

5[^] sessione

**MONITORAGGIO
E CONTROLLO
AMBIENTALE, RISCHI
AMBIENTALI, PIANI DI
CARATTERIZZAZIONE
E BONIFICA DEI
TERRENI, GESTIONE
DELLE EMERGENZE**

**modera:
Rocco De Rosa**

**francesco
cardei
&
valentina
dell'acqua**

Caratterizzazione e bonifica degli idrocarburi

Sito di Interesse Nazionale (SIN): area industriale di Taranto

Dott. Francesco Caridei, Coordinatore Progetto Smart-Stripping® Eco-Innovation - EACI - European Commission

Dott.ssa Geol. Valentina Dell'Acqua, Ecosurvey®

Atti del 1° Congresso dell'Ordine dei Geologi di Basilicata, "Ricerca, Sviluppo ed Utilizzo delle Fonti Fossili: Il Ruolo del Geologo", Potenza, 30 Novembre - 2 Dicembre 2012.

Abstract

Nell'ultimo decennio il volume dei prodotti raffinati nel nostro paese è passato da circa 136 milioni di tonnellate (2000-2001) a circa 70 milioni di tonnellate nel 2011, le raffinerie riducono le loro capacità produttive o chiudono e migliaia di punti vendita carburanti sono dismessi o in via di dismissione. Chiudere una raffineria costa quasi più che mantenerla inattiva e spesso la bonifica del sottosuolo di un punto vendita carburanti può costare più del valore fondiario del suolo. La bonifica del sottosuolo è un problema non trascurabile in tutta l'Europa, Claudia Olazabal (UE DGXII) ha dichiarato durante la BOSICON - Bonifica dei siti inquinati Conferenza presso l'Università della Sapienza di Roma nel maggio 2009 che "tra i 3,5 milioni di siti potenzialmente inquinati, più di 500.000 hanno un rischio significativo per la salute e per l'ambiente" e "stiamo perdendo 38 milioni di euro all'anno per il degrado del suolo". Dal punto di vista normativo il principio "chi inquina paga" introdotto quindici anni fa nella normativa italiana con il D.Lgs. 22/1997 si è ulteriormente rafforzato anche dalle recenti disposizioni normative (es. direttiva 2010/75/UE) che introducono il concetto di "tolleranza zero" nei confronti di nuove forme di inquinamento. Questo articolo intende sottolineare il ruolo decisivo del geologo nel settore dell'inquinamento del sottosuolo ed illustra tre argomenti di interesse: il primo con riferimento alle attività di caratterizzazione del sottosuolo nel Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Taranto, il secondo per accennare alla specifica normativa in materia di caratterizzazione/bonifica ambientale ed il terzo per illustrare una tecnica eco-sostenibile per la decontaminazione da idrocarburi denominata *Smart-Stripping*® e ritenuta innovativa dalla Commissione Europea EACI nell'ambito del programma Eco-Innovation.

Unità	Descrizione	Spessore	Litologia
A	Terreni superficiali (Olocene – Pleistocene)	1 – 10 m	Terreni di riporto, terreni vegetali relitti e/o dune costiere o alluvioni recenti. Terreni carbonatici compatti o sciolti. Falda superficiale.
B	Argille del Bradano (Pliocene)	80 – 100 m	Terreni prevalentemente marnoso argillosi di colore grigio-azzurro o grigio-verde, talora con intercalazioni sabbiose
C	Calcari di Altamura (Cretaceo superiore)	300 m	Calcari micritici microfossiliferi compatti biancastri e grigi, con intercalati calcarei dolomitici. Falda profonda.

Tab 1 Nota sul SIN di Taranto.

Al fine di superare le criticità sanitarie e di inquinamento del sottosuolo e delle acque sotterranee a Taranto sono intervenute alcune norme dedicate, tra cui la Legge 426/98 "Nuovi interventi in campo ambientale", il DM 10.01.00 ed il DM 468/01 con cui il Ministero dell'Ambiente ha istituito il SIN, ha definito le aree oggetto di caratterizzazione, gli interventi di messa in sicurezza, di bonifica e ripristino ambientale, ha individuato 32 kmq di aree industriali (pubbliche e

private) e 82,9 kmq di specchi marini e salmastri¹. Il sottosuolo delle aree industriali del SIN di Taranto è costituito da una serie sedimentaria clastica di età pleistocenica sovrapposta alla serie carbonatica dei Calcari di Altamura del Cretaceo superiore. Tra i depositi pleistocenici ed il substrato calcareo è presente la spessa coltre impermeabile delle Argille del Bradano di età Pliocenica. La zona costiera presenta depositi di spiaggia e depositi lagunari di retro spiaggia pleistocenici, sormontati da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi olocenici. La falda acquifera superficiale, contenuta nei depositi quaternari e limitata inferiormente dalle Argille del Bradano, è alimentata dalle precipitazioni meteoriche con deflusso prevalente verso la linea di costa. La falda profonda contenuta nei Calcari è quindi protetta dalla migrazione verticale dei contaminanti dalla falda superficiale, vulnerabile agli eventi di contaminazione.

A partire dal 2002 i terreni e le acque sotterranee del SIN di Taranto sono stati oggetto di numerose attività di caratterizzazione sotto la supervisione di ARPA Puglia, Ministero dell'Ambiente, Enti locali e con riferimento ai requisiti tecnici esposti nell'ex-DM 471/99, D.Lgs. 152/2006 e nel Manuale e linee guida 43/2006 di APAT. Il Piano di Caratterizzazione, realizzato per i 270 ettari della raffineria di Taranto, ha incluso oltre mille sondaggi per oltre cinquemila metri di perforazione, oltre cento piezometri, un centinaio di prove idrauliche in falda, oltre seimila analisi dello spazio di testa (head space analysis), oltre duemilacinquecento campioni di terreno inviati in laboratorio, oltre centomila parametri chimici esaminati nei campioni di terreno ed oltre cinquemila nei campioni di acque sotterranee.

Se i 32 kmq delle aree industriali del SIN di Taranto sono stati investigati con la medesima intensità della raffineria, si può assumere che in fase di caratterizzazione nel polo industriale di Taranto sono stati eseguiti oltre 12.000 sondaggi, oltre 60.000 metri di perforazione, ca. 6.000 piezometri, ca. 6.000 prove idrauliche ed almeno 36.000 campioni di terreno e 6.000 campioni di acque sotterranee assoggettate ad analisi di laboratorio e si possono stimare fino a 4 milioni



Fig. 1 Foto aerea della raffineria di Taranto (da google maps)

i parametri analitici esaminati in laboratorio. L'entità delle caratterizzazioni ambientali sopra esposte, senza considerare le successive attività di bonifica/messa in sicurezza, indica che la geologia ambientale è un settore non trascurabile per i professionisti impegnati sui temi della sostenibilità ambientale applicata al suolo e sottosuolo delle aree contaminate, non solo per quelle private. Dopo il consistente flusso di risorse pubbliche del primo decennio (2001-2011) destinato a caratterizzazioni e disinquinamenti di aree pubbliche, l'ultimo Protocollo tra Ministero dell'Ambiente ed Enti locali del 26.07.12 assegna a Taranto un ulteriore contributo € 50.000.000 per le *misure di messa in sicurezza e bonifica della falda superficiale contaminata del SIN di Taranto*: insomma dopo 10 anni di cospicui fondi pubblici già erogati al SIN si finanzia la "messa in sicurezza"!

La normativa in materia di caratterizzazione e bonifica di un sito contaminato

Il Titolo V, Parte Quarta, del D.Lgs 152/2006, "Testo Unico Ambientale" disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati, definisce procedure, criteri e modalità per lo svolgimento delle attività necessarie in armonia con le norme comunitarie, ribadendo il principio "*chi inquina paga*" introdotto in Italia per la prima volta nel 1997². Il D.Lgs. 152/2006 definisce *siti potenzialmente contaminati* quelli dove almeno un parametro, tra quelli elencati in Allegato 5, risulta con concentrazioni superiori alle *concentrazioni soglia di contaminazione*, CSC, e definisce un *sito contaminato* quando i relativi valori di concentrazione risultano superiori alle *concentrazioni soglia di rischio – CSR* da determinare mediante una analisi di rischio sito-specifica³.

Al verificarsi di un evento potenzialmente in grado di contaminare un sito, il soggetto responsabile della potenziale contaminazione, o il proprietario incolpevole, esegue entro 24 ore le misure di prevenzione informando Comune, Provincia, Regione, nonché Prefetto. Sarà quindi eseguito un piano di indagini preliminari per verificare la qualità delle matrici ambientali coinvolte dall'evento di contaminazione: qualora le analisi preliminari evidenzino un superamento delle CSC, il sito sarà definito *potenzialmente contaminato* ed entro 30 giorni dovrà essere predisposto ed inviato agli Enti un Piano di Caratterizzazione (PdC). Entro 30 giorni dal recepimento del PdC, la Regione (o Ente delegato) indice la Conferenza dei servizi (Cds). La caratterizzazione di un sito potenzialmente contaminato deve chiarire il modello concettuale (sorgente – trasporto – bersaglio) sulla base del quale progettare gli interventi di messa in sicurezza e/o bonifica necessari. La tollerabilità dell'inquinamento è definita da un'analisi di rischio sito-specifica che consente una valutazione del grado di contaminazione di un'area e la definizione delle priorità e modalità di intervento nel sito stesso. L'Analisi di rischio (AdR) deve essere sviluppata ed inviata agli Enti entro 6 mesi dall'approvazione del PdC. Qualora i risultati dell'AdR accertino il superamento delle concentrazioni CSR, il soggetto responsabile della contaminazione avrà l'obbligo di predisporre un "Progetto definitivo di bonifica del sito contaminato" entro 6 mesi dalla data di approvazione dell'AdR. (Fig.2)

In presenza di eventi di contaminazione pericolosi o contaminazioni storiche con potenziale rischio per la salute, il responsabile dell'inquinamento è tenuto a comunicare agli Enti le misure di messa in sicurezza di emergenza. Considerando che in emergenza spesso sono necessari interventi di contenimento della migrazione delle acque sotterranee contaminate con sbarramenti idraulici, altrettanto spesso è necessario escludere la possibilità di gestire in sito le ingenti quantità di acque estratte dal sottosuolo senza una autorizzazione allo scarico idrico. Se i tempi di realizzazione degli impianti di emungimento e trattamento/depurazione sono realizzabili in alcuni giorni, le relative autorizzazioni per lo scarico idrico in fognatura o acque

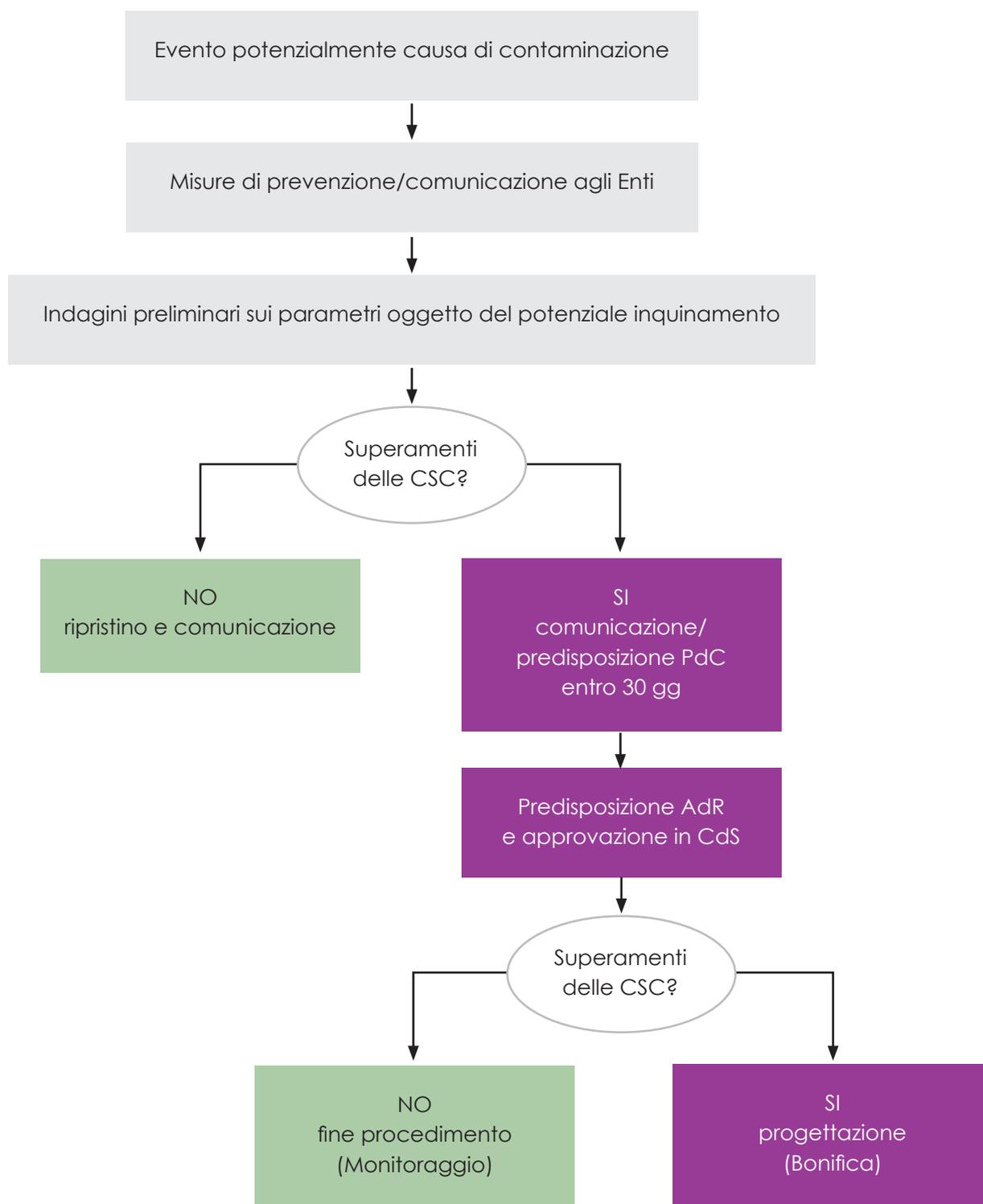


Fig. 2 Iter procedurale della bonifica previsto dal DLgs. 152/06.

superficiali si ottengono difficilmente entro una decina di mesi, talvolta dopo un paio d'anni, svilendo il requisito dell'emergenza e lasciando al responsabile dell'inquinamento i rischi della propagazione dei danni. Tra le tecniche di messa in sicurezza delle acque sotterranee si preferiscono quelle che consentono di notificare un intervento agli Enti ed avviare gli impianti nel medesimo giorno.

La tecnologia Smart-Stripping®

SmartStripping® è una tecnologia adatta per la messa in sicurezza e/o bonifica di siti contaminati da composti organici volatili e semi-volatili (VOC e sVOC) conforme con le disposizioni del D.Lgs. 152/2006. Propone un approccio innovativo di bonifica *in situ* delle acque sotterranee che riduce le concentrazioni di VOC e sVOC tra i quali gli idrocarburi aromatici (benzene, ecc), idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene, ecc.) altri composti caratteristici dei prodotti di raffinazione (metil-butil-etero, piombo tetraetile, ecc.), tutti caratterizzati da pressioni di vapore $>0,5$ mm Hg e costante di Henry $>0,1$. È stata misurata la riduzione degli impatti ambientale durante le attività di rimozione dei VOC dal sottosuolo in termini di:

- risparmio energetico e minor durata/costi di bonifica in quanto l'estrazione e lo smaltimento dei contaminanti dalle acque sotterranee avviene con alto tasso di estrazione;
- risparmio di risorse idriche sotterranee in quanto sono estratti solo gli inquinanti non le acque sotterranee che li contengono;
- difesa della qualità dell'aria mediante trattamento e riutilizzo in ciclo chiuso;
- nessun uso di prodotti chimici;
- minimizzazione dei rifiuti: i carboni attivi utilizzati per l'adsorbimento dei contaminanti possono essere rigenerati e riutilizzati.

I vantaggi di questa tecnologia (SS) rispetto ai tradizionali processi di bonifica (P&T: Pump and Treat, AS: Air Sparging e SVE/AS: Soil Vapor Extraction + Air Sparging), sono schematizzati nella tabella sotto riportata.



Fig. 3 Vista dall'alto di un impianto SmartStripping®

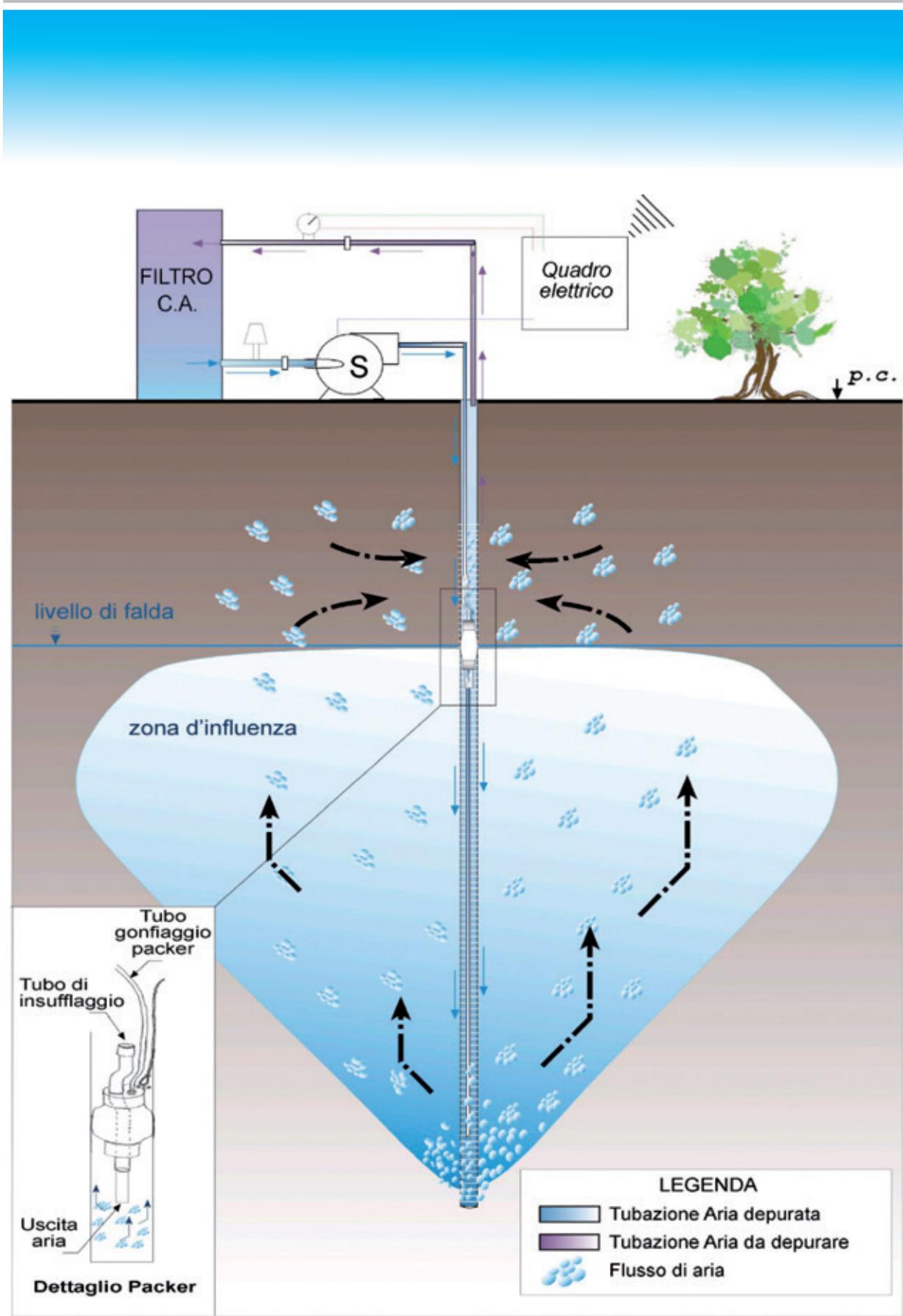


Fig. 4 Schema funzionamento SmartStripping®

Descrizione	SS	P & T	AS	SVE/AS
Utilizzo pozzi esistenti per la bonifica				
Minimo disturbo alle attività del sito durante il funzionamento del sistema				
Treatmento acque sotterranee (zona satura)				
Treatmento sottosuolo (zona freatica)				
Le acque depurate non sono scaricate in fognatura o corsi superficiali				
I VOC estratti dall'acqua non sono immessi in atmosfera		n.a.	n.a.	
I costi di esercizio sono generalmente bassi				
La quantità di rifiuti prodotti è generalmente bassa				
Non occorrono autorizzazioni per lo scarico delle acque			n.a.	n.a.
Non occorrono autorizzazioni per emissioni in atmosfera		n.a.		
Durata della bonifica generalmente ridotta				
Costi competitivi: 1/5 rispetto al P&T				
La ventilazione favorisce la degradazione dei contaminati organici nel suolo				
Riduce le vie di esposizione per l'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale				

SmartStripping® può essere definita una combinazione delle tecniche AS e SVE: la bonifica delle acque sotterranee avviene innescando il trasferimento dei contaminanti dalla zona satura (acque sotterranee) alla zona insatura (zona vadosa) mediante l'insufflaggio di aria calda in falda. Il sistema provoca la liberazione dalle acque sotterranee dei VOC e sVOC (come l'effetto provocato dalla liberazione di CO₂ dall'acqua gassata) ed i contaminati migrano dalla zona satura alla zona insatura. Nella zona insatura, tramite la parte superiore del pozzo, è generato uno stato di depressione in modo da estrarre e convogliare i gas contaminati in un sistema di depurazione, prima di essere nuovamente iniettati nelle acque sotterranee per ri-attivare il processo di stripping a ciclo chiuso e continuo di aria. La tecnica applicata nelle acque sotterranee di un deposito industriale di carburanti ha consentito le seguenti riduzioni di concentrazioni: Idrocarburi totali da 10.000 µg/l a <10 µg/l, MTBE da 3000 µg/l a < 0,5 µg/l e Idrocarburi Aromatici totali da 1.200 µg/l a < 1 µg/l. Siccome 600 kg di carboni attivi di qualità possono raggiungere una capacità di rimozione dei contaminanti poco inferiore al 50% del loro peso, ad ogni ciclo di rigenerazione dei filtri di carbone attivo si può calcolare la rimozione di poco meno di 300 kg di composti organici dalla falda. Nel caso di una concentrazione media di contaminanti organici nelle acque sotterranee nell'ordine di 10.000 µg/l, l'estrazione di ca. 300 kg equivale ad un volume di acqua depurata nell'ordine di 30.000 mc che, in un acquifero saturo con porosità 0,30 e spessore 10 m, equivale ad una superficie di intervento teorica nell'ordine di 10.000 mq.

Si consideri infine che l'uso della tecnica SmartStripping® è ammesso senza alcun costo di licenza, con l'impegno degli utilizzatori alla diffusione dei dati per ciascuna implementazione della tecnica, al fine di consentirne il miglioramento continuo.

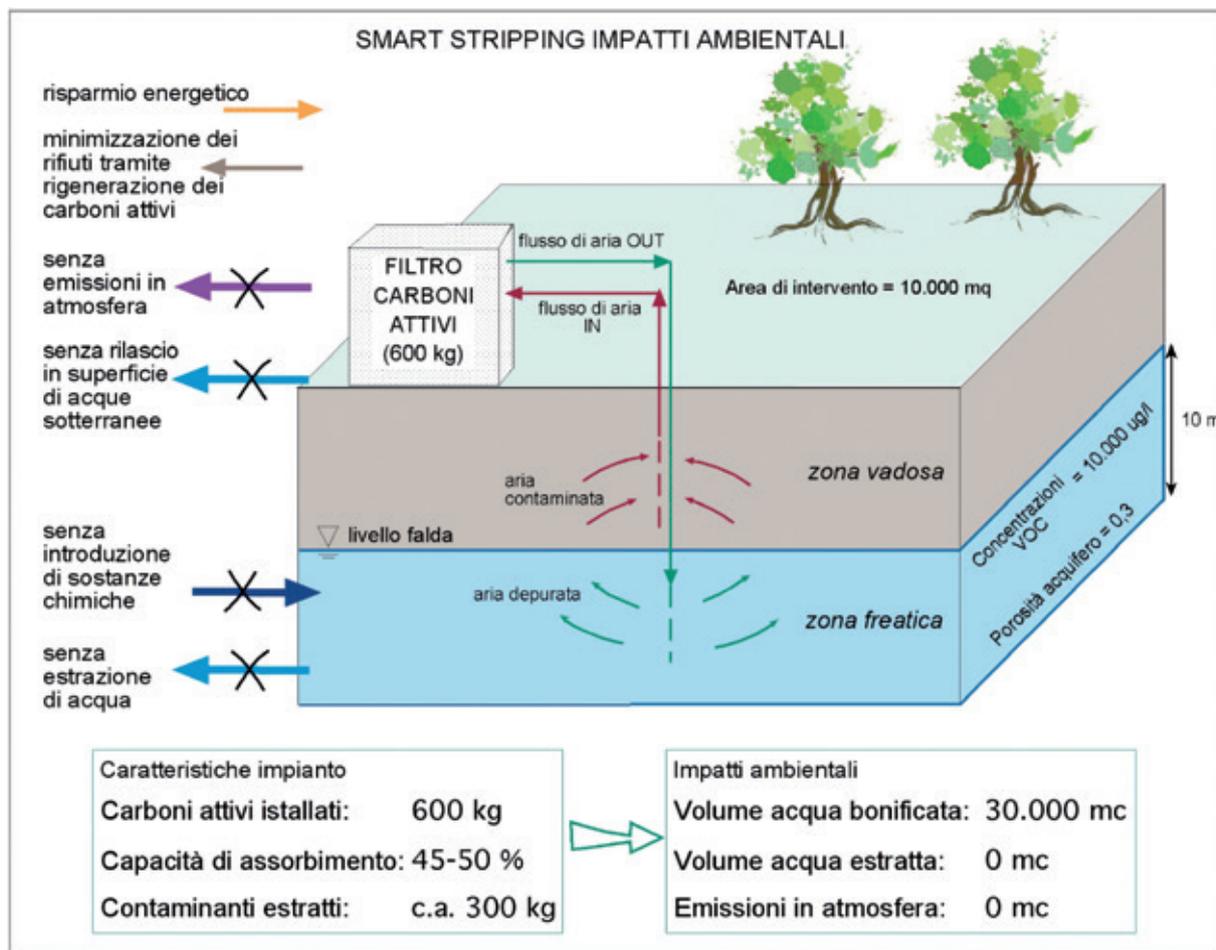


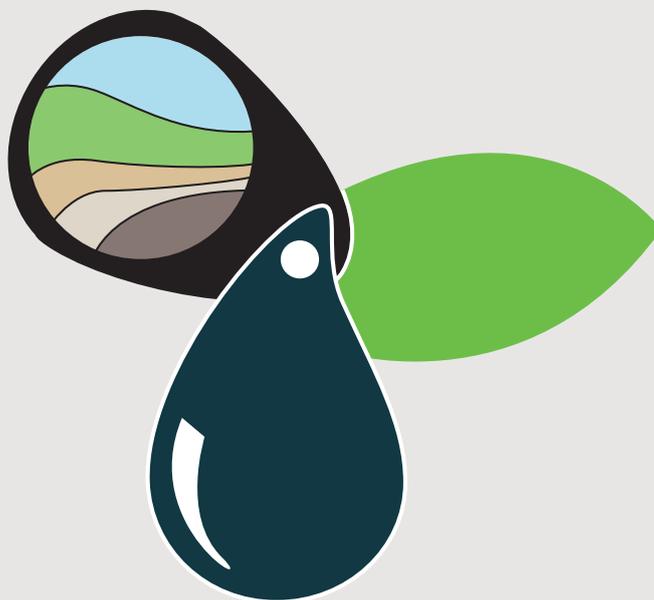
Fig. 5 Diagramma degli impatti ambientali della tecnologia SmartStripping®

Note bibliografiche

- 1 Mar Piccolo, Mar Grande e Salina grande.
- 2 D.Lgs. 22 del 5.02.1997, art. 36 c.2
- 3 art. 240, comma 1, lett.e)

Teatro Stabile,
Piazza M. Pagano
Sede Parco Nazionale dell'Appennino
Lucano-Val d'Agri-Lagonegrese

30 NOVEMBRE > *Potenza*
01 DICEMBRE > *Potenza*
02 DICEMBRE > *Marsico Nuovo*



1° CONGRESSO DEI GEOLOGI DI BASILICATA

RICERCA, SVILUPPO ED UTILIZZO
DELLE FONTI FOSSILI

IL RUOLO DEL GEOLOGO

ATTI DEL CONGRESSO



ORDINE DEI GEOLOGI
DI BASILICATA

www.geologibasilicata.it/
<http://congresso.geologibasilicata.it/2012/>



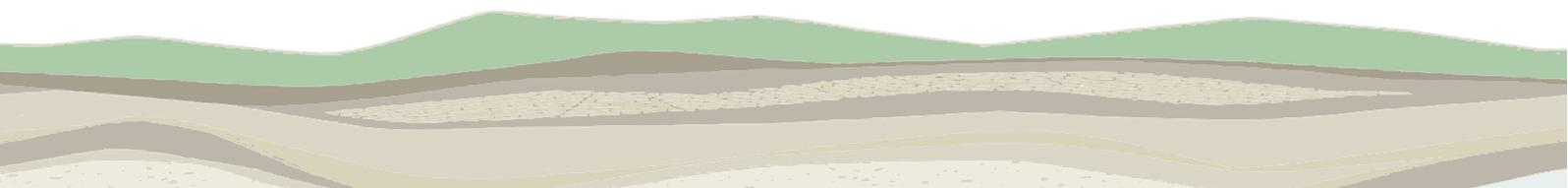
SEGRETERIA ORGANIZZATIVA
 ORDINE DEI GEOLOGI DI BASILICATA
 Via Zara 114 - Potenza
 Tel: 0971.35940, Fax: 0971.26352
 congresso@geologibasilicata.it
 Responsabile: Sig.ra Angela Rubolino

Con l'Alto Patronato di:
Presidenza della Repubblica Italiana

E il Patrocinio di:
Presidenza del Consiglio dei Ministri



Sponsorizzato da:



PRESIDENZA DEL CONGRESSO
Dott. Raffaele Nardone

RESPONSABILE ATTI CONGRESSUALI
Dott. Raffaele Nardone

COMITATO PROMOTORE | *Geol. Carlo Accetta, Geol. Raffaele Carbone, Geol. Filippo Cristallo, Geol. Franco Guglielmelli, Geol. Domenico Laviola, Geol. Maurizio Lazzari, Geol. Raffaele Nardone, Geol. Nunzio Oriolo, Geol. Mary William*

COMITATO ORGANIZZATORE | *Geol. Raffaele Nardone - Coordinatore, Geol. Annamaria Andresini, Geol. Maurizio Lazzari, Geol. Nunzio Oriolo, Geol. Mary William*

COMITATO SCIENTIFICO | *Dott. Raffaele Nardone - Coordinatore, Dott. Fabrizio Agosta, Dott. Mario Bentivenga, Dott. Claudio Berardi, Dott. Gerardo Colangelo, Ing. Ersilia Di Muro, Arch. Vincenzo L. Fogliano, Dott. Ivo Giano, Dott. Fabrizio Gizzi, Dott. Vincenzo Lapenna, Dott. Maurizio Lazzari, Dott. Sergio Longhitano, Ing. Maria Marino, Prof. Marco Mucciarelli, Dott. Lucia Possidente, Prof. Giacomo Prosser, Prof. Marcello Schiattarella, Prof. Vincenzo Simeone, Prof. Marcello Tropeano, Dott. Maria Pia Vaccaro, Dott. Donato Viggiano.*

Tre intense giornate di sessioni ed interventi organizzate per i tecnici di tutti gli Ordini e Collegi, Operatori del settore Oil&Gas, Top Manager, Amministratori, Dirigenti e Funzionari della Pubblica Amministrazione, Studenti.

L'obiettivo primario è quello di focalizzare l'attenzione sul ruolo che il geologo ha assunto in relazione allo sfruttamento compatibile e sostenibile delle fonti fossili naturali.

La tematica verrà affrontata grazie all'intervento di relatori di altissimo livello tecnico ed istituzionale, con interessanti dibattiti ed una tavola rotonda sulla gestione ambientale e formazione professionale.

Proprietà letteraria riservata
Editore

1a edizione: 2013

Tutte le immagini sono il frutto della ricerca dei relatori e quindi sono utilizzate in questa pubblicazione ad esclusivo scopo didattico e divulgativo.

