

FAST PICCOLI COMUNI

LINEA B

VERSO LA TRANSIZIONE AMMINISTRATIVA

**SITI CONTAMINATI:
NORMATIVA E GOVERNANCE**

Michelangelo Sullo
16 giugno 2026



Bonifica siti contaminati

D.Lgs. 152/2006 – Parte IV, Titolo V Competenze artt. 195–198

Il quadro normativo: Titolo V (artt. 239–253) e 5 allegati

Ruoli e responsabilità: artt. 195–198 (governance e RACI)

Applicare il percorso procedimentale: caratterizzazione, AdR, MISE/MISO/MISUR, bonifica

Gestire atti e conferenze di servizi; verifiche e collaudi

Il Pilastro della Responsabilità: **Articolo 239**

Comma 1. Il presente titolo disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce procedure, criteri e modalità per l'eliminazione delle sorgenti... in armonia con i principi comunitari, con particolare riferimento al principio **«chi inquina paga»**.

Comma 3 Gli interventi per inquinamento diffuso sono disciplinati dalle Regioni con appositi piani, fatte salve le competenze per i siti di bonifica di interesse nazionale (SIN).

Questo articolo è il **fondamento etico** posto a base del D.Lgs. 152/2006 ed ha derivazioni dirette dalla normativa Europea.



"La politica dell'Unione in materia ambientale mira a un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell'Unione. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio «chi inquina paga»."

Da dove viene il Principio: *chi inquina paga*

OCSE (1972): Introdotto per la prima volta come principio economico per evitare distorsioni nella concorrenza internazionale.

Dichiarazione di Rio (1992): Consacrato a livello globale come principio cardine per lo sviluppo sostenibile.

TRATTATO SUL FUNZIONAMENTO DELL'UNIONE EUROPEA



Articolo 191 (ex articolo 174 del TCE)

1. La politica dell'Unione in materia ambientale contribuisce a perseguire i seguenti obiettivi: — salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, — protezione della salute umana, — utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, — promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale o mondiale e, in particolare, a combattere i cambiamenti climatici.

2. **La politica dell'Unione in materia ambientale mira a un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell'Unione. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio «chi inquina paga».**

Il Codice delle soglie (art. 240)

CSC (Concentrazioni Soglia Contaminazione)

Valori al di sopra dei quali scatta l'obbligo di caratterizzazione e analisi di rischio sito-specifica.

CSR (Concentrazioni Soglia Rischio)

Livelli determinati caso per caso tramite l'Analisi di Rischio. Il loro superamento impone bonifica o messa in sicurezza.

POTENZIALMENTE CONTAMINATO

Valori > CSC, in attesa di Analisi di Rischio per definire lo stato finale.

CONTAMINATO

Valori > CSR accertati a seguito della caratterizzazione e AdR.

NON CONTAMINATO

Valori < CSC oppure > CSC ma < CSR a seguito dell'analisi di rischio specifica.



Le misure di messa in sicurezza (art. 240)

Prevenzione

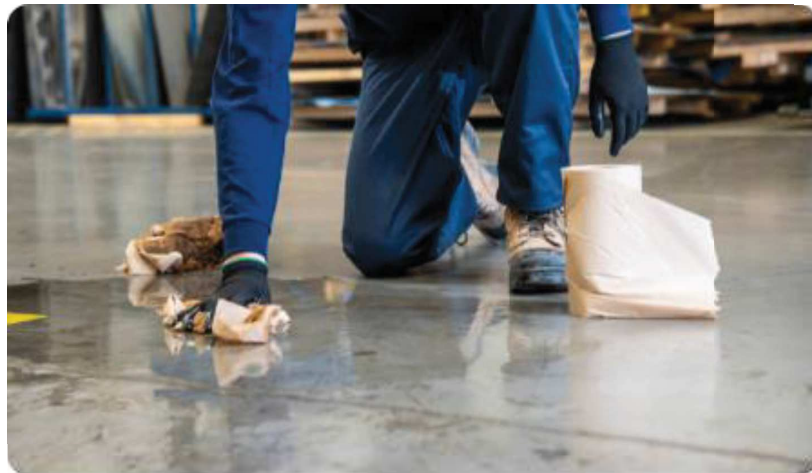
Iniziative immediate per contrastare minacce imminenti alla salute o all'ambiente e minimizzare il verificarsi di un danno probabile.

Emergenza (MISE)

Intervento immediato a breve termine in caso di eventi repentini per contenere la sorgente e impedirne il contatto con altre matrici.

Operativa (MISO)

Interventi in siti con attività in esercizio per garantire sicurezza a persone e ambiente in attesa della bonifica definitiva.



Permanente (MISP)

Isolamento definitivo delle fonti inquinanti rispetto all'ambiente circostante. Garantisce un livello di sicurezza definitivo, associato a piani di monitoraggio, controllo e limitazioni d'uso urbanistiche.

La MISP non è una bonifica "pulita", è un sarcofago tecnologico. Richiede vigilanza eterna.

Dall'Analisi al Ripristino

✔ Analisi di Rischio (AdR)

Valutazione sito-specifica degli effetti sulla salute umana derivanti dall'esposizione prolungata ai contaminanti presenti nelle matrici.

🌿 Bonifica

Eliminazione o riduzione dei contaminanti nel suolo e nelle acque fino a livelli pari o inferiori alle CSR. È l'azione terapeutica sul territorio.

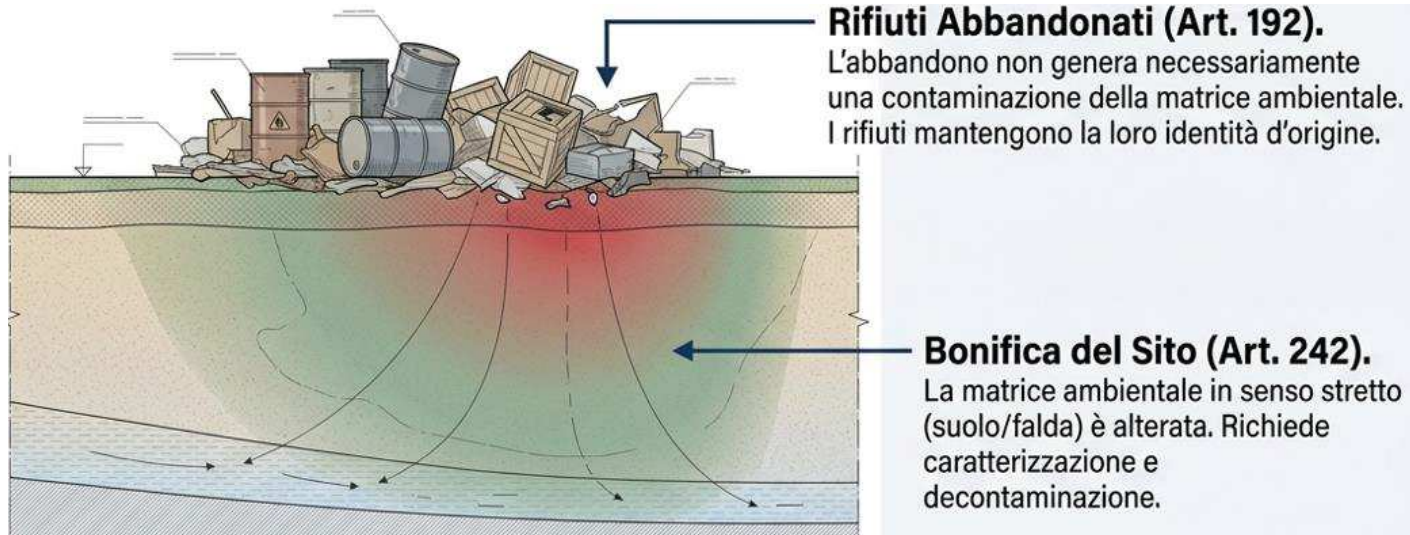
🌱 Ripristino Ambientale

Riqualificazione paesaggistica per recuperare la fruibilità del sito in conformità con gli strumenti urbanistici. È il ritorno alla vita del sito.



"La bonifica è chimica, il ripristino è visione. Insieme, restituiscono il futuro al territorio."

Protocollo d'urgenza delineato dall'art. 242



Due situazioni giuridiche «correlate» ma disciplinate separatamente dal Testo Unico Ambiente

La tempestività è la prima forma di bonifica

24h

Misure di Prevenzione

Misure da attuare immediate al verificarsi evento potenzialmente inquinante e notifica agli enti.

48h

Indagine Preliminare

Verifica delle CSC. Se conformi, ripristino e autocertificazione finale.

30gg

Piano di Caratterizzazione

Se CSC superate, esecuzione della Caratterizzazione per definire l'analisi di rischio.

6m

Progetto

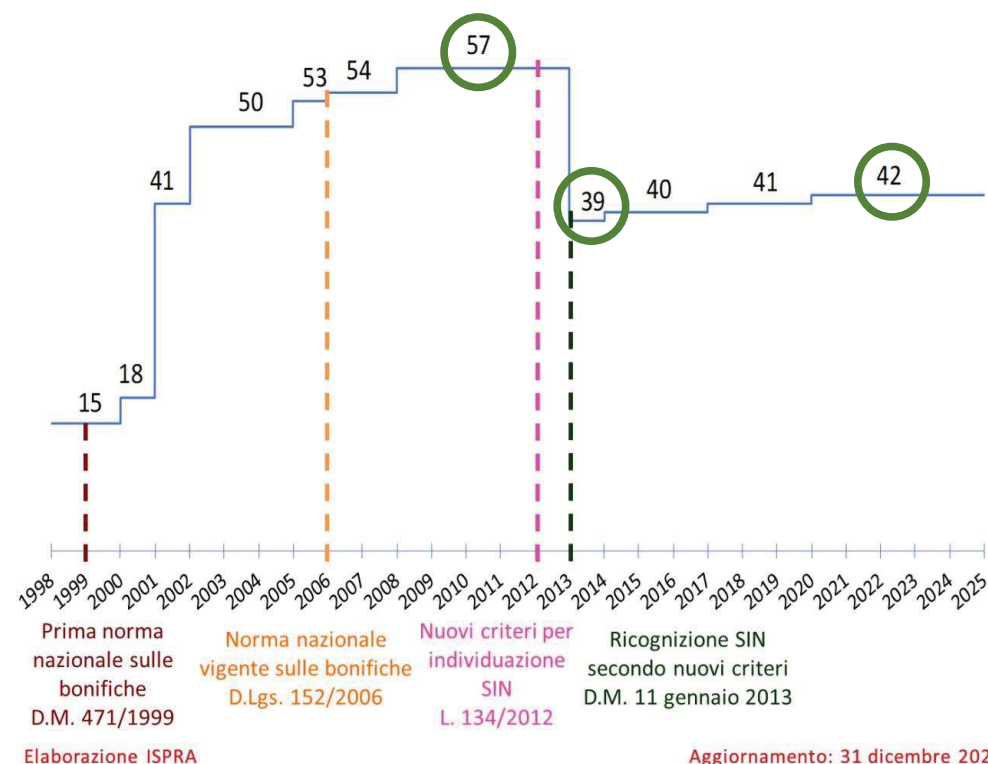
Se CSR superate, progetto di messa in sicurezza o di bonifica.

SIN – Siti di Interesse Nazionale

I siti d'interesse nazionale sono stati individuati, nel corso del tempo, con norme di varia natura e generalmente perimetrati con decreto del Ministero dell'Ambiente. Tra il 1999 e il 2012 il numero dei SIN è progressivamente aumentato fino ad un massimo di 57.

In seguito sono state apportate modifiche normative ai criteri di individuazione dei SIN (art. 36-bis L. 134/2012) che hanno comportato la riduzione dei SIN a 39.

Ad oggi il numero complessivo dei SIN è di 42.



SIN - SITI INTERESSE NAZIONALE

SIN (Siti di Interesse Nazionale)

Individuati tramite decreto ministeriale in base all'alta pericolosità degli inquinanti e all'impatto all'impatto sanitario/ecologico.

42 SIN attuali in Italia.

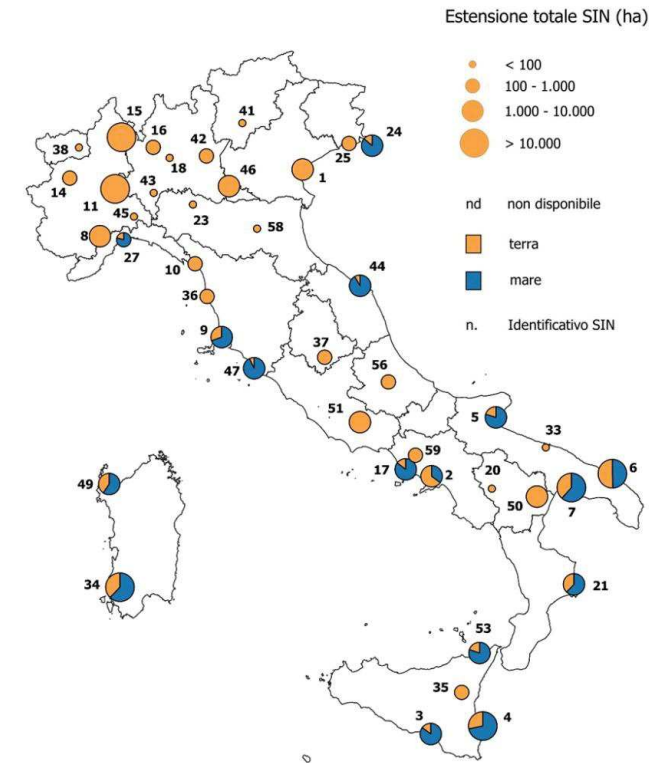
149.000 ettari a terra (0,49% del territorio nazionale).

77.000 ettari a mare.

SIR (Siti di Interesse Regionale)

Aree ad elevato rischio ambientale di competenza locale. Spesso includono ex-SIN declassati (ex L. 134/2012) che mantengono la loro criticità ma passano sotto la gestione delle Regioni.

- SIN
- 1 Venezia (Porto Marghera)
 - 2 Napoli Orientale
 - 3 Gela
 - 4 Priolo
 - 5 Manfredonia
 - 6 Brindisi
 - 7 Taranto
 - 8 Cengio e Saliceto
 - 9 Piombino
 - 10 Massa e Carrara
 - 11 Casal Monferrato
 - 14 Balangero
 - 15 Pieve Vergonte
 - 16 Sesto San Giovanni
 - 17 Napoli Bagnoli - Coroglio
 - 18 Pioltello e Rodano
 - 20 Tito
 - 21 Crotone - Cassano - Cerchiara
 - 23 Fidenza
 - 24 Trieste
 - 25 Caffaro di Torviscosa (già Laguna di Grado e Marano)
 - 27 Cogoleto - Stoppani
 - 33 Bari - Fibronit
 - 34 Sulcis - Iglesiente - Guspinese
 - 35 Biancavilla
 - 36 Livorno
 - 37 Terni - Papigno
 - 38 Emares
 - 41 Trento nord
 - 42 Brescia - Caffaro
 - 43 Broni
 - 44 Falconara Marittima
 - 45 Serravalle Scrivia
 - 46 Laghi di Mantova e Polo chimico
 - 47 Orbetello Area ex-Sitoco
 - 49 Aree industriali di Porto Torres
 - 50 Aree industriali della Val Basento
 - 51 Bacino del Fiume Sacco
 - 53 Milazzo
 - 56 Bussi sul Tirino
 - 58 Officina Grande Riparazione ETR di Bologna
 - 59 Area vasta di Giugliano



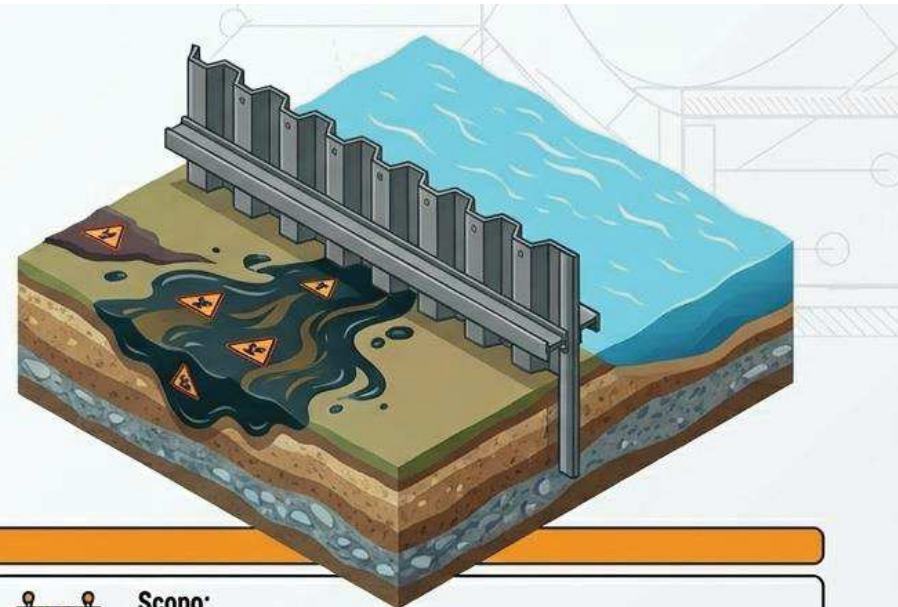
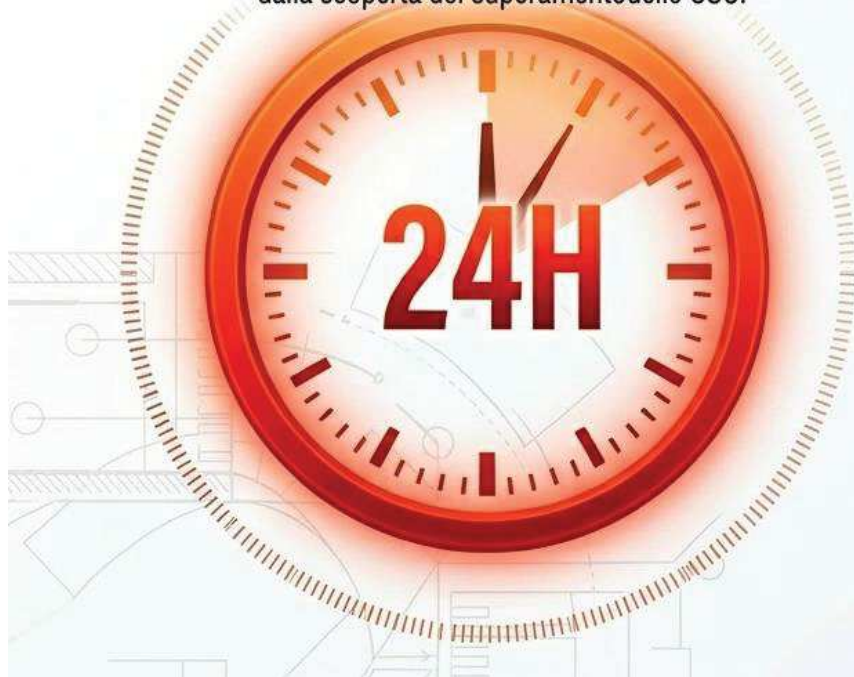
Elaborazione ISPRA

Aggiornamento: 31 dicembre 2025

MISE – La prima immediata risposta

Definizione:

La Messa in Sicurezza d’Emergenza è un intervento immediato, obbligatoriamente a carico del responsabile, da attuarsi entro 24 ore dalla scoperta del superamento delle CSC.



Scopo:

Isolare e contenere. Impedire il contatto degli inquinanti con altre matrici ambientali in attesa della bonifica definitiva.



Condizioni di Attivazione:

- Rischio di incendio o esplosione (vapori in spazi confinati).
- Contaminazione di pozzi idropotabili o agricoli.
- Presenza di inquinante in fase pura (prodotto libero) sul suolo o in falda.

Siti orfani: l'eredità invisibile

(art. 250 D.Lgs. 152/2006, D.M. 269/2020)

Siti in cui il responsabile dell'inquinamento non provvede agli adempimenti (o non e' individuabile), e nei quali non intervengono ne' il proprietario ne' altri soggetti.

La bonifica e' realizzata d'ufficio dalla **Pubblica Amministrazione** (Comune, o in via sostitutiva la Regione).

Regime di responsabilita' e onere reale (art. 253)

L'Amministrazione ha diritto di rivalsa nei confronti del responsabile per le spese sostenute. Il proprietario non responsabile risponde solo nei limiti del valore del bene (onere reale), senza che gli possa essere imposta la bonifica a proprie spese.

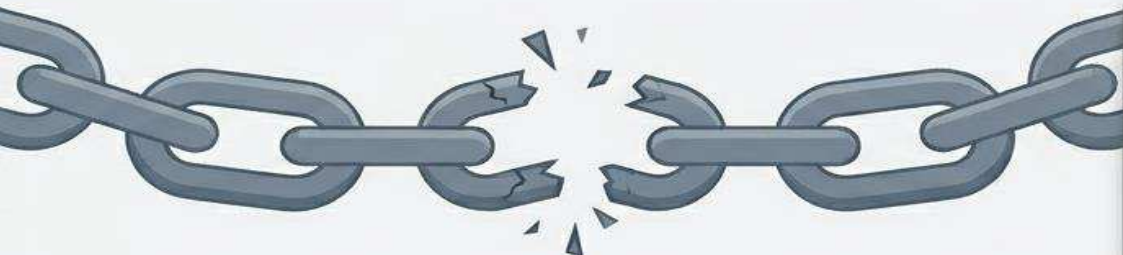
L'opportunita': accesso ai finanziamenti specifici

Il riconoscimento formale come sito orfano consente alle PA di accedere al Programma nazionale di finanziamento statale per la bonifica.

SITO ORFANO (?): un'area potenzialmente contaminata che presenta caratteristiche specifiche legate all'impossibilità di individuare o far intervenire il responsabile dell'inquinamento



Siti orfani: quando la catena della responsabilità si spezza



L'Art. 253 stabilisce che il proprietario non responsabile non può essere obbligato a bonificare a proprie spese.

Gli interventi della PA costituiscono un **onere reale** sul sito. Il rimborso dovuto dal proprietario è però limitato e difficilmente recuperabile.

*Non sono da guardare come scarti di industrializzazione.
Sono cicatrici nel territorio che attendono un'azione istituzionale per tornare a generare valore.*

Il Problema (La Catena Spezzata)

Aree in cui il principio "chi inquina paga" fallisce. Il responsabile dell'inquinamento non è individuabile o è inadempiente, e parallelamente non provvede né il proprietario né altro soggetto interessato.



La Soluzione (Intervento d'Ufficio)

Subentra la Pubblica Amministrazione in via sostitutiva.

Il Veicolo Finanziario: D.M. 269/2020.
Istituisce un programma nazionale per finanziare gli interventi di bonifica e ripristino ambientale, trasformando i siti orfani da problema decennale a opportunità di rigenerazione.

Siti orfani: Abruzzo e Marche

Accordo di Programma MASE-Regione. Art. 2) assicurare la bonifica e il ripristino ambientale dei siti orfani nel territorio nei limiti delle disponibilità finanziarie. La Regione è il beneficiario delle risorse e il Responsabile Unico dell'Attuazione (RUA); i soggetti attuatori materiali sono i Comuni competenti per ciascun sito.

Regione Abruzzo



Martinsicuro: Intervento urgente sulla falda con Messa in Sicurezza (sistema Pump & Treat) per solventi clorurati.



Pescara (Via Lago di Campotosto): Esecuzione del Piano di Caratterizzazione e Analisi di Rischio post-ritrovamento di idrocarburi e IPA.



Cupello & Carpineto Sinello: Aggiornamento progettuale ed esecuzione bonifica di ex discariche comunali interessate da fenomeni franosi.

Regione Marche



San Benedetto del Tronto: Intervento sull'ex Piattaforma Ecologica con rimozione rifiuti, scotico superficiale e **caratterizzazione dell'area di sedime.**

Un primo tentativo di semplificazione

D.L. 76/2020 conv. L. 120/2020 — Decreto Semplificazioni introdotto ex novo dell'art. 242-ter

«**Nei siti oggetto di bonifica**, inclusi i siti di interesse nazionale, possono essere realizzati [...] **interventi e opere richiesti dalla normativa sulla sicurezza dei luoghi di lavoro, di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianti e infrastrutture, compresi adeguamenti alle prescrizioni autorizzative, nonché opere lineari necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi e, più in generale, altre opere lineari di pubblico interesse, di sistemazione idraulica, di mitigazione del rischio idraulico, opere per la realizzazione di impianti per la produzione energetica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo**, [...] a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori...»



Sblocco dei Cantieri (Art. 242-ter)

Permette la realizzazione di opere e interventi (es. infrastrutture lineari, manutenzioni) all'interno di siti oggetto di bonifica.

Condizione: I lavori non devono interferire con la bonifica stessa né creare rischi per i lavoratori.

Un sito contaminato era considerata un'area immodificabile, anche dopo la bonifica, questo disincentivava le attività di recupero volta alla trasformazione per il riutilizzo

IMPREVISTO



Nelle **aree urbane antropizzate** (in particolar modo in quelle con **destinazione produttiva**) può emergere una presenza di contaminazioni derivare da molteplici cause, con effetti circoscritti a un punto specifico oppure diffusi su aree più ampie.

L'individuazione di tali criticità avviene spesso in modo non programmato, ad esempio durante **scavi per lavori edili o attività di manutenzione dei sottoservizi**, quando l'osservazione diretta o i primi test di campo segnalano anomalie. A volte è **l'esito dei monitoraggi ambientali a far emergere indizi**, in particolare variazioni nella qualità delle acque sotterranee (concentrazioni anomale di sostanze indicatori, alterazioni dei parametri fisico-chimici, presenza di odori o film superficiali).

I **contesti più complessi**, sotto il profilo tecnico e gestionale, **coincidono di frequente con ex aree industriali dismesse e con discariche non controllate, dove la stratificazione storica delle attività, la varietà delle sorgenti e l'eterogeneità dei materiali rendono più articolate la ricostruzione delle cause, la caratterizzazione del suolo e delle acque e la definizione delle priorità d'intervento.**

-  **Distribuzione carburanti**
-  **Gestione e smaltimento rifiuti**
-  **Industria**
-  **Attività mineraria**
-  **Attività da cava**
-  **Riempimenti aree**

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme in materia di bonifiche siti contaminati sono contenute nel **D.Lgs. 152/2006 Titolo V della Parte quarta** e in particolare in **15 articoli e 5 allegati**.

La definizione delle competenze in relazione a quanto disposto dalla Parte quarta è contenuta agli articoli dal 195 al 198 del Titolo I (Capo II).

L'ambito di applicazione del quadro normativo, enunciato nell'articolo 239, **comprende i siti contaminati ed esclude l'abbandono dei rifiuti** (che viene **disciplinato dalla Parte quarta del decreto**) e **gli interventi di bonifica disciplinati da leggi speciali**.

Per le aree di dimensioni ridotte e **punti vendita carburanti** si applica la procedura dedicata (art. 249 e DM 31/2015)

Il Quadro Normativo precedente **il DM 471/99**, pur essendo stato abrogato dal D.Lgs. 152/2006 resta ancora un riferimento per gli addetti ai lavori per alcuni aspetti relativi alla definizione del numero di indagini da effettuare (non previste nell'attuale norma in vigore)

Disciplina interventi di Bonifica e Ripristino ambientale dei siti contaminati (articoli 239-253) (articolo 257, 264, 265 titoli VI)

5 Allegati

Allegato 1
CRITERI GENERALI PER L'ANALISI DI RISCHIO SANITARIO AMBIENTALE SITO-SPECIFICA

Allegato 2
CRITERI GENERALI PER LA CARATTERIZZAZIONE: DEI SITI CONTAMINATI

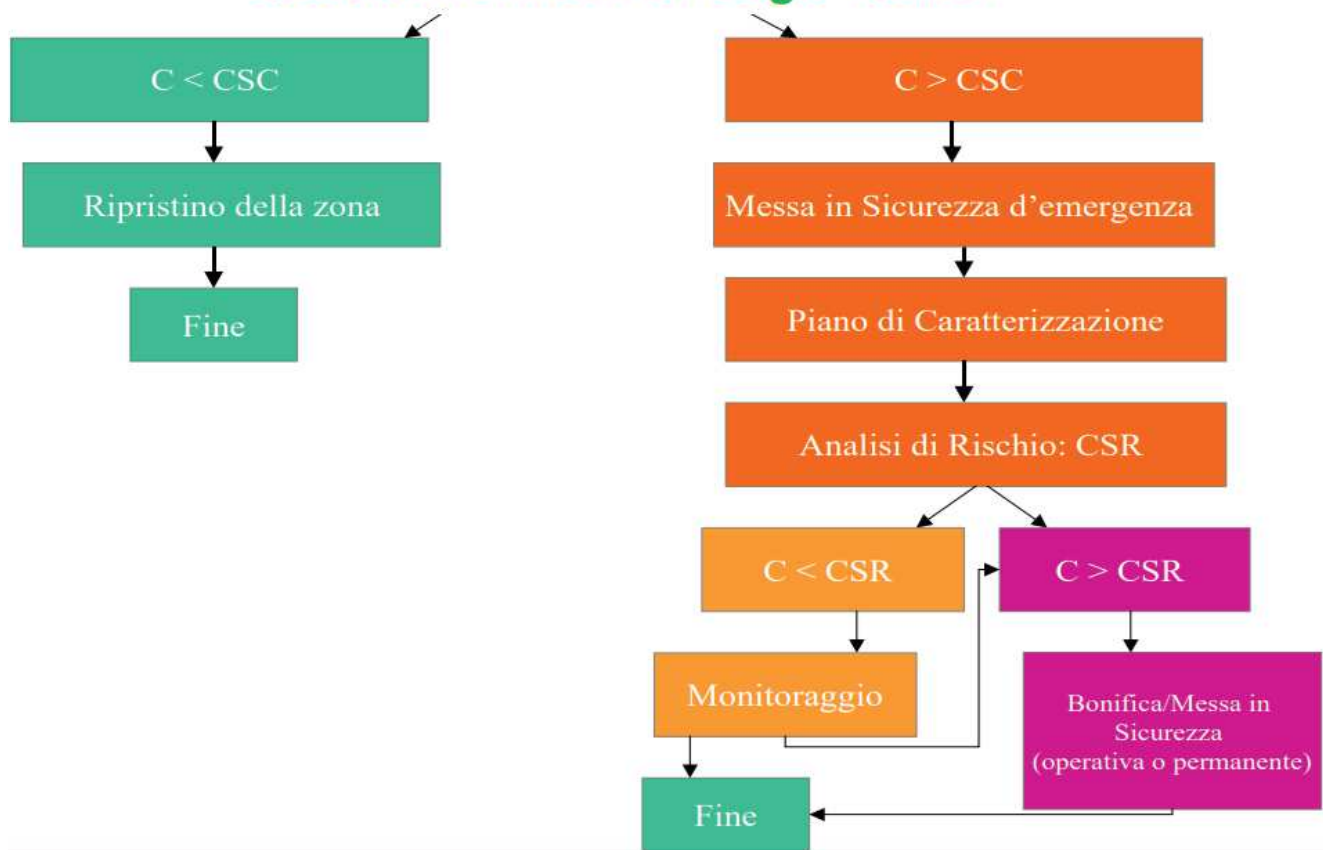
Allegato 3
CRITERI GENERALI PER LA SCELTA E L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA, RIPRISTINO NONCHÉ PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE A COSTI SOPPORTABILI

Allegato 4
CRITERI GENERALI PER LE PROCEDURE SEMPLIFICATE

Allegato 5
CSC NEL SUOLO, SOTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE, IN RELAZIONE ALLA DESTINAZIONE D'USO

FLUSSO ATTIVITA' D.LGS. 152/2006

Quadro Normativo: DLgs 152/06



D.Lgs. 152/2006 – Parte IV, Titolo V
Competenze artt. 195–198

Il quadro normativo: Titolo V (artt. 239–253)
e 5 allegati

Ruoli e responsabilità: artt. 195–198
(governance e RACI)

Applicare il percorso procedimentale:
caratterizzazione, AdR, MISE/MISO/MISUR,
bonifica

Gestire atti e conferenze di servizi; verifiche e
collaudi

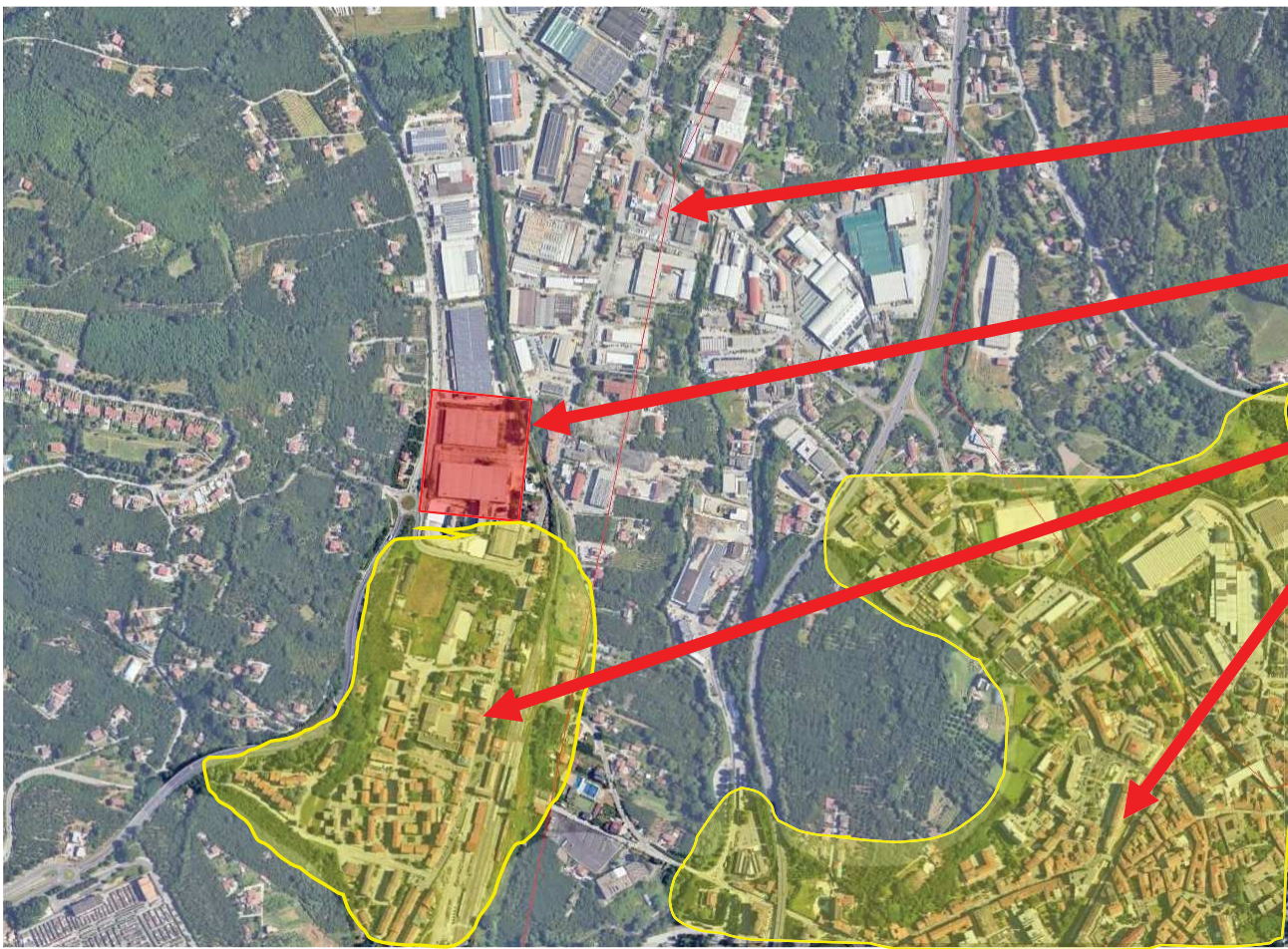
FLUSSO ATTIVITA' D.LGS. 152/2006

La legge costruisce una gerarchia calibrata sul rischio reale, non sul timore del rischio.

Regola aurea: la risposta deve essere proporzionale al rischio accertato. La legge non impone la soluzione più onerosa, ma quella adeguata.

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| MISE | MISO | MISP | BON | RIP |
| Messa in Sicurezza d'Emergenza <i>art.240 c.1 lett.m</i> | Messa in Sicurezza Operativa <i>art.240 c.1 lett.n</i> | Messa in Sicurezza Permanente <i>art.240 c.1 lett.o</i> | Bonifica <i>art.240 c.1 lett.p</i> | Ripristino Ambientale <i>art.240 c.1 lett.q</i> |
| Intervento immediato ($\leq 24h$). Contiene la diffusione e rimuove le sorgenti primarie in attesa di interventi definitivi. | Per siti con attività in esercizio. Garantisce sicurezza durante la vita produttiva, con monitoraggio continuo. | Isolamento definitivo delle fonti. Richiede piani di monitoraggio permanenti e limitazioni d'uso urbanistico. | Eliminazione/riduzione e a valori $\leq CSR$. La risposta più incisiva: restituisce al sito la piena capacità di utilizzo. | Riqualificazione ambientale e paesaggistica post-bonifica. Restituisce fruibilità conforme agli strumenti urbanistici. |

Un caso reale: impianto produttivo dismesso



**AREA INDUSTRIALE
LAVORATORI ESPOSTI**

**IMPIANTO INDUSTRIALE
ABBANDONATO**

**QUARTIERI RESIDENZIALI
IMMEDIATAMENTE ESPOSTI**



L'area di circa 50.000mq, quando inizia la vicenda era oggetto di contenzioso tra 2 diversi soggetti per la rivendicazione della proprietà

Un caso reale: impianto produttivo dismesso



Nell'ambito di indagini giudiziarie la Procura dispone che ARPA effettui indagini ambientali nell'area

ARPA svolge una serie di indagini sul sito, principalmente sulle fibre di amianto aerodisperse, dalle quale emerge che in un punto, nei pressi dell'accesso principale, la quantità di fibre rilevate è maggiore di quella consentita. Vengono notiziati Comune, Amministrazione Provinciale e Regione.

Il Comune, in seguito all'acquisizione dei rilievi di Arpa, emana un'Ordinanza Sindacale (art. 50 D.lgs. 267/2000).

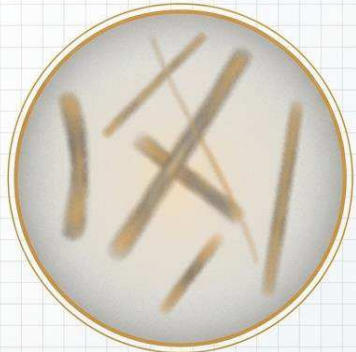
Si dispone la chiusura dell'area al transito pedonale e veicolare, il divieto di utilizzo di acqua dai pozzi eventualmente presenti nell'area.

ORDINANZA
DEL SINDACO



Intermezzo: analisi fibre amianto MOCF o SEM?

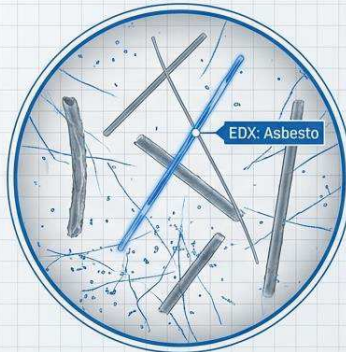
L'Illusione Ottica (MOCF)



Regola del conteggio MOCF: Lunghezza $>5\mu\text{m}$,
Diametro $<3\mu\text{m}$, Rapporto L/D $>3:1$.

Falla Analitica: La MOCF vede la geometria, non la chimica. Fibre di gesso, cellulosa o vetro vengono contate come amianto (falsi positivi).

La Verità Elettronica (SEM)



Analisi EDX (Spettroscopia ai Raggi X): Solo le vere fibre di amianto ottengono una firma chimica univoca.

Falsi positivi eliminati e rilevamento totale dei nanomateriali patogeni.

Takeaway: La MOCF sovrastima la quantità totale (falsi positivi), ma sottostima le fibre più letali (invisibili). La SEM identifica solo ed esclusivamente ciò che è realmente amianto.

Limite MOCF



Limite SEM



20 fibre lette al microscopio ottico (MOCF) equivalgono a 2 fibre reali misurate al microscopio elettronico.

Il limite di 0,1 f/ml equivale a 100 f/ml lette in MOCF

Punto di Arrivo: SEM

Microscopia Elettronica a Scansione come standard unico ed esclusivo per le fibre di amianto.



Un caso reale: impianto produttivo dismesso



La Procura della Repubblica dispone il sequestro dell'area e la consegna, come custodia giudiziaria, in gestione condivisa, a Comune e Regione.

1. Il Comune immediatamente dispone indagini integrative sul sito con metodologia SEM;
2. Il Comune rappresenta ad Amministrazione Provinciale, Regionale, Ministero per Ambiente e Presidente del Consiglio che il costo delle attività di potenziale bonifica dell'area non sono assolvibili dell'Ente e si chiede il per il principio di sussidiarietà si chiede l'intervento degli Enti sovraordinati.
3. Il Comune immediatamente avvia un'indagine conoscitiva del sito, sul ciclo produttivo, partendo da quella documentale.



Prima fase: dopo ordinanza, indagini



Figura 1 – Localizzazione dei punti di prelievo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
Centro Interdipartimentale di Servizio per Analisi Geomineralogiche
(C.I.S.A.G.)

Sono stati effettuati ulteriori monitoraggi, disposti dal Comune con metodologia SEM al fine di avere maggiore significatività (monitoraggi di ARPA in MOCF).



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI SERVIZIO PER ANALISI
GEOMINERALOGICHE

Largo S. Marcellino, 10 - 80138 NAPOLI

MONITORAGGIO AMBIENTALE
Certificato del 16/7/2014

| | |
|---------------------------|---|
| Normativa di riferimento: | D.m. 06.09.1994 e successive modificazioni |
| Richiedente: | Comune di Avellino |
| Sigla del Campione: | 1 (vedi tabella e figura allegata) |
| Provenienza del Campione | Opificio dismesso ex Isochimica |
| Descrizione del Campione | Membrane in policarbonato, su cui è depositata la polvere prelevata. |
| Campionatore utilizzato | ZB2 (mat. 2064) |
| Condizioni di prelievo | Flusso 12.8 l/min., volume d'aria 3192 l. |
| Caratterizzazione | Valutazione della presenza di fibre di amianto aerodisperse (ai fini della misurazione si prendono in considerazione le fibre contemplate nell'art. 30, comma 3 del D. Lgs. N. 277/91). |
| Tecnica Analitica | Microscopia elettronica a scansione (SEM). |
| Risultati analitici | 0.00 ff/l |




Il limite stabilito nel punto 6b del paragrafo 6 del DM del 06.09.1994 è pari a 2 ff/l.

I risultati delle indagini in SEM sulle fibre di amianto aerodisperse, rilevati si 11 punti del perimetro + 2 nei quartieri residenziali limitrofi, non hanno fatto emergere la presenza di alcun valore sopra soglia.

Il ciclo industriale: la scoibentazione

L'attività principale dell'impianto consisteva nella scoibentazione (rimozione dell'amianto) dalle carrozze ferroviarie delle Ferrovie dello Stato con successiva ricoibentazione.

Nel nucleo industriale di Avellino dal 1982 al 1988 e, in seguito, nel 1990 fino alla definitiva dismissione l'impianto ha effettuato questa tipologia di lavorazione.

-  **Materiale:** Utilizzo massiccio di *Crocidolite* (amianto blu), la fibra più pericolosa.
-  **Metodo:** Raschiatura manuale ("scapezzatura") senza adeguati DPI o sistemi di aspirazione.
-  **Gestione Scarti:** Compressione dell'amianto in "cubi" di cemento, spesso interrati illegalmente nel sito.



Cronologia dell'utilizzo del sito industriale



Prima ipotesi bonifica per riutilizzo sito industriale

Piano di Caratterizzazione 2006

NELLE 2 ZONE CIRCA 1600MC DI
AMIANTO INTERRATO



L'ASL nel 2008 approva il piano di lavoro per fasi:

Fase 1° lavori rimozione dei m.c.a. nel capannone n° 2 e dell'edificio n° 3 e del box n° 4;

Fase 2° rimozione dei m.c.a. nel capannone n° 1 e delle condotte impianto di areazione;

Fase 3° rimozione dei cubi in calcestruzzo contenenti amianto friabile;

Fase 4° messa in sicurezza amianto interrato.

Dagli atti risultavano parzialmente realizzate solo la fase 1° e 2°. Risultano smaltiti 48 cubi di cemento nonché la messa in sicurezza di altri 30 circa.

Ipotesi sui numeri della contaminazione



516 locomotive elettriche
1.002 mezzi leggeri elettrici
271 mezzi leggeri termici
4.044 carrozze



TOTALE di 5.833 tra locomotive,
carrozze, ecc.

Nucleo di Polizia tributaria in una informativa del 31 ottobre 1988 relativamente al numero di vagoni scoibentati presso Isochimica riportava il seguente schema:

TOTALE di 2.239 tra locomotive, carrozze, ecc.

+ del 38% del Piano decennale

| Anno | Vagoni n. |
|------|-----------|
| 1982 | --- |
| 1983 | 122 |
| 1984 | 530 |
| 1985 | 532 |
| 1986 | 397 |
| 1987 | 476 |
| 1988 | 182 |

Ipotesi quantità amianto scoibentato



Per le elettromotrici veniva stimato un contenuto medio di amianto pari a circa 1 mc (circa a 900 kg).

Per le vetture passeggeri un contenuto medio di amianto pari a circa 1,5 mc (circa 1.050 kg);

Totale a circa 2.276 tonnellate amianto rimosso.

Pari a 2.276.000 kg

I cubi sono stati contati da diversi soggetti con diversi risultati variabili **tra 347 e 681**.

Uno dei più affidabili conteggi effettuati portava a valutare il numero dei cubi in 528 + 8 cubi ritrovati nei pressi della gru = **536**.

$$536 \times 3270\text{kg} = 1.752.720 \text{ kg.}$$

$$80 \times 3270\text{kg} = 261.600 \text{ kg.}$$



Tot. 2.014.320 kg

A questi vanno sommate le quantità di amianto interrato

Messa in sicurezza di emergenza (Art. 240 comma 1)

Ripristino recinzione
telo contenitivo

Pulizia area e
smaltimento materiali

Analisi e smaltimento fusti

Sigillatura vasca

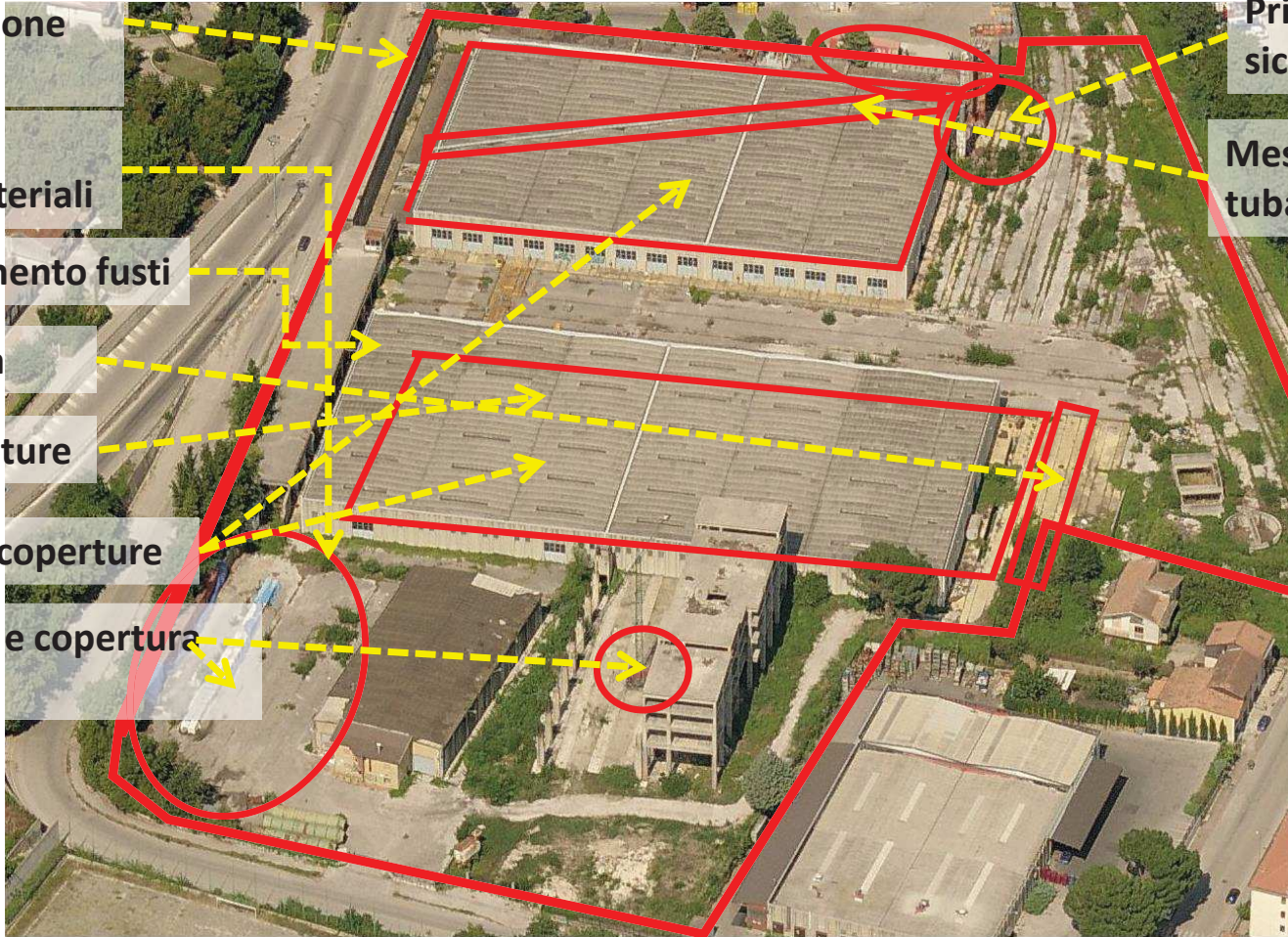
Rimozione tubature

Incapsulamento coperture

Incapsulamento e copertura
cubi

Prima messa in
sicurezza silos

Messa in sicurezza
tubazioni



Messa in sicurezza di emergenza: dettaglio

Il primo intervento per la messa in sicurezza è stato affidato, con urgenza, ad un'impresa specializzata qualificata per interventi in siti contaminati da amianto

RIPRISTINO DELLA RECINZIONE

PRIMA



DOPO



Messa in sicurezza di emergenza: dettaglio

**INTERVENTO SUI CUBI DI
CEMENTO CONTENENTI
AMIANTO**



DURANTE



PIERRE UNO

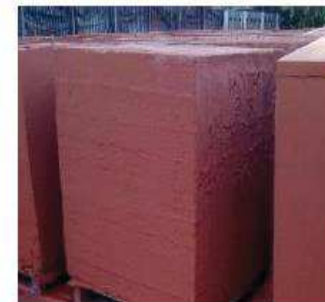


PIERRE DUE



VESTO GRIGIO

DOPO



VESTO ROSSO

Messa in sicurezza di emergenza: dettaglio

A CONCLUSIONE DELL'INTERVENTO



Copertura integrale con infissione a terra per mezzo di teli in HDPE (Polietilene ad Alta Densità) utilizzate per le caratteristiche di elevata resistenza meccanica, chimica e agli agenti atmosferici (raggi UV), offrendo una soluzione durevole, leggera e impermeabile.

PRIMA



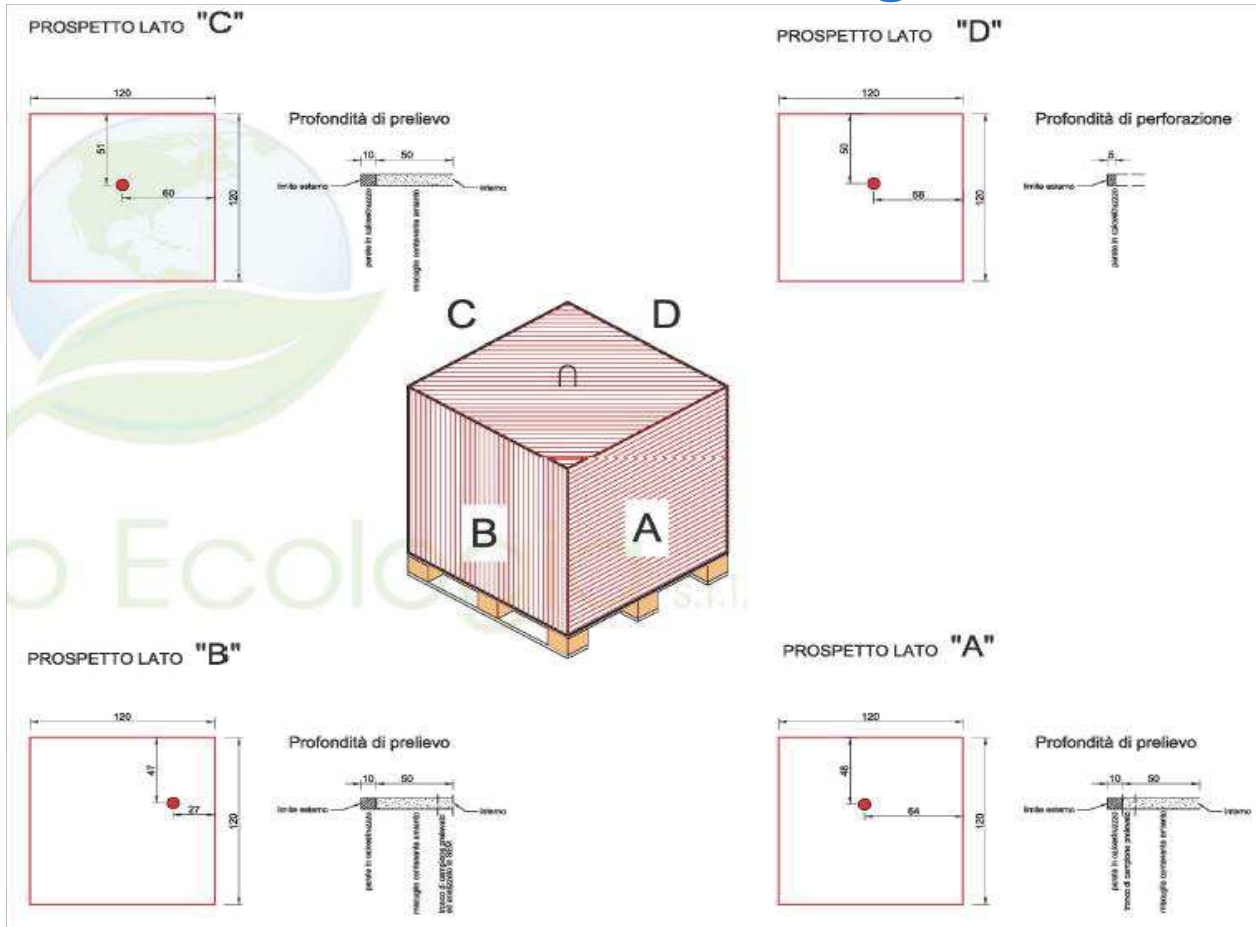
DURANTE



DOPO



Messa in sicurezza di emergenza: caratterizzazione cubo



Determinazione caratteristiche, peso e misure dei cubi al fine di predisporre un successivo intervento.



Messa in sicurezza di emergenza: intervento sulla vasca

PRIMA



INTERVENTO MESSA IN SICUREZZA VASCA



Per la messa in sicurezza della vasca si è utilizzato un doppio strato di geomembrana in HDPE vincolato a terra da una copertura con cupola di lamiera.

Messa in sicurezza di emergenza: intervento sui capannoni



PRIMA



DOPO



Messa in sicurezza di emergenza: fusti abbandonati



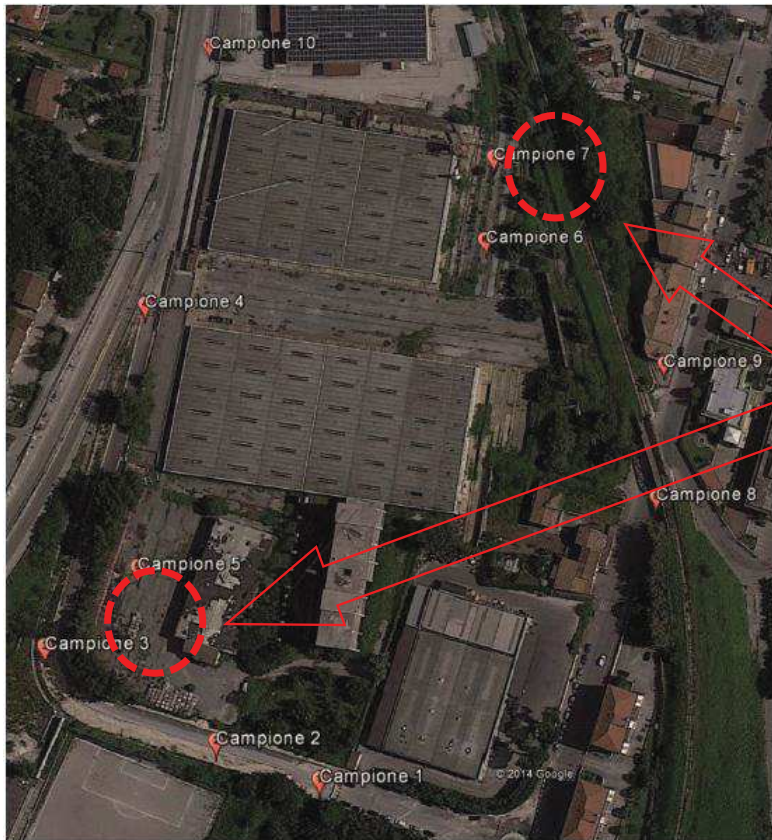
Diverse zone dell'impianto erano caratterizzate dalla presenza di fusti il cui contenuto ed utilizzo non è stato possibile definire.

Il materiale contenuto nei fusti si presentava in forma pulverulenta e con colore biancastro.



Prelievo dei materiali e caratterizzazione con individuazione dei codici da attribuire al rifiuto e smaltimento in impianto autorizzato.

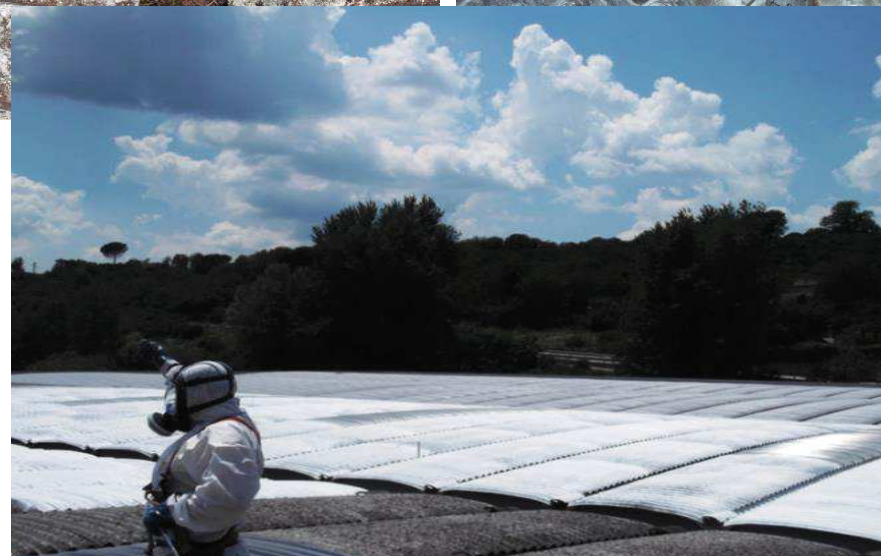
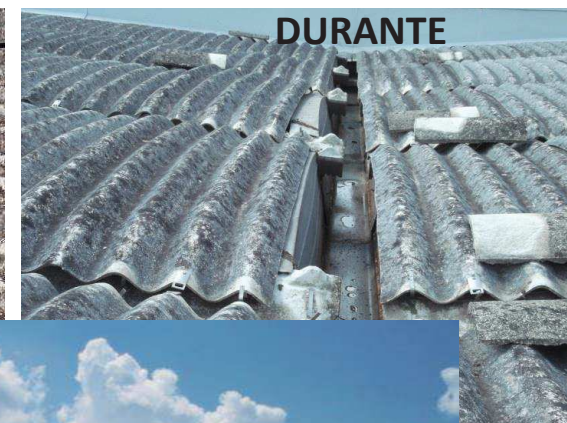
Messa in sicurezza di emergenza: ulteriore monitoraggio



**Monitoraggio in SEM,
dopo prima messa in
sicurezza,
dall'Università Federico
II di Napoli**

Messa in sicurezza di emergenza: coperture eternit

SECONDO INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA



L'intervento è consistito nella procedura di cd «incapsulamento» delle coperture in cemento-amianto dei due capannoni industriali (A e B)

Intermezzo: procedura incapsulamento amianto

La procedura di incapsulamento non è da considerarsi «bonifica» ma una sorta di «messa in sicurezza operativa» che necessita di successivi monitoraggi e repliche dell'intervento.

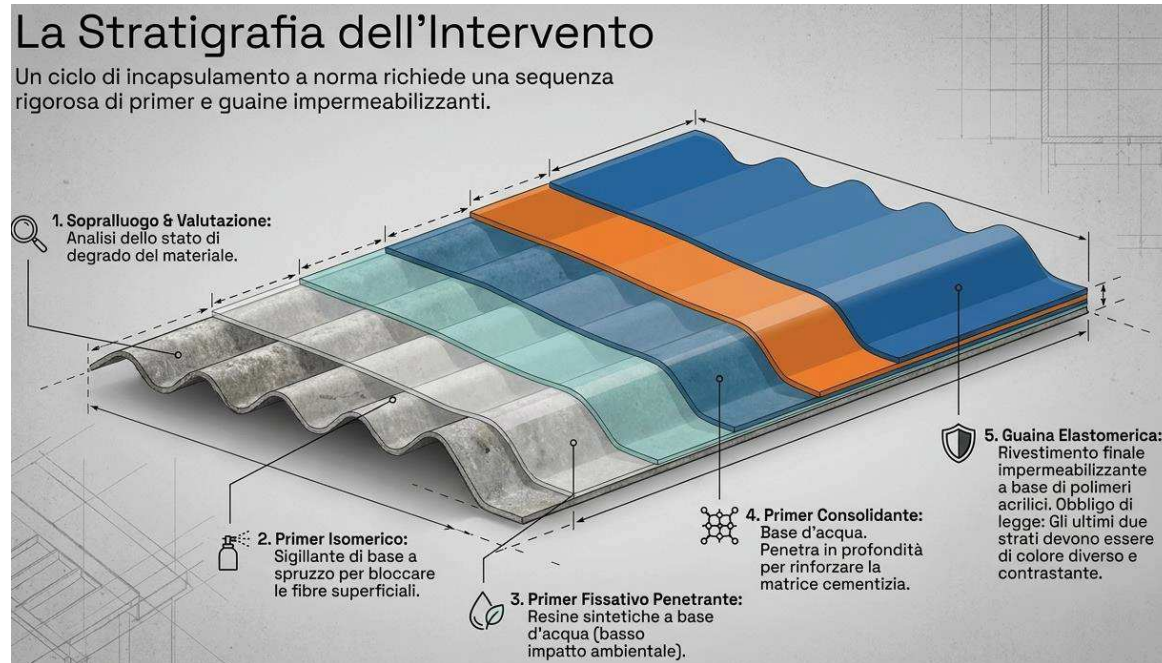
Fase 1° valutazione a vista dello stato del materiale contenente amianto;

Fase 2° trattamento iniziale a spruzzo utilizzando un primer formulato isomerico che sigilla le fibre e fornisce una base per i trattamenti successivi;

Fase 3° ulteriore applicazione di un primer penetrante fissativo con resine sintetiche a base d'acqua;

Fase 4° applicazione di un primer penetrante consolidante, anch'esso a base d'acqua e quindi poco impattante per l'ambiente.

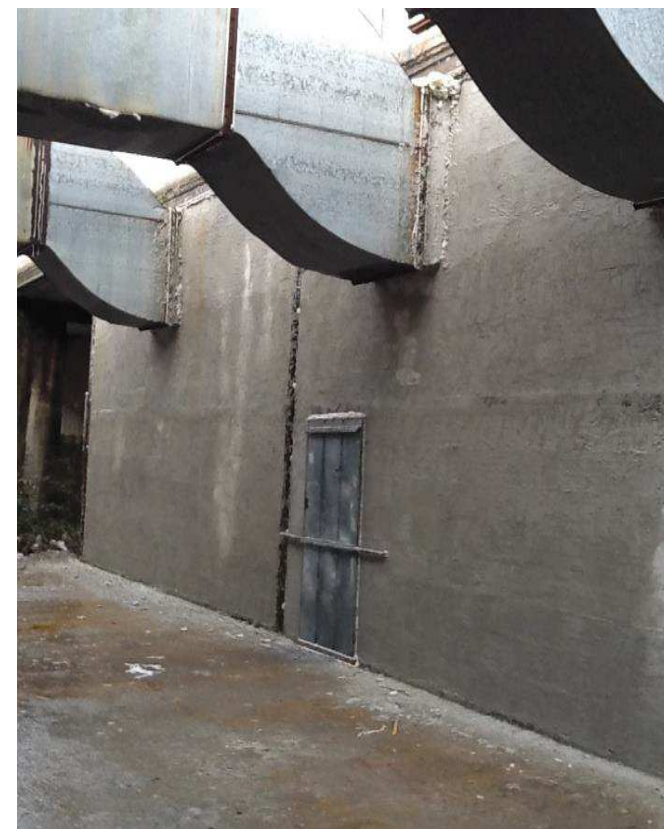
Fase 5° doppia stesura di guaina liquida elastomerica impermeabilizzante, a base di polimeri acrilici, per creare un rivestimento impermeabile.



Messa in sicurezza di emergenza: intervento condotti aspirazione



Messa in sicurezza di emergenza: impianto aspirazione



Messa in sicurezza di emergenza: consolidamento silos



Stato di degrado del materiale, in particolar modo concentrato alla base del silos



Miglioramento statico con ponteggio a tubi aggiunti



Piano di Caratterizzazione

Definizione e funzione (art. 242 e Allegato 2 D.Lgs. 152/2006)

Insieme delle indagini ambientali (perforazioni, analisi chimiche, prove idrogeologiche) che permettono di ricostruire in dettaglio i fenomeni di inquinamento, ottenendo le informazioni necessarie per le decisioni sulla messa in sicurezza o bonifica del sito. Si articola in indagini di campo e in elaborazione del Modello Concettuale Definitivo (MCD).

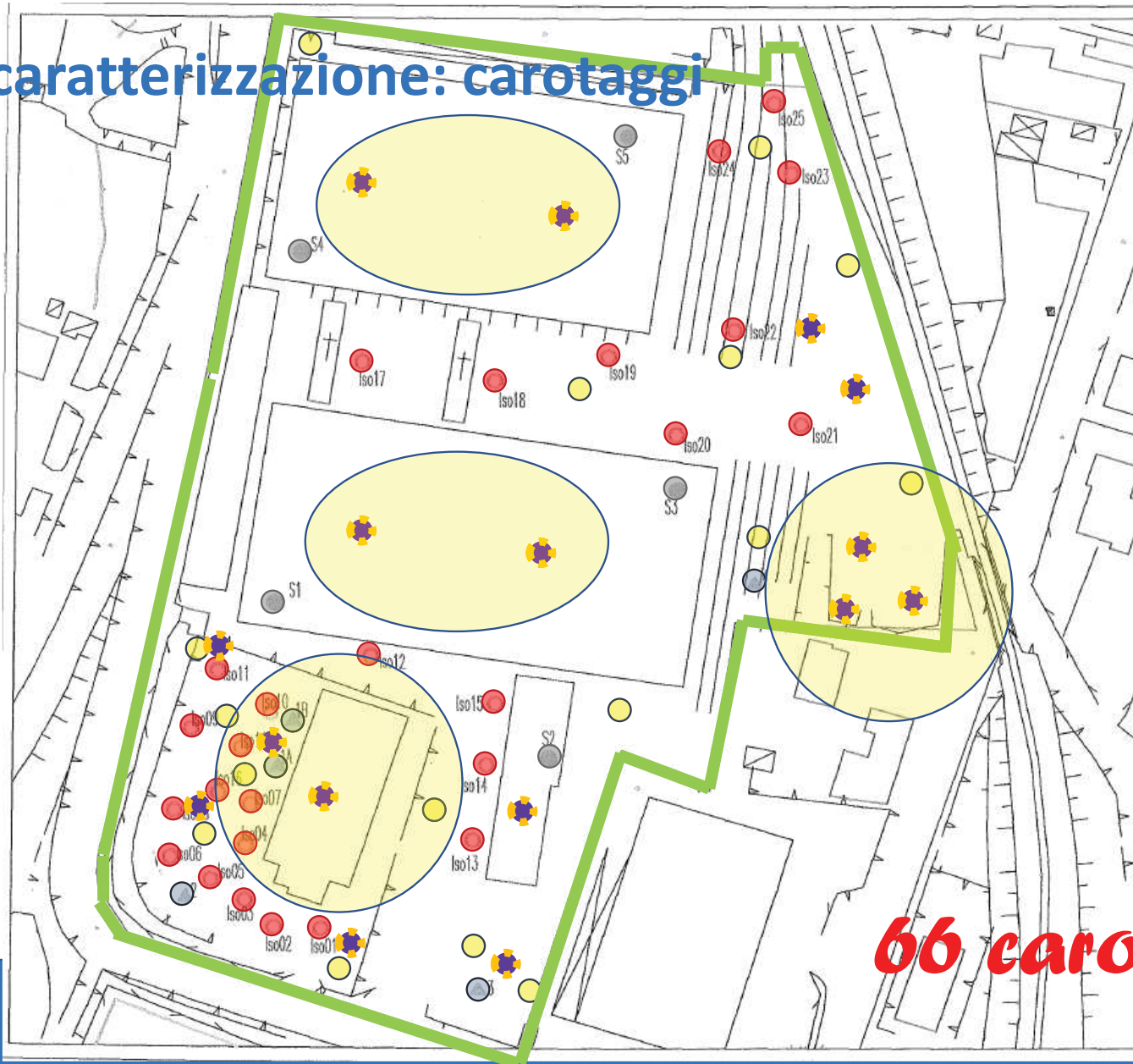
Il Modello Concettuale Preliminare (MCP)

Schema iniziale allegato al Piano, che guida tutta la progettazione delle indagini. Deve identificare la triade fondamentale del rischio ambientale, senza la quale le indagini non possono essere correttamente pianificate ne' le risorse allocate in modo efficiente.

La triade: Sorgente — Percorso — Bersaglio

- Sorgente: fonte della contaminazione primaria (es. serbatoio perdente, area di stoccaggio) o secondaria (es. terreno saturo che alimenta la falda).
- Percorso di migrazione (Pathway): modalita' di spostamento dell'inquinante (lisciviazione, volatilizzazione dei gas interstiziali, flusso di falda, run-off superficiale).
- Bersaglio (Recettore): soggetto o risorsa esposti al rischio (lavoratori in sito, residenti, corso d'acqua superficiale, pozzo idropotabile a valle).

Piano di caratterizzazione: carotaggi



- Carotaggi Cecchetti – De Vivo
- Carotaggi periti giudiziari
- Carotaggi Dr. Mondo
- Carotaggi Piano Arpac 2005
- Carotaggi Arpac 2016

66 carotaggi

Caratterizzazione: carotaggi con confinamento dinamico



Monitoraggi fibre
aerodisperse prima, durante
e dopo



Piano di Caratterizzazione: i risultati

Tab. 7.6 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni di acqua di falda analizzati

| Piezometro | Parametro | CSC Tab. 2 (µg/l) | Superamenti rilevati (µg/l) | Superamenti rilevati nei campioni di controllo Blind Duplicate (P6) (µg/l) |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| P1 | Manganese | 50 | 120 | - |
| | Idrocarburi totali (come n-esano) | 350 | 630 | - |
| P6/Blind Duplicate | 1,2-dicloroetilene (cis+trans) | 60 | 54 | 62 |
| | Sommatoria organoalogenati | 10 | 230 | 290 |
| | 1,1-dicloroetilene | 0,05 | 0,1 | 0,15 |
| | Cloroformio (Triclorometano) | 0,15 | 0,19 | 0,23 |
| | Tetracloroetilene | 1,1 | 210 | 260 |
| | Tricloroetilene | 1,5 | 24 | 31 |
| P7 | Sommatoria organoalogenati | 10 | 19 | - |
| | 1,1-dicloroetilene | 0,05 | 0,13 | - |
| | Tetracloroetilene | 1,1 | 18 | - |
| P8 | Manganese | 50 | 180 | - |

Risultati analisi di laboratorio acque di falda consegnano il superamento delle CSC fissate dal D.Lgs. 152/06, Tabella 2 per:

- Manganese;
- Idrocarburi totali;
- Sommatoria organoalogenati;
- 1,1-dicloroetilene;
- Cloroformio (Triclorometano);
- Tetracloroetilene;
- Tricloroetilene.

Risultati analisi di laboratorio suolo consegnano il superamento delle CSC fissate dal D.Lgs. 152/06, Tabella 2 per:

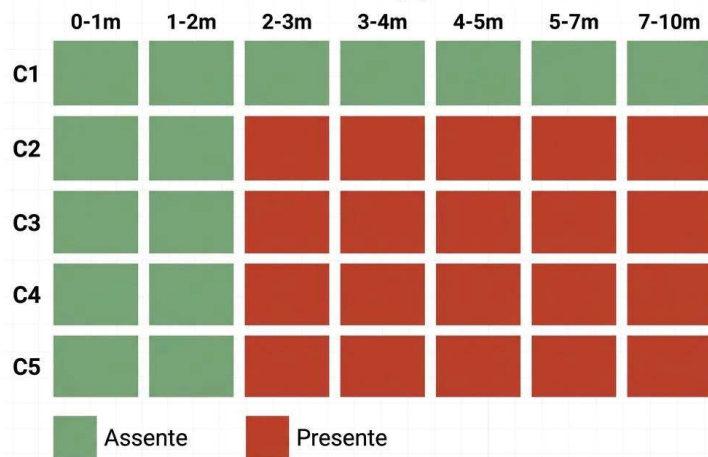
- Berillio;
- Amianto crocidolite.

Tab. 9.1 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni di terreno analizzati

| Sondaggio | Nome campione | Intervallo di prelievo (m da p.c.) | Parametro | D.M. 471/99 All.1 Tab.1/B | Superamenti (mg/kg s.s.) |
|----------------------------------|---------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Indagini 2005 | | | | | |
| S1 | S1-1 | 0,00 - 0,50 | Berillio | 10 | 17,8 |
| S2 | S2-2 | 3,00 - 6,00 | Berillio | 10 | 14,8 |
| S5 | S5-1 | 0,00 - 0,50 | Berillio | 10 | 10,6 |
| S9 | S9-2 | 3,00 - 6,00 | Berillio | 10 | 19,8 |
| S13 | S13-2 | 3,00 - 6,00 | Berillio | 10 | 16,3 |
| S2 | | 3,50 - 4,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 20% |
| | | 4,00 - 5,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 20% |
| | | 5,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 20% |
| S7 | | 4,00 - 4,80 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 10% |
| S15 | | 3,00 - 4,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 22% |
| | | 4,00 - 5,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 22% |
| | | 5,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 22% |
| Indagini integrative 2005 | | | | | |
| S15/1 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 16% |
| S15/2 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 18% |
| S15/3 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 25% |
| S15/4 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 21% |
| S15/6 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 20% |
| S15/7 | | 3,00 - 6,00 | Amianto (fibre libere) | 0,1 % | 25% |

Piano di Caratterizzazione: focus amianto

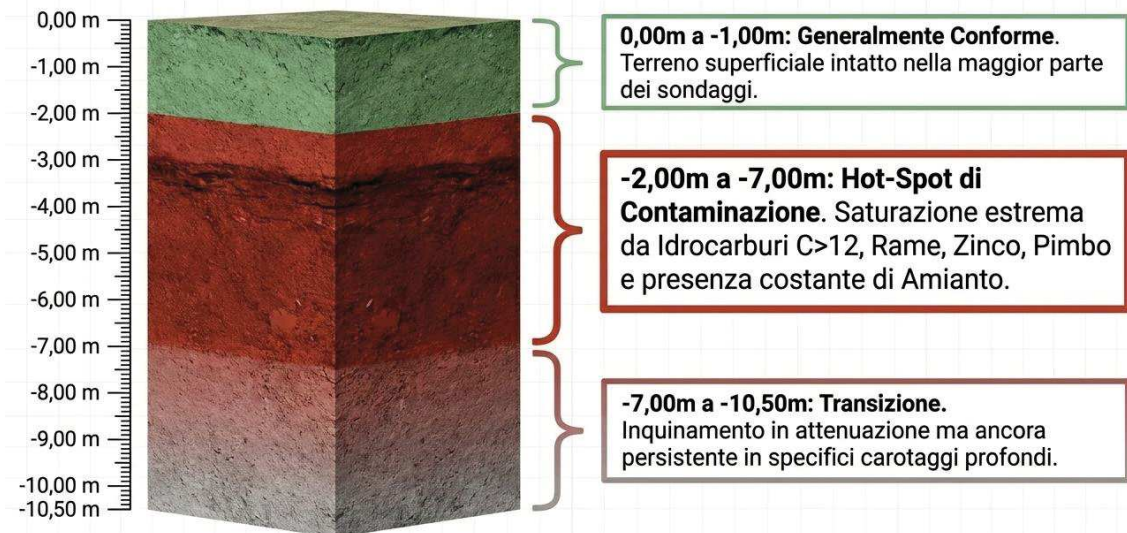
Focus Amianto: Mappatura di Presenza



L'amianto non è disperso in superficie, ma risulta stabilmente intrappolato negli strati inferiori (a partire da -2,00 m) nei punti di sondaggio più critici.

Le strutture esaminate (solette, pilastri, impianto depurazione, ecc.) sono risultati esenti da presenza di amianto

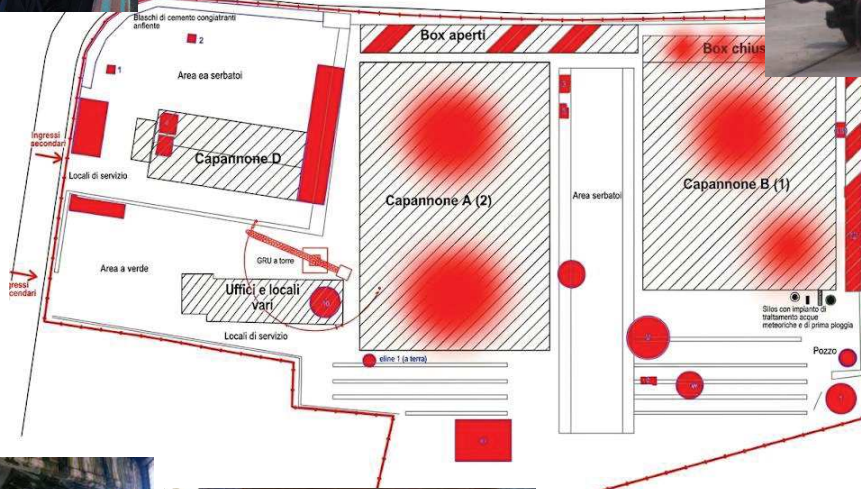
Profilo Stratigrafico del Rischio



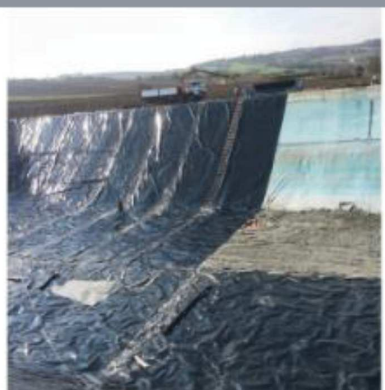
Piano di Caratterizzazione: mappatura amianto interrato



Bonifica (parziale): censimento rifiuti superficiali



Bonifica (parziale): protocollo rimozione rifiuti superficiali



STEP 0

Predisposizione Area

Allestimento area cernita con stesura geomembrana HDPE (min. 2mm) per garantire l'impermeabilizzazione totale del fondo.



STEP 1

Selezione Rifiuti

Cernita e raggruppamento per frazioni omogenee, separando materiali inerti, ferrosi e speciali per ottimizzare i flussi.



STEP 2

Caratterizzazione

Campionamento e analisi chimico-fisica per l'assegnazione corretta del codice CER e dei parametri di pericolosità.



STEP 3

Confezionamento

Inserimento dei rifiuti in Big Bag certificati, sigillatura ed etichettatura con indicazione del codice CER identificato.

Bonifica (parziale): protocollo rimozione rifiuti superficiali



STEP 4

Trasporto a discarica

Trasferimento dei Big Bag mediante automezzi autorizzati verso impianti di smaltimento o recupero idonei.



STEP 5

Scarificazione del suolo

Asportazione dello strato superficiale (top-soil) con spessori variabili, mirata a eliminare l'impronta di contaminazione residua.

Determinazione della tessitura

Obiettivo: determinare la tessitura del campione di suolo

Conti tassici:

Il suolo si è formato dalla disgregazione delle rocce e di minerali che successivamente si sono trasformati in particelle molto piccole che possono essere distinte in base alla loro dimensione. La classificazione più usata è quella dell'USDA (United States Department of Agriculture), che suddivide il terreno in:

- Ghiaia, che rappresenta lo scheletro del suolo, ed ha un diametro di oltre 2 mm.
- Terra fina, che si suddivide in ulteriori categorie di particelle:
 - Sabbia, che ha un diametro compreso tra i 2000 µm e i 50 µm
 - Limo, con un diametro tra i 20 µm e i 2 µm.
 - Argilla, che presenta un diametro inferiore ai 2 µm.

I rapporti di quantità tra queste diverse frazioni minerali esprimono la tessitura di un suolo determinando importanti proprietà fisiche e chimiche. Il riconoscimento della classe di tessitura può essere compiuto con esami tattili o attraverso esami che sfruttano la velocità di sedimentazione delle particelle.

Materiali e strumenti utilizzati:

- Per l'esperienza tattile:
 - Campione di suolo
 - Acqua distillata
- Per l'esperienza tramite sedimentazione:
 - Cilindro per litramento litogeoconico (con diametro di 60 mm e tasto a 1000 ml)
 - Densimetro (con scala in g/l)
 - Termometro

STEP 6

Classificazione terreno

Analisi finale del terreno rimosso e del fondo scavo per la classificazione ambientale e verifica degli obiettivi di bonifica.



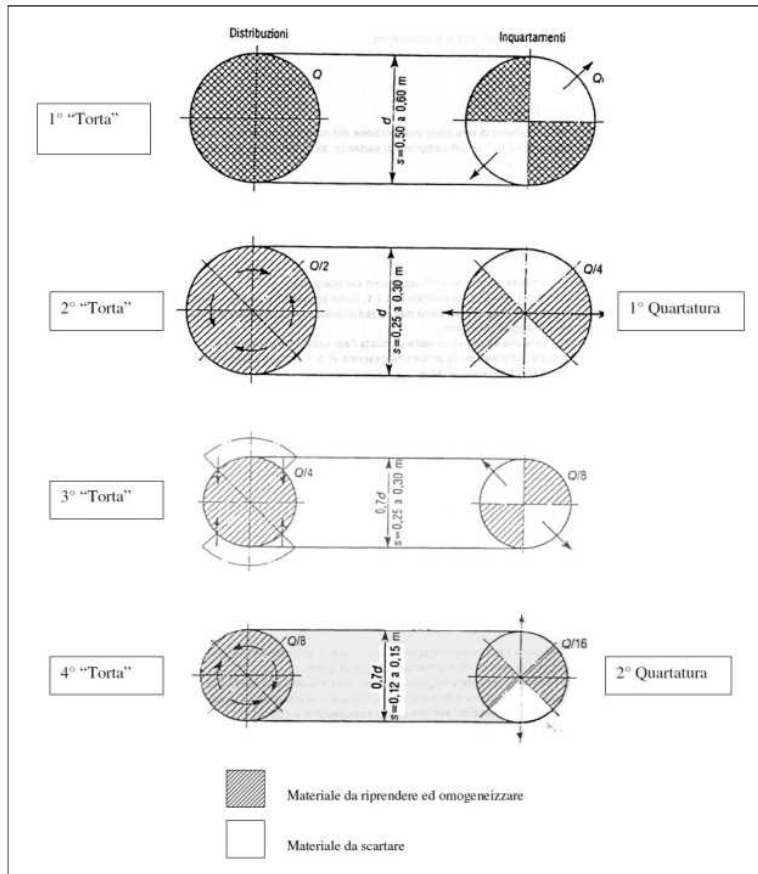
STEP 7

Smaltimento

Smaltimento terreno superficiale scarificato.

Intermezzo: analisi grossi quantitativi rifiuti omogenei

Come si analizza un così rilevante quantitativo di materiali: con il metodo della QUARTATURA

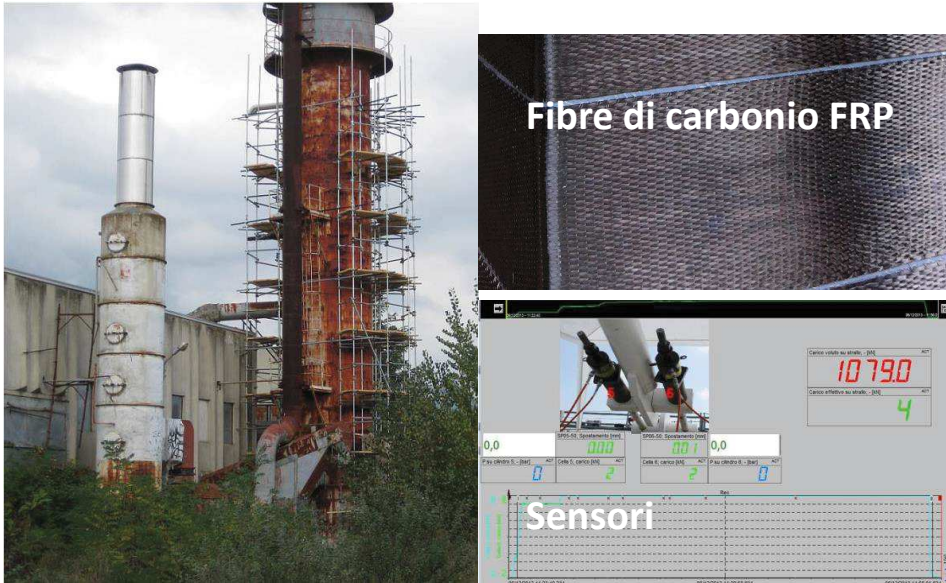


Il metodo della quartatura è una tecnica per ridurre progressivamente e omogeneizzare i campioni di terreno o rifiuti solidi, assicurando che il campione analizzato sia rappresentativo della situazione reale.

La quartatura si applica quando il materiale prelevato (suolo o rifiuti solidi) si presenta in grandi volumi che non possono essere analizzati integralmente in laboratorio. Viene utilizzato per ridurre in maniera sistematica il volume del campione senza perdere le caratteristiche chimico-fisiche dell'intero lotto.



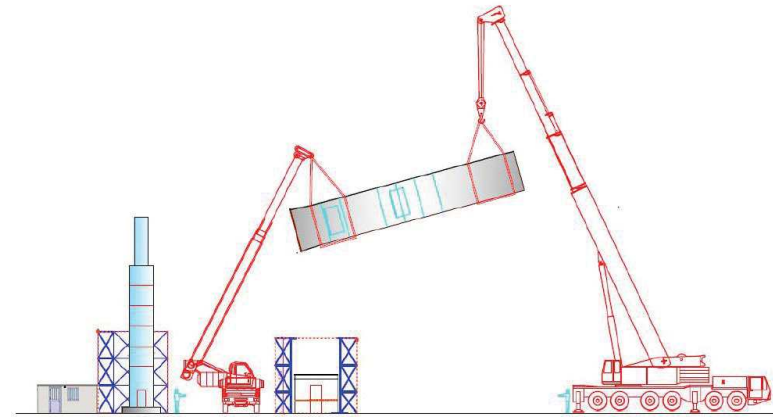
Bonifica (parziale): rimozione silos raccolta amianto



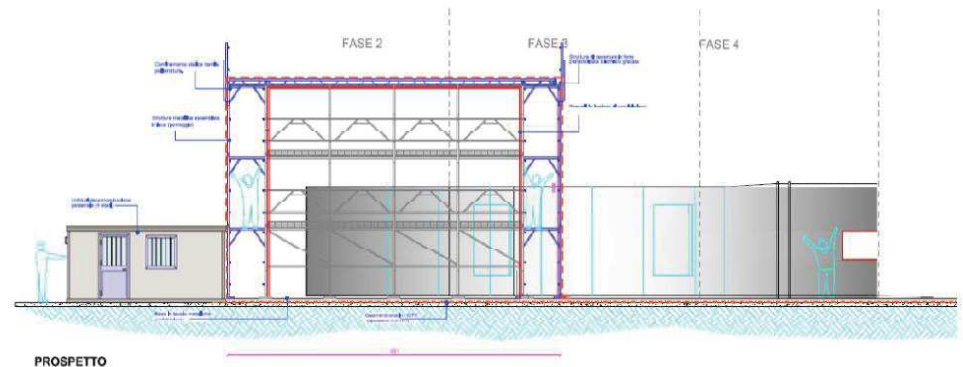
Utilizzo sensori **strain gauge (estensimetri)** per controllo struttura in fase di movimentazione. Misurano la deformazione meccanica mediante la variazione della resistenza elettrica.

Fibre di carbonio FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) funzionano come rinforzi strutturali compositi, unendo alta resistenza a trazione alla capacità adesiva.

Schema movimentazione



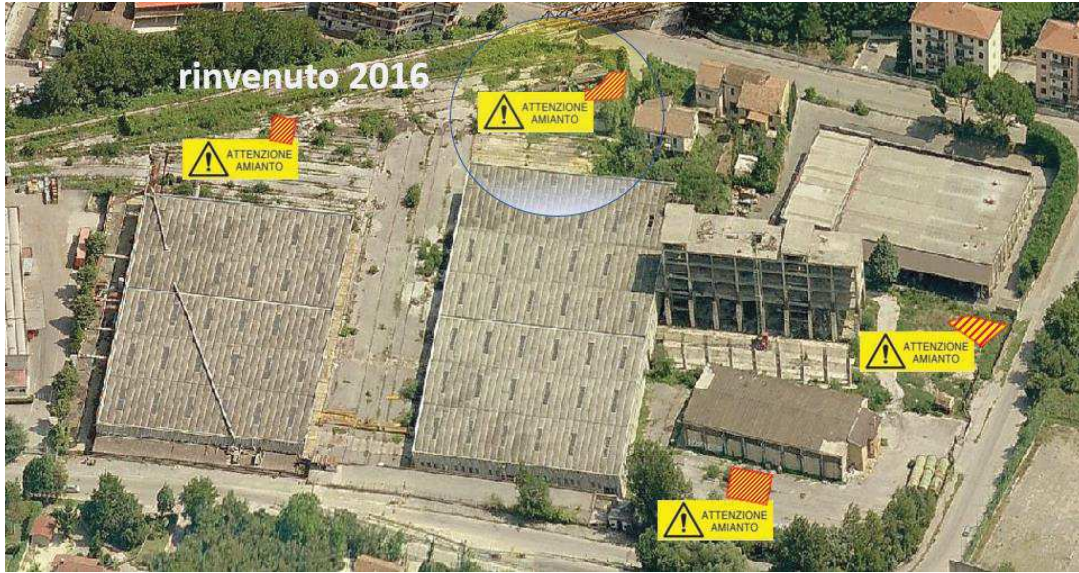
Taglio in confinamento dinamico



Bonifica (parziale): rimozione silos raccolta amianto



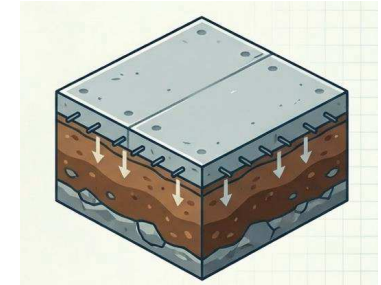
Messa in sicurezza operativa: amianto interrato



Rimozione



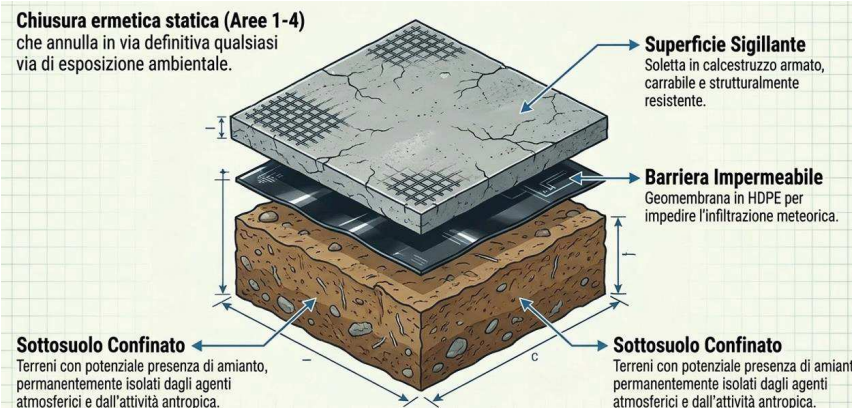
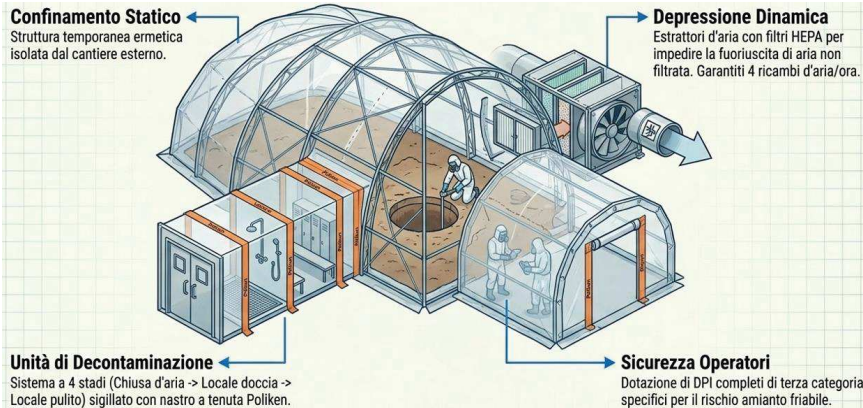
Capping



Intervento con ipotesi differenziate:

1. Rimozione con confinamento dinamico dove possibile in sicurezza.

2. «Tombamento»: capping superficiale, Tecnica utilizzata per sigillare discariche esaurite, cave o siti contaminati, creando una barriera fisica tra i rifiuti e l'ambiente esterno.



Messa in sicurezza operativa: amianto interrato

