



Università degli Studi di Trieste  
A.A. 2021-2022

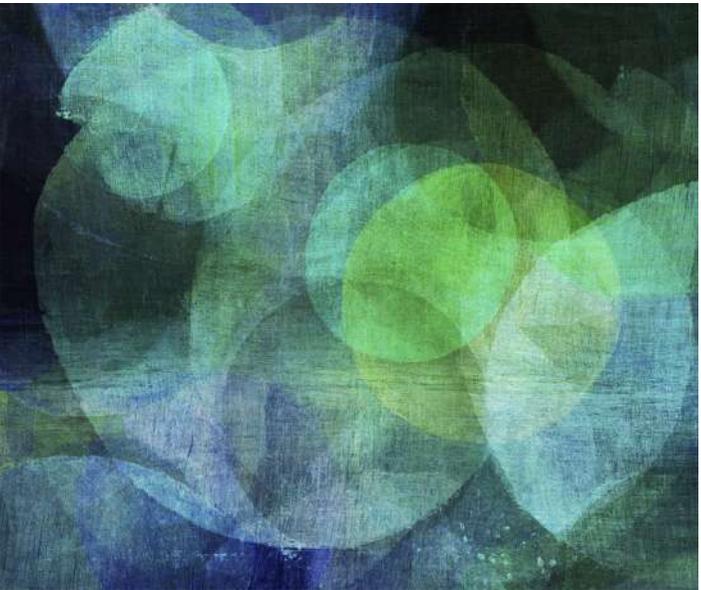
Corso di Studio in  
SM57 - ECOLOGIA DEI  
CAMBIAMENTI GLOBALI

A scelta dello studente – I Semestre



Aula C -  
Edificio M

**ECOTOSSICOLOGIA**  
**Prof. Monia Renzi (BIO/07)**  
mrenzi@units.it



(\*) Il materiale didattico fornito dal docente può contenere parti o immagini soggette a copyright, la diffusione e/o riproduzione non è autorizzata.

# INTRODUZIONE AL CORSO

---



Evoluzione storica della disciplina



Concetti generali introduttivi:  
metodi, strategie e obiettivi



Ambiti e differenze con  
tossicologia classica, tossicologia  
ambientale, ecologia



Effetti ecotossicologici a vari livelli  
di complessità bioecologica: scale  
spaziali, dimensionali e temporali



Normative ambientali nazionali e  
sovrnazionali



Esempi e casi di studio anche in  
ambito marino



# POTENZIALE APPLICATIVO: APPLICAZIONE A MATRICI AMBIENTALI



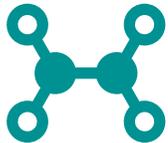
Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*



Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

*Ecologia e funzionamento ecosistemi*

# BATTERIE DI SAGGI ECOTOSSICOLOGICI PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DI MATRICI AMBIENTALI



# APPLICAZIONE AI RIPASCIMENTI MORBIDI

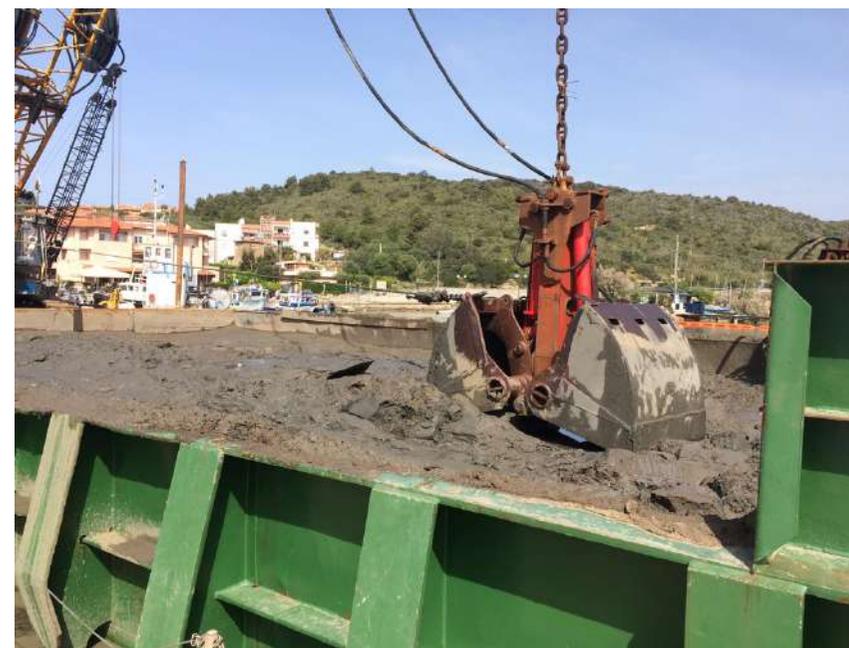
---

I ripascimenti morbidi nascono dall'esigenza di contrastare il fenomeno di erosione costiera



Enrico Giovannelli 7 h · 🌐

**Sono attività potenzialmente impattanti che prevedono la movimentazione di volumi ingenti di sedimento marino per il ripristino della linea di costa o per la conservazione della pervietà delle aree portuali**



# ◆ Biotests: Batterie di saggi ecotossicologici DM 173/16



## Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione dell'immissione in mare dei materiali di escavo dei fondali marini

Tabella 2.3 – Saggi biologici utili per l'allestimento della batteria. Con la "x" vengono indicati i possibili saggi alternativi per ciascuna tipologia

Gruppo	Batteri		Alghe	Crostei					Molluschi Bivalvi		Echinodermi		
	Specie	Matrice	Endpoint	1ª tipologia	2ª tipologia	3ª tipologia							
	<i>Vibrio fischeri</i> (Bacteria)	<i>Dunaliella tertiolecta</i> <i>Pheodactylum tricornutum</i> <i>Skeletonema costatum</i> (Algae)	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Crustacea)	<i>Corophium</i> spp (Crustacea)	<i>Acartia tonsa</i> (Crustacea)	<i>Tigriopus fulvus</i> (Crustacea)	<i>Crassostrea gigas</i> (Bivalvia)	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Bivalvia)	<i>Paracentrotus lividus</i> (Echinodermata)				
	fase liquida	fase solida	fase liquida	fase liquida	Sed. intero	fase liquida	Sed. intero	fase liquida	fase liquida	fase liquida	fase liquida		
	Bioluminescenza		Crescita algale	Mortalità	Mortalità	Mort. (48 h)	Mort. (7 gg)	Sviluppo larvale	Mortalità	Sviluppo larvale	Sviluppo larvale	Fecondazione	Sviluppo larvale
		XA			XA			XC					
	XA		XC	XA		XA			XA			XA	
							XC			XC	XC		XC

A = saggio acuto

C = saggio cronico/a lungo termine/subcronico/risp. subletale

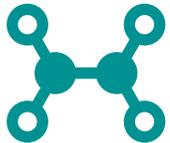


# POTENZIALE APPLICATIVO: RIFIUTI/SITI DI INTERESSE NAZIONALE (SIN)



Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

*Ecologia e funzionamento ecosistemi*

# HP14: CARATTERIZZAZIONE ECOTOSSICOLOGICA DEI RIFIUTI



# HP14: CARATTERIZZAZIONE ECOTOSSICOLOGICA DEI RIFIUTI

Solido, pulverulento



## Preparazione dell'eluato per i test di tossicità:

L'eluato del campione è stato preparato secondo la Norma UNI EN 14735:2005. Il campione è stato ridotto meccanicamente a granulometria conforme alle caratteristiche richieste dalla norma (<4 mm). Il rapporto adottato è stato 1:10 p/v (solido secco/liquido). L'eluato da testare è stato preparato utilizzando acqua deionizzata, mantenuto in agitazione per 24 ore e successivamente filtrato su membrana sterile con porosità di 0,45 µm. L'eluato ottenuto è stato trasferito in un contenitore di materiale inerte e conservato refrigerato fino al momento delle analisi.

## Considerazioni generali:

Partendo dall'assunto che l'eluato prodotto secondo la UNI EN 14735:2005 corrisponde ad una concentrazione nominale di 100 g/L, è stato allestito un saggio limite partendo dalla concentrazione di 100 mg/L. Prendendo come riferimento il Regolamento n. 1272/2008 e s.m.i., riguardante la classificazione, etichettatura e l'imballaggio delle sostanze pericolose (CLP), il saggio limite viene eseguito ad una concentrazione massima di 100 mg/L, per verificare che l'EC50 sia maggiore di tale concentrazione. Infatti, per poter considerare un rifiuto HP14 "Ecotossico", è necessario che il rifiuto rientri in una delle categorie H410 o H411 o H412. BsRC assume come metro di giudizio quello più cautelativo per l'ambiente: se il rifiuto rientra anche solo nella categoria H412 (meno tossica), allora il rifiuto è classificato come HP14. Un rifiuto viene considerato nella categoria H412 (Categoria cronico 3, nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata) se anche soltanto uno dei tre saggi tra pesci (esposizione a 96h), crostacei (esposizione a 48h) o alghe (esposizione a 72 o 96h) mostra un EC50 tra 10 mg/L e 100 mg/L. Per questa ragione, i saggi vengono svolti partendo dalla concentrazione di 100 mg/L. Infatti, qualora si abbia un EC50 misurato con valore inferiore a questo limite, il rifiuto è H412 e quindi classificato come HP14 "Ecotossico".

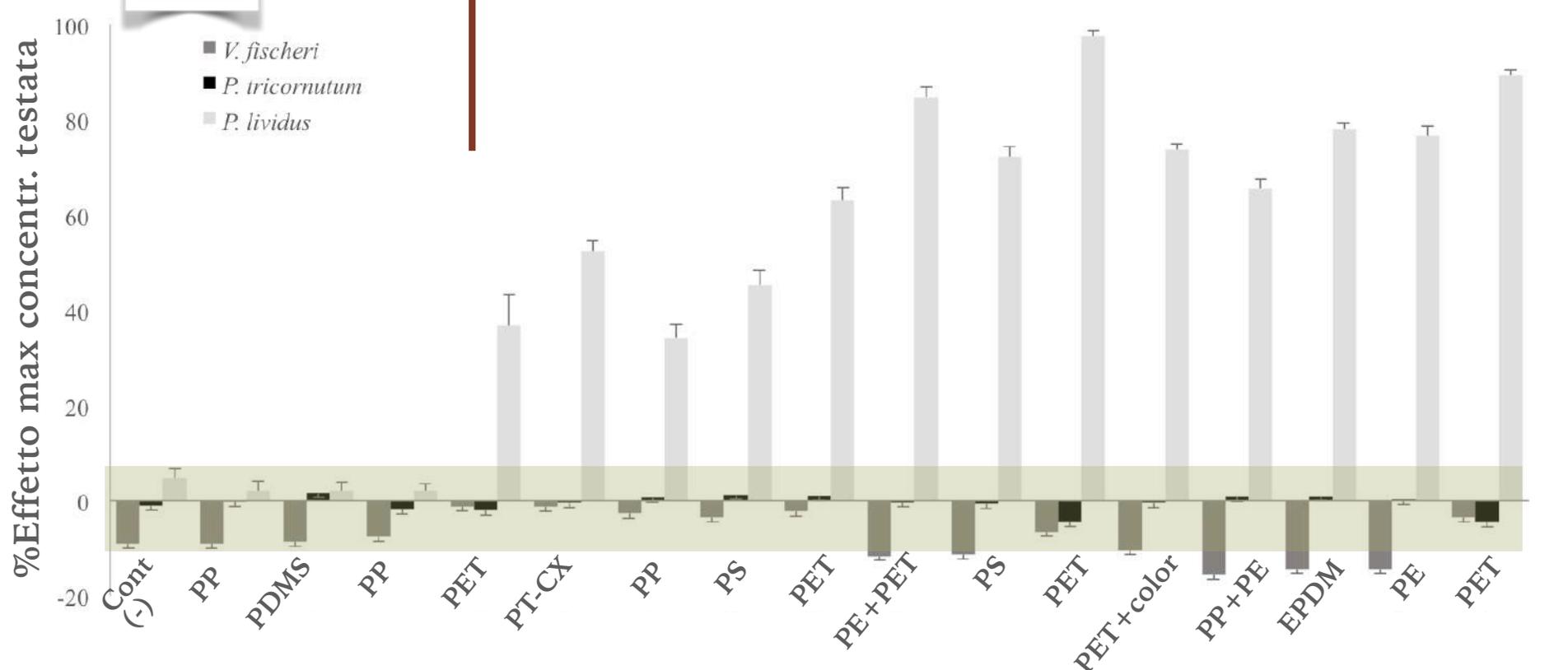
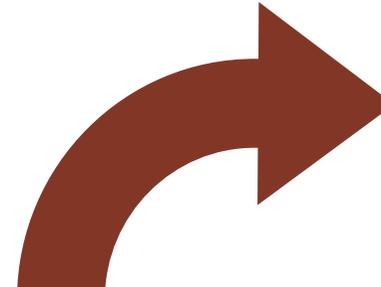
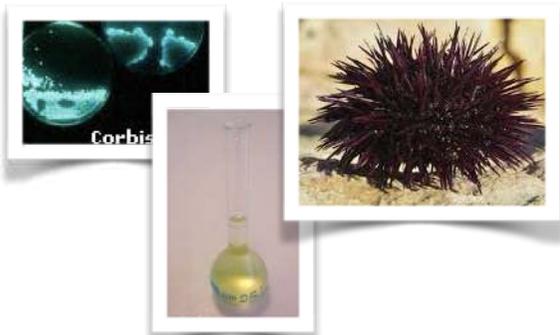
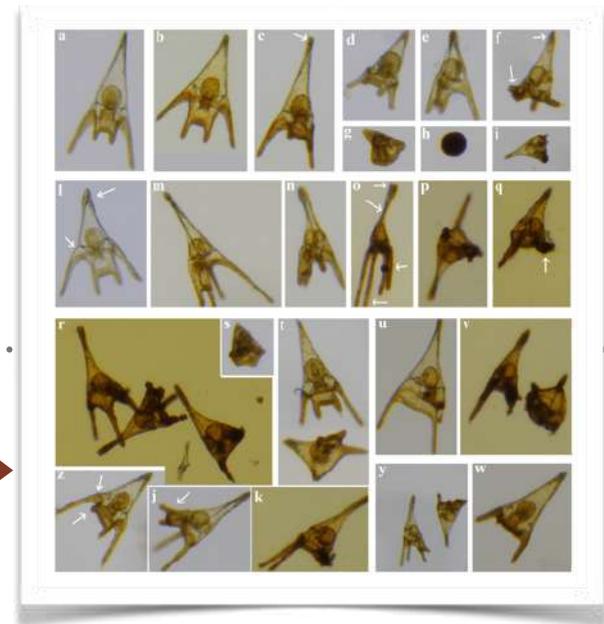
Specie testate	H410 <sup>1</sup>	H411 <sup>2</sup>	H412 <sup>3</sup>
Crostacei a 48 h ( <i>Daphnia magna</i> )	EC <sub>50</sub> ≤ 1 mg/L e/o	1 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 10 mg/L e/o	10 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 100 mg/L e/o
Alghe o altre piante acquatiche a 72 h o 96 h ( <i>Pseudochirkneriella subcapitata</i> )	EC <sub>50</sub> ≤ 1 mg/L e/o	1 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 10 mg/L e/o	10 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 100 mg/L e/o
Pesci a 96 h ( <i>Danio rerio</i> )	EC <sub>50</sub> ≤ 1 mg/L	1 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 10 mg/L	10 mg/L < EC <sub>50</sub> ≤ 100 mg/L

## Legenda:

- 1 Categoria Cronico 1 = Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti a lunga durata.
- 2 Categoria Cronico 2 = Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.
- 3 Categoria Cronico 3 = Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.



# CASO DI STUDIO 1 - IMPATTO DEL PACKAGING IN AMBITO MARINO



Leachate di packaging plastico (dose = 80 cm<sup>2</sup>/L )

# RISK ASSESSMENT E REGOLAMENTI

---

Gli impianti municipali di trattamento delle acque reflue scaricano miscele di sostanze chimiche come pesticidi, prodotti farmaceutici, metaboliti; ormoni che vengono introdotti negli ecosistemi acquatici

Gilliom et al., 1999; Schwarzenbach et al., 2006; Backhaus et al., 2008

Le miscele in ambienti naturali sono soggette ad effetti interattivi (es. Sinergici, antagonistici, ecc.)

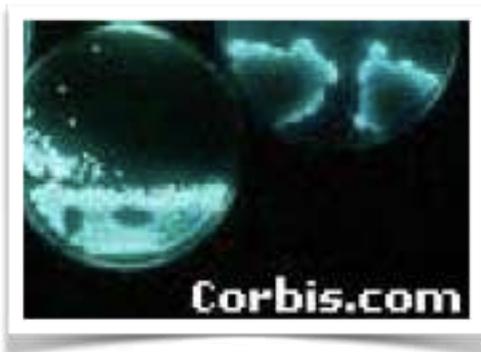
I requisiti normativi sulla valutazione del rischio delle sostanze chimiche si basano in gran parte su singole sostanze e recentemente sono stati sviluppati approcci alle miscele

Meek et al., 2011; Backhaus et al., 2012; Escher and Leusch, 2012

Per raggiungere gli obiettivi di protezione della legislazione attuale, si dovrebbe tener conto della tossicità delle miscele

# ACCETTABILITÀ DELLO SCARICO REFLUO

---



D.Lgs 152/99 e succ.mod. (Tabella 3, All. 5), limiti di emissione in acque superficiali ed in fognatura.

Parametro 51, saggio di tossicità acuta con *Daphnia magna*

Limite di accettabilità del campione (immobilizzazione):

< del 50% (scarico in acque superficiali)

< 80% per lo scarico in rete fognaria.

Il decreto prevede di poter effettuare il saggio anche con altri organismi.

Non è chiaro a questo punto se i limiti previsti per *D.magna* possano essere estesi anche agli altri organismi.

Il decreto prevede anche l'uso del batterio bioluminescente *Vibrio fischeri*.

# ☑ CASO DI STUDIO 2 - L'ECOTOSSICOLOGIA APPLICATA ALLA SCOPERTA DI UN CRIMINE...

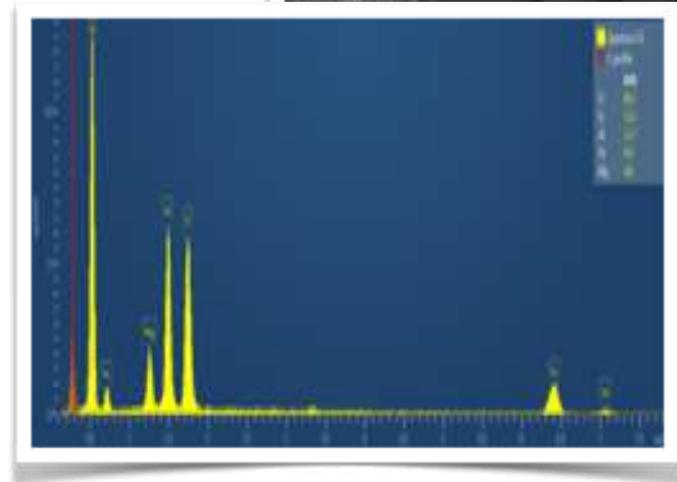
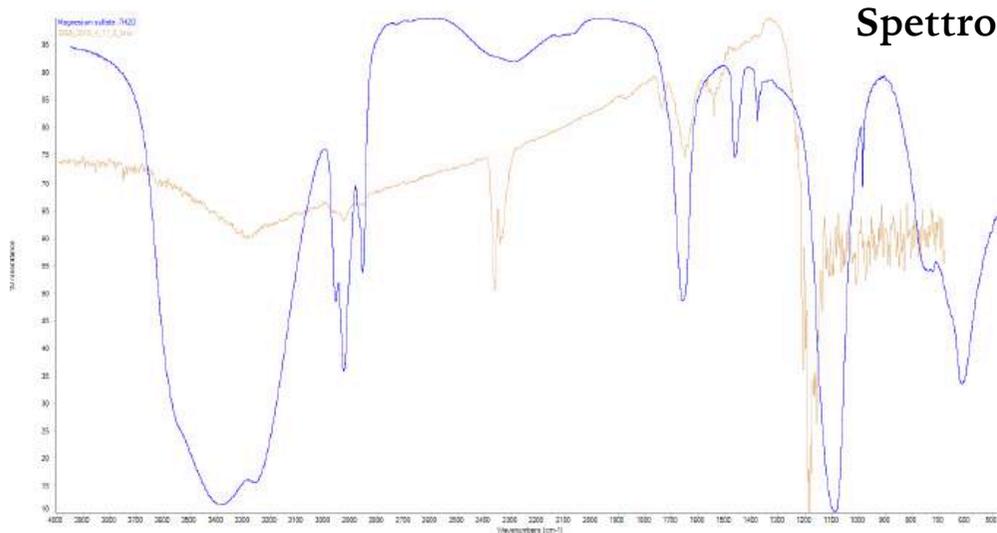
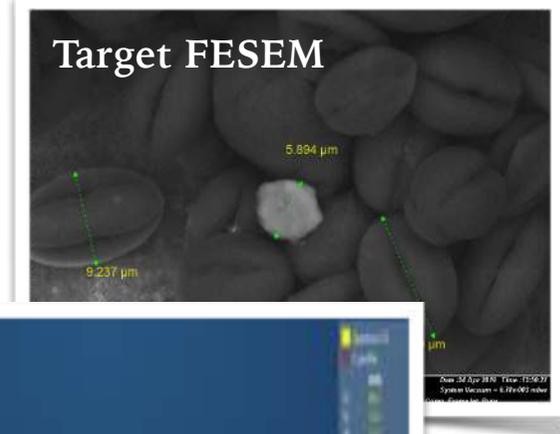


Test di tossicità acuta  
con *D. magna*  
APAT CNR IRSA 8020 B  
Man 29 2003



Analisi chimica tradizionale ...  
Negativo a tutte le sostanze  
normativa scarichi ...  
cosa cercare??

Analisi microscopia FT-IR  
e conferma in FESEM



**CONCLUSIONI:** colorante glucofane  
(silicato di Na, Mg, Fe e Al),  
cordierite e materiale biologico.

**CASE  
CLOSED**



# POTENZIALE APPLICATIVO: SOSTANZE CHIMICHE PURE E MISCELE E/O FARMACEUTICI



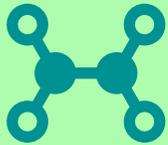
Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*

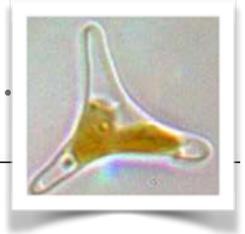


Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

*Ecologia e funzionamento ecosistemi*



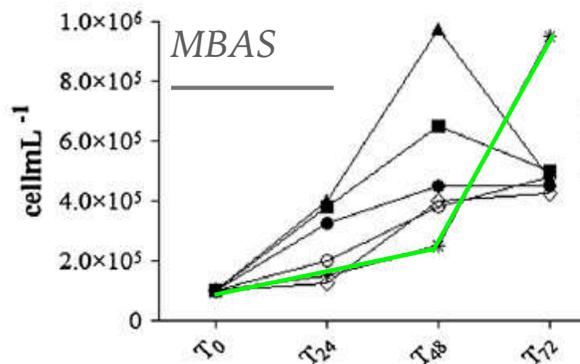
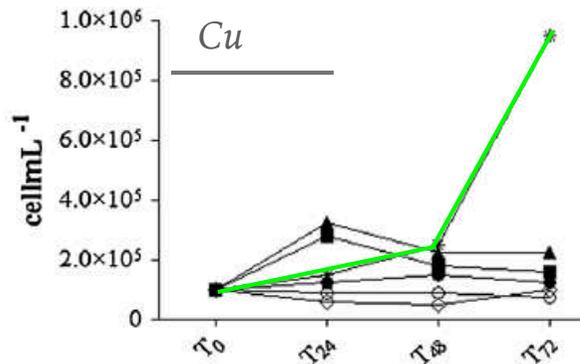
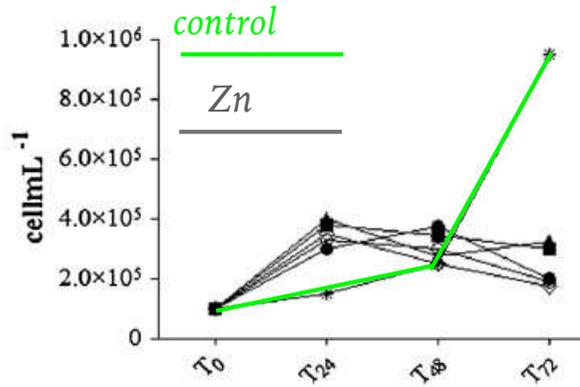
# CASO DI STUDIO 3 - EFFETTO SOSTANZE PURE SUI PRODUTTORI PRIMARI IN AMBITO MARINO



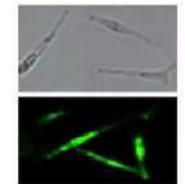
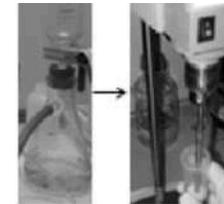
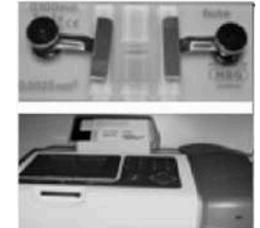
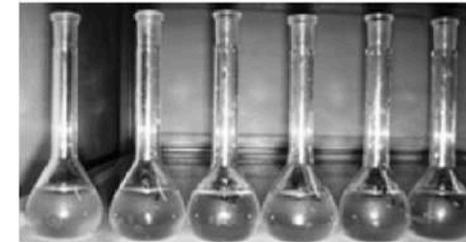
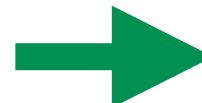
Ecotoxicology (2014) 23:1055–1072  
DOI 10.1007/s10646-014-1249-z

## Early warning tools for ecotoxicity assessment based on *Phaeodactylum tricoratum*

Monia Renzi · Leonilde Roselli · Andrea Giovani ·  
Silvano E. Focardi · Alberto Basset



L'esposizione a sostanze chimiche (Cu, Zn, MBAS) induce riduzione del tasso di crescita in alghe unicellulari (diatomee; fitoplancton)



Endpoint	Approach typology
Growth inhibition	Quantitative
Alteration of the photosynthetic complex	Quantitative
	Chl- <i>a</i>
	Phe
Cell biovolume	Quantitative
Cell fluorescence	Qualitative
Cell structural alteration	Qualitative

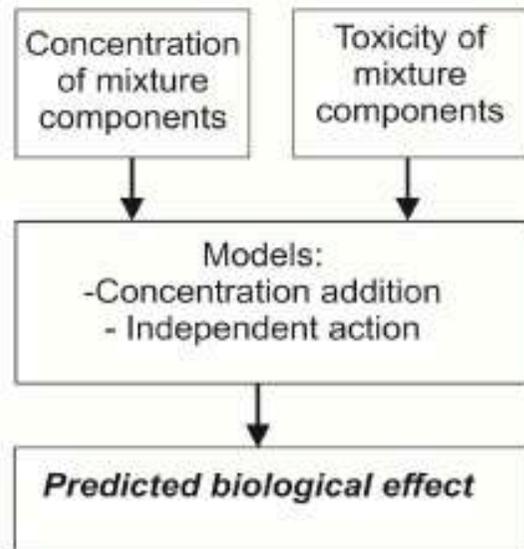
# TOSSICITÀ DELLE MISCELE: DUE APPROCCI DISTINTI

---

## *Scenari attuali di valutazione della tossicità di miscele*

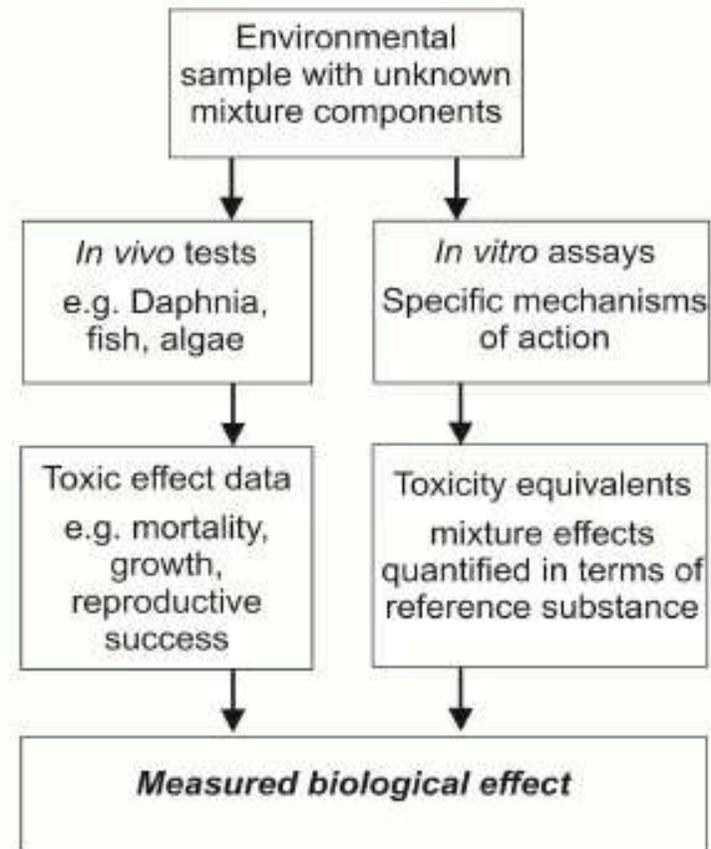
### Dati di tossicità sulle sostanze singole

#### *Mathematical modeling approach*



### Test biologici sulle miscele

#### *Biological approach*



# CASO DI STUDIO 4 – QSAR: DAL LABORATORIO ALLA MODELLIZZAZIONE TEORICA

Chemical Engineering Journal 175 (2011) 17–23



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

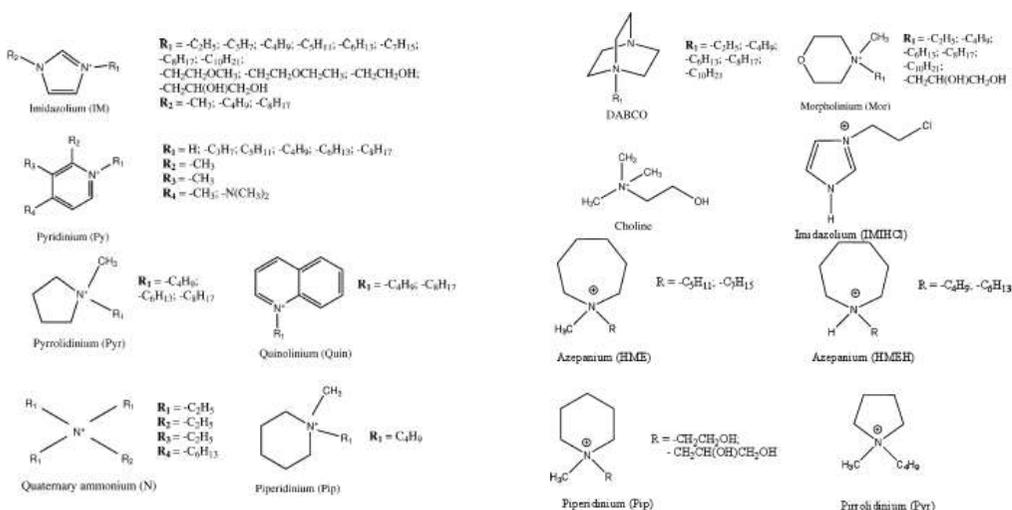
Chemical Engineering Journal

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/cej](http://www.elsevier.com/locate/cej)

Chemical Engineering Journal

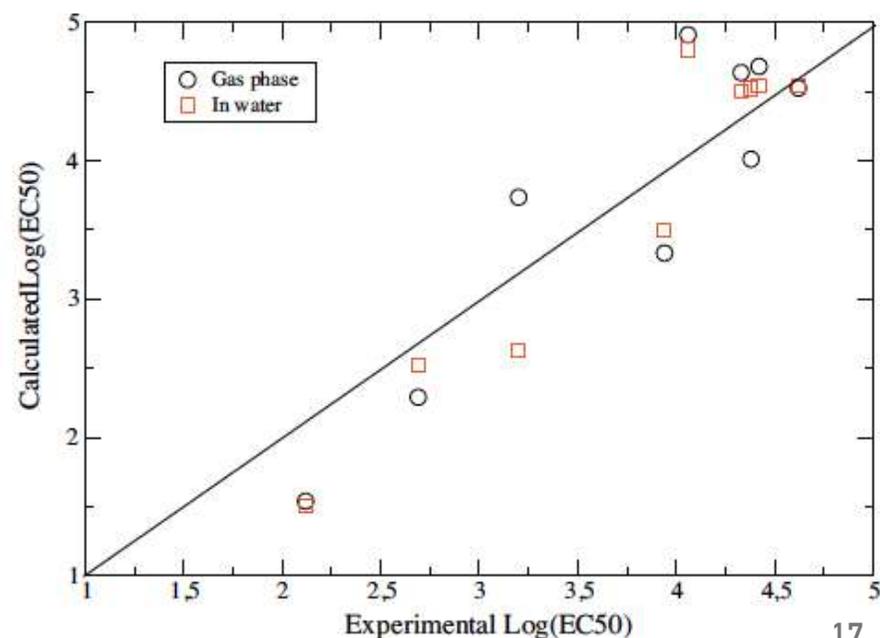
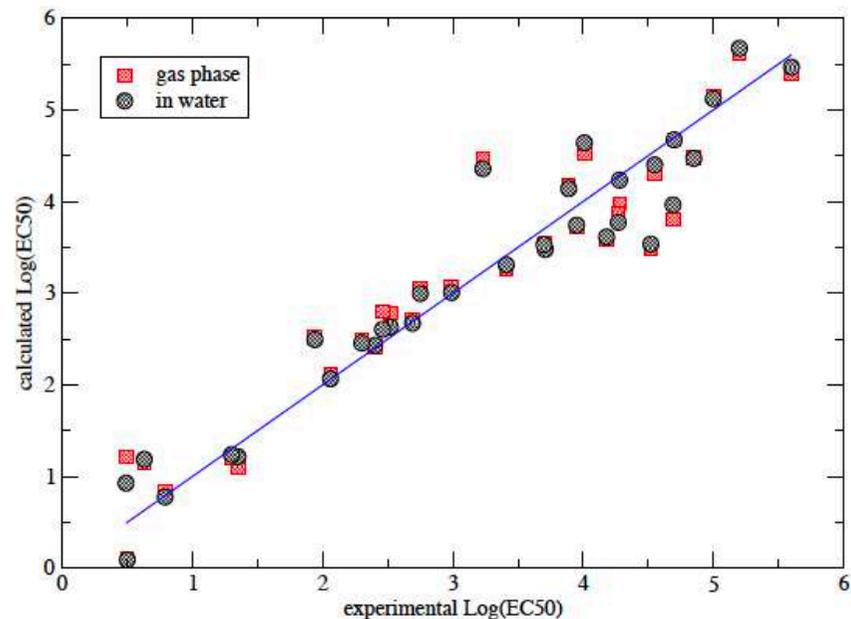
## Theoretical descriptor for the correlation of aquatic toxicity of ionic liquids by quantitative structure–toxicity relationships

S. Bruzzone<sup>a,\*</sup>, C. Chiappe<sup>a</sup>, S.E. Focardi<sup>b</sup>, C. Pretti<sup>c</sup>, M. Renzi<sup>d</sup>



### Toxicity of external set ILs to *V. fischeri*.

Compound	$Log_{10}EC_{50}$ ( $\mu M$ )		
	Experimental	Calc. in gas phase	Calc. in water
HME15	3.2000	3.738	2.634
HME17	2.1200	1.542	1.507
HMEH4	3.9400	3.335	3.500
HMEH6	2.6900	2.291	2.519
IMHCL	4.6200	4.525	4.546
PIP1E	4.3300	4.637	4.503
PIP1G	4.4200	4.683	4.540
PYR14	4.3800	4.014	4.522
PYR1G	4.0600	4.912	4.803





# POTENZIALE APPLICATIVO: APPLICAZIONE IN AGRICOLTURA



Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



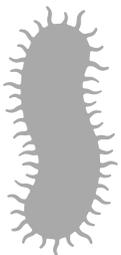
Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*



Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

*Ecologia e funzionamento ecosistemi*

# IMPATTO AMBIENTALE DI SOSTANZE PESTICIDE

---

Gli estrogeni e le sostanze chimiche attive a livello ormonale (EDC) interferiscono con il normale funzionamento del sistema endocrino

L'esposizione a concentrazioni estremamente basse è sufficiente per impedire la funzione delle gonadi, ridurre il successo della fecondazione e diminuire la fecondità nelle specie acquatiche

Sumpter, 2005; Martinovic et al., 2007

Gli estrogeni sintetici per il controllo delle nascite nelle donne sono in grado di ridurre la popolazione ittica a livelli  $<6$  ng / L

Johnson and Williams, 2004; Kid et al., 2007

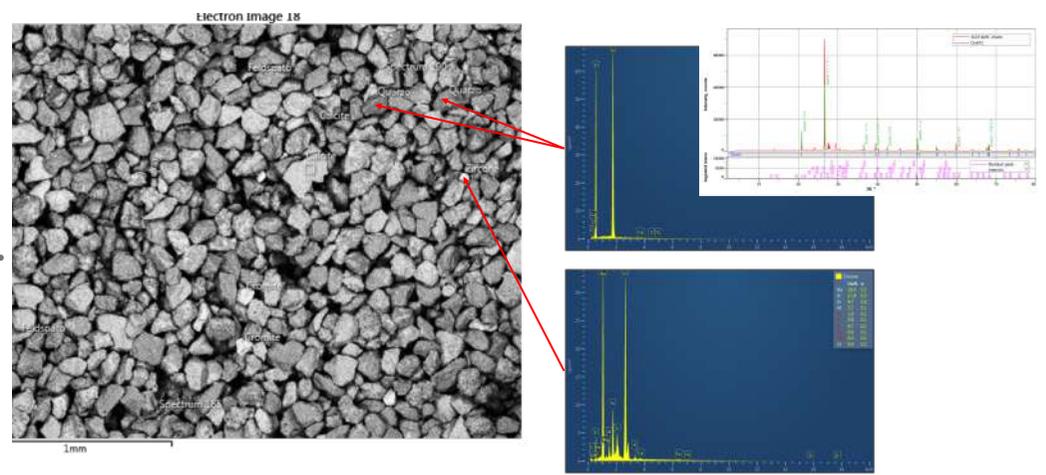
Nonostante ciò non esistono criteri di qualità dell'acqua o dei sedimenti per proteggere gli esseri umani e la vita acquatica dagli EDC

Connon et al., 2012



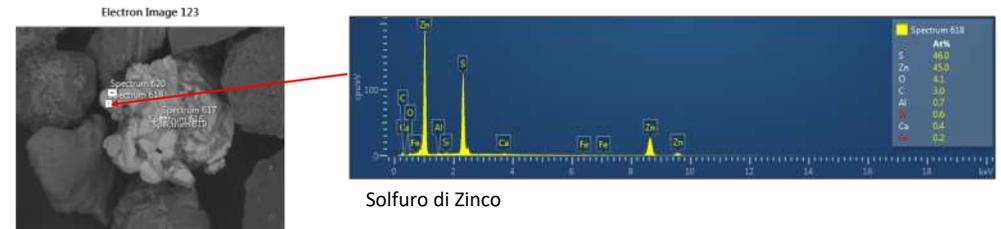
# CASO STUDIO 5 - AGRIFARM

- \* Biodisponibilità dei metalli nei suoli o sedimenti
- \* Biodisponibilità di fitofarmaci/farmaci
- \* Contenuto e caratteristiche del microbiota del suolo e dei macro e micro nutrienti
- \* Capacità di ritenzione idrica zona vadosa del suolo
- \* Capacità di scambio cationico di suoli e sedimenti
- \* Presenza di contaminanti di origine antropica
- \* Correlazione inquinante/sorgente (naturale/ antropica)
- \* Maturità ed evoluzione di un suolo in correlazione con gli eventi meteo-climatiche e pressioni antropiche

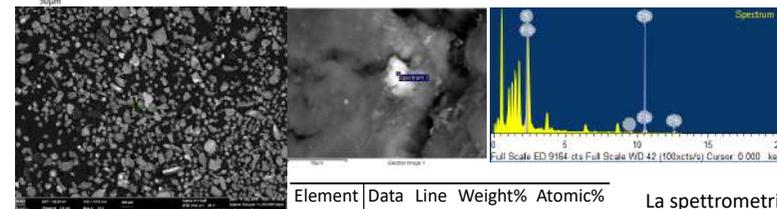


1. Conferma dei dati diffrattometrici, corretta quantificazione delle fasi ed interpretazione tessiturale
2. Identificazione di minerali in tracce non rilevabili in diffrazione (Zircone)

Analisi di elementi pesanti in sedimenti ed identificazione delle fasi in cui si presentano mediante immagini composizionali e combinazione di spettrometria WD / ED

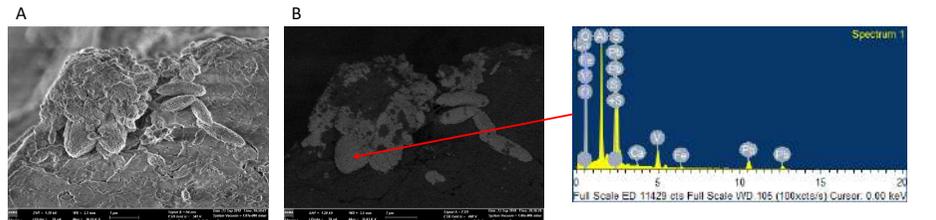


Solfuro di Zinco



Solfuro di Piombo

L'analisi per immagine a supporto dell'interpretazione chimica in casi in cui la risoluzione analitica non consente la corretta discriminazione di fasi vicine



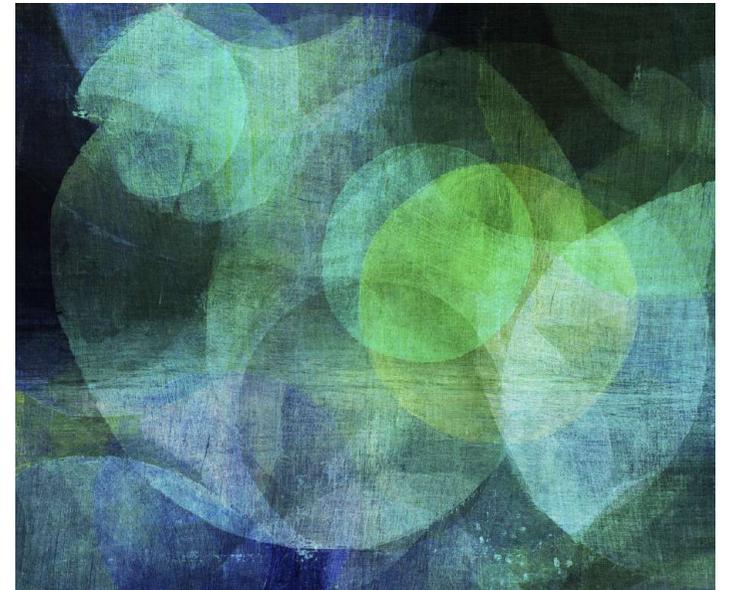
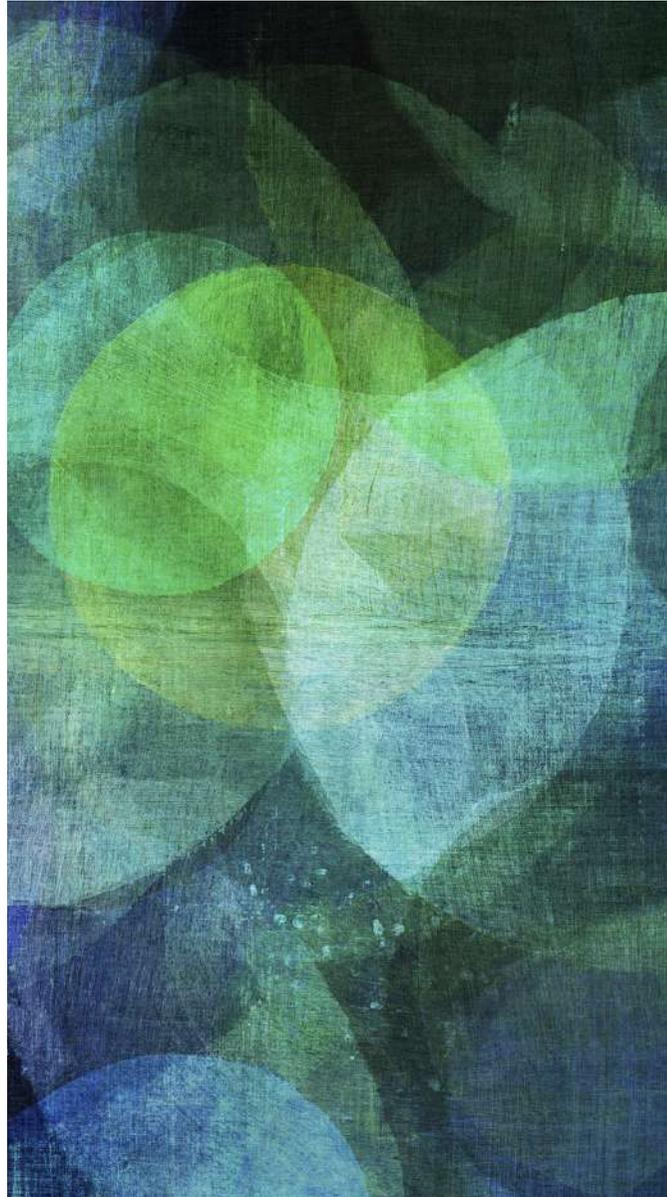
- A. Immagine morfologica
- B. Immagine Composizionale con filtro in energia
- C. Immagine composizionale

L'utilizzo combinato dei 3 detector ha consentito di individuare il punto analisi con minore interferenza delle fasi vicine

Element	Data	Line	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
S	WD	Ka	0.330	0.206	0.494	SO
	Pb	Ma	56.839	5.500	61.228	PbO
Al	ED	K	36.629	27.214	69.207	Al2O3
Ca	ED	K	1.045	0.523	1.462	CaO
V	ED	K	13.856	5.453	24.735	V2O5
Fe	ED	K	0.588	0.211	0.757	FeO
O			48.597	60.893		
Totals			157.884			

La spettrometria in dispersione di lunghezza d'onda (WDS) consente di risolvere righe spettrali interferenti (Pb Ma – S Ka) non discriminabili in Dispersione di Energia (EDS) spettri in giallo

Feedback di precision-farming relativamente ai concimi più adatti in relazione allo stato di maturazione del suolo, condizioni climatiche, idratazione e colture presenti



**DOMANDE??**

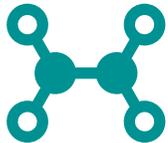


# POTENZIALE APPLICATIVO: RICERCA SCIENTIFICA APPLICATA



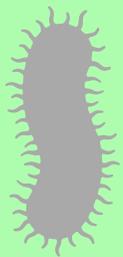
Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

*Ecologia e funzionamento ecosistemi*

# CASO DI STUDIO 6 – SELEZIONE DI ENDPOINT DI STRESS PRECOCI E NUOVI MARCATORI DIAGNOSTICI

Ecotoxicology (2014) 23:1055–1072  
DOI 10.1007/s10646-014-1249-z

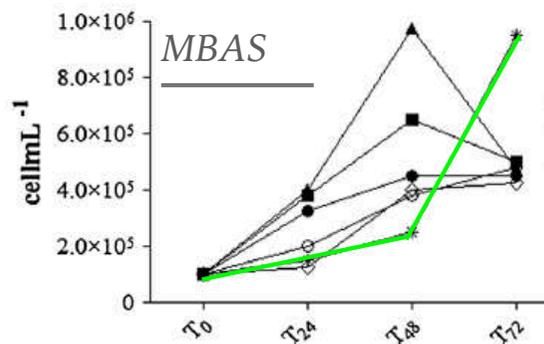
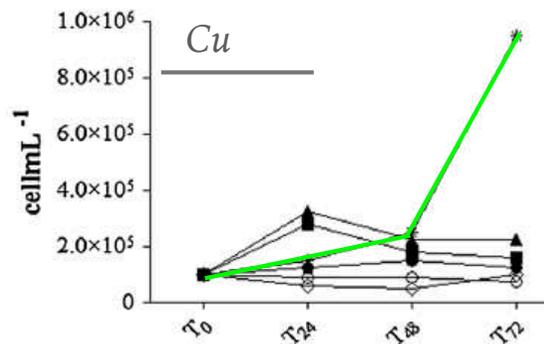
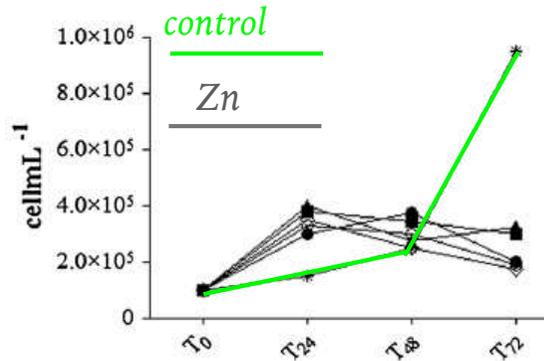


## Early warning tools for ecotoxicity assessment based on *Phaeodactylum tricornutum*

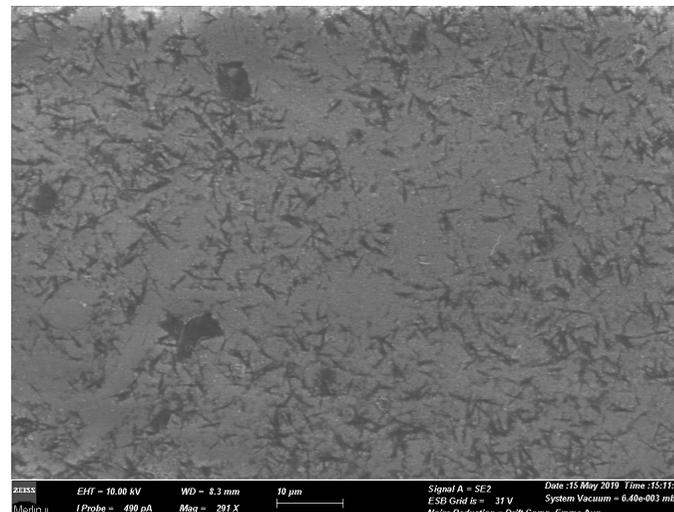
Monia Renzi · Leonilde Roselli · Andrea Giovani ·  
Silvano E. Focardi · Alberto Basset

### Endpoint ecotossicologici:

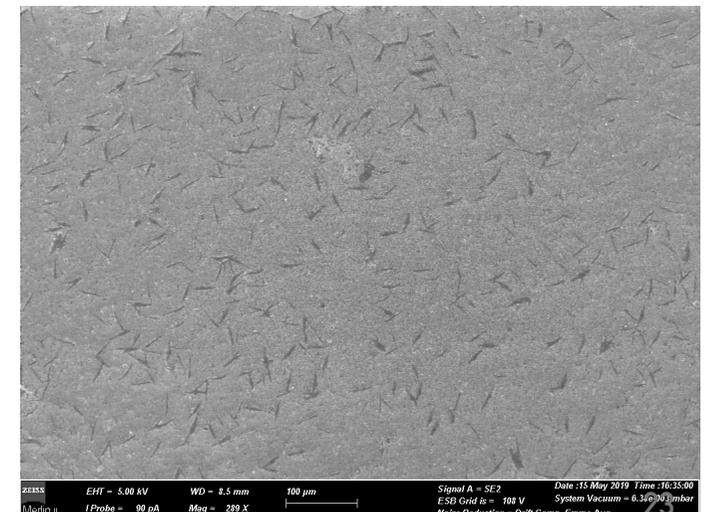
- tasso di crescita a 72 ore (classico)
- alterazioni fisiologiche a carico dei complessi fotosintetici
- degradazione delle clorofille



conteggi controllo



conteggi trattato

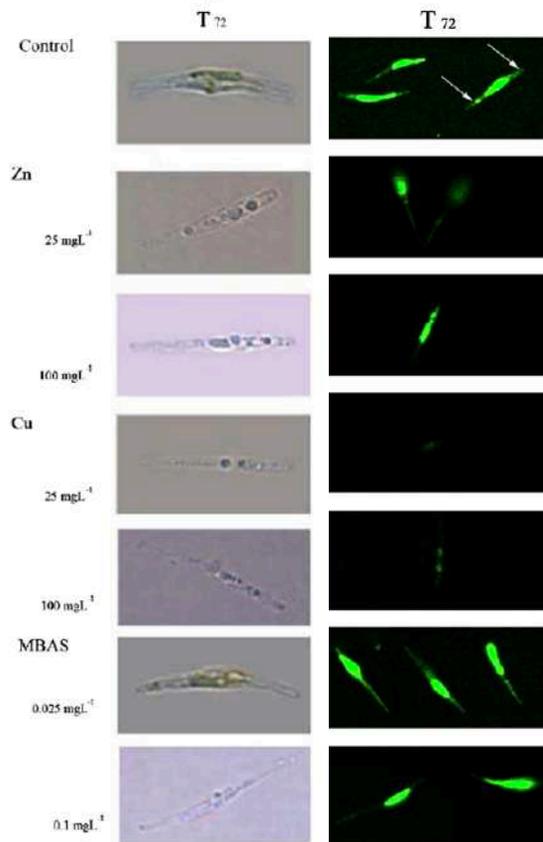


## Vantaggio dell'accoppiamento alle tecniche microscopiche:

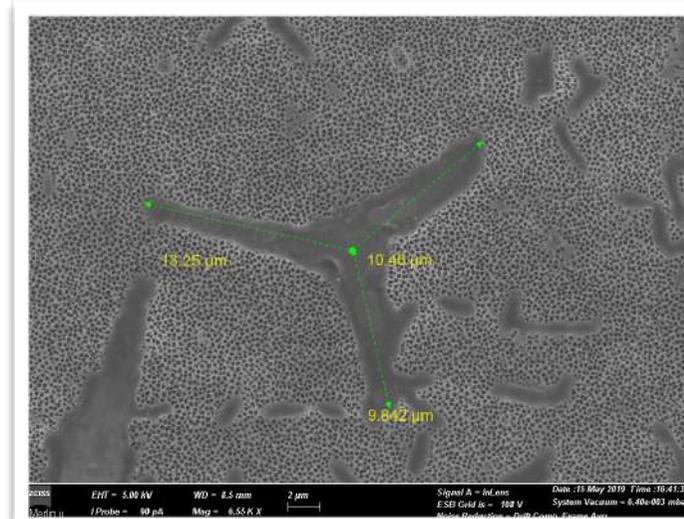
- alterazioni morfologiche
- alterazioni strutturali a carico del cloroplasto
- riduzione del biovolume (effetto sulla biomassa)



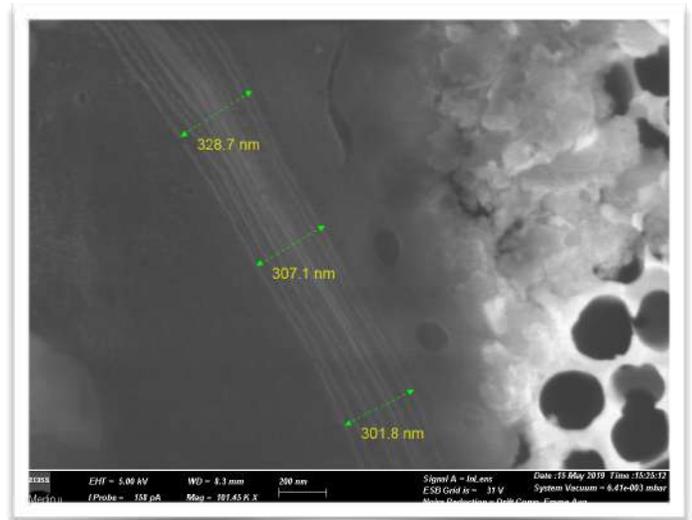
microscopia classica e confocale



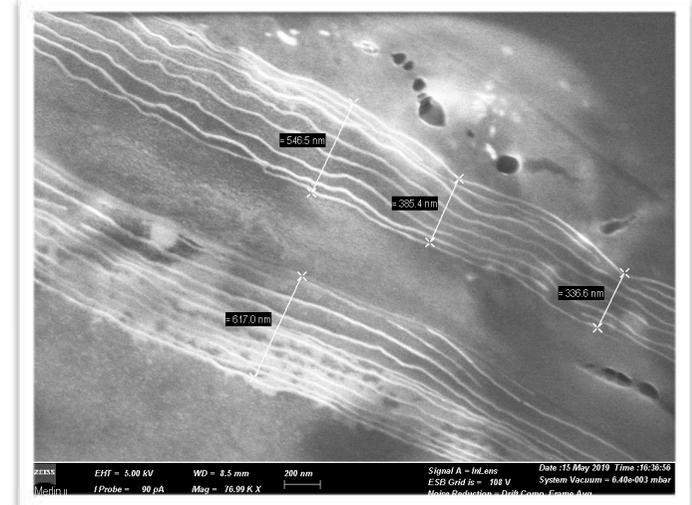
biometrie FESEM\*



## Analisi delle anomalie FESEM



non trattato

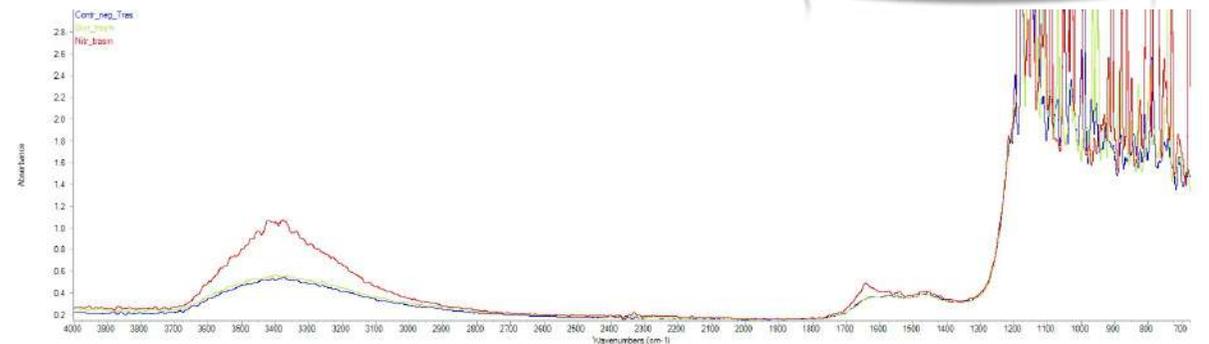


trattato

\*FESEM = Field emission scanning electron microscopy



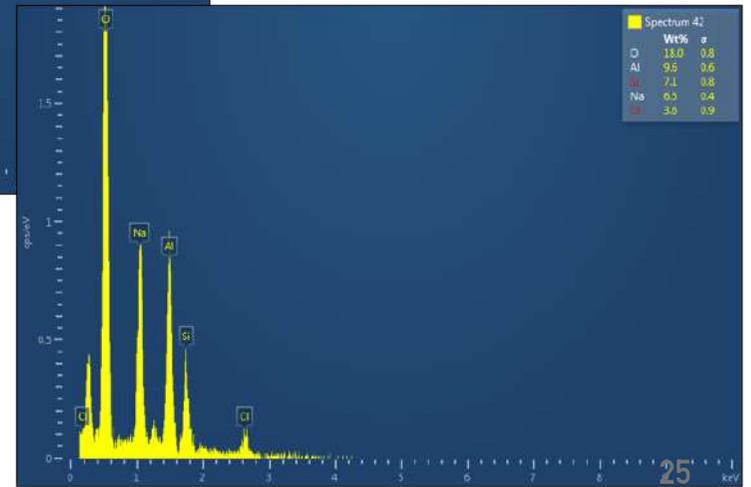
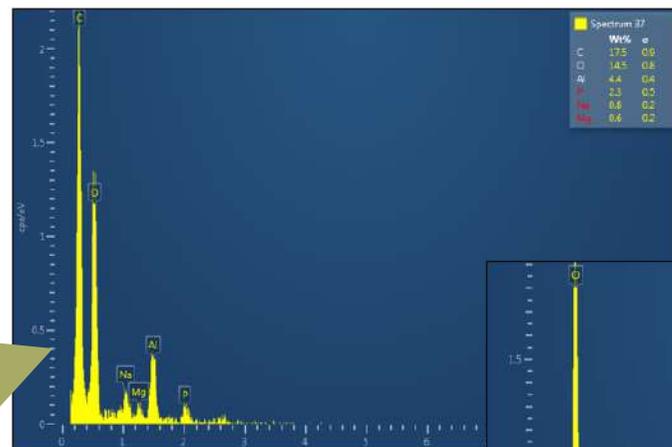
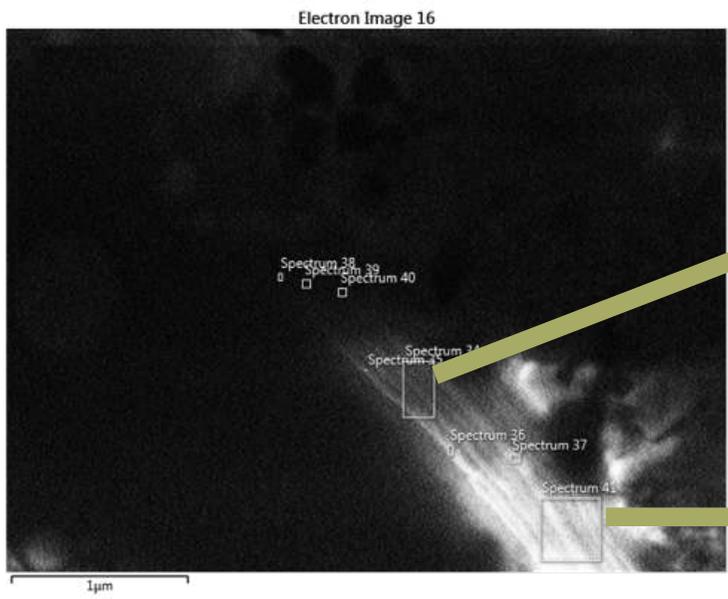
Spettri FT-IR



Analisi chimica delle strutture cellulari



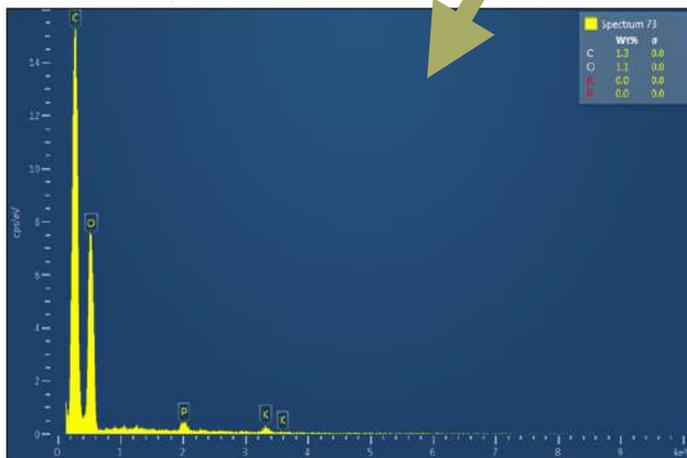
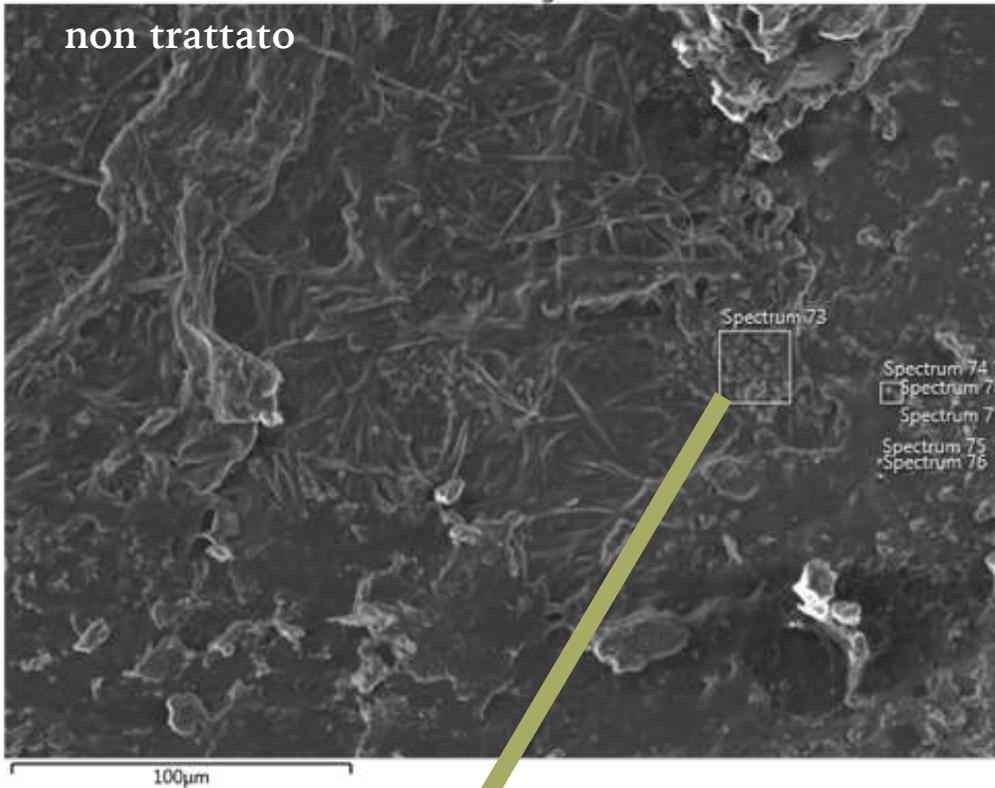
Analisi chimica FESEM





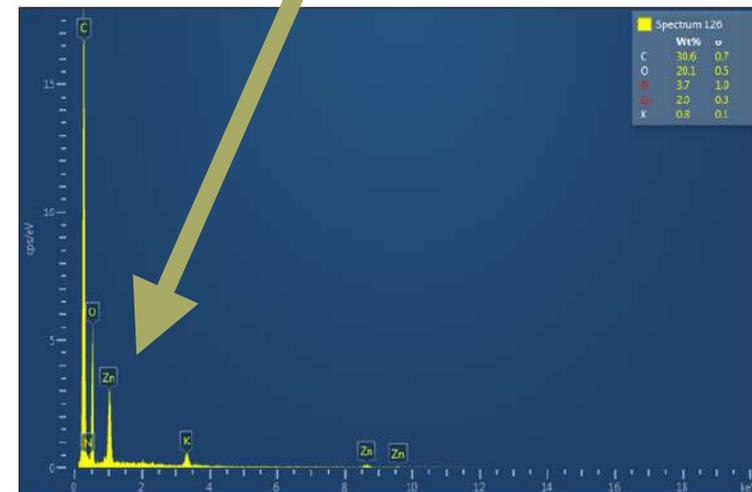
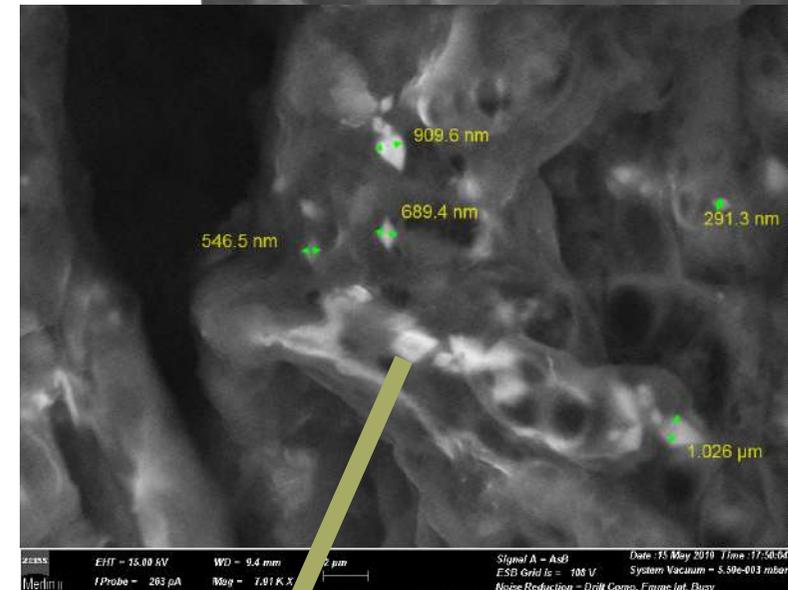
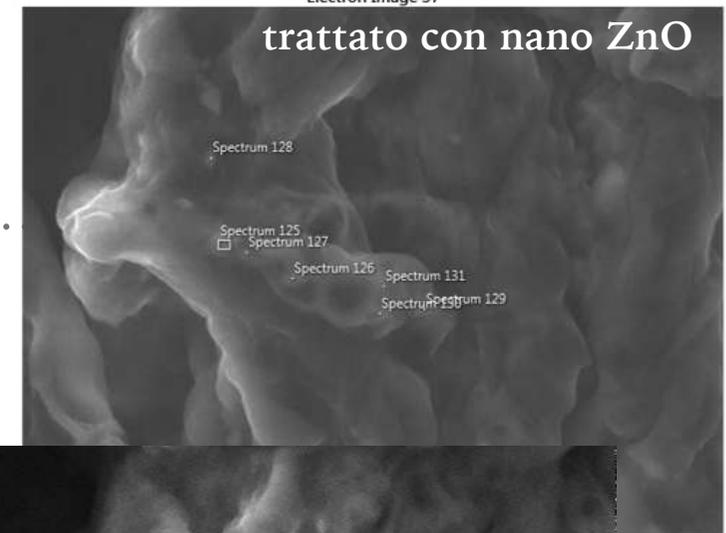
# CASO DI STUDIO 7 - ESPOSIZIONE A NANOPARTICELLE

Electron Image 25



Electron Image 37

trattato con nano ZnO





# CASO DI STUDIO 8 – STRESS ACUTO CAUSATO DA MICROPLASTICHE VS PIOGGIA ACIDA



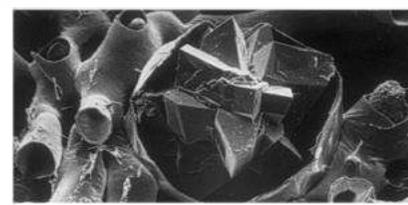
*Lepidium sativum* in suolo arricchito con microplastiche



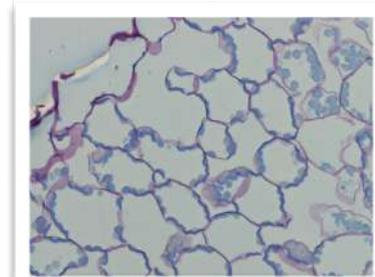
*Lepidium sativum* in suolo arricchito con microplastiche e pioggia acida



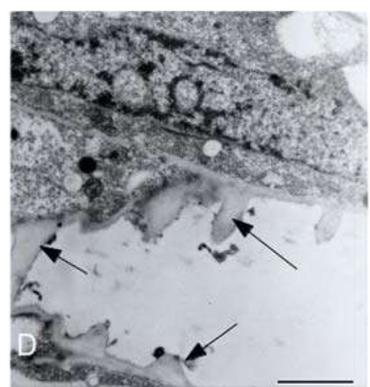
Ossalato di Calcio all'interno di una cellula del tessuto fogliare (pet+pioggia acida)



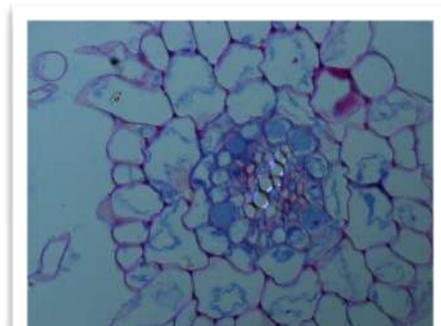
Amidi, (granuli blu) all'interno delle cellule dell'apparato fogliare nelle piante PET+pioggia acida



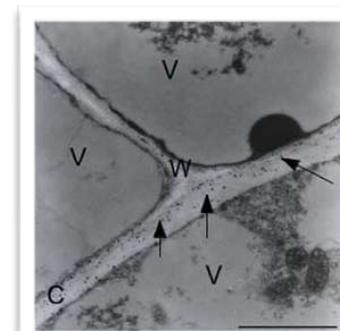
Lignificazione delle tracheidi in piante PET (frecche)



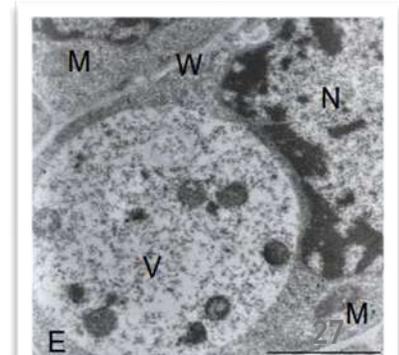
Ispessimento delle pareti del cilindro corticale nell'apparato radicale



Materiale granulare elettrodensso nella parete cellulare (frecche) in piante PET



Cellule allungate con al loro interno grandi vacuoli



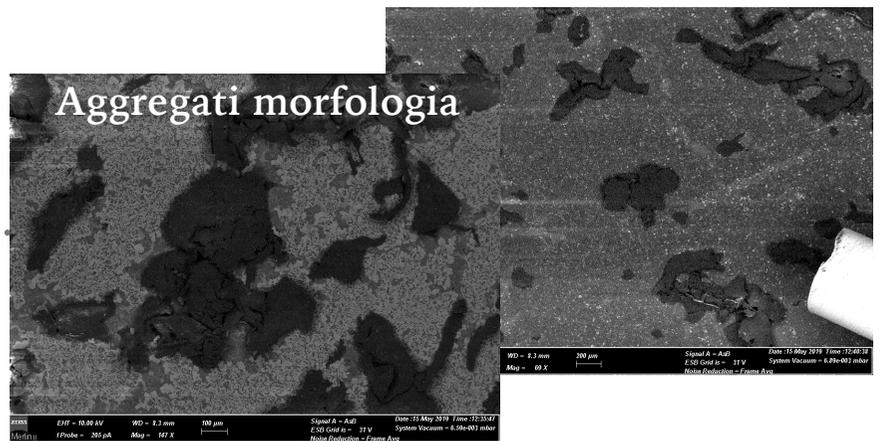
# Plastica non acidificata



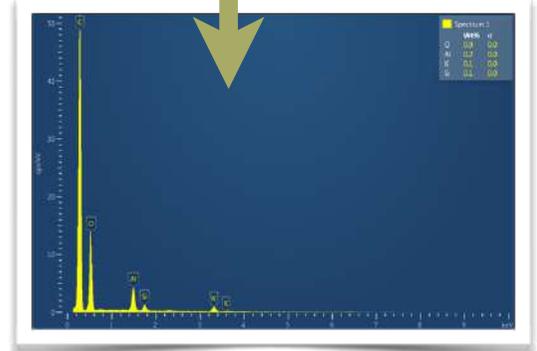
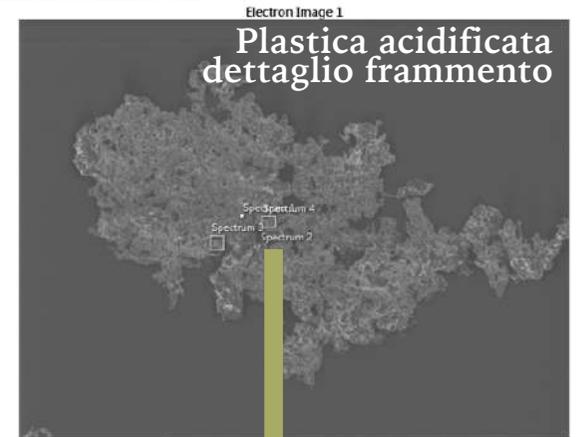
# Plastica acidificata



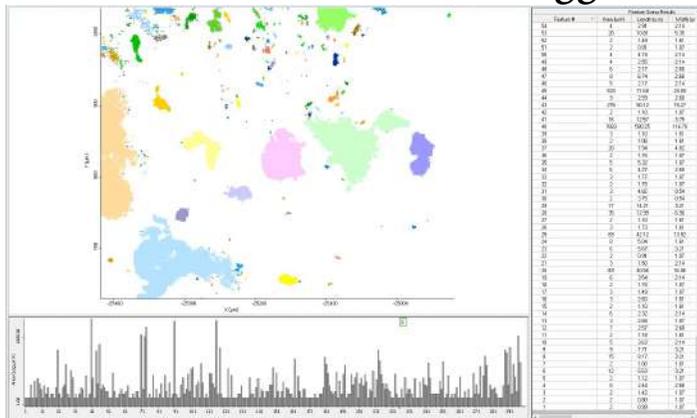
# Aggregati morfologia



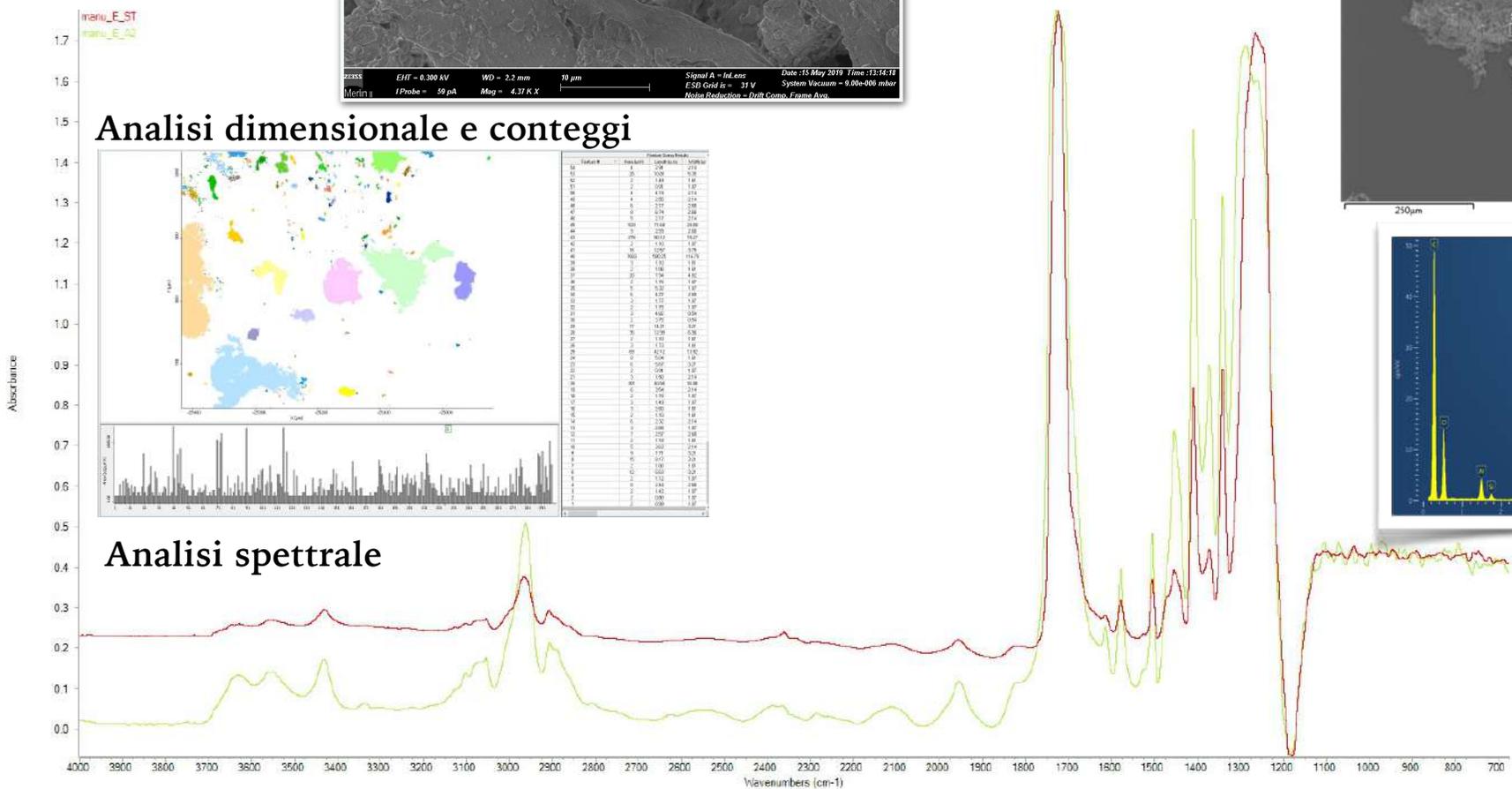
Signal A - AED Date: 15 May 2019 Time: 15:01:31  
E-SD Gold s = 31 V System Vacuum = 6.09e-03 mbar  
Filter Reduction = Frame Avg  
WD = 4.3 mm 200 µm  
Mag = 69 X



# Analisi dimensionale e conteggi



# Analisi spettrale





# POTENZIALE APPLICATIVO: COMPRENSIONE DEL FUNZIONAMENTO ED ALTERAZIONE ANTROPICA NEI SISTEMI NATURALI



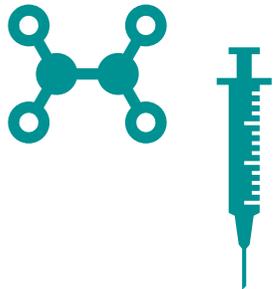
Acqua  
Aria  
Suolo  
Sedimento

*Matrici ambientali*



Gestione rifiuti  
Caratterizzazione dei rifiuti  
Valutazione dei rischi  
Trattamenti bonifica  
Indagini giudiziarie

*Rifiuti/Siti di Interesse Nazionale (SIN)*



Nuove formulazioni  
Sostanze pure  
Miscele commerciali  
Sottoprodotti di processo  
Metaboliti  
Miscele ambientali  
Effetto matrice e antibiotici

*Sostanze chimiche pure e miscele e farmaceutici*



Effetti trattamenti classici  
Effetti trattamenti alternativi  
Effetti microbiota suolo

*Applicazioni agricoltura*



Ricerca applicata  
Nuovi endpoints/tools  
Biomarcatori di stress precoce  
Validazione sperimentale di trattamenti (es. processi innovativi di risanamento)

*Ricerca scientifica*

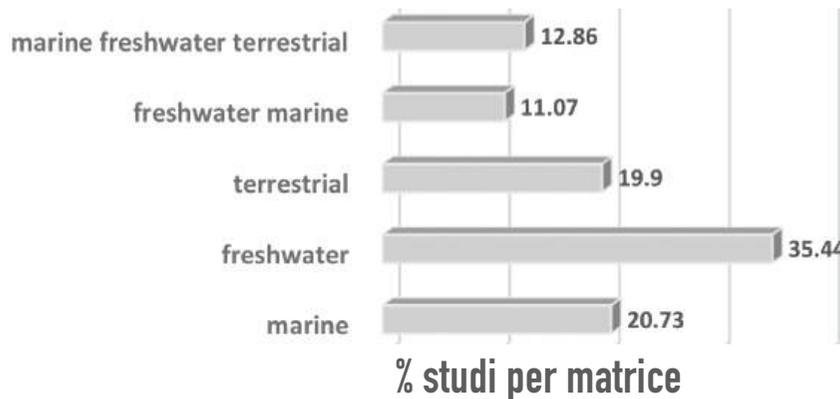


Effetti su biodiversità  
Effetti su reti trofiche  
Effetti a livello di ecosistema

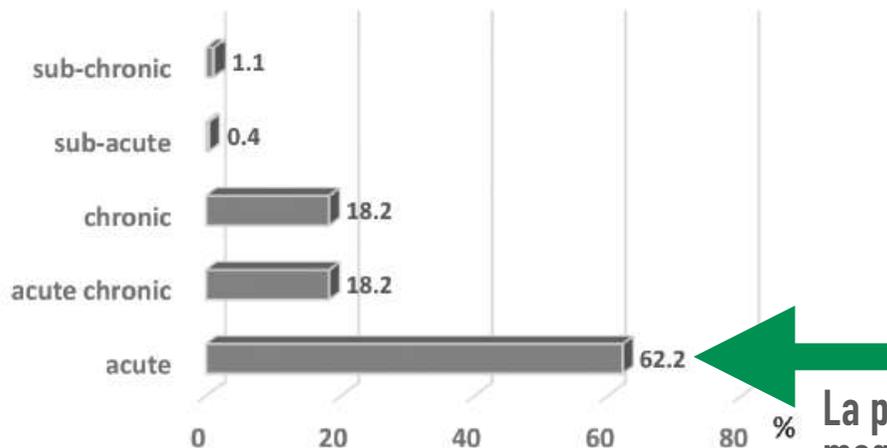
*Ecologia e funzionamento ecosistemi*



# STATO DELL'ARTE DELLE RICERCHE ECOTOSSICOLOGICHE APPLICATE ALL'ECOLOGIA E FUNZIONAMENTO RETI TROFICHE

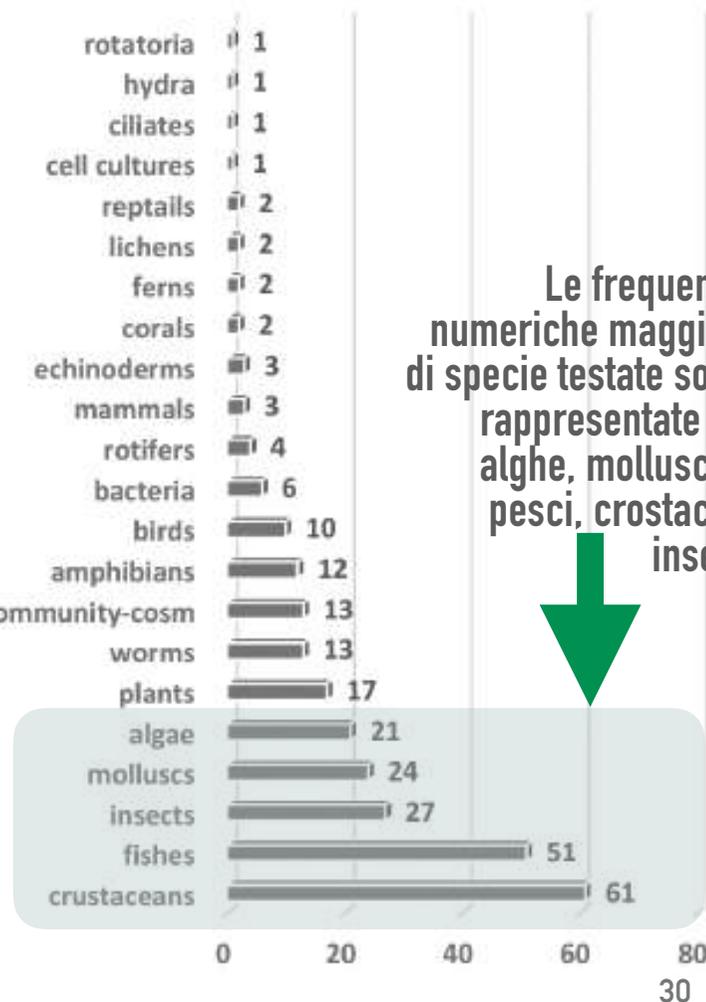


La percentuale di studi pubblicati per matrice è maggiore nei sistemi dulciacquicoli



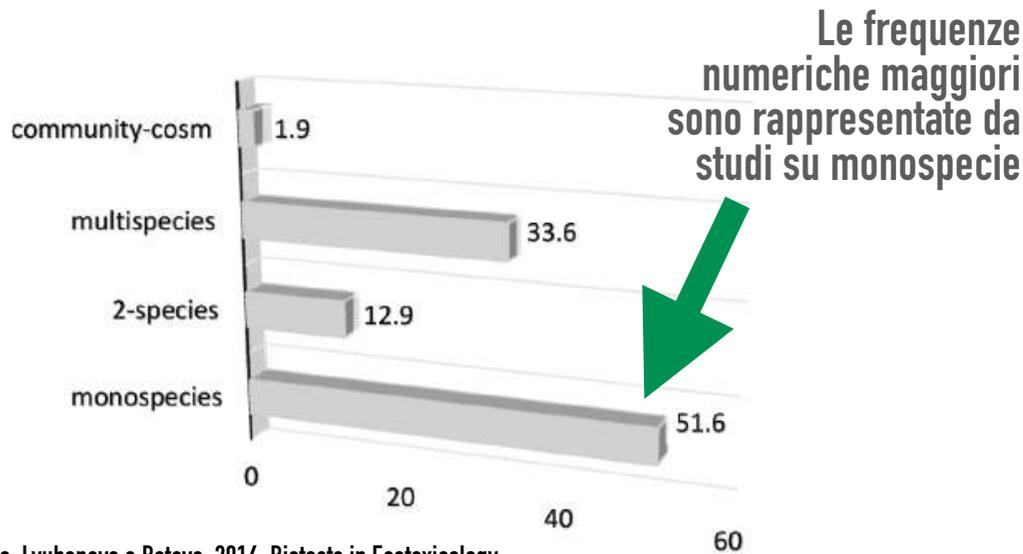
La percentuale di studi maggiore è relativa ad effetti di tipo acuto

Numero di specie testate/totale di articoli per gruppo tassonomico (2010-2016)

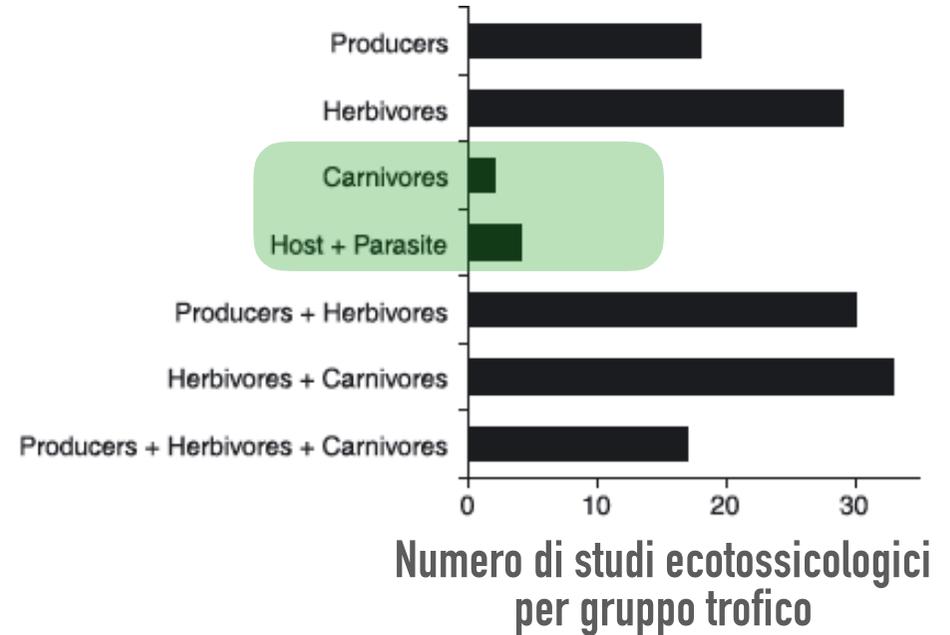


Le frequenze numeriche maggiori di specie testate sono rappresentate da alghe, molluschi, pesci, crostacei, insetti

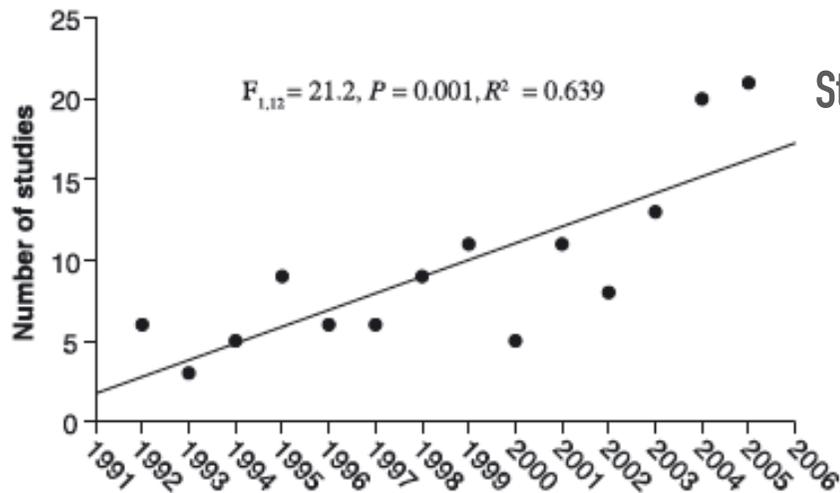
# STUDI INTEGRATI IN AMBITO ACQUATICO



Tratto da: Lyubenova e Boteva, 2016. *Bioteasts in Ecotoxicology: current practice and problems*, Chapter 7. Intech, pp. 148-176.



Numero di studi ecotossicologici per gruppo trofico



Studi ecotossicologici in ambito acquatico che valutano il contributo della potenziale interazione tra almeno due specie

# EFFETTI SUL FUNZIONAMENTO DELLE RETI TROFICHE

L'esposizione a sostanze tossiche può produrre effetti subletali indiretti di in grado di alterare la fitness ecologica di individui e modificando le reti trofiche

## Effetti sugli organismi, alterazione di:

- \*
- \*
- \*
- \*
- \*

Tasso di crescita e tempi di maturità sessuale  
Performance competitiva per le risorse trofiche  
Comportamento (feeding e breeding)  
Sensibilità a stressori ambientali e adattamento  
Tempo medio di sopravvivenza

## Effetti sulle popolazioni

- Predazione intraspecifica
- Dinamica di popolazione
- Interazioni intraspecifiche
- Rapporto tra sessi
- Successo di schiusa

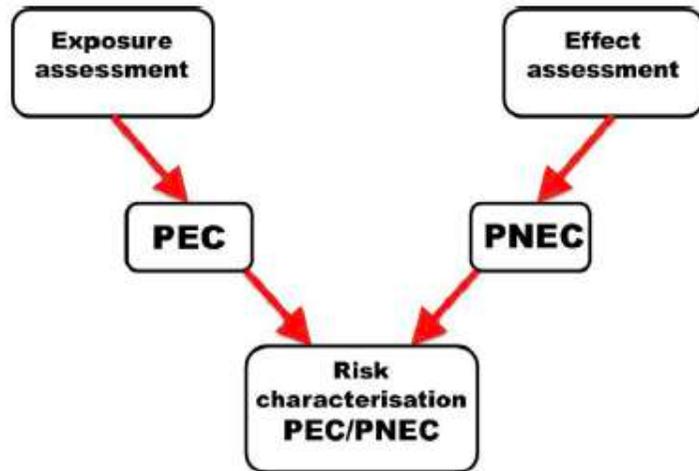
## Effetti a livello di comunità

- Alterazione delle interazioni inter-specifiche
- Effetti sulla competizione e predazione
- Maggiore sensibilità a parassiti e patogeni

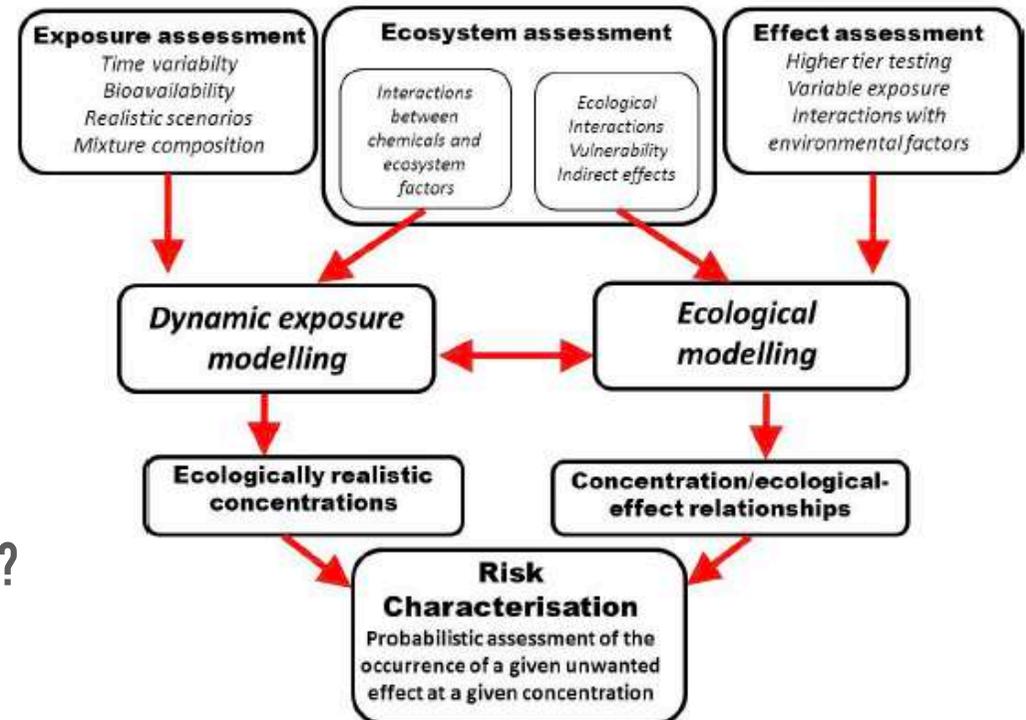
Es. la riduzione numerica delle prede a seguito di effetto tossico di sostanze chimiche incide sulla densità dei predatori

# INTEGRAZIONE DI ASPETTI ECOLOGICI NEL RISK ASSESSMENT

...dal risk assessment semplificato...



... al risk assessment basato su valutazioni ecotossicologiche integrate ad aspetti ecologici



... per rispondere a quesiti di interesse ecologico quali ...

A seguito dell'esposizione ad una perturbazione chimica:

- 🌱 Quale è la probabilità di perdere una popolazione?
- 🌱 Quanto varierà la biodiversità?
- 🌱 La produttività subirà variazioni?
- 🌱 La struttura della rete trofica è protetta?

# BIOTEST: INDICI DI COMUNITÀ

Le comunità di organismi si trovano a un livello di organizzazione biologica che rappresenta l'integrità dell'ecosistema poiché derivano dagli effetti combinati di fattori di stress fisici, chimici e biologici che agiscono

Cambiamenti nella  
struttura (numero,  
abbondanza e diversità  
delle specie)

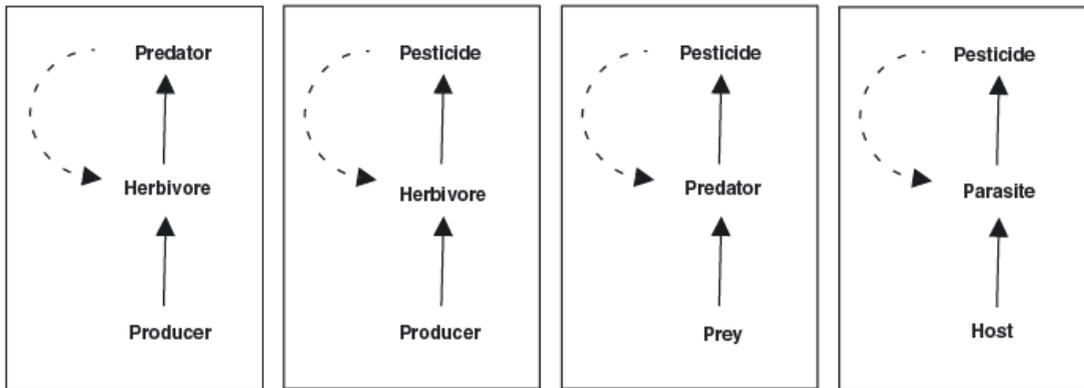
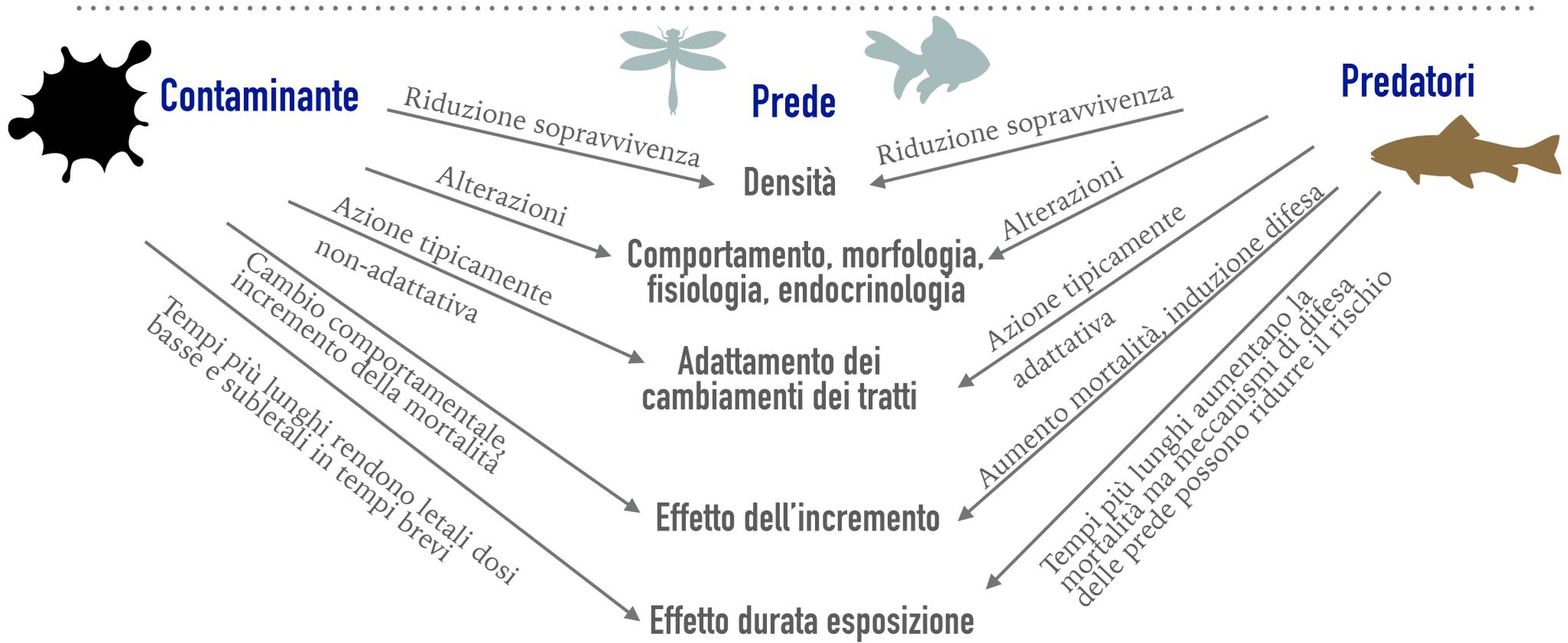
Cambiamenti nella  
funzione  
(sostituire specie  
sensibili con resistenti)

- Indice di integrità biologica (IBI)
- SPEcies At Risk (SPEAR)
- Tolleranza della comunità indotta dall'inquinamento (PICT)

DM 173/2016 -  
Dragaggio di sedimenti  
Diversità macrozoobentica nei fondi molli



# CASO DI STUDIO 9 - EFFETTI ECOLOGICI INDOTTI DALL'ESPOSIZIONE PESTICIDI IN AMBITO ACQUATICO



consumo →

alterazione indiretta →



# CASO DI STUDIO 10 - EFFETTO SU MACROFITE & RISCHIO PER LA RETE TROFICA

*Dose di esposizione*  
Subletale

*Tempo di esposizione*  
14 g



*Sostanze testate*  
Cu, Hg, Zn,  
MBAS

*Specie testate*  
C. linum  
V. aegagrophyla  
G. longissima  
Ruppia spp.



*Endpoints*

- alterazioni morfologiche
- alterazioni fisiologiche

La ricerca fornisce una chiave di lettura su:

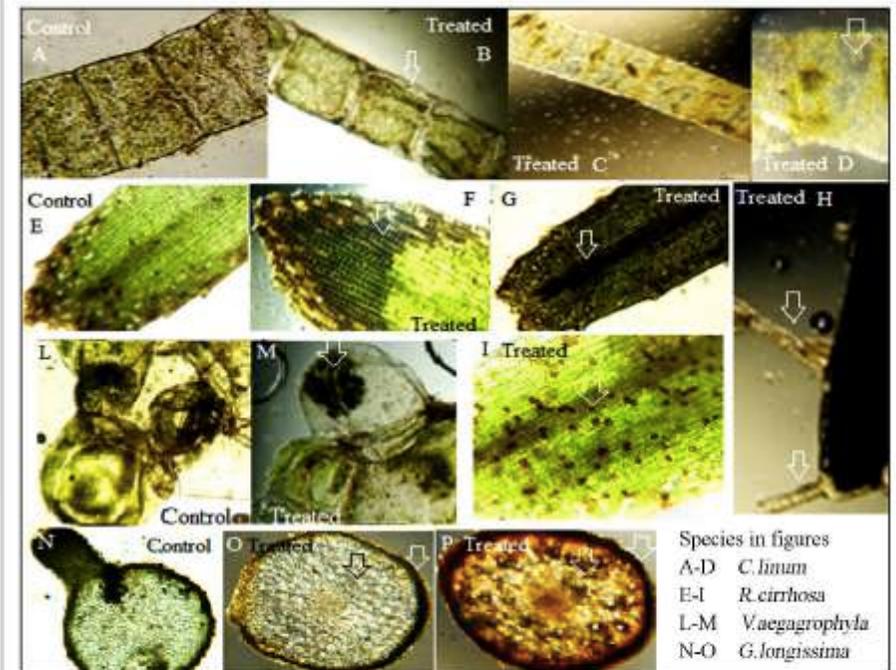
- ✓ alternanza di popolazioni di macrofite / fanerogame in ecosistemi impattati
- ✓ dinamiche di trasferimento di contaminanti ambientali lungo la rete trofica

Journal of Environmental Protection, 2014, 5, 274-288  
Published Online March 2014 in SciRes. <http://www.scirp.org/journal/jep>  
<http://dx.doi.org/10.4236/jep.2014.54031>



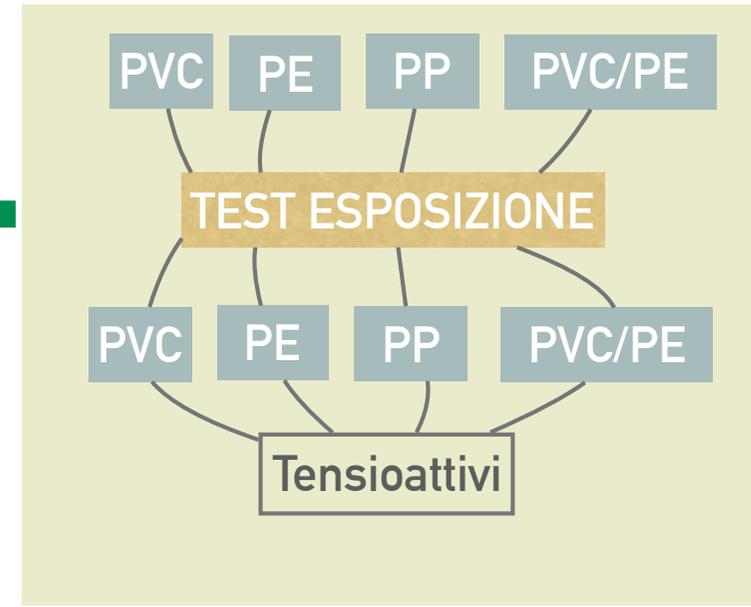
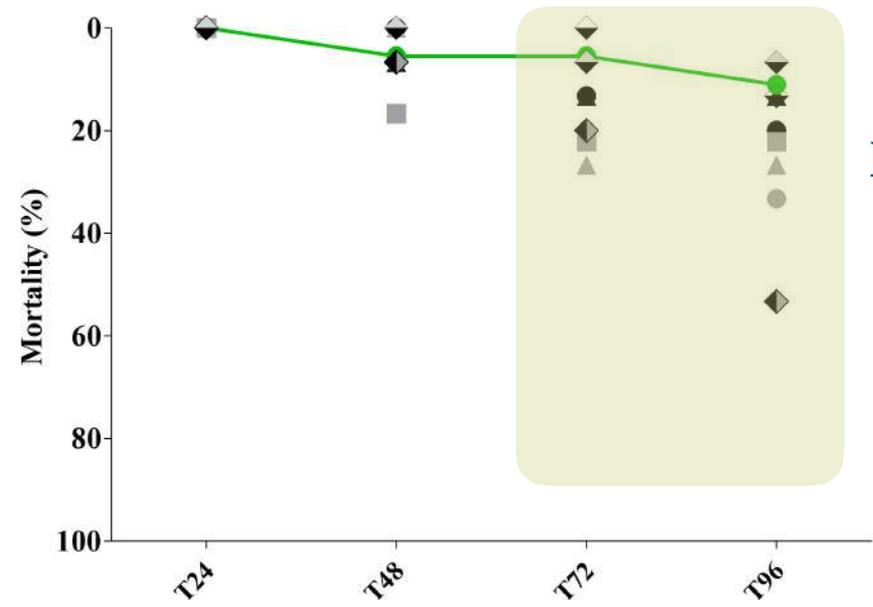
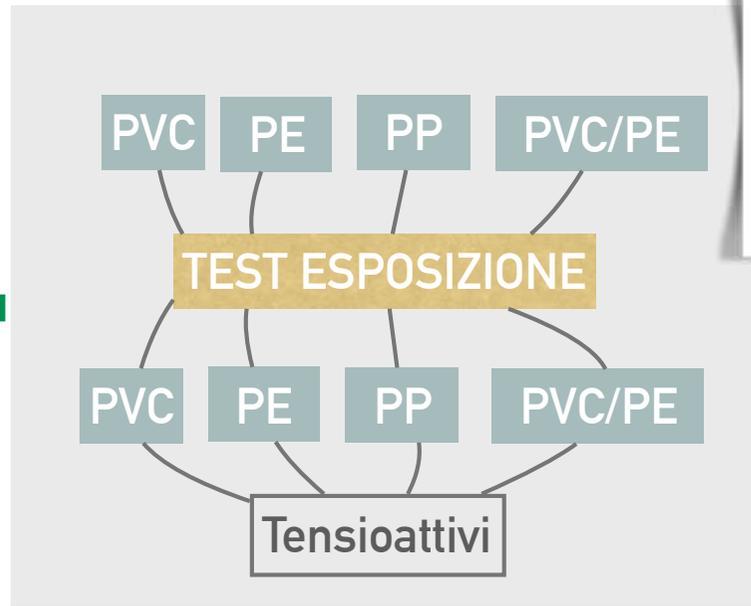
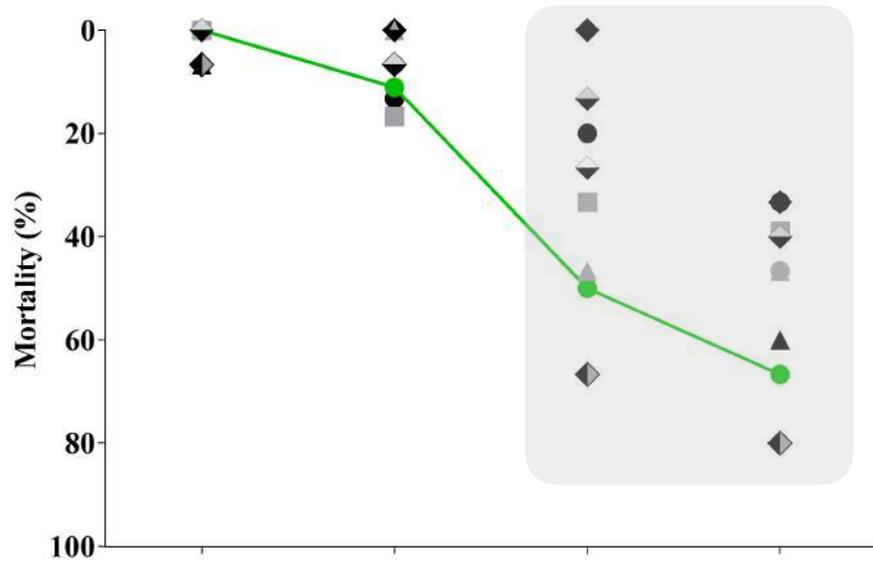
## Responses of Aquatic Vegetation to Pollution: Preliminary Results on Ecotoxicological Effects and Bioenrichment Factors

Monia Renzi<sup>1</sup>, Andrea Giovani<sup>2</sup>, Silvano E. Focardi<sup>2</sup>



**Figure 3.** Cellular damages observed by light microscopy in species exposed to toxicant. Natural tissue structure observed in controls are reported in figures A, E, L, N. Alterations observed: Osmotic alterations (B, M), chloroplasts alterations (C, D), cellular death (F, G, I, P), colour alteration (absence of pigments, change to dark brown, M, O, P), proliferations on leaves (H).

# CASO DI STUDIO 11 - EFFETTO DEL FEEDING SULLA RISPOSTA ECOTOSSICOLOGICA



- ISO water
- ▲ PP
- ◊ PVC/PE
- ▲ PP+S
- ◊ PVC/PE+S
- S
- PE
- PE+S
- ◆ PVC
- ◆ PVC+S

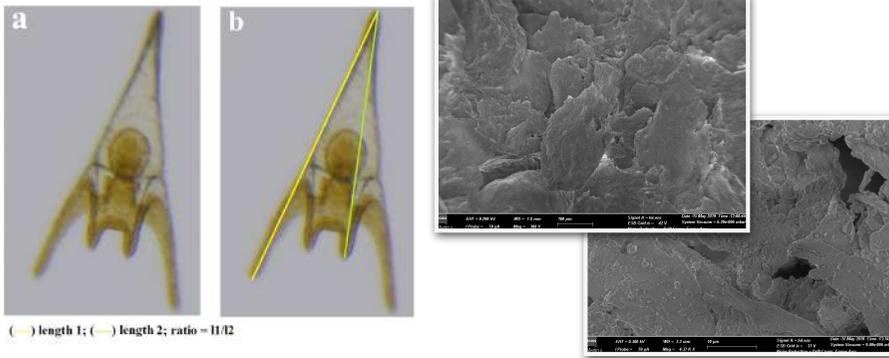
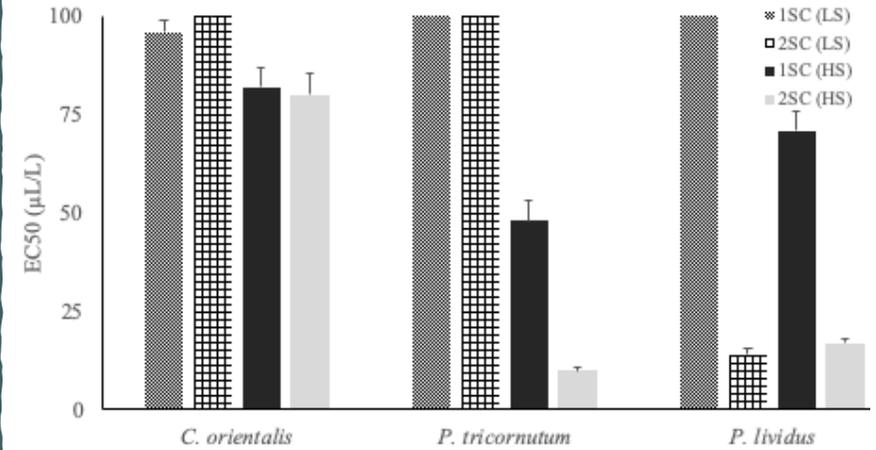


# CASO DI STUDIO 12 – STRESS ECOLOGY: EFFETTO DI PH E SALINITÀ

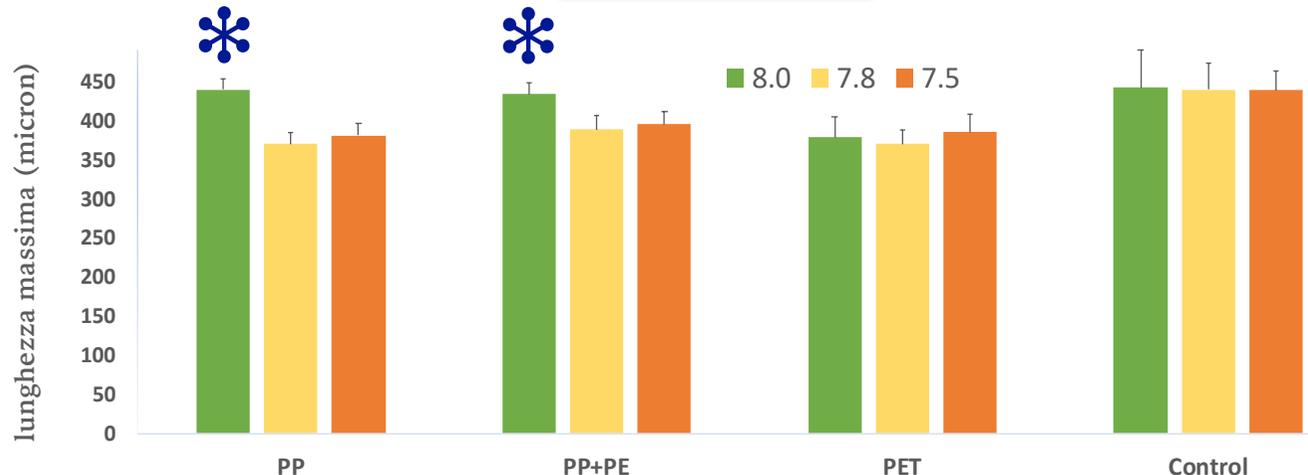
Uno stress salino di +0.5% altera le risposte ecotossicologiche come riportato in letteratura per pH e temperatura

(Prato et al., 2008; Dupont et al., 2010; Asnaghi et al., 2013; Asnaghi et al., 2014)

Il riscaldamento globale può incidere sulle valutazioni di rischio ecotossicologico effettuate in base di risposte ottenute in condizioni standard

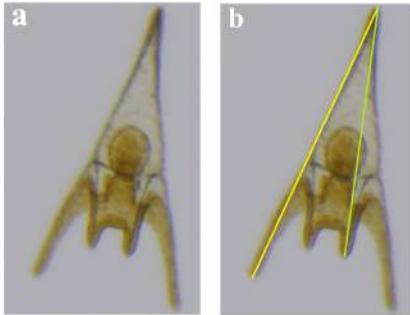


Riduzione di pH (-0,5) altera il biovolume nei plutei normoformati a 72 h di esposizione ed incide sull'EC50 osservato dopo esposizione a leachate di plastiche.



L'associazione ecotossicologia & stress ecology è fondamentale per modellizzare e predire gli effetti sulle reti trofiche in dovuti ad esposizione a sostanze chimiche in risposta anche ad effetti indiretti di variazioni climatiche

# CASO DI STUDIO 13 – STRESS ECOLOGY: EFFETTO DEL PH

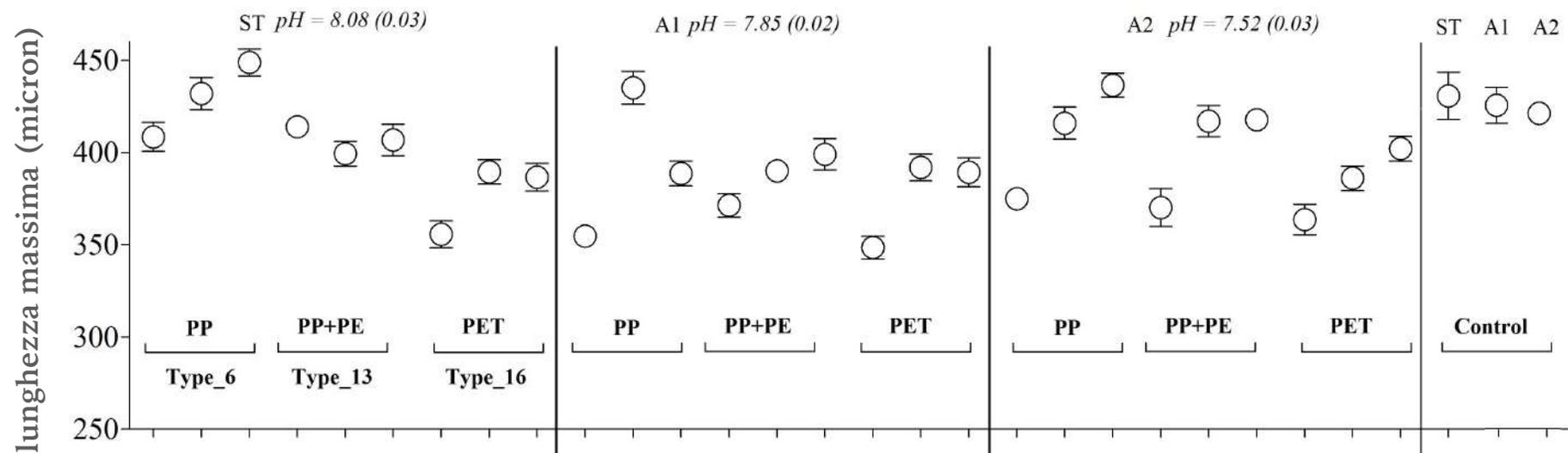


(—) length 1; (—) length 2; ratio = 11/12

*Lo stress chimico induce alterazione del biovolume nei plutei normoformati a 72 h di esposizione*

*Questo ha significato notevole nella fitness individuale e specifica con ripercussioni potenzialmente importanti nelle reti trofiche marine*

*La diminuzione del pH riduce in modo significativo la varianza del biovolume degli individui normoformati e incide sull'EC50 osservato dopo esposizione a leachate di plastiche*

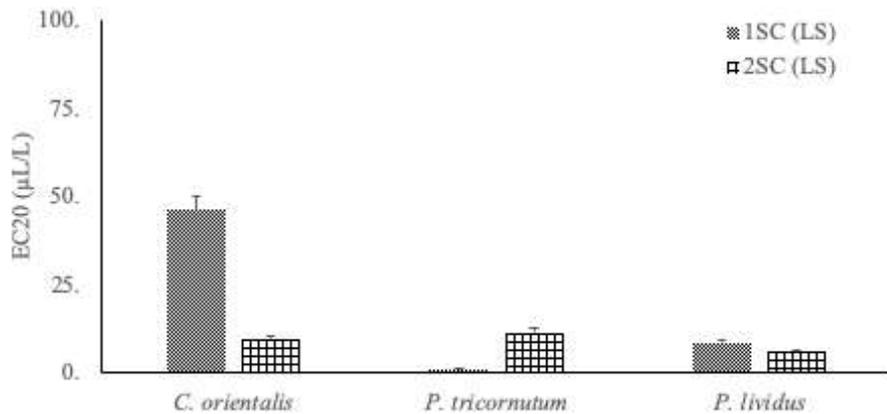




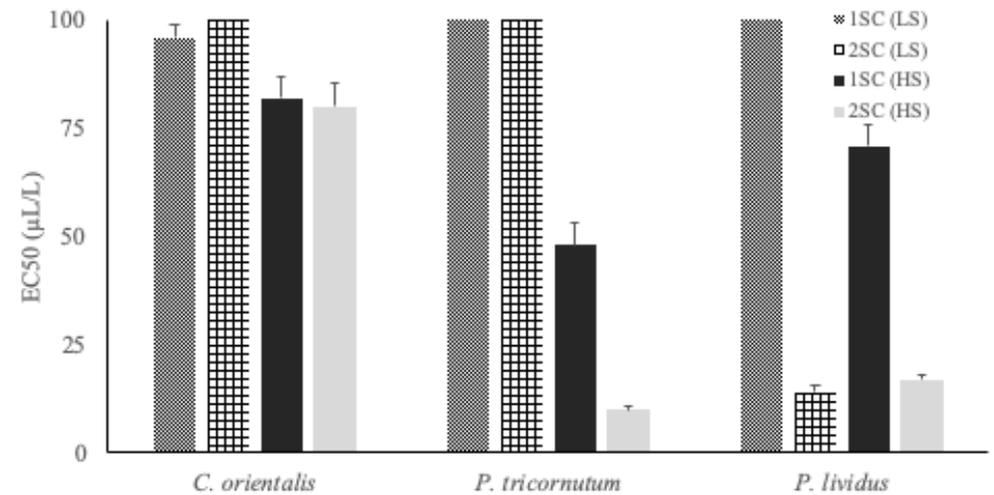
# CASO DI STUDIO 14 - STRESS ECOLOGY: SALINITÀ

EXPOSURE TO SUNSCREENS IN KEY MARINE SPECIES:  
CHANGING ECOTOXICITY AS POSSIBLE INDIRECT EFFECT  
OF GLOBAL WARMING

Paolo Fastelli<sup>a</sup>, Monia Renzi<sup>a\*</sup>



**EC20 recorded under standard salinity conditions (3.5%, LS) in tested species.** Lower EC20 values means higher toxicity. Standard deviations are evidenced. EC20 is the concentration of test substance which results in a 20 percent reduction in tested endpoint (i.e. survival rate for crustaceans, growth rate for algae, and abnormal embryos for echinoderms) relative to the control. 1SC = chemical-based sunscreen type; 2SC = physical-based sunscreen type.



**EC50 recorded under different salinity conditions.** EC50 is the concentration of test substance which results in a 50 percent reduction in tested endpoint (i.e. survival rate for crustaceans, growth rate for algae, and abnormal embryos for echinoderms) relative to the control. Standard optimal salinity (3.5%, LS) and high salinity (4.0%, HS) were tested. Represented differences resulted significant ( $p < 0.001$ ). Under stressing osmotic conditions (HS) negative controls showed effects always lower than 15%. Represented results are corrected according to the effect recorded on negative controls. 1SC = chemical-based sunscreen type; 2SC = physical-based sunscreen type.

✿ Salinity stress of 0.5% (3.5% vs 4.0%) could be effective on changing ecotoxicological responses as reported by the literature concerning temperature and pH

(Prato et al., 2008; Dupont et al., 2010; Asnaghi et al., 2013; Asnaghi et al., 2014)

✿ Global warming could affect ecotoxicological risk assessment evaluations performed under standard test conditions required in European countries on personal care products.



# CASO DI STUDIO 15 – EFFETTO SUL COMPORTAMENTO ALIMENTARE

Mine Water Environ  
DOI 10.1007/s10230-017-0432-x

TECHNICAL ARTICLE

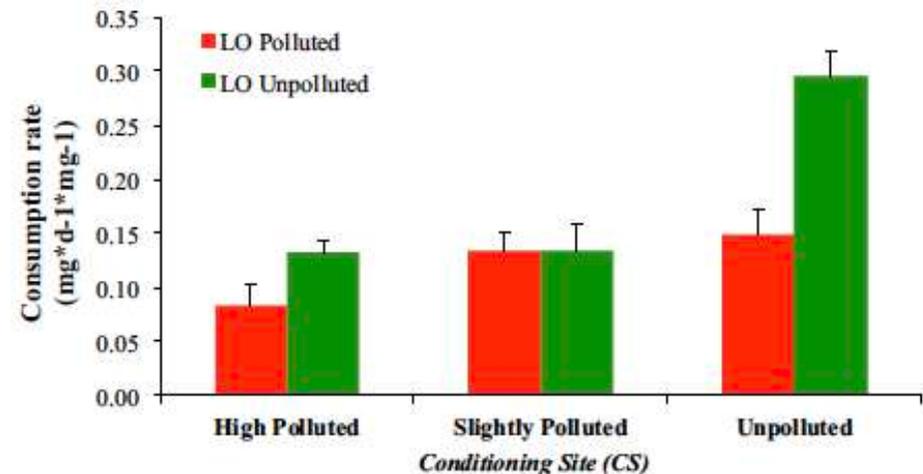
## Do Mining Activities Significantly Affect Feeding Behavior of Freshwater Benthic Macroinvertebrates? A Case Study in South Sardinia (Italy)

Alberto Basset<sup>1</sup> · Maurizio Pinna<sup>1</sup> · Monia Renzi<sup>1,2</sup>

..... Gli organismi acquatici testati hanno avuto la possibilità di scegliere la fonte di approvvigionamento nutritivo (detrito foliare) preferita tra le varie opzioni a diverso livello di contaminazione da metalli pesanti



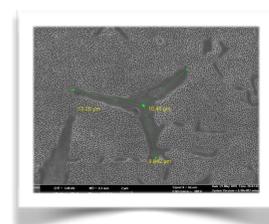
- ◆ I macroinvertebrati preferiscono risorse trofiche provenienti da ambiti non contaminati o condizionati in acque di ambiti non contaminati
- ◆ I tassi di ingestione sono ridotti sia dalla contaminazione della risorsa trofica che dal tipo di condizionamento



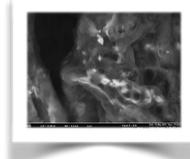


### Effetti molecolari

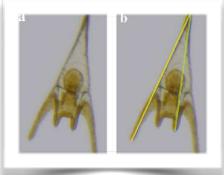
- Trascrittomica
- Proteomica
- Metabolomica
- Epigenetica
- Genotyping



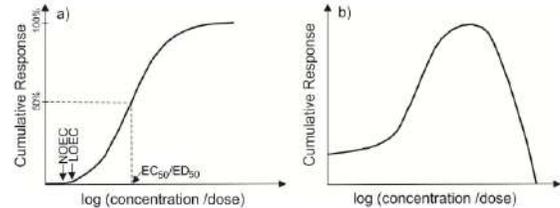
### Effetti a livello cellulare



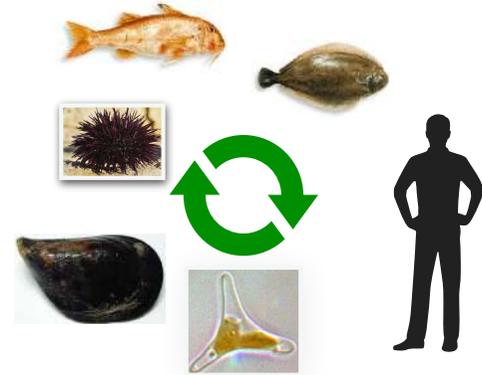
### Effetti a livello tissutale/organi



### Indicatori di stress precoce



### Risposte ecotossicologiche in vitro/vivo su specie test standardizzate e non



### Effetti a livello di rete trofica



### Effetti a livello ecologico

### Contaminanti di nuova generazione

- Liquidi ionici
- Ritardanti di fiamma
- PBDE
- Farmaceutici
- Composti fluorurati
- Sottoprodotti di disinfezione
- Glifosato
- Cianotossine
- Cosmetici, muschi e fragranze
- Semivolatili
- Plastificanti e loro metaboliti
- Pesticidi neonicotinoidi
- Nanoparticelle
- Sostanze chimiche per il trattamento del legname
- Microplastiche
- Medicinali veterinari

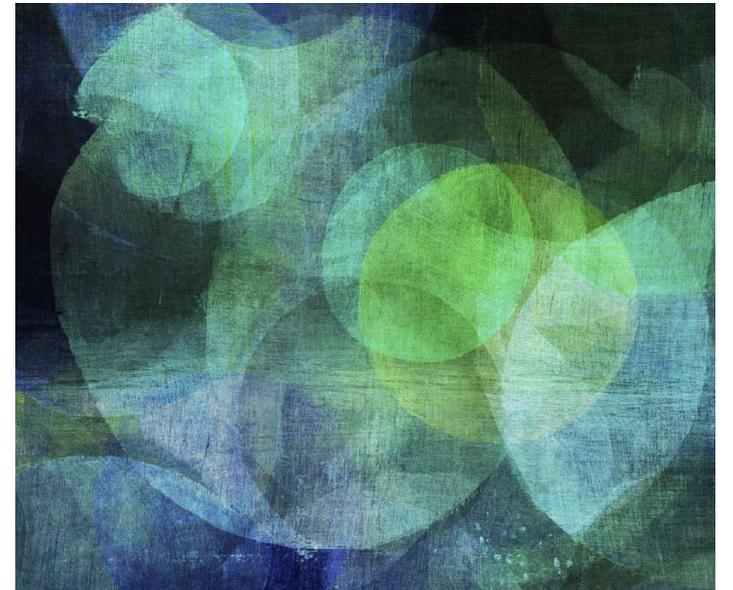
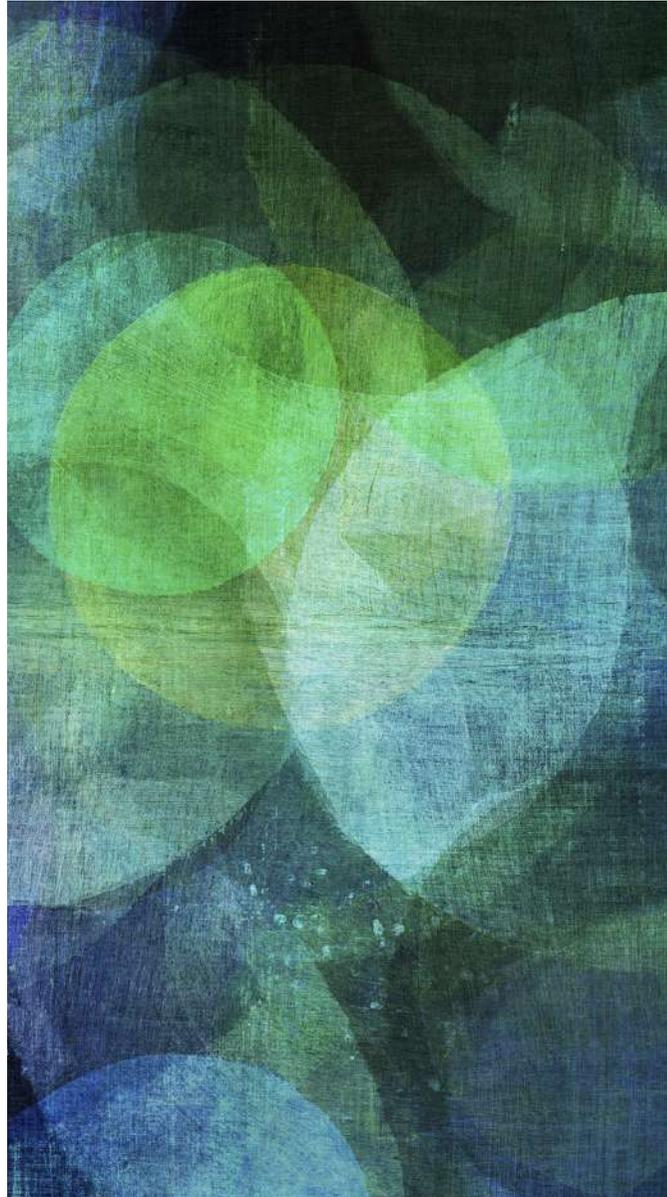
### Effetti in condizioni ecologiche di stress



“Nature is not only more complex than we think...  
... It is more complex than we can think”

Perché utilizzare l'ecotossicologia come strumento per interpretare le dinamiche ecologiche?

Egler FE, The Way of Science. A philosophy of Ecology for the Layman, 1970



**DOMANDE??**