

# Comune di Crotone

## Servizio Ambiente - Settore 3

Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA).  
S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara

Data: Aprile 2017

Elaborato /Tavola: A

Scala:

Progetto di fattibilità tecnico ed economica

N°	AGGIORNAMENTI	DATA

Contenuto degli Elaborati


Relazione tecnico-illustrativa

PROGETTISTA



RUP




	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 1 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

## Sommario

---

1. Premessa .....	2
2. Contenuti della progettazione di fattibilità tecnica ed economica .....	2
3. Documentazione di riferimento .....	3
4. Inquadramento del sito.....	4
4.1 Quadro geologico ed idrogeologico .....	5
4.2 Quadro ambientale .....	6
4.3.1 Indagini suoli.....	7
4.3.2 Indagini acque.....	9
4.3.4 Indagini 2009 .....	10
4.3.5 Quadro ambientale di sintesi .....	11
4.4 Radiometria.....	12
5. Scopo dell’intervento .....	13
6. Tecnica d’intervento .....	13
7. Elementi progettuali.....	15
8. Monitoraggio.....	16

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 2 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

## 1. Premessa

L'Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di bonifica di interesse Nazionale di Crotone, Cassano e Cerchiara", è stato sottoscritto in data 16 febbraio 2011 tra il Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Regione Calabria, la Provincia di Crotone ed il Comune di Crotone.

Con Decreto Direttoriale prot. n. 5240/TRI/DI/G/SP del 05/09/2014, il Ministero dell’Ambiente ha impegnato risorse pari a € 1.200.000,00 a favore della Regione Calabria per la prosecuzione degli interventi di bonifica sul SIN di “Crotone Cassano Cerchiara”, con particolare riferimento alla necessità di realizzare e gestire una barriera idraulica in corrispondenza dell’area KROTON GRES 2000 ex Sasol, in sostituzione ed in danno del soggetto responsabile inadempiente. Il trasferimento delle risorse alla Regione Calabria è stato autorizzato dal MATTM con provvedimento prot. n. 507/STA del 11/11/2015.

In data 27/01/2015 si è riunito il "Comitato di Indirizzo e Controllo per la gestione dell' Accordo" che ha ridefinito la sezione attuativa dell'accordo su menzionato inserendo l'intervento "Bonifica delle acque di falda nell'area dell' Azienda KROTON GRES 2000" (ex Sasol) da realizzarsi in sostituzione e in danno del soggetto responsabile inadempiente per un importo complessivo di €1.200.000,00.


Il soggetto attuatore dell’intervento individuato è il Comune di Crotone che con delibera di Giunta Comunale n. 162 del 15/07/2016 si è sostituito ai sensi dell'art. 250 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. al soggetto inadempiente ed ha approvato lo schema di Convenzione regolante il finanziamento per l'attuazione dell'intervento "Bonifiche delle acque di falda nell'area dell'Azienda Kroton Gres 2000 (ex Sasol), da realizzare in sostituzione e in danno del soggetto responsabile inadempienti".

La convenzione rep.n.1368 del 10/10/2016 relativa all’Accordo di Programma “Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di bonifica di Interesse Nazionale di Crotone, Cassano e Cerchiara”, sottoscritto in data 16 febbraio 2011 e registrato alla Corte dei Conti in data 19/05/2011 Reg N.8 Fog. n.342 – Bonifiche delle acque di falda nell’area dell’Azienda Kroton Gres 2000 (ex Sasol) da realizzare in sostituzione ed in danno del soggetto responsabile inadempiente.

A seguito del fallimento della società “KROTON GRES 2000 Industrie Ceramiche srl” (Tribunale di Crotone procedimento n.15/2011), l’area è gestita dal curatore fallimentare Dott.Mario Antonini.

## 2. Contenuti della progettazione di fattibilità tecnica ed economica

La nuova disciplina in materia di appalti pubblici contenuta nel D.lgs. 50/2016, come modificata dal D.lgs. 56/2017, è entrata in vigore alle ore 22:00 del 19/04/2016 ed ha abrogato il Dlgs. 163/2006, senza che sia stato previsto alcun periodo transitorio.

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 3 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

L’art.23 del D.lgs. 50/2016 prevede che *“La progettazione in materia di lavori pubblici si articola, secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici, in progetto di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo e progetto esecutivo...”*

I contenuti dei diversi livelli progettuali sono definiti con apposito decreto del Ministro delle infrastrutture e trasporti, ad oggi non emanato; fino alla data di entrata in vigore di detto decreto, si continuano ad applicare le disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I l'articolo 216, comma 4 del DPR 207/2010. Quest’ultimo decreto non prevede la redazione di un progetto di fattibilità tecnica ed economica che si ritiene possa essere assimilato al progetto preliminare, i cui contenuti sono riportati agli artt.17÷23.

Allo stato, dunque, vista la nuova disciplina contenuta nel D.lgs. 50/2016 e constatata l’assenza del DM sui contenuti del progetto di fattibilità tecnica ed economica, si adotteranno i contenuti previsti per il progetto preliminare dal DPR 207/2010.

### 3. Documentazione di riferimento

Le informazioni poste a base del progetto in parola sono state reperite da documenti in possesso del Comune di Crotone:

- S.I.L.P.A. s.n.c. “Condea Augusta S.p.A. – Stabilimento di Crotone – Realizzazione di sondaggi geognostici attrezzati a piezometri – Relazione finale”, agosto 1996;
- S.I.L.P.A. s.n.c. “Condea Augusta S.p.A. – Stabilimento di Crotone – Realizzazione di tre nuovi sondaggi geognostici di cui uno attrezzato a piezometri – Relazione finale”, maggio 2000;
- S.I.L.P.A. s.n.c. “Sasol Italy S.p.A. – Crotone – Indagini geognostiche e relative prove di laboratorio”, maggio 2002 (due relazioni);
- S.I.L.P.A. s.n.c “Sasol Italy S.p.A. – Crotone – Prove di portata su n.2 piezometri all’interno dello stabilimento di Crotone”, luglio 2006;
- “Investigazione iniziale presso lo stabilimento SASOL di Crotone”, URS Italia, agosto 2006
- “Progetto di Messa in Sicurezza di Emergenza, stabilimento Sasol, S.S. 106 km. 247, Crotone”, Golder Associates, giugno 2009
- “Analisi di Rischio sito-specifica ai sensi del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo stabilimento KROTON GRES 2000 di Crotone”, Golder Associates, febbraio 2010



Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA)  
S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara

- Protocollo di valutazione dei risultati del monitoraggio di una barriera idraulica – Sito di Interesse Nazionale di Crotone” redatto dall’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nel Novembre 2010.

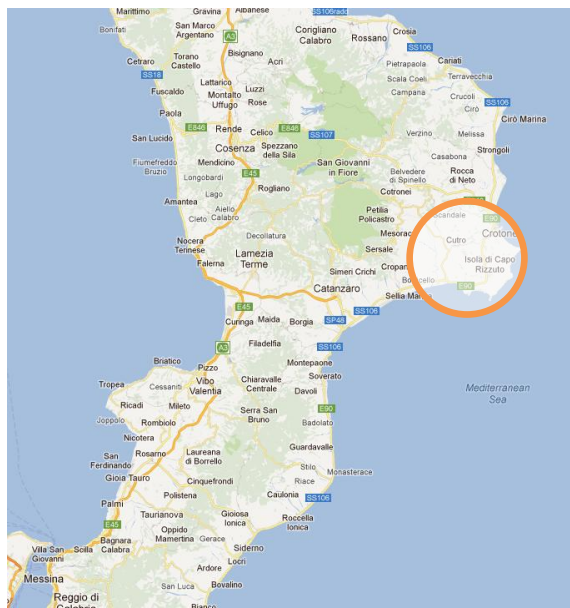
#### 4. Inquadramento del sito


Il Sito è ubicato lungo la SS n° 106 al km 247 a nord dell'abitato di Crotone, ed è compreso nella seguente cartografia:

- elemento 571104 "Crotone Stazione" della Carta Tecnica della Regione alla scala 1:10.000;
- tavola 238\_3\_NE "Stazione di Crotone" alla scala 1:10.000 (a cura della Cassa per il Mezzogiorno e Istituto Geografico Militare);

Il Sito ubicato all'interno delle area industriale del Comune di Crotone, confina a nord con l'ex stabilimento denominato "Agricoltura" ed a sud con l'area ex "Fosfotec, entrambe oggetto di interventi di bonifica dei suoli e delle acque di falda; ad est, oltre la linea ferroviaria, con la costa Ionica e a ovest, con la S.S. n° 106,

All'interno del Piano Regolatore Generale del Comune di Crotone l'area è classificata come "aree industriali dismesse od in via di dismissione da riqualificare (art.58)", come da tavola allegata.



	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 5 di 17
Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

## 4.1 Quadro geologico ed idrogeologico

Il Sito è incluso all'interno di un'area a prettamente pianeggiante, compresa tra circa 3 m e 6 m sul livello del mare ("s.l.m."), limitata a est dalla linea di costa e a ovest da rilievi collinari posti a circa 1,5 km dal Sito.

A sud del Sito è presente la foce del fiume Esaro ed a nord la foce del torrente Passovecchio.

L'assetto geologico, limitatamente all'area entro cui ricade il Sito, è formato da una coltre di depositi alluvionali e litorali del Pleistocene - Olocene, che costituiscono la pianura e che sono in contatto laterale con i depositi litorali recenti che formano la fascia costiera. I depositi del Pleistocene poggiano in discordanza sul substrato roccioso formato da depositi del Pliocene mediosuperiore, affioranti sui rilievi collinari posti a ovest del Sito.


L'assetto litostratigrafico del sottosuolo del Sito è desunto dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici realizzati a partire dal 1996 e sino al 2009 e riportati nella documentazione di riferimento.

Gli strati rinvenuti seguono la seguente successione di depositi (dall'alto verso il basso):

- alternanza di limo sabbioso-argilloso con sabbia limoso-argillosa a tratti debolmente cementata. In alcuni sondaggi sono inoltre stati riscontrati livelli di argilla limosa e limoso-sabbiosa. Questi depositi sono geneticamente legati all'attività fluviale per fenomeni di sedimentazione in acque a bassa energia di trasporto e alla sedimentazione entro bacini lacustri di retrospiaggia a carattere effimero;
- sabbia da fine a grossa e da debolmente limosa a limosa di colore marrone, con locali livelli di argilla e limo sabbioso a profondità comprese tra 15,5 m da .p.c. e 22 m da p.c.; si tratta di depositi di spiaggia formati nel corso dell'evoluzione della fascia litorale;
- argilla di colore grigio-azzurro; si tratta di depositi di ambiente marino.

L'assetto idrogeologico è caratterizzato da un acquifero di tipo libero costituito da depositi prevalentemente sabbiosi.

L'acquifero è confinato alla base dai depositi argillosi; verso l'alto e localmente l'acquifero è semiconfinato dai depositi a prevalente granulometria fine (limo e argilla) quando presenti al di sotto della superficie della falda. La base dell'acquifero è inclinata con debole immersione verso est ed è attestata tra -11,5 m s.l.m. e -18,5 m s.l.m. Il flusso della falda è orientato da ovest verso est in direzione della linea di costa dove le acque sotterranee entrano in contatto con le acque di infiltrazione marina. Le prove di permeabilità in foro realizzate nel 1996 entro i depositi sabbiosi

 <p>Comune di Crotone</p>	<p>A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica</p>	<p>Pagina 6 di 17</p>
<p>Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara</p>		

che costituiscono l'acquifero hanno fornito valori di conducibilità idraulica variabili da circa 5E-05 m/s a 9,7E-06 m/s.

## 4.2 Quadro ambientale

La Sasol ITALY SpA, precedente proprietario dell'area in esame, ha eseguito nel corso degli anni 1996, 2000 e 2002 tre campagne di indagini sulle matrici suolo, sottosuolo ed acque sotterranee, allo scopo di ottenere una caratterizzazione preliminare del sito ai sensi della normativa precedente (DM 471/99). Le indagini hanno riguardato:

- esecuzione di 12 sondaggi ed installazione in essi di piezometri, di cui probabilmente solo 7 tuttora esistenti, ubicati nelle seguenti aree:


1. sondaggio A, in prossimità dei serbatoi di idrossido di sodio;
2. sondaggi B e C, in prossimità dell'impianto di produzione zeoliti;
3. sondaggio E, in prossimità dell'impianto silicato;
4. sondaggio G, in prossimità dell'ex centrale termica;
5. sondaggio S, in prossimità dell'impianto allumina precipitata;
6. sondaggio T4, nell'area parcheggio.

- prelievo ed analisi chimica di campioni di terreno;
- prelievo ed analisi chimica di campioni di acqua di falda.

Nell'ambito dell'installazione dell'impianto allumina precipitata, in ottemperanza alle richieste della Regione Calabria e della Conferenza dei Servizi svoltasi il 5 luglio 2002 presso gli uffici del Commissario delegato per l'emergenza ambientale della Regione Calabria, la Sasol ha realizzato da giorno 11 al 30 luglio 2002 indagini in sito ed analisi chimiche su campioni di acqua e terreno prelevati.

Le indagini realizzate nell'area di interesse hanno compreso l'esecuzione di 5 sondaggi finalizzati al prelievo di campioni di terreno e una campagna di monitoraggio dai piezometri installati presso il Sito (fra cui S e T4, appena installati, e C, E e G). I risultati hanno evidenziato che:

- i campioni di terreno analizzati risultavano conformi ai Valori di Concentrazione Limite Accettabile ("VCLIA") per i siti ad uso industriale e commerciale ai sensi del DM 471/99;
- non sono stati rinvenuti rifiuti industriali interrati;

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 7 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- è presente uno strato di riporto superficiale di spessore compreso tra 1,3 m e 2,8 m costituito da materiali ghiaioso-sabbiosi;
- i campioni di acqua sotterranea prelevati dai piezometri installati in Sito sono risultati non conformi ai VCLA fissati dal DM 471/99 per i seguenti parametri: mercurio, fosforo, solfati e manganese.

Le indagini ambientali sopra descritte sono state realizzate dalla ditta S.i.l.p.a. snc di Crotone.

In considerazione, tuttavia, del fatto che queste indagini erano state effettuate con procedure e metodi analitici differenti da quelli stabiliti dalla normativa nazionale, per i risultati si fa riferimento al successivo piano di caratterizzazione a maglia 50 m x 50 m (UPdC"), approvato dal MATT, realizzato in collaborazione con ARPA.Cal.

La Sasol ha presentato nel luglio 2003 un nuovo PdC con maglia 50 m x 50 m per cui il MATT ha richiesto nel 2004 in sede di Conferenza dei Servizi, la presentazione di un documento integrativo. Le integrazioni (addendum al PdC) sono state presentate agli enti locali nell'aprile 2005 ed approvate con prescrizioni nella Conferenza dei Servizi decisoria del 19 luglio 2005. Le relative indagini sono state eseguite nell'estate 2005.

Le attività di caratterizzazione prevedevano l'esecuzione di 49 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 5 m dal p.c. e l'installazione di 5 piezometri di monitoraggio spinti fino a profondità variabili fra 16 e 24 m dal p.C., fino a intestazione nel livello di argilla di base dell'acquifero superficiale.

Le attività sono state realizzate dalla società URS Italia di Milano: 41 sondaggi e 4 piezometri sono stati eseguiti all'interno dello stabilimento, 8 sondaggi e un piezometro all'esterno dello stesso.

In totale sono stati analizzati 174 campioni di terreno e 12 campioni di acqua di falda.

Tutte le attività sono state realizzate conformemente alle linee guida dell'Allegato 2 all'ex DM 471/99.


Maggiori indicazioni riguardanti le modalità operative di realizzazione e installazione dei sondaggi e dei pozzi di monitoraggio sono riportate nella documentazione di riferimento.

#### 4.3.1 Indagini suoli

Sono stati complessivamente raccolti 169 campioni di terreno al fine di ricostruire il profilo verticale di contaminazione del sottosuolo, secondo il seguente programma di campionamento e secondo quanto indicato nel piano della caratterizzazione:

- Campione superficiale del terreno insaturo prelevato a circa 1 m di profondità;



	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 8 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- Campione intermedio prelevato a circa 3,5 m di profondità, in corrispondenza della fascia di oscillazione della falda;
- Campione profondo prelevato a circa 5 m di profondità;
- 2 ulteriori campioni a 10 e 15 m prelevati nei 5 sondaggi approfonditi fino a 16-24m per l'installazione dei piezometri.

Per ogni intervallo di campionamento sono state formate due aliquote: una per il laboratorio da sottoporre ad analisi chimiche e una conservata dal Committente per eventuali controanalisi, sigillata da Arpacal.

Oltre ai campioni sopra descritti, è stato eseguito il prelievo di 5 campioni di terreno superficiale (top soil), nei primi 10 cm in corrispondenza di cinque aree non pavimentate e/o asfaltate, per la ricerca di diossine e amianto. I campioni sono stati denominati in base al sondaggio/piezometro più vicino. Sulla base di questo criterio, le denominazioni dei campioni di top soil sono state le seguenti:


- TS1 (prelevato nelle vicinanze del sondaggio BH19);
- TS13 (prelevato nelle vicinanze del sondaggio BH13);
- TS15 (prelevato nelle vicinanze del sondaggio BH15);
- TS23 (prelevato nelle vicinanze del sondaggio BH23);
- TS17 (prelevato nelle vicinanze del piezometro MW5).

L'ARPA.Cal. ha inoltre provveduto al prelievo di ulteriori 15 campioni di terreno, fra cui anche un campione top soil (TS1).

Un campione aggiuntivo è stato prelevato nel sondaggio BH32 a 2,5 m di profondità su richiesta di ARPA.Cal. in corrispondenza di un livello potenzialmente contaminato.

I 174 campioni complessivi di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per la determinazione dei seguenti parametri:

- Metalli (Sb, As, Be, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, Ta, V, Zn, Al, Fe, Na, K, Mg);
- Inorganici (F, P04, CN);
- Idrocarburi Aromatici;
- IPA;

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 9 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- Idrocarburi C<12 e C>12;
- PCB.

Nei 5 campioni top soil, sono stati inoltre ricercati:

- Amianto;
- Diossine e Furani.

Le analisi chimiche eseguite hanno evidenziato alcuni superamenti delle CSC di riferimento (DLgs. 152/06 allegato 5, tab. 1, colonna B):


- mercurio (sondaggi BH49, BH 40)
- antimonio (BH23)
- arsenico (BH43, BH28)
- cadmio (BH25, BH18)
- stagno (BH4, BH8, BH22)
- tallio (BH43)
- piombo (BH38)
- cromo (BH23)
- berillio (BH25).

#### 4.3.2 Indagini acque

Il campionamento delle acque di falda, effettuato da tutti i 5 piezometri di nuova realizzazione più i 7 esistenti, è stato realizzato in condizioni dinamiche, previo spurgo mediante pompa sommersa, con estrazione di un quantitativo di acque pari ad almeno tre volte il volume saturo del piezometro. La pompa per lo spurgo è stata posizionata ad un livello intermedio tra il livello di falda e il fondo del piezometro.

In ciascuno dei 12 campioni di acqua di falda prelevati sono stati ricercati seguenti analiti:

- Metalli (Al, As, Cd, Co, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn, Fe);
- Inorganici (N02, S04, Cl, CN, P);

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 10 di 17
Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- IPA (lista D.Lgs. 152/06);
- Idrocarburi totali;
- Ammonio.

Le analisi sono state effettuate dal laboratorio Biochimica Control di Crotone.

Sono stati registrati superamenti per le seguenti sostanze:


- Alluminio: a fronte di un limite di legge di 200 I/g/l, risulta eccedente nei piezometri MW3 (865119/1) e MW4 (953 119/1);
- Arsenico: il limite di legge di 10 119/1v, viene superato in tre piezometri (B con 15,7 119/1C, con 15 119/1A, con 21,8 119/1);
- Solfati: sono stati rilevati superamenti del limite di legge (250 mg/l) nei piezometri MW1, MW3, MW4, A, B, G, S.

#### 4.3.4 Indagini 2009

Nel periodo febbraio-aprile 2009, la Golder ha eseguito le indagini ambientali finalizzate alla determinazione dei parametri sito-specifici, propedeutici all'elaborazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.Lgs 152/08:

- frazione di carbonio organico del terreno insaturo ( $f_{oc}$ )
- frazione di carbonio organico del terreno saturo ( $f_{oc}$ )
- pH del terreno insaturo
- pH del terreno saturo
- densità del suolo ( $P_s$ )
- coefficienti di ripartizione solido-liquido ( $K_d$ ) per metalli d'interesse identificati (Al, Sb, As, Be, Cd, Cr tot, Hg, Pb, Sn, Tl)
- analisi granulometriche
- conducibilità idraulica del terreno saturo ( $K_{sat}$ )

A tale scopo la Golder ha realizzato in Sito le seguenti attività:

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 11 di 17
Messa in Sicurezza d'Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- perforazione di n. 3 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo del terreno e a secco, spinti fino alla profondità di 21 m dal p.c., successivamente attrezzati a pozzi di monitoraggio dell'acqua sotterranea (PM1, PM2 e PB1);
- prelievo nel corso della perforazione di campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche (circa n. 3 per ogni sondaggio) e geotecniche (circa n. 3 per ogni sondaggio) di laboratorio, per la determinazione dei succitati parametri,
- misure della soggiacenza del livello di falda nei pozzi di monitoraggio;
- esecuzione di misure dei parametri chimico - fisici delle acque sotterranee nei pozzi di monitoraggio (*log verticali*);
- esecuzione di prove di permeabilità di tipo *slug-test* nei pozzi di monitoraggio;
- esecuzione di una prova di pompaggio di lunga durata;
- rilievo topografico di tutti i pozzi di monitoraggio esistenti in Sito, del pelo libero dell'acqua di mare e del pelo libero del fiume Esaro


Nel periodo tra il 16 febbraio e il 15 aprile 2009 sono state effettuate sette campagne di misura del livello della falda nei pozzi di monitoraggio esistenti in Sito, da cui sono ricavate le seguenti informazioni:

- la soggiacenza della falda è compresa tra 2 m e 4 m dalla testa tubo;
- la quota assoluta è compresa tra 0,63 m sul livello del mare ("s.l.m.") e 2,15 m s.l.m..
- il flusso della falda è diretto da sudovest verso nordest in direzione della linea di costa con un gradiente idraulico medio pari a circa  $i = 0,0035$ .

#### 4.3.5 Quadro ambientale di sintesi

Le verifiche ambientali eseguite sul sito permettono di delineare il seguente quadro ambientale:

- Il sottosuolo dell'area dello stabilimento della Sasol a Crotone è caratterizzato da una successione litologica costituita da un primo strato di terreno di riporto, da un'unità sabbiosa media a volte debolmente limosa fino alla profondità variabile da circa 11 fino a 18 m dal p.c. e un'unità argillosa sottostante;
- La superficie piezometrica si attesta circa ad una soggiacenza variabile da 2 a 4 m di profondità dalla testa tubo. Il flusso della falda è diretto da sudovest verso nordest in

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 12 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

direzione della linea di costa con un gradiente idraulico medio pari a circa  $i = 0,0035$ . Il valore di conducibilità idraulica dell'acquifero, stimato attraverso le prove di pompaggio e gli *slug test* eseguiti nel 2009, varia tra  $K = 1,8 \times 10^{-4}$  m/s e  $K = 5,72 \times 10^{-4}$  m/s. Tale valore di conducibilità idraulica risulta coerente con le caratteristiche litologiche dell'acquifero. Il valore di conducibilità idraulica del substrato argilloso che costituisce il livello di contenimento basale dell'acquifero, stimato attraverso le prove di permeabilità in foro di tipo *Lefranc* eseguite nel 1996, è pari a  $K = 6,5 \times 10^{-8}$  m/s. Sono presenti fenomeni di intrusione salina all'interno dell'acquifero.


- Le indagini eseguite nei terreni in fase di caratterizzazione del sito hanno evidenziato la presenza di concentrazioni superiori ai limiti di legge in 11 campioni su 169 per il mercurio, antimonio, arsenico, cadmio, stagno, tallio, piombo, cromo, berillio prevalentemente nei campioni più superficiali;
- Le indagini realizzate nell'acqua di falda in fase di caratterizzazione del sito hanno evidenziato la presenza di concentrazioni eccedenti il limite di legge per l'alluminio, arsenico e solfati. Concentrazioni elevate di solfati sono riconducibili al fenomeno di intrusione salina soprattutto per le acque sotterranee più prossime al mare.

#### 4.4 Radiometria

Nella CdS del 20/12/2010 si è preso atto del sopralluogo effettuato da ISPRA, da ARPA.CAL e del Nucleo Investigativo Sanità e Ambiente della Sezione di Polizia Giudiziaria della Procura di Crotone (NISA), in data 28/04/2010, nel corso del quale sono stati effettuati da ISRPA e da ARPACAL rilievi radiometrici che hanno comprovato il localizzato abbattimento, a livelli del rateo di dose gamma compatibili con altre ricoperte da pavimentazione stradale e paragonabili al fondo ambientale preso a riferimento e pari a  $105 \text{ nSv/h} \pm 20\%$ . Nel corso della stessa CdS si è concordato con quanto osservato da ISPRA nel corso della CdS del 26/07/2010:

1. nell'ipotesi di eventuali futuri interventi nell'intera area del complesso industriale ex Sasol, finalizzati alla messa in sicurezza permanente dell'area, bisogna procedere nel rispetto dell'art.126-bis del D.lgs. 230/1995. L'impresa che opererà dovrà effettuare una valutazione preventiva dell'impatto radiologico ai lavoratori ed eventualmente alla popolazione sulla base dell'intervento e della destinazione d'uso dell'area, considerando tutte le possibili vie d'esposizione

L'ARPA.Cal. con nota prot.9821 del 07/03/2017 ha comunicato gli esiti di una campagna di monitoraggio radiometrico di tipo campale dell'area Kroton GRES 2000, ex Sasol Italy SpA, effettuati in data 27/02/2017 dal personale afferente al laboratorio fisico E. Majorana. Dal documento si legge che “ dalla mappa delle rivelazioni radiometriche di tipo campale presentano un sito in

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 13 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

*cui il livello di radioattività medio è inferiore al doppio del fondo ambientale...L’analisi campale restituisce, dunque, un sito dove è possibile praticare delle attività di smontaggio, a patto che non vi sia nessun di tipo di operazioni di scavo, scarifica o movimentazione della pavimentazione”.*

Nel caso di specie, data la necessità di scavo, è doveroso effettuare una campagna di rilievi radiometrici anche su carote di terreno prelevate nelle aree in cui verrà posta la barriera idraulica, per una lunghezza almeno pari a quella prevista per la realizzazione dei pozzi. Qualora vengano rilevati superamenti dei valori consentiti sarà necessario attivare le procedure di cui all’art.126-bis del D.lgs. 230/95.

## 5. Scopo dell’intervento

La barriera idraulica da realizzarsi ha la funzione di completare la linea d’intercettazione del plume di contaminazione della falda già ultimata nelle aree industriali denominate ex Pertusola, ex Agricoltura ed ex Fosfotec, autorizzate con Decreto del MATTM del 15/02/2010; con successivo Decreto MATTM Decreto del 09/04/2015 (prot. 122/STA) è stata anche autorizzata anche la variante che prevede l’invio delle acque emunte all’impianto di depurazione consortile Ex C.S.I. ora C.O.R.A.P.


L’emungimento dovrà essere realizzato tenendo bene in conto del fenomeno di intrusione salina, data la prossimità della linea di costa.

La presente relazione tecnica illustrativa della barriera idraulica è stato redatta considerando anche il “Protocollo di valutazione dei risultati del monitoraggio di una barriera idraulica – Sito di Interesse Nazionale di Crotone” redatto dall’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), versione originaria del Novembre 2010, poi revisionata a Gennaio 2013.

## 6. Tecnica d’intervento

Le tecniche d’intervento su un sito contaminato si distinguono principalmente in bonifica ed in messa in sicurezza; queste ultime possono essere di tre tipi e, cioè, d’emergenza, operativa o permanente. Facendo riferimento alle definizioni date all’art.240 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. si intende:

1. Bonifica: l’insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR);
2. Messa in sicurezza d'emergenza (MISE): ogni intervento immediato o a breve termine, da mettere in opera nelle condizioni di emergenza di cui alla lettera t) in caso di eventi di

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 14 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

contaminazione repentini di qualsiasi natura, atto a contenere la diffusione delle sorgenti primarie di contaminazione, impedirne il contatto con altre matrici presenti nel sito e a rimuoverle, in attesa di eventuali ulteriori interventi di bonifica o di messa in sicurezza operativa o permanente;

3. Messa in sicurezza operativa (MISO): l'insieme degli interventi eseguiti in un sito con attività in esercizio atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, in attesa di ulteriori interventi di messa in sicurezza permanente o bonifica da realizzarsi alla cessazione dell'attività. Essi comprendono altresì gli interventi di contenimento della contaminazione da mettere in atto in via transitoria fino all'esecuzione della bonifica o della messa in sicurezza permanente, al fine di evitare la diffusione della contaminazione all'interno della stessa matrice o tra matrici differenti. In tali casi devono essere predisposti idonei piani di monitoraggio e controllo che consentano di verificare l'efficacia delle soluzioni adottate;
4. Messa in sicurezza permanente (MiSP): l'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici;


La realizzazione di una barriera idraulica atta ad intercettare un plume di contaminazione mediante uno o più pozzi di emungimento rientra nel novero degli interventi denominati di MISE.

Le tecniche di pompaggio delle acque sotterranee permettono di controllare attraverso l'instaurarsi di sbarramento idraulico, la contaminazione contenuta nella matrice acque sotterranee. Possono essere utilizzati allo scopo sia pozzi di estrazione verticali, che pozzi orizzontali od inclinati, realizzati comunemente con le tradizionali tecnologie di perforazione.

L'acqua emunta viene poi inviata ad un impianto di trattamento posto nelle immediate adiacenze del sito da bonificare oppure presso stabilimenti esterni.

Le barriere idrauliche vengono largamente utilizzate a causa di una serie di vantaggi i cui principali sono:

- possibilità di mantenere in esercizio le altre attività presenti soprasuolo;
- fase di realizzazione non onerosa dal punto di vista sia tecnico che economico;
- alta integrabilità con altre tecnologie di bonifica;
- possibilità di ripristino del regime idrogeologico originario, ad operazioni ultimate;

	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 15 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- monitoraggio continuo e dettagliato delle prestazioni del sistema;

Per contro tali tecnologie comportano degli alti costi di gestione dovuti agli oneri di trattamento delle acque emunte ed i lunghi tempi d’intervento.

Lungo la linea di costa interessata dalla presenza delle ex fabbriche Pertusola SUD, FOSFOTEC ed AGRICOLTURA è già operativo una barriera idraulica collettata all’impianto di depurazione consortile ex CSI ora CORAP. La linea immaginaria che collega i vari pozzi sui tre diversi siti è interrotta nel tratto interessato dalla presenza dello stabilimento KROTON GRES 2000 in liquidazione ora SASOL ITALY SpA. Tale evenienza comporta la necessità di completare tale linea e di optare per un barrieramento idraulico in continuità con quanto già in operatività.

## 7. Elementi progettuali


Come detto in precedenza il barrieramento idraulico proposto si pone a completamento di una linea di intercettazione del plume di contaminazione posizionata lungo la linea di costa, nelle aree denominate Ex Pertusola, Ex Fosfotec ed Ex Agricoltura, già realizzata ed operativa. Per tali motivazioni la barriera dovrà essere progettata sulla base del modello idraulico già sviluppato da Syndial SpA e con le stesse modalità costruttive, al fine di pervenire ad un sistema univoco ancorché gestito da differenti soggetti. Anche la scelta del destino delle acque emunte non potrà che seguire lo stesso concetto e indirizzarsi verso l’impianto di depurazione consortile ex CSI ora CORAP. Il percorso dei collettori seguiranno l’identica linea di quelli già installati da Syndial SpA.

Il sistema di pompaggio, costituito in totale da 45 nuovi pozzi e 9 pozzi esistenti, funzionerà in continuo, 24 ore al giorno.

I parametri di dimensionamento della barriere di competenza della Syndial dell’impianto di emungimento sono di seguito riassunti:

- portata di emungimento prevista dal modello area Ex-Pertusola: 85-166 m<sup>3</sup>/h;
- portata di emungimento prevista dal modello area Ex-Agricoltura: 11-33 m<sup>3</sup>/h;
- portata di emungimento prevista dal modello area Ex-Fosfotec: 10-28 m<sup>3</sup>/h;
- distanza dei pozzi dalla linea ferroviaria: 30 m;
- coefficiente di sicurezza utilizzato per il calcolo della portata di progetto totale: 1,4;
- portata di progetto area Ex-Pertusola: 240 m<sup>3</sup>/h;
- portata di progetto area Ex-Agricoltura: 40 m<sup>3</sup>/h;



	Comune di Crotone	A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica	Pagina 16 di 17
Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara			

- portata di progetto area Ex-Fosfotec: 50 m<sup>3</sup>/h.

L’estensione dell’area su cui installare i pozzi che costituiranno la barriera è pari a circa 350 metri. Ipotizzando un interasse fra i pozzi di circa 30 metri in analogia alla configurazione dello sbarramento già in opera, ne deriva una necessità di almeno n.12 pozzi, che dovrà essere verificata attraverso il modello idraulico da implementare.

I pozzi andranno completati nell’acquifero fino ad una profondità di circa 12 m da p.c.

Nello sviluppo dei successivi livelli progettuali dovranno essere dimensionati sulla base delle indagini già effettuate ed integrate con le nuove campagne che si renderanno indispensabili e del modello matematico di flusso sviluppato, gli elementi necessari per la definizione della barriera idraulica per le acque di falda nell’area Ex Sasol – KROTON GRES 2000.

## 8. Monitoraggio


Al fine di valutare l’efficacia dello sbarramento idraulico sarà necessario adottare ed applicare un piano di monitoraggio.

L’ISPRA, facendo seguito alle richieste della Conferenza di Servizi decisoria convocata il 24/07/2009 per il Sito di Interesse Nazionale di Crotone, Cassano e Cerchiara, ha elaborato un Protocollo di Valutazione dei risultati del monitoraggio della barriera idraulica, finalizzato a verificarne nel tempo l’efficacia idraulica e l’efficienza idrochimica sulla base del quale sarà valutata l’eventuale necessità di avviare, da parte della Syndial S.p.A., la realizzazione della barriera fisica.

Il monitoraggio dovrà, dunque, permettere almeno l’acquisizione delle informazioni richieste dal protocollo ISPRA – rev.01 (gennaio 2013), in relazione ad aspetti impiantistici, idrogeologici e idrochimici.

Il monitoraggio avverrà sia in continuo, con strumentazione collegata ad un sistema di archiviazione o di trasmissione in remoto dei dati misurati, e sia con rilievi puntuali a periodicità prefissata. Per il controllo dei dati misurati verrà predisposto un sistema di lettura in remoto accessibile agli enti preposti alle verifiche.

Si riportano, in sintesi, i parametri da verificare in relazione alla frequenza di acquisizione del dato, ricavati direttamente dalla linea guida ISPRA – rev.01 (gennaio 2013)

 <b>Comune di Crotone</b>	<b>A. Relazione tecnico-illustrativa Progetto di fattibilità tecnica ed economica</b>	<b>Pagina 17 di 17</b>
<b>Messa in Sicurezza d’Emergenza delle acque di falda dello stabilimento Kroton GRES 2000 (Ex SASOL ITALY SPA) S.I.N. di Crotone e Cassano-Cerchiara</b>		

VERIFICHE IMPIANTISTICHE		
Punto di misura	Parametro da misurare	Acquisizione del dato
Pozzi di emungimento	Stato funzionamento	Continua
	Portata	Continua
	Conducibilità elettrica	Continua
	Livello	Continua
	Temperatura	Continua
	pH	Continua
	Profondità dei pozzi	Periodica
Collettori principali	Portata	Continua
Serbatoi di accumulo (se presenti)	Livello	Continua

VERIFICHE IDRAULICHE		
Punto di misura	Parametro da misurare	Acquisizione del dato
Tutta la rete piezometrica	Livello piezometrico	Periodica
	Quota fondo foro	Periodica
Piezometri di monitoraggio interasse e piezometri scelti all’interno dell’area di intervento	Livello piezometrico	Continua
Stazione mareografica	Livello mare	Continua/Periodica
Sezioni sui fiumi Esaro e Passovecchio	Livello acque superficiali	Periodica
	Portata	Periodica

VERIFICHE CHIMICHE		
Punto di misura	Parametro da misurare	Frequenza
Pozzi di emungimento	Set analitico completo	Periodica
Piezometri di valle	Set analitico completo	Periodica
Tutta la rete piezometrica	Set analitico completo	Periodica
Collettore principale	Set analitico completo	Periodica
Selezione di piezometri (minimo 3 per ciascuna area omogenea)	Log di conducibilità	Periodica