



WOW Nuclear

**La tecnologia innovativa dei rifiuti
contaminati da sostanze radioattive**

Una soluzione brevettata, performante che trasforma qualsiasi
acqua contaminata in acqua pura

&

le superfici contaminate in superfici pulite

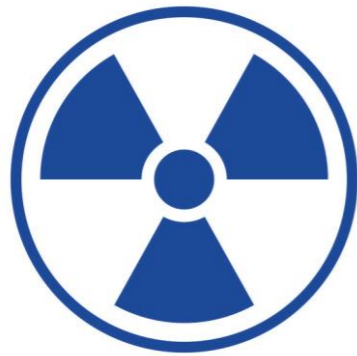


CHI SIAMO ? WOW IN BREVE

www.wowwater.eu

WOW TECHNOLOGY SPA GROUP

WOW NUCLEAR e WOW KEMICAL,
partecipate di WOW TECHNOLOGY SPA,
Operano sulla base del modello economico **DBOOM** (Design, Build,
Operate, Own, Maintain) come fornitori di tecnologia WOW in
collaborazione con il contractor



WOW NUCLEAR SRL

Focalizzata sull'applicazione della
tecnologia WOW™ in ambito nucleare



WOW KEMICAL SRL

Focalizzata sull'applicazione della
tecnologia WOW™ in ambito:


- chimico,
- oil & gas,
- acqua ultra pura,
- industriale


WOW™ IN BREVE

U.S. DOE OFFICE OF EM

Demonstration of Evaporator Technology for Radioactive Liquid Wastes

PARTNERS

 WOW ("Wonderful Water") Technology SRL

 White Technology Solutions, LLC
Savannah River National Laboratory (SRNL)

ILW & HLW liquidi radioattivi

Il sistema di depurazione WOW per liquidi radioattivi è un processo di **distillazione standard ma con prestazioni molto elevate** che elimina:

- demisters, coalesce, reflows, bubble caps, membrane, additivi;
- colonne di distillazione.

Le prestazioni di abbattimento con un unico stadio di evaporazione sono **3 ordini di grandezza migliori** delle tecnologie di evaporazione standard esistenti.

È similmente performante il sistema di decontaminazione di superfici mediante l'uso di agenti decontaminanti WOW Patent pending.

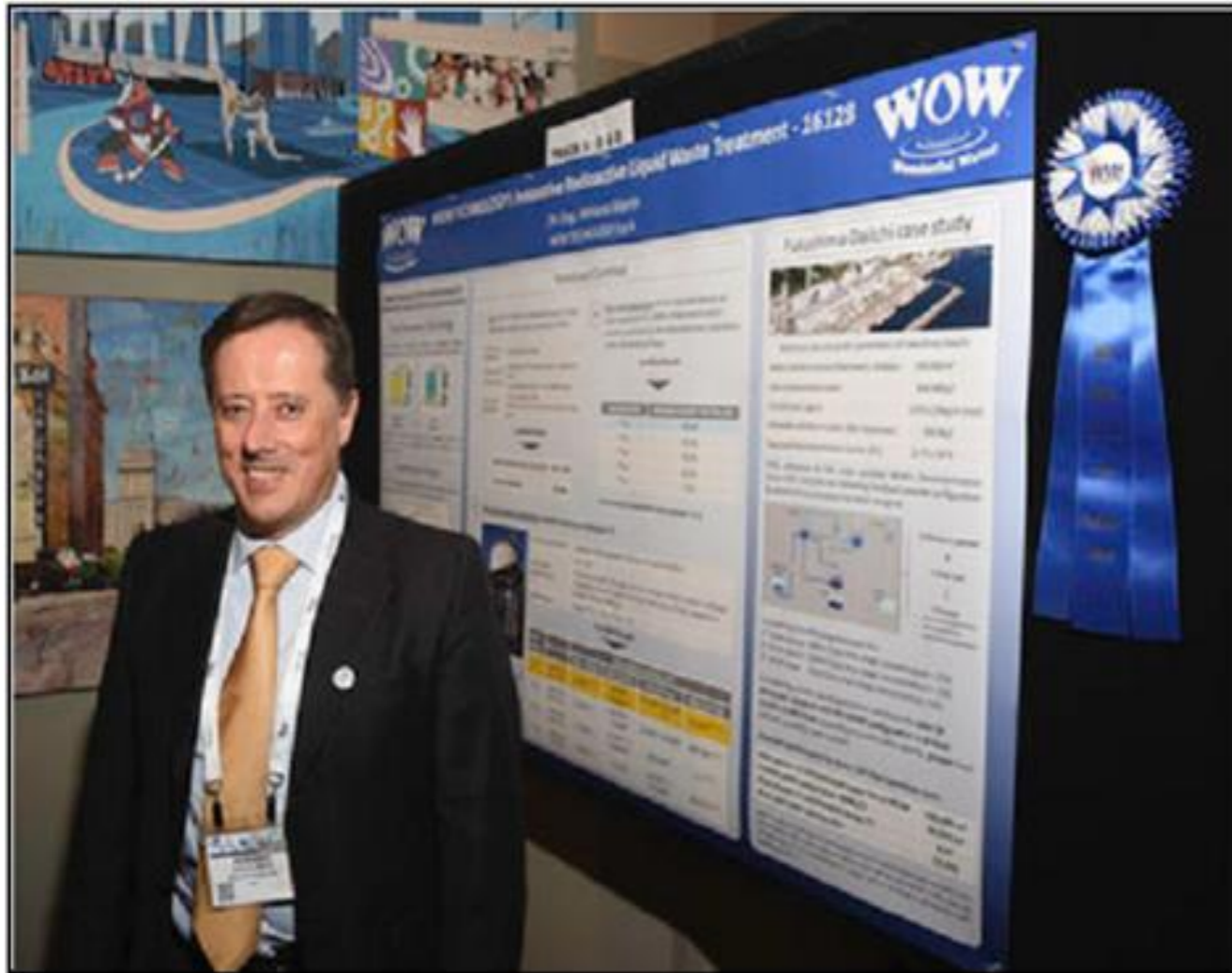
WOW™ IN BRIEF



Oil & Gas Produced Water

Le elevate performance del Sistema di depurazione WOW di liquidi radioattivi permettono i seguenti benefici:

- **Ridotto ingombro operativo**
- **Separazione molto efficiente tra**
 - Il distillato puro senza produzione secondaria di waste,
 - Il concentrato nel boiler con un elevato fattore di concentrazione.
- **un fattore di concentrazione molto elevato;**
- **una facile pulizia degli equipaggiamenti** con una contaminazione residua irrilevabile al termine del trattamento.



- L'ingombro ridotto e il basso costo del sistema rendono questa tecnologia molto interessante per l'implementazione in impianti esistenti e nuovi.
- Consente il trattamento dei rifiuti liquidi CBR in tutte le applicazioni industriali, nucleari e chimiche.

WM2016 Conference D&D award

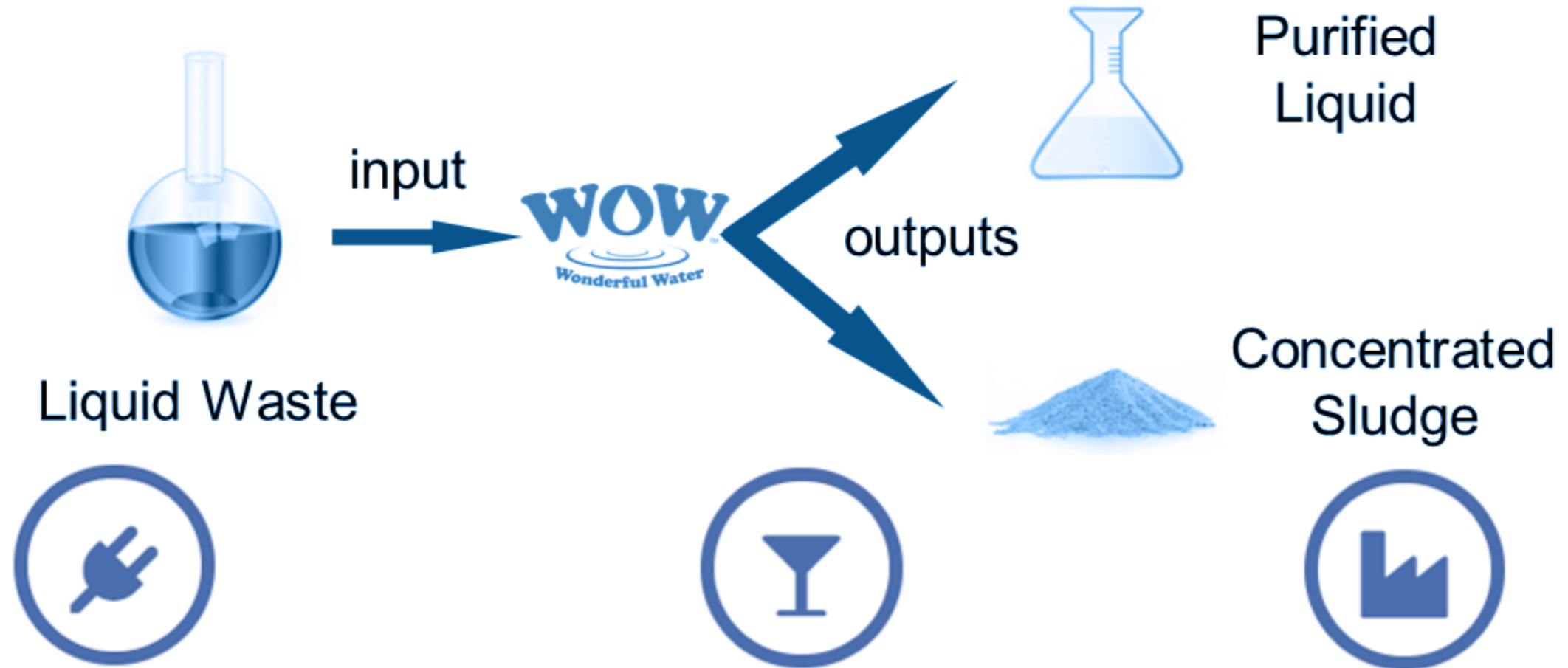


COME FUNZIONA ?

www.wowwater.eu

IL NOSTRO VALORE NEL MONDO 1/2

La soluzione WOW per la Depurazione di Liquidi



Tecnologia facilmente disponibile

- Metodo rivoluzionario brevettato che si basa sulla tecnologia standard di evaporazione e condensazione
- Dimostrato in laboratorio, con impianti pilota e «scaled up» commerciali.
- Fino a 1000 volte più efficace delle tecnologie esistenti come con gli evaporatori convenzionali, l'osmosi inversa, l'elettrolisi

Scalabile e portatile

- Facilmente dimensionabile per un vasta gamma di applicazioni industriali [tipicamente 25-3000 l/h]
- L'ingombro ridotto permette una facile installazione in strutture già esistenti
- Processo di controllo semplice

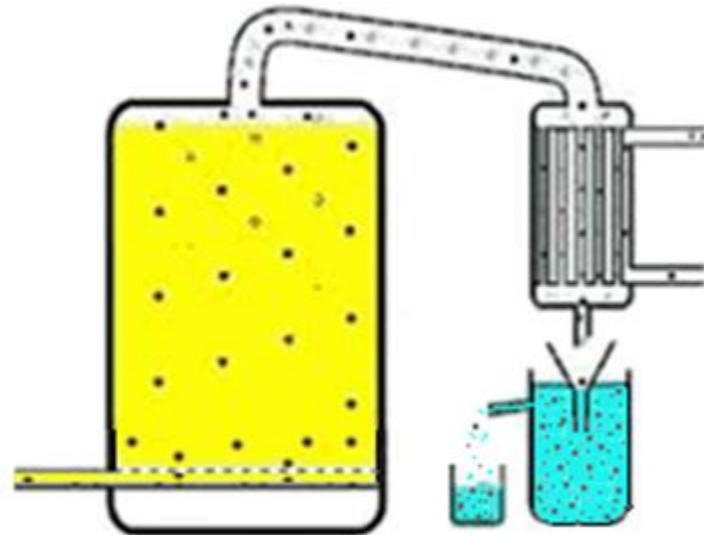
Acqua purificata da diverse tipologie di reflui

- Impianti Nucleari
- Oil & Gas
- Reflui industriali
- Reflui municipali

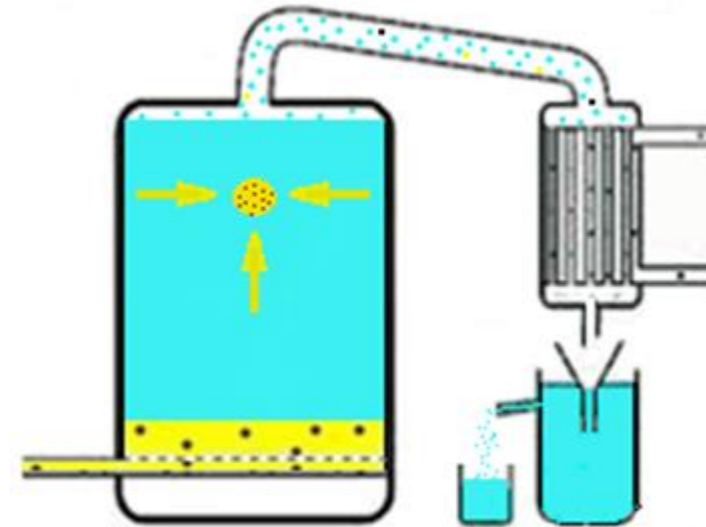
Depurazione di Fluidi – Introduzione 1/2

Il Sistema evaporativo per diversi tipi di soluzioni contaminate

Con pieno controllo dell'effetto di trascinamento



Processo standard



Processo WOW

L'effetto WOW sfrutta il processo di evaporazione/distillazione e la fluido dinaminca per separare il solvente dal soluto e dai solidi sospesi.

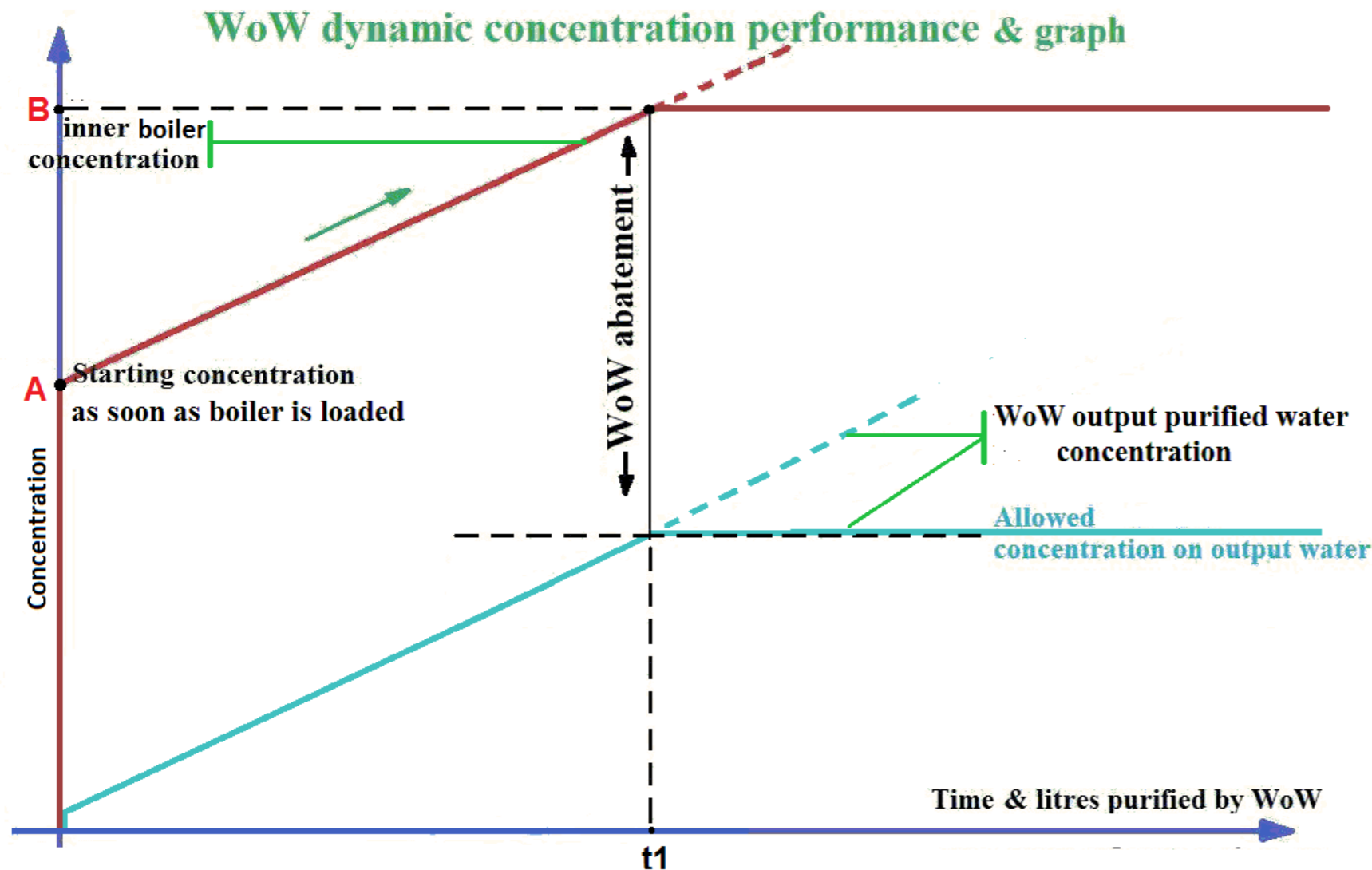
Non sono necessari sistemi aggiuntivi!!!

(e.g. nessun demister, nessun RO, nessun sistema a membrana, nessun separatore a maglia, nessun sistema di antitrascinamento, nessun bubble caps, nessun reflux distributor, nessuna colonna di distillazione, nessun liquid/vapor coalescer, nessun sistema di filtraggio consumabile etc.)

Depurazione dei fluidi – Introduzione 2/2

Basato su un modello matematico predittivo sviluppato dalla WOW Technology

Evaporazione a singolo stadio a flusso continuo e controllo della concentrazione massima (sistema non a batch)



Comparazione con le tecnologie standard

Maggior riduzione di volume dei rifiuti rispetto a un Sistema Standard a multi-effetto

SISTEMI STANDARD DI EVAPORAZIONE		
	Sinolo effetto:	Multi-effetto o con colonna di distillazione
Fattore di Abbattimento puntuale (DF)	100-500	1,000-10,000

➔

WOW technology – Singolo effetto senza Colonna di distillazione (@ ^{137}Cs):
335,000 -1,000,000*

Performance di sistemi standard per il trattamento di rifiuti liquidi radioattivi Waste (LRWTS) in funzione alla centrale nucleare di Khmel'nitsky.

Il fattore di abbattimento (DF) con il sistema WOW è 335000 per il ^{137}Cs e la riduzione del volume del concentrato è compresa tra 5000 e 100000 in funzione della concentrazione di solidi sospesi (TDS)

BIBLIOGRAPHY: New liquid radioactive waste treatment system at Khmel'nitsky-Ukraine npp @ Sogin 2004; IAEA-TECDOC-1336 doc.: Combined methods for liquid rad. waste treatment © IAEA, 02-2003; IAEA-WMDB-ST-4 doc.: Radioactive Waste Management Status and Trends.

IL NOSTRO VALORE NEL MONDO 2/2

La soluzione WOW per la Decontaminazione delle superfici



Tecnologia facilmente disponibile

- Dimostrazione della rimozione di sostanze radiochimiche, organiche e inorganiche e contaminazione biologica
- Diverse volte più efficiente dei metodi esistenti



Basso impatto ambientale

- Gli Agenti Decontaminanti (Zero π) sono derivati da sostanze naturali, completamente organiche e non pericolose
 - Testati con successo per applicazioni nell'industria nucleare, petrolifera e del gas, alimentare e chimica. 12



Nessun Scarico di liquidi

I fluidi utilizzati per la decontaminazione che contengono l'agente decontaminante, possono essere processati dal dispositivo WOW e separati in fanghi con depositi. Il fluido può essere recuperato e rinnovato per un nuovo uso. L'Agente decontaminante WOW agisce come passivante.

BREVETTI IN TUTTO IL MONDO

EVAPORAZIONE:

Patent Application - N# PCT/IB2010/052342

Già concesso in tutto il mondo (USA, Europe, China, Russia, Eurasia, Japan, ...)

Patent Application - N# PCT/IB2013/054803

Già concesso in USA, Europa e molti ulteriori paesi fuori Europa

Patent Application - N# ITCO2013A0066

Patent Application - N# CO2011U000008

AGENTI DECONTAMINANTI Zero-π:

Patent pending





ALCUNI ESEMPI DI APPLICAZIONI IN CAMPO REALE

www.wowwater.eu

WOW - 1° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI HLW



Reattore nucleare presso UNIPV-LENA

PROCESSO:

Test eseguito gli stabilimenti dell'Università di Pavia (UNIPV-LENA)

PROGETTO:

Test di Validazione delle performance del Processo WOW

ADVISORS:

UNIPV & UNIPV-LENA

PERIODO

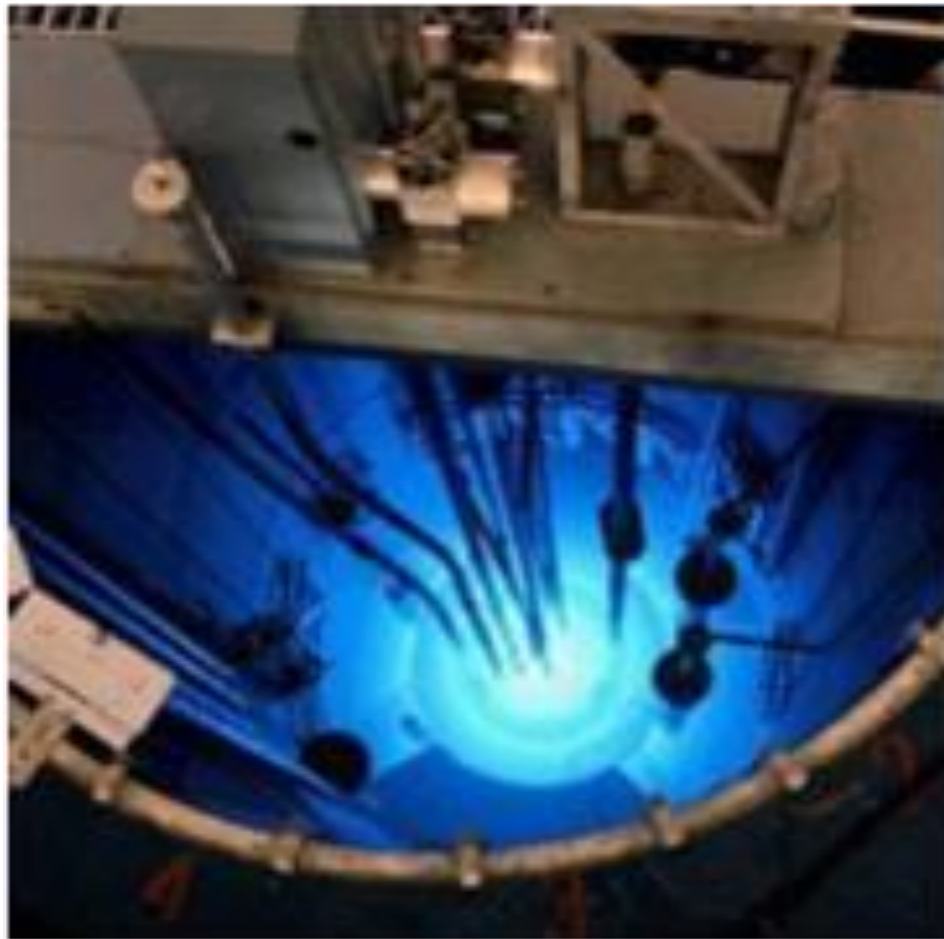
2013 - 2014

TIPOLOGIA DI REFLUO:

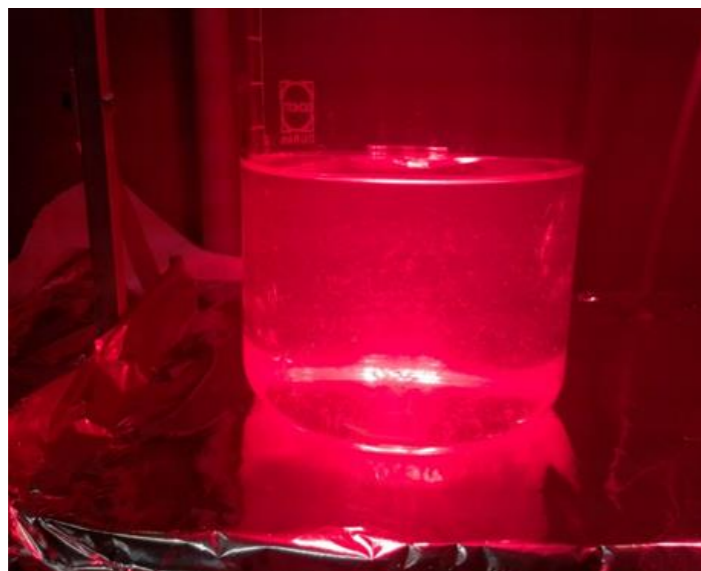
HLW

(Liquido surrogato, con una contaminazione 6000 volte più elevata rispetto ai liquidi di raffreddamento dei reattori di Fukushima)

WOW - 1° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI HLW



Reattore nucleare presso UNIPV-LENA



Fango concentrato

Condizioni e parametri sperimentali

Operazione:	20 litri/giorno per 39 giorni; A conclusione, decontaminazione della macchina e rilascio
Contaminants Concentration:	1500 mg/l of ^{133}Cs totalmente soluti + 2 traccianti radioattivi: ^{134}Cs (Tot: 4.2MBq) alcuni μg , ^{137}Cs (Tot: 3.6MBq) alcuni μg
Concentrazione surrogato:	4.8 TBq/l (Valore tipico per HLW)
Minimo DF puntuale	DF > 7500
Efficienza di abbattimento	99.986%

WOW- 2° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI LLW

PROCESSO

Eseguito presso il dipartimento di Chimica di Pavia – Area di Radiochimica

PROGETTO

Trattamento di reflui di un bacino di stoccaggio di laboratorio

ADVISORS:
UNIPV-LENA

PERIODO:
2013 – 2014

TIPOLOGIA DI REFLUO:
LLW

(fortemente acido, pH~3,
Refluo utilizzato per la decontaminazione di strumentazione presso un laboratorio di radiochimica)



WOW- 2° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI LLW

Condizioni e parametri sperimentali



Fango residuo finale concentrato

Operazione:	20 litri/giorno per 50 giorni; totale 1m ³ ; A conclusione, decontaminazione della macchina
Contaminanti (tot: 37kBq):	¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co, ²⁴¹Am, ¹⁰⁹Cd + sali, cloruri & acido nitrico
Final residues:	Fango residuo = 1l; Volume depurato = 999l
Min. DF Puntuale	¹³⁷Cs≈40000, ¹³⁴Cs≈40000, ²⁴¹Am≈33000, ¹⁰⁹Cd≈19000, ⁶⁰Co≈7500

WOW- 3° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI LLW



WOW DEMO 1.0
(scaled up, transportable module
safety approved, fault
tolerant and failure proof)

PROCESSO:

Eseguito presso il deposito nucleare Sorin SSM di
Saluggia (VC) – IT

PROGETTO:

Trattamento di liquidi reflui radioattivi;
Liquidi utilizzati negli anni '80 per la
decontaminazione della struttura Avogadro

ADVISORS:

UNIPV-LENA & NPL –
National Metrology Ins.for Radiochemistry-
UK

PERIODO:

2014 – 2015

TIPOLOGIA REFLUO:

LLW

WOW- 3° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI LLW

Testing conditions & parameters



Silos containing original liquid Radwaste

Operazioni:	~450 litri/giorno per 120+150 giorni; totale: 50m ³ ; A conclusione, decontaminazione della macchina
Descrizione del refluo radioattivo	pH~4,6, fluoruri<1mg/l, nitrati<5mg/l, solfati≈303mg/l, sodio≈22mg/l, potassio≈11mg/l, magnesio ≈6mg/l, calcio≈94 mg/l, cloruri≈15mg/l, tensioattivi + bio. elementi & radioisotopi
Contaminanti (Bq)	¹³⁷ Cs@ 281, ⁶⁰ Co@ 52, ²⁴¹ Am@ 11, ⁹⁰ Sr@ 63, ²²⁶ Ra@ 8 + CBR
Residui Finali:	Sludge residuo = 20l; Volume depurato: 49980l

WOW- 3° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI LLW

RISULTATI DEL TEST

Radio-nuclides	Measures by	Decontamination Factor (DF)			
		After 30 Days	After 60 Days	After 90 Days	After 120 Days
^{137}Cs	UNIPV-LENA and by N.P.L.	80,000 (**) (^)	142000 ÷ 168000 (**)	107000 ÷ 412000 (***)	335000 (**) ÷ >343000
^{60}Co	UNIPV-LENA and by N.P.L.	56000 (^)	161000 ÷ 178000	520000 ÷ 685000	> 890000 (*) ÷ >264000
^{241}Am	UNIPV-LENA and by N.P.L.	>23000 (^)	>5290 (*) + >238400 (*)	>300000 (*)	>> ND (*)
^{90}Sr	UNIPV-LENA and by N.P.L.	>2044 (*) (^)	>26200	>66760 (*) + >96000 (*)	>91470 (*) + > ND (*)

(*) output activity much lower than MDA | (**) Uncertainty 3% | (***) Measures conducted on several samples: output activity is very very low and concentrated solution of the boiler has some sediments | (^) NPL didn't issue here any test report (ND) |

WOW- 4° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI ILW



WOW PUT 2.0
(small transportable unit, safety approved)

PROCESSO:

Eseguito presso UNIPV-LENA

PROGETTO:

Trattamento di reflui radioattivi ETF (**DOE – USA**);
Surrogati radioattivi che rappresentano la soluzione
di ingresso dell'evaporatore (ETF) del deposito
Savannah River

PERIODO:

2017

ADVISORS:

UNIPV-LENA

AMEC FW (WOOD)

NPL National Metrology Ins. - UK

TIPOLOGIA DI REFLUO:

ILW

(pH~5÷6, NaNO_3 , Na_2SO_4 , $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$,
 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaOH , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 , NaCl ,
 NaF , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_2 , Na_3PO_4
+ radioisotopi)

WOW- 4° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI ILW

Condizioni e parametri sperimentali



WOW PUT 2.0
(small transportable unit,
safety approved)

Operazioni	~36 litri for ~ 8 giorni; totale: 263l; A conclusione, decontaminazione della macchina
Contaminanti (Bq/l)	^{137}Cs @ 9000, ^{90}Sr @ 25500, $^{239/240}\text{Pu}$ @ 260 simulato da ^{141}Ce , ^{106}Ru @ 44000
Fattore di concentrazione	15.0 (*)
Min. DF puntuale	$^{137}\text{Cs}=320000$, $^{141}\text{Ce}>>12800$, $^{85}\text{Sr}=145000$, $^{106}\text{Ru}=115000$
DF Totale (*)	$^{137}\text{Cs}=33000$, $^{141}\text{Ce}>>8000$, $^{85}\text{Sr}=41100$, $^{106}\text{Ru}=12800$

WOW- 5° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI HLW



WOW PUT 2.0
(small transportable unit, safety approved)

PROCESSO:

Eseguito presso UNIPV-LENA

PROGETTO:

Trattamento di reflui radioattivi TE (**DOE-USA**);
Surrogati radioattivi che rappresentano l'eluente
del processo di scambio ionico di tecnezio
pianificato presso il sito di **Hanford**

PERIODO:

2017

ADVISORS:

UNIPV-LENA

AMEC FW (WOOD)

NPL National Metrology Ins. - UK

TYPE OF LIQUID RADWASTE:

HLW

(pH~12.6, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, CsNO_3 , KCl , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$,
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaOH , H_3BO_3 , NaCl , Na_2SiO_3 , NaNO_2 ,
+ radioisotopi)

WOW- 5° APPLICAZIONE REALE CON REFLUI HLW



WOW PUT 2.0
(small transportable unit, safety approved)

Condizioni e parametri sperimentali

Operazioni:	~36 litri for ~ 6 giorni; totale 214l; A conclusione, decontaminazione della macchina
Contaminanti (Bq/l)	^{137}Cs @ 6300, ^{99}Tc @ 1.9E+06
Fattore di concentrazione	12.2 (*)
Min DF puntuale	^{137}Cs=238000, ^{99}Tc=235000
Totale DF (*)	^{137}Cs=13900, ^{99}Tc=21300

WOW- 6° APPLICAZIONE REALE - DECONTAMINAZIONE MACCHINA “SCALED UP” WOW DEMO 1.0 @ SALUGGIA



Finishing: Decont. Agent application

PROCESSO:

Eseguito presso il deposito nucleare Sorin SSM di Saluggia (VC) – IT

PROGETTO:

Decontaminazione utilizzando Agenti decontaminanti WOW alla fine del progetto eseguito presso SORIN - Saluggia (3° APPLICAZIONE REALE)

PERIOD:

2017 – 2018

ADVISORS:

UNIPV-LENA

TIPOLOGIA DI CONTAMINAZIONE DA RIMUOVERE DALLE SUPERFICI:

LLW

(various sediments, sludge, carbonates, silica, salts, biol. elements, radioisotopes)

WOW- 6° APPLICAZIONE REALE - DECONTAMINAZIONE MACCHINA "SCALED UP" WOW DEMO 1.0 @ SALUGGIA



Finishing: Removal efficiency with oxide



Finishing: A few residual liquids

Operazione:	Processo di lavaggio automatico + 20 giorni per finitura pulizia con Agente ZERO-PI + elettrolucidatura; terminato con il dispositivo totalmente contaminato e rilasciato senza radioactivity restrictions
Contaminanti (Bq/l)	^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am , ^{90}Sr , ^{226}Ra + CBR
Sludge residuo finale	Sludge = 20l Composto da acqua e Agente decontaminante
Efficienza di rimozione	$^{137}\text{Cs} \gg 60$, $^{60}\text{Co} \gg 400$, $^{241}\text{Am} \gg 51$, $\text{Sr} > 15$

* Dopo una singola applicazione dell' Agente Decontaminante

WOW - 7° APPLICAZIONE REALE – DECONTAMINAZIONE DI POZZETTI



Livanova (ex Sorin)
Deposito a Saluggia-IT

PROCESSO:

Eseguito da Livanova
Nuclear Repository of Saluggia (VC) - IT

PERIODO:

2018 - 2019 (in esecuzione)

PROGETTO:

Decontaminazione di 38 pozzetti di cemento
attraverso lavaggi con acqua
+ Agenti decontaminanti WOW
+ trattamento dei liquidi risultanti con il
processo WOW

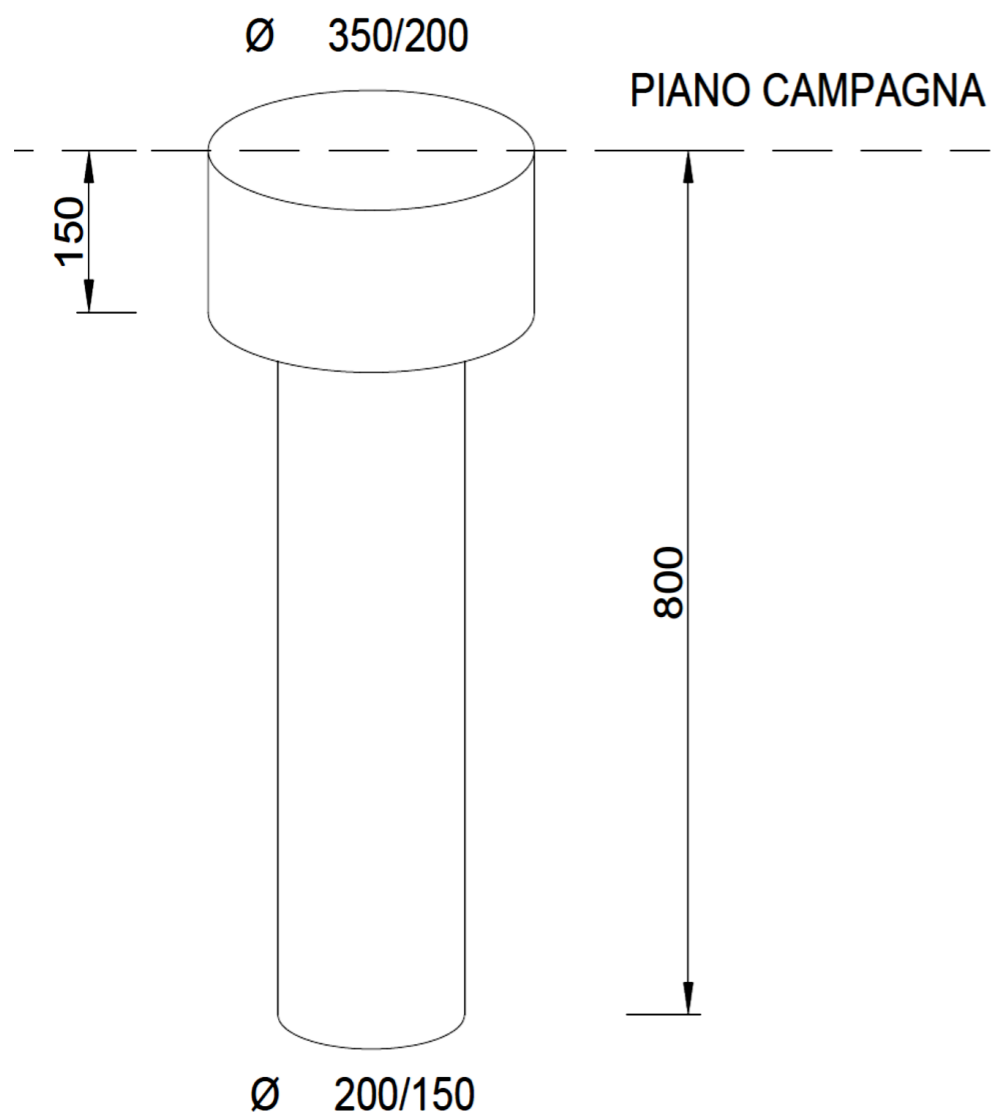
ADVISORS:

UNIPV-LENA
INTERNATIONAL ADVISOR
INAIL

TIPOLOGIA DI CONTAMINAZIONE DA RIMUOVERE DALLE SUPERFICI:

ILW
(sedimenti, radioisotopi)

WOW 7° APPLICAZIONE REALE – DECONTAMINAZIONE DI POZZETTI



Dimensioni dei pozzetti per cui è prevista la decontaminazione a Saluggia-IT

Condizioni & Parametri sperimentali

Operazione:	Cicli di lavaggio con acqua e con agenti decontaminanti WOW; + successiva concentrazione delle acque di lavaggio tramite processo WOW
Contaminanti:	^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am , + CBR
Fango residuo finale	Volume Sludge stimato ~100L composto da acqua e agenti decontaminanti organici
Obiettivi di decontaminazione (Bq/cm ²)	$^{137}\text{Cs} < 0.37$, $^{60}\text{Co} < 0.37$, $^{241}\text{Am} < 0,1$, $^{90}\text{Sr} < 0.37$ oppure $\sum_{i=1}^n \frac{\text{Smear meas. of isotope } i}{\text{Smear limit of isotope } i} < 1$



E QUINDI? CONCLUSIONI

www.wowwater.eu

O.R.R. (Operational Readiness Review)

- O.R.R. (Operational **Readiness** Review) è stato completato con casi reali, inclusi i casi reali in scala.
 - Le tecnologie WOW sono mature e pronte per essere implementate su commesse relative a progetti reali (**T.R.L. = 9**).
- Le prestazioni e i vantaggi della tecnologia WOW superano i requisiti standard per il trattamento dei liquidi radioattivi LLW, ILW e HLW nonché per la decontaminazione dei dispositivi radioattivi.



WOW NUCLEAR Srl

Contatti:

Adriano Marin

Tel. Ufficio: +39 0429 600053

Cell: +39 393 3358471

Email: *adriano.marin@wowwater.eu*

Tullio Scanferla

Cell: +39 392 785 2715

Email: *tullio.scanferla@wowwater.eu*

www.wowwater.eu



ISO 9001:2015 Approved