

Ingegnere

Salvatore Fabozzi

Partecipante Sostenitore fondazione



***Rischio ambientale e possibili soluzioni
ingegneristiche***

LA CITTA' DELLE VERBENE FONDAZIONE ONLUS

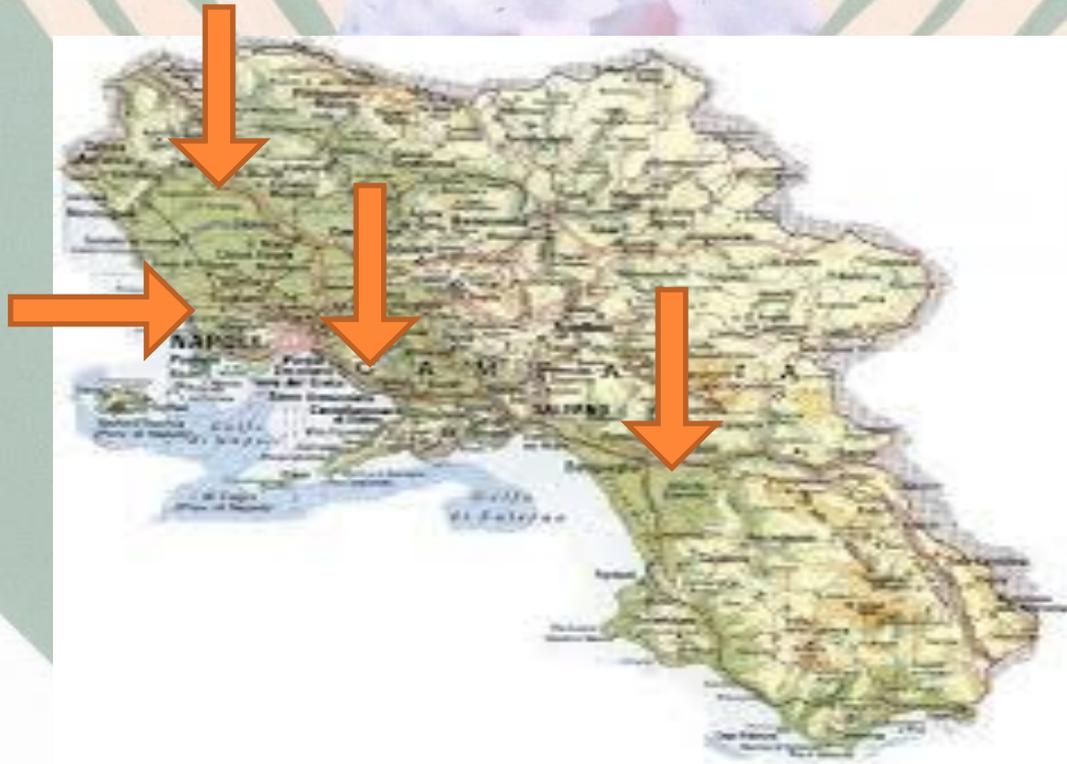
SITUAZIONE ATTUALE

- Il secolo passato ha testimoniato un rilevante aumento dell' inquinamento globale, relativo alla eccessiva produzione e utilizzo di composti chimici derivati del petrolio, incautamente rilasciati nell'ambiente. Di conseguenza, numerosi contaminanti organici, sono rilevabili, sia nei suoli che negli acquiferi dei siti territoriali inquinati. Inoltre le industrie, le miniere, i trasporti su strada e l'utilizzo imprudente di fertilizzanti ha aumentato il livello di inquinamento del suolo di elementi potenzialmente tossici (PTE), che rappresentano un notevole problema ambientale a causa del loro potenziale accumulo nella catena trofica.



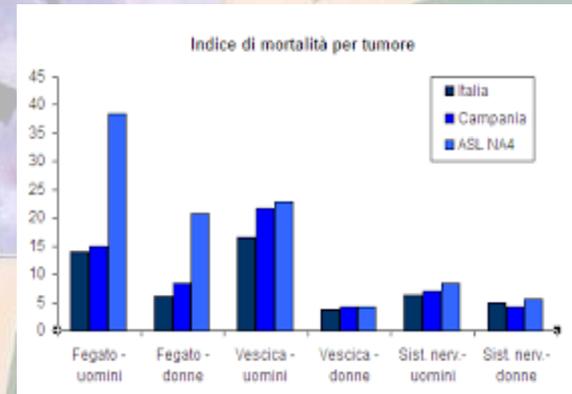
SITUAZIONE IN CAMPANIA

- Nella regione Campania (Napoli Orientale, SIN Litorale Domizio-Agro Aversano L. 426/98, Napoli Bagnoli Coroglio L. 388/2000, Litorale Vesuviano L. 179/2002, Bacino idrografico del Sarno L. 266/05; Aree di Pianura DM 445/2008) sono stati identificati quattro siti di interesse prioritario nazionale (SIN), per una superficie totale di circa 200.000 ettari, con diverse fonti e diversi livelli di inquinamento.



SITUAZIONE IN CAMPANIA

- In entrambi i casi le attività agricole risultano essere compromesse minacciando la catena produttiva di prodotti DOP, come la "Mozzarella di Bufala Campana", con conseguenti alti costi economici e sociali, per la popolazione. Inoltre c'è una percezione generale dei rischi per la salute dovuti alla contaminazione del cibo umano e dell'aria.



SITUAZIONE IN CAMPANIA

- Il problema della contaminazione nel SIN Litorale Domizio-Agro Aversano è strettamente collegato a diversi principi ambientali europei, tra cui i seguenti:
 1. Il regolamento di sicurezza alimentare
 2. Il Principio "chi inquina paga"
 3. La strategia di sviluppo sostenibile



STRATEGIE DI BONIFICA

- Le strategie suggerite per prevenire il degrado del suolo, mantenendo le sue funzioni ecologiche, si attuano modificando sia la destinazione d'uso che gli schemi di gestione del suolo finalizzati a prevenire gli impatti derivanti dall'attività antropica e dai fenomeni ecologici quando il terreno agisce come un recettore/dissipatore di energia e di sostanze chimiche. D'altro canto la bonifica del suolo deve essere effettuata al fine di mantenere l'uso attuale e previsto, tenendo anche conto delle implicazioni di costo.
Questo è un punto molto difficile dal momento che è davvero arduo ripristinare la funzionalità del suolo soprattutto se il degrado è causato dalla contaminazione di inquinanti, poiché differenti strategie di bonifica potrebbero avere comunque un impatto sugli ecosistemi del suolo, alterando la capacità di questi ultimi di conservare la vita di piante e microrganismi.

STRATEGIE DI BONIFICA

- La bonifica del suolo mediante tecniche fisico-chimiche è così costosa che gran parte dei siti rimangono contaminati e la loro elevata tossicità può causare una forte riduzione della fertilità del suolo che rende questi terreni non più adatti all'agricoltura, cambiando così la loro destinazione a residenziale, commerciale e industriale. Per queste motivazioni c'è un bisogno costante di tecniche di bonifica dei suoli basate sull'agricoltura.



POSSIBILI CLASSIFICAZIONI DEGLI INTERVENTI PER IL RISANAMENTO DEI SITI CONTAMINATI

- Classificazione in funzione di:
 1. Obiettivi dell'intervento
 2. Ubicazione dell'intervento di trattamento
 3. Matrice ambientale oggetto dell'intervento
 4. Tipo di azione esercitata sul contaminate
 5. Natura del trattamento



CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

- **TECNICHE DI BONIFICA:** Per l'eliminazione parziale o totale della sorgente inquinante, in modo da raggiungere valori di concentrazioni nel sito inquinato minori o uguali alle VCLA o superiori a queste con rischio sostenibile o minori o uguali alle CSR; tali valori devono tener conto della destinazione d'uso attuale futura del sito da bonificare.
- **TECNICHE DI MESSA IN SICUREZZA:** mirate ad impedire la diffusione degli inquinanti attraverso le possibili vie di migrazioni, senza tuttavia rimuovere la sorgente di contaminazione; in pratica il sito viene isolato dai possibili bersagli e generalmente non recuperato ad altri usi. Intervento quasi esclusivo nel caso di depositi di rifiuti.

CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DELL'UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

- TRATTAMENTI IN-SITU: eseguiti direttamente nel sito dove è avvenuta la contaminazione, senza escavazione del terreno o sedimento contaminato o rimozione delle acque.
- TRATTAMENTI EX-SITU: con escavazione del terreno o sedimento contaminato o rimozione dell'acqua
- ❖ ON-SITE: trattamento eseguito all'interno dell'area interessata dalla contaminazione;
- ❖ OFF-SITE: trattamento eseguito a distanza dall'area interessata dalla contaminazione; utilizzo di impianti di trattamento realizzati per interventi anche diversi da quello in cui si è verificata la contaminazione



CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DELLA MATRICE AMBIENTALE OGGETTO DELL'INTERVENTO

- SUOLO: rimozione degli inquinanti che lo rendono contaminato
- ACQUE SOTTERRANEE: trattamento delle acque di falda contaminate
- ACQUE SUPERFICIALI: fiumi, laghi, mare, canali artificiali, resi inquinati dalla presenza di sorgenti contaminanti
- PRODOTTO LIBERO(NAPL): rimozione e /o recupero di prodotto libero in superficie o sul fondo della falda;
- SEDIMENTI FLUVIALI E MARINI: non espressamente citati nella normativa, sono oggetto di altre norme nazionali e internazionali;
- RIFIUTI: la normativa prevede esplicitamente l'obbligo di messa in sicurezza(incapsulamento); tuttavia se ne può prevedere anche il trattamento

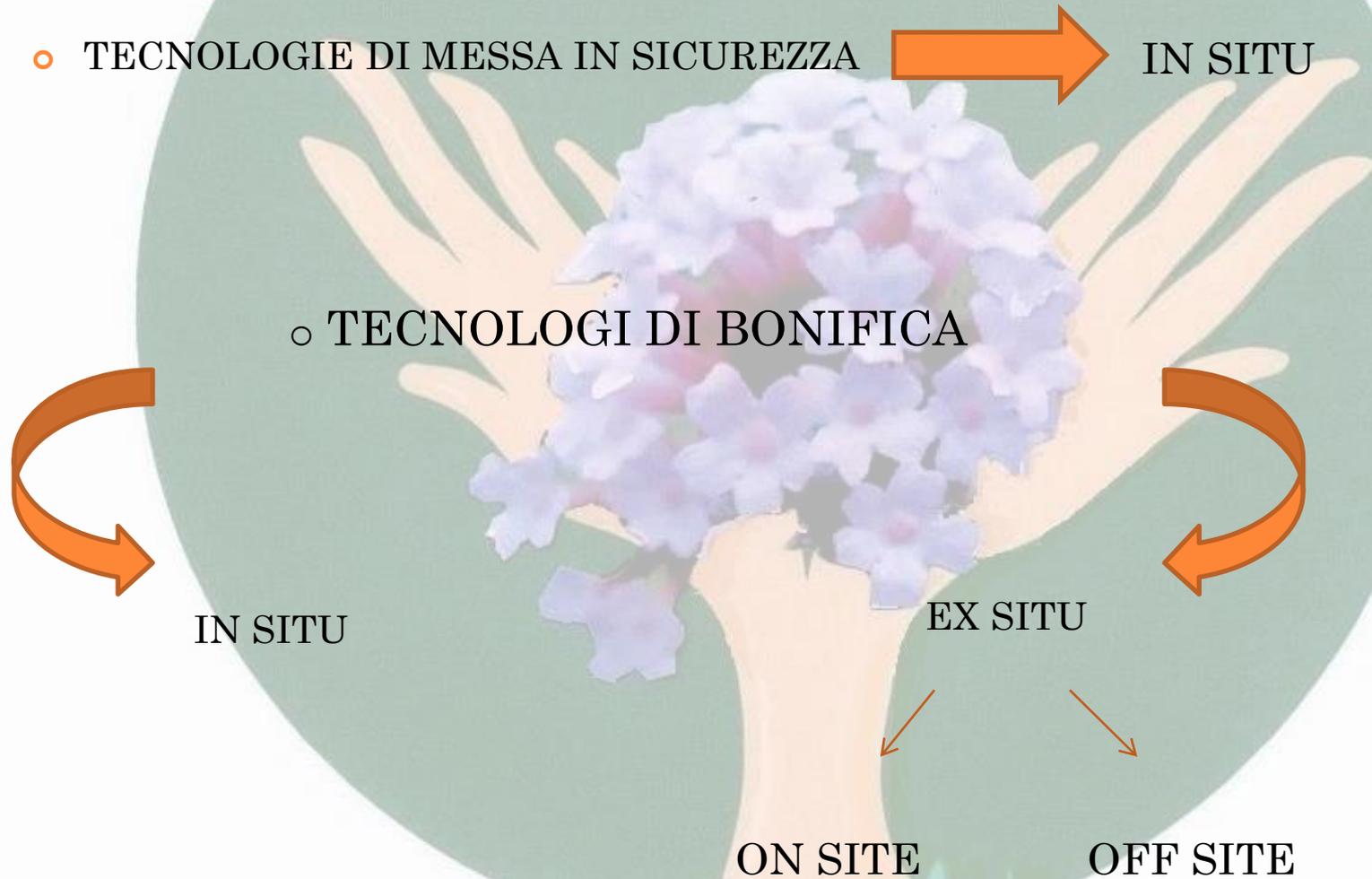
CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DEL TIPO DI AZIONE ESERCITATA SUL CONTAMINANTE

- **TRASFORMAZIONE:** l'inquinante viene convertito in sostanze meno pericolose o innocue, mediante processi fisico-chimici e/o biologici e/o termici;
- **ESTRAZIONE:** L'inquinante viene separato ed estratto dalle fasi liquide, solide e/o aeriformi presenti nel sito contaminato, possibilmente concentrato e quindi sottoposto a trattamento;
- **IMMOBILIZZAZIONE:** l'inquinante viene bloccato in fase solida, con eventuale trasformazione in forme meno pericolose, in modo da non essere più mobile e disponibile per la contaminazione di altri comparti ambientali;
- **ESCAVAZIONE:** asportazione del terreno contaminato dal sito d'origine e ricollocazione in altro sito, previo eventuale trattamento

CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DELLA NATURA DEL TRATTAMENTO

- TRATTAMENTI FISICI: si basano su passaggi di fase dei contaminanti, in modo da essere più facilmente estraibili o trattabili;
- TRATTAMENTI CHIMICI: hanno come obiettivo la trasformazione dei contaminanti in sostanze meno pericolose, a mezzo dell'azione di reagenti chimici,
- TRATTAMENTI BILOGICI: si basano sull'attività metabolica o cometabolica di microrganismi (autoctoni o alloctoni);
- TRATTAMENTO TERMICI: fanno uso di elevate temperature per favorire il passaggio di fase o persino distruggere il contaminante.
- ❖ Trattamenti fisici sono “non distruttivi”, cioè il contaminante viene solo separato dalla matrice inquinata, ma non trasformato in prodotti finali non inquinanti.
- ❖ I trattamenti chimici, biologici e termici sono generalmente “distruttivi”, con formazione di prodotti finali stabili e non inquinanti.

CLASSIFICAZIONE PREVISTA DALLA NORMATIVA



TECNOLOGIE DI MESSA IN SICUREZZA

- Hanno come obiettivo il confinamento della sorgente inquinata e/o interruzione delle vie di migrazione degli inquinanti da questa prodotti
- Possono essere accompagnate o seguite da interventi di bonifica per il trattamento o la rimozione della sorgente inquinata.
- Interventi possibili sono:
 1. Barriere fisiche
 2. Barriere idrauliche
- Finalità delle barriere fisiche: impedire l'infiltrazione di acqua in superficie (coperture), impedire la percolazione delle acque inquinate (impermeabilizzazioni di fondo o laterali), impedire il contatto tra la fonte inquinante e la falda (diaframmi).
- Finalità delle barriere idrauliche: impedire il contatto della sorgente inquinata con la falda e /o impedire l'avanzamento del plume inquinato nel sottosuolo

Nel caso in cui si preveda l'estrazione di una portata inquinata e il suo successivo trattamento e scarico (nel sottosuolo o in un corpo idrico superficiale) l'intervento può essere considerato anche di bonifica (pump and treat)

TRATTAMENTI DI TRASFORMAZIONE

- Mirati all'eliminazione degli inquinanti, a mezzo i processi chimico-fisici, biologici o termici:
 - BIOVENTING
 - BIOSPURGING
 - COMPOSTAGGIO
 - LANDFARMING
 - BIOREATTORI
 - SOIL WASHING
 - ATTENUAZIONE MONITORATA CONTROLLATA
 - INCENERIMENTO



TRATTAMENTI DI ESTRAZIONE

- Mirati al trasferimento degli inquinanti da suolo o acque ad altre matrici(acqua,gas), da cui essi devono essere successivamente rimossi:
 - Soil vapor extraction
 - Airparging
 - Flushing
 - Lavaggio chimico
 - Desorbimento termico
 - Pump and treat
 - Incenerimento



TRATTAMENTI DI INERTIZZAZIONE

- Mirati a bloccare la modalità degli inquinanti dalla fase solida , mediante inglobamento in matrici solide sede di prove fisici e o chimico-fisici, al fine di ridurre il grado di tossicità:
- Trattamenti che fanno uso di leganti idraulici
- Trattamenti che fanno uso di leganti polimerici



TRATTAMENTI DI ESCAVAZIONE

- Asportazione del terreno contaminato, che può essere confinato in altro sito appositamente attrezzato, anche senza trattamento, oppure sottoposto a trattamento e ricollocato nel sito originario:
 - Escavazione (senza trattamento)
 - Escavazione (con uno dei trattamenti prima citati)



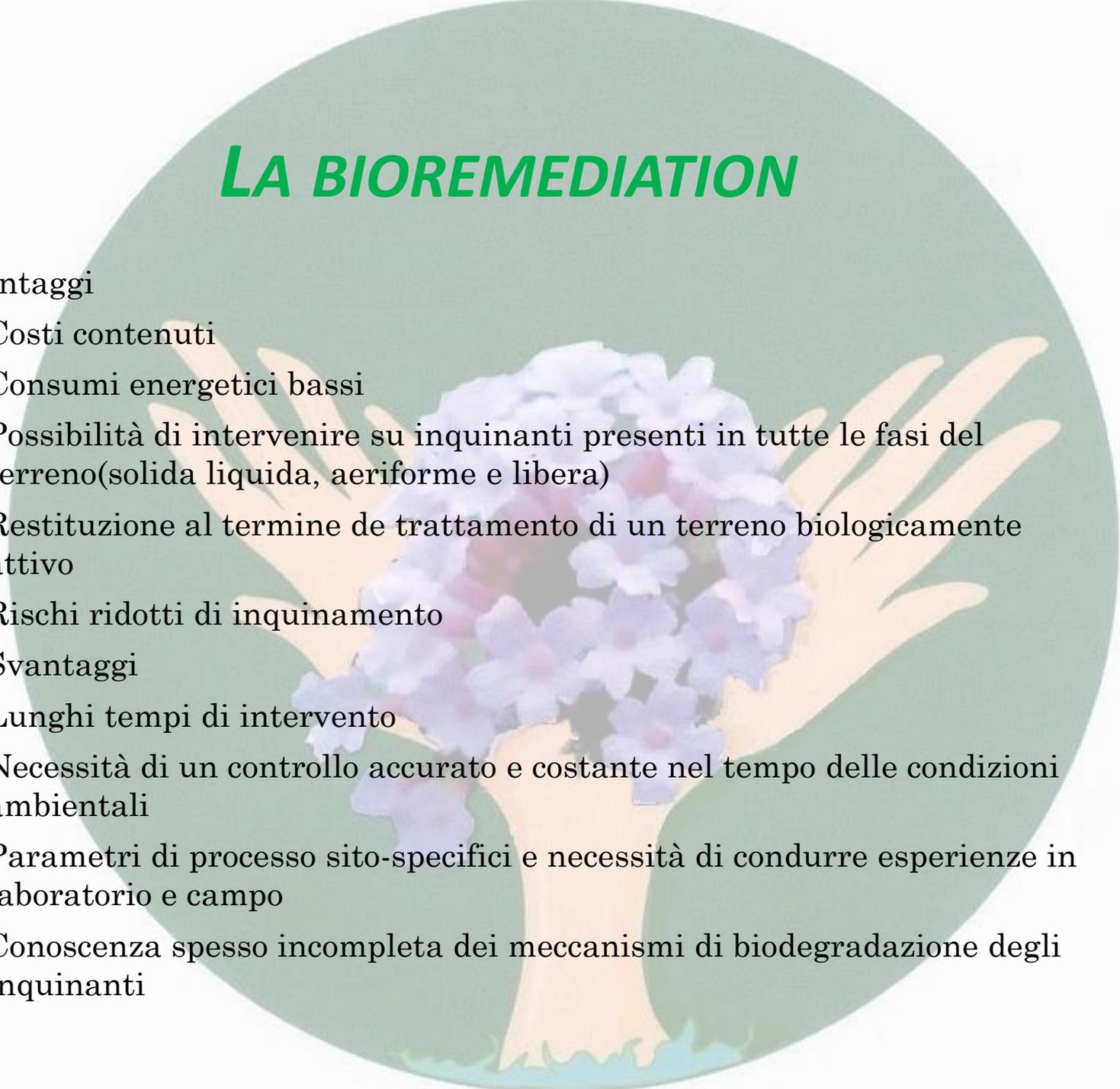
LA BIOREMEDIATION

- Le tecnologie di bioremediation si basano sull'accelerazione dei processi di biodegradazione che avvengono in natura ad opera dei microrganismi.

E' possibile fare distinzione tra:

1. **BIOENHANCEMENT**(biostimolazione): si forniscono alla popolazione microbica autoctona, le condizioni migliori per la biodegradazione, in termini principalmente di accettori di elettroni disponibili(ossigeno) e di substrati disponibili da degradare.
2. **BIOAUGMENTATION**: inoculo con microrganismi avanti specifiche capacità degradative, selezionati dallo stesso sito da bonificare oppure da siti diversi.(Scarse applicazioni, per problemi legati all'acclimatazione per possibili rischi secondari.
3. **BIOATTENUAZIONE**: processo naturale di riduzione della concentrazione di inquinanti, dovuta sia alla loro diffusione su vasta aree, sia alla degradazione esercitata da biomasse autoctone. Il fenomeno riguarda l'attenuazione naturale ed è accompagnato ad altri processi fisico chimici(volatilizzazione, adsorbimento)

LA BIOREMEDIATION



○ Vantaggi

1. Costi contenuti
2. Consumi energetici bassi
3. Possibilità di intervenire su inquinanti presenti in tutte le fasi del terreno (solida liquida, aeriforme e libera)
4. Restituzione al termine del trattamento di un terreno biologicamente attivo
5. Rischi ridotti di inquinamento

○ Svantaggi

1. Lunghi tempi di intervento
2. Necessità di un controllo accurato e costante nel tempo delle condizioni ambientali
3. Parametri di processo sito-specifici e necessità di condurre esperienze in laboratorio e campo
4. Conoscenza spesso incompleta dei meccanismi di biodegradazione degli inquinanti

CRITERI DI SCELTA DEGLI INTERVENTI

- **Fattori legati alla natura dell'inquinante:**
 - Concentrazione degli inquinanti e obiettivi di risanamento da raggiungere;
 - Livello di biodegradabilità
 - Caratteristiche fisico-chimiche, che ne caratterizzano la mobilità e la persistenza nel suolo e nell'acqua
 - Forma in cui l'inquinante è presente (adsorbita, disciolta, volatile, libera)
 - Grado di tossicità dell'inquinante, che ne determina la pericolosità nelle fasi di trattamento ed eventuale estrazione
- **Fattori legati alle caratteristiche del sito:**
 - Comparto interessato dall'inquinamento (<8terreno saturoe /o insaturo, falda, acque superficiali)
 - Estensione del sito, facilità di accesso, presenza di infrastrutture, vicinanza di insediamenti
 - Caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito, presenza della falda, vulnerabilità dell'acquifero, caratteristiche meteorologiche.

CRITERI DI SCELTA DEGLI INTERVENTI

○ Fattori legati alla tecnologia:

- Capacità di interagire con i contaminanti presenti
- Grado di sviluppo della tecnologia e disponibilità sul mercato;
- Tempo necessario per il completamento dell'intervento;
- Valutazione del potenziale impatto prodotto sull'ambiente e i lavoratori
- Rischio di incidenti e pericolo per lavoratori o terzi.

○ Fattori di tipo economico:

- Costo totale dell'intervento (ammortamento + esercizio)
- Valore del sito prima e dopo l'intervento
- Costi di mancata produzione



CRITERI DI SCELTA DEGLI INTERVENTI INDICATI DALLE NORME

- Gli interventi di bonifica di un sito inquinato devono privilegiare il ricorso a tecniche che favoriscono:
 - **La riduzione della movimentazione**
 - **Il trattamento nel sito**
 - **Il riutilizzo del suolo e dei materiali di riporto sottoposti a bonifica**
 - **Vengono preferiti gli interventi in-situ rispetto agli ex-situ**



CONFRONTO TRA TECNICHE IN-SITU ED EX-SITU

○ Tecniche ex-situ

Vantaggi:

- Tecnologie storicamente più diffuse, con notevole esperienza disponibile
- Velocità dei trattamenti(specialmente on-site)
- Facilità di controllo dei processi e dei risultati conseguiti
- Pressocchè indipendenti dalle caratteristiche geologiche del sito

Svantaggi:

- Ambiente di lavoro e aree circostanti esposte alla diffusione dei contaminanti
- Non facilmente applicabili al caso di contaminazioni di sistemi profondi
- Costi eccessivi nel caso di interventi su volumi di terreno molto elevati
- Possibili problemi di identificazione del volume di intervento



CONFRONTO TRA TECNICHE IN-SITU ED EX-SITU

○ Tecniche in-situ

Vantaggi:

- Possibile intervento contemporaneo su suolo e acque di falda
- Idonei per interventi su terreni profondi e su grandi volumi
- Minimo impatto per aree circostanti e limitato pericolo per i lavoratori
- Compatibile con la prosecuzione delle attività lavorative

Svantaggi:

- Tecnologie applicate da meno tempo in Europa, quindi con minore esperienza
- Tempi di risanamento generalmente lunghi e difficoltà di stimare l'effettiva fine dell'intervento
- Difficoltà di controllo dei parametri di processo
- Pericolo di diffusione di inquinanti e / o di produzione di prodotti intermedi di degradazione
- Problemi legati alla responsabilità derivante dalla completezza dell'intervento e da forme residue di inquinamento

A circular illustration with a dark green background. In the center, two light-skinned hands are shown from the palms up, holding a large bouquet of small, light purple flowers. The bouquet is dense and has a thick, light-colored stem. The hands are positioned on either side of the bouquet, with fingers slightly spread. The entire scene is enclosed within a dark green circular frame.

Grazie per l'attenzione