

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Piani Urbani Integrati - M5C2 – Intervento 2.2b



COMUNE DI PALERMO

**AREA DEL PATRIMONIO, DELLE POLITICHE AMBIENTALI
E TRANSIZIONE ECOLOGICA**

**SETTORE POLITICHE AMBIENTALI E TRANSIZIONE ECOLOGICA
SERVIZIO PROGETTAZIONE MARE, COSTE, PARCHI E RISERVE**



Parco a mare allo Sperone

CUP D79J22000640006

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

RELAZIONE
Settembre 2023

Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla
L'Assessore: Dott. Andrea Mineo
Il Capo Area: Dott.essa Carmela Agnello
Il Dirigente: Dott. Roberto Raineri

Il RUP: Arch. Giovanni Sarta
Staff del RUP: Arch. Giuseppina Liuzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarnieri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardibono, D.ssa Patrizia Sampino.

La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spaggiola
Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapio; Dott. Biologo Fabio Di Piazza;
Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta

Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.

Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolte da: ICPA s.r.l. e Ambiente Lab
Con il contributo scientifico del Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronsivalle

Sommario

PREMESSA	3
ANALISI DI RISCHIO SANITARIO ED AMBIENTALE SITO SPECIFICA	5
CONSIDERAZIONI E PROSECUZIONE DELLE ATTIVITÀ	11
SITUAZIONE DEL COMPARTO “SUOLO SUPERFICIALE”	11
PROPOSTA DI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE	12
<i>Monitoraggio ambientale</i>	14
L’APPROVAZIONE DELL’ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA	14
L’INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE	15

Premessa

Considerata l'origine antropica del suolo dell'area interessata dall'intervento, l'Amministrazione Comunale ha ritenuto opportuno eseguire una campagna di indagini preliminari.

Le indagini sono state eseguite dalla A.T.I. I.C.P.A. S.r.l. (mandataria) – AMBIENTE & SICUREZZA S.r.l. (mandante), tra il 21/03/2023 ed il 17/05/2023 consistenti in :

- 11 sondaggi a terra;
- 6 sondaggi a mare;
- 9 pozzetti esplorativi.

Sui campioni di suolo così prelevati sono state eseguite le analisi chimico-fisiche previste dall'Allegato 4 al DPR 120/2017, nell'ambito delle quali è stato rilevato il superamento delle CSC per alcuni parametri in riferimento ai valori della colonna A della Tabella 1 - Allegato 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs 152/06, principalmente per quanto riguarda i metalli pesanti e gli idrocarburi policiclici aromatici.

Nelle Tabella 1 e 2 riportate a seguire, sono evidenziati sinteticamente i superamenti riscontrati.

Tabella 1 - Superamenti nei sondaggi a terra, quantità espresse in [mg/kg su s.s.]

	S02/C1 0,00-1,00	S02/C2 2,80-3,20	S03/C1 0,00-1,00	S03/C2 13,70- 14,30	S07/C1 0,00-1,00	S07/C2 0,00-1,00	LIMITI 152/2006
Benzo[b]fluoranthene^	0,7	--	--	0,7	--	--	0,5
Benzo[a]pyrene^	0,6	0,2	--	0,6	--	--	0,1
Dibenzo[a,l]pyrene^	0,3	--	--	0,2	--	--	0,1
Dibenzo[a,i]pyrene^	0,2	--	--	0,4	--	--	0,1
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0,6	0,2	--	0,5	--	--	0,1
Dibenzo[a,h]pyrene	--	--	--	0,4	--	--	0,1
Benzo[ghi]perylene^	0,5	--	--	0,4	--	--	0,1
COBALTO	--	--	58	--	--	--	20
PIOMBO	--	--	--	130	170	--	100
MERCURIO	--	--	--	--	--	1,4	1

Tabella 2 - Superamenti nei pozzetti esplorativi, quantità espresse in [mg/kg su s.s.]

	P01 2,50 m	P02 1,50 m	P03 0,50 m	P03 3,00 m	P08 0,50 m	LIMITI 152/2006
Benzo[a]pyrene^	--	--	0,108	0,26	--	0,1
Benzo[ghi]perylene^	--	--	--	0,16	--	0,1
PIOMBO	130	--	--	200	130	100
MERCURIO	--	--	--	1,6	--	1
RAME	--	--	--	160	--	120
ZINCO	--	--	--	200	--	150
*endrin	--	0,02	--	--	--	0,01

A seguito della notifica di tali superamenti si è proceduto, in data 21 aprile 2023, alla comunicazione ai sensi dell'art. 244, comma 1, D.Lgs 152/06, con utilizzo del Modello A delle Linee Guida regionali in materia di bonifica di siti inquinati, in seguito alla quale è stata avviata al redazione del "Piano di Caratterizzazione Ambientale" previsto dall'art.244, comma 1 del Titolo V della Parte Quarta del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il Piano di Caratterizzazione dell'area è stato, quindi, approvato nell'ambito della Conferenza di Servizi del 16.06.2023. L'esecuzione delle indagini è stata autorizzata dal Dipartimento regionale dell'Acqua e dei Rifiuti con D.D.S. n.558 del 20.06.2023

Le indagini eseguite in attuazione del Piano di Caratterizzazione sulla matrice suolo e sottosuolo sono state effettuate con l'esecuzione di sondaggi geognostici predisposti su una maglia elementare 100 x 100 m. In corrispondenza delle aree in cui sono stati riscontrati i superamenti, la maglia è stata infittita con maglie 50 x 50 m.

Nello specifico sono stati eseguiti i seguenti prelievi:

- n. 81 campioni prelevati nel suolo e sottosuolo per determinazioni sul tal quale, Tabella 1 All. 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/2006;
- n. 14 campioni da prelevare nel riporto per determinazioni test di cessione, Allegato 3 D.M. 05/02/98;
- n. 3 campioni di top soil
- n.7 campioni di acqua sotterranea, Tabella 2 All. 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/2006

Sui campioni di suolo prelevati sono state eseguite n. 98 analisi chimico-fisiche e n. 7 analisi chimico-fisiche sui campioni di acqua sotterranea.

Dagli esiti delle analisi del piano di caratterizzazione è risultato quanto segue:

- 42 campioni di terreno su 86 risultino conformi alla Tab. 1 All. 5 Titolo V parte IV D.lgs. 152/06, Col. A siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale;
- 11 campioni di riporto su 14 risultino conformi ai limiti previsti dal test di cessione, con riferimento all'Allegato 3 del D.M. 05/02/1998;
- 1 campione di acque sotterranee su 3 risultino conformi ai limiti previsti in riferimento alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

L'A.R.P.A. ha validato le attività di caratterizzazione ambientale con nota n.0040905 del 26.07.2023 l'A.R.P.A.

Considerati i superamenti di CSC ed in relazione a questi è stato redatta la prescritta "Analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifico"



ANALISI DI RISCHIO SANITARIO ED AMBIENTALE SITO SPECIFICA

Relativamente alla metodologia utilizzata si rinvia al documento, facente parte degli elaborati del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica.

Si riportano, a seguire, le considerazioni conclusive.

SINTESI DEL MODELLO CONCETTUALE

La presente procedura è stata applicata al sito in esame a seguito del riscontro di alcuni superamenti delle CSC di cui alla colonna A (siti ad uso verde pubblico, ricreativo e residenziale) di Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, nel suolo e sottosuolo indagato durante la campagna delle indagini condotte nell'ambito del Piano della Caratterizzazione presso il sito identificato con il "Parco a mare allo Sperone di Palermo".

L'attività di campionamento e caratterizzazione, svolta dalla suddetta A.T.I., è stata effettuata in ottemperanza alla normativa di riferimento citata. In particolare si è proceduto alla caratterizzazione delle seguenti matrici:

- Suolo e sottosuolo;
- Riporti;
- Acque sotterranee.

Tralasciando gli esiti relativi alle acque sotterranee, per le quali si sono evidenziati alcuni superamenti di CSC (Tab. 2 All. 5 – Titolo V- Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006) per parametri (solfati, boro e manganese) associabili alla vicinanza del mare (o alla presenza di materiali di riporto derivanti da sedimenti marini) e non associabili alla contaminazione potenziale riscontrata in suolo e sottosuolo, e per i riporti, per i quali si sono evidenziati alcuni superamenti dei limiti di riferimento (Allegato 3 al D.M. 05/02/98 e ss.mm.ii.) per cloruri e solfati, anch'essi riconducibili alla vicinanza del mare (o alla presenza di materiali derivanti da sedimenti marini), risultati di particolare interesse ambientale sono quelli riferiti ai terreni (suolo e sottosuolo).

Difatti su n. 86 campioni prelevati nei 27 punti di indagine (sondaggi), ben 42 campioni sono risultati non conformi alle CSC di riferimento di cui alla colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) di Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

Di questi 42 campioni non conformi, si evidenzia che n. 14 sono stati prelevati in suolo superficiale (prof. < 1 m da piano campagna) e n. 28 in suolo profondo (prof. > 1 m da piano campagna).

I superamenti riscontrati per tali campioni sono stati perlopiù riconducibili a metalli pesanti (cobalto, mercurio, piombo zinco) e composti organici della famiglia degli idrocarburi policiclici aromatici, oltre a idrocarburi totali (pesanti e leggeri), con valori, soprattutto per gli organici, comunque non di molto superiori a quelli delle CSC di riferimento.

I contaminanti di riferimento, i cui superamenti delle CSC (colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V della Parte Quarta, D.Lgs. 152/2006) hanno costituito l'oggetto principale della procedura di Analisi di Rischio Sanitario e Ambientale oggetto della presente relazione, appartengono, pertanto, alle seguenti tipologie., distinguendo i due comparti "Suolo Superficiale" (SS) e "Suolo Profondo" (SP):

Suolo Superficiale (®1 m da p.c.)

Metalli

- Mercurio
- Piombo
- Zinco

Idrocarburi Policiclici Aromatici

- Pirene

- Benzo[a]antracene
- Benzo[b]fluorantene
- Benzo[a]pirene
- Dibenzo[a,l]pirene
- Dibenzo[a,e]pirene
- Dibenzo[a,i]pirene
- Indeno[1,2,3-cd]pirene
- Dibenzo[a,h]antracene
- Benzo[ghi]perilene

Alifatici clorurati cancerogeni

- 1,1 Dichloroetilene,

Idrocarburi totali leggeri **CM2**

Idrocarburi totali pesanti C>12

CB

Suolo Profondo (> 1 m da p.c.)

Metalli

- Cobalto
- Mercurio
- Piombo
- Rame
- Zinco

Idrocarburi Policiclici Aromatici

- Pirene
- Benzo[a]antracene
- Benzo[b]fluorantene
- Benzo[a]pirene
- Dibenzo[a,l]pirene
- Dibenzo[a,e]pirene
- Dibenzo[a,i]pirene
- Indeno[1,2,3-cd]pirene
- Dibenzo[a,h]antracene
- Benzo[ghi]perilene

Idrocarburi totali pesanti C>12

PCB

Ai fini dell'applicazione della procedura di AdR, dalle suddette aree sono state individuate le sorgenti di contaminazione potenziale con i seguenti criteri:

- 1) Distribuzione della contaminazione potenziale in SS o in SP;
- 2) Presenza di contaminanti esclusivi (hot spot);
- 3) Valori eccessivi di contaminazione potenziale rispetto ai valori medi;
- 4) Contiguità spaziale
- 5) Assetto stratigrafico.

Sono state, pertanto, definite le seguenti sorgenti di contaminazione potenziale:

Suolo Superficiale (SS)

Denominazione	Area (mq)	Contaminanti	Tipologia
Hot Spot 1 SS (Sg21)	2.569,667	IPA	Hot spot
Hot Spot 2 SS (Sg11)	4.677,294	Metalli - IPA	Hot spot
Hot Spot 3 SS (Sg04)	10.445,522	IPA - HC C>12	Hot spot
Hot Spot 4 SS (Sg16)	1.040,728	Metalli	Hot spot
Hot Spot 5 SS (Sg06)	6.479,275	PCB	Hot spot
Sorgente 1 SS (Sg03+Sg07+Sg08+Sg10+Sg20+Sg24+Sg25)	23.148,55	Metalli - IPA - PCB	Composito
Sorgente 2 SS (Sg01+Pz03)	12.262,67	IPA - HC Cm12	Composito

Suolo Profondo (SP)

Sigla	Area (mq)	Contaminanti	Tipologia
Hot Spot 1 SP (Pz06)	6.479,275	IPA	Hot spot
Hot Spot 2 SP (Pz01)	10.445,522	Metalli	Hot spot
Hot Spot 3 SP (Sg13)	12.262,67	HC Cm12	Hot spot
Hot Spot 4 SP (Sg12)	23.148,55	Metalli	Hot spot
Hot Spot 5 SP (Sg03)	1.040,728	IPA - PCB	Hot spot
Hot Spot 6 SP (Sg01)	4.677,294	Metalli	Hot spot
Hot Spot 7 SP (Sg09)	2.569,667	Metalli - IPA	Hot spot
Sorgente 1 SP (Sg04+Sg05+Sg07+Sg08+Sg10+Sg11+Sg15+Sg20+Sg21+Sg24+Sg25)	52.825,58	Metalli - IPA - HC>12	Composito

Le risultanze della procedura di Analisi di Rischio applicata sulle 15 sorgenti di contaminazione potenziale individuate (n. 6 in SS e n. 8 in SP) hanno dato l'esito di "sito contaminato" per quanto riguarda il suolo e sottosuolo, sia in "Suolo Superficiale" (SS) che in "Suolo Profondo" (SP) del sito indagato, così come definito dall'art. 240, comma 1, lett. e), del D.Lgs. 152/2006, con particolare riferimento alle seguenti aree sorgente:

Suolo superficiale

Denominazione	Area (mq)	Contaminanti >CSC	RISCHIO	CSR	CSRcum
Hot Spot 1 SS (Sg21)	2.570	IPA	R(HH): IPA HI(HH): Accettabile Rgw(GW): 1,1- dicloroetilene	CSR(HH) IPA CSR(GW) 1,1-dicloroetilene CSR IPA, 1,1- dicloroetilene	NON ACCETTABILE

Hot Spot 2 SS (Sg11)	4.677	Metalli - IPA	R(HH): IPA HI(HH): Accettabile Rgw(GW): IPA	CSR(HH) IPA CSR(GW) IPA CSR IPA	NON ACCETTABILE
Hot Spot 3 SS (Sg04)	10.446	HC C>12	R(HH): Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Accettabile	CSR(HH): Accettabile CSR(GW): Accettabile CSR: Accettabile	NON ACCETTABILE
Hot Spot 4 SS (Sg16)	1.041	Metalli	R(HH): Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Accettabile	CSR(HH): Accettabile CSR(GW): Accettabile CSR: Accettabile	ACCETTABILE
Hot Spot 5 SS (Sg06)	6.479	PCB	R(HH): PCB HI(HH): Accettabile Rgw(GW): PCB	CSR(HH) PCB CSR(GW) PCB CSR PCB	NON ACCETTABILE
Sorgente SS1 (Sg03+Sg07+Sg08+Sg10 +SG20+Sg24+Sg25)	25.109	Metalli - IPA -PCB	R(HH) Pb, IPA, PCB HH(HI) Hg Rgw(GW) Hg, Pb, PCB	CSR(HH) Hg, Pb, IPA, PCB CSR(GW) Hg,Pb, PCB CSR Hg, Pb, IPA, PCB	NON ACCETTABILE
Sorgente SS2 (Sg01+Pz03)	12.263	IPA - HC Cm12	R(HH) IPA HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Accettabile	CSR(HH) IPA CSR(GW) Accettabile CSR IPA	NON ACCETTABILE
TOTALE	62.585		5 su 7	5 su 7	6 su 7

Suolo profondo

Sigla	Area (mq)	Contaminanti >CSC	RISCHIO	CSR	CSRcum
Hot Spot 1 SP (Pz06)	6.479	IPA	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): IPA	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) IPA CSR IPA	NON ACCETTABILE
Hot Spot 2 SP (Pz01)	10.446	Metalli	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) Co	NON ACCETTABILE

			Rgw(GW): Co	CSR Co	
Hot Spot 3 SP (Sg13)	12.263	HC C>12	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Accettabile	CSR(HH): Accettabile CSR(GW): Accettabile CSR: Accettabile	NON ACCETTABILE
Hot Spot 4 SP (Sg12)	23.149	Metalli	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Cu	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) Cu CSR Cu	NON ACCETTABILE
Hot Spot 5 SP (Sg03)	1.041	IPA - PCB	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): IPA, PCB	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) IPA, PCB CSR IPA, PCB	NON ACCETTABILE
Hot Spot 6 SP (Sg01)	4.677	Metalli	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Pb	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) Pb CSR Pb	NON ACCETTABILE
Hot Spot 7 SP (Sg09)	2.570	Metalli . IPA -HC>12	R(HH) Accettabile HI(HH): Hg Rgw(GW): Hg, Pb, IPA	CSR(HH) Hg CSR(GW) Hg, Pb, IPA CSR Hg, Pb, IPA	NON ACCETTABILE
Sorgente SP1 (Sg04+Sg05+Sg07+Sg08+Sg10+Sg11 +Sg15+Sg20+Sg21+Sg24+Sg25)	52.826	Metalli - IPA - HC>12	R(HH) Accettabile HI(HH): Accettabile Rgw(GW): Pb, Zn, IPA	CSR(HH) Accettabile CSR(GW) Pb, Zn, IPA CSR Pb, Zn, IPA	NON ACCETTABILE
TOTALE	113.449		7 su 8 di cui 6 solo per GW	7 su 8 di cui 6 solo per GW	8 su 8

In riferimento al SUOLO SUPERFICIALE, si evidenzia una situazione di non conformità alle CSR, con conseguente stato di “contaminazione” effettiva per 5 aree sorgente su 7 individuate, per una superficie totale di 51.098 mq. Si precisa, però, che in uno dei 2 casi risultati “non contaminati” (sorgente HS3) la CSR cumulativa ha dato esito di “non accettabilità” nel caso “outdoor on-site”, dato che per i due contaminanti considerati (Alifatici C13-C18 e Alifatici C19-C36) il valore dell’Indice di Pericolo – HI(HH) è pari a 1 per ognuno di essi e, quindi, sommandosi si giunge a 2 che è maggiore del valore dell’INDICE DI PERICOLO ACCETTABILE, pari a 1 (cfr. § 5.1.2.1). Ciò è dovuto ad un pericolo derivante alla esposizione (soprattutto per i bersagli individuabili con i bambini) ai percorsi di “ingestione suolo”, “contatto dermico” e “inalazione polveri”. Ne consegue che, in effetti, le aree contaminate sono 6 su 7, per un totale di 61.544 mq.

In riferimento al SUOLO PROFONDO, si evidenzia segue:

1) Lo stato di "contaminazione" per il rischio indotto verso le acque sotterranee in 6 aree su 8 aree sorgente considerate:

- Hot Spot 1 SP (Pz06)
- Hot Spot 2 SP (Pz01)
- Hot Spot 4 SP (Sg12)
- Hot Spot 5 SP (Sg03)
- Hot Spot 6 SP (Sg01)

o Sorgente SP1 (Sg04+Sg05+Sg07+Sg08+Sg10+Sg11+Sg15+Sg20+Sg21+Sg24+Sg25)

2) Lo stato di "contaminazione" per il rischio derivante dal superamento del valore di accettabilità dell'Indice di Pericolo per la presenza di Mercurio (fase vapore per inalazione "indoor") per n. 1 area sorgente (oltre al rischio per le acque sotterranee per Hg, Pb e IPA):

- Hot Spot 7 SP (Sg09)

3) Lo stato di "non contaminazione", se si esclude la CSR cumulativa, per n. 1 area sorgente:

- Hot Spot 3 SP (Sg13);

Si precisa, però, che per il Suolo Profondo:

- per quanto riguarda i casi di cui al punto 1, non essendo stata rilevata alcuna contaminazione della falda sottostante il sito, riconducibile ai contaminanti di riferimento nelle sorgenti potenziali considerate, il rischio per il comparto idrico sotterraneo sembrerebbe non effettivo. In tal caso sarebbe, comunque, opportuno effettuare un preciso piano di monitoraggio di tali acque sotterranee, con una frequenza almeno stagionale; si precisa, inoltre, che il comparto acque sotterranee non è riferito ad una effettiva risorsa idrica, ma ad acque sottostanti il sito riconducibili ad acque marine con una minima affluenza di acque continentali sotterranee provenienti da monte, in quanto fino a oltre 50 anni fa l'area era occupata dal mare;
- per quanto riguarda il caso di cui al punto 2, non essendo nell'area presente alcun edificio né in corrispondenza della stessa area né in adiacenza, non esiste un reale rischio effettivo, ma solo potenziale; in tal caso si raccomanda di non realizzare spazi chiusi (indoor) in corrispondenza o in adiacenza di tale area;
- per quanto riguarda il caso di cui al punto 3, sebbene il rischio e le CSR individuali e in riferimento alle acque sotterranee siano risultati "accettabili", la CSR cumulativa è risultata non accettabile per il cumulo degli indici di rischio per le acque sotterranee (RGW), pertanto si rientra nelle stesse condizioni di cui al caso 1.





Sorgenti di contaminazione suolo profondo

CONSIDERAZIONI E PROSECUZIONE DELLE ATTIVITÀ

Situazione del comparto “Suolo Superficiale”

Dalle risultanze sopra esposte ne discende che, data la situazione di conclamata contaminazione della componente suolo e sottosuolo, per il comparto “Suolo Superficiale”, si dovrà procedere con la definizione della fase successiva di progettazione degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza permanente (tramite misure di contenimento/mitigazione del rischio nelle aree individuate con le indagini svolte), per come previsto dall'art. 242, comma 7 del D.Lgs. 152/2006.

In particolare, si dovrà procedere sull'intera area corrispondente alla somma delle sorgenti sopra riportate, pari a 62.585 mq, risultata “contaminata” per come definito dall'art. 240, comma 1, lett. e), del D.Lgs. 152/2006, tramite la possibile attuazione dei seguenti interventi opzionali o tra loro integrati:

- la rimozione del suolo superficiale in corrispondenza delle suddette 14 aree per uno spessore pari a 1 m per una estensione totale pari a circa 61.500 mq (interventi di bonifica ex situ);
- la copertura delle suddette aree “contaminate” con superfici di copertura che inibiscano i percorsi di esposizione sopra evidenziati (interventi di messa in sicurezza permanente)

Infine, sempre per quanto riguarda la situazione della componente “Suolo Superficiale”, al fine di restringere le aree sorgente e, conseguentemente, le aree degli interventi sopra indicati, potrebbe essere opportuno effettuare ulteriori campionamenti esclusivamente nel primo metro di suolo, tramite l'esecuzione di scavi adeguatamente profondi, con il

prelievo di un solo campione per scavo (da cumulo). Tali indagini potrebbero essere effettuate soprattutto in corrispondenza delle aree sorgenti più grandi (ad es. Sg04, Sg11, Sg06, Pz03Sg07, Sg20).

Proposta di interventi di messa in sicurezza permanente

Si precisa che la copertura di tali aree deve essere volta ad eliminare quei percorsi di esposizione dei bersagli sensibili (adulti e bambini in scenario residenziale) associabili ai rischi inalatorio e di contatto dermico e ingestione. Si suggerisce, pertanto, di attuare delle coperture che evitino la dispersione di polveri e il contatto diretto con la matrice contaminate, senza la effettiva necessità di attuare una impermeabilizzazione finalizzata ad evitare l'infiltrazione delle acque di dilavamento in sottosuolo. Infatti, come detto in precedenza, sebbene ci sia un rischio di contaminazione delle acque soggiacenti il sito da parte della matrice solida contaminata, tale apporto non è avvenuto effettivamente in maniera tale da individuare superamenti delle CSC per i contaminanti riscontrati (metalli pesanti, IPA, PCB, Idrocarburi totali). Inoltre le suddette acque soggiacenti il sito non sono associabili a risorse idriche sotterranee ma ad acque marine frammiste a quelle sotterranee provenienti da monte. In ogni caso, delle coperture attuate al fine di interrompere i suddetti percorsi di migrazione potrebbero essere attuate tramite, ad esempio, un phytocapping che avrebbe anche una funzione di "phytoremediation" (soprattutto nei confronti dei metalli pesanti) oltre che di realizzazione di un'area a verde.

La messa in esercizio del phytocapping quale strato di tombatura delle aree contaminate, per uno spessore medio di 1 m, risulta essere la soluzione più adeguata in rapporto alle tipologie di contaminanti riscontrate, alla localizzazione geografica del sito e soprattutto al valore ambientale, paesaggistico e di fruizione che si vorrebbe dare all'area in esame.

Le fitotecnologie possono essere inquadrare tra i sistemi biologici di bonifica che sfruttano la capacità di alcune piante di interagire con contaminanti organici e inorganici presenti nel terreno, nei sedimenti e nelle acque.

Il phytocapping è una tecnologia applicabile alla copertura di siti di discarica e contaminati che ha lo scopo di isolare dall'ambiente esterno e dalle acque meteoriche i materiali o i terreni contaminati; la tecnica si basa sull'impiego di terreno e vegetazione in alternativa ai sistemi tradizionali basati sull'uso di argilla, materiali geosintetici, teli in HDPE e terreno vegetale.

Il phytocapping svolge le stesse funzioni di un capping tradizionale controllando la percolazione sfruttando tre meccanismi principali:

1. Intercettazione della pioggia ad opera delle chiome delle piante;
2. Immagazzinamento di umidità nel suolo;
3. Evapotraspirazione.

In questo modo si riesce inoltre a garantire una maggiore stabilità delle coperture realizzate, la protezione dall'erosione, un aumento della biodiversità e un miglioramento del paesaggio nonché un'azione di "carbon sequestration" e di ossidazione dei contaminanti ad opera della comunità microbica. Con tali interventi è possibile riconnettere il sito all'ambiente circostante applicando tecnologie che garantiscono performance elevate nel tempo.

Tale metodologia detta "copertura evapotraspirativa" (ET-cover) consente di annullare e/o limitare l'utilizzo di materiali impermeabilizzanti come argille, geosintetici e teli in polimeri plastici ad elevata densità. Il phytocapping riduce la percolazione attraverso tre meccanismi principali:

1. intercettazione a ombrello delle precipitazioni da parte delle chiome della vegetazione;
2. stoccaggio dell'umidità negli strati del suolo;
3. evapotraspirazione (cioè sollevamento idraulico) dell'acqua immagazzinata.

Il phytocapping ha dimostrato di essere efficace almeno quanto la sigillatura dell'argilla nel ridurre la percolazione attraverso i materiali di copertura della discarica, a condizione che le condizioni specifiche del sito siano prese in considerazione nella progettazione e che forniscano molti vantaggi aggiuntivi, tra cui una maggiore stabilità della copertura, una ridotta erosione dei materiali di copertura, una riduzione della polvere dispersa dal vento, una maggiore

diversità biologica, maggiori opportunità di stabilire impianti commerciali, sequestro del carbonio, e una maggiore ossidazione del metano da parte delle comunità microbiche. Il phytocapping è stato suggerito come strumento potenziale nel fito-risanamento del percolato di discarica. L'approccio di phytocapping più comune è la realizzazione di comunità vegetali allo scopo di ricreare nodi di vegetazione naturale. Tale tecnologia può essere migliorata da un'adeguata selezione di modifiche del suolo come biosolidi (sottoprodotto del processo di trattamento delle acque reflue che può essere utilizzato come fertilizzante), biochar (materiale carbonioso ottenuto per degradazione termica di biomassa animale e/o vegetale), compost o altri materiali.

In particolare gli alberi che fungono da "biopompe" e "intercettori di pioggia" e il suolo che funge da "stoccaggio". Il suolo e gli alberi insieme riducono al minimo la percolazione dell'acqua in rifiuti.

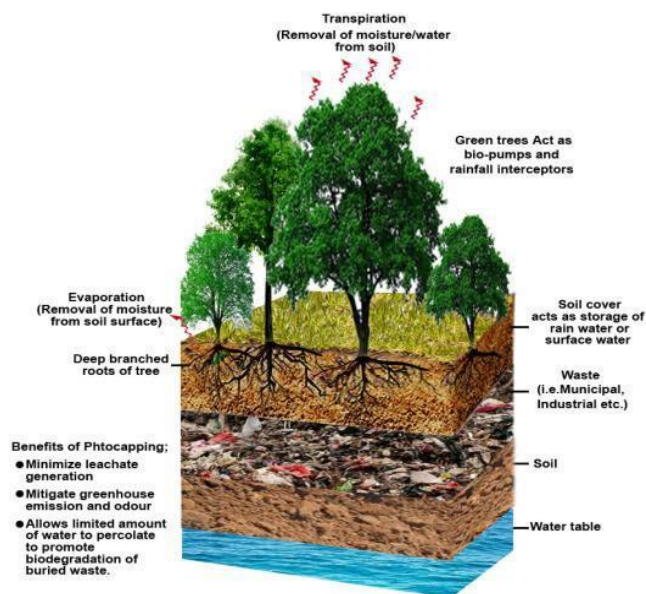
La tecnologia è stata sperimentata dall'EPA statunitense in varie condizioni agro-climatiche nel 1997. Da allora, questo sistema di limitazione è stato approvato dall'EPA statunitense per essere utilizzato su larga scala. I phytocaps negli Stati Uniti utilizzano prevalentemente erbe, arbusti e solo due specie di alberi (Salix e Populus sp).

Questa tecnologia può essere applicata in tutte quelle situazioni in cui si renda necessario isolare terreni contaminati o rifiuti dagli agenti meteorici (vento e pioggia) per impedire la dispersione di contaminati ad opera del vento o tramite la formazione di percolato. In generale questa tecnologia può essere impiegata per mettere efficacemente in sicurezza i siti dove sono presenti vecchie discariche non controllate (pre DPR n.915 1982) dove risulta necessario un intervento di bonifica e/o messa in sicurezza permanente avvalendosi di una tecnologia sostenibile con elevato valore aggiunto.

Gli interventi di phytocapping previsti sul sito d'interesse sono finalizzati principalmente a:

- impedire l'utilizzo incontrollato dell'area in cui sono depositate le ceneri di pirite;
- attuare un sistema di messa in sicurezza della discarica riducendo la percolazione delle acque meteoriche e annullando la dispersione eolica delle ceneri;
- riqualificare l'area creando una connessione paesaggistica con l'ambiente circostante.

I risultati di vari casi studio hanno evidenziato che tale metodologia consente di intercettare fino al 30% delle precipitazioni meteoriche e mostrato che il sistema di phytocapping ha una capacità migliore o equivalente rispetto alla tombatura dell'argilla per limitare l'ingresso di acqua nella discarica. Il costo di tali procedure è risultato ben inferiore ai metodi tradizionali ed inoltre la soluzione di phytocapping è più praticabile nelle regioni semi-aride.



Monitoraggio ambientale

Considerato che è presente il rischio inalatorio e di contatto dermico e ingestione in merito ai contaminanti rilevati, valuti il committente la possibilità di effettuare un monitoraggio ambientale delle potenziali sostanze areodisperse (polveri) nelle more di avvio delle fasi vere e proprie di attuazione degli interventi progettuali.

In particolare, si propone di effettuare il posizionamento per ognuna delle aree sorgenti individuate e classificate come “contaminate”, di n. 4 stazioni di prelievo aria (una per ogni punto cardinale) con determinate e opportune metodologie di laboratorio, al fine di sopperire ad eventuali variazioni di direzione del vento. La durata del monitoraggio deve essere di almeno 3 gg continuativi e i parametri da monitorare dovranno comprendere, oltre ai parametri meteo, i metalli pesanti, gli alifatici clorurati cancerogeni, gli idrocarburi policiclici aromatici, il PCB, gli idrocarburi totali C_{m2} e $C_{>12}$.

7.3.2 Situazione del comparto “Suolo Profondo”

Per quanto riguarda il comparto “Suolo Profondo”, si raccomanda di attuare:

- il monitoraggio delle acque sotterranee tramite il campionamento nei piezometri installati, con una frequenza almeno stagionale (n. 4 volte l'anno), per la ricerca dei parametri contaminanti evidenziati in suolo e sottosuolo e che hanno dato esito di rischio per tale risorsa idrica sotterranea;
- il monitoraggio dell'aria per il rilevamento della eventuale presenza di vapori di mercurio in corrispondenza dell'area sorgente “Hot Spot 7 SP (Sg09)”, con opportune strumentazioni e metodologia al fine di verificare l'effettiva assenza di rischio outdoor derivante da tale esposizione.

L'APPROVAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

Il documento è stato esaminato nell'ambito della Coerenza di Servizi indetta dall'Assessorato regionale dell'Acqua e dei Rifiuti ed espletata in data 14.09.2023.

Secondo quanto riportato nel verbale “... acquisiti i pareri favorevoli degli Enti partecipanti, la Conferenza approva ai sensi del comma 4 dell'art. 242 del D. Lgs 152/2006, l'ANALISI DI RISCHIO SANITARIO E AMBIENTALE SITO SPECIFICA dell'area “PARCO A MARE ALLO SPERONE” nel Comune di Palermo.”

A margine dell'incontro il RUP “... chiede un confronto ai partecipanti sugli interventi di MISP che si intendono realizzare, consistenti prevalentemente nella copertura dell'area mediante posa in opera di terreno vegetale (phytocapping). Il Dott. D'Urso evidenzia che, ai fini della definitiva MISP, la copertura con il solo terreno vegetale non eviterebbe la lisciviazione dei contaminanti presenti nei suoli nelle acque sotterranee, è necessario prevedere la copertura dell'area anche mediante uno strato impermeabilizzante.

Tale copertura impermeabilizzante dovrebbe essere estesa all'intero sito in quanto l'attività di movimentazione del suolo in fase operativa di MISP potrebbe comportare la dispersione del suolo contaminato in aree attigue, modificando lo scenario di contaminazione cristallizzato nella AdR.

Il Dott. D'Urso inoltre pone l'attenzione sulla necessità, durante la realizzazione degli interventi di MISP, di utilizzare sistemi che mitighino l'immissione in atmosfera di polveri prodotte a seguito della movimentazione del suolo superficiale (es. bagnatura); inoltre dovrà essere effettuato il monitoraggio delle stesse emissioni durante le fasi di cantiere.

In ultimo i convenuti concordano sulla necessità di eseguire, dopo la realizzazione della MISP, un adeguato periodo di monitoraggio ambientale, al fine di valutare l'efficacia degli interventi realizzati sia delle emissioni in atmosfera che delle acque sotterranee. A tal riguardo dovranno essere mantenuti i piezometri realizzati durante l'esecuzione del Piano di Caratterizzazione per il monitoraggio delle acque sotterranee anche dopo la realizzazione del parco.

In conclusione gli Enti convenuti accolgono favorevolmente gli orientamenti di MISP proposti dal Comune di Palermo, adeguati alle indicazioni suggerite, restando in attesa della trasmissione ufficiale del progetto di MISP, al fine di procedere con l'iter autorizzativo previsto dall'art. 242 del D.Lgs 152/2006"

L'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

Nell'Analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifico, si evidenzia la necessità di prevedere, per la messa in sicurezza del sito:

- a) la rimozione del suolo superficiale in corrispondenza delle suddette 14 aree per uno spessore pari a 1 m per una estensione totale pari a circa 61.500 mq (interventi di bonifica ex situ);
- b) la copertura delle suddette aree "contaminate" con superfici di copertura che inibiscano i percorsi di esposizione sopra evidenziati (interventi di messa in sicurezza permanente)

Si ritiene che l'ipotesi a), oltre ad essere non realizzabile con le risorse attualmente disponibili, non possiede pregio ambientale, in quanto si traduce in uno "spostamento" del materiale potenzialmente nocivo da un punto all'altro del territorio, con incidenza anche sulle matrici ambientali dovute agli effetti dell'attività di trasporto.

Relativamente alla seconda ipotesi nel documento si suggerisce, in sintesi, di prevedere un "phytocapping" con funzione di "phytoremediation".

In relazione alle considerazioni emerse nell'ambito della Conferenza di Servizi è necessario, però, che detto intervento preveda l'impermeabilizzazione del sito al fine di evitare la lisciviazione dei contaminanti presenti nei suoli nelle acque sotterranee

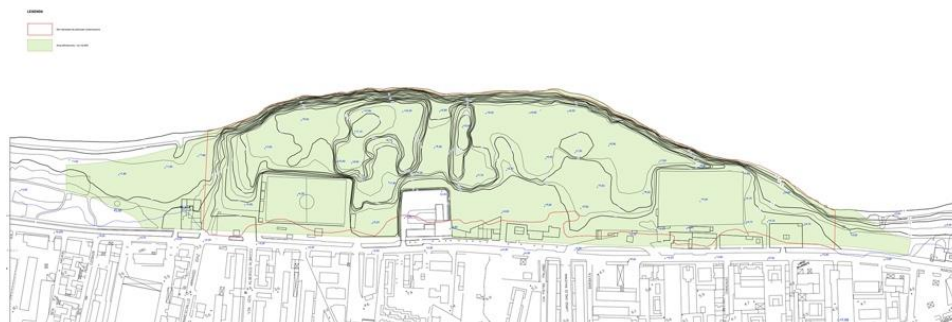
Dette soluzioni non pregiudicano, comunque, le aspettative della collettività e quanto da tempo programmato da parte dell'Amministrazione Comunale (vedi previsioni della proposta di Piano di Utilizzazione delle aree Demaniali Marittime - PUDM) che intende destinare l'area a parco pubblico.

Nella ipotesi operativa di messa in sicurezza permanente del sito, pertanto, si prevede:

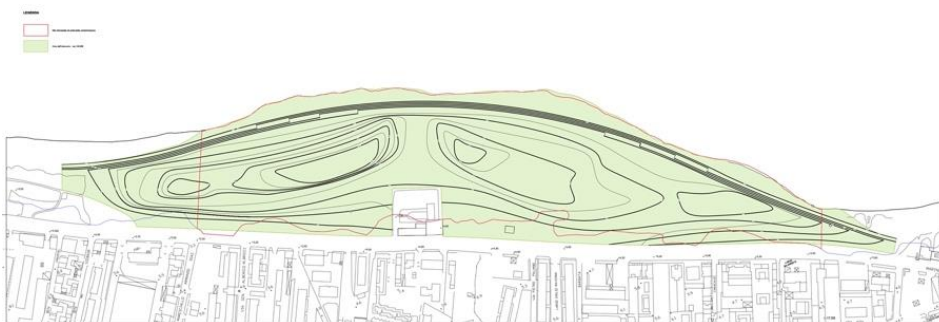
- il ricoprimento dell'intera superficie con uno strato impermeabile, realizzato con argilla compattata, al di sopra del quale collocare uno strato di terreno vegetale di adeguato spessore;
- la messa a dimora di vegetazione fitoriparatoria nelle aree che in progetto sono destinate a parco.

Si prevede di realizzare il capping dell'intera area di intervento a seguito della realizzazione degli interventi di sistemazione del suolo, necessaria per la realizzazione delle opere di difesa costiera e per garantire condizioni di piena ed agevole fruibilità del parco.

Nell'ambito di detta sistemazione, documentata nelle tavole "Orografia del suolo ante operam" e "Orografia del suolo post operam" sarà necessario effettuare la movimentazione di una consistente volumetria di terreno (circa 116.000 mc) da risistemare all'interno dello stesso sito.



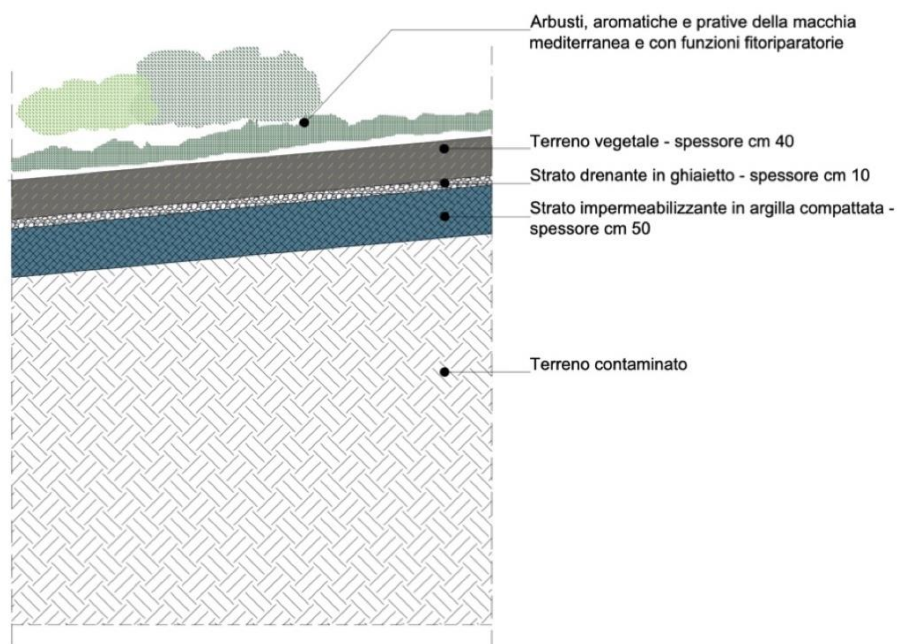
Ante operam



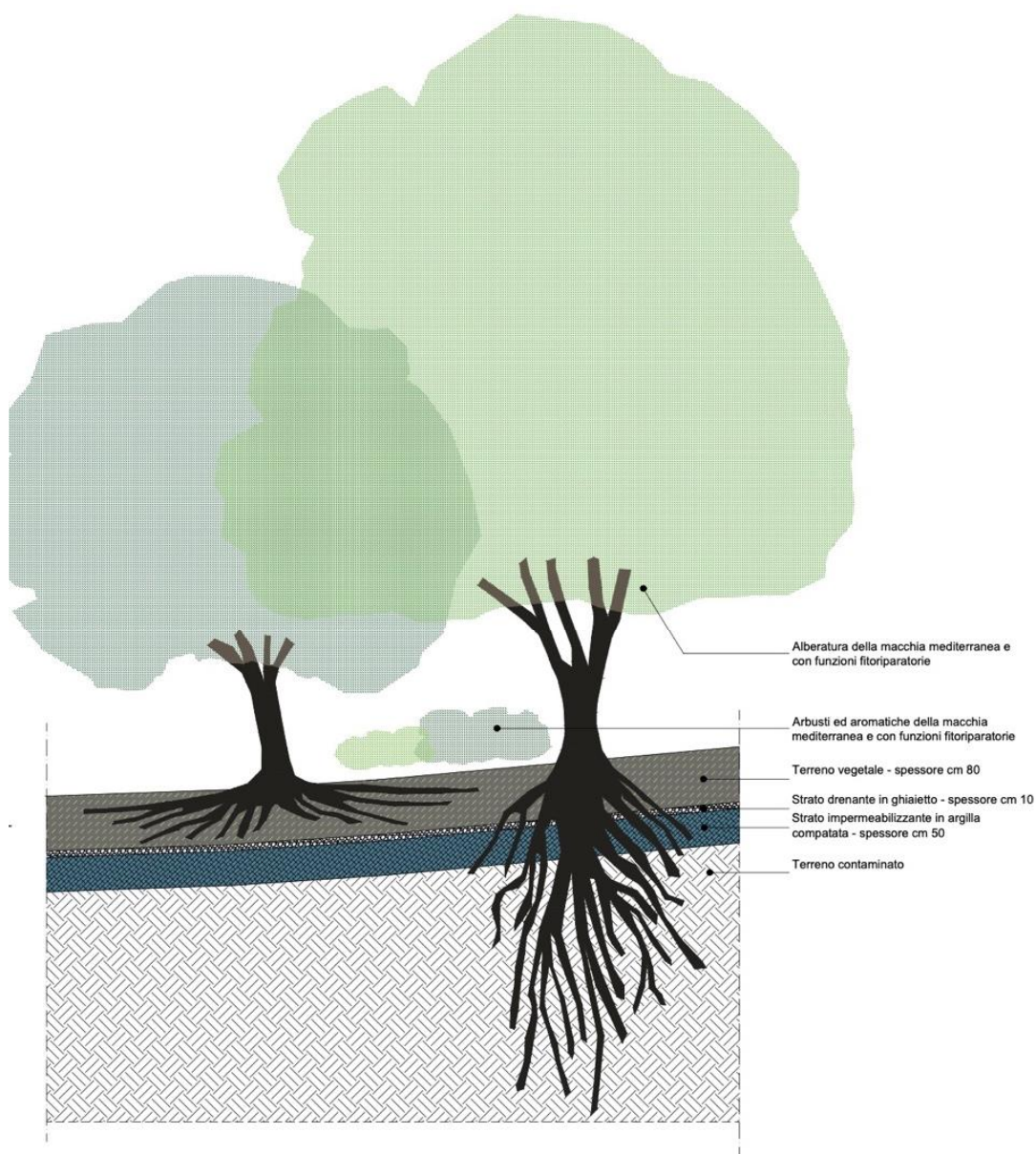
Post operam

Si prevedono due tipologia di capping:

- il TIPO A da utilizzare nelle aree del parco destinate alla messa a dimora di vegetazione prativa e/o arbustiva, ove prevedere uno strato di terreno vegetale di cm 40 di spessore
- il TIPO B da utilizzare nelle aree del parco destinate alla messa a dimora di alberature a medio ed alto fusto.



CAPPING - Tipo A

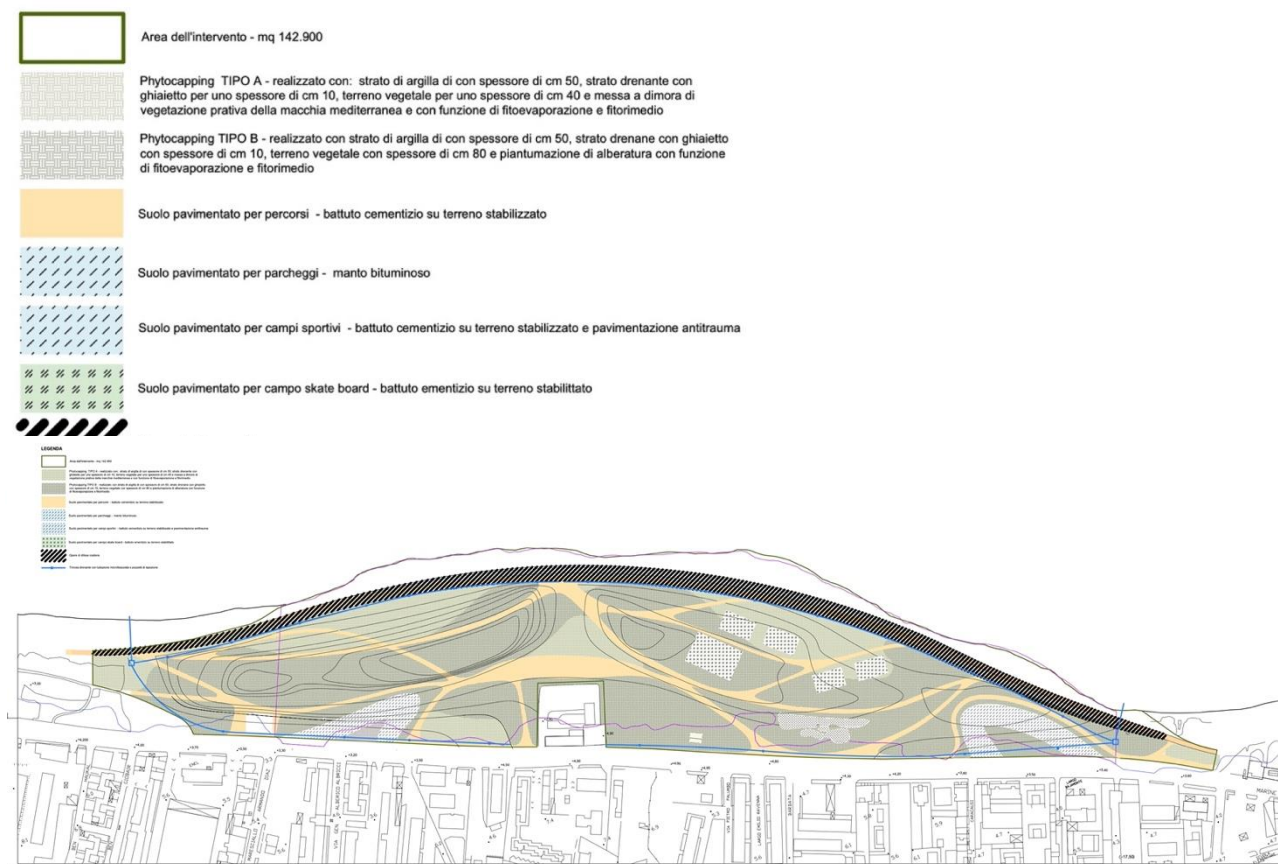


CAPPING - Tipo B

Si prevede di collocare, tra lo strato di argilla ed il terreno vegetale, uno strato di ghiaietto, utile ad accogliere e convogliare le acque permeate dal terreno vegetale, che, raccolte tramite un tubo drenante, si prevede confluiscano a mare.

Si prevede di realizzare dette tipologie di capping nelle sole aree a verde del parco in quanto i percorsi, i campi sportivi, il campo per skatepark, i parcheggi e le opere di protezione costiera sono caratterizzati da strati di base impermeabili (battuto di cemento – asfalto, ecc) , che assicurano l'interruzione delle vie di esposizione dai suoli contaminati.

Nell'elaborato planimetrico denominato "Messa in sicurezza permanente – planimetria scala 1:1.000" sono indicate le varie tipologie di ricoprimento dei suoli contaminati.



Planimetria dei ricoprimenti

Nel merito della vegetazione da utilizzare si ipotizza di selezionare tra le seguenti essenze quelle più idonee al contesto territoriale e conformi agli habitat della macchia mediterranea:

Una prima ipotesi di sintesi progettuale riguardante la sistemazione a verde del parco è documentata nell'elaborato denominato "La vegetazione del parco- Planimetria scala 1:1.000"

VEGETAZIONE ERBACEA E ARBUSTIVA

- Arundo donax (Cd, Ni, As, Pb, Zn, nutrienti)
- Brassica napus L.
- Holcus lanatus L.
- Medicago lupulina (Cu, Ni, Pb, Zn)
- Phalaris arundinacea (metalli pesanti, composti organici e nutrienti)
- Phragmites australis (metalli pesanti, composti organici e nutrienti)

VEGETAZIONE ARBOREA

- Populus nigra L.
- Salix alba L.
- Fraxinus excelsior (Cd, Pb, Zn, Cu, composti organici)

Specie idonee alla fascia più prossima al mare

- Tamarix spp.

I Coordinatore della progettazione. Ing. Deborah Spaggiari