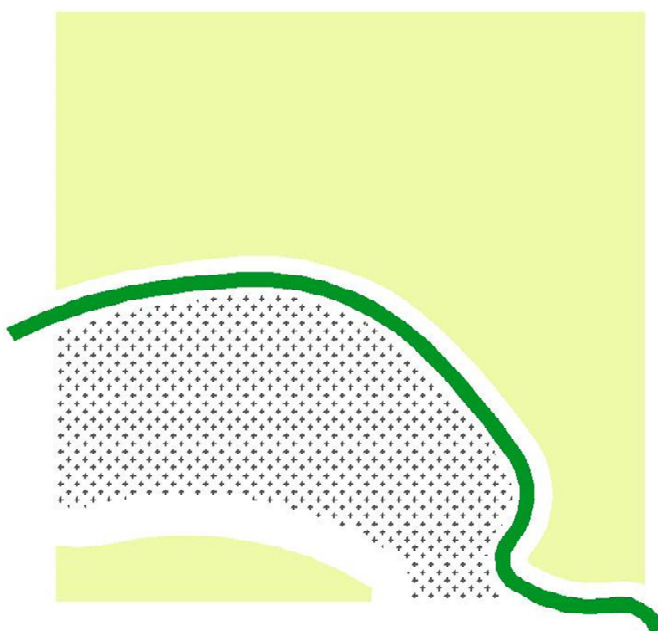




Comune di Palermo
Area dei Servizi alla Città
Servizio Ambiente
Mare e Coste



PO FESR Sicilia 2014-2020 - Asse 6 - Azione 6.2.1

“Bonifica di aree inquinate secondo le priorità previste dal Piano regionale di bonifica”

Messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale dell'ex discarica di Acqua dei Corsari

Progetto di fattibilità

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

Il Sindaco: Prof.On. Leoluca Orlando

Il Capo Area: Dott. Domenico Musacchia

Il R.U.P.: Funz. Tecn. Arch. Giovanni Sarta

Staff del RUP: Funz.Tecn.Arch. Giuseppina Liuzzo

Il gruppo di progettazione:

Architetto Achille Vitale (coordinatore)

Severino, Agronomo Antonino La Barbera, Geologo Gabriele Sapio, Arch. Marcantonio Virgadamo, Arch. Dimitrios

Katsireas, esp. di prog. Giuseppe Lazzara.

L'Assessore: Ing. Sergio Marino

Il Dirigente: Avv. Francesco Fiorino

Ing. Giuseppe Letizia, Biologo Claudio

Premessa

Il bando dell'Assessorato regionale dell'Energia e dei Servizi di pubblica utilità – Dipartimento regionale dell'Acqua e dei rifiuti, approvato con DDG n.521 del 2018 riguardante il "PO FESR Sicilia 2014-2020 – Asse 6 – Azione 6.2.1 "Bonifica di aree inquinate secondo le priorità previste da Piano regionale di bonifica" si prevede la possibilità di partecipare per quelle aree inserite nel Piano regionale delle Bonifiche.

Tra le aree inserite in detto Piano rientra l'ex discarica di Acqua dei Corsari, da tempo interessata da iniziative volte a garantire le condizioni per la pubblica fruizione dell'area.

L'area dell'intervento

Oggetto di intervento è una porzione del tratto di costa Sud orientale del Comune di Palermo, sita nei pressi di via Messina Marine in località Acqua dei Corsari.

Il litorale Sud della città di Palermo, che si estende per circa cinque chilometri, rappresenta il fronte a mare della parte orientale della "Conca d'Oro", che si sviluppa oltre il Fiume Oreto, bassa ed omogenea pianura a valle della catena collinare che delimita il territorio comunale, originariamente agricola ed oggi in parte interessata dallo sviluppo della città.

Detto litorale, fin dagli inizi del Novecento, rappresentava la principale meta per le attività balneari ed ospitava diversi Lidi.

Nel dopoguerra in quest'area, lungo l'intero tratto, sono state localizzate alcune discariche di inerti: alla foce dell'Oreto, presso lo Sperone e ad Acqua dei Corsari.

La presenza di dette discariche ha provocato un cambiamento della morfologia dei luoghi, sia diretta, con la formazione di promontori artificiali nei luoghi di conferimento, che indiretta, ancora oggi in atto, con la formazione di spiagge tra una discarica e l'altra, generate dal trasporto solido dei materiali erosi dalle discariche, con complessivo avanzamento della linea di costa.

Ciò ha comportato lo stravolgimento delle caratteristiche sedimentologiche e biologiche dei fondali antistanti, un tempo ricche di biocenosi anche molto importanti e produttive per l'economia della piccola pesca dell'area.

Oggi i fondali sono quasi interamente occupati da una spessa coltre di sedimenti sabbio-fangosi, che hanno sepolto e distrutto le originarie biocenosi, abbassando drasticamente la bio-diversità dei siti.

L'eccessivo degrado paesaggistico e delle componenti ambientali ha rappresentato, anche, un significativo ostacolo all'allocazione di progetti di sviluppo locale.

L'ambiente socioeconomico, soprattutto in questo versante sud orientale, è caratterizzato, inoltre, dalla compresenza di usi e funzioni lungo la costa che non contribuiscono alla definizione di condizioni di sviluppo.

Emerge la desolante espressione di un paesaggio che è stato originato e modellato solo dai rifiuti e da un'incontrollata molteplicità di usi privati della sua superficie.

Conseguenza diretta di ciò è stata la progressiva riduzione qualitativa e quantitativa delle marinerie da pesca e la pressoché totale scomparsa di attività ricreativo-balneari.

La realizzazione degli interventi pubblici avviati dall'Amministrazione Comunale, prelude alla riorganizzazione di un ambiente socioeconomico, principalmente nel settore turistico, capace di innescare un indotto significativo nelle attività complementari e nei servizi connessi.

Caratteristiche dell'area.

L'intervento riguarda un tratto di costa di circa un chilometro, adiacente a via Messina Marina, appartenente al Demanio Marittimo Regionale

L'area interessa un ampio promontorio che si estende oltre gli insediamenti edilizi presenti su bordo strada, di forma curvilinea, che avanza verso il mare fino a raggiungere un'ampiezza di circa ml 280 dalla strada, con un'altezza massima di circa ml 18 sul l.m.m..

Detto promontorio è totalmente artificiale, in quanto formato dalla ex discarica di inerti.

Agli inizi del Novecento, infatti, il mare arrivava quasi a lambire la strada. Negli anni 70 gli inerti depositati avevano formato un promontorio ancora più pronunciato dall'attuale, che a partire da quella data, è stato in parte eroso dal mare.

Il fronte a mare si presenta oggi con un lieve pendio, realizzato con un intervento di ri-modellazione del suolo, recentemente attuato, in occasione del quale sono stati realizzati anche dei camminamenti in terra battuta, delle gradonate in forma lineare e ad anfiteatro, ed opere a mare di difesa dall'erosione costiera.

Il promontorio è oggi interamente ricoperto da vegetazione spontanea.

Le previsioni del PRG

Il Piano Regolatore Generale approvato con DD124 e 558/DRU/2002, classifica l'intera area come Fascia Costiera, disciplinata dall'art.22 delle Norme Tecniche di Attuazione che recita:

- 1. Sono indicate come zone Fc le aree costiere, aggregate alle zone omogenee adiacenti, attualmente interessate, in prevalenza, da interventi ed usi impropri rispetto ad una congrua fruizione della costa.*

2. Gli interventi ammessi in queste zone saranno definiti nei piani particolareggiati di iniziativa pubblica o privata, finalizzati alla realizzazione di interventi di interesse pubblico e privato relativi ad attività ricettive, ricreative e comunque connesse alla fruizione della costa, anche in deroga alle prescrizioni dettate per le zone omogenee adiacenti.

3. Fino all'approvazione dei piani di cui al comma 2 sono ammessi soltanto gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Sull'area intervengono i seguenti vincoli:

- Della fascia di in edificabilità dei 150 metri dalla battigia di cui all'art.15 della L.r. 78/76;
- Paesaggistico

L'intervento di consolidamento

L'aspetto attuale della ex discarica è in parte determinato da un intervento di "salvaguardia e consolidamento" realizzato negli anni 2007/2009, con fondi del PIT della città di Palermo – a gravare sulle risorse POR 2000/2007, finalizzato alla stabilizzazione dei suoli e al contrasto dei fenomeni di erosione costiera.

E' stata eseguita, preliminarmente, una specifica campagna di indagini geologiche finalizzata ad acquisire una conoscenza più puntuale dello spessore dei materiali di riporto ed il riconoscimento macroscopico della natura, della granulometria e del grado di addensamento dei materiali posti a discarica.

I sondaggi hanno evidenziato che detti materiali raggiungevano uno spessore massimo di circa 28 m e poggiano su sabbie e ghiaie (depositi di litorale) di spessore massimo pari a circa 2 m. Al di sotto si rinviene un banco di limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio di spessore maggiore di 30 m.

I saggi hanno mostrato l'estrema eterogeneità dei materiali presenti nella discarica. Si osservano, infatti, livelli di sabbia limosa ghiaiosa di natura prevalentemente calcarenitica, che si alternano a limo sabbioso poco consistente, a livelli di muratura di natura calcarenitica, ed a spessori di terreno vegetale, quasi sempre costituito di terre rosse. Nella massa spesso sono presenti frammenti di laterizi e residui cartacei, nonché blocchi e trovanti di calcarenite, di calcestruzzo e di muratura, che in taluni casi superano il volume di 2 m³.

L'intervento realizzato, pertanto, era finalizzato alla rimozione delle condizioni di pericolo, oltre che di degrado paesaggistico, del fronte a strapiombo sul mare, utile anche a mitigare l'azione di erosione, da contrastare anche con la realizzazione di barriere soffolte.

Il rimodellamento del fronte a mare è stato effettuato con la pressoché totale riutilizzazione del materiale in sito.

Il materiale asportato sul ciglio a strapiombo è stato riutilizzato interamente per la formazione del pianoro centrale nell'entroterra e per il ricolmo di tutte quelle numerose aree limitrofe attualmente depresse.

La collocazione di una biostuoia con funzione di protezione superficiale e l'utilizzo di tecniche di sistemazione del terreno hanno reso possibile la stabilizzazione della scarpata senza l'uso di conglomerati di cemento armato.

Sull'area sono stati realizzati dei percorsi pedonali in terra stabilizzata, di spessore medio 15 cm, che dal punto di vista paesaggistico risultano le più naturali possibili.

Nella parte sud dell'ex discarica è stato realizzato, con blocchi di pietra calcarea, un sistema di gradonate ad andamento semicircolare per evidenziare l'ansa dell'ex caletta di S. Rita che, oltre ad assolvere alla funzione di interrompere la continuità del pendio, con effetto stabilizzante, consentono sedute belvedere su punti di vista privilegiati vicino al mare e camminamenti alternativi.

Relativamente alle misure di contenimento dei fenomeni erosivi del tratto di costa ad opera delle mareggiate, è stato realizzato un sistema di barriere soffolte.

La predisposizione di dette opere di difesa a mare per tramite di barriere soffolte, prive d'impatto visivo, costituisce il presupposto per una concreta previsione di un ripascimento, misto naturale ed artificiale, della fascia costiera nonché il popolamento, nell'arco di un ventennio, a Posidonia oceanica, necessaria per consentire processi di miglioramento della qualità delle acque e d'innesto di flora e fauna bentonica.

Sono state realizzate sei barriere sommerse aventi asse longitudinale parallelo alla linea di riva, poste a distanza da quest'ultima variabile, compresa tra circa 30 m e circa 60 m, su profondità variabili da 2,5 m circa a 7,5 m circa, ognuna di lunghezza pari a 85 m misurati alla quota della berma di sommità.

Le sei barriere sono intervallate da varchi ognuno di ampiezza pari a 40,00 m misurati alla quota della berma di sommità.

Il corpo della barriera è stato realizzato in massi naturali di terza categoria, il presidio al piede sarà realizzato in massi di seconda categoria. Sia il corpo di ogni barriera sia il relativo presidio al piede saranno imbasati su uno strato di bonifica avente spessore di 50 cm realizzato in pietrame.

In corrispondenza di ogni barriera è stato realizzato un pennello sommerso avente asse perpendicolare a quello della barriera e che interseca quest'ultima in corrispondenza del suo punto medio.

La caratterizzazione del suolo

Successivamente alla chiusura dell'intervento di consolidamento, l'Agenzia Regionale per i Rifiuti ha avviato le procedure finalizzate alla esecuzione della caratterizzazione del sito.

Le attività di caratterizzazione sono state finanziate dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque in Sicilia con Decreto n.373 del 16.12.2009. I campionamenti e le analisi sono stati eseguiti dalla società Sviluppo Italia aree produttive S.p.A.,

Sono stati eseguiti:

- n.20 sondaggi ambientali
- n.8 sondaggi attrezzati a piezometri ambientali.

Complessivamente sono stati prelevati:

- N.34 campioni di terreno;
- N. 8 campioni di acque sotterranee

L'esito delle campagna di rilevamenti è ripreso ed analizzato nell'Analisi del Rischio, sviluppata successivamente.

Con nota prot. n. 29113 del 11/05/2016, l'A.R.P.A. Sicilia ha validato i dati dei campionamenti in situ (matrice suolo ed acqua) e delle attività espletate presso il "Laboratorio AMBIENTE s.c. — Carrara".

L'Analisi del Rischio

L'Analisi di Rischio Sanitario Ambientale Sito-Specifica è stata affidata dal Servizio 3 - Dipartimento Ambiente – dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente, con D.D.G. N. 539 del 16 agosto 2018, al Geologo Ilario Gandolfo che la consegna, in forma definitiva, ad ottobre del 2018 (**Allegati 1 e 2**), da cui sono tratte le valutazioni ed i dati riportati a seguire.

L'analisi, ai sensi del *D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.* ha l'obiettivo di:

- ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il
- modello concettuale definitivo del sito;
- ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio sito specifica;
- individuare le possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i
- potenziali ricettori;

La successione delle fasi, attraverso le quali è stata completata l'analisi di rischio, in conformità col quadro normativo, risulta quindi così articolata:

- definizione del modello concettuale del sito (MCS), delle potenziali vie di esposizione e dei
- possibili recettori della contaminazione e stima dell'esposizione (calcolo della dose assunta);
- analisi della tossicità e determinazione dei livelli di accettabilità del rischio;
- caratterizzazione del rischio (confronto tra la dose assunta e quella tollerabile) e confronto con i livelli di rischio ritenuti accettabili.

Il Modello Concettuale rappresenta la base per l'applicazione dell'Analisi di Rischio sul quale sono stati verificati gli scenari di esposizione in esso definiti.

Nel rispetto di quanto previsto l'allegato 2 al Titolo V Parte IV D. Lgs 152/06, il Modello Concettuale Definitivo ha incluso

- le caratteristiche specifiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione (attive, non attive, in sicurezza, ecc.);
- il grado e l'estensione della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e sotterranee del sito e dell'ambiente da questo influenzato;
- i parametri specifici di rappresentazione (concentrazione media della sorgente secondaria di contaminazione, ecc.);
- i percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuale (siti in esercizio) o nello scenario futuro (in caso di riqualificazione dell'area).

In sintesi il modello concettuale è stato utile per individuare le sorgenti (suolo superficiale, suolo profondo e falda), il trasporto (vie di migrazione) ed i bersagli (vie di esposizione).

Nella definizione della sorgente in base alle caratteristiche della contaminazione riscontrata, della conformazione del sito e del contesto abitativo circostante, nella analisi è stato ritenuto, che *“le vie di migrazione e di esposizione ipotizzabili ... si escludono i fenomeni di volatilizzazione indoor sia da suolo*

superficiale che profondo in quanto non vi sono edifici residenziali in corrispondenza del sito (on site); si esclude altresì la volatilizzazione indoor da falda on site per analogo motivo e off site in ragione della direzione di deflusso della stessa che tende a fare migrare il plume contaminato nella direzione opposta rispetto agli edifici residenziali presenti nelle vicinanze del sito”.

In considerazione delle condizioni morfologiche riscontrate, unitamente alle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti, nonché alle caratteristiche di urbanizzazione dell'area, secondo l'Analisi del Rischio, “sono da escludere fenomeni di instabilità di tipo gravitativo, che possano interessare il sito in oggetto o le aree ad esso strettamente adiacenti. Inoltre, per le caratteristiche idrogeologiche e geolitologiche dei terreni affioranti nell'area, per il fatto che ci troviamo all'interno del centro urbano, dove le acque sono quasi totalmente regimate, sono da escludersi fenomeni di sovralluvionamento, che possono interessare l'area in questione.”

Dal punto di vista idrogeologico va considerato che, inoltre, l'area è costituita esclusivamente da terreno di riporto e frammenti di calcarenite, con inclusione di diversi cocci di laterizi variamente e disordinatamente frammisti a sabbie. L'area risulta caratterizzata da una permeabilità per porosità in genere molto elevata, con valori che si aggirano intorno a 10^{-2} m/sec.

Le acque, infiltratesi, contribuiscono a ricaricare la falda freatica il cui livello è stato riscontrato a quote variabili tra 0 e 25,00 m.s.l.m.

Si tratta di una falda salmastra poggianti direttamente sull'acqua di mare, che si infiltra attraverso le rocce permeabili che costituiscono l'area.

Secondo quanto riportato nell'Analisi del Rischio, inoltre, “Nessun contatto idrogeologico è possibile tra la falda a monte e le acque di infiltrazione della discarica, in quanto queste hanno solo un movimento verticale, verso il mare.”

Tutte le rocce affioranti che costituiscono l'area appartengono alla categoria delle rocce permeabili per porosità. Si tratta di rocce i cui meati sono intercomunicanti e, generalmente, abbastanza ampi in dipendenza dalla granulometria dei clasti e della cementazione.

I terreni di base (Formazione di argille Plioceniche) sono, invece, impermeabili e costituiscono il letto della falda freatica.

Relativamente alle pregresse analisi compiute, nell'Analisi di Rischio si da atto che Tra il 23 agosto e il 17 settembre 2004 è stata condotta una campagna di indagini nel sito

consistente in:

- n° 15 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo di profondità compresa tra 10 e 28 m;
- n° 6 piezometri a tubo aperto, installati nei sondaggi S3, S5, S8, S12, S14, S15;
- n° 6 pozzetti esplorativi della profondità di circa 4 m;
- indagine con metodo Georadar distribuita su 9 aree per un totale di 1.366 m di rilievo;
- prelievo di n° 33 campioni di terra dalle carote dei sondaggi;
- prelievo di n° 6 campioni di acqua all'interno dei piezometri;
- prelievo di n° 4 campioni di acqua di mare;
- prelievo di n° 4 campioni di sedimento del fondo marino.

L'analisi dei dati relativi al campionamento delle acque ha rivelato una concentrazione di solfati superiore alla soglia prevista di 250 mg/l.

L'elevato valore di concentrazione dei solfati può essere giustificato dall'innalzamento periodico della superficie marina, che interferisce con la falda alterandone la salinità. Per cui, secondo l'Analisi del Rischio “Si può legittimamente ritenersi l'assenza di inquinamento da solfati.”

In corrispondenza del sondaggio S3, si è rilevata una concentrazione di piombo pari a 15 µg/l, molto superiore rispetto alla media degli altri 5 campioni (< 0,1 p.g/1). Per quanto riguarda tutti gli altri parametri analizzati per le acque non sono stati rilevati superamenti dei valori di soglia previsti per legge, pertanto, gli esiti della caratterizzazione citata, non rilevano pregiudizio della qualità delle acque di falda.

Per quanto riguarda le analisi effettuate sui terreni, si è rilevato un andamento delle concentrazioni di piombo piuttosto irregolare nella parte occidentale della discarica e più regolari e decrescenti nella parte orientale. Il valore massimo (superiore a quello di soglia) è localizzato nell'area occidentale all'interno della discarica ed è ubicato poco al di sotto della quota di 6 m s.l.m.

Secondo quanto riportato nell'Analisi del Rischio “In base alle analisi delle concentrazioni di piombo, può escludersi la presenza di processi migratori di inquinanti di entità rilevante, sia in senso areale che in senso verticale. Analoghe considerazioni sono state ricavate per il rame e lo zinco.”

L'andamento delle concentrazioni di idrocarburi pesanti, ha mostrato valori piuttosto bassi in quasi tutta l'area della discarica, ad eccezione della zona est, nella quale due campioni superano i limiti di soglia previsti (50 mg/Kg): il campione S8-C2 (profondità 15,00-16,00 m) a quota 0,30 m s.l.m (57 mg/Kg) ed il campione S8bis-C2 a quota 1,40 m s.l.m. (66,1 mg/Kg).

Tali valori sono certamente imputabili ad accumuli localizzati e circoscritti, e non determinano influenza sulle aree limitrofe, che presentano concentrazioni molto basse e per buona parte inferiori a quella del campione bianco (17,4 mg/Kg). In corrispondenza al campione C1 (profondità 7,00- 8,00 m) del sondaggio S8bis è stata rinvenuta una concentrazione di rame di 162,2 mg/Kg superiore al valore soglia (150 mg/Kg).

Un risultato insolito risulta quello relativo al campione C1 (profondità 8,00-10,00 m) del sondaggio S15, in cui si è rilevato un valore di concentrazione di Zinco di 185,4 mg/Kg superiore al valore soglia (150 mg/Kg).

Nel 2007 è stata svolta una successiva attività di caratterizzazione da parte della Società Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A delegata dal Commissario per l'Emergenza Rifiuti e la Tutela delle Acque in Sicilia. Gli esiti di tale caratterizzazione, sono stati validati dall'A.R.P.A..

Nello specifico sono stati realizzati n. 35 sondaggi (S1 ÷ S35) più altri 8 attrezzati a piezometro (PZ01 ÷ PZ08).

Poiché lo sviluppo del sito è caratterizzato da soggiacenze della falda disuniformi, nell'Analisi del Rischio si è ritenuto utile suddividere preliminarmente l'area in tre zone caratterizzate ciascuna da un livello di profondità della falda pressoché omogeneo. Tale operazione appare necessaria al fine di descrivere nel modo più verosimile possibile il fenomeno di lisciviazione e successiva eventuale contaminazione della falda, che è correlata direttamente alla profondità della stessa; le tre aree sono quelle indicate nell'*allegato VI* all'Analisi del Rischio e sono state riportate nella Planimetria dello stato di fatto" del presente progetto.

Le aree sono:

Area 1- soggiacenza media 6

Area 2 – soggiacenza media 25

Area 3 – soggiacenza media

Per ciascuna area nell'Analisi del Rischio sono stati indicati i parametri per i quali sono stati riscontrati valori di concentrazione eccedenti la CSC di riferimento per terreni ad uso verde/ricreativo, suddividendo la matrice insatura in suolo superficiale (da 0 a 1 m da p.c.) e suolo profondo (al di sotto di 1 m da p.c.).

Per le aree individuate nell'Analisi del Rischio si individuano le seguenti vie di migrazione attive:

- Contatto diretto da SS
- Volatilizzazione Vapori outdoor da SS;
- Volatilizzazione Polveri outdoor da SS;
- Volatilizzazione Vapori outdoor da SP;
- Dispersione in aria outdoor;
- Lisciviazione in falda da SS e da SP
- Volatilizzazione Vapori outdoor da falda.

Esaminate le sorgenti, le vie di migrazione, i fattori di trasporto ed i bersagli, conclusivamente all'Analisi di Rischio, ha escluso:

- *fenomeni di volatilizzazione indoor sia da suolo superficiale che profondo in quanto non vi sono edifici residenziali in corrispondenza del sito (on site);*
- *la volatilizzazione indoor da falda on site per analogo motivo e off site in ragione della direzione di deflusso della stessa che tende a fare migrare il plume contaminato nella direzione opposta rispetto agli edifici residenziali presenti nelle vicinanze del sito".*
- *la presenza di processi migratori di inquinanti di entità rilevante, sia in senso areale che in senso verticale. Analoghe considerazioni sono state ricavate per il rame e lo zinco*
- *la presenza di inquinamento da solfati*
- *fenomeni di instabilità di tipo gravitativo, che possano interessare il sito in oggetto o le aree ad esso strettamente adiacenti.*
- *fenomeni di sovralluvionamento, che possono interessare l'area in questione."*

L'Analisi del Rischio, però, *"ha restituito come risultato la presenza di rischio non accettabile per i bersagli umani e la falda esposti alle concentrazioni rappresentative in sorgente di Piombo, Arsenico e Stagno per le matrici insature e di diversi idrocarburi per la matrice satura sottostante l'area 1 (cap. 7 della relazione di AdR)" confermando "la effettiva contaminazione del sito e la sussistenza di rischi al di sopra della soglia di accettabilità definita dalla normativa di settore" e "suggerisce di intervenire con misure di messa in sicurezza permanente volte a interrompere il contatto tra la sorgente e i bersagli esposti".*

L'intervento

Così come anticipato in premessa, il sito interessato dall'intervento è compreso entro il Piano Regionale delle Bonifiche.

Per la definizione dell'intervento è stato fatto, in primo luogo, riferimento al Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 *"Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"*, ed in particolare agli obiettivi definiti all'art.1. *"... ridurre il più possibile le ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque sotterranee, del suolo e dell'atmosfera, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana..."*.

La bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati è definito dal Titolo V del D,Lgs 152/2006. L'art. 240, in particolare, comprende la definizione degli interventi, articolata come segue:

(...)

- o) messa in sicurezza permanente: 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;*
- p) 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);*
- q) ripristino e ripristino ambientale: gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, anche costituenti complemento degli interventi di bonifica o messa in sicurezza permanente, che consentono di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici;*

Considerate le caratteristiche geomorfologiche ed urbanistiche del sito e le condizioni di rischio evidenziate nell'Analisi del Rischio, si ritengono perseguibili i soli interventi di messa in sicurezza permanente e di ripristino ambientale, definite dalla norma di Legge.

Nel merito degli obiettivi da perseguire è stato fatto riferimento all'Allegato 3 al D.Lgs 152/2006, denominato *"Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza (d'urgenza, operativa o permanente) nonché per l'individuazione delle migliori tecniche d'intervento"*

Per gli interventi di messa in sicurezza detto documento prevede:

Gli interventi di messa in sicurezza sono finalizzati alla rimozione e all'isolamento delle fonti inquinanti, e al contenimento della diffusione degli inquinanti per impedirne il contatto con l'uomo e con i recettori ambientali circostanti.

Essi hanno carattere di urgenza in caso di rilasci accidentali o di improvviso accertamento di una situazione di contaminazione o di pericolo di contaminazione (messa in sicurezza d'urgenza), ovvero di continuità e compatibilità con le lavorazioni svolte nei siti produttivi in esercizio (messa in sicurezza operativa), ovvero di definitività nei casi in cui, nei siti non interessati da attività produttive in esercizio, non sia possibile procedere alla rimozione degli inquinanti pur applicando le migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili di cui al presente allegato (messa in sicurezza permanente).

La messa in sicurezza di un sito inquinato è comprensiva delle azioni di monitoraggio e controllo finalizzate alla verifica nel tempo delle soluzioni adottate ed il mantenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate al di sotto dei valori soglia di rischio (CSR).

A seguire, vengono fornite definizioni più dettagliate sulla messa in sicurezza operativa, sulle misure di mitigazione e su quelle di contenimento, che si riportano a seguire:

Messa in sicurezza operativa

Gli interventi di messa in sicurezza operativa si applicano ai siti contaminati in cui siano presenti attività produttive in esercizio.

Tali interventi sono finalizzati a minimizzare o ridurre il rischio per la salute pubblica e per l'ambiente a livelli di accettabilità attraverso il contenimento degli inquinanti all'interno dei confini del sito, alla protezione delle matrici ambientali sensibili, e alla graduale eliminazione delle sorgenti inquinanti secondarie mediante tecniche che siano compatibili col proseguimento delle attività produttive svolte nell'ambito del sito.

Gli interventi di messa in sicurezza operativa sono accompagnati da idonei sistemi di monitoraggio e controllo atti a verificare l'efficacia delle misure adottate e il mantenimento nel tempo delle condizioni di accettabilità del rischio.

E' opportuno progettare tali interventi dopo aver eseguito la caratterizzazione ambientale del sito, finalizzata ad un'analisi di rischio sito-specifica.

Devono pertanto essere acquisite sufficienti informazioni sulla contaminazione presente, sulle caratteristiche degli acquiferi sottostanti e delle altre possibili vie di migrazione degli inquinanti, sui possibili punti di esposizione, e sui probabili bersagli ambientali ed umani.

Nelle operazioni di messa in sicurezza devono essere privilegiate le soluzioni tecniche che consentano di minimizzare la produzione di rifiuti e pertanto favoriscano:

- il trattamento on-site ed il riutilizzo del terreno eventualmente estratto dal sottosuolo;
- il riutilizzo nel sito come materiali di riempimento anche dei materiali eterogenei e di risulta;
- la reintroduzione nel ciclo di lavorazione delle materie prime recuperate;
- il risparmio idrico mediante il riutilizzo industriale delle acque emunte dal sottosuolo;

Le misure di messa in sicurezza operativa si distinguono in:

- mitigative;
- di contenimento.

Misure mitigative

Per misure mitigative della messa in sicurezza operativa si intendono gli interventi finalizzati ad isolare, immobilizzare, rimuovere gli inquinanti dispersi nel suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.

Esse sono attuate in particolare con:

- sistemi fissi o mobili di emungimento e recupero con estrazione monofase o plurifase;
- trincee drenanti;
- sistemi di ventilazione del sottosuolo insaturo e degli acquiferi ed estrazione dei vapori;
- sistemi gestionali di pronto intervento in caso di incidente che provochi il rilascio di sostanze inquinanti sul suolo, sottosuolo, corpi idrici;

Misure di contenimento

Esse hanno il compito di impedire la migrazione dei contaminanti verso ricettori ambientali sensibili, quali acque superficiali e sotterranee. Esse sono generalmente applicate in prossimità dei confini del sito produttivo.

Esse si dividono in:

- misure di sbarramento passive di natura fisica o statica;
- misure di sbarramento attive di natura idraulica o dinamica;
- misure di sbarramento reattive di natura chimica.

Tra le prime si possono elencare:

- barriere o diaframmi verticali in acciaio o in altri materiali impermeabili; essi possono essere realizzati mediante infissione, escavazione, gettiniezione, iniezione, congelamento, miscelazione in situ, o misti di due o più delle precedenti tipologie;
- sistemi di impermeabilizzazione sotterranei e di immobilizzazione degli inquinanti.

Tra le misure attive e di natura idraulica vi sono:

- sbarramenti realizzati con pozzi di emungimento con pompaggio adeguato ad intercettare il flusso di sostanze inquinanti presenti nelle acque sotterranee;
- trincee di drenaggio delle acque sotterranee possibilmente dotate di sistemi di prelievo di acque contaminate;
- sistemi idraulici di stabilizzazione degli acquiferi sotterranei;

Le misure di sbarramento di tipo reattivo operano l'abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti nelle acque di falda mediante sistemi costituiti da sezioni filtranti in cui vengono inseriti materiali in grado di degradare i contaminanti (barriere reattive permeabili).

In coerenza con quanto determinato nel documento, la definizione e la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza permanente sono stati preceduti da un'accurata attività di caratterizzazione del sito inquinato e gli obiettivi di bonifica o della messa in sicurezza permanente sono determinati mediante un'analisi di rischio condotta per il sito specifico e tengono conto della specifica destinazione d'uso prevista.

Nello specifico la destinazione del sito è individuata dalle previsioni del PRG, il quale, a norma dell'art.22 delle Norme tecniche di Attuazione, sebbene opera un rinvio ad un atto di pianificazione particolareggiata, definisce le attività ivi prevedibili "ricettive, ricreative e comunque connesse alla fruizione della costa".

Una destinazione d'uso pubblico o con finalità pubblicistiche cui bisogna fare riferimento anche in considerazione delle disposizioni della L.r. 78/76, che prevede, entro la fascia dei 150 metri dalla battigia, sole "opere ed impianti destinati alla diretta fruizione del mare", poi dettagliatamente specificati con L.r 15/2005.

Nella proposta di Piano di Utilizzazione delle Aree Demaniali Marittime, già condiviso dal Consiglio Comunale con deliberazione n.376/2014, oggi in adeguamento alle nuove Linee Guida Regionali, destina l'area oggetto di intervento come *"Zona destinata a verde a servizio dell'attrezzatura culturale e sportiva"*, quest'ultima prevista in un'area limitrofa all'intervento.

Relativamente all'Analisi di Rischio, la stessa ha escluso:

- *fenomeni di volatilizzazione indoor sia da suolo superficiale che profondo in quanto non vi sono edifici residenziali in corrispondenza del sito (on site);*
- *la volatilizzazione indoor da falda on site per analogo motivo e off site in ragione della direzione di deflusso della stessa che tende a fare migrare il plume contaminato nella direzione opposta rispetto agli edifici residenziali presenti nelle vicinanze del sito".*
- *la presenza di processi migratori di inquinanti di entità rilevante, sia in senso areale che in senso verticale. Analoghe considerazioni sono state ricavate per il rame e lo zinco*
- *la presenza di inquinamento da solfati*
- *fenomeni di instabilità di tipo gravitativo, che possano interessare il sito in oggetto o le aree ad esso strettamente adiacenti.*
- *fenomeni di sovralluvionamento, che possono interessare l'area in questione."*

L'Analisi del Rischio, però, conclusivamente, *"ha restituito come risultato la presenza di rischio non accettabile per i bersagli umani e la falda esposti alle concentrazioni rappresentative in sorgente di Piombo, Arsenico e Stagno per le matrici insature e di diversi idrocarburi per la matrice satura sottostante l'area 1 (cap. 7 della relazione di AdR)"* confermando *"la effettiva contaminazione del sito e la sussistenza di rischi al di sopra della soglia di accettabilità definita dalla normativa di settore"* e *"suggerisce di intervenire con misure di messa in sicurezza permanente volte a interrompere il contatto tra la sorgente e i bersagli esposti"*.

In riferimento alle conclusioni dell'Analisi del Rischio ed alle destinazioni dell'area, la scelta della soluzione da adottare, in coerenza con l'Allegato 3 al D.Lgs 152/06, ha conto del processo di valutazione dei benefici ambientali e della sostenibilità dei costi delle diverse tecniche applicabili.

Gli interventi di messa in sicurezza permanente ipotizzati assicurano il minor impatto ambientale e la maggiore efficacia, in termini di accettabilità del rischio di eventuali concentrazioni residue nelle matrici ambientali e di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Tra le varie opzioni previste nel Documento l'intervento proposto può essere definito come "intervento in-situ, effettuato senza movimentazione o rimozione del suolo".

Tecniche e materiali utilizzati

Con il presente progetto si propongono **"misure di contenimento"** con interventi di **"sbarramento passivi di natura fisica o statica"**.

Per la definizione di dette misure si è fatto riferimento alla relazione dell'ISPRA, dal titolo *"Barriere fisiche per la Messa in Sicurezza Permanente"*, di Laura d'Aprile, pubblicato in rete.

In detto documento si suggerisce di procedere con "Sistemi di confinamento" consistenti nella collocazione di uno "Strato di copertura" sopra l'area contaminata e di un "Diaframma" verticale, da collocare attorno all'area contaminata per la sua cinturazione totale o parziale.

Relativamente alla definizione dello **Strato di copertura**, il D.Lgs 36/2003 prevede, per Rifiuti inerti e Rifiuti non pericolosi i seguenti strati:

- strato di regolarizzazione;
- drenaggio gas;
- strato minerale impermeabile, spessore maggiore o uguale a 0,5 m – K minore o uguale a 10⁻⁸ m/s
- strato di drenaggio – spessore maggiore o uguale a 0,5 m;
- copertura superficiale – spessore maggiore o uguale a 1 m.

Esaminate alcune alternative di progetto, per il sito di cui si tratta si prevede la regolarizzazione del piano di posa dello strato di copertura con un intervento di rimozione della vegetazione esistente e con lievi movimentazioni del terreno, finalizzati ad assicurare la continuità fisica, funzionale e figurativa del nuovo piano di campagna, più alto a seguito della collocazione dello strato di copertura, con i camminamenti e le gradonate esistenti.

Non si prevede la collocazione di uno strato appositamente destinato al drenaggio di gas, perché l'Analisi del Rischio ha escluso detta tipologia di rischio.

Lo strato drenante viene abitualmente realizzato con sabbia, ghiaia, georete o geocomposito.

Lo strato impermeabile con argilla compattata, geomembrane o geocomposito bentonico.

Relativamente a questo ultimo strato, la collocazione dei materiali sopra elencati vincola negativamente gli interventi di ripristino ambientale, soprattutto per gli aspetti paesaggistici e sociali connessi all'uso pubblico dell'area, perché inibisce l'alloggiamento di alberature con apparato radicale voluminoso/o che si sviluppa in profondità.

Per ovviare a detta criticità si prone di utilizzare un sistema di drenaggio/impermeabilizzazione, già sperimentato in Europa, composto da un "Blocco capillare", costituito da uno strato di ghiaia sottile (0,2-7 mm), con spessore di cm 30, e da uno "Strato capillare composta da sabbia fine (0-2 mm) costipata.

La differenza di granulometria tra strato capillare e blocco capillare fa sì che all'interfaccia sorgano delle forze in grado di trattenere l'acqua nello strato capillare, che si satura, mentre la ghiaia sottostante rimane asciutta.

La trasmissiva orizzontale della sabbia risulta così molto maggiore di quella verticale, così che l'acqua scorre all'interno dello strato capillare parallelamente all'interfaccia.

Rispetto ai sistemi tradizionali detta tecnologia presenta i seguenti vantaggi:

- Costo inferiore;
- Facilità ed economicità degli interventi di manutenzione;
- Capacità di mantenere l'efficienza nel lungo termine;
- Minore sensibilità alle condizioni atmosferiche;

Relativamente ai **diaframmi**, data la conformazione dei luoghi e le condizioni di rischio evidenziati nell'Analisi del Rischio, si prevede la sola cinturazione a valle, da realizzare alla base del pendio.

Si prevedono due tipologie di diaframmi:

- Un diaframma con pannelli di cemento plastico;
- Un diaframma con paratia continua di pali in cca.

La scelta di prevedere due tipologie di diaframmi nasce dalla necessità di conferire alla seconda funzioni di contenimento del processo di erosione costiera, dovuta all'azione del moto ondoso, che nonostante la presenza delle barriere soffolte, continua ad interessare parte dell'area.

Detta necessità assume rilevanza ambientale, ai fini del contenimento del trasporto degli inquinanti, in quanto il processo erosivo vanifica gli altri interventi di contenimento, perché pone in diretto contatto il materiale contaminato con il mare.

Il diaframma in paratia continua con palificata in cca, in tal senso, in combinazione con la mantellata in scogli di seconda categoria, prevista a ridosso, costituisce una barriera permanente a contrasto dell'azione del mare e di consolidamento del fronte della discarica.

Nel progetto si prevede la revisione ed integrazione del sistema di tubazioni con funzioni drenanti, con previsione di un ulteriore pozzetto di raccolta per le acque che attraversano il terreno contaminato.

Rimodulazione delle caratteristiche della copertura secondo le indicazioni della Conferenza di Servizi

Nella della Conferenza di Servizi Istruttoria del 14.11.2018 è stato evidenziato che nell'ambito delle attività di caratterizzazione non sono stati esaminati gli organostannici, parametri non previsti nella normativa dell'epoca, e che, pertanto, come segnalato nell'Analisi del Rischio, non può escludersi con certezza la possibilità della presenza di rischio da inalazione vapori.

La tipologia di strato di copertura prevista in progetto, pertanto, non appare idonea a garantire il contenimento di detta forma di inquinante.

La ipotesi di progetto, pertanto, è stata rielaborata prevedendo uno strato di copertura costituito come segue:

- Terreno vegetale – spessore cm 80/120;
- Strato di protezione in ghiaia – spessore cm;
- Stuoia drenante;
- Membrana impermeabilizzante;
- Strato di captazione dei vapori – ghiaia spessore cm 20.

Interventi di ripristino ambientale

Ai fini del ripristino ambientale del sito si prevede anche la messa a dimora di alcune specie vegetali.

Alla base della scelta varietale, si sono posti criteri di rusticità, resistenza specifica ad ambiente salmastro e economicità, uniti all'idea di piante che facessero parte di un vissuto comune (autoctone e acclimatate).

All'interno di detti criteri, si è tenuto conto del particolare substrato che deve accogliere la vegetazione, con i problemi ad esso connessi (pendenze, stratigrafia e spessore degli strati) che hanno imposto apparati radicali idonei, oltre che, naturalmente, l'aspetto paesaggistico presente e futuro inteso come proporzioni di volumi e cromaticità.

Nel seguente elenco sono riportate per gruppi omogenei dal punto di vista dimensionale e funzionale le piante ritenute idonee alla luce di quanto esposto, che la futura progettazione potrà scegliere in maniera puntuale.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'orditura delle scarpate con maggiore pendenza, dove dovranno essere realizzate opere volte a mantenere l'attrito e la coesione tra le componenti stratigrafiche, possibilmente con materiali naturalmente deperibili che svolta la loro opera possano essere completamente degradati. Si consideri che il conto economico qui realizzato, è molto elastico in virtù delle dimensioni/età degli esemplari posti a dimora, e rappresenta un buon compromesso tra economicità e pronto effetto dell'impianto.

Alberi di grandi dimensioni (P1)

- Populus Alba (Pioppo bianco) foglia caduca, foglia bicromatica
- Phytolacca Dioica (Fitolacca) sempreverde con tenue fioritura
- Fraxinus Angustifolia (Frassino Meridionale) foglia caduca, produzione manna

Si prevede un investimento di 100 alberi/ha, di circa 20 cm di circonferenza fusto e 2,50/3,50 metri di altezza. Il tutto per un costo di massima stimato di 2,50 €/mq (comprensivo delle opere di messa a dimora e di sistemazione superficiale).

Alberi medie/piccole dimensioni (P2)

- Arbutus Unedo (Corbezzolo) sempreverde con abbondante fioritura e fruttificazione
- Cercis Siliquastrum (Albero di Giuda) deciduo, abbondante fioritura rosa carico
- Fraxinus Ornus (Orniello) sempreverde, produzione di manna
- Phillyrea Angustifolia (Oleastro) sempreverde, tipico della macchia mediterranea
- Tamarix Gallica (Tamerici) tipico di ambienti salmastri
- Acacia dealbata (Mimosa) dall'abbondante fioritura gialla

Si prevede un investimento di 200 alberi/ha, di circa 12/14 cm di circonferenza fusto e 2,00/2,50 metri di altezza. Il tutto per un costo di massima stimato di 2,50 €/mq (comprensivo delle opere di messa a dimora e di sistemazione superficiale).

Arbusti, palmizi e succulente (P3)

- Myrtus communis (Mirto) tipico della macchia mediterranea
- Spartium Junceum (Ginestra) tipico della macchia mediterranea, abbondante fioritura gialla
- Pistacia Lentiscus (Lentisco) tipico della macchia mediterranea, frutti rosso/neri
- Chamaerops Humilis (Palma nana) tipico della macchia mediterranea
- Opuntia (in Varietà) varia fioritura e fruttificazione
- Agave (in Varietà) acclimatata e con scenografica fioritura poliennale
- Aloe (in Varietà) con fioritura di vari colori
- Cactus (in varietà) tipici da aridocoltura

Si prevede un investimento di 2500 piante/ha, in vaso di circa 7/10 lt. Il tutto per un costo di massima stimato di 3,00 €/mq (comprensivo delle opere di messa a dimora e di sistemazione superficiale).

Erbacee perenni e tappezzanti (P4)

- Tradescantia Purpurea (Miseria) tappezzante di colore porpora
- Mesembryanthemum tappezzante con abbondante fioritura dal bianco al fucsia
- Aptenia Cordifolia (Aptenia) tappezzante con abbondante fioritura dal rosso al fucsia

Si prevede un investimento di 80000 piante/ha, in fitocella. Il tutto per un costo di massima stimato di 16,00 €/mq (comprensivo delle opere di messa a dimora e di sistemazione superficiale).

Fioriture ed aromatiche (P5)

- Rosmarinus Officinalis (Rosmarino) aromatico con fioritura azzurra
- Lantana (in Varietà) di varie dimensioni e colori dei fiori
- Nerium Oleander (Oleandro) abundantissima fioritura di vari colori
- Salvia Officinalis (Salvia) aromatico

Si prevede un investimento di 1200 piante/ha, in vaso di circa 7/10 lt. Il tutto per un costo di massima stimato di 2,00 €/mq (comprensivo delle opere di messa a dimora e di sistemazione superficiale).

Descrizione delle alternative e considerazioni in ordine ai costi-benefici ambientali

Sono state valutate le seguenti alternative:

Alternativa A: coincidente con le previsioni del Progetto di fattibilità, che pone in sicurezza l'intera superficie dell'ex discarica e tutte le matrici ambientali ed i bersagli con un costo di Euro 11.520.304,45

Alternativa B: in aggiunta a quella inizialmente analizzata dal gruppo di progettazione e confluite nell'alternativa selezionata (con le integrazioni progettuali disposte in sede di Conferenza dei Servizi istruttoria del 14/11/2018) (alternativa A), l'alternativa B prevede la parziale messa in sicurezza del sito ed in particolare la realizzazione della sola citurazione a valle con relativo sistema drenante e, pertanto, l'inibizione all'uso della quasi totalità

dell'area dell'ex discarica in quanto permanerebbe soggetta a rischio contatto, ingestione ed inalazione per i fruitori.

Sebbene l'alternativa B attenga **ad uno degli scenari** prospettati dal D.Lvo 152/06, ossia ***limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici***, non ottiene né efficacia dal punto di vista dell'obiettivo strategico di tipo ambientale e di tipo sociale consistente nel ***recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici***, in quanto verrebbe meno l'integrazione paesaggistica legata alla fruizione e al godimento delle risorse e delle matrici ambientali e paesaggistiche e rappresenterebbe un disinvestimento dell'intervento di "salvaguardia e consolidamento" realizzato negli anni 2007/2009, con fondi del PIT della città di Palermo del POR 2000/2007, finalizzato alla stabilizzazione dei suoli e al contrasto ai fenomeni di erosione costiera.

L'alternativa B, in ogni caso, abbate solo una parte dei costi di investimento, valutati in euro 3.500.000, circa (in quanto comprende anche opere di recinzione dell'area da interdire) ed, in ogni caso comporta un notevole incremento dei costi gestionali derivanti dalla custodia e dal presidio ambientale e dal monitoraggio della trincea drenante e delle opere di presidio ambientale e di messa in sicurezza realizzate a valle del corpo della ex discarica.

Il coordinatore della progettazione
Arch. Achille Vitale