liberi
- con vari meccanismi di sequestro
- in modo più efficiente di un forte sequestrante come EDTA

(Peña-Castro et al. 2004)



IMPIEGO DEI TAPPETI ERBOSI IN FITODEPURAZIONE

S. MIELE, M. VOLTERRANI, A. POMPEIANO
CONSORZIO INSTM, UNIV. DI PISA

FLOAT SYSTEM

- **SI USA PER PRODURRE PIANTINE DA TRAPIANTARE (ES. TABACCO)**
- **LA COLTIVAZIONE AVVIENE SU VASSOI DI POLISTIRENE CON TORBA CHE GALLEGGIANO IN VASCHE POCO PROFONDE, PESCANDO IN ACQUA ARRICCHITA DI NUTRITIVI**
- **CICLO RAPIDO**



**EFFLUENTE
CASEARIO****ANALISI**

pH		3,53
EC	μS/cm	16.800
B.O.D.	mg/L	10.000
C.O.D.	mg/L	18.800
N-NH₄	mg/L	43
P	mg/L	136
K	mg/L	1.250
Cl	mg/L	3.197
Na	mg/L	1.682
FATS-OILS	mg/L	310
SAR		31



**USO DI TAPPETO ERBOSO IN
FLOAT SYSTEM PER LA
RECLAMATION DI EFFLUENTI
CASEARI**

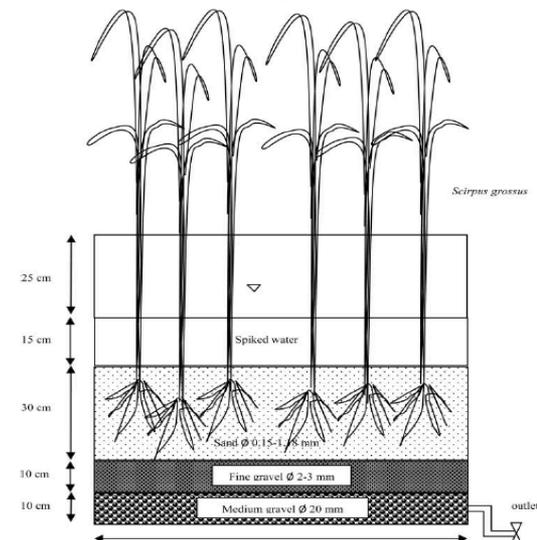
MARTINI N., BARGIACCHI E., MIELE S. ET AL, 2006. EP 1639885 (A1), 2006-03-29, priority date 2004-09-17



**BARGIACCHI E., MIELE S., ROSSI F. ET AL., 2009. EP 2165597 (A2),
2009-09-21, priority date 2008-09-22.**

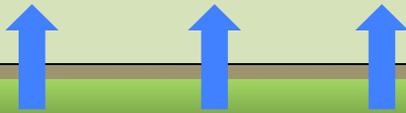
TAPPETI ERBOSI E BIOREMEDIATION

- RHIZOREMEDIATION DI (Cook et al., 2013)
 - TPH (Total Petroleum Hydrocarbons)
 - PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
 - BTEX (Benzene-Toluene-EtilBenzene-Xilene)
- ELEVATA TOLLERANZA A PIOMBO, ZINCO E (RAME) NEL SUOLO di Paspalum >>Cynodon > Festuca > Typha e Phragmites (Shu et Al., 2001)
- USO DI Scirpus grossus COME IPERACCUMULATORE DI PIOMBO (Tangahu et al., 2013)

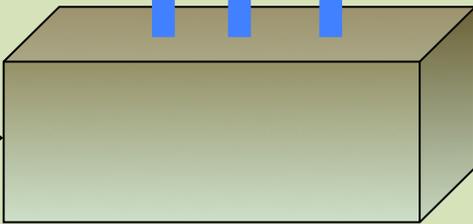


BIOBED

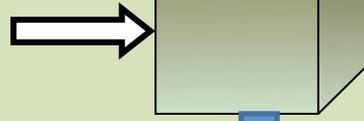
Evapotraspirazione



Raccolta percolato



Sistema di tipo chiuso



Sistema di tipo aperto



Es. MANCOZEB

mg/L in entrata del biobed mg/L in uscita dal biobed

1,5

n d.*

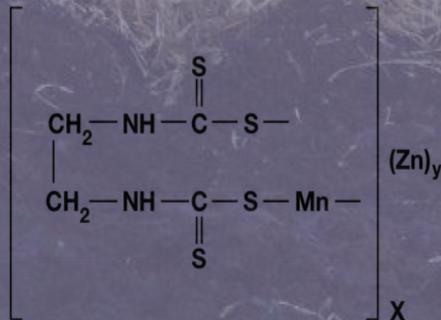
Paglia Letame Suolo

43 – 47 – 10

(% volume)

* Limite di quantificazione 0,01mg/L

IL 99,99% DELL' AGROCHIMICO PRESENTE NELLE ACQUE DI LAVAGGIO IN INGRESSO VIENE DEGRADATO E/O ADSORBITO



IMPIEGO DI ARUNDO DONAX (ADX) IN FITODEPURAZIONE

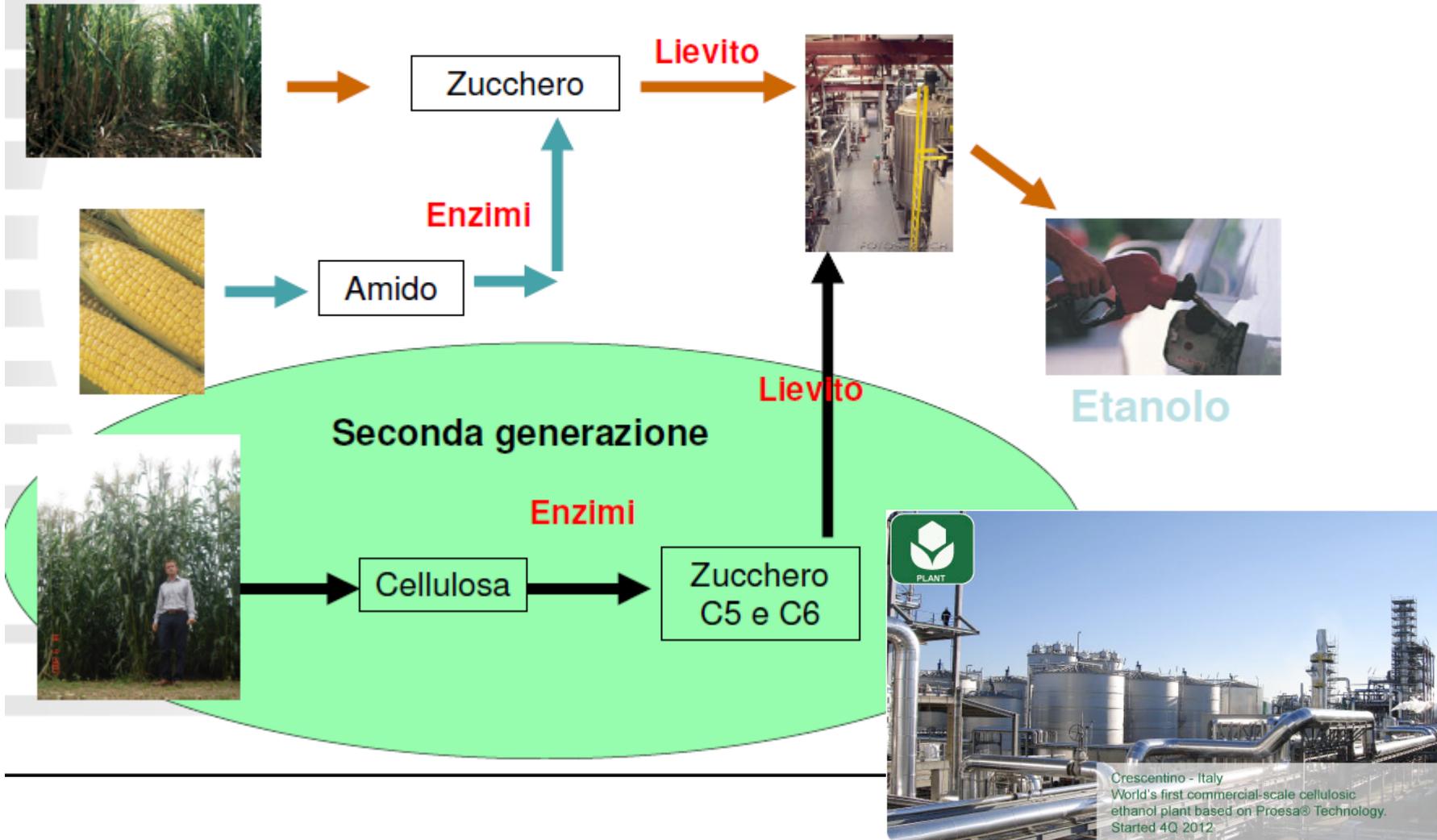


S. MIELE, E. BARGIACCHI, A. POMPEIANO
CONSORZIO INSTM, UNIV. DI PISA

Perché Arundo donax

- E' una pianta tipica dei nostri ambienti
- E' poliennale, non richiede quindi lavorazioni annuali (LCA favorevole anche per l'azione sequestrante del carbonio)
- **Adatta a Bioremediation e ZVN (Zone Vulnerabili ai Nitrati)**
- Non richiede concimi, agrofarmaci e irrigazione
- La migliore coltura energetica per il bioetanolo di 2^a generazione in termini di produzione agricola, resa industriale e bassi input
- Utilizzabile anche in co-digestione al mais per impianti a biogas

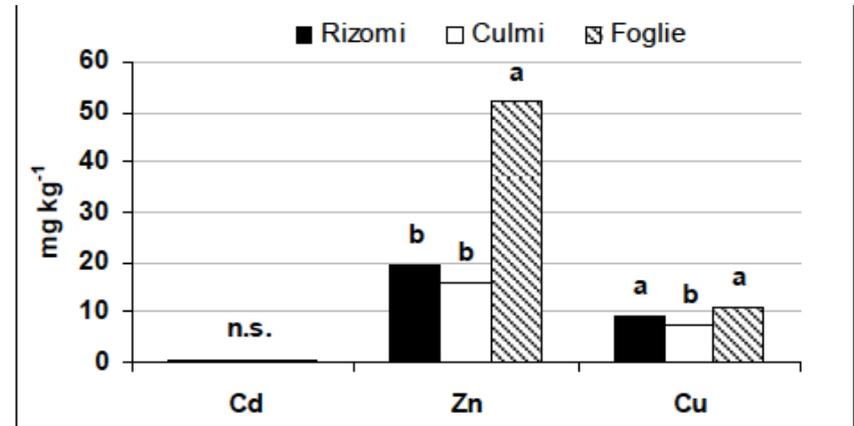
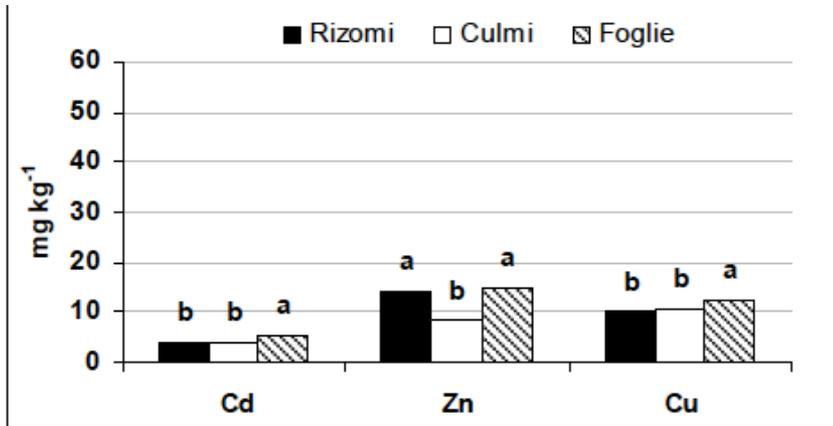
ETANOLO 2[^] GENERAZIONE



Adx e Fitodepurazione

TERRENO A BASSO LIVELLO D'INQUINAMENTO: 1° E 2° ANNO DI CICLO

Chierchia, 2012



CONCENTRAZIONE DI ARSENICO E MERCURIO NELLA BIOMASSA DI Adx (mg kg⁻¹ s.s.) – Mirza et al., 2010

settimane	ARSENICO	MERCURIO
5	2,10	0,92
10	0,61	0,13
12	0,55	0,01

Adx e Fitodepurazione

TERRENO AD ALTO LIVELLO D'INQUINAMENTO (Han et al., 2005)

ELEMENTO	SUOLO (mg kg ⁻¹)	PIANTA (mg kg ⁻¹ s.s.)
MERCURIO (Hg)	101	200±20 (radici>stocco>foglie)
CADMIO (Cd)	115	160±26
ELEMENTO	BIOCONCENTRATION FACTOR	
MERCURIO (Hg)	1,9 (foglie) – 2,1 (stocco)	
CADMIO (Cd)	1,5 (foglie) – 0,3 (stocco)	

PRODUCE SENZA PROBLEMI IN TERRENI CON (Papazoglou, 2007):

- CADMIO: 800-1000 mg kg⁻¹
- NICHEL: 1600-2600 mg kg⁻¹

IMPIEGO DI FITOESTRATTI ANTIOSSIDANTI

ANNALISA ROMANI

LAB. PHYTO LAB - UNIV. DEGLI STUDI DI FIRENZE

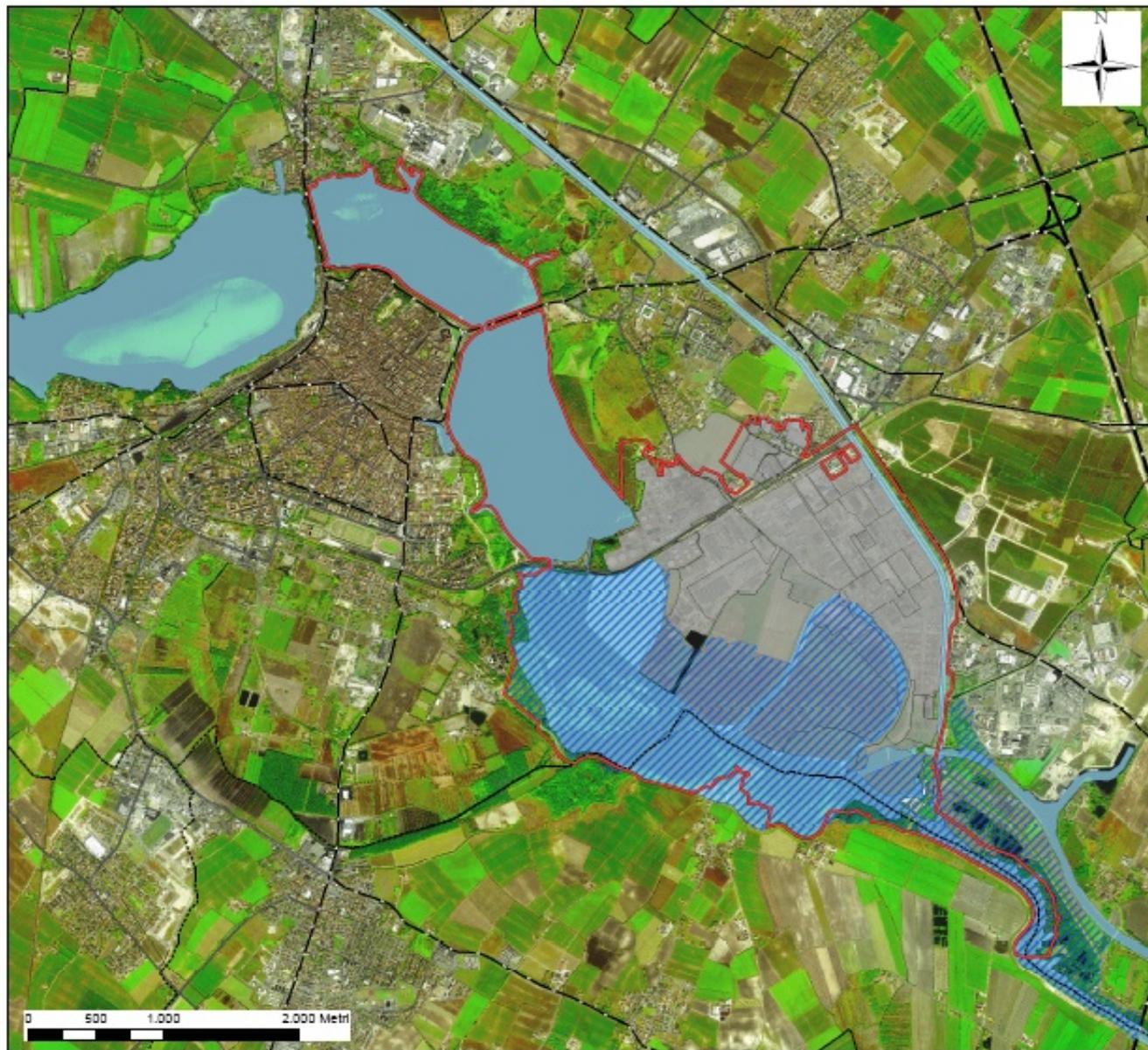


ATTIVITA' INSERIBILI NEL PROGETTO

Monitoraggio HPLC/DAD/MS dei metaboliti secondari a carattere antiossidante ed antiradicalico in specie vegetali utilizzate per il disinquinamento di siti industriali

Utilizzo di tannini per complessare i metalli e renderli più facilmente assimilabili in bioremediation (Bargiacchi et al., EP1464635)

Utilizzo di Antocianosidi e Flavonoidi da fonte alimentare (piccoli frutti e vitis) come chelanti nell'abbattimento di metalli pesanti e isotopi radioattivi Sr90 e Cs tossici nella salute umana



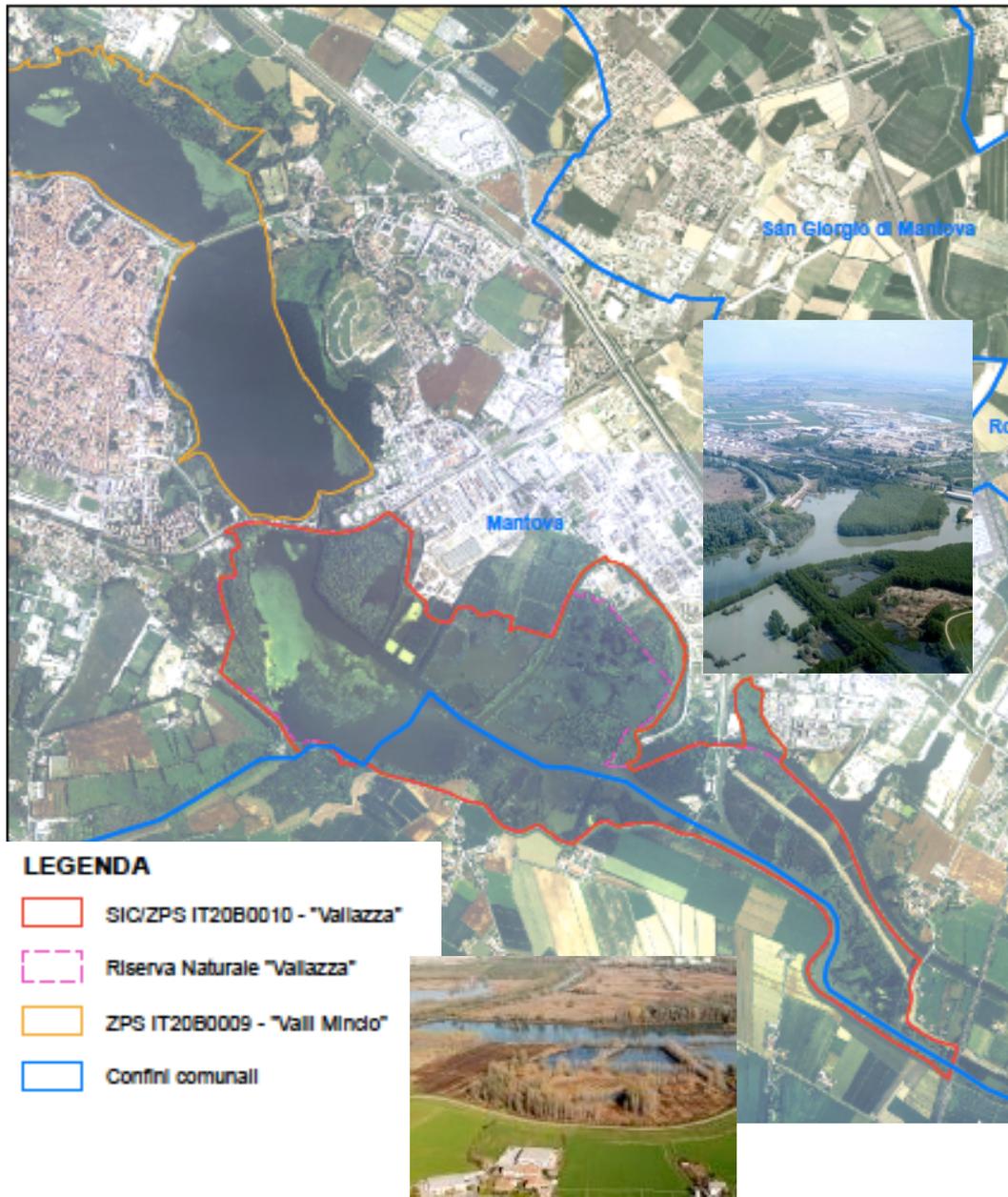
Confini Comunali - Regione Lombardia

Legenda

- Perimetro SIN
- Limite comunale
- SIC - La Vallazza
- Idrologia superficiale
- Polo chimico
- Viabilità**
- Strade principali
- Strade secondarie
- Altre strade

 MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE		
Redatto:		Consulente:
		
Convenzione: ACCORDO DI PROGRAMMA per la definizione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica nel Sito di Interesse Nazionale del "Lagni di Mantova e Polo chimico"		
Oggetto: PROGETTO PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FALDA Relazione illustrativa della scelta delle soluzioni		
Titolo: Tav. 1 - Inquadramento territoriale		
Data:	Scala:	Ns. Rif.:
Settembre 2010	1:30.000	T1197_01_Rev0

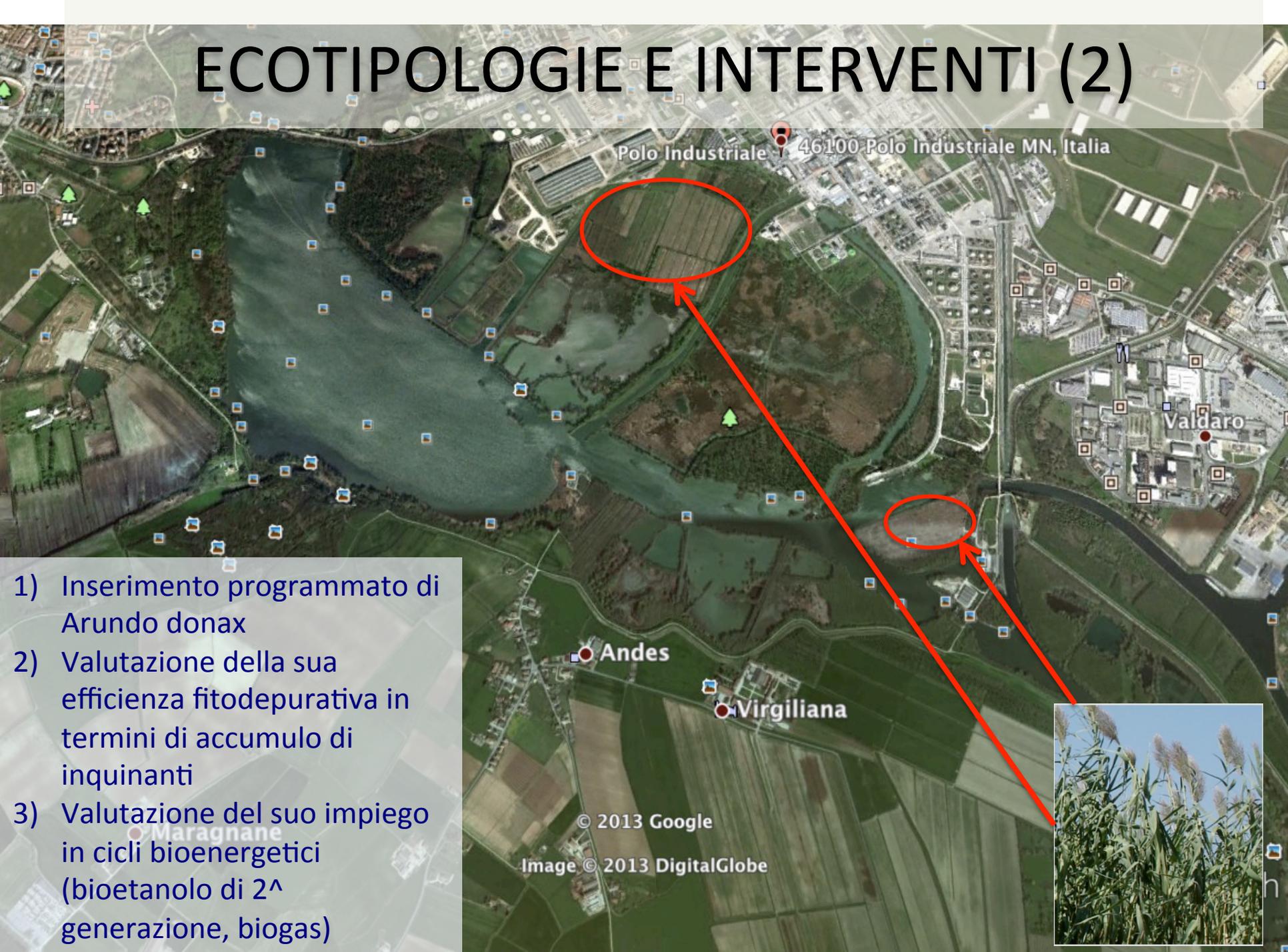
ECOTIPOLOGIE E INTERVENTI (1)



AREA NATURALISTICA (da individuare l'area d'intervento)

- 1) Analisi delle biomasse naturali, gestibili con interventi di ampliamento canali e sfalcio programmato
- 2) Valutazione della loro efficienza fitodepurativa in termini accumulo di inquinanti
- 3) Valutazione del loro impiego in cicli bioener-getici (bioetanolo di 2^a generazione, biogas, combustione)

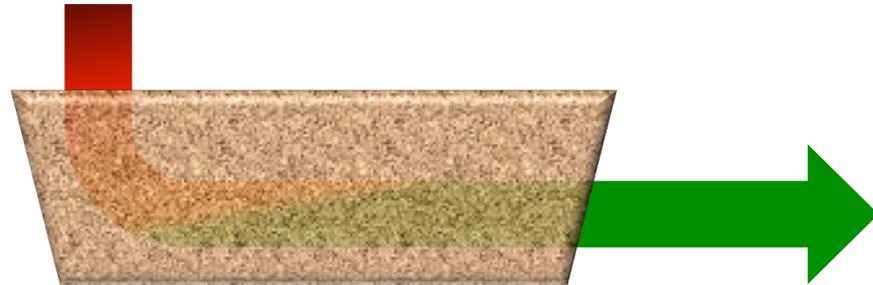
ECOTIPOLOGIE E INTERVENTI (2)



- 1) Inserimento programmato di *Arundo donax*
- 2) Valutazione della sua efficienza fitodepurativa in termini di accumulo di inquinanti
- 3) Valutazione del suo impiego in cicli bioenergetici (bioetanolo di 2^a generazione, biogas)



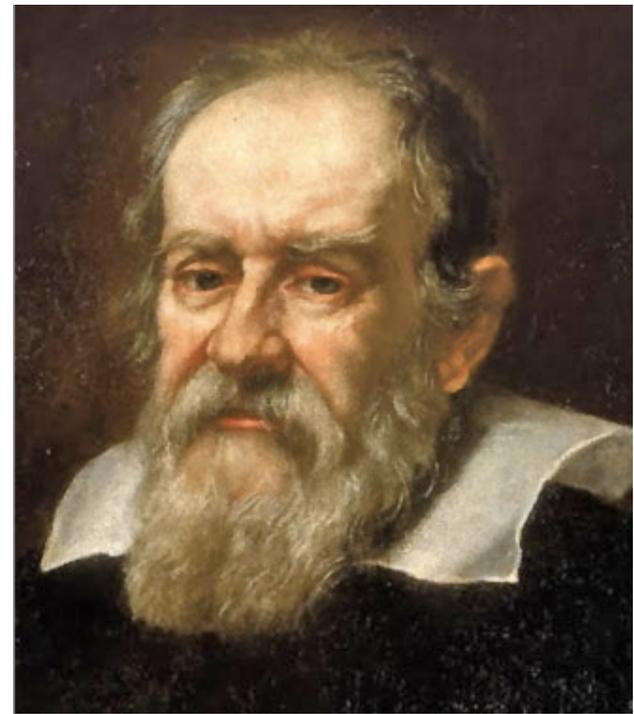
ECOTIPOLOGIE E INTERVENTI (3)



**IMPIEGO DI MICRORGANISMI
FOTOSINTETICI E BIODEB:
DA LOCALIZZARE**



GALILEO GALILEI
PADRE DEL
METODO SCIENTIFICO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE