



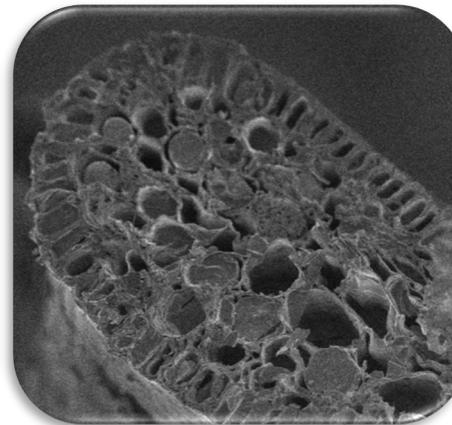
Valutazioni tecniche sui detriti foliari di *P. oceanica*: *uno studio preliminare*

MONIA RENZI

Gruppo di lavoro: F. Provenza, A. Cavallo, A. Broccoli, S. Anselmi

Bioscience Research Center

Via Aurelia Vecchia, 32 - Orbetello



Con la collaborazione di: CERTEMA e ASSING S.p.A.



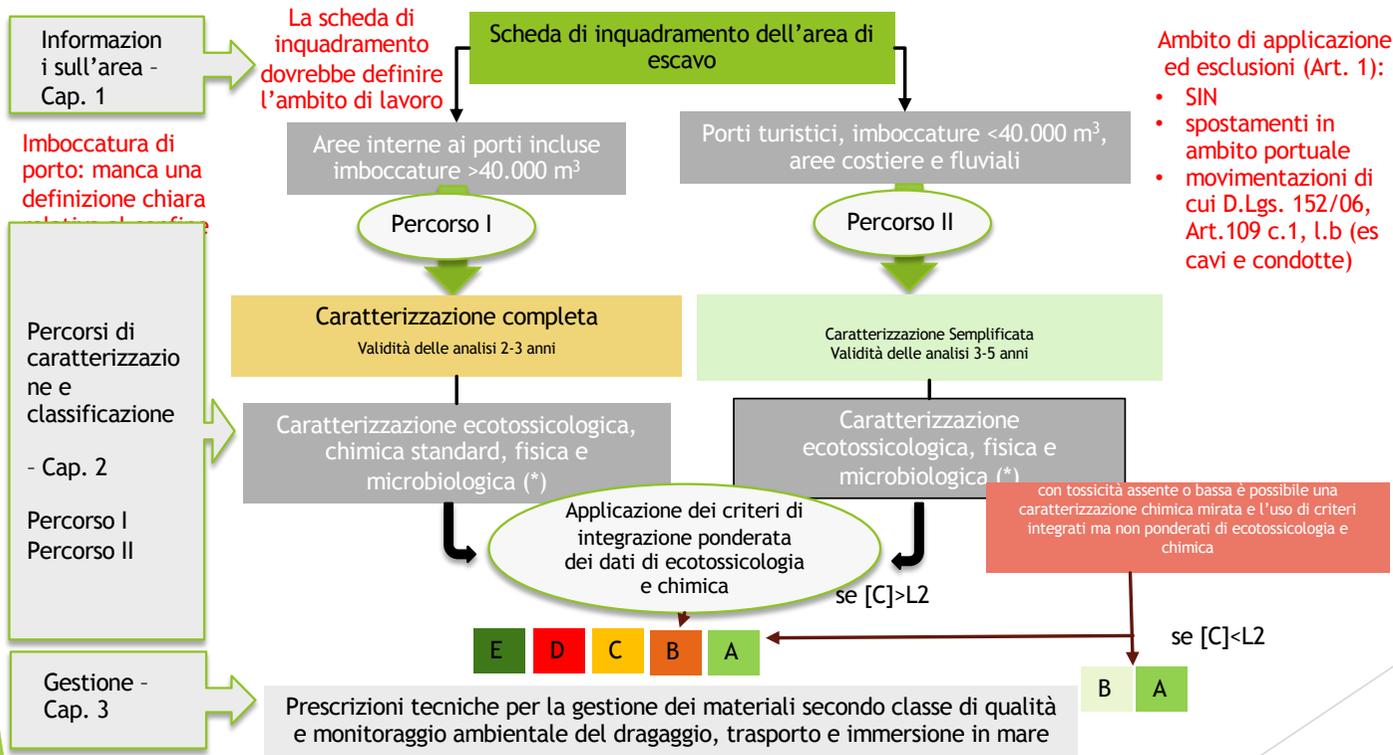
Martedì, 06 Luglio 2021
ore 11:00-11:30

L'assetto normativo italiano relativo al dragaggio dei sistemi portuali... da dove tutto ha avuto inizio

D. Lgs. 173/2016:

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

Procedura di caratterizzazione, classificazione e gestione dei sedimenti

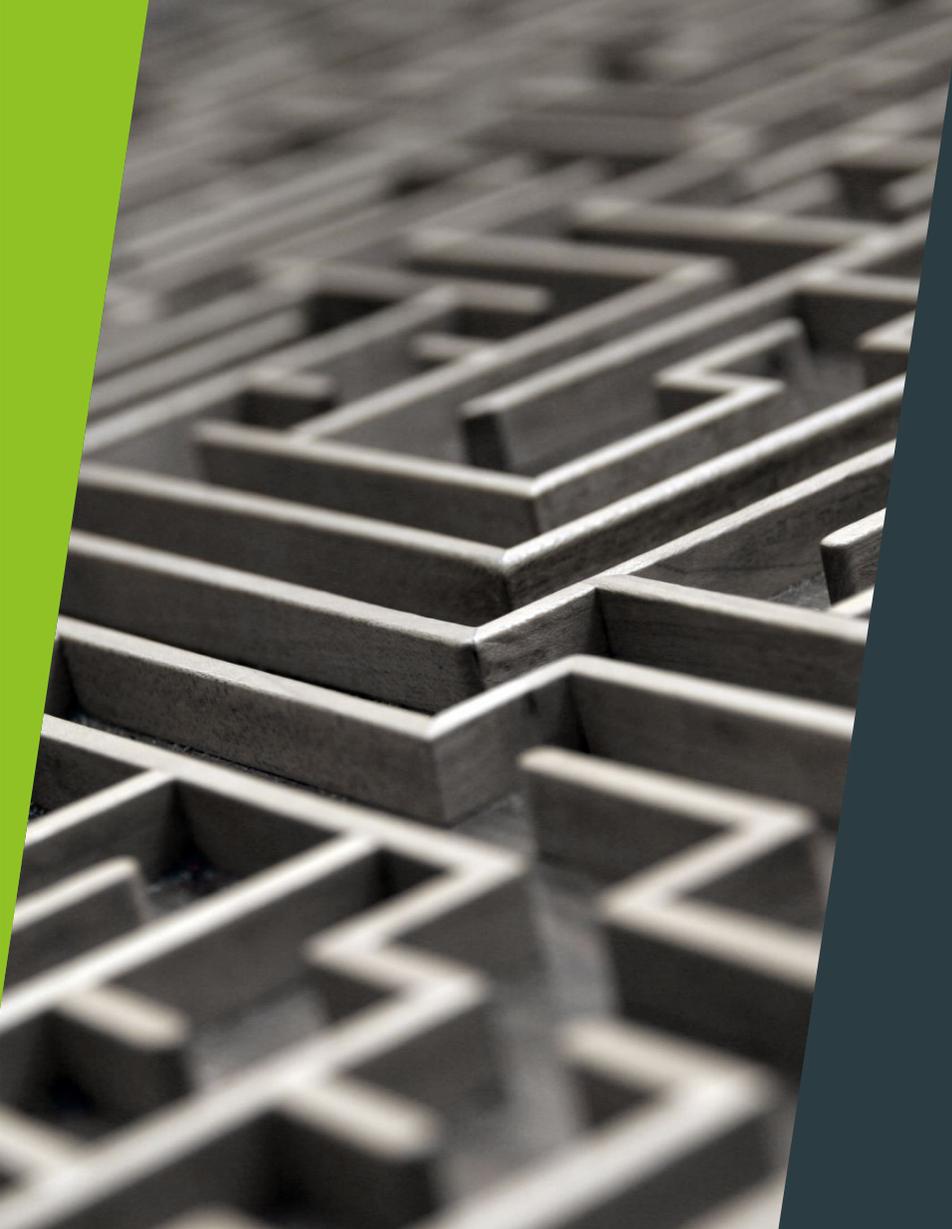


Il porto di Sperlonga è inserito in un contesto ambientale ad elevata qualità

- ▶ A circa 2500 m in direzione Nord Ovest è presente il sito Natura 2000 IT6000014 denominato “*Fondali tra Terracina e Lago Lungo*” dove è documentata la presenza di praterie stabili e dense di *Posidonia oceanica* e *Pinna nobilis*.
- ▶ I depositi di fronde di *P. oceanica* sono ricorrenti su tutto il tratto di costa prossimo all’area portuale e sono trasportati all’interno del bacino portuale stesso dalle mareggiate e dalle correnti.
- ▶ Durante le attività di caratterizzazione è emerso che il sedimento da movimentare è collocato sotto uno strato di detrito organico, di spessore e distribuzione non omogenei e variabile tra i 30 - 50 centimetri, che risulta essere costituito prevalentemente da *banquette* sommerse di foglie di *Posidonia oceanica*.



Che fare in
questa
situazione?



Quali opzioni sono percorribili?

- ▶ **Smaltimento in discarica autorizzata**
- ▶ **Estrazione di principi attivi** per applicazioni mediche o fitocosmesi (es. Egadi Cosmesi da *P. oceanica*; START-UP Siena BioACTIVE).
- ▶ **Realizzazione di prodotti isolanti**, in particolare per i tetti e per le pavimentazioni, grazie alle proprietà termiche isolanti e di resistenza al fuoco (es. start up PHEE, Grecia, materiale brevettato, leggero, resistente all'acqua e UV, interior design).
- ▶ **Produzione di biocompositi**, prodotti naturali ottenuti accoppiando materie prime differenti, per ottenere un prodotto finale ecosostenibile e dalle ottime prestazioni.
- ▶ Circolare 8838/2019 prevede che il concessionario/gestore possa decidere di conferire il materiale organico presso impianti di riciclaggio come **matrice in ingresso presso impianti di compostaggio o di digestione anaerobica** per la produzione di ammendanti ai sensi del decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75.

Valutazione di fattibilità preliminare

- ▶ Determinazione della contaminazione chimica (DM 173/2016)

Valutazione della compatibilità della materia prima come base per estrazione di molecole di interesse cosmetologico, farmaceutico, per la produzione di compost e per esperimenti di interro e reimpiego nelle zone marine limitrofe.

- ▶ Effetto ecotossicologico associato all'esposizione di specie marine

Valutazione della compatibilità ambientale associata al reimpiego in situ (interro o deposito in mare 3MN) delle biomasse recuperate dall'ambito portuale.

- ▶ Definizione del carico organico (TOC, TN, TP) e del carico di fouling biologico caratteristico

Valutazione della possibilità di impiego nel compostaggio/ammendante o reimpiego in situ

- ▶ Definizione delle proprietà strutturali e meccaniche del detrito

Valutazione dell'impiego dei materiali rimossi in bioedilizia e prodotti di interior design.



Dettaglio delle attività effettuate*

- ▶ I campioni di detrito fogliare (circa 2 kg di materiale rappresentativo) sono stati selezionati separando le foglie di *Posidonia oceanica* da eventuali detriti di origine antropica presenti nel campione
- ▶ Il materiale è stato diviso in due aliquote, una da sottoporre ad analisi su «fresco» e l'altra da sottoporre ad analisi dopo essiccazione in stufa a 40°C ($\pm 1^\circ\text{C}$, «secco»)
- ▶ Su entrambe le aliquote sono stati condotti:
 - ❖ Saggi ecotossicologici (Batteria di specie in fase liquida, Tipologia II e Tipologia III prevista dalla Tabella 2.3. del D.M. 173/2016);
 - ❖ Analisi chimiche del detrito fogliare (parametri standard D.M. 173/2016 e macronutrienti);
 - ❖ Analisi biologica e microbiologica (tassonomia degli epifiti presenti su detrito fogliare);
 - ❖ Analisi ultrastrutturale e meccanica (FeSEM, XRD, analisi resistenza meccanica *microtensile*).

*Metodi adottati sono metodi ufficiali normati o normalizzati (UNI EN ISO, ICRAM, EPA, APAT ecc.)

Risultati e considerazioni sintetiche

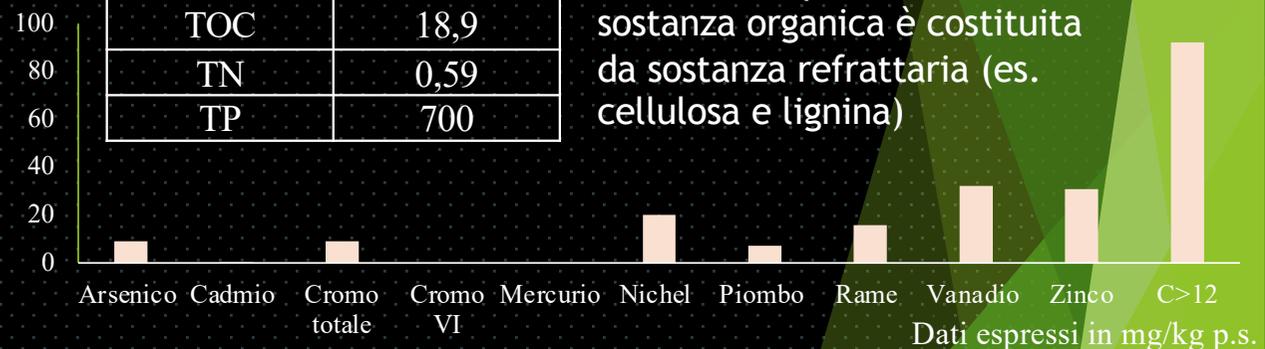


Analisi chimica

- ❖ La maggior parte dei pesticidi è <LOQ
- ❖ DDE e DDT presenti a livelli <0,5 µg/kg
- ❖ IPA totali 43,3 µg/kg
- ❖ PCB totali 1,48 µg/kg
- ❖ BTs <LOQ

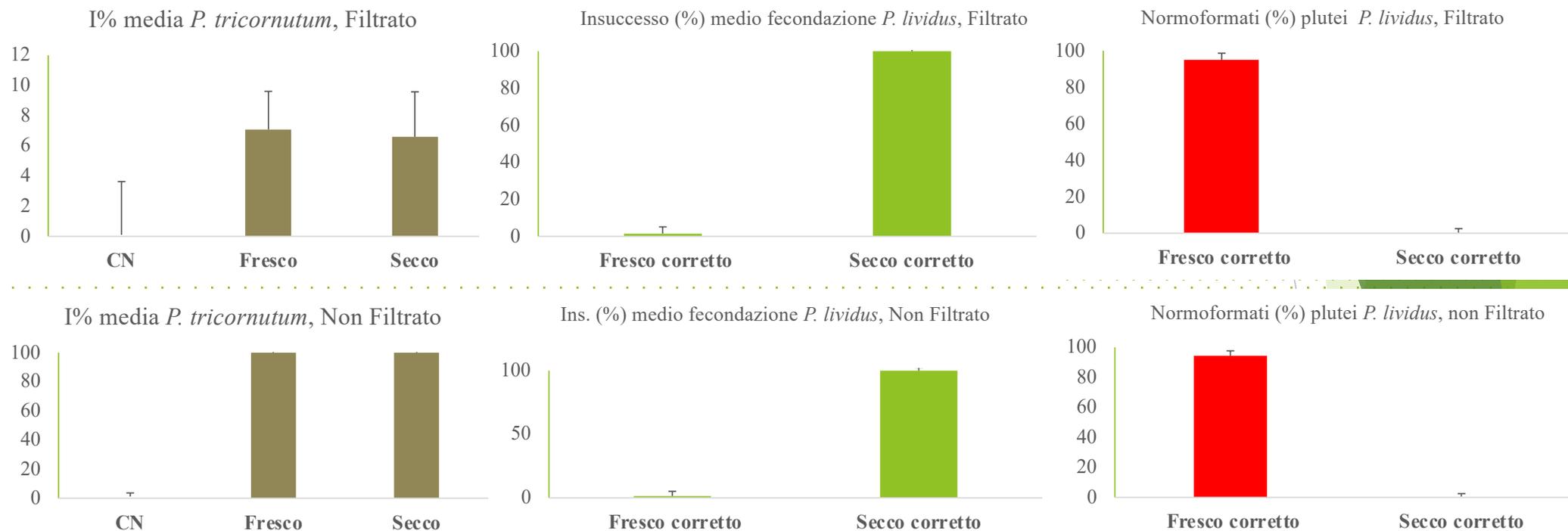
	% peso secco
TOC	18,9
TN	0,59
TP	700

Una elevata percentuale della sostanza organica è costituita da sostanza refrattaria (es. cellulosa e lignina)



- Metalli e metalloidi determinati sono presenti negli organismi vegetali che li accumulano nelle strutture fogliari e radicali a livelli elevati (Lafabrie et al., 2008 e riferimenti citati).

Saggi ecotossicologici



- ❖ Effetti trascurabili relativi alla esposizione ad elutriato di campione fresco.
- ❖ Il materiale secco determina effetto su *P. lividus* dovuto a rilascio di inibenti la fecondazione e lo sviluppo.
- ❖ Lo stesso effetto non si riscontra sulla specie algale; in questa specie, l'inibizione mostrata per l'elutriato non filtrato è attribuibile ad un effetto ombreggiatura che, in quanto fenomeno naturale, non è da considerarsi rilevante ai fini ecotossicologici.
- ❖ L'assenza di effetti ecotossici su specie sensibili come *P. lividus* per l'esposizione a foglie fresche, suggerisce l'assenza di biodisponibilità delle sostanze chimiche rilevate nei tessuti foliari.



The image contains three microscopic views of epiphytic organisms. The top-left image shows a circular, brownish structure with concentric rings on a dark, textured surface. The top-right image shows a blue, spiral-shaped structure with a grid-like cellular pattern. The bottom image shows a cluster of translucent, yellowish, rounded structures on a dark surface, with a wooden stick placed horizontally above them for scale.

Biodiversità associata al detrito organico

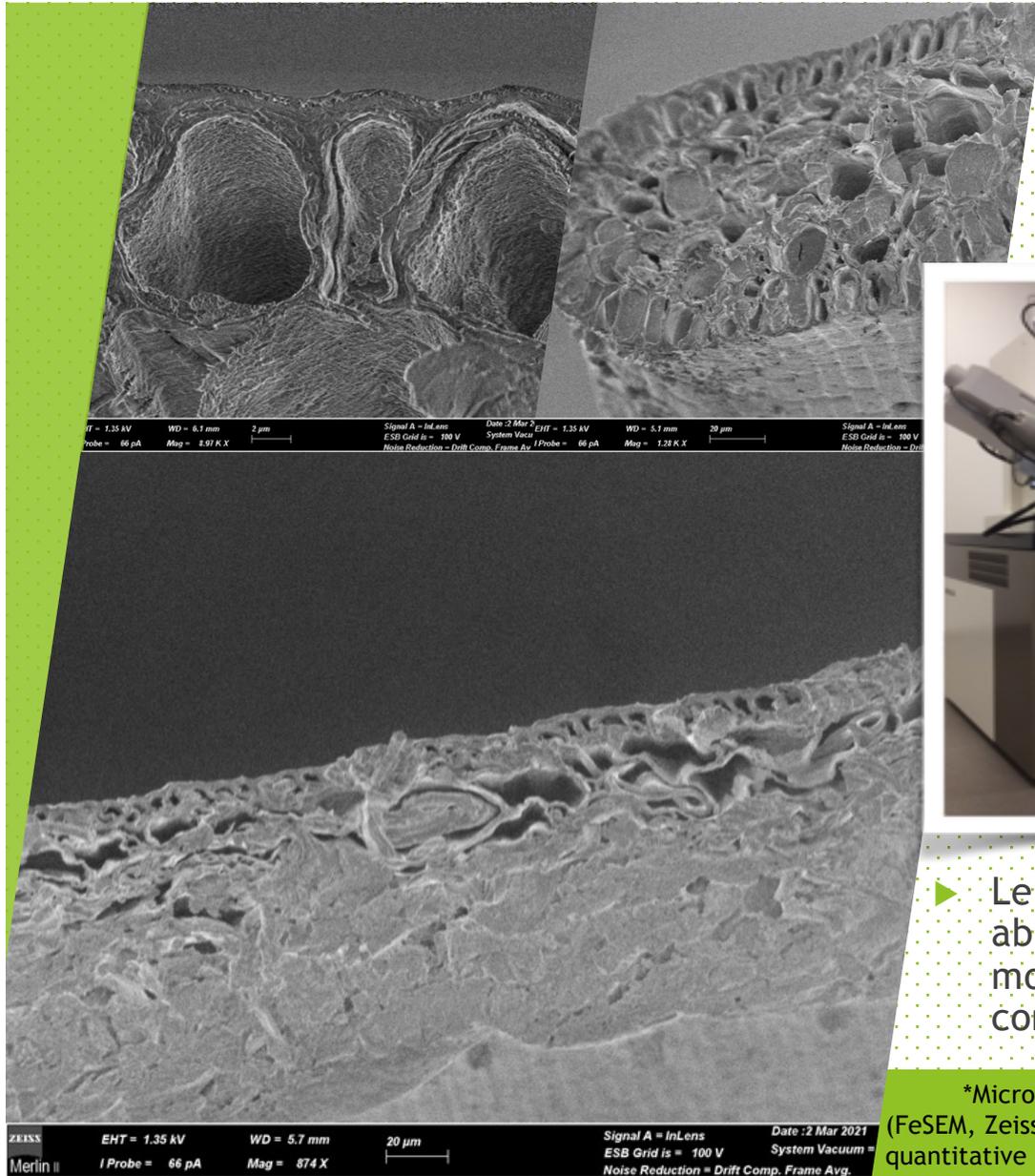
- ❖ Copertura da parte degli organismi epifiti è risultata essere molto bassa (<1%) della superficie fogliare totale
- ❖ La *Posidonia oceanica* senescente ha mostrato un maggior grado di colonizzazione rispetto alla popolazione giovane, sia in termini di copertura che di ricchezza di specie
- ❖ L'analisi tassonomica ha mostrato la presenza di specie tipiche

Analisi meccanica strutturale FeSEM*



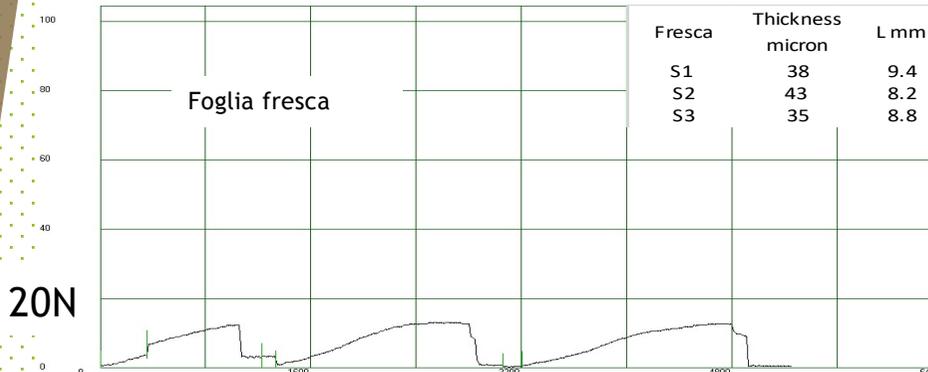
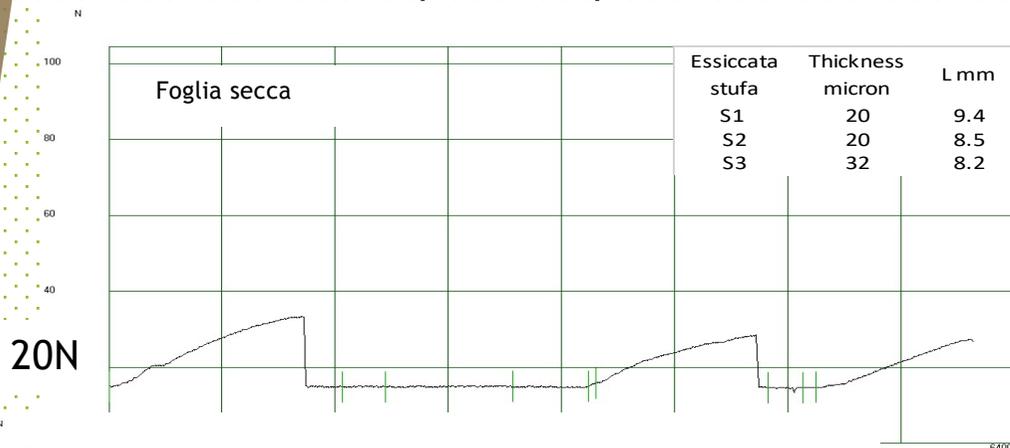
- ▶ Le foglie fresche presentano lacune abbondanti mentre le essiccate mostrano una maggiore compattazione strutturale

*Microscopio elettronico a scansione ed emissione di campo in alta-ultra risoluzione (FeSEM, Zeiss) con combinazione della microanalisi EDs e WDS per ottenere analisi elementari quantitative e qualitative (risoluzione 10 eV)



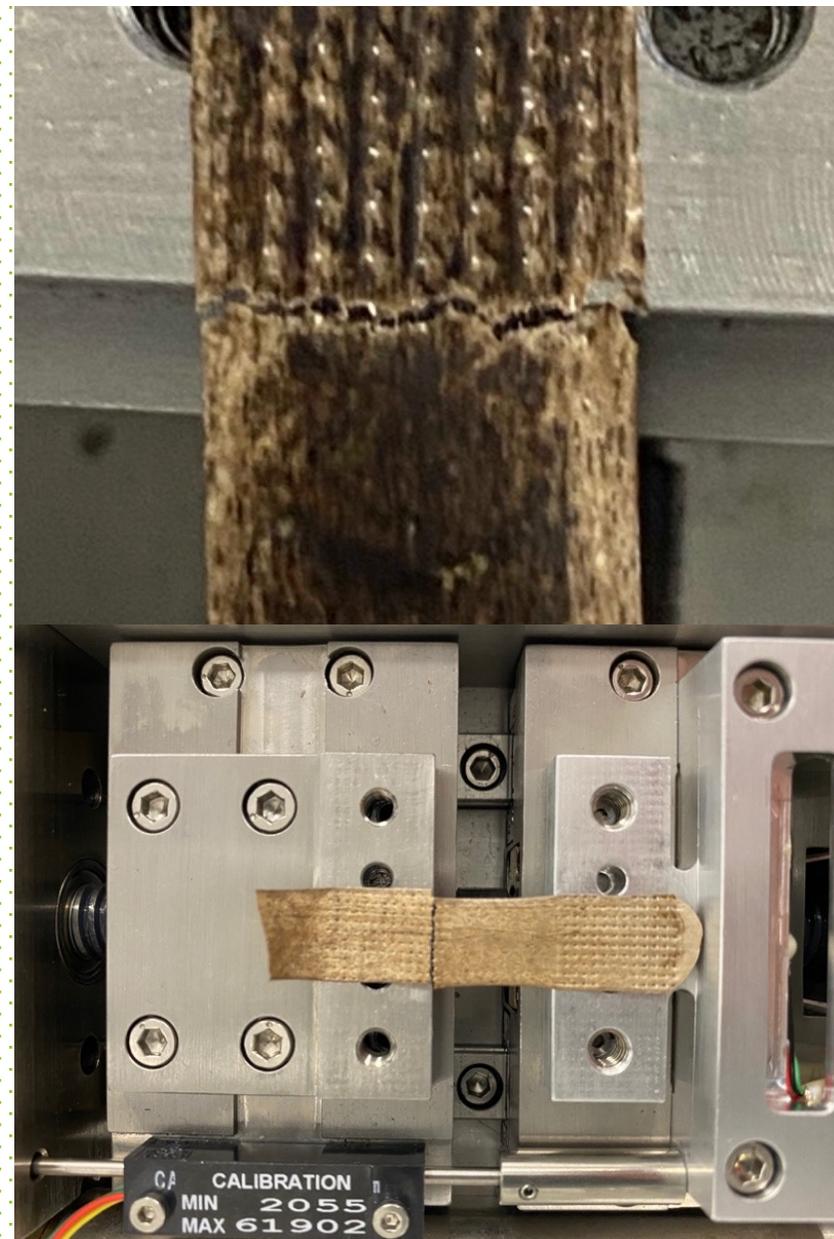
Microtensile*

- ▶ I valori massimi di resistenza (>30 N) per il secco contro una minore resistenza delle foglie fresche (<20 N).
- ▶ Il detrito fogliare essiccato in stufa risulta essere più resistente alla trazione rispetto alle foglie fresche che risultano essere poco competenti.



Diagrammi di stress/deformazione ottenuti dall'analisi *microtensile* fino a rottura per trazione parallela alla direzione di crescita della foglia (indicano i valori massimi di resistenza in Newton).

*Analisi della resistenza meccanica mediante *microtensile* (Gatan 5kN).



Diffrazione XRD*

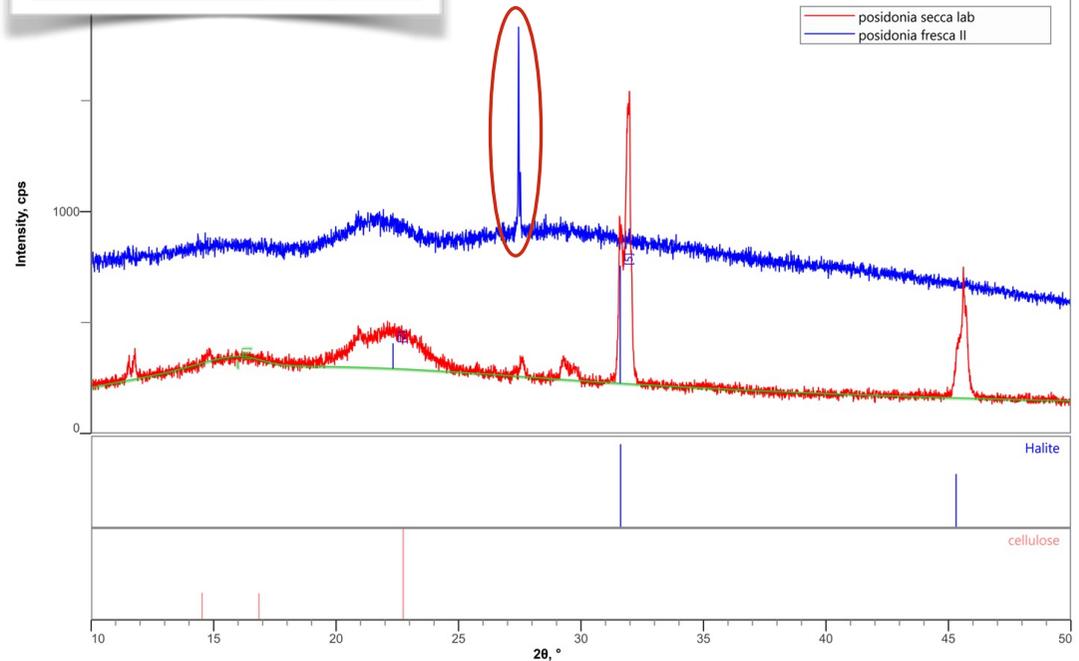
Sulla base dei risultati in XRD è possibile calcolare l'indice di cristallinità secondo Tarchoun et al. (2019).

Indice di cristallinità:

- ❖ 2.3% per il detrito fogliare fresco;
- ❖ 4.6% per il secco.

Questo evidenzia che la maggiore resistenza a trazione riscontrata corrisponde ad una maggiore cristallinità della microcellulosa presente nella foglia.

Il picco 29 è probabilmente sale essiccato e orientato secondo l'asse di crescita della foglia. Si osserva il picco dell'Halite (NaCl) il picco indica che il cloruro di sodio è orientato lungo il piano cristallografico 1-1-1.



*Diffratometro a raggi X Automated multipurpose x-ray diffractometer (XRD, Rigaku, Smartlab)

Quali prospettive per il futuro?

- ▶ I livelli chimici riscontrati e la scarsa biodisponibilità degli stessi apre alla possibilità, da verificare sperimentalmente, l'impiego del detrito per **l'estrazione di molecole di interesse farmaceutico e/o cosmetologico** come già sperimentato per le isole Egadi e/o su altre matrici analoghe per stimare la fattibilità del processo.
- ▶ Per definire la fattibilità delle **dispersioni in ambiente** (interro o deposito a largo), deve essere valutato sperimentalmente il quantitativo di sostanze chimiche rilasciate durante il processo di decomposizione. Per l'elevata presenza di sostanza refrattaria è ragionevole supporre che gran parte delle sostanze chimiche rilevate, restino adsorbite a questa e che il loro processo di turnover sia lento producendo una bassa biodisponibilità.
- ▶ In riferimento al D.lgs 75/2010*, i limiti soglia dei metalli pesanti sono nettamente superiori alle concentrazioni riscontrate nei detriti foliari analizzati **pertanto è ipotizzabile l'impiego di tale risorsa come ammendante (compost) vegetale**.
- ▶ Dal punto di vista meccanico, **le foglie essiccate mostrano le condizioni di prestazione ottimali per costituire la base per inerti da costruzione o materiali di interior design**. Il tenore di cloruri presenti, impone materiali di accoppiamento che non subiscano interferenze dovute al solfato di calcio (gesso) per reazione calcio/silicato con la calce del cemento (es. no cemento armato, si a miscele a base polimerica).

*"Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n° 88 - GU S.O. n° 121 del 26 maggio 2010"

La semplicità è una complessità risolta

È opportuno prevedere uno studio pilota finalizzato ad ottenere una valutazione di fattibilità complessiva degli interventi e una stima costi-benefici sulla base di risultati sperimentali atti a definire la migliore selezione di diversi contesti locali, metodologie gestionali, tecnologie e competenze specifiche, che possono essere strutturate in sistemi produttivi e filiere di economia circolare.

