



**REMTECH EXPO**  
FERRARA FIERE

**20-22**  
**SETTEMBRE 2023**

***“Guideline for the recovery of contaminated  
“orphan” sites – Risk Analysis and Renewable  
Energy Production Projects”***

*“L'innovazione per la sostenibilità ambientale nell'epoca della  
multitransizione”*

20 settembre 2023

Water room della Ferrara Fiere Congressi

# Vi presentiamo il GDL «Linee Guida Siti Orfani»



Lucina Luchetti

- *Esperta Senior Geologa Regione Abruzzo*



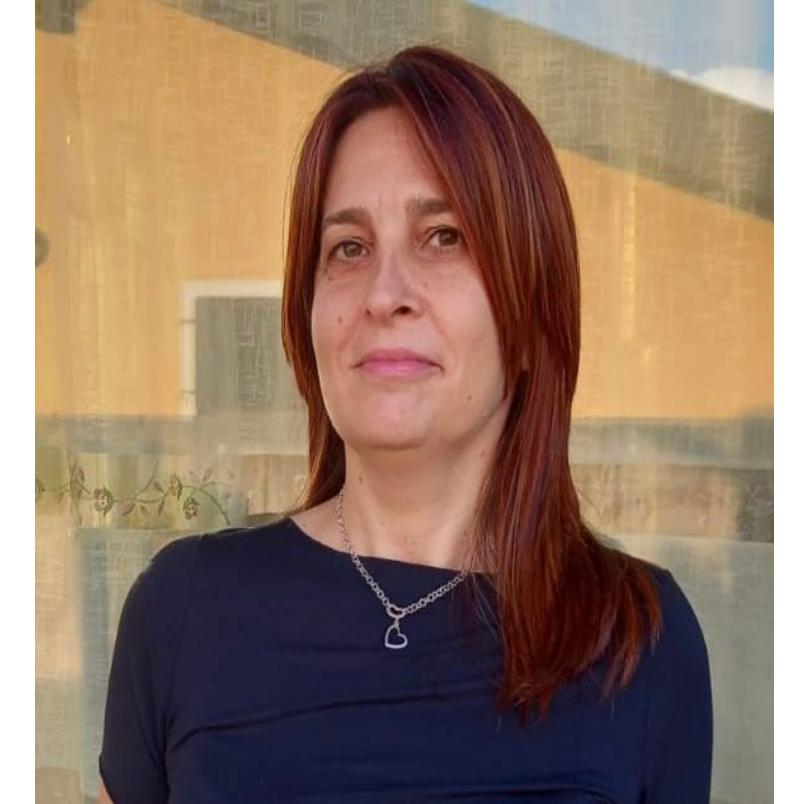
Antonella Vecchio

- *Tecnologa ISPRA*



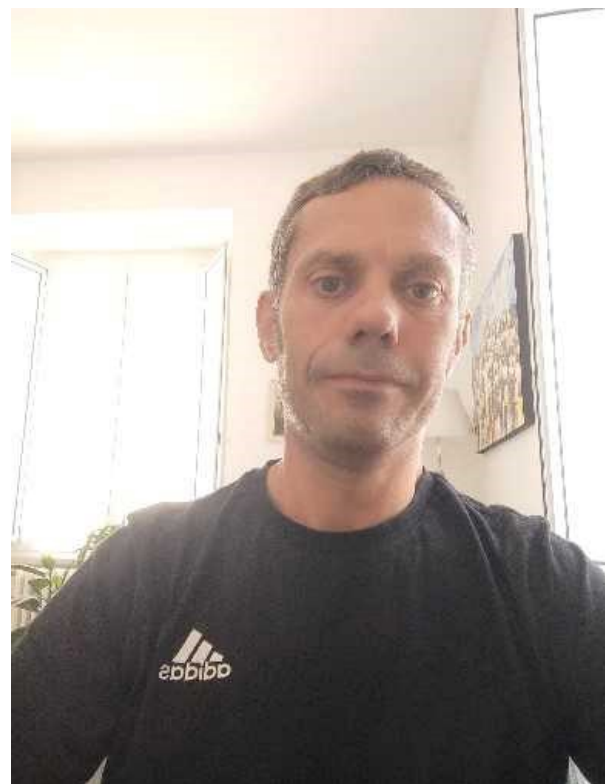
Giuseppe Pignatti

- *PrimoTecnologo CREA*



Federica Scaini

- *Ricercatore ISS*



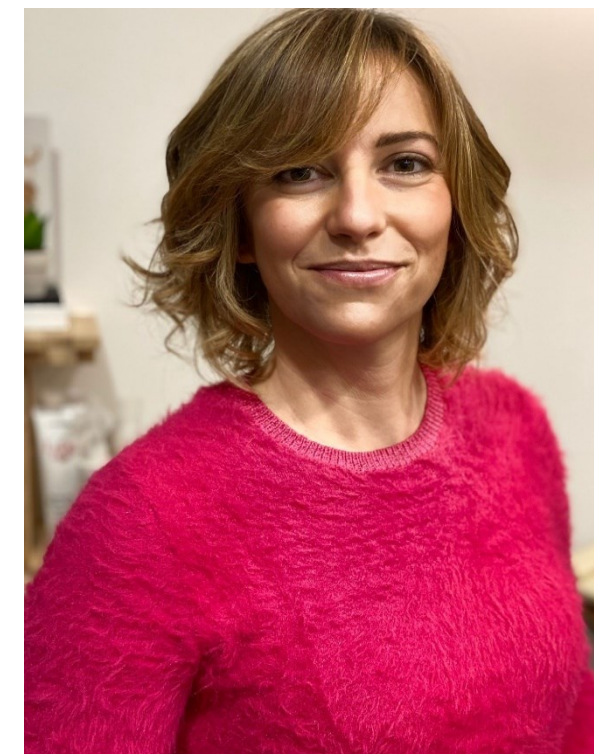
Federico Silvestri

- *Tecnologo ISPRA*



Gianluca Pirani

- *Tecnologo ISPRA*



Sara Bergante

- *Ricercatore CREA*



Francesca Liberi

- *Istruttore Geologa Regione Abruzzo*



Silvia De Melis

- *resp. Ufficio Bonifiche Regione Abruzzo*



**LINEE GUIDA PER LA BONIFICA DI SITI ORFANI DI DISCARICHE**  
*Procedure, Analisi di Rischio e progetti per la produzione di Energia Rinnovabile*



# Strumento di semplificazione M2 C4 I3.4 Bonifica del «suolo dei siti orfani»

*Coordinatore Lucina Luchetti, Esperta Geologo PNRR Regione Abruzzo*

*Autori*

*Dr.ssa Lucina Luchetti*

*ISPRA- Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia:*

*Ing. Antonella Vecchio, Dr. Federico Silvestri e Dr. Geol. Gianluca Pirani*

*CREA- Centro di ricerca Foreste e Legno:*

*Dr. Giuseppe Pignatti, Dr.ssa Sara Bergante ,*

*ISS- Istituto Superiore di Sanità: Dr.ssa Federica Scaini*

*Ufficio Bonifiche e Regione Abruzzo:*

*Dr.ssa Silvia De Melis e Dr. ssa Geol. Francesca Liberi.*

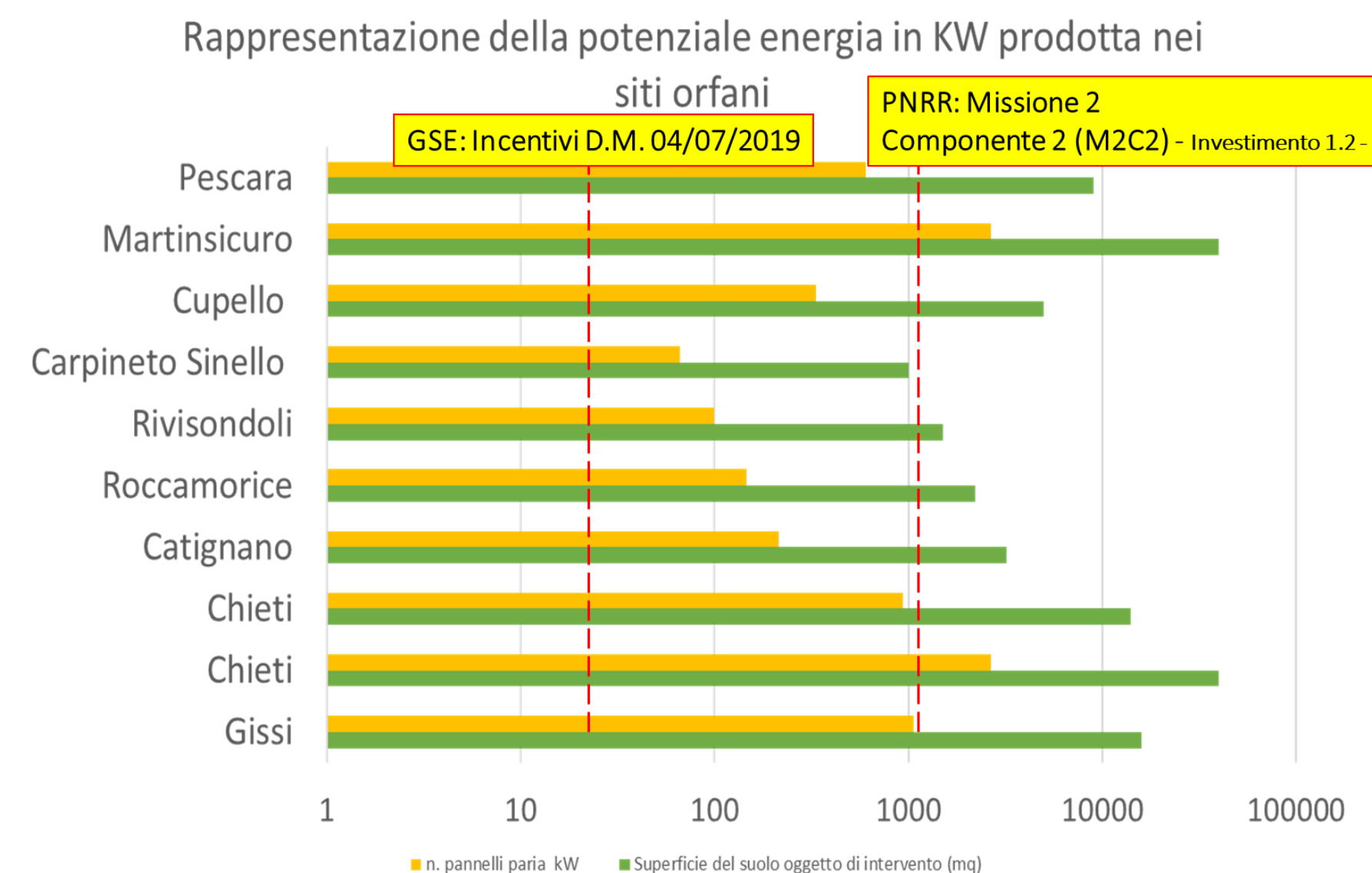
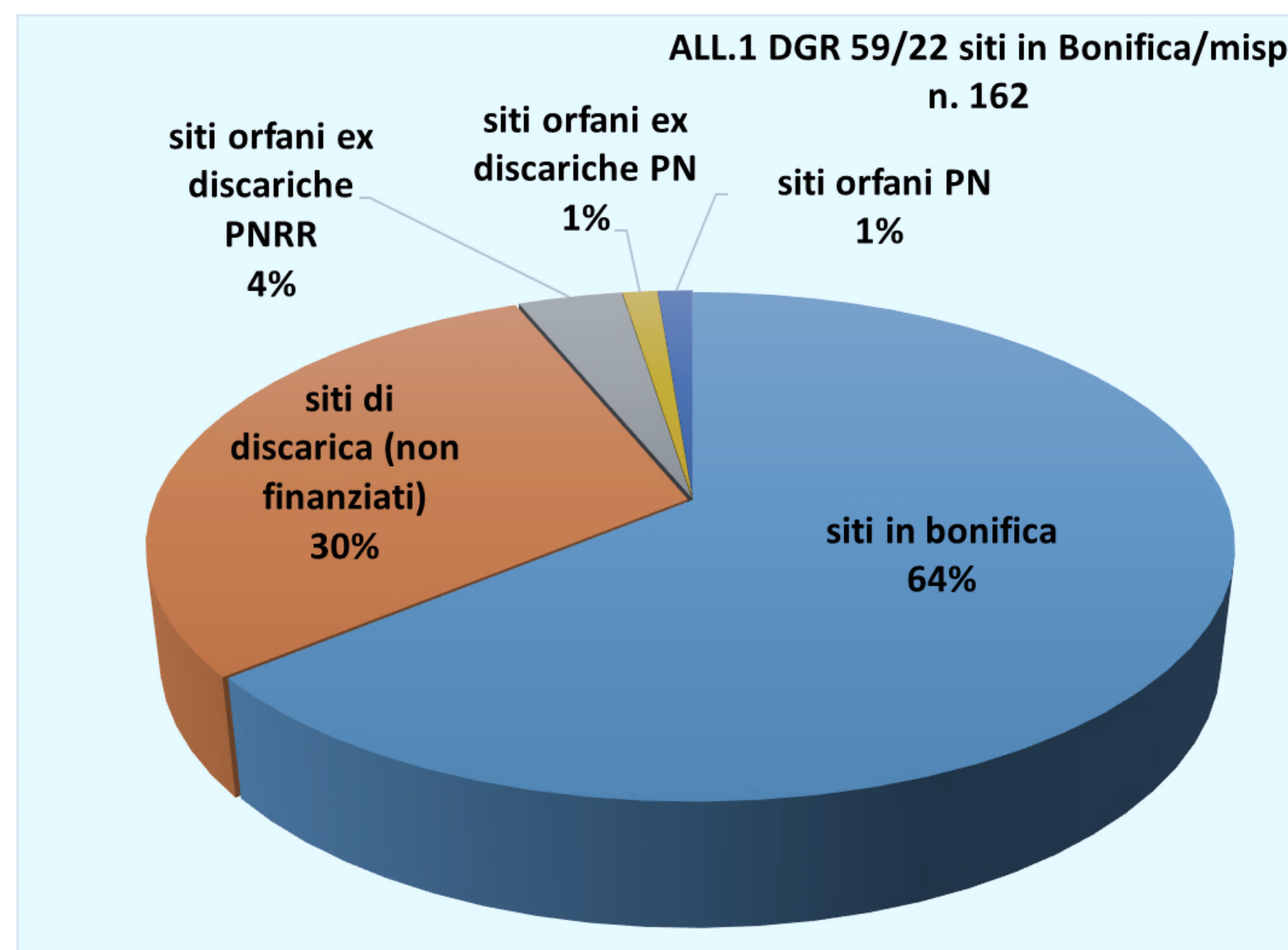
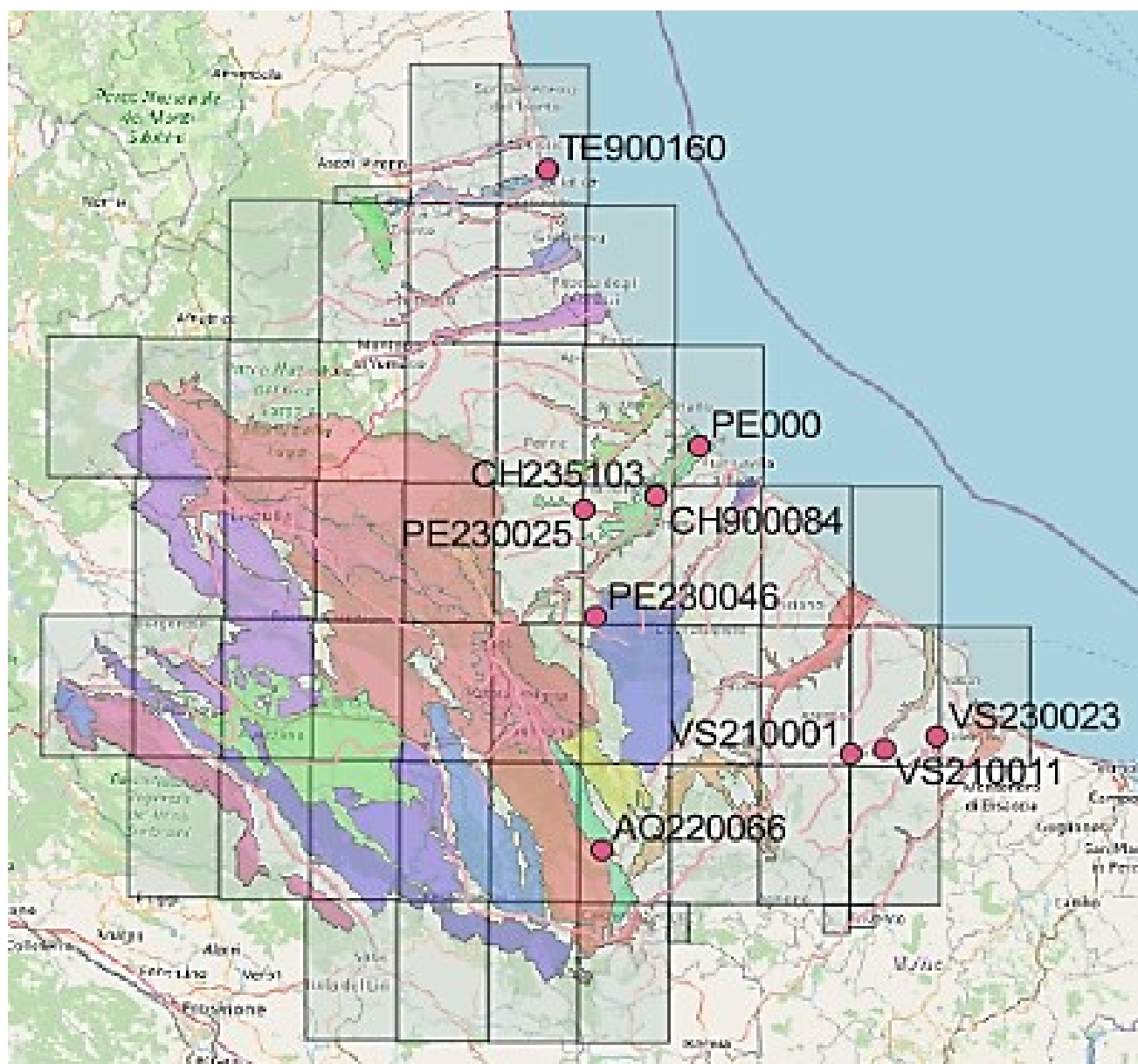
*Con i contributi di*

*Dr.ssa Maria Gabriella Andrisani ISPRA- Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia*

*Dr. Pier Mario Chiarabaglio, CREA- Centro di ricerca Foreste e Legno*

# Finalità:

- ✓ La “Bonifica dei siti orfani” è uno dei target del PNRR (EU M2C4-25) e del Piano Nazionale delle bonifiche che mirano a ripristinare i terreni dei siti orfani, riducendo l'impatto ambientale e promuovendo l'economia circolare utilizzando le migliori tecnologie innovative di indagine disponibili per identificare le reali necessità di bonifica e consentire lo sviluppo di tali aree, anche per quanto riguarda l'edilizia abitativa e la produzione di energia rinnovabile.
- ✓ Tra i siti orfani in procedura di bonifica sono presenti anche discariche ed ex discariche che possono essere riqualificate anche come aree per le fonti di energia rinnovabile (art. 242–ter TUA) come il fotovoltaico
- ✓ Il recupero ambientale dei Siti Orfani di ex discariche con caratteristiche che li rendono adatti per lo sviluppo di fonti energetiche rinnovabili (FER) e per la ripresa green, digitale e sostenibile, è uno dei goal previsti dalla normativa comunitaria e dalla Linea guida della Regione Abruzzo.

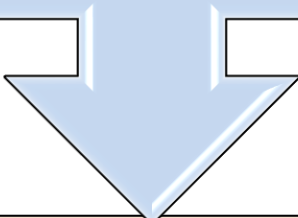


# Soggetti a cui sono destinate:

Autorità di controllo (Regione) dei Siti orfani che rientrano tra gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente del Piano Territoriale della Regione Abruzzo



Soggetti Attuatori (Comuni) che, con i propri consulenti, devono elaborare o revisionare il progetto di bonifica/misp ed attuare gli interventi



Soggetti pubblici che hanno *Siti orfani* sul loro territorio e che cercano finanziamenti per consentirne il recupero attraverso la realizzazione di progetti fotovoltaici-bioenergetici o ecologico-forestali;



Altre parti interessate a saperne di più sulle migliori pratiche di recupero delle discariche storiche.

# Finalità:

- Le Linee guida sviluppano nuove tecniche di progettazione di bonifica/messa in sicurezza, valutazione di rischio (VdR) in presenza di rifiuti nello scenario attuale e futuro, e di monitoraggio delle matrici nell'ottica della futura fruizione delle aree che non apportino modifiche all'assetto del sito e quindi al MCD.
- Le Linee Guida si focalizzano su sistemi di messa in sicurezza e tecnologie di bonifica tramite fitotecnologie quali: fitobarriere e fitocapping e di monitoraggio con sistemi automatici.

# Fitotecnologie: Vantaggi delle tecniche verdi

Le Fitotecnologie rappresentano un'alternativa vantaggiosa a quelle tradizionali per:

1. costi più contenuti;
2. basse contaminazioni, in cui risultano applicabili e risolutive;
3. differenti tipi di inquinanti (metalli, solventi);
4. recupero delle aree di discarica e dei siti contaminati per lo sviluppo di impianti destinati alle fonti di energia rinnovabile (fotovoltaico e bioenergie).
5. valore positivo rappresentato dalla copertura vegetale del territorio, con specie vegetali endemiche per creare un corridoio ecologico e habitat di specie o con cultivar destinate ad altri scopi, principalmente produttivi.
6. la realizzazione di servizi eco sistemici, che hanno un risvolto positivo per la possibilità di formare aree destinate a verde, parchi e centri per la biodiversità vegetale.

**Le fitotecnologie possono essere impiegate anche in combinazione con le classiche tecniche di bonifica chimico-fisiche (Pump & Treat, Scavo e smaltimento), anche a seguito della valutazione del rischio.**

# Fitotecnologie: Check-List per la sezione della tecnologia

La corretta progettazione del sistema di fitotecnologia, richiede il dettaglio delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, degli inquinanti e di ulteriori aspetti.

## Check-List per la selezione della tecnologia di bonifica - misp

Profondità rifiuti da p.c

Categorie di contaminanti

Numero di categorie di contaminanti che superano la CSR

Valore contaminazione nel suolo e/o nella falda

Profondità della contaminazione nel suolo e/o nella falda da p.c.

Impatti ambientali

Costi

Aspetti sociali

## ELEMENTI PER LE FITOTECNOLOGIE

- ✓ Il *plume* della contaminazione in falda, nella fase iniziale dell'impianto, può essere contenuto tramite sistemi di Pump & Treat (cap. 7).
- ✓ I terreni con elevate concentrazioni di inquinanti (*hotspot*) possono essere rimossi (scavo e smaltimento), in tutto o in parte, prima della realizzazione dell'intervento (cap. 7).
- ✓ La VdR in modalità diretta supporta la progettazione nella valutazione degli scenari post intervento (cap. 8).
- ✓ La direzione del flusso delle acque e il futuro recupero del sito condiziona l'ubicazione, la disposizione (sesto d'impianto) della piantagione, inoltre l'analisi della vegetazione spontanea può completare il quadro della caratterizzazione del sito (capp. 9 e 10).



# CONTENUTI

**Le LG sono composte da 10 capitoli e n 20 Allegati tecnici, tra cui MODULO CANVAS editabile**

Il modulo editabile è uno strumento di semplice utilizzo, tramite un “model canvas”, che si presenta sotto forma di schema grafico ad anelli, che rende comprensibile e visuale il processo iterativo.

Lo strumento di indirizzo consente di selezionare, partendo dalla check-list dei dati caratteristici del sito, le tecnologie di bonifica/Misp e di recupero percentualmente più idonee per l’area.

La rappresentazione grafica ad anelli delle classi d’intervento e di recupero prescelte determina la compatibilità o incompatibilità con le caratteristiche ambientali del sito.

La matrice, da cui si ottiene il diagramma per il recupero, è completata dalla check list dalle quattro categorie:

- 1) Fonti di energie rinnovabili con fotovoltaico o FER-fotovoltaico**
- 2) Fonti di energie rinnovabile con impianti di bioenergie o FER-bioenergie,**
- 3) Forestale ed Ecologico o FE,**
- 4) Educazione Ambientale o EA, nonché dal livello di idoneità ad essi attribuito.**

# CONTENUTI MODULO CANVAS EDITABILE - Diagrammi ad anelli per la bonifica-misp

## Parametri per la selezione della tecnologia

Selezione



Profondità rifiuti da p.c	<1m
Categoria principale dei contaminanti	Inorganici
Altre categorie di contaminanti rilevanti (1)	Clorurati
Altre categorie di contaminanti rilevanti (2)	Idrocarburi C<12 e C>12
Altre categorie di contaminanti rilevanti (3)	Fitofarmaci
Numero di categorie di contaminanti che superano la CSR	tra 2 e 4
Valore contaminazione nel suolo e/o nella falda	C< 10 volte CSR
Profondità della contaminazione nel suolo e/o nella falda da p.c.	>5m

### LEGENDA

- soluzione più adatta
- fattibile con riserva da valutare per singolo caso
- soluzione da evitare

Parametri		ZONA INSATURA ( rifiuti e suolo)				ZONA SATURA ( falda)	
		Scavo e smaltimento	Fitocapping A/Fitorimedio (Vegetazione a contatto con rifiuti/contaminante)	Fitocapping B (Vegetazione non a contatto con rifiuti/contaminante)	Capping D.lgs 36/03 e smi	Pump & Treat	Fitobarriere
Profondità rifiuti da p.c	<1m						
	compreso tra 1 e 3m						
	compreso tra 3 e 5m						
	> 5m						
Categorie dei contaminanti	Metalli						
	Inorganici						
	Idrocarburi C<12 e C>12 aromatici (BTEXS)						
	IPA						
	Alogenati						
	Clorurati						
	Clorobenzeni						
	Nitrobenzeni						
	Fenoli non clorurati						
	Fenoli clorurati						
	Fitofarmaci						
	Diossine e furani						
Numero di categorie di contaminanti che superano la CSR	1						
	tra 2 e 4						
	tra 5 e 10						
	>10						
Valore contaminazione nel suolo e/o nella falda	C< 10 volte CSR						
	C compresa tra 10 e 30 volte CSR						
	C>30 volte CSR						
Profondità della contaminazione nel suolo e/o nella falda da p.c.	<1m						
	compreso tra 1 e 3m						
	compreso tra 3 e 5m						
	> 5m						
Impatti ambientali	materie prime impiegate						
	rifiuti prodotti						
	consumo di acqua						
	emissioni di gas serra						
	emissioni in atmosfera						
Costi	produzione di acque di scarico						
	costi di realizzazione						
	costi di gestione/monitoraggio						
	costi indiretti legati alle limitazioni d'uso o al non uso del sito						
	costi legati alle esternalità negative per le aree confinanti (es. deterioramento del paesaggio, riduzione del valore determinato dall'intervento)						
Aspetti sociali	emissioni di polveri						
	diffusione di odori						
	impatto acustico						
	disagio alla viabilità						

NB: per il fitocapping è comprensivo dello strato di copertura prima della messa a dimora delle piante

Diagramma ad anelli per la selezione della tecnologia zona insatura

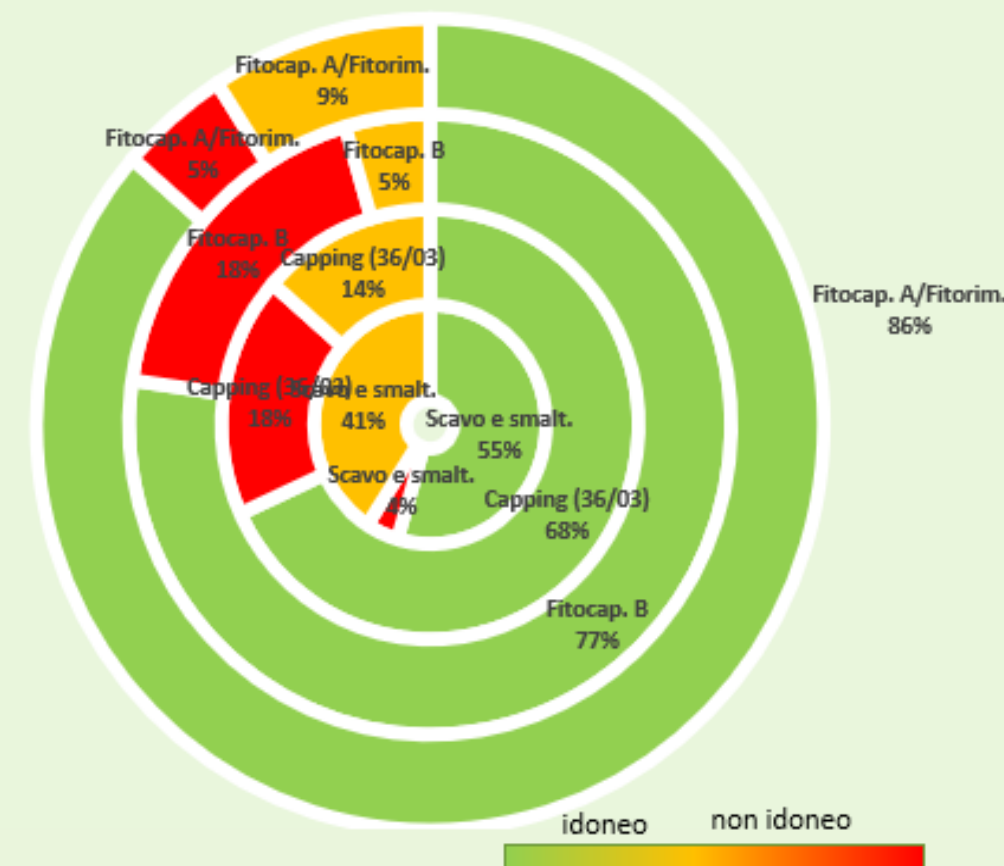
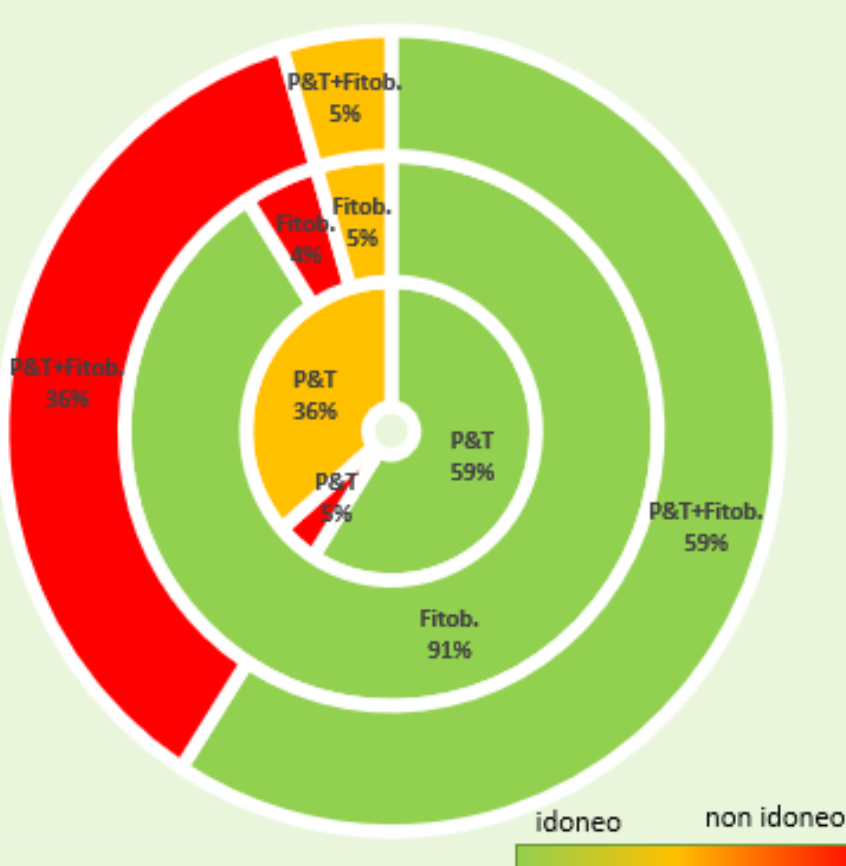


Diagramma ad anelli per la selezione della tecnologia zona saturata



## Tecnologie di bonifica/misp

ZONA INSATURA (rifiuti e suolo)

Scavo e smaltimento  
Fitocapping A/Fitorimedio (Vegetazione a contatto con rifiuti/contaminante)

Fitocapping B (Vegetazione non a contatto con rifiuti/contaminante)

Capping D.lgs 36/03 e smi

ZONA SATURA (falda)


Pump & Treat

Fitobarriere

Pump & Treat-Fitobarriere

# CONTENUTI

## MODULO CANVAS EDITABILE - Diagrammi ad anelli per il recupero

Parametri per la selezione del recupero del sito		Selezione 
Vincoli		presente
Età discarica		intermedia
Tipologia dei rifiuti		discarica per rifiuti non pericolosi
Superficie utile		tra 1500 e 10.000 mq
Pendenza		su versante acclive
Esposizione		non a sud
Distanza da strade e linee di distribuzione		<300 m
Vita utile		>30 anni

Categorie di recupero	FER-fotovoltaico
	FER-bioenergie
	FE- Forestale Ecologico
	EA- Educazione Ambientale

Diagramma ad anelli per la selezione del recupero del sito

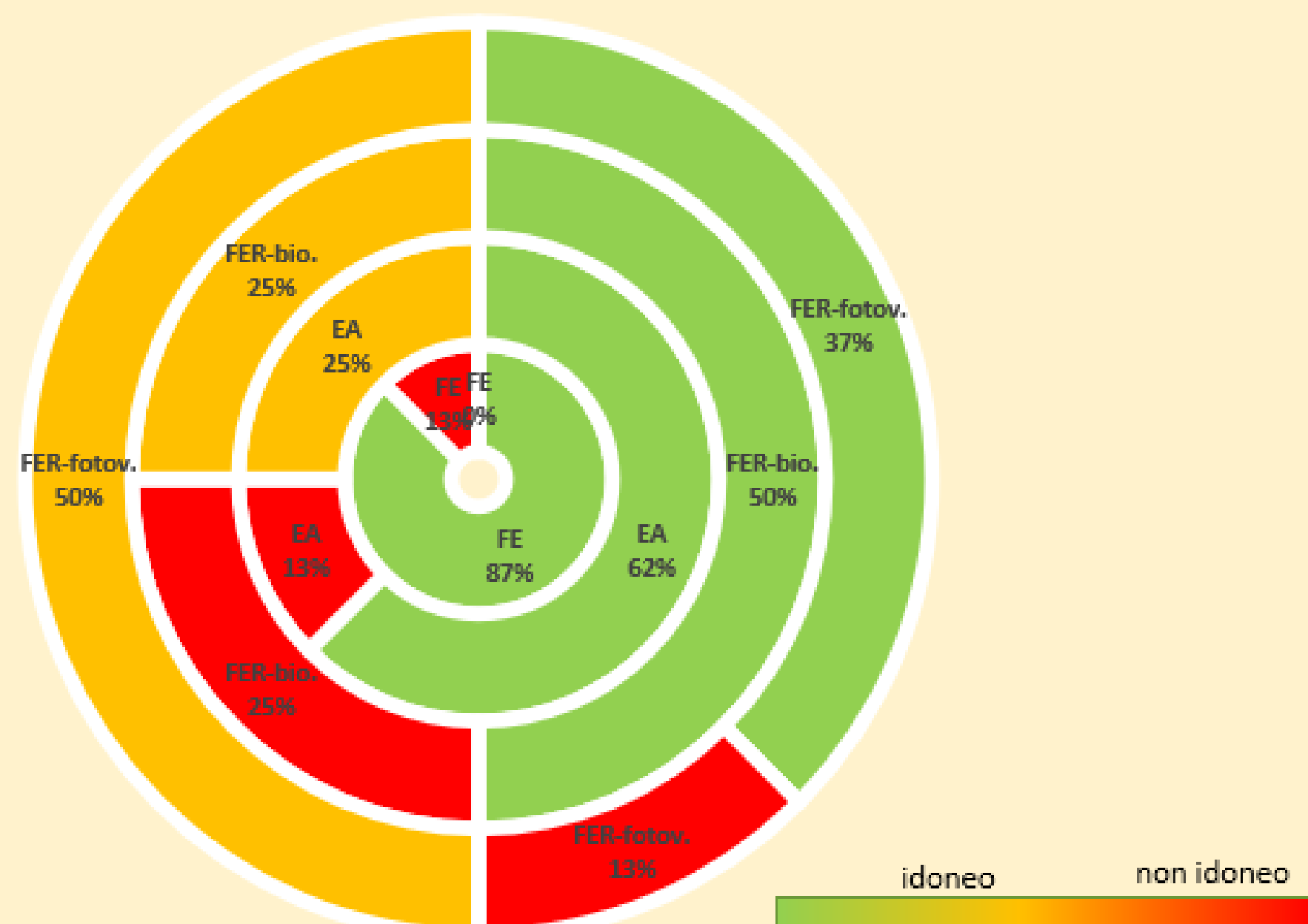


Diagramma ad anelli per la selezione del recupero

Parametri	CATEGORIE	FER-fotovoltaico	FER-bienergie	FE	EA
		Vincoli (fotovoltaico)	presente	da evitare	più adatta
	assente	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
Età discarica	iniziale	da evitare	da evitare	da evitare	da evitare
	intermedia	da evitare	da evitare	compatibile	da evitare
	chiusura	compatibile	compatibile	compatibile	da evitare
	post-chiusura	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
Tipologia dei rifiuti	Discarica per rifiuti inerti	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
	Discarica per rifiuti non pericolosi	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
	Discarica per rifiuti pericolosi	compatibile	compatibile	compatibile	da evitare
Superficie utile	<1500 mq *	compatibile	da evitare	più adatta	più adatta
	tra 1500 e 10000mq	più adatta	compatibile	più adatta	più adatta
	>10.000 mq	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
Pendenza	pianeggiante	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
	su versante poco acclive	compatibile	da evitare	da evitare	da evitare
Esposizione	su versante acclive	da evitare	da evitare	da evitare	da evitare
	sud	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
Distanza da strade e linee di distribuzione	non a sud	da evitare	da evitare	da evitare	da evitare
	<300 m	più adatta	più adatta	più adatta	più adatta
Vita utile	>300 m	da evitare	compatibile	compatibile	compatibile
	<30 anni	più adatta	compatibile	compatibile	compatibile
	>30 anni	compatibile	compatibile	compatibile	compatibile

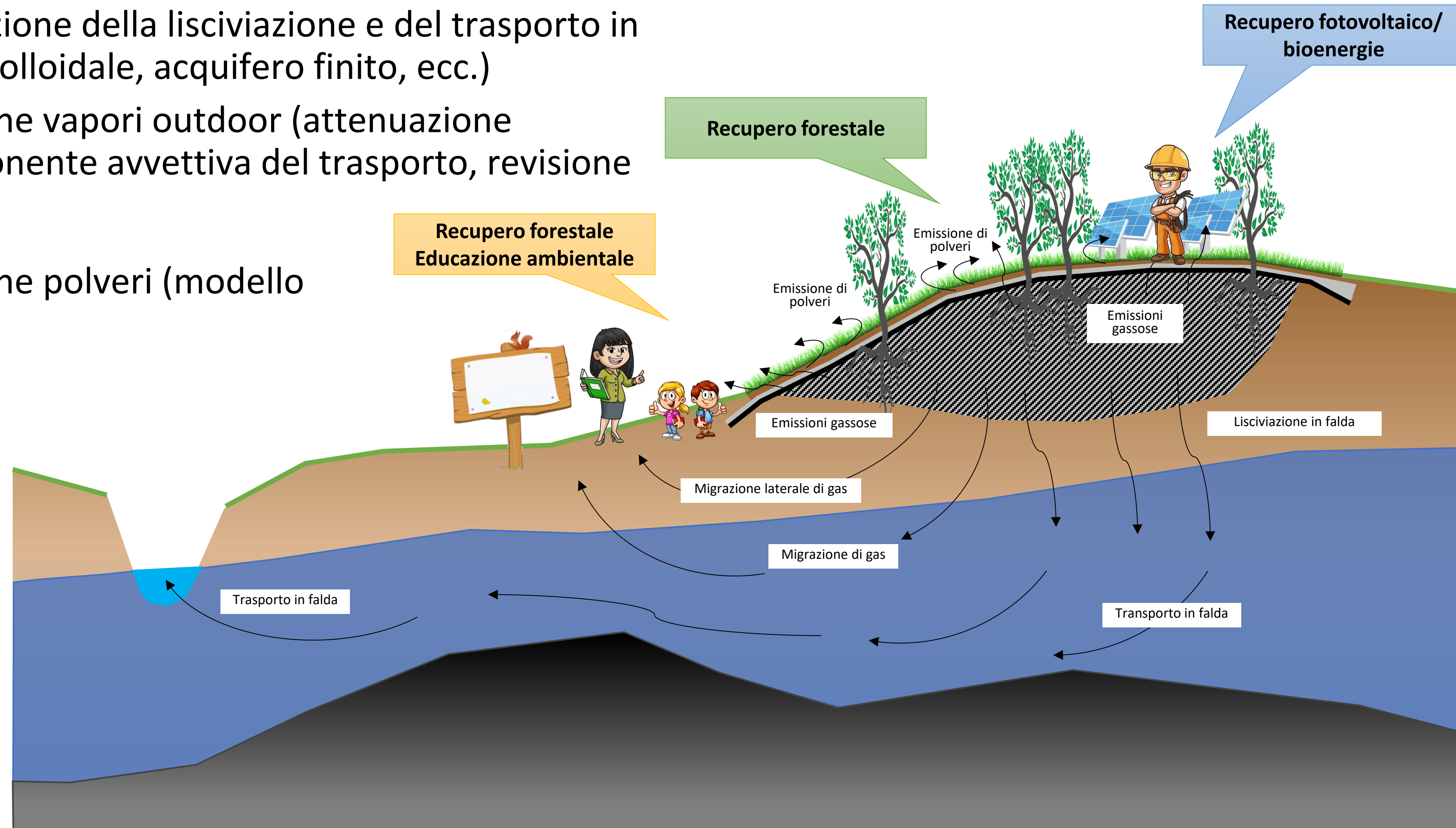
\*che corrisponde a 100kW per il fotovoltaico

**LEGENDA**

- più adatta (green)
- compatibile (yellow)
- da evitare (red)

# Valutazione di rischio a supporto della progettazione

- Un approccio innovativo di valutazione del rischio (modalità diretta) viene proposto al fine di valutare gli effetti delle soluzioni progettuali in funzione della modalità di recupero dell'area
- Utilizzo modelli "semplificati" per la valutazione dell'emissione di percolato (in funzione delle modalità di copertura)
- Modellistica innovativa di valutazione della lisciviazione e del trasporto in falda (sorgente finita, trasporto colloidale, acquifero finito, ecc.)
- Revisione modellistica di emissione vapori outdoor (attenuazione derivante dalla copertura, componente avveviva del trasporto, revisione altezza zona miscelazione, ecc.)
- Revisione modellistica di emissione polveri (modello erosione sito-specifico)
- Revisione parametri di esposizione in base alla letteratura più recente relativa all'AdR diretta (baseline risk assessment)
- Definizione di parametri specifici per i rifiuti e i terreni in base alla letteratura e alla modellistica più recente



# CONTENUTI

## capitoli da 1 a 5

forniscono informazioni sulla norma di riferimento e sul contesto, utili per orientare la scelta degli obiettivi di bonifica e recupero, di conseguenza, delle necessarie misure ad essi associate. Indirizzano inoltre il proponente, tramite i criteri di base, sulla strategia di bonifica ed il recupero maggiormente congeniale del sito.

1. INTRODUZIONE
2. CONTESTO NORMATIVO DEI SITI ORFANI
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEI SITI ORFANI
4. SITI ORFANI CARATTERIZZATI DALLA PRESENZA DI DISCARICHE
5. CRITERI DI SELEZIONE DELLA STRATEGIA DI BONIFICA E RECUPERO

## capitoli da 6 a 7

mirano a fornire informazioni più dettagliate possibile sui principali componenti e del sistema discarica e delle tecniche standard di bonifica / misp e monitoraggio (es.scavo e ripristino e pump & treat).

7. MONITORAGGIO DELLE CARATTERISTICHE E DELLE EMISSIONI DELLA DISCARICA
  - 7.1) Controllo suolo e sottosuolo impattato dal corpo della discarica;
  - 7.2) Controllo delle acque sotterranee
  - 7.3) Controllo delle emissioni dal corpo della discarica e migrazioni laterali del biogas
  - 7.4) Controllo delle acque di ruscellamento e di scarico
  - 7.5) Controllo e caratteristiche dei rifiuti

# CONTENUTI

## capitolo 8

declina l'obiettivo della valutazione del rischio derivante dai rifiuti nello scenario attuale e futuro, e di monitoraggio delle matrici nell'ottica della futura fruizione delle aree che non apportino modifiche all'assetto del sito e quindi al modello concettuale.

## 8. ANALISI DI RISCHIO DISCARICHE "SITI ORFANI"

8.2 Valutazione dell'impatto del corpo rifiuti sulle matrici circostanti; 8.3 Valutazione dell'impatto del percolato verso la falda 8.4 Valutazione dei rilasci di inquinanti da percolato proveniente da discariche di rifiuti urbani 8.5 Valutazione della lisciviazione in falda e modellistica di trasporto degli inquinanti; 8.6 Valutazione delle emissioni da biogas; 8.7 Modellistica per la stima delle concentrazioni attese in aria a partire dai dati di biogas; 8.8 Valutazione dell'efficienza del sistema di copertura ai fini del controllo delle emissioni di gas da discarica; 8.9 Valutazione dell'emissione di polveri; 8.10 Modello concettuale e scenari di valutazione del rischio; 8.11 Revisione dei parametri di esposizione per gli scenari residenziale e ricreativo

## capitoli 9 e 10

mirano a fornire informazioni più dettagliate possibile sulla realizzazione di moduli e attributi specifici e target quantitativi che definiscono la coerenza delle misure stesse con gli obiettivi prestabiliti: sviluppo di energie rinnovabili e di recuperi forestali e per la coscienza ambientale.

## 9. FITOTECNOLOGIE - INTERVENTI SULLA BASE DI CRITERI DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALI

## 10. IMPIANTI DI BIOENERGIE E DI FITORIMEDIO AD ALTA ESTRAZIONE DEI CONTAMINANTI

1. SISTEMI COLTURALI PER LA PRODUZIONE DI BIOMASSA
2. GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI
  - a) valori tipici della biomassa di latifoglie; limiti per la biomassa legnosa –latifoglie;
  - b) valori dei contaminanti che caratterizzano piante iperaccumulatrici
  - c) natura giuridica della biomassa

# Monitoraggi e interventi Verdi

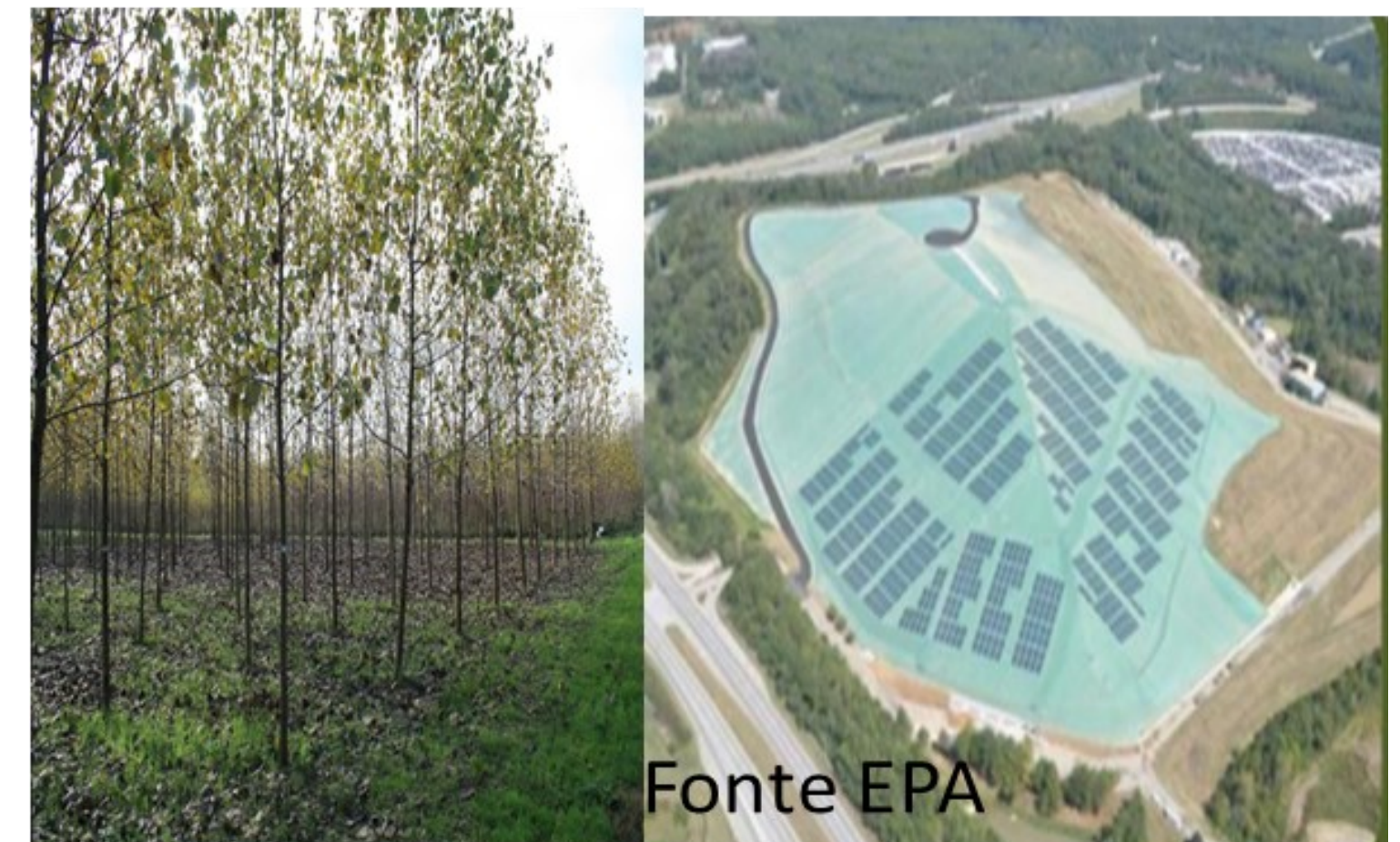
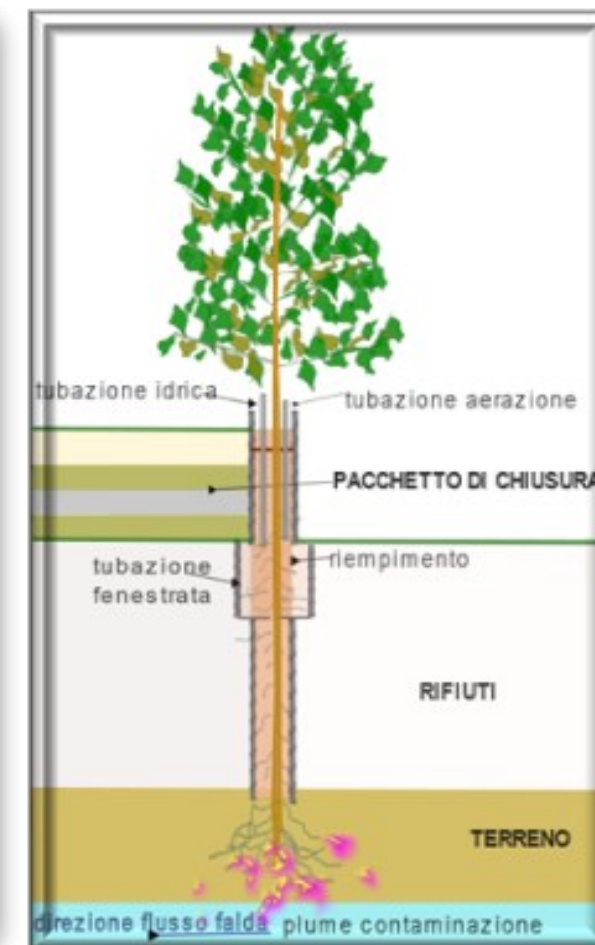
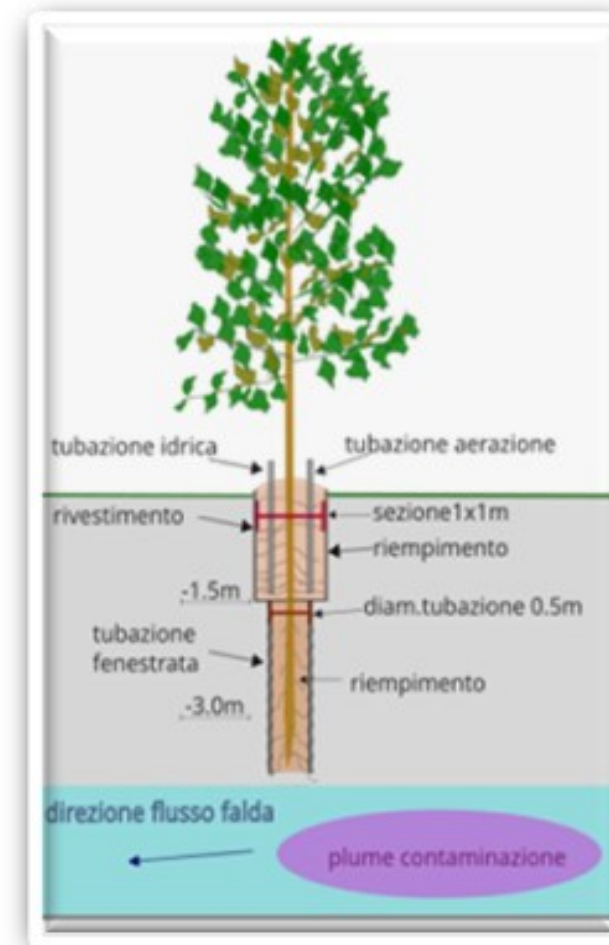
## Phytoscreening

Screening  
Caratterizzazione  
Monitoraggio



## Fitotecnologie

- Fitobarriera (modello Deep Rooting)
- Fitocapping-Fitorimedio (modello Deep Rooting)



## Bioenergie

- Modello fitto (o biennale), 'very short rotation coppice' (vSRC) **Costo medio €/ha** 6000 primi 2 anni
- Modello rado (o quinquennale), 'short rotation coppice' (SRC) **Costo medio €/ha** 6800 primi 5 anni

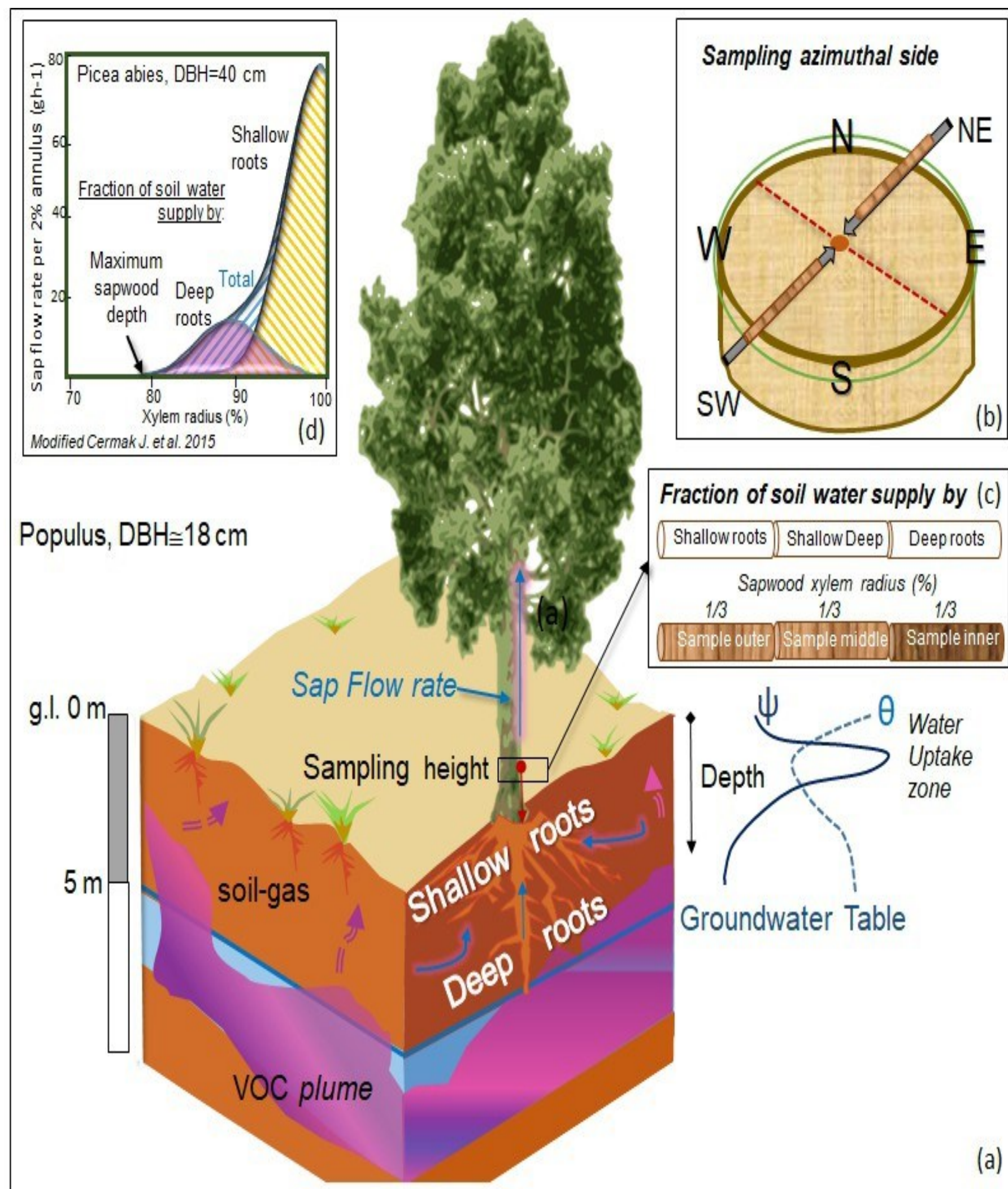
## • Fotovoltaico

- **Area 1500mq 100kW, sud**

# Dal Prototipo sperimentale all'impianto Deep Rooting

## Prototipo sperimentale

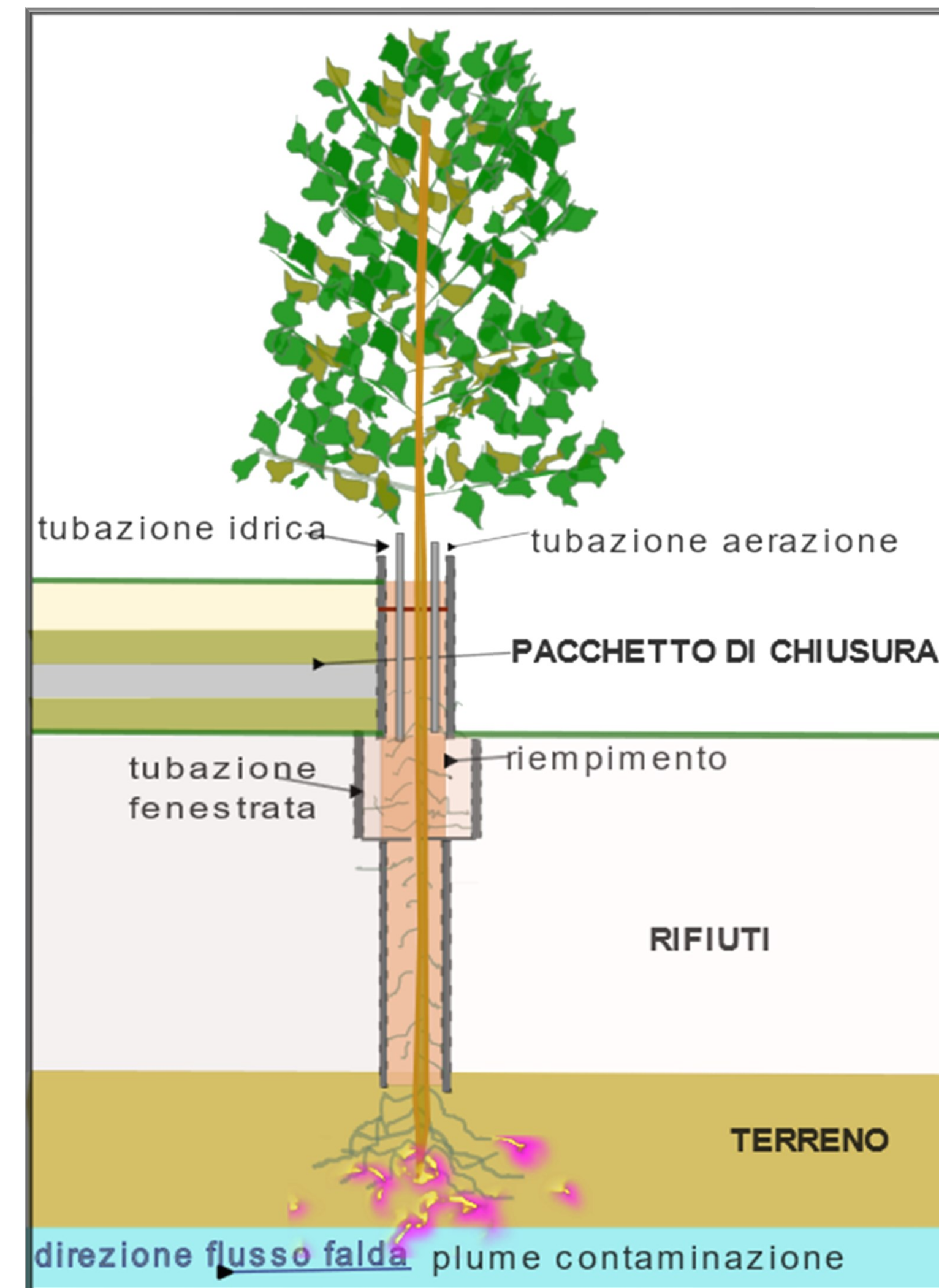
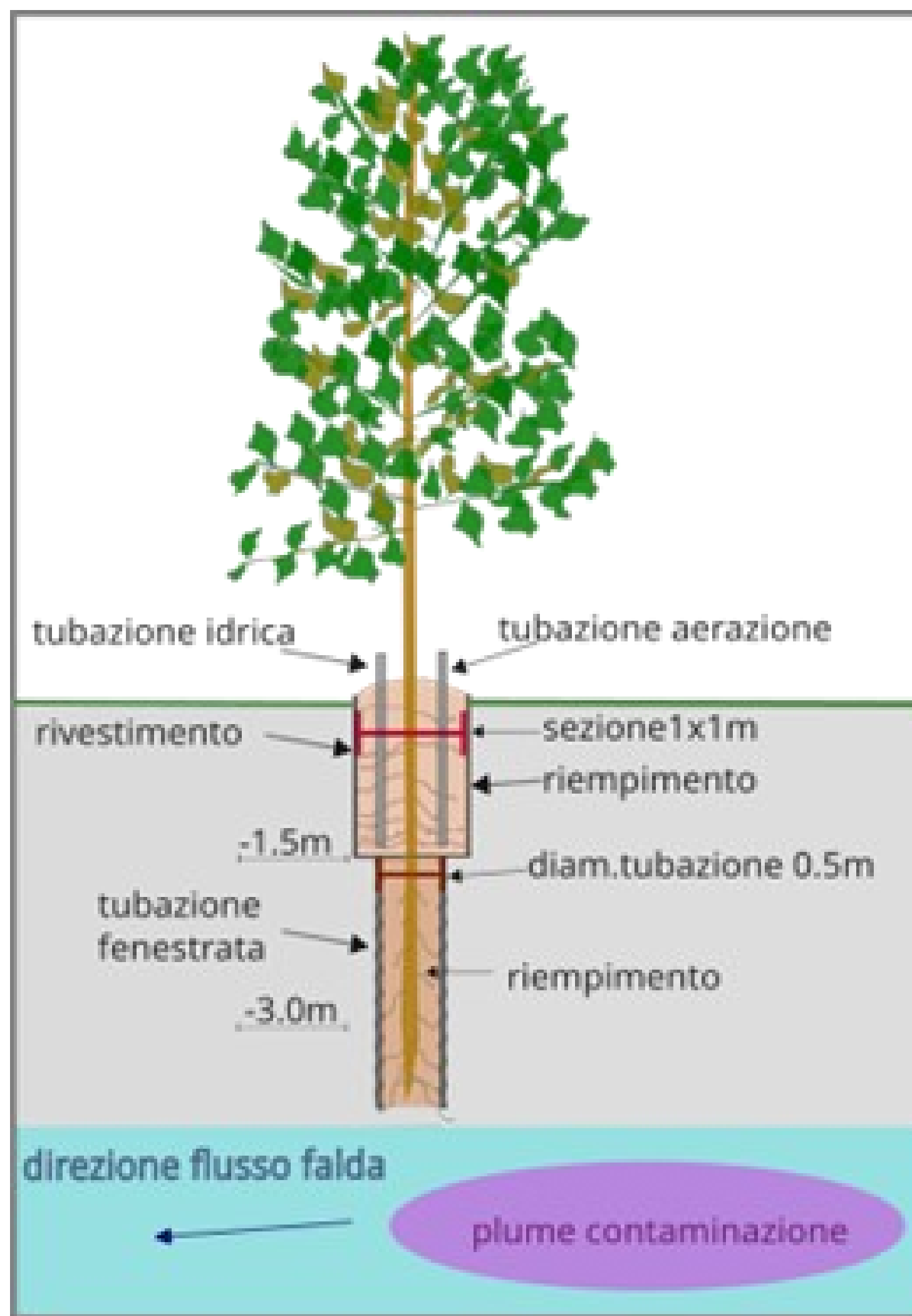
(Luchetti L. & Pignatti G., 2022)



Schema impianti Deep Rooting (DR) per:

Fitobarriera

Fitocapping A

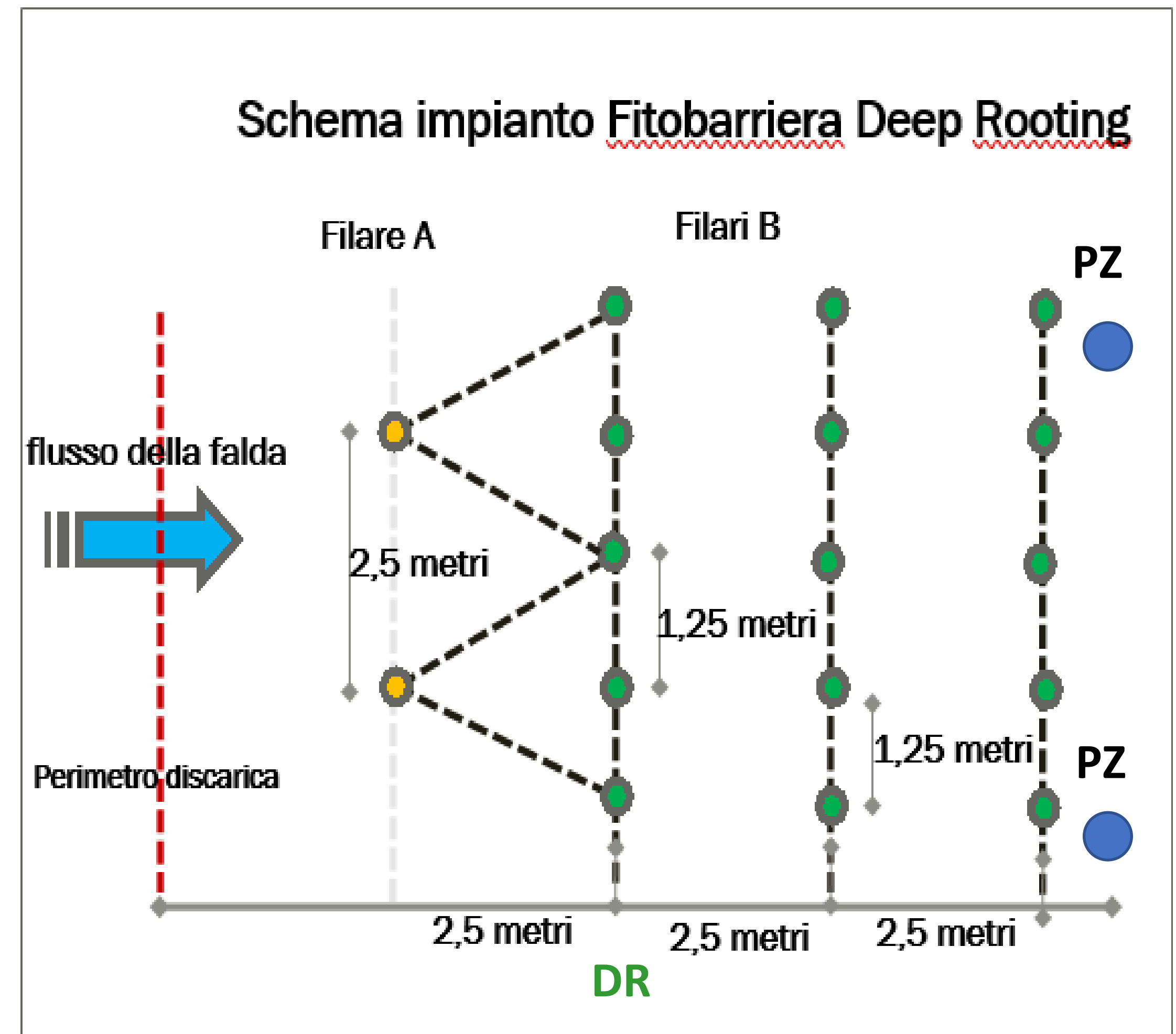
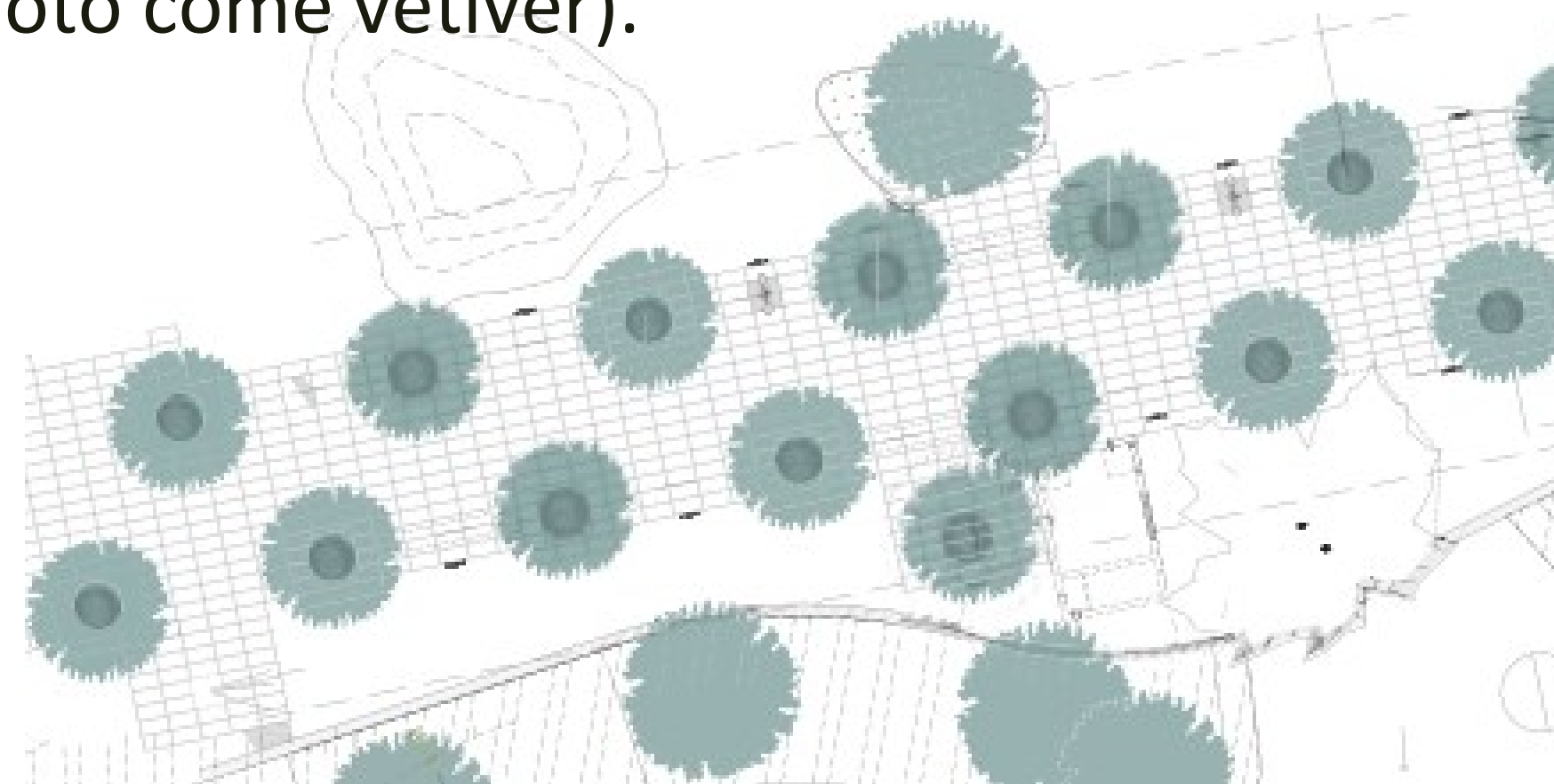




# Schema dell'impianto Deep Rooting per fitobarriera

Schema esemplificativo di impianto di Fitobarriera con file di alberi di pioppo con coltivazione standard, in giallo filare A, e pioppi messi a dimora secondo la tecnica del Deep Rooting, in verde filare B.

Qualora la fitobarriera sia perimetrale ad un'area destinata a fotovoltaico sarà necessario utilizzare nella fila A piante erbacee con radici profonde (come es. erba medica *Medicago sativa*, o il *Chrysopogon zizanioides* Roberty comunemente noto come vetiver).



La fitobarriera è correttamente applicata con l'utilizzo combinato di specie multiple con portamento da erbaceo ad arbustivo ed arboreo in modo da formare una barriera ad ogni livello, sia sul soprassuolo (strati di vegetazione differenziati) che nel sottosuolo (zone radicali differenziate).

# IMPIANTI DI BIOENERGIE E DI FITORIMEDIO AD ALTA ESTRAZIONE DEI CONTAMINANTI E FOTOVOLTAICO

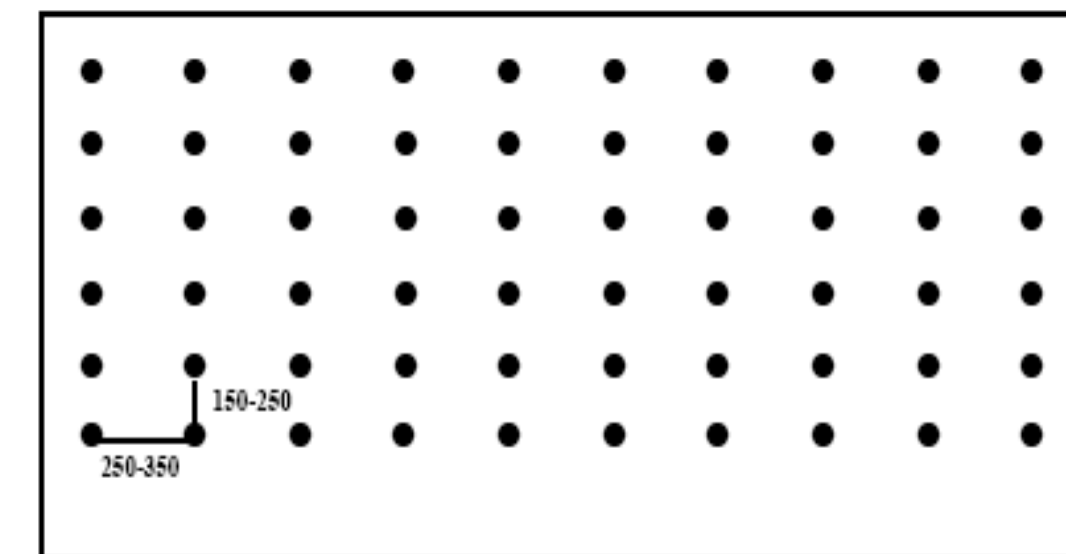
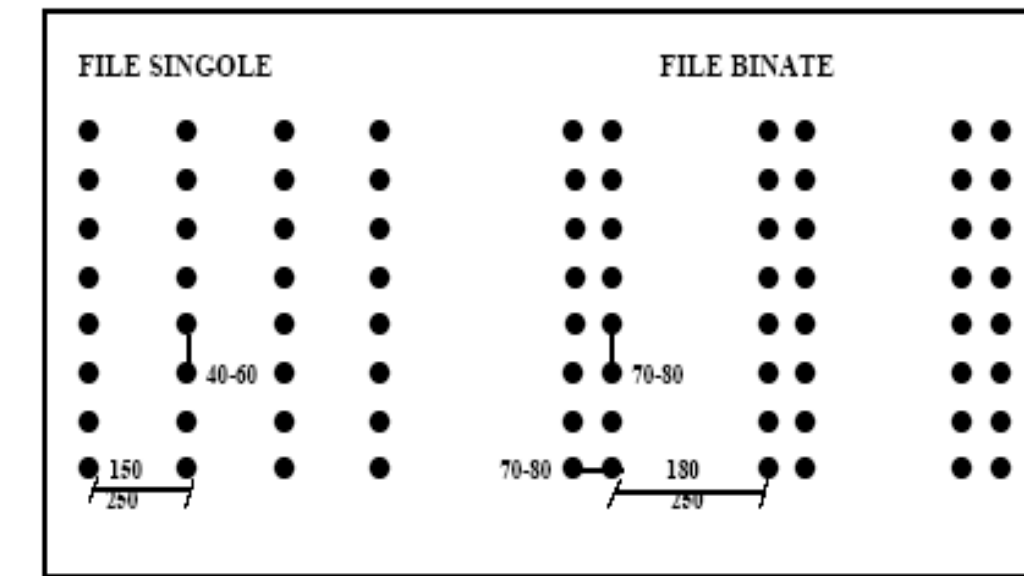
## BIOENERGIE

Dai primi anni '90 l'Italia si è interessata ai sistemi colturali per la produzione di biomassa per scopi energetici.

- I due modelli sono stati importati e via via sviluppati nel tempo, adattati alle realtà rurali del nostro Paese ed **applicati con l'utilizzo di specie a rapida crescita, alcune delle quali oggetto di intensa selezione.**
- I due modelli individuati sono:
  - 1) modello fitto (o biennale), spesso indicato in inglese come *'very short rotation coppice'* (**vSRC**) oppure *'very high density model'* (vHDM).
  - 2) modello rado (o quinquennale), spesso indicato in inglese come *'short rotation coppice'* (**SRC**) oppure *'high density model'* (HDM).

## FOTOVOLTAICO

**Copertura della discarica con strato erbaceo e barriera idraulico con fitobarriere: con piante erbacee (filare A) e con radici profonde (DR)**



# Phytoscreening - procedure di campionamento e analisi



Sono stati utilizzati nuovi dispositivi utili alla speciazione dei composti volatili:

- le **Sorbent pen attive SPA** (Entech), che hanno consentito di quantificare la **matrice volatile**
- i **Sistemi Headspace SP™ HSP-VASE** per analizzare la **matrice vegetale**. I dispositivi **SPA** e **HSP** sono analizzati in **gascromatografia e spettrometria di massa (GCMS)** (UNI CEN /TS 13649:2015 e EPA 5021 A 2014 / EPA 8260 D 2018) (*Lucina Luchetti, Giuseppe Pignatti, 2022 e Filippini et al., 2022*).

a), b) Sorbent Pen installata nel tronco e allestita con vacuum bottle da 1 L per le analisi dei gas  
c) VASE-HSP per lo spazio di testa dalla matrice vegetale.

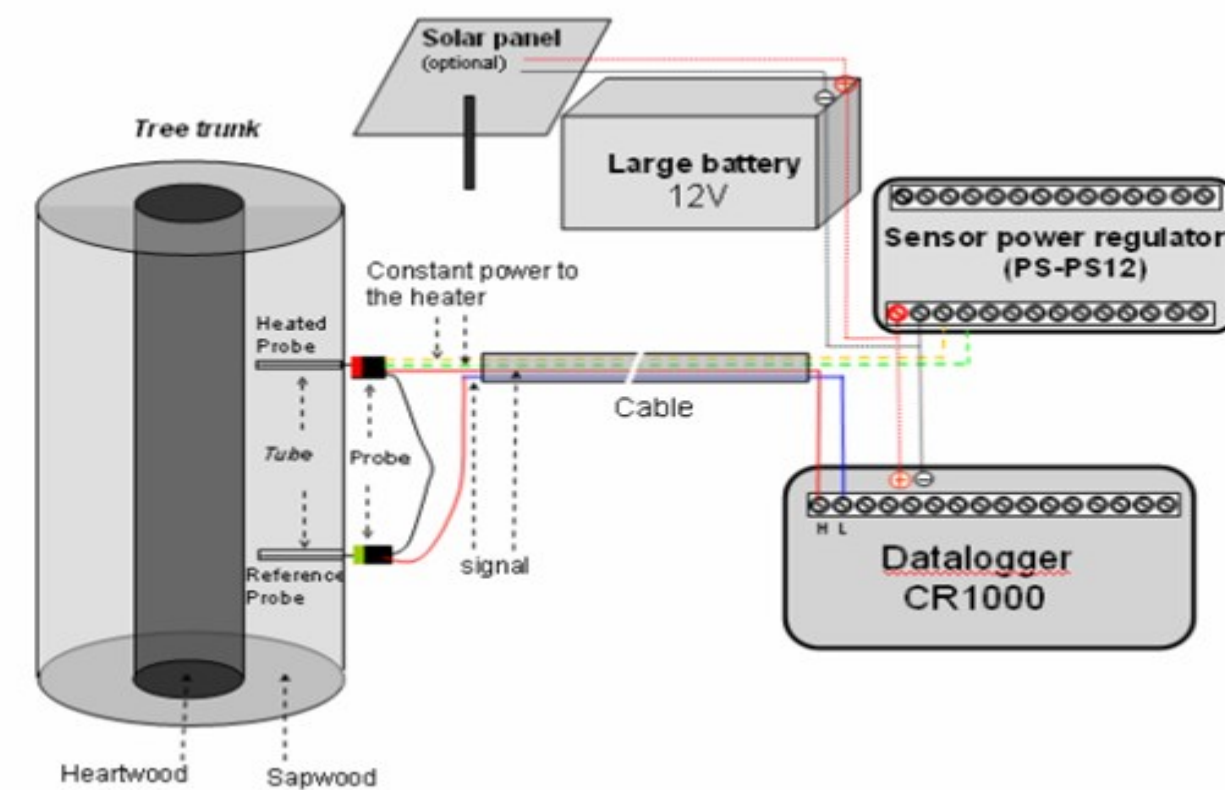
# Criteri per la stima dell'efficienza della fitobarriera

La stima del grado di efficienza della barriera, può essere eseguito tramite:

Il monitoraggio del flusso di linfa, tramite sensori ( sap flow, dendrometri) permette di quantificare l'assorbimento di acqua delle fitobarriere

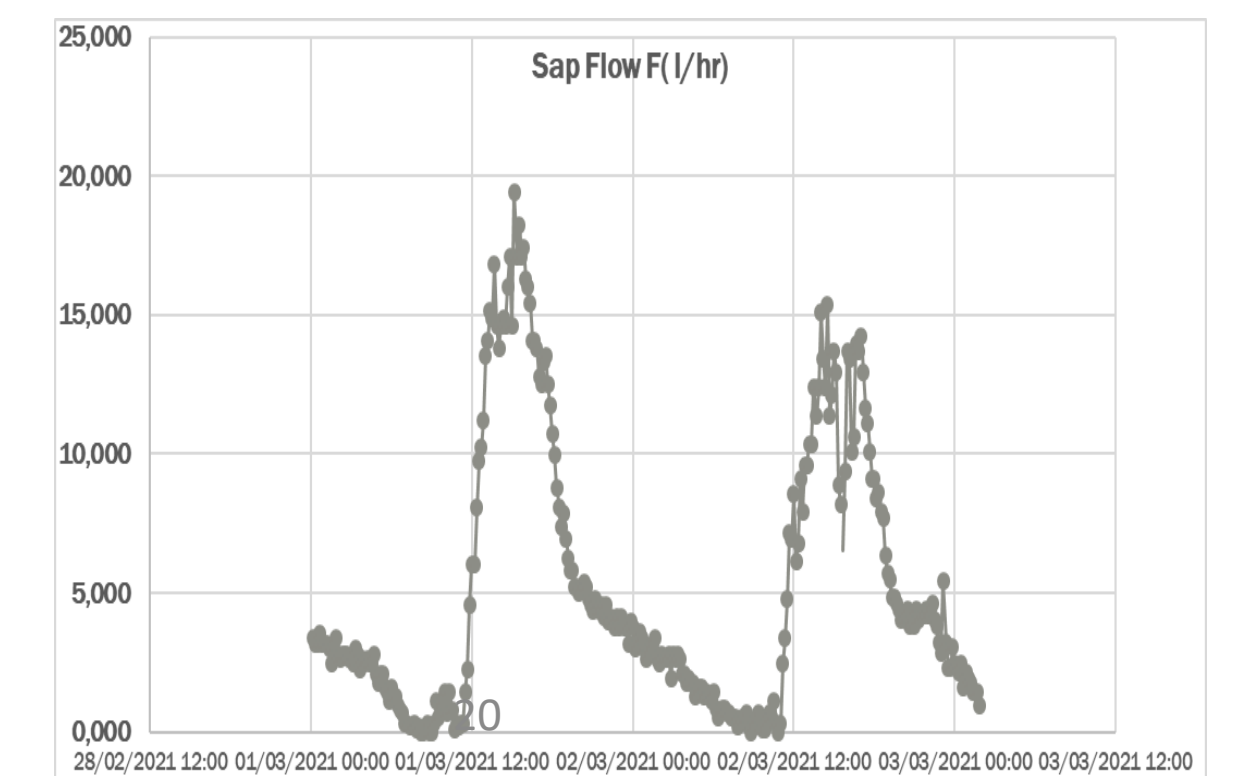
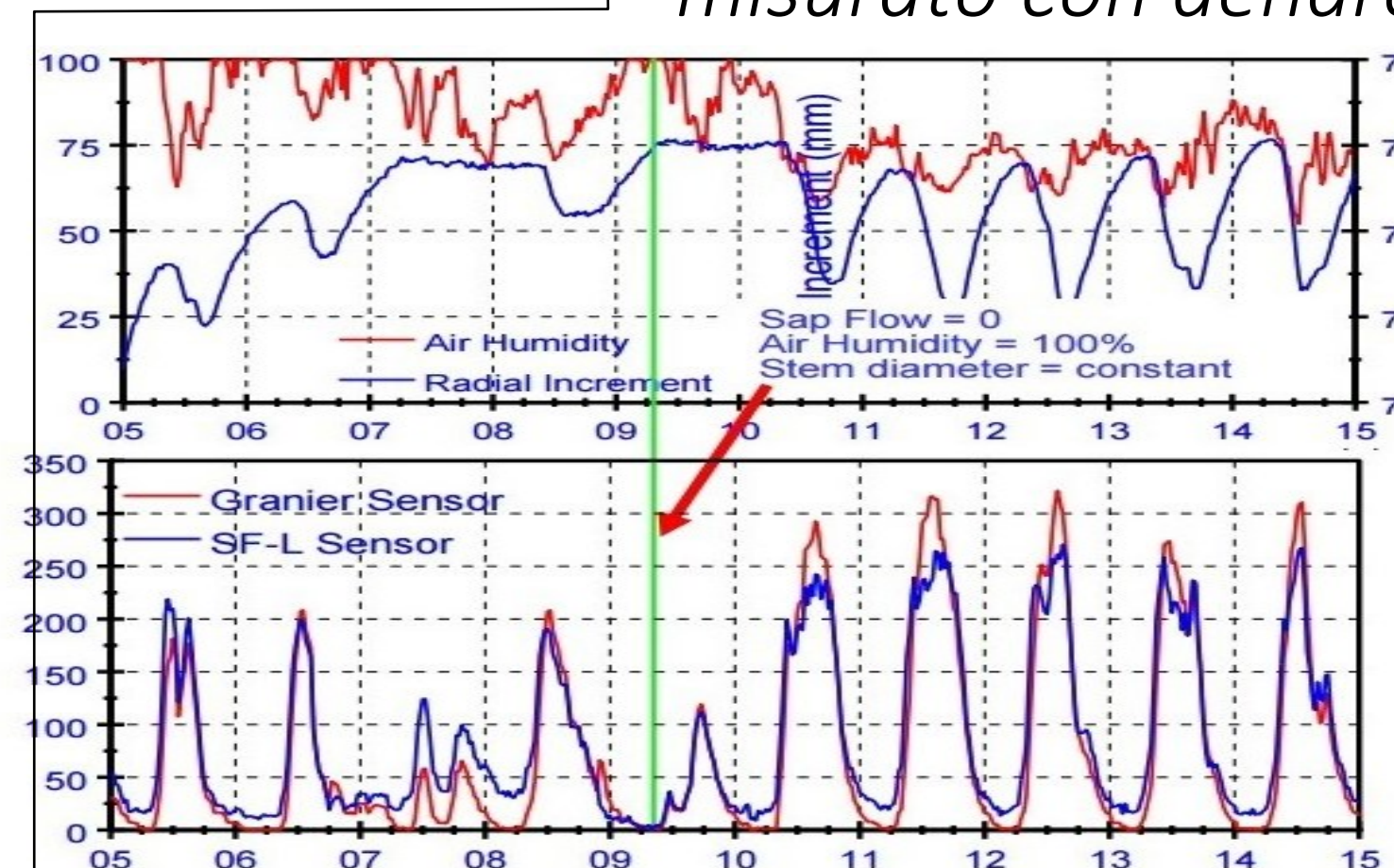


## Sistema sap flow



Il sistema di monitoraggio del flusso di linfa consente di rilevare il movimento della linfa sia durante le ore diurne che notturne. Questi dati sono fondamentali per valutare l'efficienza e l'efficacia della fitobarriera, in combinazione con i tradizionali sistemi di "Pump & Treat", garantendo così un contenimento costante dei contaminanti all'interno del sito.

*Distribuzione del flusso della linfa con il sensore SF-L il sensore Granier e le correlazioni con la variazione dell'umidità dell'aria e l'incremento radiale del tronco misurato con dendrometro.*



# Criteri per la stima dell'efficienza della fitobarriera

La stima del grado di efficienza della barriera, può essere eseguito tramite:

- a. analisi degli alberi, di cui al paragrafo “Caratteristiche chimico fisiche degli alberi”, e analisi delle acque sotterranee,
- b. analisi dei dati ottenuti tramite piccoli veicoli aerei senza pilota (sUAV) o droni equipaggiati con sensori

**applicando i seguenti criteri:**

*a) Sul 20% degli esemplari, con diametro del tronco non inferiore a 15 cm, della fitobarriera, con frequenza annuale, selezionando la stagione più rappresentativa tra la primaverile e l'autunnale.*

*b) Sul 100% dei piezometri spia a valle della fitobarriera ed eventuali indicati come significativi, con analisi delle acque sotterranee, con frequenza trimestrale nel primo anno. Al verificarsi, nel secondo anno, di una tendenza in diminuzione della contaminazione è possibile passare ad un monitoraggio semestrale. Nel momento in cui si verifica l'assenza di superamenti delle CSC dei parametri è necessario eseguire un monitoraggio annuale.*

*c) Sul 100% degli esemplari, tramite piccoli veicoli aerei senza pilota (sUAV) o droni equipaggiati con sensori di temperatura, con frequenza semestrale correlando i risultati della prima campagna con quelli ottenuto dalle analisi chimiche. È opportuno far coincidere, quando possibile, i periodi delle diverse tipologie di monitoraggio.*



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

[lucina.luchetti@regione.abruzzo.it](mailto:lucina.luchetti@regione.abruzzo.it)

[antonella.vecchio@isprambiente.it](mailto:antonella.vecchio@isprambiente.it)

[federica.scaini@iss.it](mailto:federica.scaini@iss.it)

[giuseppe.pignatti@crea.gov.it](mailto:giuseppe.pignatti@crea.gov.it)

[sara.bergante@crea.gov.it](mailto:sara.bergante@crea.gov.it)

[federico.silvestri@isprambiente.it](mailto:federico.silvestri@isprambiente.it)

[gianluca.pirani@isprambiente.it](mailto:gianluca.pirani@isprambiente.it)

[francesca.liberi@regione.abruzzo.it](mailto:francesca.liberi@regione.abruzzo.it)

[silvia.demelis@regione.abruzzo.it](mailto:silvia.demelis@regione.abruzzo.it)