

# Caso Crotona: Report sulle concentrazioni di inquinanti e criteri di scelta delle tecniche di bonifica ex siti industriali

di Ing. Natale G. Calabretta

Il territorio di Crotona è stato caratterizzato dalla presenza della grande industria che, per oltre 70 anni, ha permeato il tessuto sociale, storico ed economico della città e per certi versi dell'intera Calabria, dell'intero Sud Italia.

Insediatasi negli anni venti del secolo scorso a nord dell'area urbana, la Società Pertusola Sud, allora Pertusola Mining Limited, ha garantito un consistente processo di industrializzazione ed ha conferito a Crotona il ruolo di polo industriale del Mezzogiorno, una vera e propria anomalia positiva rispetto ad un contesto, quello del mezzogiorno, caratterizzato da emigrazione e disoccupazione.

Ma con la chiusura degli impianti e la dismissione dell'industria sono emerse una serie di problematiche ambientali che, dal 1999, hanno assunto la connotazione di vera e propria "bomba ecologica".

## Bonifica sito Pertusola

L'area su cui ricade lo stabilimento di Pertusola Sud S.p.A. ha un'estensione territoriale di oltre 47 ettari ed è ubicato a circa due km. a nord-ovest dal centro abitato di Crotona, su un terreno che degrada verso il mare.

Lo stabilimento Pertusola, operativo per circa settanta anni, produceva principalmente zinco attraverso il processo di trattamento termico delle blende, materiali costituiti quasi prevalentemente da solfuro di zinco. L'industria produceva, altresì, acido solforico, cadmio, germanio, indio, solfato di piombo, malte argentifere e scorie metallurgiche.

L'attività di lavorazione avviata da Pertusola Sud nel 1928 e conclusa nel 1999 presentava notevoli problematiche riguardo allo smaltimento delle ferriti di zinco: la quantità di ferriti che si produceva come scoria per ogni tonnellata di prodotto finito nonché la quantità di metalli pesanti presenti nelle ferriti stesse costituivano materiale ad altissimo potenziale inquinante.

Proprio per il livello di inquinamento prodotto, già nel settembre 2001 con decreto ministeriale n. 468 intitolato «*Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale*», veniva individuato il sito di Crotona - Cassano allo Jonio - Cerchiara e dichiarato *sito di interesse nazionale* (SIN) da sottoporre ad attività di bonifica di aree industriali dismesse, della fascia costiera contaminata da smaltimento abusivo di rifiuti industriali e del relativo specchio di mare, di discariche abusive.

Successivamente con decreto ministeriale 26 novembre 2002, veniva definito il perimetro del sito che si estende sulla terraferma per circa 530 ha e altri 1.452 ha a mare; di questi, 132 ha sono d'area portuale.

Quindi la perimetrazione del sito delimita «*un territorio molto vasto, nel quale sono incluse:*

- A) *due aree industriali della ex Montedison e della ex Pertusola;*
- B) *discariche in località Tufolo e Farina;*
- C) *fascia costiera prospiciente la zona industriale, compresa tra la foce del fiume Esaro a sud e quella del fiume Passovecchio a nord;*
- D) *due aree, ubicate nei comuni di Cassano allo Jonio e di Cerchiara Calabria come siti di smaltimento abusivo di rifiuti industriali».*

## La situazione attuale

Per quanto riguarda lo stato dell'arte del sito di Pertusola occorre precisare che è terminata la fase dell'abbattimento delle strutture e dei reparti di produzione di recente è iniziata una fase di scotico e ricomposizione topografica su circa 2 ettari. Le demolizioni permetteranno di liberare le aree in modo da procedere, solo successivamente, alla bonifica dei suoli.

In tale ambito è opportuno precisare che, considerata la complessità della vicenda, le attività di decommissioning non possono essere qualificate come attività di bonifica ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/06. Si tratta quindi di interventi complessi, articolati in più fasi. In particolare il Piano Esecutivo di Decommissioning del sito Pertusola Sud di Crotona prevede 3 STEP, considerando appunto l'estensione (48 ha) e la complessità del sito.

La sentenza n. 2535 del 2012, del Tribunale di Milano, rappresenta un punto decisivo sia sulle responsabilità sia sui temi stessi del danno ambientale e della bonifica.

Un passaggio della sentenza recita appunto come sia... «*fornito di prova il fatto storico consistente nell'avvenuta dispersione e deposito di materiali di scarto, risultato della lavorazione industriale, c.d. ferriti*», nel *sito di interesse nazionale* presso il polo industriale di Pertusola Sud nonché in seno ad alcune aree limitrofe a detto polo, l'area litoranea riconducibile alla discarica a mare. E ciò nella misura in cui «*l'alterazione della composizione fisiologica dei terreni su cui insistono le aree suddette, sia riconducibile con alto tasso di probabilità eziologica, allo stoccaggio realizzato nel corso dell'attività produttiva*».

E ancora, sempre la sentenza citata, «*oltre ogni ragionevole dubbio, che l'esercizio di attività industriale da parte della convenuta società Syndial SPA abbia integrato delle violazioni di norme specifiche di legge poste a tutela del bene ambiente, e che tali violazioni risultino essere determinanti ai fini della imputazione di un titolo di colpa specifica in capo alla suddetta convenuta*».

Posto che in sede stragiudiziale lo Stato e Syndial S.p.A. hanno stipulato un accordo relativo ad un piano di bonifica dei luoghi colpiti dai fenomeni inquinanti, denominato " Piano Operativo di Bonifica" (POB) e che tale piano risulterebbe contenere le misure necessarie e congrue al fine di rimuovere integralmente e definitivamente le conseguenze dannose ascrivibili all'attività inquinante posta in essere da Pertusola Sud, il giudice milanese ha condannato Syndial S.p.A. a dare corretta esecuzione al POB concordato con la Presidenza del Consiglio, Ministero Ambiente e Commissario delegato; condannato Syndial a pagare alla Presidenza del Consiglio, al Ministero Ambiente ed al Commissario delegato la somma complessiva di Euro 56.200.000,00; rigettato le domande risarcitorie della Regione Calabria per non aver provato il danno.

Quindi il risarcimento del danno ambientale non può e non deve essere confuso con l'azione di bonifica.

Da qui deve prendere il via, con grande chiarezza, trasparenza e determinazione la discussione che deve vedere tutti impegnati nella realizzazione di quei progetti e programmi che partendo dal risanamento ambientale e dalla tutela della salute creino occasione di nuovo lavoro con insediamenti ecosostenibili capaci di creare nuovo sviluppo e nuova economia.

Il punto di svolta delle azioni di bonifiche nel territorio di Crotone è rappresentato dal D.Lgs. 23 dicembre 2013 n. 145, vigente al 7/5/2014 il quale inserisce l'Art.252-bis: "Siti inquinati nazionali di preminente interesse pubblico per la riconversione industriale". In particolare è previsto al comma 1: "il Ministro dell'Ambiente e il Ministro dello Sviluppo Economico, di intesa con la Regione territorialmente interessata e, per le materie di competenza... possono stipulare Accordi di Programma con uno o più proprietari di aree contaminate o altri soggetti interessati ad attuare progetti integrati di messa in sicurezza o bonifica... in siti di interesse nazionale individuati entro il 30 aprile 2007 ai sensi della L. 9 dicembre 1998, n.426..."

A seguito di contatti e incontri con ENI Syndial, riteniamo degno di approfondimento tale percorso, alla luce anche di altre esperienze sul territorio nazionale già realizzate, ad es. il sito di Massa Carrara, per il quale si è proceduto con Protocollo di Intesa.

Nel medesimo Decreto viene prevista la nomina di un Commissario incaricato di gestire i 56,2 milioni di Euro destinati alla riparazione del danno ambiente nel SIN di Crotone che a seguito di interessi e rivalutazioni sono diventati circa 70 milioni. La proposta, così come previsto dal dettato normativo, dovrebbe essere fatta su proposta del Ministro dell'Ambiente e ratificata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Riteniamo decisivo il ruolo del Commissario alla luce delle funzioni che sarà chiamato a svolgere sul nostro territorio. Per tali motivi sarebbe opportuno avviare un confronto tra Ministero e Regione per far sì che questo ruolo sia ricoperto da una professionalità di alto spessore culturale e scientifico, che conosca bene la reale situazione del sito in questione e che dia garanzie per la concreta attuazione di quanto previsto dalla sentenza, nell'interesse del territorio.

Per quanto riguarda lo stabilimento ex Fosfotec, anch'esso avviato negli anni '20 e confinante con i suddetti stabilimenti Pertusola Sud e Montedison e quindi facente parte integrante del Polo industriale di Crotone, la sua produzione, interrotta nel giugno 1993, riguardava l'acido fosforico.

Lo stabilimento ex Agricoltura ebbe il picco di produttività di fertilizzanti complessi per tutto il decennio degli anni settanta. Oggi le aree sono state dismesse.

Consistenti residui di lavorazione sono state interrate lungo la fascia costiera e precisamente presso la discarica ex Fosfotec in località Farina – Trappeto e ex Pertusola in località Armeria.

Dalle analisi eseguite si è evidenziato un livello di contaminazione estremamente elevato in quasi la totalità dei campioni per quanto riguarda l'Antimonio, l'Arsenico, il Cadmio, il Vanadio, il Piombo, il Rame e lo Zinco.

Riteniamo anche in questo caso necessario un ulteriore approfondimento sul POB presentato al Ministero da ENI Syndial che prevede due ipotesi.

Le discariche a mare:

- ex Fosfotec (Farina Trappeto)
- ex Pertusola (Armeria)

Le aree su cui insistono le discariche, di proprietà Syndial S.p.A., sono antistanti gli stabilimenti industriali ex Pertusola ed Ex Fosfotec (oggi anch'essi Syndial S.p.A.) e sono di seguito illustrate.

- Discarica ex Pertusola – superficie totale 45000 mq  
volume dei rifiuti stimato per difetto ca. 254000 mc;
- Discarica ex Fosfotec – superficie totale 34000 mq  
volume dei rifiuti stimato per difetto ca. 207000 mc.

Le analisi eseguite hanno accertato la presenza di contaminazione da metalli; dai campioni prelevati, infatti, sono emersi valori di pH altamente alterati e valori da concentrazioni di metalli molto al di sopra rispetto ai limiti imposti dalle tabelle di riferimento (D.Lgs 152 del 2006).

I metalli riscontrati all'interno delle matrici solide e nelle acque di falda sono: Antimonio (Sb); Arsenico (As); Berillio (Be); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo Totale (Cr TOT); Cromo Esavalente (Cr VI); Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn); Manganese (Mn); Idrocarburi: Hc < 12.

Da questo elenco si evidenzia, fra gli altri, a causa della sua particolare pericolosità per l'ambiente e per l'uomo, la presenza del Cromo Esavalente che in alcuni casi supera le concentrazioni limite.

Si evidenzia comunque un livello di contaminazione estremamente elevato in quasi la totalità dei campioni per l'Antimonio, l'Arsenico, il Cadmio, il Vanadio, il Piombo, il Rame e lo Zinco." È bene ricordare che il cadmio è una sostanza cancerogena di Classe 1A (IARC), l'arsenico di Classe 2° e il piombo è una sostanza tossica per ciclo riproduttivo.

#### Concentrazioni inquinanti

I numeri sono numeri e le informazioni racchiuse nelle tabelle parlano da sole.

Non è necessario alcun commento.

### AREA EX-PERTUSOLA

#### 1. Inquinamento Suolo

Elenco superamenti CSC (CONCENTRAZIONE SOGLIA CONTAMINANTE) previste dal D.Lgs. 152/2006 per i suoli di uso industriale.

**Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante**

Analita al suolo	CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) (mg/kg)	CONCENTRAZIONI MEDIE (mg/kg)
PIOMBO	1000	6756.95
CADMIO	15	711.42
IDROCARBURI C>12	750	2942
RAME	600	1230.31
ZINCO	1500	16769.1
ARSENICO	50	400.33
MERCURIO	5	86.21
VANADIO	250	1660

3

**Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC**

Analita al suolo	Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)
PIOMBO	45.27 volte il limite.
CADMIO	1448.86 volte il limite.
IDROCARBURI C>12	8.4 volte il limite.
RAME	4.68 volte il limite.
ZINCO	53.34 volte il limite.
ARSENICO	53.64 volte il limite.
MERCURIO	67.00 volte il limite.
VANADIO	12.26 volte il limite.

#### 2. Inquinamento falda

Captazione piezometri Area Ex Pertusola: Superamenti delle CSC previste dal D.Lgs. 152/2006 per le acque di falda.

**Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante**

ANALITA in falda	CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) (µg/l)	CONCENTRAZIONI MEDIE (µg/l)
MANGANESE	50	70406.2
NITRITI	500	8508.33
1,1,2 - TRICLOROETANO	0.2	70.65
CADMIO	5	3988.44
PIOMBO	10	1387.5

ZINCO	3000	1859600
ARSENICO	10	75.66
FERRO	200	701400
MERCURIO	1	166
SOLFATI	250000	347000
IDROCARBURI TOTALI	350	610

Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC

Analita in falda	Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)
1,1,2 - TRICLOROETANO	6.5 volte il limite
CADMIO	2360 volte il limite
PIOMBO	490 volte il limite
MANGANESE	2420 volte il limite
ZINCO	390 volte il limite
ARSENICO	12.4 volte il limite
FERRO	7000 volte il limite
MERCURIO	166 volte il limite
SOLFATI	1.38 volte il limite
NITRITI	33.1 volte il limite
IDROCARBURI TOTALI	1.7 volte il limite

AREA EX AGRICOLTURA

1. Inquinamento Suolo

Elenco superamenti CSC previste dal D.Lgs. 152/2006 per i suoli di uso industriale  
Sondaggi a campione nel sito di interesse.

4

Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante

ANALITA al suolo	CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) (mg/kg)	CONCENTRAZIONI MEDIE (mg/kg)
IDROCARBURI C>12	750	1567
CADMIO	15	56.52
BENZO(a)PIRENE	10	11.4
BENZO(a)ANTRACENE	10	13.7
INDEO(1,2,3-c,d)PIRENE	5	7.45
BENZO(k)FLUORANTENE	10	10.5
ZINCO	1500	1726.33
ARSENICO	50	204.7
POLICLOROBIFENILE	5	50.3
MERCURIO	5	9.07

Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC

Analita al suolo	Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)
IDROCARBURI C>12	2.08 volte il limite
CADMIO	7.6 volte il limite
BENZO(a)PIRENE	1.14 volte il limite
BENZO(a)ANTRACENE	1.37 volte il limite
INDEO(1,2,3-c,d)PIRENE	1.81 volte il limite
BENZO(k)FLUORANTENE	1.05 volte il limite
ZINCO	1.22 volte il limite
ARSENICO	21.6 volte il limite
POLICLOROBIFENILE	1.75 volte il limite
MERCURIO	2.6 volte il limite

2. Inquinamento falda

Superamenti delle CSC previste dal D.Lgs. 152/2006 per le acque di falda.

**Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante**

ANALITA in falda	CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) ( $\mu\text{g/l}$ )	CONCENTRAZIONI MEDIA ( $\mu\text{g/l}$ )
TETRACLOROETILENE	1.1	31.1
1,1,2,2 - TETRACLOROETANO	0.05	1.101
1,1,2 - TRICLOROETANO	0.2	2.46
1,2 - DICLOROETANO	3	30.26
BROMODICLOROMETANO	0.17	1.92
FLUORURI	1500	3718
TRICLOROMETANO (CLOROFORMIO)	0.15	2.77
CADMIO	5	145.32
PIOMBO	10	13
SELENIO	10	43.5
ARSENICO	10	28.45
NITRITI	500	6266.17
ALLUMINIO	200	223
BENZENE	1	217
FERRO	200	10770
IDROCARBURI TOTALI	350	462
MANGANESE	50	1096.7
SOLFATI	250000	666357
p - XILENE	10	26
TOLUENE	15	139
ZINCO	300	21495

5

**Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC**

Analita in falda	Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)
TETRACLOROETILENE	28.27 volte il limite
1,1,2,2 - TETRACLOROETANO	20.2 volte il limite
1,1,2 - TRICLOROETANO	33.85 volte il limite
1,2 - DICLOROETANO	33.66 volte il limite
BROMODICLOROMETANO	11.29 volte il limite
FLUORURI	5.73 volte il limite
TRICLOROMETANO (CLOROFORMIO)	45.13 volte il limite
CADMIO	76.6 volte il limite
PIOMBO	1.3 volte il limite
SELENIO	4.35 volte il limite
ARSENICO	6.32 volte il limite
NITRITI	25.53 volte il limite
ALLUMINIO	1.11 volte il limite
BENZENE	217 volte il limite
FERRO	108 volte il limite
IDROCARBURI TOTALI	1.32 volte il limite
MANGANESE	74.02 volte il limite
p - XILENE	2.6 volte il limite
TOLUENE	9.26 volte il limite
ZINCO	10.12 volte il limite
SOLFATI	4.5 volte il limite

AREA EX FOSFOTEC

1. Inquinamento Suolo

Elenco superamenti CSC previste dal D.Lgs. 152/2006 per i suoli di uso industriale  
Sondaggi a campione nel sito di interesse.

**Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante**

<b>ANALITA al suolo</b>	<b>CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) (mg/kg)</b>	<b>CONCENTRAZIONI MEDIE (mg/kg)</b>
<b>ARSENICO</b>	<b>50</b>	<b>208,1</b>
<b>PIOMBO</b>	<b>1000</b>	<b>7725.33</b>
<b>IDROCARBURI TOTALI</b>	<b>750</b>	<b>1533.25</b>
<b>MERCURIO</b>	<b>5</b>	<b>30.40</b>
<b>ZINCO</b>	<b>1500</b>	<b>2837.2</b>
<b>CADMIO</b>	<b>15</b>	<b>45.51</b>

**Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC**

<b>Analita al suolo</b>	<b>Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)</b>
<b>ARSENICO</b>	<b>7.24 volte il limite</b>
<b>PIOMBO</b>	<b>16.3 volte il limite</b>
<b>IDROCARBURI TOTALI</b>	<b>3.4 volte il limite</b>
<b>MERCURIO</b>	<b>13.04 volte il limite</b>
<b>ZINCO</b>	<b>2.53 volte il limite</b>
<b>CADMIO</b>	<b>7.06 volte il limite</b>

2. *Inquinamento falda*

Superamenti delle CSC previste dal D.Lgs. 152/2006 per le acque di falda.

**Tabella di sintesi dei valori medi di inquinante**

<b>ANALITA in falda</b>	<b>CSC D.Lgs. 152/06 (Col. B, Tab. I, All. 5, Tit. V) (µg/l)</b>	<b>CONCENTRAZIONI MEDIE (µg/l)</b>
<b>NITRITI</b>	<b>500</b>	<b>1933.33</b>
<b>SOLFATI</b>	<b>250</b>	<b>441.8</b>
<b>ARSENICO</b>	<b>10</b>	<b>60.08</b>

**Tabella di sintesi dei superamenti max di CSC**

<b>Analita in falda</b>	<b>Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)</b>
<b>NITRITI</b>	<b>8.72 volte il limite</b>
<b>SOLFATI</b>	<b>2.36 volte il limite</b>
<b>ARSENICO</b>	<b>13.2 volte il limite</b>

**Scelta delle tecniche di bonifica**

Dalle tabelle precedenti, si evince come l'inquinamento dell'ex area industriale di Crotone (Ex Pertusola, Ex Agricoltura, Ex Fosfotec) ha componente prevalentemente inorganica in termini quantitativi più che qualitativi e con alte e altissime concentrazioni di metalli e elementi derivanti dalla lavorazioni metallurgiche ferrose e non ferrose meno evidenti sono i superamenti dei contaminanti organici, nella matrice suolo che però rivestono un peso importante, insieme ai contaminanti inorganici, nelle acque di falda.

**TABELLA DI SINTESI GENERALE dei superamenti max di CSC - Tabelle precedenti – Matrice suolo**

<b>Analita al suolo</b>	<b>Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)</b>
<b>INORGANICI</b>	
<b>CADMIO</b>	<b>1448.86 volte il limite</b>
<b>ZINCO</b>	<b>53.34 volte il limite</b>

ARSENICO	53.64 volte il limite
PIOMBO	45.27 volte il limite
RAME	4.68 volte il limite
MERCURIO	23.4 volte il limite
VANADIO	12.26 volte il limite
<b>ORGANICI</b>	
BENZO(a)PIRENE	1.14 volte il limite
BENZO(a)ANTRACENE	1.37 volte il limite
INDEO(1,2,3-c,d)PIRENE	1.81 volte il limite
BENZO(k)FLUORANTENE	1.05 volte il limite
IDROCARBURI C>12	8.4 volte il limite
POLICLOROBIFENILE	1.75 volte il limite

**TABELLA DI SINTESI GENERALE dei superamenti CSC - Tabelle precedenti – Matrice falda**

<b>Analita in falda</b>	<b>Superamento massimo rispetto alla Concentrazione Soglia Contaminante (D.L. 152/2006)</b>
<b>INORGANICI</b>	
PIOMBO	490 volte il limite
ZINCO	390 volte il limite
FERRO	7000 volte il limite
MERCURIO	166 volte il limite
MANGANESE	2420 volte il limite
ALLUMINIO	1.11 volte il limite
CADMIO	2360 volte il limite
SELENIO	4.35 volte il limite
ARSENICO	13.2 volte il limite
NITRITI	33.1 volte il limite
SOLFATI	4.5 volte il limite
FLUORURI	5.73 volte il limite
<b>ORGANICI</b>	
TETRACLOROETILENE	28.27 volte il limite
1,1,2,2 - TETRACLOROETANO	20.2 volte il limite
1,1,2 - TRICLOROETANO	33.85 volte il limite
1,2 - DICLOROETANO	33.66 volte il limite
BROMODICLOROMETANO	11.29 volte il limite
TRICLOROMETANO (CLOROFORMIO)	45.13 volte il limite
BENZENE	217 volte il limite
IDROCARBURI TOTALI	1.32 volte il limite
p - XILENE	2.6 volte il limite
TOLUENE	9.26 volte il limite

7

Tali caratteristiche di contaminazione della matrice “suolo – falda” ha necessità di appropriate tecniche di bonifica, spesso non univocamente definite, per le quali è necessario prevedere e progettare alternanze e sovrapposizioni di varie tecniche di bonifica all’interno di una matrice spazio-tempo di interesse: dove per spazio si intende il “sito contaminato” e per tempo si intendono i “tempi di performance attesi”.

Nel mondo dell’ingegneria ambientale esistono software complessi che permettono di valutare, tra le altre considerazioni, la più efficace tecnica di bonifica, in termini di performance e tempistica, in funzione delle caratteristiche geologiche del terreno o dei sedimenti contaminati e di profondità di falda oltre che delle caratteristiche chimiche e delle concentrazioni dei contaminanti.

In alcuni casi questi software permettono di analizzare e sviluppare progettazioni di massima in merito alla sicurezza e la logistica di cantiere in base anche alla posizione del sito contaminato, alla vicinanza ai centri abitati, ai collegamenti infrastrutturali da questo usufruibili per la movimentazione di materiale in allontanamento e mezzi e materiali in appressamento.

Nel nostro caso e per lo scopo della presente trattazione, risulta utile e di immediata comprensione, l’analisi della “Matrice di screening delle tecnologie di bonifica” pubblicata dall’ Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida>.

La griglia di screening pubblicata dall' ISPRA mette in relazione la tecnica di bonifica con il contaminante o la tipologia di contaminanti (organici, inorganici) presenti sia nella matrice suolo / sedimenti e nella matrice acque superficiali e sotterranee.

In oltre, la tabella di screening ISPRA, una volta scelta la tecnica di bonifica ne valuta la performance in termini di tempo, manutenzione (quindi costi) e impatto ambientale.

Dalla semplice lettura, quindi, delle tabelle di SINTESI GENERALE dei contaminanti presenti nel suolo e nelle acque sotterranee dell'ex-sito industriale di Crotone, (riportate sopra) è facile individuare la tipologia preponderante delle specie inquinanti e quindi, attraverso l'incrocio di queste informazioni sulla tabella di screening, è possibile individuare le tecniche di bonifica del suolo e della falda che garantiscono la migliore efficienza in termini di decontaminazione, tempi, costi e impatto ambientale.

Nel caso Crotone, dalle tabelle di SINTESI GENERALE è possibile immediatamente notare come le specie inquinanti più pesantemente contaminanti sia al suolo che in falda, siano d'origine inorganica e provenienti dal ciclo di lavorazione della metallurgia non ferrosa chimica industriale (così detta "pesante"), quali: PIOMBO, ZINCO, FERRO, MERCURIO, MANGANESE, ALLUMINIO, CADMIO, SELENIO, ARSENICO, NITRITI, SOLFATI, FLUORURI.

Dalla matrice di screening ISPRA si legge che in corrispondenza della prima colonna di composti inquinanti (composti inorganici), risultano avere valutazione complessivamente, se non addirittura completamente positiva le seguenti tecniche di bonifica:

- Phytoremediation;
- Soil Flushing in situ;
- Solidificazione / Stabilizzazione;
- Estrazione chimica ex situ;
- Soil washing ex situ;
- Copertura superficiale (Capping);
- Scavo e smaltimento in discarica.

TECNICHE DI BONIFICA	INQUINANTI INORGANICI						
	Arsenico	Cadmio	Cromo	Piombo	Mercurio	Zinco	Altro
Phytoremediation							
Soil Flushing in situ							
Solidificazione / Stabilizzazione							
Estrazione chimica ex situ							
Soil washing ex situ							
Copertura superficiale (Capping)							
Scavo e smaltimento in discarica							

8

Ritornando all'analisi della matrice di screening, si considerano quindi, le prestazioni delle tecniche selezionate in base alla migliore efficacia per la bonifica di inquinanti inorganici tipici dei siti inquinati Ex Pertusola, Ex Agricoltura, Ex Fosfotec sulla scorta dei Tempi, Necessità di manutenzione / monitoraggio a lungo termine ed Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali:

TECNICHE DI BONIFICA	PARAMETRI		
	Tempi	Necessità di manutenzione / monitoraggio a	Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali

		lungo termine	
<b>Phytoremediation</b>			
<b>Soil Flushing in situ</b>			
<b>Solidificazione / Stabilizzazione</b>			
<b>Estrazione chimica ex situ</b>			
<b>Soil washing ex situ</b>			
<b>Copertura superficiale (Capping)</b>			
<b>Scavo e smaltimento in discarica</b>			

Si nota come ogni tecnica di bonifica ha i suoi punti di forza e di debolezza nei tre ambiti performativi che esulano dalla efficacia strettamente legata alla ingegneria della bonifica del sito contaminato.

Dando approssimativamente, ai tre parametri, pari peso, le migliori prestazioni, se pur non esaltanti, risultano essere quelle della Phytoremediation, Solidificazione / Stabilizzazione (pseudo – bonifica) e dello Scavo e smaltimento in discarica.

Le peggiori sono, invece, relative alle tecniche di Soil Flushing in situ, Estrazione chimica ex situ e Copertura superficiale (Capping) (pseudo – bonifica).

Simili considerazioni possono essere fatte per ciò che riguarda la contaminazione in falda.

Anche in questo caso, dalla TABELLA DI SINTESI GENERALE degli analiti in falda, riportata all'inizio di questo capitolo, si deduce come la contaminazione più significativa riguardi elementi di tipo inorganico, pertanto dalla matrice di screening ISPRA si legge che in corrispondenza dei composti inquinanti inorganici, risultano avere valutazione complessivamente positiva le seguenti tecniche di bonifica:

- Pump and treat;
- Scambio ionico.

TECNICHE DI BONIFICA	INQUINANTI INORGANICI						
	Arsenico	Cadmio	Cromo	Piombo	Mercurio	Zinco	Altro
<b>Pump and treat</b>							
<b>Scambio ionico</b>							

Come fatto in precedenza con le tecniche di bonifica delle matrici suolo, anche per le tecniche di decontaminazione proprie delle acque di falda, la lettura della tabella di screening, permette l'analisi delle prestazioni delle tecniche selezionate in base alla migliore efficacia per la bonifica di inquinanti inorganici tipici dei siti inquinati dell'ex sito industriale di Crotona sulla scorta dei Tempi, Necessità di manutenzione / monitoraggio a lungo termine ed Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali:

TECNICHE DI BONIFICA	PARAMETRI		
	Tempi	Necessità di manutenzione / monitoraggio a lungo termine	Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali
Pump and treat			
Scambio ionico			

È facile riscontrare come nessuna delle tecniche selezionate abbia buone prestazioni in termini di costi (intesi come costi derivanti dai lunghi tempi di trattamento e dalle applicazioni manutentive dell'impianto) e in termini di impatto ambientale.

Nell'ambito della progettazione del Piano Operativo di Bonifica proposto da Syndial S.p.A. per i siti inquinati Ex Pertusola, Ex Agricoltura, Ex Fosfotec, sono state presentate altre tecniche di bonifica all'interno di una progettazione sperimentale e pre-attuativa non presenti nella rassegna fin ora esposta.

Tali tecniche, infatti, non soddisfano in alcun modo i criteri di scelta di massima efficienza disinquinante adottati per l'analisi delle tecnologie descritte.

Tali tecniche sono:

- EKRT (Electro Kinetic Remediation Technology);
- ENA (Enhanced Natural Attenuation).

Di queste si riportano le valutazioni di efficienza disinquinante secondo la matrice di screening ISPRA in relazione ai composti inorganici e rispettivamente sulle matrici di applicazione (suolo e falda) delle due tecniche.

10

TECNICHE DI BONIFICA	INQUINANTI INORGANICI						
	Arsenico	Cadmio	Cromo	Piombo	Mercurio	Zinco	Altro
EKRT (suolo)							
ENA (falda)							

Anche in questo caso, per le tecniche di decontaminazione sopra descritte e proposte da Syndial S.p.A. nel POB, l'osservazione della tabella di screening, permette l'analisi delle prestazioni delle tecniche selezionate in base alla migliore efficacia per la bonifica di inquinanti inorganici tipici dei siti inquinati dell'ex sito industriale di Crotona sulla scorta dei Tempi, Necessità di manutenzione / monitoraggio a lungo termine ed Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali:

TECNICHE DI BONIFICA	PARAMETRI		
	Tempi	Necessità di manutenzione / monitoraggio a lungo termine	Impatti a breve e lungo termine sulle risorse naturali
EKRT (suolo)			

<b>ENA (falda)</b>			
------------------------	---	--	---

 = Il livello di efficienza dipende dallo specifico contaminante, dalle condizioni sito specifiche e dalla progettazione

È facile riscontrare come nessuna delle tecniche descritte abbia buone prestazioni in termini di costi (intesi come costi derivanti dai lunghi tempi di trattamento e dalle applicazioni manutentive dell'impianto), d'altra parte il buon riscontro della tecnologia ENA e in termini di impatto ambientale fa il paio con l'indeterminatezza associata ai tempi rendendola pertanto inapplicabile.

### Conclusioni

Quindi il ragionamento che prosegue dalla comprensione di quanto fin qui esposto dovrebbe indurre alla scontata conclusione che, una volta in possesso di semplici nozioni tecniche accompagnate da una assoluta e radicale conoscenza dei reali livelli di inquinamento del nostro territorio, la scelta di una strategia per il risanamento ambientale non presenta difficoltà tecniche o insormontabili vuoti di conoscenza: no, tutto appare logico e consequenziale nella impostazione della risoluzione del problema identificato come " il caso Crotone".

Ovviamente la logica sito specifica di progetto e la logistica di cantierizzazione hanno difficoltà ben maggiori ma non possono totalmente stravolgere i criteri alla base della scelta della tecnica di bonifica, che come si è dimostrato, sono a disposizione della comprensione e della conoscenza anche dei non tecnici.

È questo il criterio scientifico e lo spirito di servizio divulgativo di chi ha voluto creare una tabella di sintesi, come quella dell'ISPRA, che incroci le sostanze inquinanti e le tecniche di bonifica restituendo come responso un "emoticon", una faccina che ride, se la tecnica è efficace; una faccina triste, se la tecnica non è buona; una faccina che non sa, che c'è da discuterne e lavorarci un po' su.



Ecco tutto.

Un "emoticon" ... una faccina, quindi, non una analisi in vitro da sovrapporre a una serie di casistiche statisticamente ponderate; non curve o diagrammi da interpretare o serie numeriche da ridurre... nulla di tutto questo: delle "emoticons" (faccine) che immediatamente danno il senso e il significato di quanto quella complessa tecnica ingegneristica possa essere efficace nel disinquinare la terra o la falda da quel particolare inquinante.

E allora, c'è da chiedersi, se è tutto così ben codificato tanto da agevolare la conoscenza di problemi complessi ai tecnici e soprattutto ai non tecnici, cosa non ha funzionato nelle conoscenze di base degli esperti della città che avrebbero dovuto discutere delle travagliate sorti della bonifica dei siti inquinati di Crotone?

Ognuno risponda... perché può, ora può: dopo la lettura di questo articolo, tutti i crotonesi posseggono gli elementi per interessarsi con cognizione a quei processi decisionali sulla bonifica che spesso, nella storia recente di Crotone, si sono troppo incautamente delegati, perché creduti troppo complessi.

Ora, armati, come solo la cultura sa armare, si spera che tutti i cittadini di Crotone non si azzardino a sentirsi ingegneri ambientali ma che almeno sappiano di cosa si parla quando si parla di bonifica e soprattutto sappiano ben riconoscere una decisione progettuale di bonifica clamorosamente inefficace o dannosa, che coinvolge il territorio di Crotone e la vita dei crotonesi...; sappiano riconoscere una bonifica sbagliata, ideata da chi ha interesse a farlo nel silenzio di chi dovrebbe tutelare l'interesse del territorio.

Crotone, 2020

## Bibliografia

“Il caso Crotona” – Natale G. Calabretta – Crotona, Marzo 2020.

## Fonti

- Matrice di screening delle tecnologie di bonifica (ISPRA – Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare);
- Piano Operativo di Bonifica Vol. 4 (Relazione Tecnica) – Environ Italy s.r.l. per Syndial S.p.A. – Dicembre 2008;
- Specifica tecnica per la perimetrazione delle aree con possibile presenza di CIC Aree Syndial – SIN di Crotona - Environ Italy s.r.l. per Syndial S.p.A. – Febbraio 2010;
- Verifica delle interferenze tra le attività di messa a punto delle tecnologie di bonifica in situ e le aree oggetto di sequestro preventivo Stabilimento Ex-Pertusola – SIN di Crotona - Environ Italy s.r.l. per Syndial S.p.A. – Febbraio 2010;
- Progetto Operativo di Bonifica - Fase 2 - Aree di proprietà Syndial - Discariche fronte mare e aree industriali.
- Progetto per la messa in sicurezza della discarica fronte mare delle società Fosfotec s.r.l. e Agricoltura S.p.A. – Progetto esecutivo – Relazione tecnica generale;
- Intervento di messa in sicurezza discarica a mare – Relazione geomorfologica e geotecnica sulle indagini eseguite dalla Teknosonda s.r.l. di Lamezia Terme;
- Verbale della conferenza decisoria convocata presso il Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio in data 11 luglio 2007;
- Progetto di “Messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale dell’area industriale dello stabilimento Pertusola Sud nel Comune di Crotona – Proposta tecnica in risposta alla lettera del R.U.P. del 18/09/2006 (Prot. 13850) – Intervento di diaframmatatura e di capping superficiale - A.T.I. Fisia Italmobiliari S.p.A., Intercantieri Vittadello S.p.A., Teseco S.p.A., Impresa di costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A. – ottobre 2006;
- Progetto di “Messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale dell’area industriale dello stabilimento Pertusola Sud nel Comune di Crotona – Proposta tecnica in risposta alla lettera del R.U.P. del 18/09/2006 (Prot. 13850) – Allontanamento rifiuti in discarica esterna - A.T.I. Fisia Italmobiliari S.p.A., Intercantieri Vittadello S.p.A., Teseco S.p.A., Impresa di costruzioni Ing. E. Mantovani S.p.A. – ottobre 2006;
- Progetto esecutivo per la messa in sicurezza della discarica Pertusola – I° lotto – novembre 1996;
- Progetto esecutivo per la messa in sicurezza della discarica Pertusola – II° lotto – 1998;
- Progetto di “Recupero ambientale dell’area adibita a smaltimento rifiuti solidi inerti in loc. zona industriale – Geom. B. Faga – 24/11/1998;
- “Relazione Tecnica” (discarica ex Pertusola) – risposte alle considerazioni espresse dalla ASSL 5 Crotona – Ing. S. Ciampicacigli – Ottobre 1998;
- “Considerazioni sull’idrogeologia dell’area di bonifica discarica a mare” (discarica ex Pertusola) – Dott. Geol. G. Pirillo – 17/10/98;
- “Intervento di bonifica discarica a mare” (discarica ex Pertusola) – Progetto esecutivo - Relazione Geologica - Dott.ssa E. Fornasari, Ing. S. Ciampicacigli – novembre 1996.