

# SmartStripping®

## *Green & Sustainable Remediation*

co-finanziata dal programma EU Eco-Innovation

*Dott. Francesco Caridei – ECOSURVEY® , LA152 SRL - Bologna*

# Eco-innovation

When business meets the environment

**Eco-innovation** è parte del programma quadro per l'innovazione e la competitività dell'Unione europea (CIP) istituito per sostenere l'innovazione tra le PMI e per migliorare la loro competitività. Aiuta buone idee per prodotti innovativi nel campo della green economy a diventare prospettive commerciali. L'iniziativa dal 2008 al 2013 ha avuto un *budget* di € 200 milioni e circa 200 progetti che hanno coinvolto più di 650 organizzazioni ([http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/about/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/about/index_en.htm)).



## Come funziona

- co-finanziamento al 50%
- Finanziamento diretto (senza intermediari)
- Life Cycle Approach
- Flessibile – non è richiesto un numero minimo di partner nazionali o europei
- Replicabilità del prodotto
- Entità dei progetti: da € 0,5 a € 2,5 milioni
- Durata massima: 36 mesi

## 5 priorità per ridurre gli impatti ambientali e preservare le risorse

Sustainable  
Building  
Products

Water

Materials  
recycling



Greening  
business

Food and  
drink



07.11.2014, Il bilancio dell' (eco)innovazione in ER- Ecomondo 2014, Rimini



## SmartStripping® & Eco-innovation

SmartStripping® è una tecnologia efficiente a basso impatto ambientale per la bonifica del sottosuolo di siti inquinati da sostanze organiche volatili. La commissione tecnica EASME – Eco-innovation ha valutato positivamente il progetto e co-finanziando SmartStripping® con l'obiettivo di ottimizzare e standardizzare la tecnologia mediante 3 sperimentazioni in sito, modellazione matematica, riproduzioni in scala di laboratorio e simulazioni per la scelta di algoritmi di modellazione.

### Inoltrare la domanda

- Inviti a presentare le domande annuali (call for proposals)
- Modulistica parte tecnica e parte economica (application form)
- Presentazione online tramite il Participant Portal (online submission)
- Valutazione - 5 mesi (evaluation)
- Comunicazione - 1 mese (inform proposers)
- Negoziazione - 2 mesi (contract negotiation)
- Firma del contratto -1 mese (grant agreement)

### Fasi del progetto

- Pre-financing 30% - inizio progetto
- Deliverables
- Rapporti economici (financial reports)
- Rapporti tecnici (technical reports)
- Pre-financing 30%
- Deliverables
- Rapporti economici (financial reports)
- Rapporti tecnici (technical reports)
- Final payment 40% - 2 mesi dalla fine del progetto

## SmartStripping<sup>®</sup> & Eco-innovation

### Utilizzo delle risorse

- Personale
- Consulenti esterni
- Viaggi
- Attrezzature e infrastrutture
- Altri costi



### Indicatori

- Miglioramento delle prestazioni ambientali (gas effetto serra, qualità dell'aria, sostanze inquinanti, rifiuti).
- Migliore uso delle risorse naturali (energia, acqua, materie prime).
- Miglioramento delle performances economiche (riduzione costi).
- Market replication.
- Altro (tempistica).

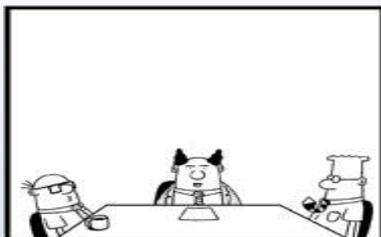


## SmartStripping® & Eco-innovation

Organizzazione del progetto in work packages

### WP1

Management



### WP2

On site SmartStripping® application



### WP3

Groundwater and soil gas sampling and laboratory analysis



### WP4

Standardization by software and bench scale experiments



### WP5

Business Plan



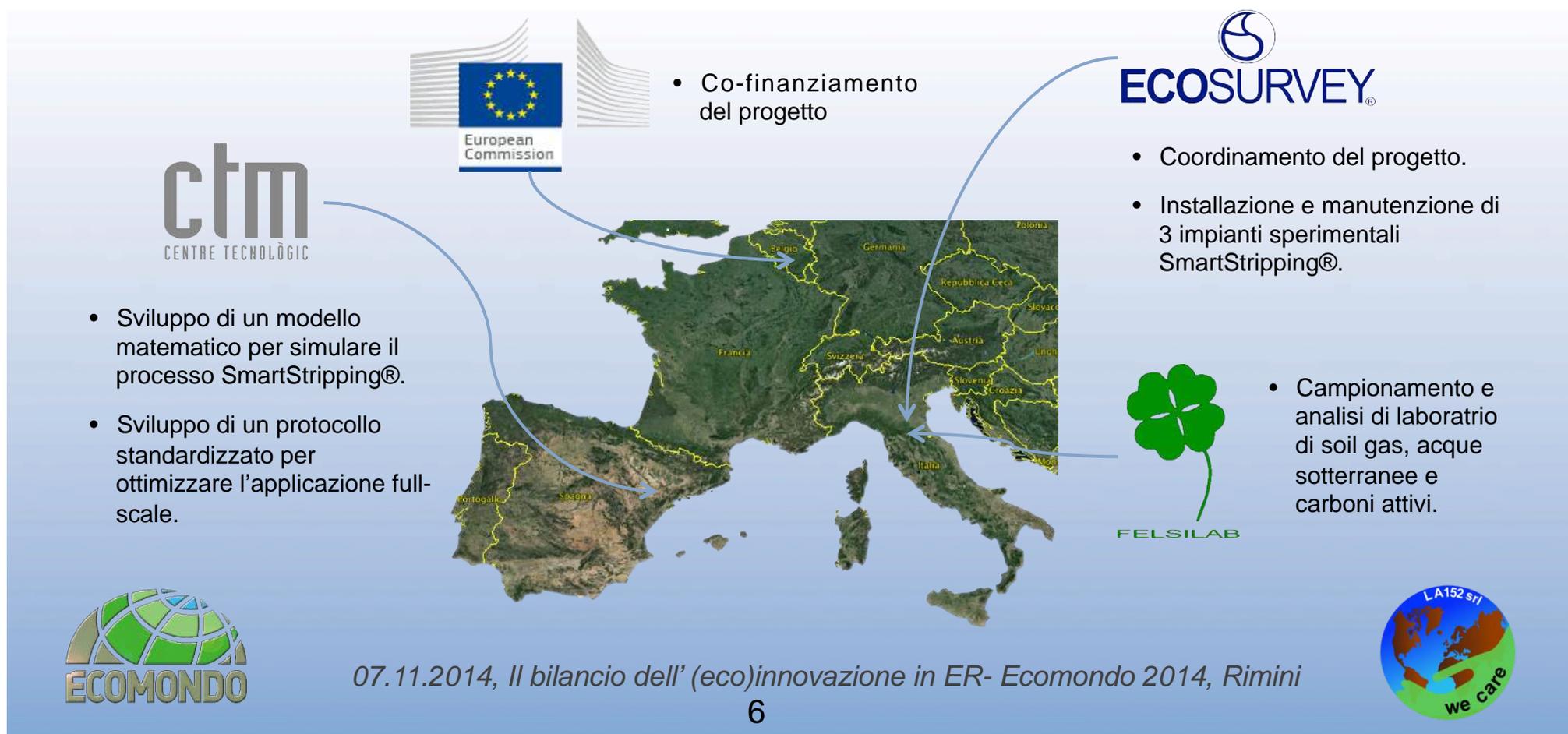
### WP6

Dissemination and Exploitation



## WP1 - Management

Il progetto SmartStripping® è coordinato da Ecosurvey® - LA152 di Bologna e partecipato dal Centro Tecnologico di Manresa CTM di Barcellona e dal laboratorio di ricerca ed analisi Felsilab di Bologna.



## WP2 - applicazioni in sito

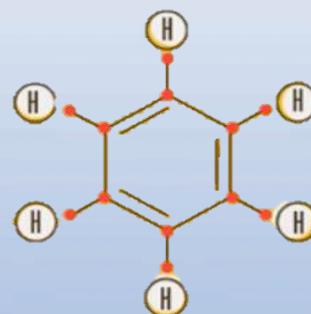
### Cos'è SmartStripping®?

- Processo di bonifica per le acque sotterranee in accordo con gli scopi della Green & Sustainable Remediation, della Direttiva 2010/75/EU e del D.Lgs 152/2006 e con la recente comunicazione della Commissione europea: *"Towards a circular Economy: a zero waste programme for Europe."*
- E' una combinazione innovativa di Air Sparging (AS) e Soil Vapor Extraction (SVE).



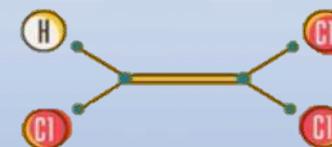
Agisce sui composti organici volatili e semi-volatili (VOC – sVOC):

- Benzene
- Tricloroetilene
- Cloruro di vinile
- Formaldeide
- Metil-terz-butil etere (MTBE)



**BENZENE**

**TRICHLOROETHYLENE**

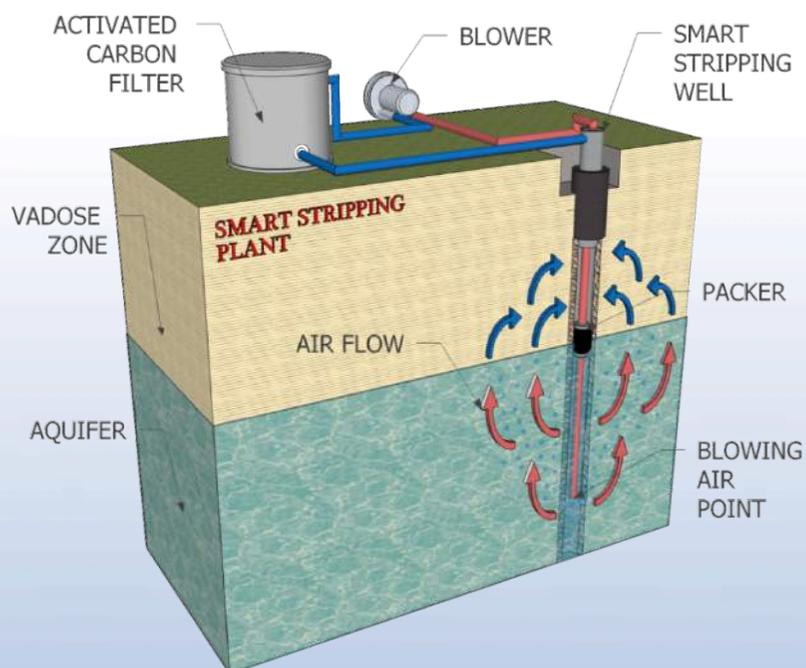


## WP2 - applicazioni in sito

### Come funziona?

SmartStripping® genera:

- Insufflaggio di aria calda nella falda contaminata.
- Strippaggio e liberazione dei VOCs.
- Risalita dei VOCs dalla zona satura alla zona insatura.
- Coinvolgimento del flusso di aria contaminato in un sistema di depurazione a carboni attivi.
- Insufflaggio dell'aria depurata e riscaldata in falda.



## WP2 - applicazioni in sito

Il processo di bonifica applicato nella falda contaminata prevede lo strippaggio a ciclo chiuso e continuo di aria senza:

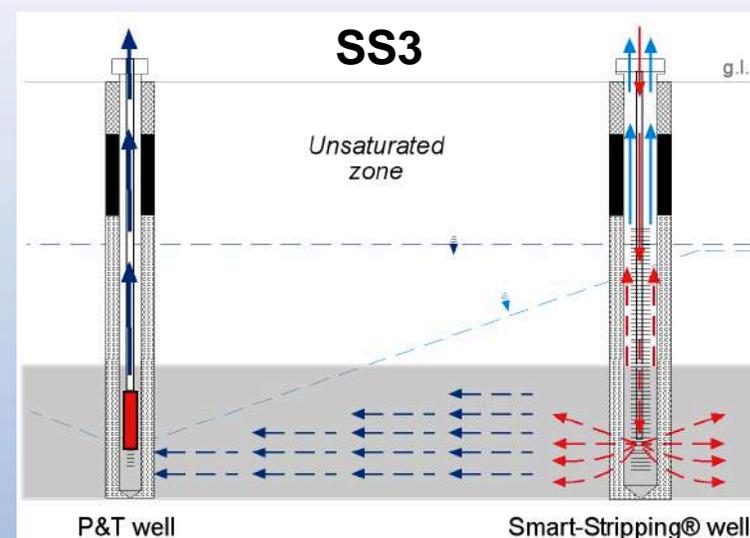
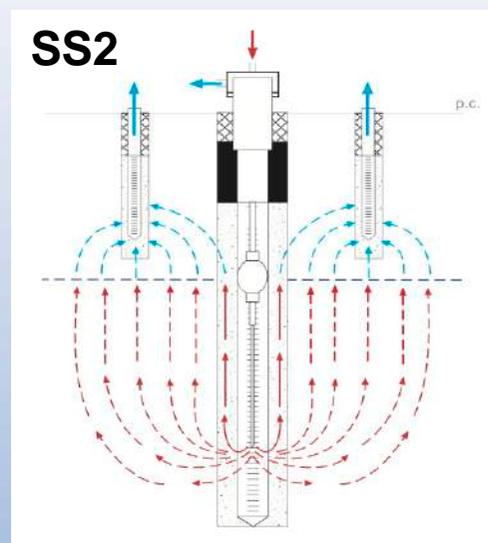
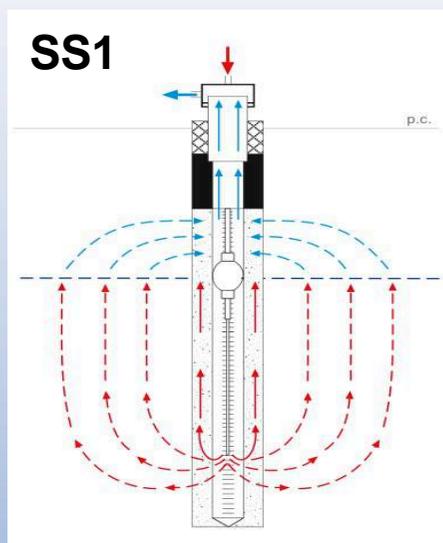
- NO Estrazione di acque sotterranee.
- NO Scarichi idrici.
- NO Emissioni in atmosfera.
- NO Autorizzazioni amministrative (SmartStripping è una MISE e può essere installata in pochi giorni senza necessità di autorizzazioni).
- NO Produzione di rifiuti (*i rifiuti sono interamente recuperabili*).



## WP2 - applicazioni in sito

### Caratteristiche dei siti di installazione dei 3 impianti sperimentali SmartStripping®:

- Falda superficiale in depositi alluvionali a permeabilità medio-bassa.
- Soggiacenza media falda: circa 3 metri da p.c. e spessore medio acquifero: 6 metri.
- Acque contaminate da **Solventi clorurati** con concentrazioni max di contaminanti dissolti pari a 18.000 µg/l di Tricloroetilene, 7.000 µg/l di Tetracloroetilene e 27.000 µg/l di 1,2 Dicloroetilene.



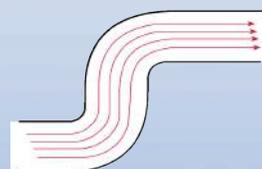
## WP3 – campionamento e analisi chimiche

L'andamento del processo di bonifica della falda contaminata con SmartStripping® è monitorato mediante:

- il campionamento periodico dei gas interstiziali del terreno, dei gas convogliati nell'impianto, delle acque di falda e dei filtri a carbone attivo.
- analisi chimiche in laboratorio.



Quality parameters  
of groundwater



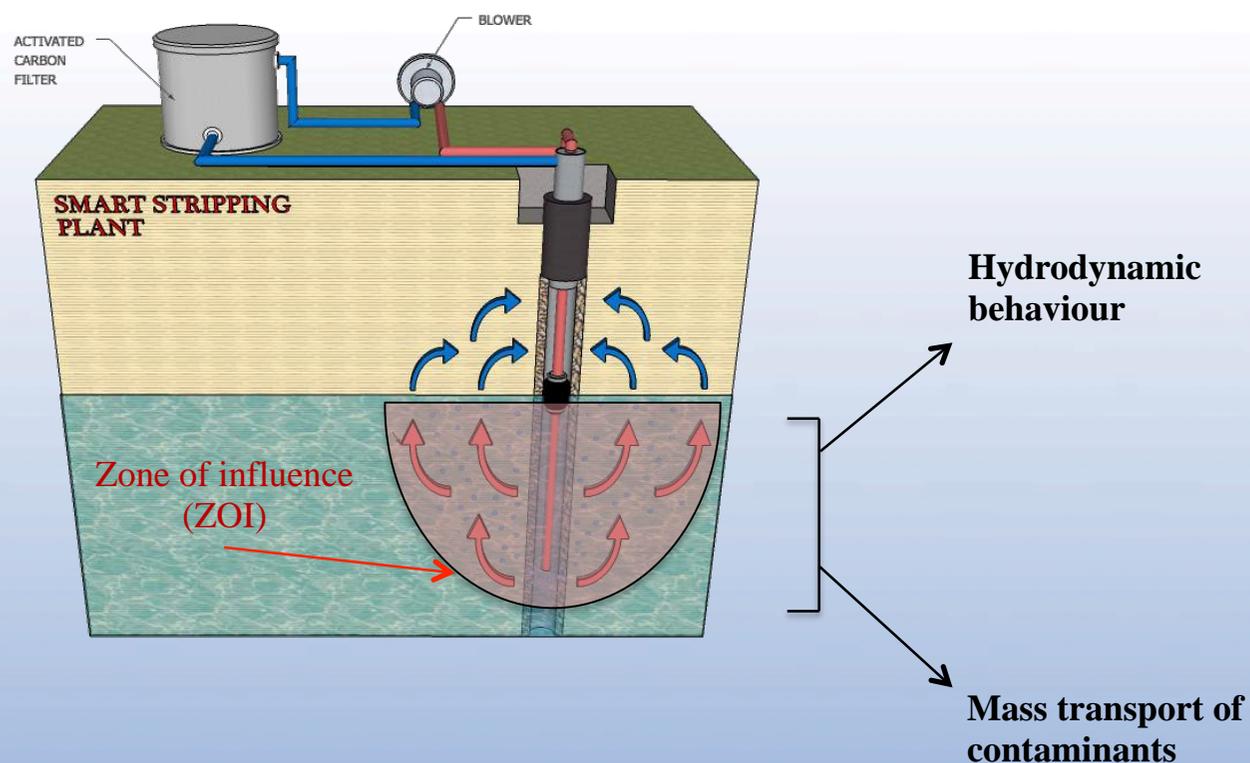
Quality parameters  
of air flow



Quality parameter of  
active carbon filters

## WP4 – simulazioni software

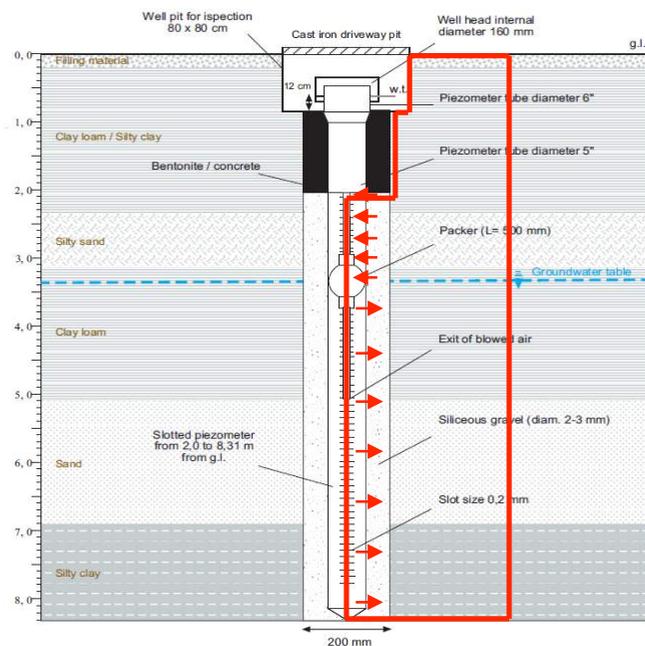
Modellizzazione e simulazione di SmartStripping® mediante calcolo numerico, metodo degli elementi finiti (ABAQUS, CFX-ANSYS®).



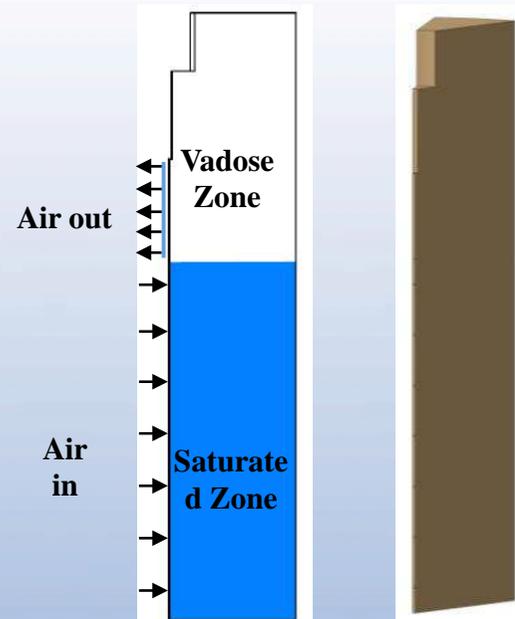
## WP4 – simulazioni software

### Modello idrodinamico

#### Pozzo SmartStripping®



#### Schematizzazione del pozzo in simulazione



#### Approccio per la simulazione

- Terreno uniforme.
- Tubo di insufflaggio a contatto con il terreno.
- 7 fori per rappresentare l'area di insufflaggio
- Software ANSYS-CFX® v14.0.

## WP4 – simulazioni software

Parametri di input utilizzati per descrivere il modello idrodinamico e del trasporto di massa generato da SmartStripping®.

### Modello idrodinamico

Condizioni del sito e proprietà del sottosuolo:

- Porosità
- Permeabilità all'aria e all'acqua
- Diametro pori
- Livello falda

Caratteristiche del pozzo:

- Area di insufflaggio
- Diametro tubo insufflaggio

Condizioni operative:

- Caratteristiche del flusso dell'aria

### Modello del trasporto di massa

- Concentrazione iniziale dei contaminanti
- Proprietà dei contaminanti
  - Costante di Henry
  - $K_{global}$
  - $K^*$
- Zona di influenza
  - Volume e superficie
  - Frazione aria/acqua

## WP4 – riproduzione in laboratorio

Setup sperimentale per la calibrazione e la verifica della simulazione software di SmartStripping®.



Compressed air



Mass flow meter



Condensation traps



Manometer



Sand saturated with water

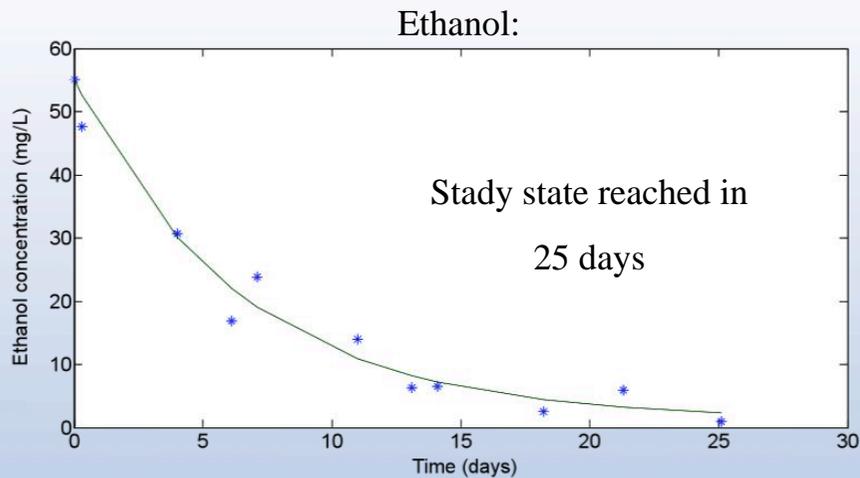


Sand saturated with water, contaminants (Ethanol and Dichloroethylene) have been added to the mixture.

## WP4 – riproduzione in laboratorio

Setup sperimentale per la calibrazione e la verifica della simulazione software di SmartStripping®: concentrazione contaminanti e tempo di estrazione.

Condizioni sperimentali: sabbia 0,5-0,8 mm saturo di acqua, flusso di aria: 1,3 L/min, punti di campionamento a 26 cm dalla superficie, concentrazioni iniziali: etanolo 55mg/L, mix-dicloroetilene 523 μg/L.

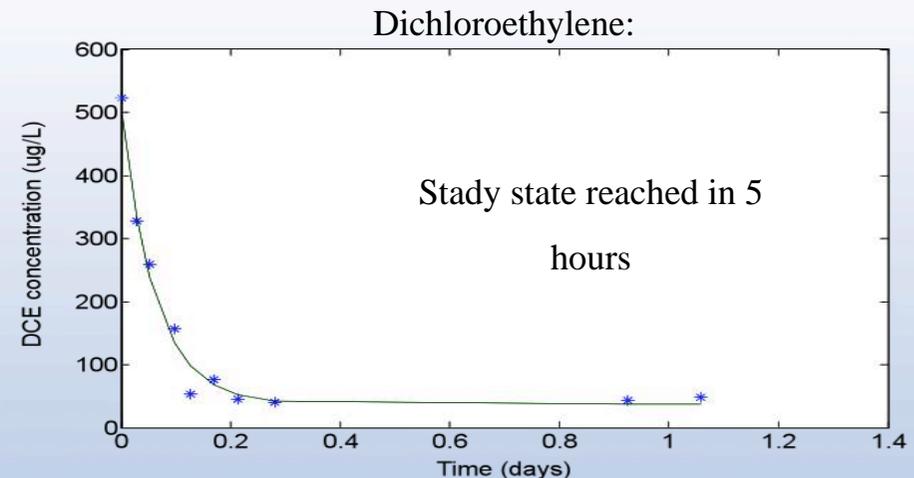


$K_{\text{global}} = 5.2 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

$K^* = 2.8 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$

K global: overall mass transfer coefficient)

K\*: liquid mass transfer coefficient due to lateral diffusion)



$K_{\text{global}} = 1.2 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

$K^* = 4.4 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$



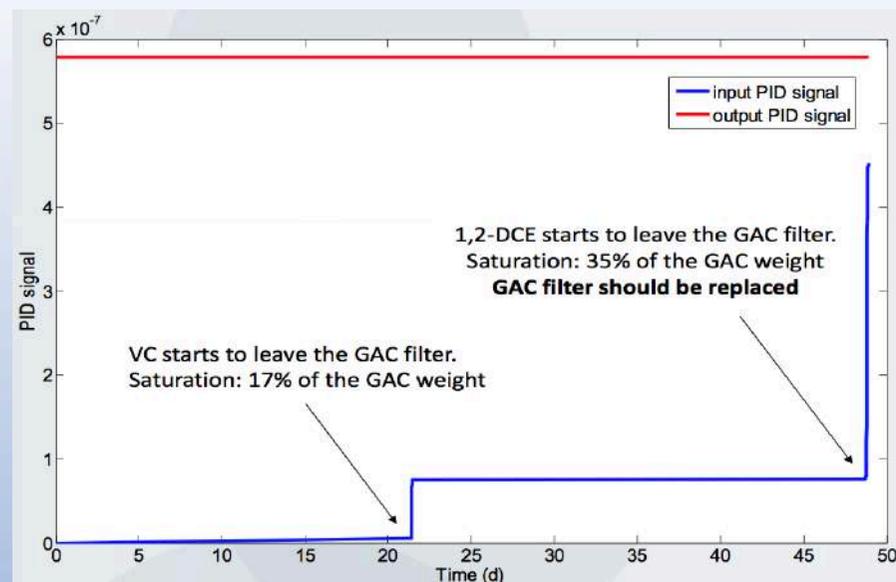
07.11.2014, Il bilancio dell' (eco)innovazione in ER- Ecomondo 2014, Rimini



## WP4 – simulazioni software / laboratorio

Sviluppo di un modello matematico tramite software MATLAB per prevedere la durata e le prestazioni dei filtri a carboni attivi utilizzati per il trattamento di vapori estratti da SmartStripping® dalla falda e contenenti una miscela di CAHs tramite:

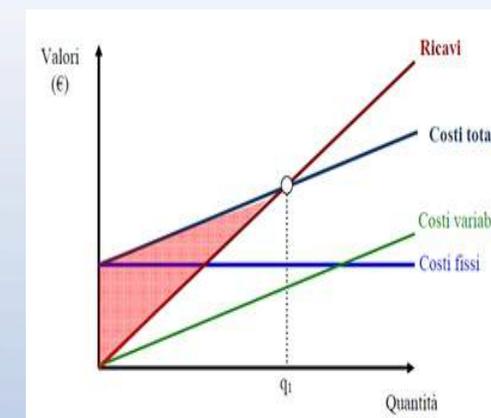
- Simulazioni software.
- Esperimenti in laboratorio.



**Table 1.** Contaminants stripped in air and We/C ratio. Contaminants are sorted out according to their capacity to be retained onto GAC (from less to more adsorbed).

Contaminants	Stripped air composition (mg/m <sup>3</sup> )	We/C
VC	108.30	4.57E+04
1,2-DCE	278.89	7.40E+04
TCE	12.94	1.32E+06
PCE	23.99	1.60E+06
1,1-DCE	27.36	1.62E+05
1,1-DCA	16.61	1.84E+05
1,1- dichloropropane (1,1-DCP)	1.60	5.99E+05

## WP5 – Business Plan



## WP6 – Diffusione

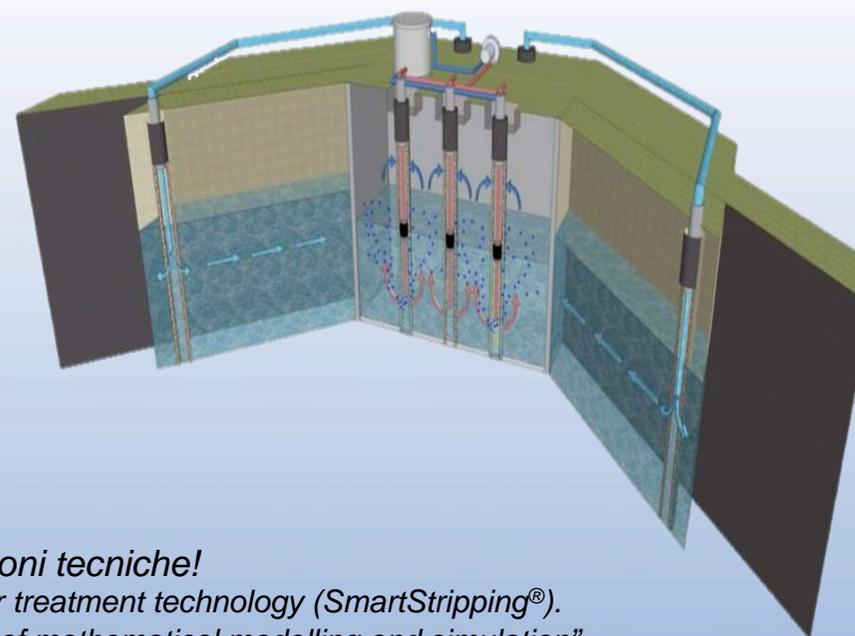
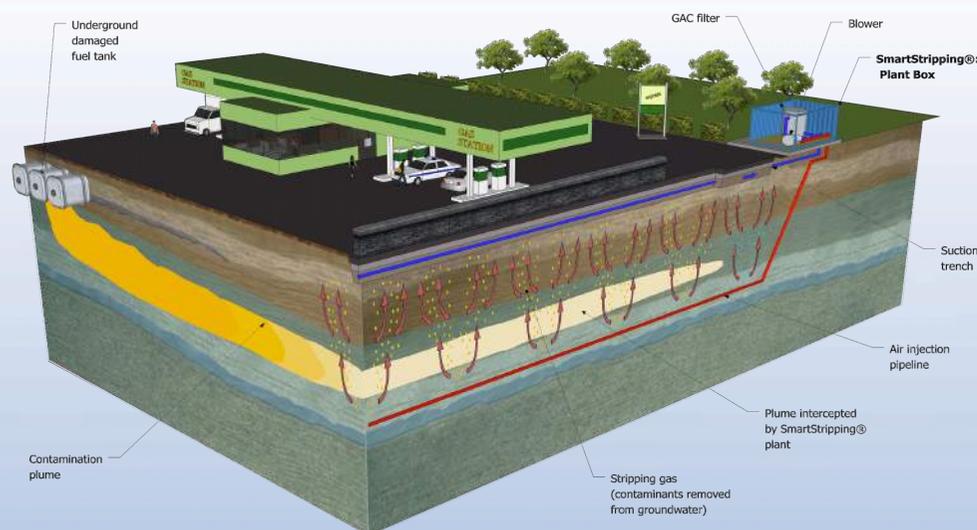
La diffusione di SmartStripping®:

- Partecipazione a conferenze e fiere.
- Articoli in riviste scientifiche.
- Tavoli tecnici.
- Video.
- Web page.
- Linked in.
- User friendly smartphone application.



## Risultati del progetto SmartStripping®

- Costruzione, monitoraggio per 36 mesi e miglioramento tecnico di 3 impianti di SmartStripping®.
- Progettazione SmartStripping® orizzontale.
- Progettazione SmartStripping® come barriera reattiva.



**Per maggiori informazioni tecniche!**

...segui la presentazione "Emission-free groundwater treatment technology (SmartStripping®).  
Optimization of the technology performance by means of mathematical modelling and simulation".  
Venerdì 7 novembre 2014 ECOMONDO Sala Reclaim Expo pad.C1 ore 16.10.



07.11.2014, Il bilancio dell' (eco)innovazione in ER- Ecomondo 2014, Rimini

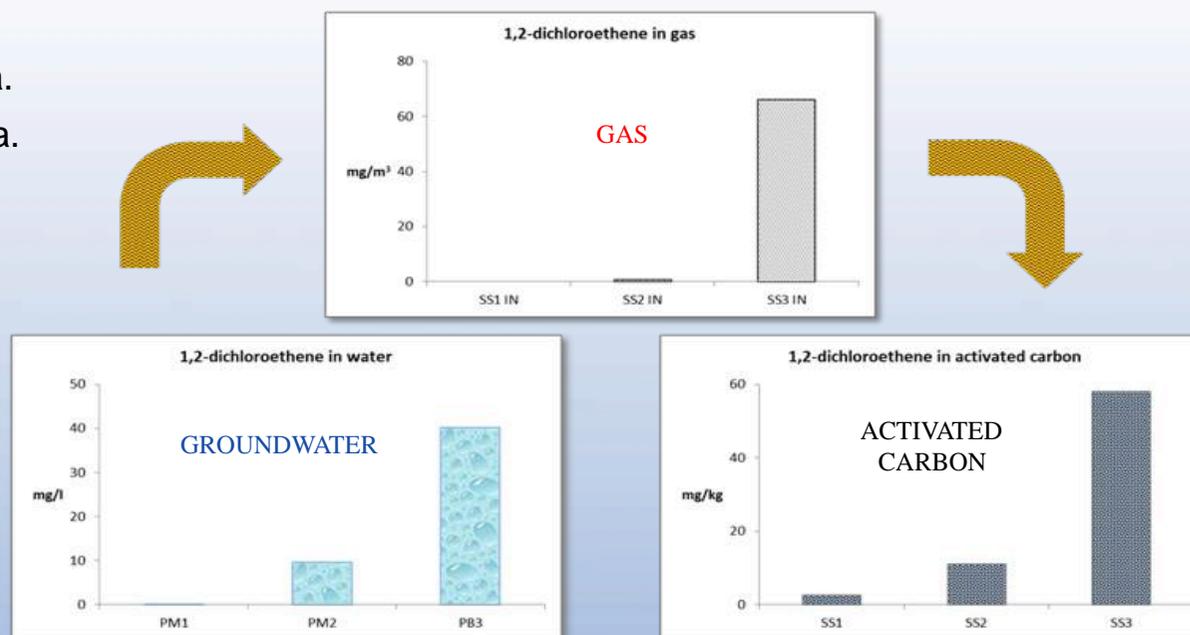


## Risultati del progetto SmartStripping®

- Determinazione del ciclo di cattura dei contaminanti.

Ciclo di cattura dei contaminanti tramite il ciclo chiuso di aria:

- Estrazione dall'acqua di falda.
- Trasporto tramite flusso d'aria.
- Cattura tramite filtri a carboni attivi.

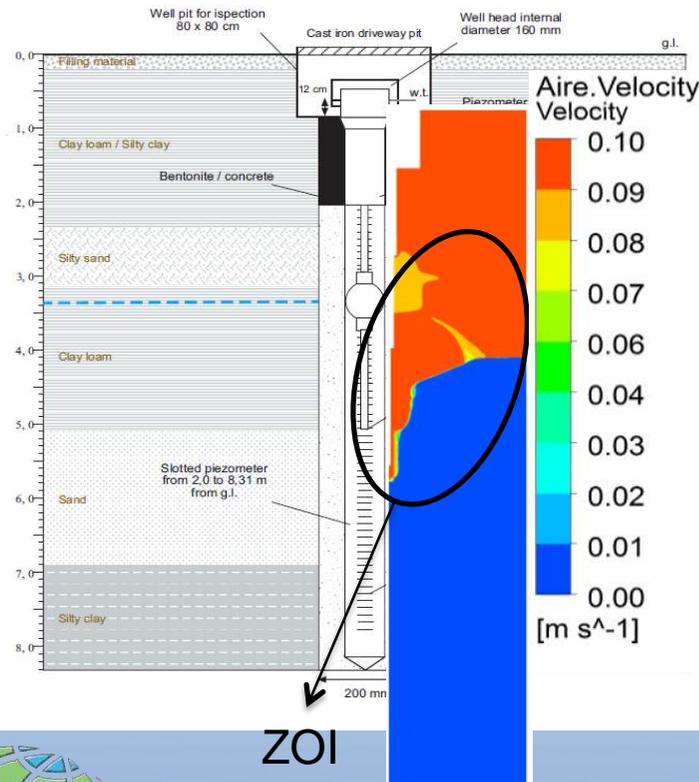


Capture cycle of 1,2-Dichloroethene

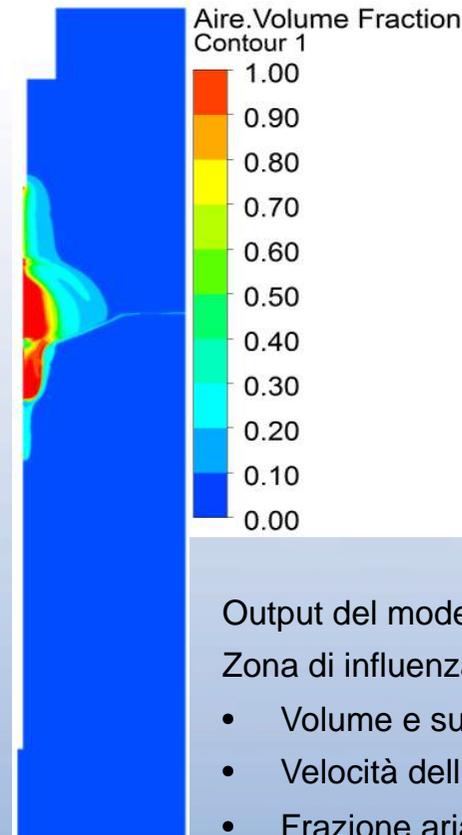
## Risultati del progetto SmartStripping®

- Determinazione del modello idrodinamico.

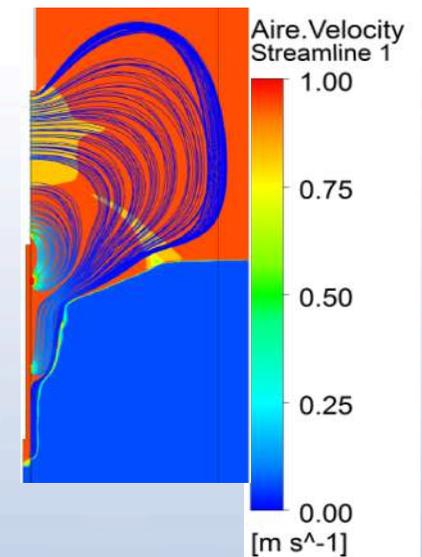
Distribution of air fraction



Air velocity



Streamlines



Output del modello idrodinamico:

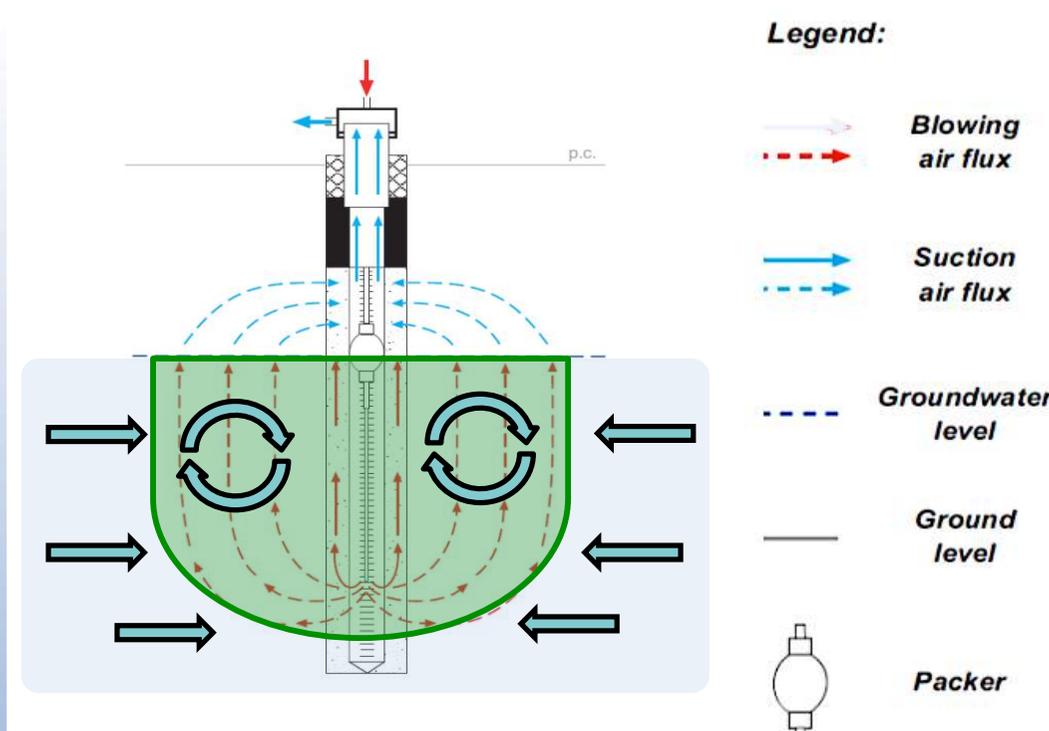
Zona di influenza

- Volume e superficie.
- Velocità dell'aria.
- Frazione aria / acqua.

Rendimento pozzo (graficamente)

## Risultati del progetto SmartStripping®

- Determinazione del modello del trasporto di massa.



Output del modello del trasporto di massa:

- Profilo dei contaminanti nel pozzo.
- Ampiezza della zona di diffusione.
- Concentrazione dei contaminanti nel pozzo.
- Durata della bonifica.

## Risultati del progetto SmartStripping®

Confronto tra SmartStripping (SS) ed altre tecnologie di bonifica (P&T, AS, SVE/AS, IWAS, PRB).

Descrizione	SS	P & T	AS	SVE/AS	IWAS	PRB
Utilizzo pozzi esistenti per la bonifica	😊	😐	😐	😐	😞	n.a.
Minimo disturbo alle attività del sito durante il funzionamento del sistema	😊	😐	😊	😐	😐	😊
Tattamento acque sotterranee (zona satura)	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Tattamento sottosuolo (zona insatura)	😊	😞	😞	😊	😊	😞
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	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Non occorrono autorizzazioni per emissioni in atmosfera	😊	😊	😊	😞	😞	😊
Durata della bonifica generalmente ridotta	😊	😞	😊	😊	😞	😞
Costi competitivi	😊	😐	😐	😐	😐	😞
La ventilazione favorisce la degradazione dei contaminati organici nel suolo	😊	😞	😊	😊	😊	😞
Riduce le vie di esposizione per l'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale	😊	😐	😞	😊	😐	😞

## Vantaggi ambientali SmartStripping®

L'utilizzo di SmartStripping® nella bonifica di siti contaminati da composti organici volatili ha permesso sinora complessivamente di estrarre dalle falde contaminate una massa di contaminanti pari a **8.695 kg** con i seguenti principali benefici ambientali:



Volume di acqua di falda depurata e preservata nel sottosuolo: **235.367.000 l**



Volume gas trattati e non emessi in atmosfera: **8.599.335 m<sup>3</sup>**

Inoltre:



## SmartStripping<sup>®</sup> - Green & Sustainable Remediation

### Green Remediation Label<sup>®</sup>

un portale per calcolare e certificare gli impatti ambientali delle bonifiche sostenibili a basso impatto ambientale sottoposto nella call H2020 SME Instrument ICT37 del 24.09.2014.



H2020 è il **programma di ricerca e innovazione** con un singolo pacchetto di partecipazione.

Quasi € 80 miliardi disponibili in 7 anni (2014 – 2020)

# Grazie per l'attenzione!

## Per maggiori informazioni...



...segui la presentazione *"Emission-free groundwater treatment technology (SmartStripping®). Optimization of the technology performance by means of mathematical modelling and simulation"*. III sessione: Rilancio delle bonifiche: le soluzioni dalle tecnologie avanzate. Venerdì 7 novembre 2014 ECOMONDO Sala Reclaim Expo pad.C1 ore 16.10.



...visita il sito <http://smartspripping.ecosurvey.it>

...seguici su linkedIn [www.linkedin.com/company/smart-stripping-green-remediation](http://www.linkedin.com/company/smart-stripping-green-remediation)



...scrivi a [fc@ecosurvey.it](mailto:fc@ecosurvey.it)



...guarda il video



07.11.2014, Il bilancio dell' (eco)innovazione in ER- Ecomondo 2014, Rimini

