

# AUTORITA' PORTUALE



**PROCEDURA DI CUI ALL'ART. 242 DEL D.LGS. 152/06 E SS.MM.II. A  
SEGUITO DELLA COMUNICAZIONE DELL'AUTORITÀ PORTUALE N° 448  
DEL 16/01/15**

## **PIANO DI CARATTERIZZAZIONE**

### **PIANO DI INDAGINI AMBIENTALI**

DATA	TITOLO DELL'ELABORATO	ALLEGATO	REDATTO
Dicembre 2015	<i>Relazione</i>		 Via Sardegna, 33 Palermo Tel. 091- 6788257 Il Direttore Tecnico Ing. Giuseppe Puleo 



<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1 AMBITO NORMATIVO .....</b>	<b>9</b>
1.1 IL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE .....	9
1.2 IL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE .....	11
1.3 IL PIANO DI INDAGINI E LA STRATEGIA PER L'UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO .....	11
1.4 L'ELABORAZIONE E LA PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	13
<b>2 RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE SUL SITO.</b>	<b>14</b>
<b>3 INQUADRAMENTO MORFO-GEO-IDROGEOLOGICO DEL SITO.....</b>	<b>26</b>
<b>4 RACCOLTA DEI DATI.....</b>	<b>60</b>
4.1 INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITE SULL'AREA ANTISTANTE IL BACINO 5 60	
4.1.1 Planimetria ubicazione indagini eseguite.....	60
4.1.2 Risultati delle indagini eseguite .....	62
4.2 INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITE SULL'AREA INTERESSATA DALL'ATTRAVERSAMENTO DEI CANALI EMISSARI (CANALI DI TROPPOPIENO) DEL CANALE PASSO DI RIGANO .....	81
4.2.1 Planimetria ubicazione indagini eseguite.....	81
4.2.2 Risultati indagini eseguite nel 2011 .....	83
4.2.3 Risultati indagini eseguite nel 2012 .....	88
<b>5 FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO .....</b>	<b>91</b>
5.1 SORGENTI DELLA CONTAMINAZIONE.....	91
5.2 LE VIE DI DIFFUSIONE DELLA CONTAMINAZIONE .....	92
5.3 BERSAGLI POTENZIALI DELLA CONTAMINAZIONE.....	93
<b>6 PIANO DI INDAGINI .....</b>	<b>94</b>



<b>6.1</b>	<b>CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DELLE INDAGINI .....</b>	<b>94</b>
<b>6.2</b>	<b>UBICAZIONE DELLE INDAGINI .....</b>	<b>95</b>

## **ALLEGATI**

- **B.1 Planimetria delle aree di competenza;**
- **B.2 Planimetria ubicazione indagini preliminari;**
- **B.3 Planimetria ubicazione indagini proposte;**
- **B.4 Planimetria ubicazione indagini complessive;**
- **Piano di Caratterizzazione del sito in cui ricadono gli “Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all’Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo” e relativi Allegati;**
- **Piano indagini preliminari area potenzialmente contaminata Bacino di Carenaggio TPL 150.000 Palermo e relativi Allegati.**

## PREMESSA

Con contratto di appalto Rep. n.15893/7995 del 22/10/13, l'Autorità Portuale di Palermo ha appaltato i “*Lavori di consolidamento e messa in sicurezza statica preliminari allo svuotamento della vasca bacino e successive indagini e verifiche propedeutiche al progetto generale di completamento del bacino di carenaggio da 150.000 TPL*” all'Impresa Trevi S.p.A., con sede in Cesena; i lavori sono stati consegnati in data 09/10/14.

Il progetto prevede il consolidamento e la riduzione di permeabilità dello scanno e della calcarenite di imbasamento dei cassoni del bacino mediante l'esecuzione di trattamento colonnare con jet grouting.

Su area di competenza dell'Autorità del Porto di Palermo, nell'ambito dei suddetti lavori, sono state approntate le aree di cantiere e realizzate alcune opere provvisorie, al fine di poter eseguire le lavorazioni previste in progetto, in ottemperanza alle prescrizioni rilasciate in sede di conferenza dei servizi dagli enti interessati per l'approvazione del progetto esecutivo; tali opere consistono sinteticamente in:

- Impermeabilizzazione dell'area di cantiere attraverso opportuna pavimentazione, per una superficie complessiva di circa 3.200 m<sup>2</sup>, in modo da evitare che il percolo delle acque di lavorazione e delle prime acque di pioggia possa contaminare il sottosuolo dell'area
- Costruzione di quattro vasche di varie dimensioni, realizzate al di sotto del piano dell'area di cantiere, in modo da creare dei contenitori impermeabili per lo stoccaggio degli spurghi derivanti dalle attività di jet-grouting o dei fanghi dragati e trattati
- Installazione di un impianto di trattamento delle prime acque di pioggia, delle eventuali acque di scolo delle lavorazioni e delle acque provenienti dal sistema di lavaggio ruote

Parte di queste opere provvisorie al momento risultano realizzate.

Durante l'esecuzione degli scavi di sbancamento è stata rinvenuta alla profondità di circa 1,5 m dal p.c. la presenza, in un'area limitata posta alla radice del bacino ubicata nella parte occidentale dell'area consegnata all'impresa (cfr. Fig. 1), di materiale di colore scuro che potenzialmente poteva contenere contaminanti.



Foto 1 – Stralcio ortofoto (scala 1.5.000, rif. Google Earth, data di acquisizione 01/05/15)

A seguito di ciò sono state bloccate tutte le attività relative a tale porzione di area da parte dell'impresa, la quale ha comunicato tale rinvenimento all'Autorità Portuale. Quest'ultima, di conseguenza, ha attivato per mezzo di apposita comunicazione agli Enti interessati (nota prot. n. 448/15 del 16/01/15) le procedure previste dagli artt. 245 e 249 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., riguardanti la prima gli "obblighi di intervento e di notifica da parte dei soggetti non responsabili della potenziale contaminazione" e la seconda le "aree contaminate di ridotte dimensioni".

Contestualmente alla comunicazione sono state:

- Attuate le misure necessarie di prevenzione (art. 242 comma 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.),



consistenti in copertura degli scavi con teli in pvc, deposito dei materiali escavati in area impermeabilizzata e copertura dei suddetti cumuli con teli in pvc;

- Condotte le indagini chimiche sui materiali escavati per verificare gli eventuali superamenti dei limiti di cui alla Tab. 1 dell'Allegato V al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Accertato il superamento dei limiti sui materiali escavati si è proceduto alla caratterizzazione del rifiuto e allo smaltimento dello stesso presso discariche autorizzate.

Conseguentemente l'Autorità Portuale ha fatto predisporre un piano di indagini preliminari (art. 242 comma 2 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.), condiviso con la Struttura Territoriale A.R.P.A. di Palermo, volte ad accertare lo stato di qualità ambientale del sito, con particolare riguardo alla verifica dell'estensione ed al grado di inquinamento del sito.

A seguito delle indagini ambientali preliminari, svolte sull'area di pertinenza dell'Autorità Portuale, sono stati riscontrati superamenti di alcuni dei limiti previsti dalla normativa vigente, sia per il suolo e sottosuolo (Tab. 1-B Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.) che per le acque sotterranee (Tabella 2 Allegato 5 al titolo V della Parte IV del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii.).

Lo spessore di terreno interessato dalla contaminazione è piuttosto variabile, ma lo si può far corrispondere alla zona compresa tra il piano di campagna e lo strato di calcarenite di base (spessore variabile da 4 a 8 metri). L'andamento del tetto delle calcarenite di base, riportato nell'All. 4 "Carta del tetto della calcarenite" al Piano di Indagini Preliminari area potenzialmente contaminata Bacino di Carenaggio TPL 150.000 Palermo, presenta un naturale approfondimento da Nord verso Sud a una quota tra - 5,0 m e - 7,0 m s.l.m.m., e un improvviso ulteriore approfondimento in corrispondenza del bacino di carenaggio da 150.000 TPL, fino a quota - 15 m s.l.m.m. circa.

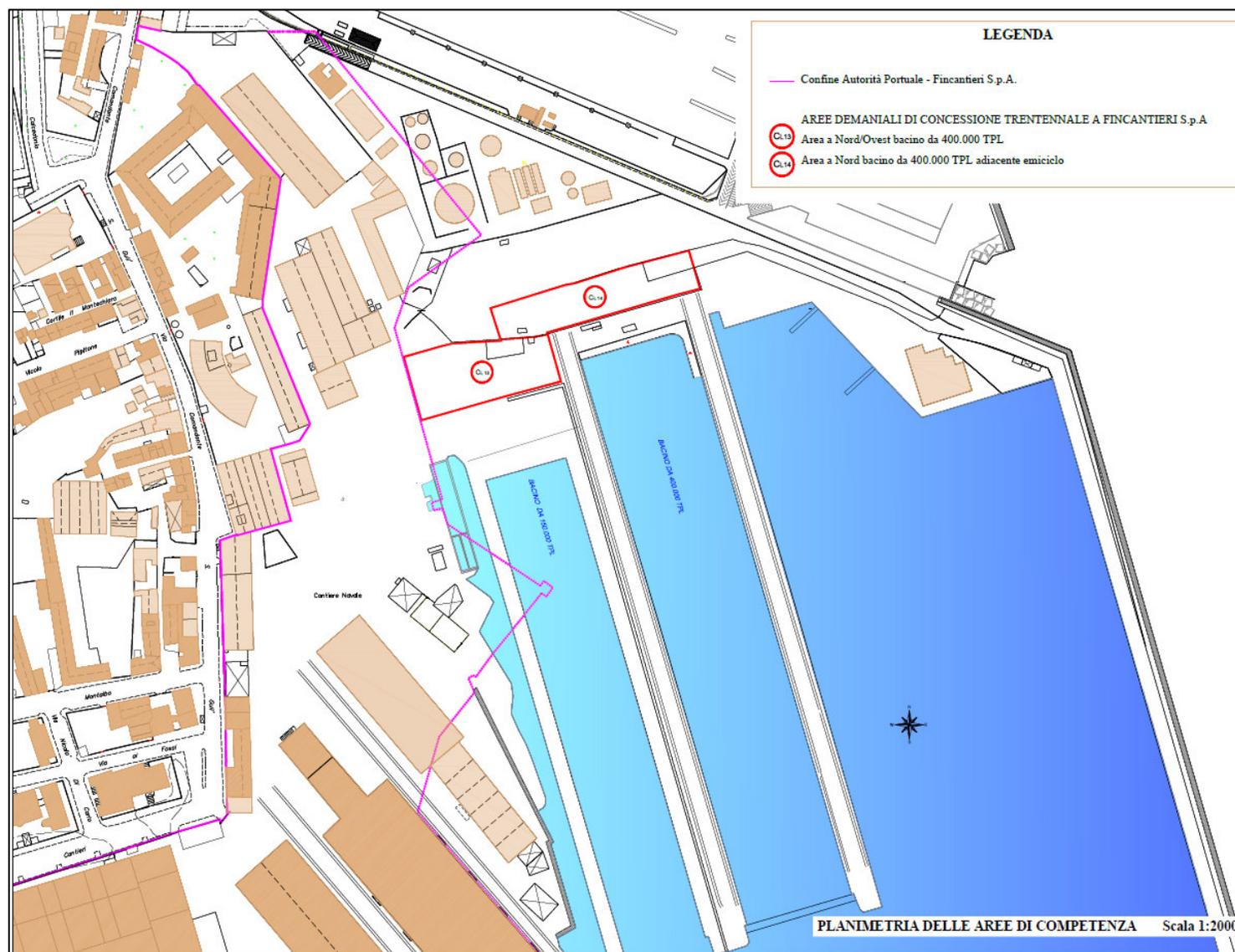
L'analisi della distribuzione della contaminazione all'interno dell'area di cantiere ha rilevato un'estensione parziale sotto alla quota di scavo da circa 1,0 m s.l.m. (specialmente per la parte occidentale dell'area di cantiere, in prossimità dell'area di ingresso) a circa - 4,0 m s.l.m.m. E'

presente comunque una contaminazione anche a quota - 4,0 ÷ - 6,0 m s.l.m.m..

In seguito al risultato delle suddette analisi che accertavano il superamento di alcune Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), l'Autorità Portuale ha dato notizia agli Enti competenti (nota prot. 4984 del 06/05/15) nel rispetto di quanto previsto dall'art. 242 comma 3 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., ed ha immediatamente attivato lo studio per l'individuazione di possibili ulteriori interventi che consentissero di prevenire/minimizzare ulteriori potenziali inquinamenti e contestualmente far continuare i lavori, di estrema importanza per la continuità e lo sviluppo dell'attività cantieristica portuale.

L'Autorità Portuale ha quindi comunicato la descrizione della misura/e di prevenzione adottata/e al Comune di Palermo e agli Enti di controllo (comma 3 dell'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.).

In seguito, l'Autorità Portuale ha dato mandato alla scrivente di predisporre il piano di indagini ambientali propedeutico per la caratterizzazione, ai sensi dell'Allegato II alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., sia dell'area in esame che delle aree attigue che ricadono nella competenza della stessa Autorità. Si riporta di seguito uno stralcio delle aree, attigue a quelle oggetto del presente piano, di competenza dell'Autorità Portuale e di quelle di competenza di altri Enti. Si rimanda all'Allegato B.1 "Planimetria delle aree di competenza" per un maggiore livello di dettaglio.



Nella presente relazione sono esposte le attività iniziali del processo di caratterizzazione, così come definito nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., relative al sito in parola. Tali attività, consistenti nella ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito e sulle aree attigue, nell'elaborazione del Modello Concettuale Preliminare e nella predisposizione di un Piano di Indagini finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee, sono state espletate in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità in un quadro realistico e condiviso delle situazioni di contaminazione eventualmente emerse.

In particolare, l'esecuzione del Piano di Indagini ambientali consentirà di svolgere le successive attività previste dal suddetto Allegato 2 in materia di caratterizzazione dei siti contaminati, consistenti nell'elaborazione rispettivamente dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti ai fini della rappresentazione dello stato di contaminazione, del Modello Concettuale Definitivo e dell'eventuale Analisi di Rischio di rischio sanitario ambientale sito-specifica.

A tal fine la presente relazione si sviluppa nei seguenti punti:

- Ambito normativo;
- Ricostruzione storica delle attività svolte sul sito;
- Inquadramento morfo-geo-idrogeologico del sito;
- Raccolta dei dati esistenti riguardanti il sito;
- Definizione del Modello Concettuale Preliminare del sito;
- Elaborazione del Piano di Indagini.



## 1 AMBITO NORMATIVO

Con il termine “sito potenzialmente contaminato” ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata rinvenuta un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee) tale da rappresentare un potenziale rischio per la salute umana [si veda art. 240 comma 1 lett. d) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.].

La normativa in materia di bonifica di siti inquinati, introdotta con l'art. 17 del D.Lgs. n. 22 del 05/02/97 (“Decreto Ronchi”) e attuata dal D.M. 25/10/99 n. 471, è stata profondamente modificata dal D.Lgs. n. 152/06 e ss.mm.ii. “Norme in materia ambientale” (che ha abrogato l'art. 17 del “Ronchi”) e che, alla Parte IV, Titolo V “Bonifica di siti contaminati”, disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, in armonia con i principi e le norme comunitari.

### 1.1 IL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

Ai sensi della vigente normativa il Piano di Caratterizzazione è il documento progettuale che definisce le attività di indagine previste, le modalità di esecuzione delle stesse e le sostanze contaminanti da ricercare, in funzione delle conoscenze storiche di un sito e delle attività e/o impianti potenzialmente critici presenti.

Tale piano ha anche lo scopo di definire l'assetto geologico e idrogeologico del sito, verificare la presenza o meno di contaminazione nei suoli e nelle acque, individuare le correlazioni tra le attività svolte e tipo, localizzazione ed estensione della possibile contaminazione e sviluppare un modello concettuale del sito. In esso vanno dunque decritti:



- Il sito produttivo e le possibili relazioni esistenti tra le attività svolte, in passato o al presente, e la contaminazione;
- Le caratteristiche ambientali nell'area del sito, anche eventualmente con riferimento ad indagini ambientali pregresse, e le condizioni necessarie alla tutela sanitaria ed ecologica;
- Il piano di indagini (campionamento e analisi) da attuare per caratterizzare lo stato di contaminazione del sito.

Sulla base di queste ricostruzioni e della formulazione di un Modello Concettuale Preliminare del sito viene definita la lista delle sostanze di cui determinare la concentrazione e il Piano di Indagini, che definisce indagini indirette, campionamento e analisi chimico-fisiche. Si tratta di una fase di lavoro molto delicata, da cui discendono tutti i successivi interventi tecnici e la strategia generale del piano di indagine; infatti, una completa definizione delle caratteristiche del sito e l'esecuzione adeguata delle indagini sono vincolanti per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

Per questi motivi la progettazione del piano di indagini comprende l'accurata definizione di tutti i dati che, nel caso di riscontro di contaminazione, bisogna raccogliere per:

- Definire l'estensione e i volumi dell'inquinamento delle diverse matrici ambientali e l'individuazione dei focolai di contaminazione;
- Definire quali sono le caratteristiche ambientali rilevanti per il trasporto, la migrazione e il comportamento delle diverse sostanze nelle matrici ambientali;
- Valutare la possibilità di adottare specifiche tecnologie di bonifica;
- Condurre l'analisi di rischio.

L'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. definisce nel dettaglio quali sono le informazioni da presentare ed elaborare affinché con le attività di investigazione si raccolgano e organizzino tutte le conoscenze necessarie al riutilizzo dei siti e alla protezione dell'ambiente e della salute; di seguito si specifica come sono stati affrontate le varie fasi attuative.

## **1.2 IL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

Il modello concettuale preliminare è un modello non definitivo, nel senso che la sua costruzione è realizzata in base alle informazioni storiche disponibili prima dell'inizio del piano di investigazione, e ha lo scopo di descrivere:

- Le caratteristiche del sito in termini di potenziali sorgenti della contaminazione;
- L'estensione e qualità preliminari delle matrici ambientali coinvolte dall'inquinamento;
- I potenziali percorsi della migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati.

La schematizzazione siffatta è la base per la definizione del piano di indagine. Stabilendo le relazioni tra le fonti e i bersagli della contaminazione, il Modello Concettuale assiste nell'identificazione dei punti di prelievo, in modo che i risultati delle indagini permettano di verificare le ipotesi formulate sulla diffusione della contaminazione.

Il Modello Concettuale permette, a chi deve approvare la progettazione, di valutare rapidamente la completezza delle indagini preliminari proposte e l'adeguatezza del Piano di Indagini nello studio delle diverse componenti ambientali e nella individuazione dei possibili bersagli.

## **1.3 IL PIANO DI INDAGINI E LA STRATEGIA PER L'UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO**

Secondo quanto indicato nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., il campionamento deve essere mirato a:

- Verificare l'esistenza di un inquinamento delle matrici ambientali;
- Definirne l'estensione volumetrica;
- Individuare le possibili vie d'esposizione e migrazione degli inquinanti;
- Ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo;

- Ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio sito specifica;
- Individuare i possibili ricettori.

A tal fine devono essere definiti:

- L'ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere, sia di tipo diretto, quali sondaggi e piezometri, sia indiretto, come i rilievi geofisici;
- Il piano di campionamento di suolo, sottosuolo, eventuali rifiuti e acque sotterranee;
- Il piano di analisi chimico-fisiche e le metodiche analitiche;
- La profondità da raggiungere con le perforazioni, assicurando la protezione degli acquiferi profondi ed evitando il rischio di contaminazione indotta dal campionamento;
- Le metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati.

La strategia per l'ubicazione dei punti di campionamento è basata sull'esame dei dati analitici a disposizione e su tutte le informazioni sintetizzate nel modello concettuale preliminare ed è mirata a verificare le ipotesi formulate nel suddetto modello in termini di presenza, estensione e potenziale diffusione della contaminazione.

Tale scelta scaturisce dalla complessità del sito e dalla disposizione di indagini, informazioni storiche e impiantistiche che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione.

Il piano di indagini contiene la dettagliata descrizione delle attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio per la determinazione delle concentrazioni delle sostanze selezionate, nelle diverse matrici ambientali. Devono essere altresì incluse nel documento le specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività (procedure di campionamento, le misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche analitiche, ecc...) che una volta approvate dalle Autorità Competenti, prima dell'inizio dei lavori, costituiranno il protocollo applicabile per la caratterizzazione del sito.

## **1.4 L'ELABORAZIONE E LA PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

Tutti i risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine costituiscono la base di dati a cui riferirsi per definire il modello concettuale del sito e definire il grado e l'estensione della contaminazione nel sito.

Le indagini e le analisi devono essere mirate a dettagliare il Modello Concettuale Definitivo ed inoltre devono consentire la definizione delle potenziali diffusioni nell'ambiente delle diverse classi di sostanze inquinanti e il rischio correlato per la salute pubblica e l'ambiente.

L'elaborazione dei risultati analitici deve contenere l'incertezza del valore di concentrazione, determinato per ciascun campione, sulla base del confronto delle metodologie che si intendono adottare per il campionamento e per le analisi.

Il campionamento deve anche permettere di distinguere se le concentrazioni, eventualmente superiori ai limiti di legge, misurate nel suolo e sottosuolo, derivino dalle attività condotte sul sito o se sono di origine naturale. E' necessario contestualmente, quindi, stabilire per ogni componente ambientale, la concentrazione delle diverse sostanze che corrisponde al "fondo naturale" detto anche "bianco"; procedendo a campionamenti nelle vicinanze del sito oggetto di indagine, in aree non influenzate dalla contaminazione, che presentano le medesime caratteristiche ambientali.

Se le concentrazioni determinate per il fondo naturale sono superiori a quelle stabilite nell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., le concentrazioni del fondo naturale diventano quelle da raggiungere con le attività di bonifica.

Tutti i dati ottenuti con l'esecuzione del piano di investigazione devono essere elaborati per permettere la verifica dei risultati da parte dei tecnici che valutano e autorizzano il progetto di bonifica. Pertanto, sarà redatta una relazione tecnica descrittiva delle indagini svolte per dimostrare l'adeguato svolgimento della campagna di indagine e un resoconto riepilogativo dei risultati ottenuti.

## 2 RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE SUL SITO

Dall'acquisizione delle informazioni e le documentazioni necessarie di carattere generale e specifico (amministrative, normative, urbanistiche, tecniche, ecc...), è stato possibile appurare che i lavori di costruzione del bacino in questione sono stati appaltati dalla Società Bacino 5 all'Impresa Condag s.p.a., giusto contratto n° 91979 del 25/03/85, e gli stessi, dopo alterne vicende, sono stati interrotti dall'impresa appaltatrice in data 30/10/96 e mai ripresi anche a seguito dell'intervenuta rescissione del contratto in data 13/07/97 in danno alla citata Condag s.p.a..

Con D.P.C.M. del 04/07/97 l'opera veniva commissariata ai sensi della Legge 135/97. In data 31/10/2000 è stato redatto lo stato finale e con Decreto del Commissario in data 25/07/2000 è stata dichiarata la decadenza della Convenzione regolante i rapporti tra la società Bacino 5 s.p.a. ed il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

In atto la società Bacino 5 s.p.a. è in liquidazione; al liquidatore compete la definizione dei rapporti in essere pendenti con la Condag s.p.a. conseguenti alla rescissione del contratto ed alla definizione dell'importo contrattuale per revisione dei prezzi.

Le opere all'epoca realizzate sono ad oggi non collaudate ed in merito la Commissione di Collaudo ha rassegnato una relazione ex art. 100 del R.D. n° 350/1895, dalla quale si evince quanto segue:

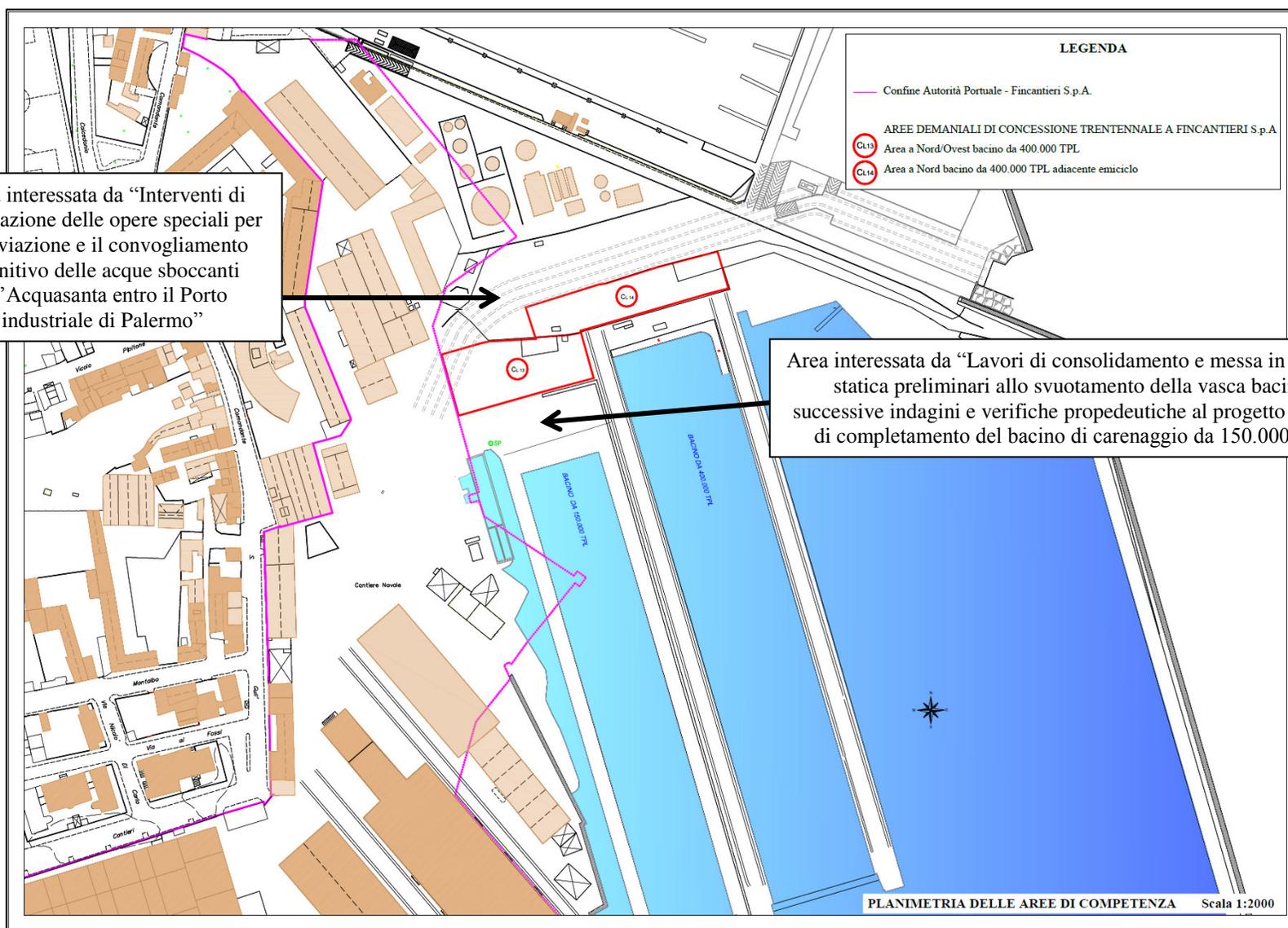
- Il collaudo delle opere in cemento armato e precompresso (Leggi 05/11/71 n° 1986 e 02/02/74 n° 64) ai fini dell'agibilità dell'opera potrà avvenire a struttura ultimata per le interazioni esistenti tra pali e le strutture eseguite e da eseguire;
- “Non potendo pervenire al collaudo definitivo la Commissione ha proceduto a verificare lo stato di consistenza dell'eseguito a tutto il 04/02/97 come descritto nel 14° verbale di visita ed ha acquisito tutti i dati per mettere in evidenza sul piano tecnico amministrativo e contabile lo stato dei lavori eseguiti dall'impresa Condag s.p.a. con al presente relazione di cui all'art. 100

del R.D. n° 350/1895.

Su segnalazione del Commissario Straordinario al competente Dipartimento Ministeriale, con D.M. n° 3538/3539 del 03/06/04 è stato ammesso a finanziamento, con i fondi di cui alla Legge 166/02, il completamento dell'opera in oggetto. Successivamente in data 25/11/04 è stato stipulato tra l'Autorità Portuale di Palermo ed il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti un accordo procedimentale per i lavori di completamento del bacino di carenaggio.

Preliminarmente alla relativa progettazione è necessario procedere ad una verifica delle opere eseguite e dello stato di conservazione in cui versano, onde poter prevedere eventuali interventi di ripristino. Da qui i *“Lavori di consolidamento e messa in sicurezza statica preliminari allo svuotamento della vasca bacino e successive indagini e verifiche propedeutiche al progetto generale di completamento del bacino di carenaggio da 150.000 TPL”* di cui in premessa.

Inoltre occorre già evidenziare, come meglio specificato nel capitolo 4, che all'interno di area rientrante nella competenza dell'Autorità Portuale, ubicata in prossimità dell'area in questione, è identificabile un sito interessato da *“Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all'Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo”*. Come è evidenziato nella successiva figura e nell'Allegato B.1 *“Planimetria delle aree di competenza”* tra queste aree di competenza dell'Autorità Portuale è interposta un'area in concessione a Fincantieri.





Così come riportato nella relazione di accompagnamento al Piano di Caratterizzazione relativo a questo sito, allegato al presente Piano, *“tra settembre e dicembre 2011 sono state eseguite delle prime indagini preliminari in corrispondenza dei canali emissari (canali di troppopieno), su cui si stavano effettuando alcuni interventi, a seguito del rinvenimento di sedimenti al loro interno. Le risultanze di tali indagini hanno permesso di riscontrare la presenza sia nei sedimenti contenuti all'interno dei canali sia nei terreni sottostanti la platea degli stessi canali, di rilevanti concentrazioni di idrocarburi pesanti. Si precisa che nel caso dei terreni sottostanti la platea la contaminazione è risultata con tenori comunque inferiori alla corrispondente CSC di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato V al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06. Preso atto di tali evidenze, pertanto, considerato che nei sedimenti contenuti nel canale le concentrazioni sono risultate notevolmente elevate, valutato nel corso della disamina dei fatti che nessun evento accidentale si è verificato in tempi recenti e presumendo pertanto che l'origine della fonte inquinante sia da imputare ad eventi pregressi, la committente ha deciso, giusto quanto previsto dall'art. 242 c. 11 e dall'art. 245 del D.Lgs. 152/06, di effettuare la prevista comunicazione (prot. n° 52/12 del 19/01/2012). Al contempo, dato che nelle prime indagini non sono stati rilevati, come sopra specificato, superamenti delle CSC nelle matrici ambientali, si è deciso di effettuare ulteriori indagini preliminari, al fine di verificare l'effettiva presenza di contaminazione nei terreni e/o nelle acque sotterranee immediatamente circostanti il canale in questione. Conseguentemente alla corrispondenza tenuta con ARPA S.T. di Palermo (nota prot. 7131 del 06/02/2012) è stato redatto nel febbraio 2012 il "Piano delle Indagini Preliminari" del sito in questione, e successivo svolgimento delle indagini tra maggio e giugno 2012. Le indagini preliminari svolte hanno evidenziato sotto vari aspetti, macroscopici e analitici, lo stato di contaminazione delle matrici solide indagate (terreni e sedimenti marini) ricadenti nel sito in esame, con particolare attenzione agli strati più profondi raggiunti corrispondenti ai livelli sedimentari naturali (depositi di spiaggia*

e formazione delle calcareniti e sabbie). Alla luce di tali risultati, si è resa necessaria la comunicazione agli Enti preposti, con la descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate, sebbene, vista la situazione riscontrata (contaminazione pregressa riscontrata in profondità nei terreni e falda non contaminata), non è sembrato necessario adottare particolari misure cautelative.” Contestualmente è stato redatto il Piano di Caratterizzazione, che è stato consegnato al Dipartimento Regionale dell’Acqua e dei Rifiuti, e redatto il progetto per la rimozione degli idrocarburi dal canale, che è stato consegnato alla Commissione Regionale dei Lavori Pubblici per l’approvazione. Il progetto de quo è ancora in attesa dell’approvazione. Nella Conferenza dei Servizi del 10/04/14, tenutasi per la discussione del suddetto Piano, si è ribadita la necessità di procedere celermente alla rimozione dei sedimenti (sorgente primaria di inquinamento) prima di procedere all’approvazione del Piano di Caratterizzazione per il sito.

Per completezza di documentazione, si riportano, infine, le immagini relative al sito in oggetto ai fini di ricostruzione storica dell’utilizzo e del contesto.



Foto 2 - Ante realizzazione bacino 5



Foto 3 - Ante realizzazione bacino 5

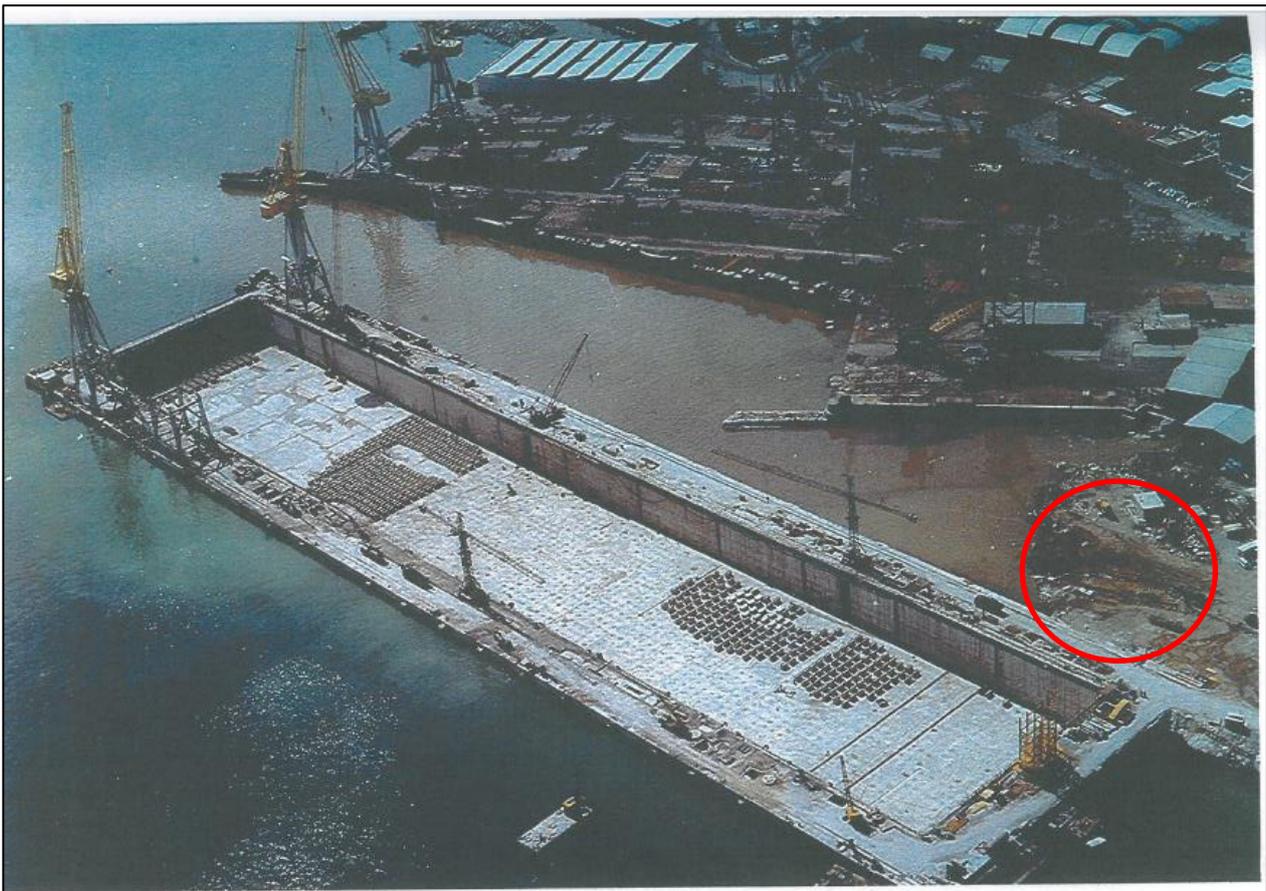


Foto 4 - Ante realizzazione bacino 5





Foto 7 - rif. Google Earth, data di acquisizione 10/11/06



Foto 8 - rif. Google Earth, data di acquisizione 09/06/07



Foto 9 - rif. Google Earth, data di acquisizione 20/04/08

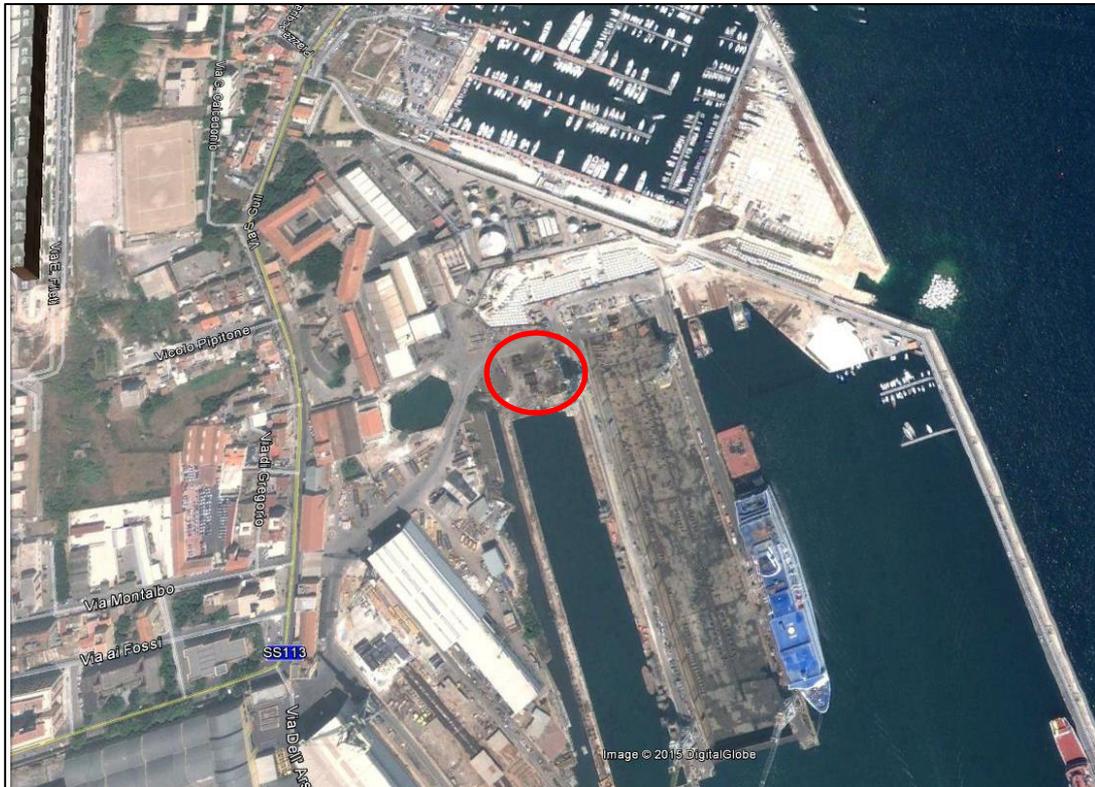


Foto 10 - rif. Google Earth, data di acquisizione 04/07/10



Foto 11 - rif. Google Earth, data di acquisizione 05/04/11

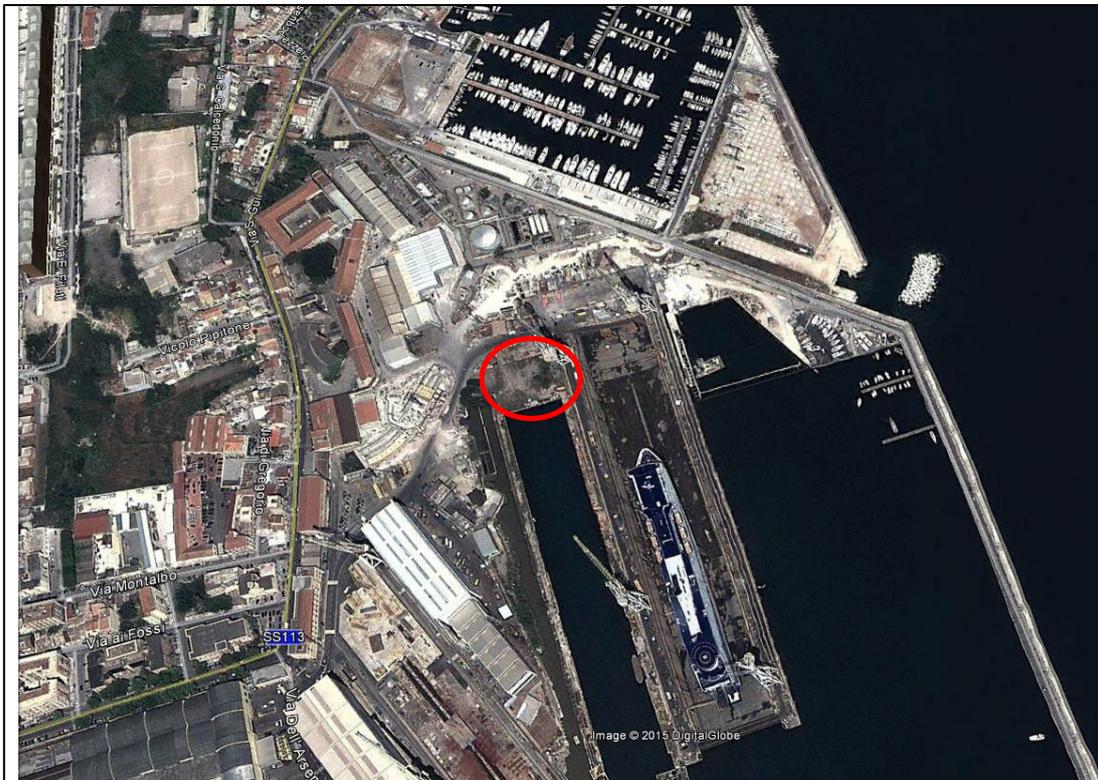


Foto 12 - rif. Google Earth, data di acquisizione 09/05/12





### 3 INQUADRAMENTO MORFO-GEO-IDROGEOLOGICO DEL SITO

Il sito d'interesse, individuabile topograficamente nella Sezione n. 595050 "Palermo" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (cfr. Fig. 1), ricade dal punto di vista geomorfologico al margine di un'area urbana sub-pianeggiante che degrada dolcemente verso il mare.

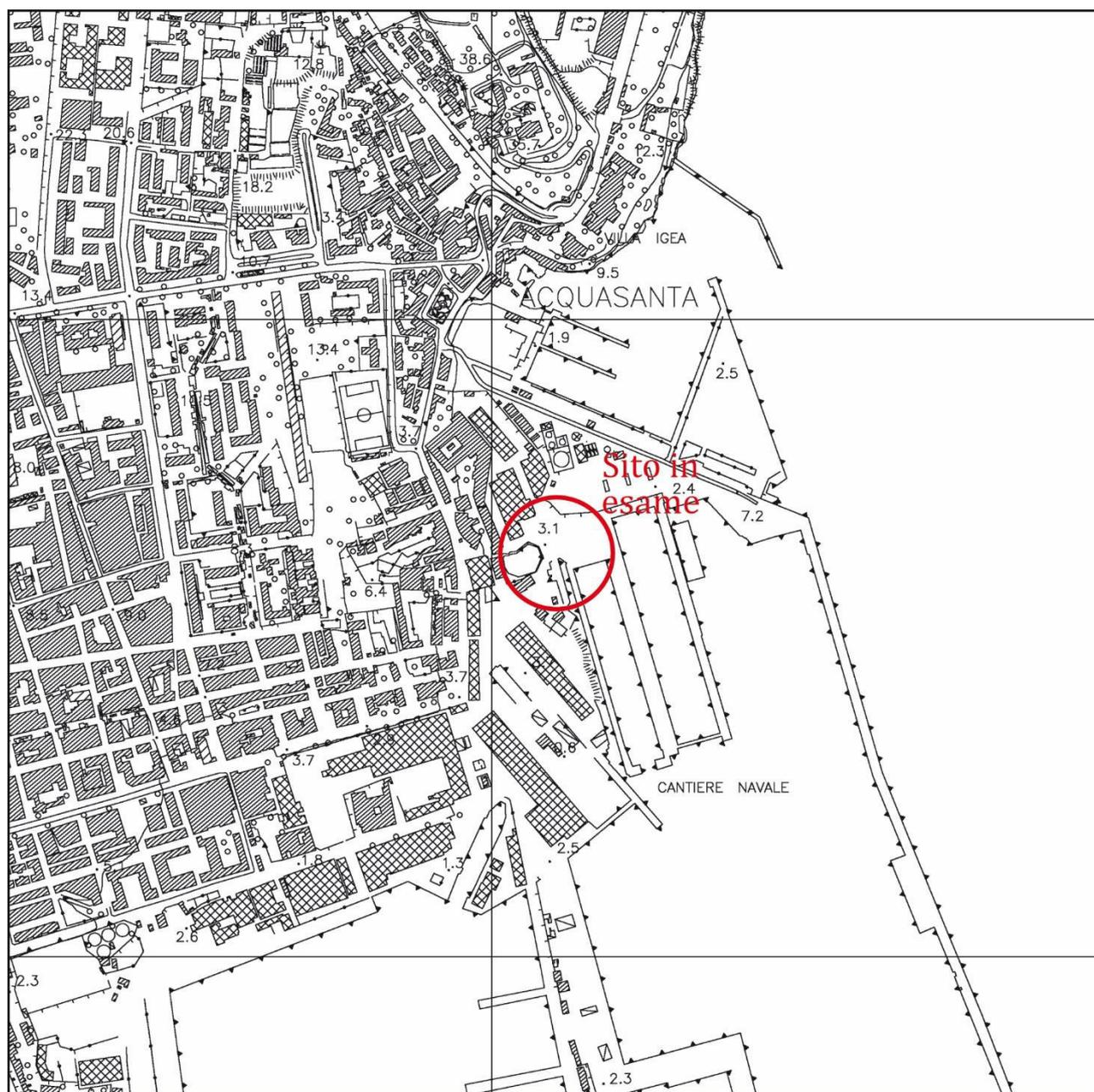


Fig. 1 - Stralcio topografico (scala 1.10.000)

La suddetta morfologia è il risultato dell'azione del mare quaternario e dei corsi d'acqua che incidevano più o meno profondamente il substrato roccioso, la cui combinazione ha prodotto una serie di pianori a diverse quote raccordati da scarpate aventi dislivelli di qualche metro, lungo le quali è stata storicamente impostata la rete viaria urbana ed extraurbana di Palermo (Cusimano & Di Cara, 1993)<sup>1</sup>.

Agli agenti del modellamento sopra descritti si è aggiunto in tempi recenti anche l'uomo, artefice di molteplici attività finalizzate soprattutto a favorire l'urbanizzazione del territorio. Infatti, l'attuale configurazione dell'area urbana di che trattasi si deve soprattutto alle operazioni di scarico a mare di ingenti quantità di materiali di risulta *l.s.*, prodotti prevalentemente negli ultimi sessant'anni nell'ambito sia della rimozione delle materie belliche del secondo conflitto mondiale, sia della vertiginosa espansione edilizia della conurbazione palermitana, quest'ultima accompagnata anche da importanti interventi di sistemazione idraulica delle principali aste fluviali costituenti il locale reticolo idrografico.

Nel dettaglio, l'accumulo dei depositi antropici in argomento ha comportato un generalizzato avanzamento della linea di costa, con quest'ultima che in corrispondenza del sito indagato è oggi protetta dalle imponenti strutture costituenti il Porto di Palermo e pertanto non è soggetta a fenomeni erosivi significativi, situazione questa confermata dall'esame della pertinente cartografia tematica di cui al vigente "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana"<sup>2</sup>, nel seguito "PAI" (*cfr.* Fig. 2).

---

<sup>1</sup> Cusimano G. & Di Cara A. (1993) -La pericolosità ambientale nel territorio di Palermo. Il Convegno Internazionale di Geoidrologia. GNDCI – CNR, Firenze 29 nov - 3 dic 1993.

<sup>2</sup> Regione Siciliana, Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente - Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana. Unità Fisiografica n. 17 da Capo Gallo a Capo Mongerbino (approvato con D.P.R.S. n. 811 del 15.12.2006) e Area territoriale tra il bacino del Fiume Oreto e Punta Raisi (040) (approvato con D.P.R.S. n. 91 del 27.03.2007 e ss.mm.aa.). Redazione a cura del Servizio 3 "Assetto del territorio e difesa del suolo" del Dipartimento Regionale dell'Ambiente.

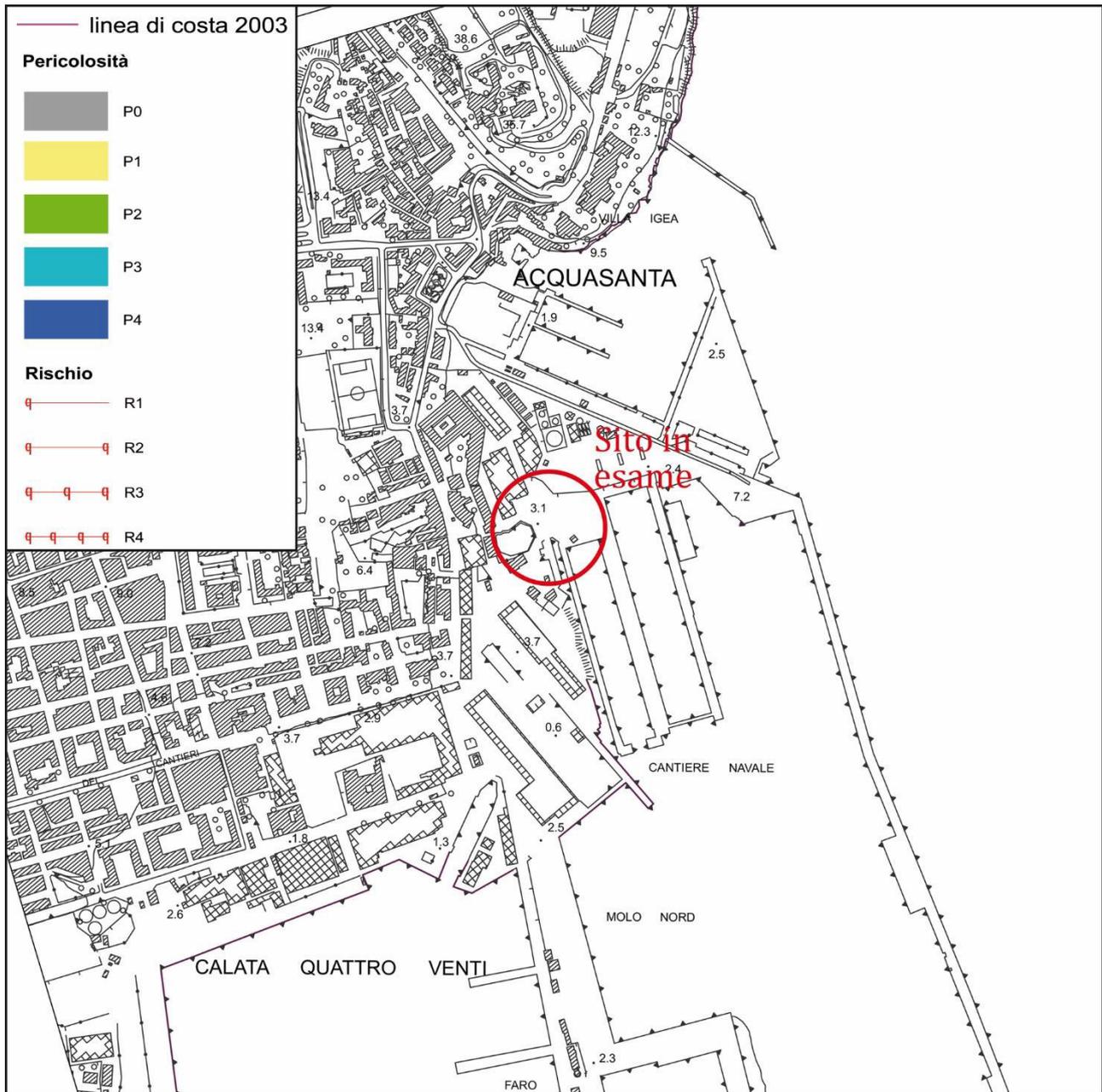


Fig. 2 - Stralcio carta della pericolosità e del rischio di erosione costiera del PAI (scala 1.10.000, modificato)

Di contro, gli interventi di sistemazione idraulica sopra menzionati non hanno certamente risolto le storiche criticità connesse ai fenomeni di esondazione delle aste fluviali che attraversano l'area urbana (da Nord verso Sud Passo di Rigano, Papireto, Kemonia e Oreto), finendo in alcuni casi per esaltare il livello di pericolosità idraulica delle medesime aste. Tale pericolosità è comunque associata ad aree ben distanti dal sito in esame, come confermato anche in questo caso dall'esame della pertinente cartografia tematica di cui al vigente PAI (*cfr.* Fig. 3).

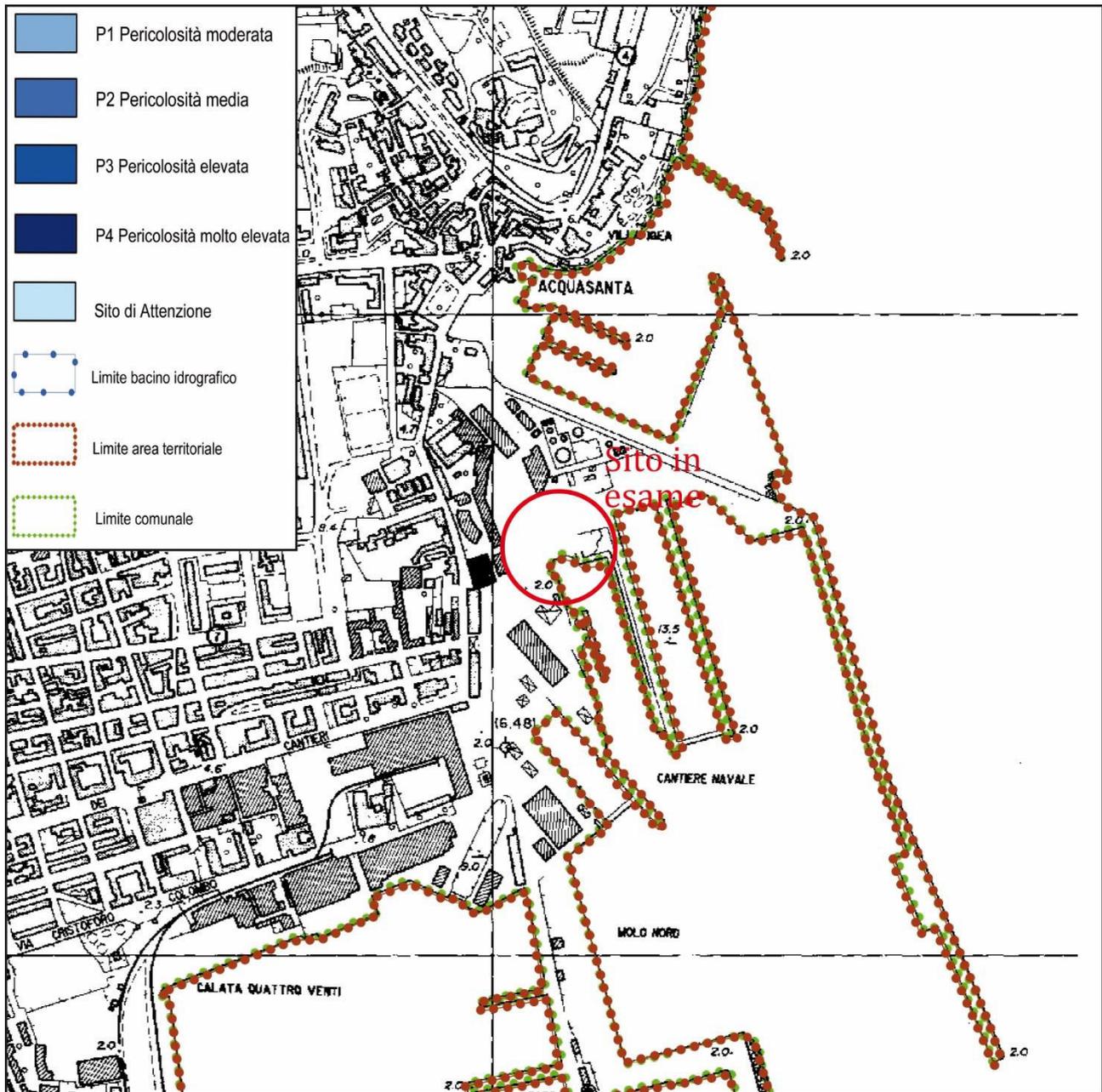


Fig. 3 - Stralcio carta della pericolosità idraulica del PAI (scala 1.10.000)

Sempre in tema di pericolosità geologiche, si evidenzia inoltre che dal punto della pericolosità geomorfologica le forme più significative nell'area urbana in esame sono rappresentate da numerose cavità sotterranee naturali e antropiche. La presenza diffusa di tali cavità ha reso necessaria la perimetrazione, sempre nella pertinente cartografia tematica di cui al vigente PAI, di un sito d'attenzione di notevole estensione che comunque non interessa il sito d'interesse, essendo da quest'ultimo distante circa 200 m (cfr. Fig. 4).

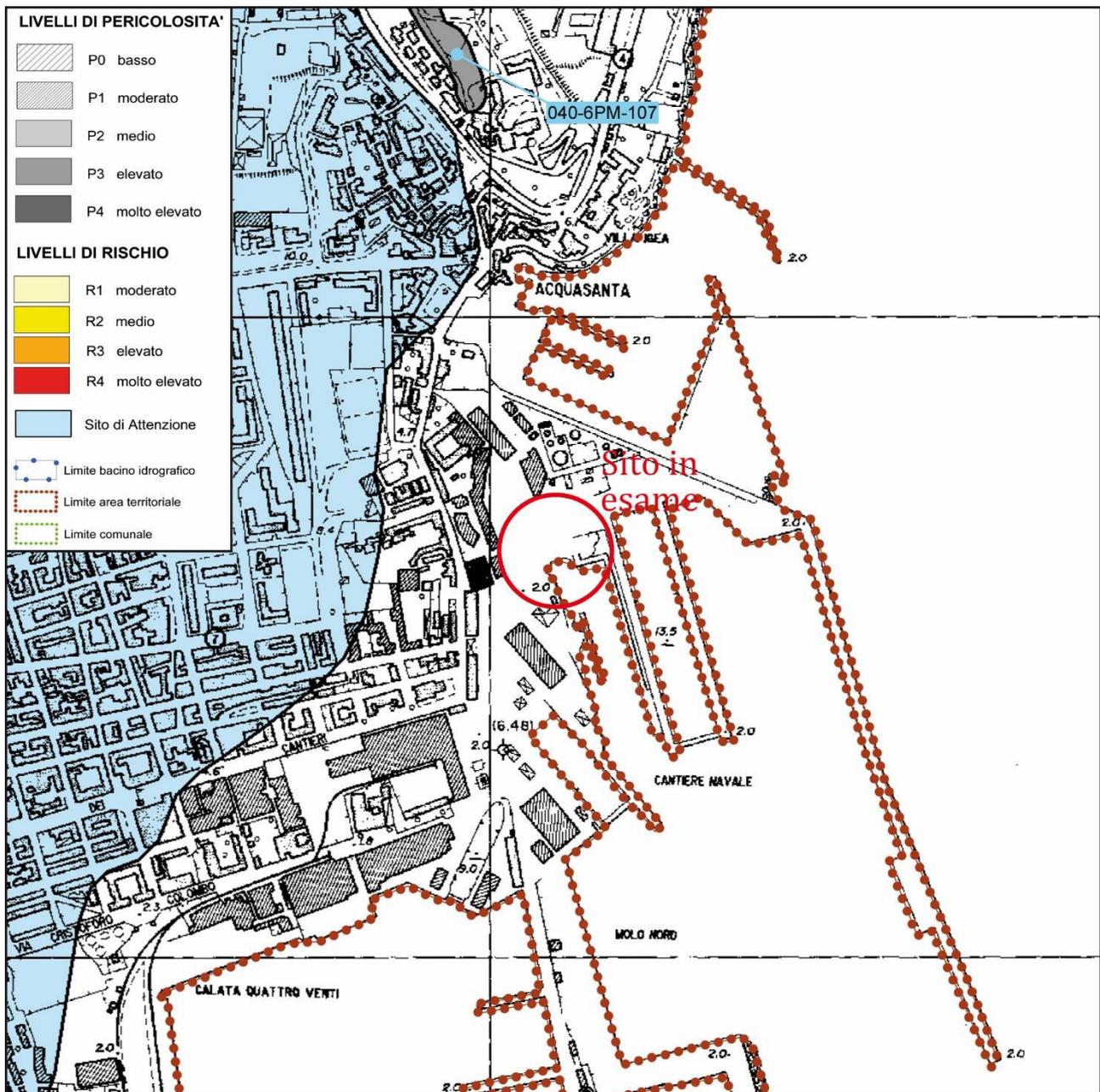


Fig. 4 - Stralcio carta della pericolosità e del rischio geomorfologico del PAI (scala 1.10.000)

Passando all'inquadramento geologico, l'area vasta comprendente il sito in esame ricade dal punto di vista geologico regionale nei Monti di Palermo, edificio strutturale il cui assetto rimane tra quelli più complessi della porzione siciliana della *Catena appenninico-maghrebide* che deve la sua origine alla sovrapposizione tettonica (con vergenza generalmente meridionale) di corpi rocciosi appartenenti alle successioni meso-cenozoiche carbonatiche e silico-carbonatiche di mare profondo del *Dominio Imerese*, sulle successioni carbonatiche meso-cenozoiche di piattaforma carbonatica

del *Dominio Panormide*, nonché sulle coperture clastico-terrigene cenozoiche di entrambe le successioni, riferibili al Bacino del *Flysch Numidico*.

I più recenti studi scientifici in materia, in particolare quelli condotti da Catalano R. *et alii* (2013)<sup>3</sup> nell'ambito del progetto CARG, confermano che l'assetto strutturale del suddetto edificio è il risultato di un'evoluzione tettonica caratterizzata da due eventi deformativi principali, espliciti il primo tra il Miocene medio e il Miocene sup. con carattere principalmente compressivo ed il secondo tra il Miocene superiore ed il Pleistocene inferiore collegato principalmente ad una tettonica di tipo transtensivo e transpressivo. L'edificio così strutturato è stato infine affetto da un'ulteriore fase tettonica distensiva quaternaria, espressa da un primo sistema di faglie con geometrie a volte listriche orientato in direzione NE-SW intersecato da un secondo sistema orientato in direzione NW-SE.

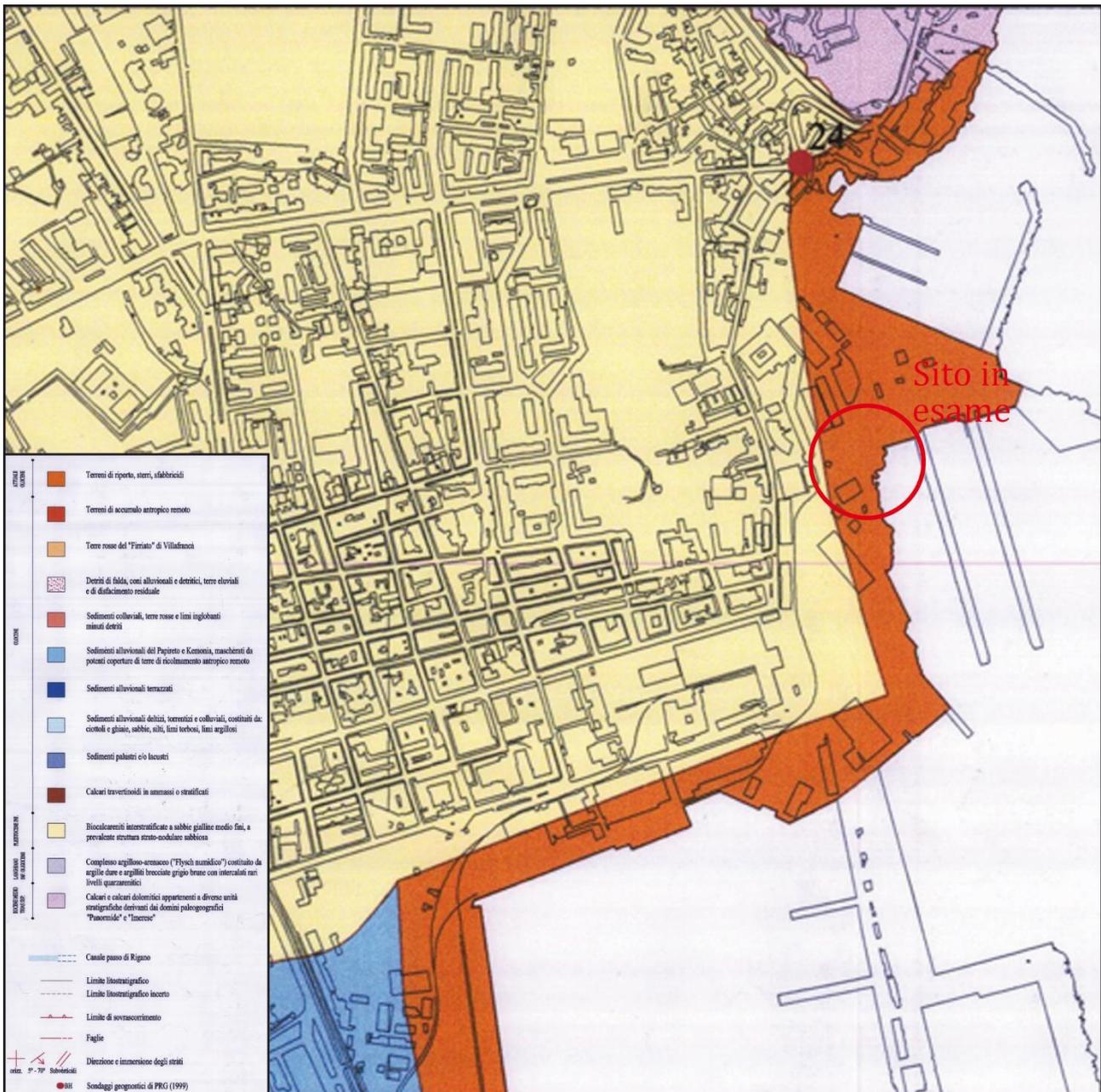
Le unità tettoniche in parola sono ricoperte in discordanza angolare sia da depositi clastici sin-tettonici ascrivibili all'intervallo Miocene sup.-Pleistocene inf., sia da depositi post-orogeni quaternari di ambiente da continentale a marino dell'intervallo Pleistocene inf.-Olocene. Questi ultimi, estesamente affioranti nella Piana di Palermo e quindi anche nel sito d'interesse, sono stati studiati sotto vari aspetti da numerosi Autori e in particolare da Todaro (2000)<sup>4</sup> nell'ambito dello studio geologico a supporto della Variante generale al Piano Regolatore Generale della Città di Palermo, da cui è tratto lo stralcio della carta geologica illustrato nella Fig. 5.

Nel dettaglio, i depositi di che trattasi rappresentano l'espressione sedimentaria di paleoambienti fluvio-paralico-marino-litorali che hanno subito evoluzioni date da migrazioni laterali dei sistemi deposizionali, sulle quali hanno esercitato un certo controllo anche il tasso di sollevamento isostatico e neotettonico e le oscillazioni glacio-eustatiche ad alta frequenza del livello del mare.

---

3 Catalano R. *et alii* (2013) - "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 595 Palermo con carta geologica 1:50.000 allegata", ISPRA, Progetto CARG, Consultabile sul sito <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/sicilia.html>

4 Todaro P. (2000) – Studio geologico a supporto della Variante generale al Piano Regolatore Generale della Città di Palermo.



Nel complesso, la successioni calcarenitico-sabbiose identificano con un litosoma debolmente clinostratificato alla macroscala che ricopre un substrato polideformato spesso rappresentato da successioni argillitico-quarzarenitiche d'età terziaria appartenenti al *Flysch Numidico*.

A luoghi, tra questi due corpi rocciosi si interpone un litosoma argilloso dato dalle *Argille Azzurre*, che rappresenta l'espressione sedimentaria, tra il Pliocene inferiore ed il Pliocene superiore, di ambienti marini di piattaforma aperta e/o di scarpata.



Dal punto di vista litologico, le successioni calcarenitico-sabbiose sono ampiamente costituite da biocalcareni e biocalciruditi di colore bianco-giallastro a diverso grado di cementazione e di natura del legante dello scheletro, espresso spesso da calcite ma anche da silice. La presenza del quarzo si rinviene all'interno dello scheletro, talora con concentrazioni elevate, lungo orizzonti e/o lenti che non possiedono una buona continuità laterale.

La grande variabilità delle litofacies è anche rappresentata da alternanze ritmiche e/o cicliche di strati o gruppi di strati di diverso spessore e composizione granulometrica, con rapide eteropie laterali a orizzonti più potenti e con caratteristiche di facies differenti. Così, lo spessore degli orizzonti rocciosi calcarenitici varia dalle grosse bancate alle lamine a composizione siltitica e/o siltitico-pelitica.

Gli orizzonti arenacei e ad elevato contenuto biogenico appaiono spesso eteropici a:

- Calcareniti bianco-giallastre farinose, molto ricche in bioclasti di dimensioni minute;
- Calcareniti a basso grado di cementazione, all'interno delle quali si osservano nuclei di varie dimensioni a grado di cementazione più elevato (“calcareniti nodulari o alveolari”);
- Sabbie debolmente cementate, con livelli centimetrici a grado di cementazione più elevato;
- Calcareniti debolmente cementate a stratificazione indistinta.

Il corpo calcarenitico-sabbioso ha uno spessore complessivo compreso tra 10 e circa 100 m e il suo passaggio con le sottostanti *Argille Azzurre* non costituisce un limite netto, ma è bensì caratterizzato da un graduale arricchimento nel contenuto sabbioso e limoso. Tale arricchimento raggiunge valori massimi nelle porzioni basali a basso e/o bassissimo grado di cementazione, che sono marcate anche dalla presenza di lenti di esile spessore di argille sabbiose plastiche.

Dove invece le successioni calcarenitico-sabbiose ricoprono direttamente il substrato polideformato costituito dalle successioni del *Flysch Numidico*, il limite basale è contrassegnato da un orizzonte pluridecimetrico di conglomerati ad elementi carbonatici mesozoici.

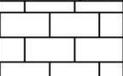
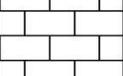
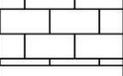


Le porzioni apicali delle successioni calcarenitico-sabbiose appaiono invece molto ben cementate, quale risultato di una diagenesi sub-aerea che ha favorito la formazione di un “crostone” dello spessore che raggiunge anche qualche metro. Questo orizzonte superficiale è inciso da una superficie molto irregolare che ha prodotto sacche di dimensioni decimetriche e metriche riempite da depositi di lisciviazione ricche in ossidi di ferro ed alluminio, note come *Terre Rosse*.

I depositi più recenti sono costituiti da depositi alluvionali (Fiumi Papireto e Kemonia), da depositi di spiaggia e da diversi strati di depositi antropici di cui si è detto in precedenza nel quadro geomorfologico. I primi hanno uno spessore variabile da circa 1 m a più di 10 m e sono rappresentati prevalentemente da limi argillosi torbosi grigio scuri, i secondi constano di sabbie da fini a grossolane di ambiente riducente, potenti anch'esse da circa 1 m a più di 10 m, mentre i terzi hanno uno spessore variabile almeno quanto la loro stessa natura, data da frammenti calcarenitici misti a suoli, sabbie nerastre, limi organici, tritume di terrecotte, sfabbricidi, ciottolami, laterizi ecc. Passando più nel dettaglio alla stratigrafia del sottosuolo del sito indagato, questa è stata ricostruita elaborando i dati geognostici ricavati dai carotaggi eseguiti nell'ambito di due campagne di indagini preliminari, quella del maggio-giugno 2014 propedeutica alla redazione del presente documento e quella del giugno 2012 concernente il “Piano della Caratterizzazione Ambientale del sito in cui ricadono gli interventi di realizzazione delle opere speciali per le deviazioni e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all'Acquasanta entro il Porto Industriale di Palermo”.

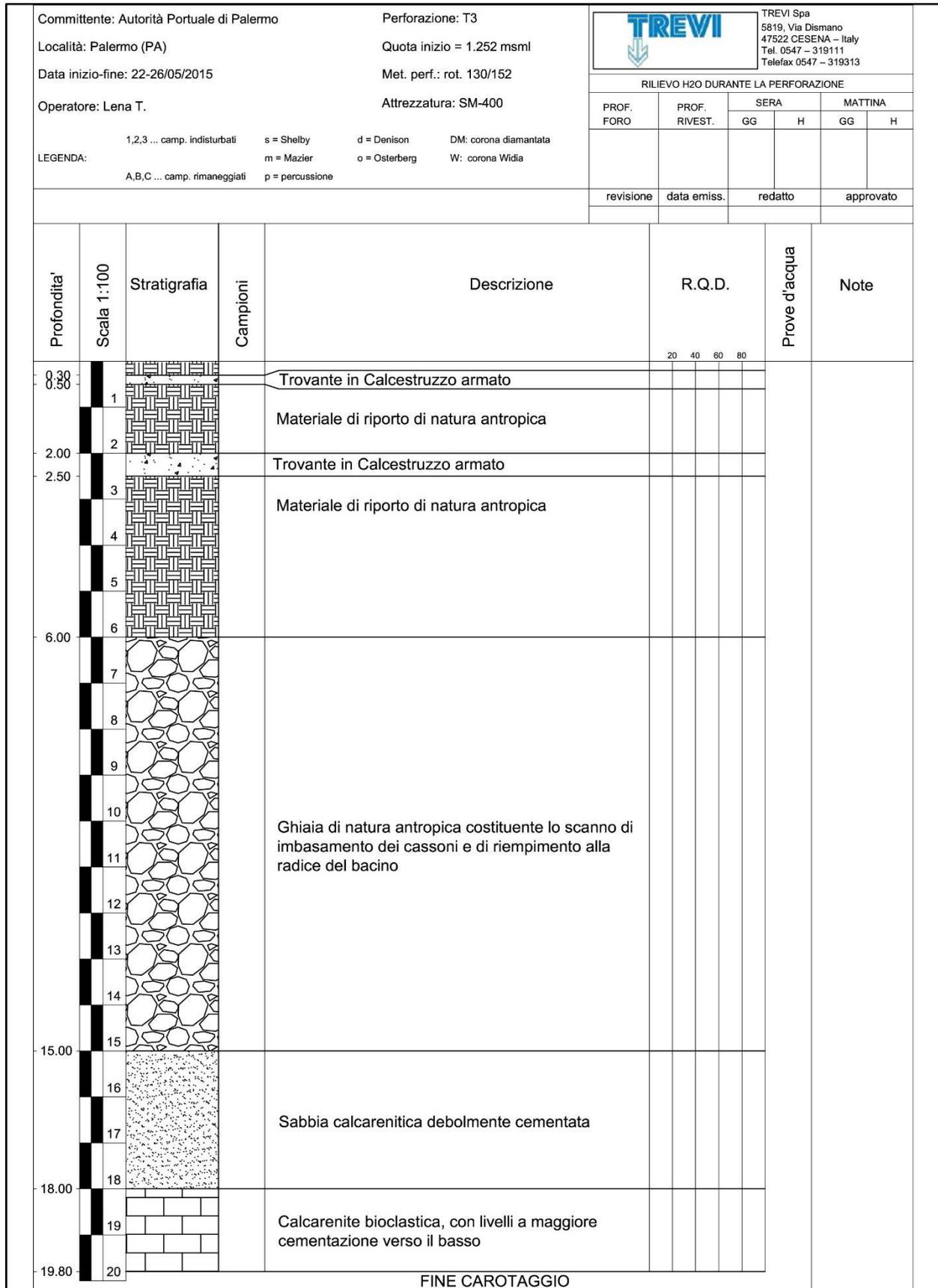
Come illustrato nell'Allegato B.2, la prima delle campagne di indagini preliminari in parola è consistita in n. 16 sondaggi meccanici a carotaggio continuo ubicati nello stretto sito d'interesse (*cfr.* Figure da 6 a 16 relative a n. 11 dei 16 sondaggi eseguiti) e spinti ad una profondità massima di 22 m dal p.c., mentre la seconda è consistita in n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo ubicati in un'area posta circa 40 m a Nord del suddetto sito, sempre di pertinenza dell'Autorità Portuale di Palermo, e spinti ad una profondità massima di 12 m dal p.c. (*cfr.* Figure da 17 a 20).



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T1		 TREV I Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313						
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 0.197 msml								
Data inizio-fine: 27/05/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE						
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H			
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia						
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato			
Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
1.30	1			Materiale di riporto di natura antropica						
	2			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
4.00	4			Trovante in Calcestruzzo e laterizi						
5.00	5									
	6			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
	7									
	8									
8.50	9									
	10			FINE CAROTAGGIO						
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

**Fig. 6 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T1 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**





**Fig. 8 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T3 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T5		 TREV I Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313						
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.268 msml								
Data inizio-fine: 20-22/05/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE						
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H			
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia						
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato			
Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
				Materiale di riporto di natura antropica						
2.00				Trovante in Calcestruzzo armato						
3.20				Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
				Ghiaia di natura antropica costituente lo scanno di imbasamento dei cassoni						
14.70				Sabbia calcarenitica debolmente cementata						
16.50				Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
18.00										



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T5		 TREV I Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313						
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.268 msml								
Data inizio-fine: 20-22/05/2015										
Operatore: Lena T.										
				revisione	data emiss.	redatto	approvato			
Profondita'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
22.00				Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
					FINE CAROTAGGIO					

**Fig. 9 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T5 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



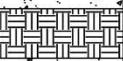
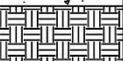
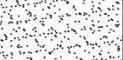
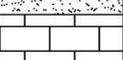
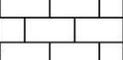
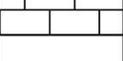
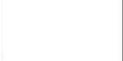
Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T6		 TREVI Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313						
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.749 msml								
Data inizio-fine: 12/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE						
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H			
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier p = percussione		d = Denison o = Osterberg DM: corona diamantata W: corona Widia						
				revisione		data emiss.				
						redatto				
						approvato				
Profondità	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
				Materiale di riporto di natura antropica						
1.50	1			Trovante in Calcestruzzo						
2.50	2			Materiale di riporto di natura antropica						
	3									
	4									
4.50	5			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
	6									
	7									
	8									
	9									
10.00	10			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
11.00	11									
	12			FINE CAROTAGGIO						
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

**Fig. 10 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T6 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T8		 TREVI Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313			
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 3.080 msml					
Data inizio-fine: 11/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE			
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia			
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato

Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
0.20				Soletta in c.a. rampa d'accesso cantiere						
1.00	1			Materiale di riporto di natura antropica						
1.50				Trovante in Calcestruzzo						
	2			Materiale di riporto di natura antropica						
	3			Materiale di riporto di natura antropica						
4.00	4			Materiale di riporto di natura antropica						
	5			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
	6			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
7.00	7			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
	8			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
	9			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
10.00	10			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
	11			FINE CAROTAGGIO						
	12			FINE CAROTAGGIO						
	13			FINE CAROTAGGIO						
	14			FINE CAROTAGGIO						
	15			FINE CAROTAGGIO						
	16			FINE CAROTAGGIO						
	17			FINE CAROTAGGIO						
	18			FINE CAROTAGGIO						
	19			FINE CAROTAGGIO						
	20			FINE CAROTAGGIO						

**Fig. 11 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T8 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T9		 TREV I Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313						
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 0,844 msml								
Data inizio-fine: 03/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE						
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H			
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia						
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato			
Profondità	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
		1		Materiale di riporto di natura antropica						
		2								
		3								
		4								
4.50		5		Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
		6								
		7								
		8								
8.20		9		Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
		10								
		11								
11.50		12		FINE CAROTAGGIO						
		13								
		14								
		15								
		16								
		17								
		18								
		19								
		20								

**Fig. 12 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T9 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T10		 TREVI Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313			
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.574 msml					
Data inizio-fine: 29/05/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE			
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia			
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato

Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
0.30				Materiale di riporto di natura antropica						
0.70	1			Trovante in Calcestruzzo						
	2									
	3									
	4			Materiale di riporto di natura antropica						
	5									
	6									
	7									
7.00	8			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
	9									
9.00	10									
	11			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
	12									
	13									
13.00				FINE CAROTAGGIO						
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									

**Fig. 13 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T10 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



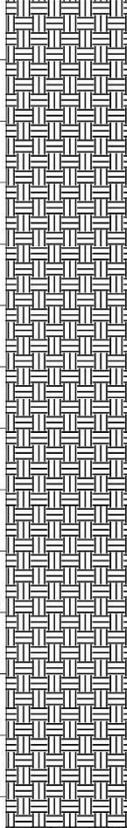
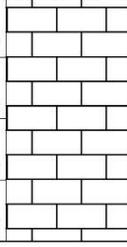
Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T11		 TREVI Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313			
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.505 msml					
Data inizio-fine: 09-10/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE			
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia			
		p = percussione		revisione	data emiss.	redatto	approvato

Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
				Materiale di riporto di natura antropica						
9.50				Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
10.90				Trovante in Calcestruzzo armato						
13.50				Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
15.00				Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
17.00				FINE CAROTAGGIO						

**Fig. 14 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T11 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



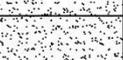
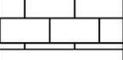
Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T12		 TREV I Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313							
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.211 msml									
Data inizio-fine: 04-09/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE							
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H				
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati    s = Shelby    d = Denison    DM: corona diamantata A,B,C ... camp. rimaneggiati    m = Mazier    o = Osterberg    W: corona Widia p = percussione				revisione	data emiss.	redatto	approvato				
Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note	
					20	40	60	80			
	1			Materiale di riporto di natura antropica							
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										
13.50	14			Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)							
15.00	15										
	16			Ghiaia di natura antropica costituente lo scanno di imbasamento dei cassoni							
16.00	17										
	18			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso							
	19										
20.00	20										
FINE CAROTAGGIO											

**Fig. 15 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T12 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**



Committente: Autorità Portuale di Palermo		Perforazione: T13		 TREVI Spa 5819, Via Dismano 47522 CESENA - Italy Tel. 0547 - 319111 Telefax 0547 - 319313			
Località: Palermo (PA)		Quota inizio = 1.200 msml					
Data inizio-fine: 18-19/06/2015		Met. perf.: rot. 130/152		RILIEVO H2O DURANTE LA PERFORAZIONE			
Operatore: Lena T.		Attrezzatura: SM-400		PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA GG H	MATTINA GG H
LEGENDA: 1,2,3 ... camp. indisturbati A,B,C ... camp. rimaneggiati		s = Shelby m = Mazier p = percussione	d = Denison o = Osterberg	DM: corona diamantata W: corona Widia			
				revisione	data emiss.	redatto	approvato

Profondità'	Scala 1:100	Stratigrafia	Campioni	Descrizione	R.Q.D.				Prove d'acqua	Note
					20	40	60	80		
1.00	1			Materiale di riporto di natura antropica						
	2			Trovante in Calcestruzzo						
3.30	3									
4.50	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
	11									
	12									
12.90	13									
13.30	14			Presenza di materiale ferroso Materiale di natura antropica, Sabbia - materiale fino di colore nero (probabile contaminazione)						
14.00	15			Sabbia calcarenitica debolmente cementata						
15.00	16			Calcarenite bioclastica, con livelli a maggiore cementazione verso il basso						
16.50	17									
	18			FINE CAROTAGGIO						
	19									
	20									

**Fig. 16 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio T13 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"**

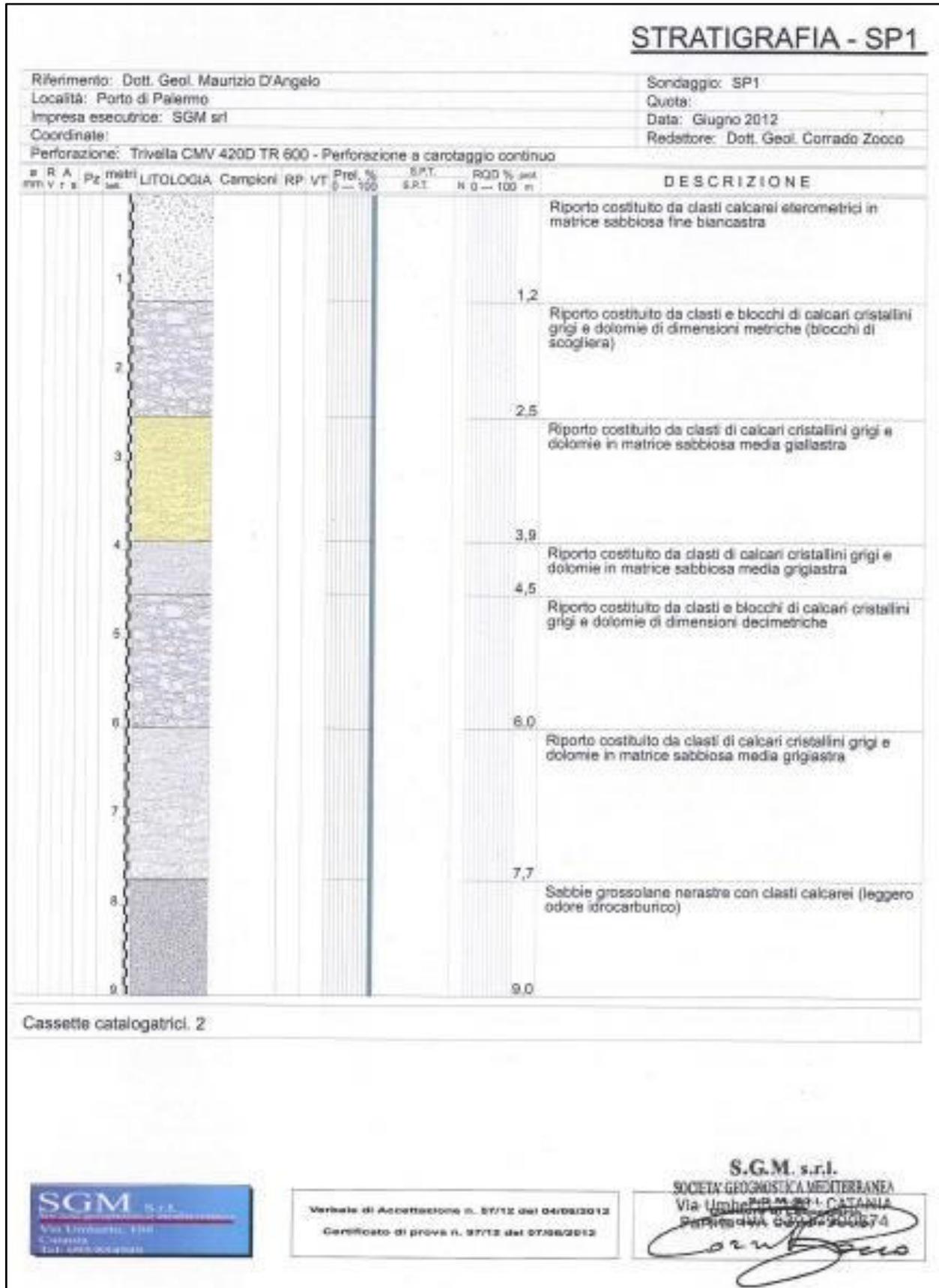


Fig. 17 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio SP1 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Acquasanta"

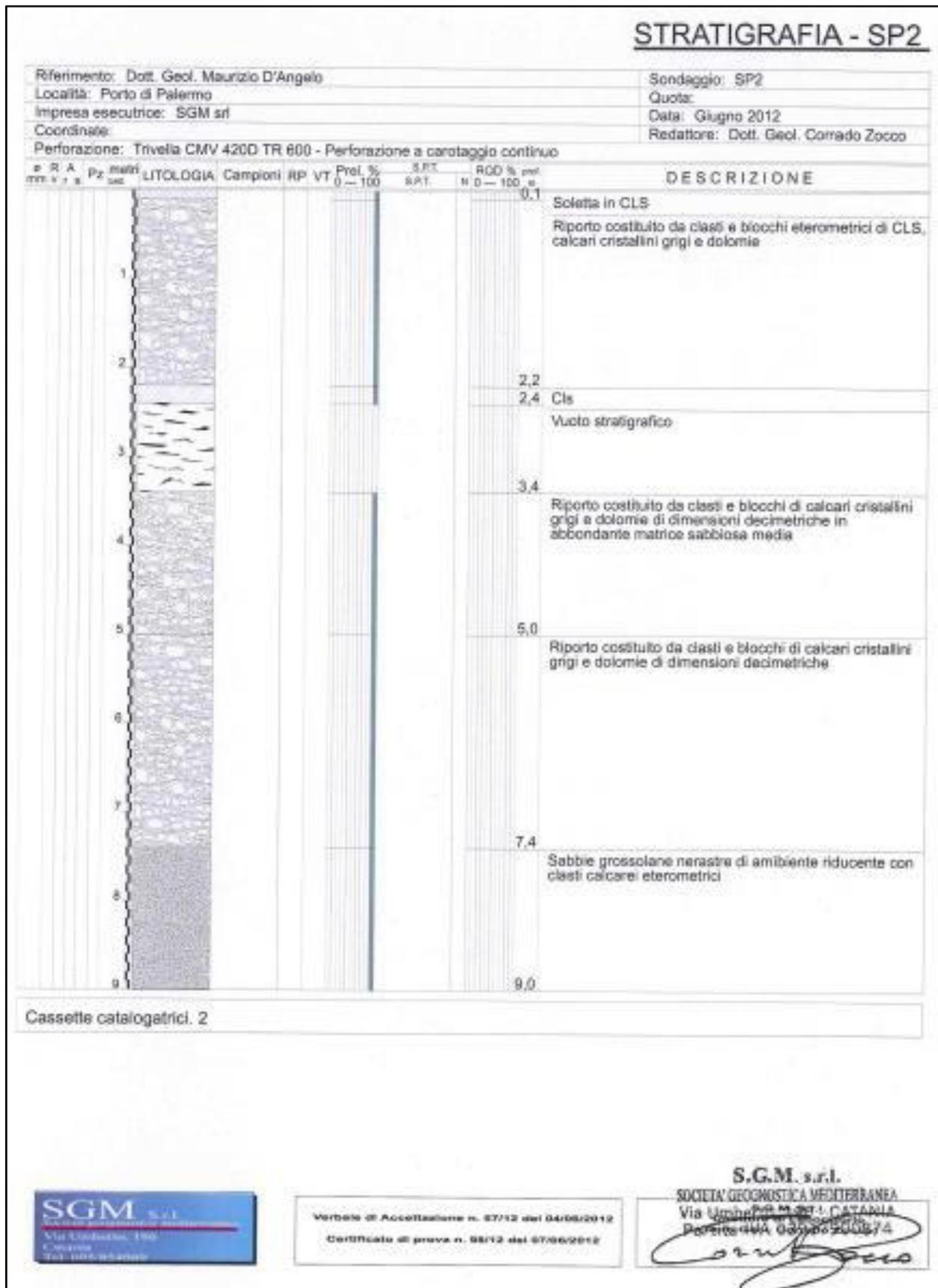


Fig. 18 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio SP2 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Acquasanta"

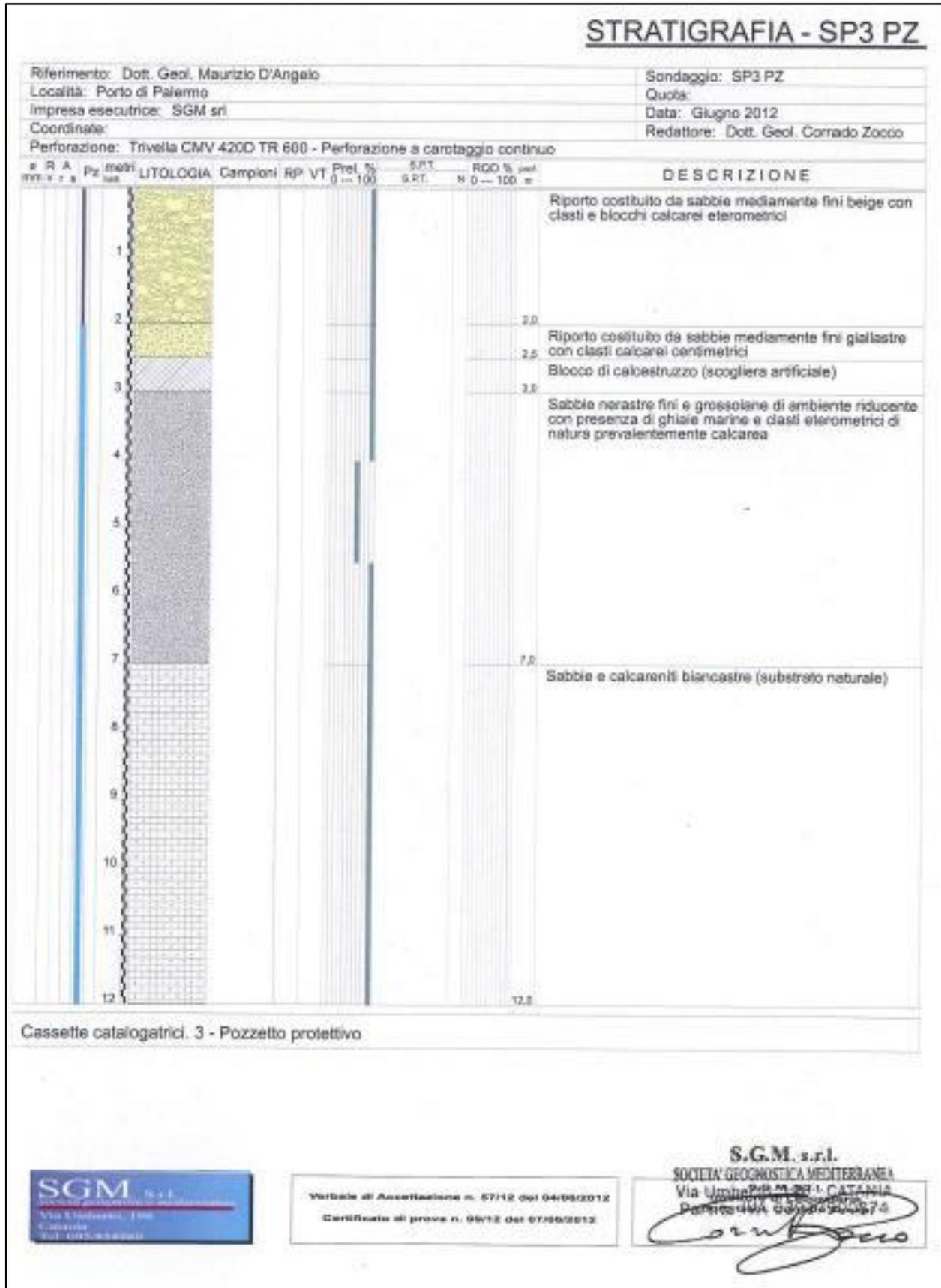
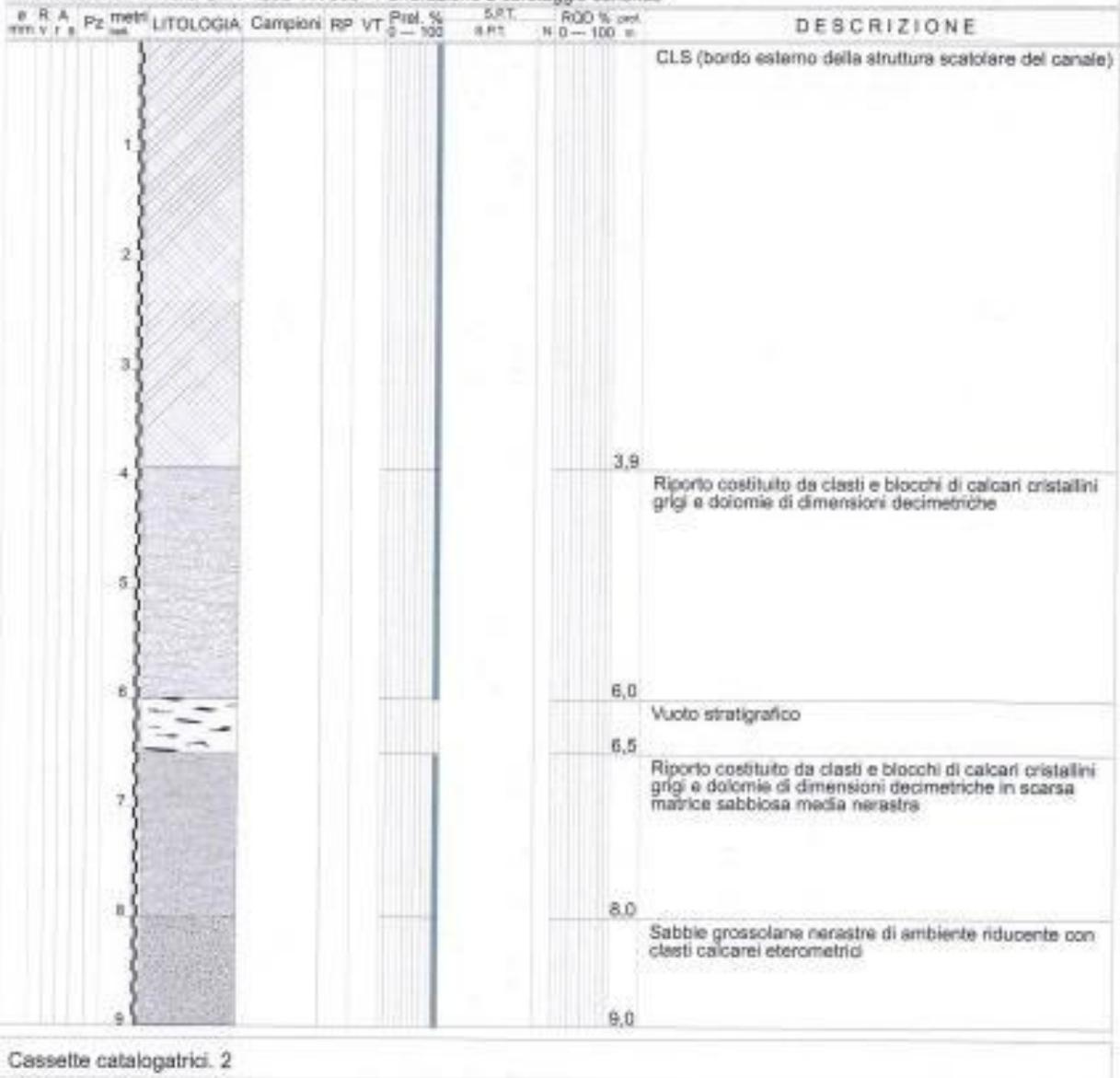


Fig. 19 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio SP3 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Acquasanta"



## STRATIGRAFIA - SP4

Riferimento: Dott. Geol. Maurizio D'Angelo	Sondaggio: SP4
Località: Porto di Palermo	Quota:
Impresa esecutrice: SGM srl	Data: Giugno 2012
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella CMV 4200 TR 600 - Perforazione a carotaggio continuo	



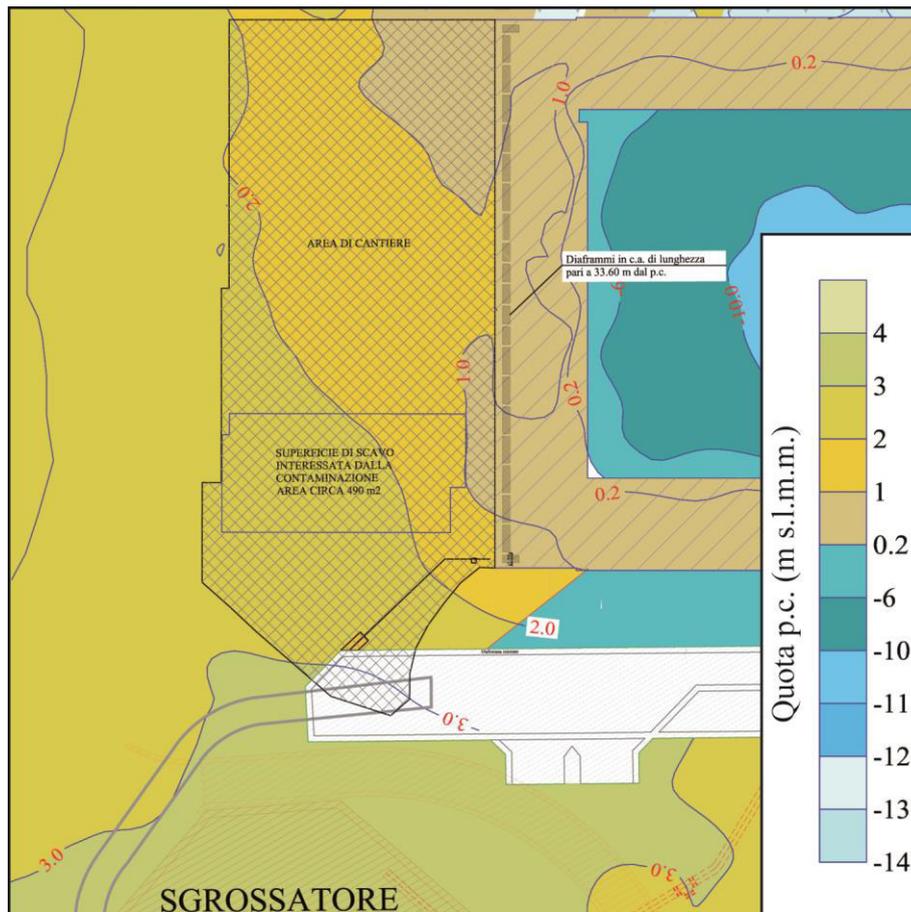
Verbale di Accettazione n. 87/12 del 04/06/2012  
Certificato di prova n. 109/12 del 07/06/2012

S.G.M. s.r.l.  
SOCIETA' GEOLOGICA MEDITERRANEA  
Via Ugo Boscari, 11 - CATANIA  
P.zza G. D'Adda, 74  
*Corrado Zocco*

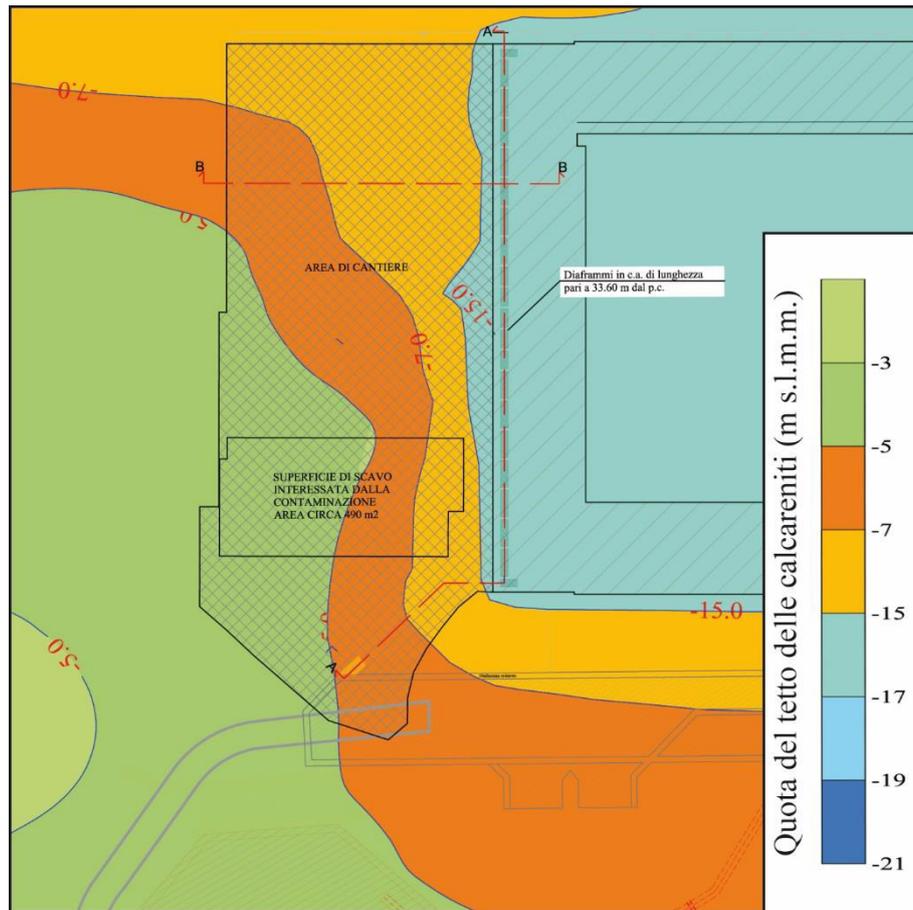
Fig. 20 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio SP4 eseguito nell'ambito del piano delle indagini preliminari del sito "Acquasanta"

Confrontando le stratigrafie sopra illustrate è stato possibile appurare che la stratigrafia del sottosuolo del sito indagato è data da un “pacchetto” di terreni di copertura del substrato calcarenitico-sabbioso avente uno spessore che si approfondisce in direzione N-S da circa 5 m a circa 16 m (*cfr.* Figura 21 e 22), al cui interno si distinguono:

- Un primo livello di depositi antropici, dato in particolare da terreni di riporto eterogenei, sabbia, materiale fine di colore nerastro, pietrame, calcestruzzo armato;
- Un secondo livello di sabbie da fini a grossolane nerastre di ambiente riducente, ascrivibili a depositi di spiaggia olocenici, che mostra a luoghi soluzioni di continuità ed il cui tetto non risulta sempre ben individuabile a causa della presenza di terreni simili nel soprastante livello di depositi antropici.



**Fig. 21 – Carta dell’andamento della superficie topografica riferita al l.m.m.**



**Fig. 22 - Carta del tetto del corpo calcarenitico-sabbioso riferita al l.m.m.**

Il modello stratigrafico sopra descritto si estende anche al sottosuolo dell'area posta circa 40 m a Nord del sito d'interesse, dove sono stati realizzati i quattro carotaggi illustrati nelle figure da 17 a 20. Qui, lo spessore del livello superficiale di depositi antropici varia da 3 m a 8 m, mentre quello dei depositi di spiaggia è almeno di 4 m, come verificato dalle carote estratte dall'unico foro di sondaggio che ha raggiunto il substrato calcarenitico-sabbioso.

In merito al substrato calcarenitico-sabbioso, si evidenzia invece che la facies localmente predominante sembra essere quella delle calcareniti bianco-giallastre farinose molto ricche in bioclasti di dimensioni minute, mentre lo spessore complessivo supera i 50 m come desunto dall'esame dalle stratigrafie (*cfr.* Figure 23, 24 e 25) riscontrate nel corso di tre dei numerosi sondaggi geognostici, eseguiti a partire dal 2006, nell'ambito delle varie fasi di progettazione dei lavori citati in premessa, appaltati dall'Autorità Portuale di Palermo all'Impresa Trevi S.p.A..



Committente: Autorità Portuale Palermo  
 Cantiere: Completamento di un bacino di carenaggio  
 Località: Palermo (Cantieri Navali)  
 Data Inizio: 26/09/2006 Data Fine: 02/10/2006

SONDAGGIO FOGLIO

S 3 1

Il geologo

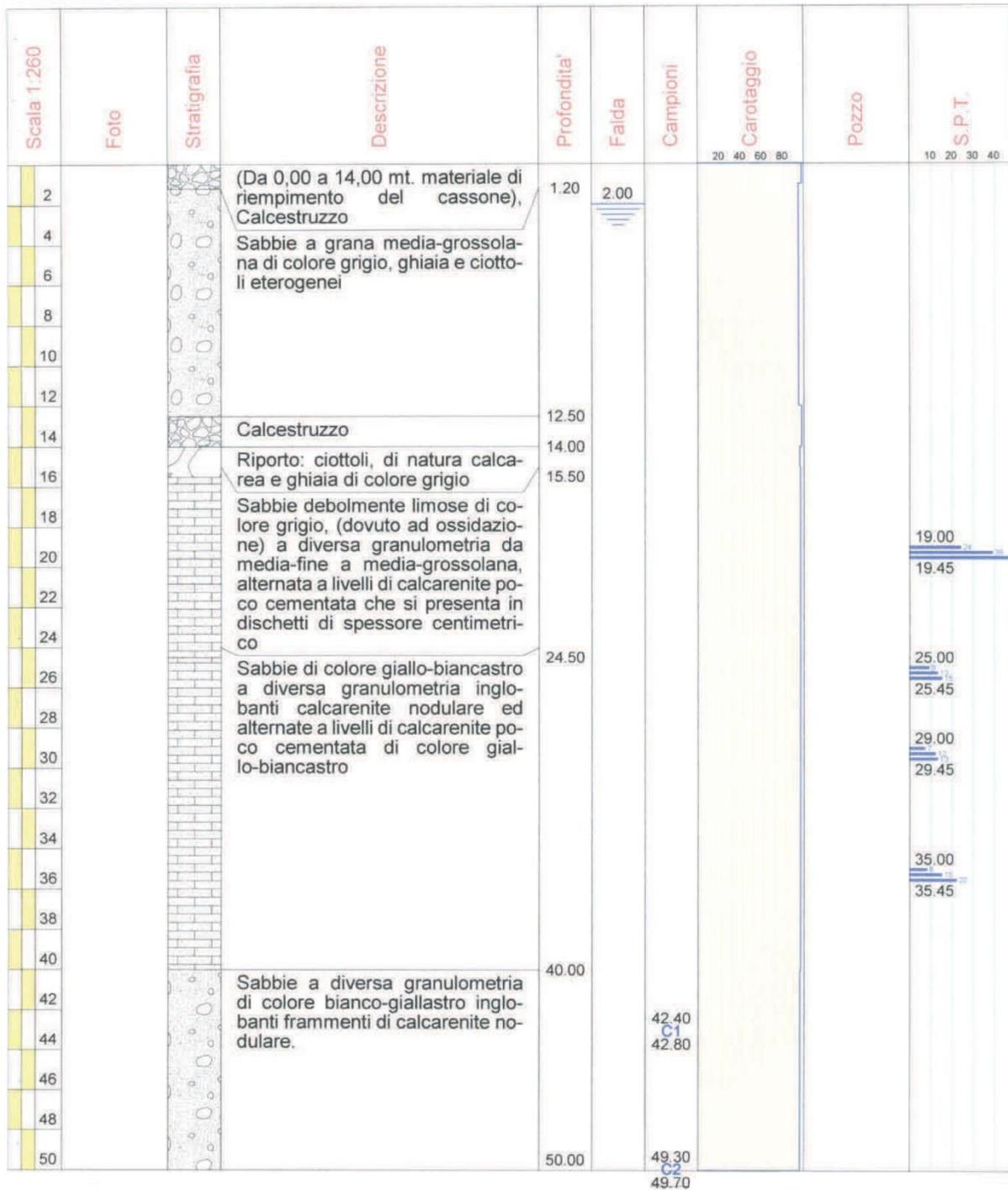


Fig. 23 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio S3 eseguito nell'ambito della progettazione dei lavori di completamento del "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"

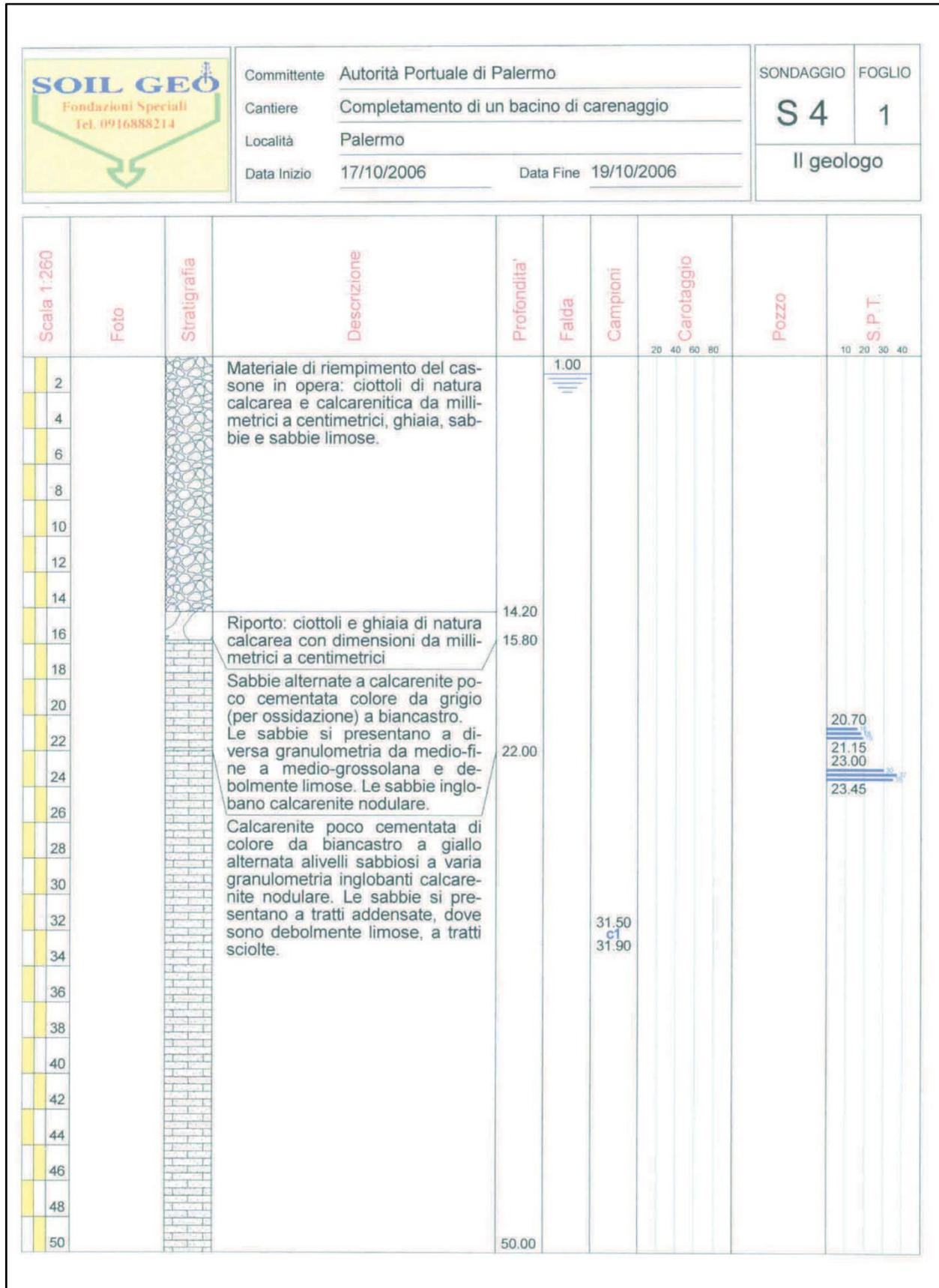


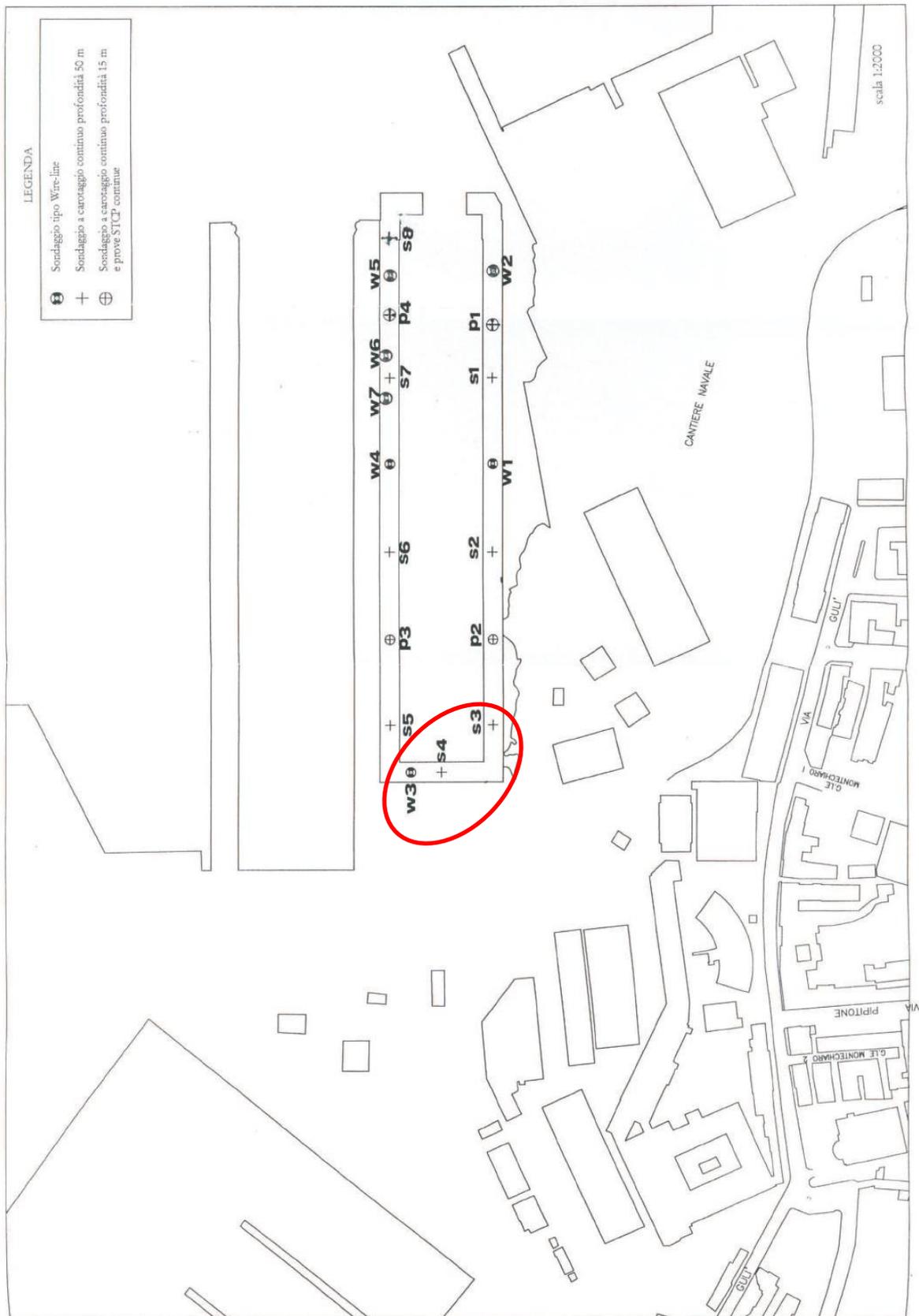
Fig. 24 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio S4 eseguito nell'ambito della progettazione dei lavori di completamento del "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"



	Committente	Autorità Portuale di Palermo		SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Completamento di un bacino di carenaggio		W 3	1
	Località	Palermo			
	Data Inizio	29/11/2006	Data Fine	05/12/2006	Il geologo

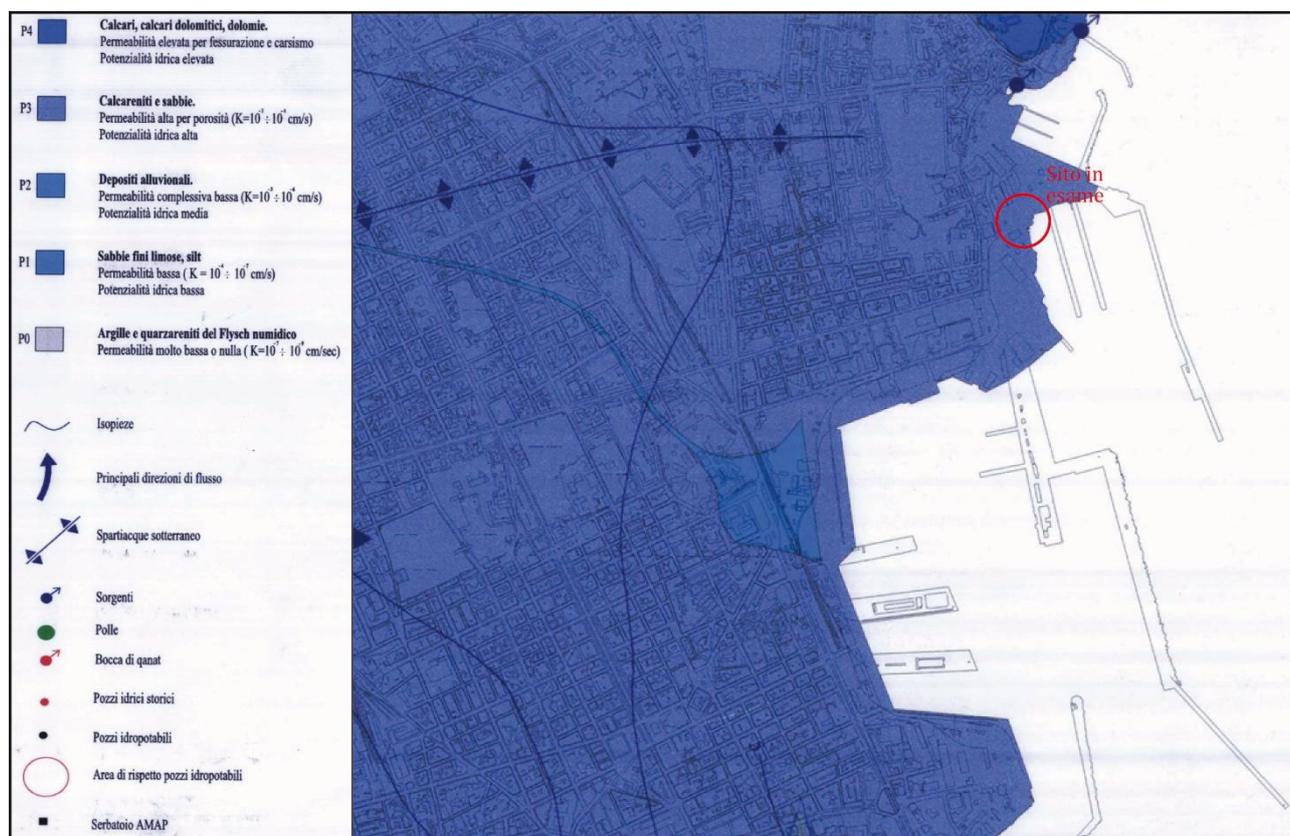
Scala 1:260	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Falda	Campioni	Carotaggio	Pozzo	S.P.T.
					0.80		20 40 60 80		10 20 30 40
2			<p>Materiale di riempimento del cassone in opera, costituito da ciottoli di natura calcarea e calcarenitica, ghiaia, sabbie e frammenti di laterizi. Dopo 7,50 mt sabbie di colore grigio. Calcestruzzo da 13,00 a 14,10 mt.</p> <p>Riporto costituito da ciottoli di natura calcarea, ghiaia e sabbie.</p> <p>Sabbie di colore da grigio a biancastro a diversa granulometria inglobanti calcarenite nodulare, alternata a livelletti di calcarenite poco cementata</p> <p>Calcarenite tenera di colore biancastro alternata a livelli sabbiosi a diversa granulometria inglobanti noduli calcarenitici. Sono presenti lielli di calcarenite ben cementati in spezzoni di carota centimetrici.</p> <p>Sabbie di colore biancastro-giallo inglobanti noduli calcarenitici alternate a livelli di calcarenite tenera con fossili.</p> <p>Calcarenite tenera di colore giallastro alternata a sabbie inglobanti noduli calcarenitici. sono presenti livelletti di calcarenite ben cementati in spezzoni di carota centimetrici. Maggiore presenza di livelli sabbiosi da 40,00 a 48,50 mt.</p> <p>Calcarenite ben cementata di colore biancastro alternata a livelli sabbiosi.</p>						
4				14.10					
6				16.50					18.00
8				19.60					19.86
10									19.71
12									23.00
14									23.45
16									27.00
18									27.45
20									
22									
24									
26									
28									
30									
32									
34									
36									
38									
40									
42									
44									
46									
48									
50				48.50	50.00				

Fig. 25 - Stratigrafia riscontrata durante il sondaggio W3 eseguito nell'ambito della progettazione dei lavori di completamento del "Bacino di carenaggio da 150.000 TPL"



**Fig. 26 – Ubicazione sondaggi eseguiti nell’ambito della progettazione dei lavori di completamento del “Bacino di carenaggio da 150.000 TPL”**

Per quanto concerne infine l'inquadramento idrogeologico, la Piana di Palermo è stata studiata tra gli altri da CUSIMANO & LIGUORI (1977)<sup>5</sup>, CUSIMANO & DI CARA (1995)<sup>6</sup>, (ADORNI *et alii*, 1998)<sup>7</sup>, CONTINO *et alii* (1998)<sup>8</sup> e da CIMINO *et alii* (2000)<sup>9</sup>. Tali studi sono stati ripresi da Todaro nell'ambito del già menzionato studio geologico a supporto della Variante generale al Piano Regolatore Generale della Città di Palermo, da cui è tratto lo stralcio della carta idrogeologica illustrato nella Fig. 26 alla scala di 1:25.000 per una migliore visione d'insieme.



**Fig. 27 – Stralcio carta idrogeologica del P.R.G. del Comune di Palermo (scala 1:25.000, modificata)**

Osservando tale carta, si evince come l'area vasta comprendente il sito in esame sia caratterizzata dalla presenza di un complesso calcarenitico-sabbioso predominante, al cui interno la circolazione

<sup>5</sup> Cusimano G. & Liguori V. (1977) - Carta idrogeologica della piana di Palermo. Riv. <Il Mediterraneo>, 4-5, 90-96.

<sup>6</sup> Cusimano G. & Di Cara A. (1995) – Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi del territorio del Comune di Palermo (note illustrative). Quad. geol. Appl., 2 (3), 202-216.

<sup>7</sup> Adorni G. M., Battaglia M., Bonfanti P. e Cimino A. (1998) – Applicazione della metodologia speditiva per la determinazione della qualità di base delle RIS della Piana di Palermo. Inquinamento, 40, 52-56.

<sup>8</sup> Contino A., Cusimano G. & Frias Forcada A. (1998) – Modello idrogeologico dei Monti di Palermo. Proc. 79° Meeting SGI, Palermo 21-23 sett. 1998, A, 334-37.

<sup>9</sup> Cimino A., Lo Brutto M., Martorana R. & Sciortino A. (2000) – Groundwater quality and aquifer vulnerability in the metropolitan area of Palermo. Mem. Soc. Geol. It., 55, 463-471.



idrica sotterranea si esplica secondo linee di flusso all'incirca perpendicolari alla linea di costa con una morfologia della superficie piezometrica modellata su quella del tetto del substrato argilloso, costituito dalle successioni argilloso-arenacee praticamente impermeabili del *Flysch Numidico* e localmente anche da interposizioni di *Argille Azzurre*.

Detto complesso possiede uno spessore compreso tra pochi metri e circa 50 m e, come già rappresentato nell'inquadramento geologico, ed è caratterizzato da permeabilità da media a elevata principalmente per porosità ( $10^{-2}$  cm/s  $< k < 10^{-4}$  cm/s), variabile in funzione del grado di cementazione e dell'abbondanza delle frazioni granulometriche pelitiche.

Il complesso *de quo* rappresenta l'acquifero principale dell'area metropolitana di Palermo e ospita una falda libera che negli ultimi decenni è stata intensamente sfruttata e degradata soprattutto in seguito a fenomeni di intrusione marina ma anche a causa di svariate fonti di inquinamento, la cui efficacia è stata ed è tuttora favorita dall'elevato grado di vulnerabilità dell'acquifero in argomento.

Il medesimo elevato grado di vulnerabilità è posseduto dai depositi antropici e di spiaggia che ricoprono il complesso calcarenitico-sabbioso nel sito d'interesse. Tali depositi sono caratterizzati da uno spessore e una natura alquanto variabile, circostanze queste che non depongono a favore di un ruolo idrogeologico rilevante, e possiedono complessivamente un grado di permeabilità non ben definito che tende comunque a valori da medi a elevati per porosità, tali da favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche e il rapido trasferimento di queste ultime verso il sottostante substrato e/o il recapito finale.

Per quanto sopra esposto, e tenendo conto sia dei *logs* stratigrafici in precedenza illustrati, è possibile affermare che la locale serie idrogeologica consta di un primo acquifero dato da depositi di copertura spesso da circa 5 m a circa 16 m e caratterizzato da un grado di vulnerabilità elevata, di un secondo acquifero calcarenitico-sabbioso potente oltre 50 m anch'esso caratterizzato da un grado di vulnerabilità elevata e di un acquicludo basale di natura prevalentemente argillosa.



All'interno di tale serie le acque di falda defluiscono in direzione all'incirca W-E, con un gradiente idraulico molto basso e una modesta soggiacenza (la superficie libera della falda si attesta infatti ad una quota assoluta di poco superiore a 0 m s.l.m. come era lecito attendersi vista la vicinanza con la linea di riva), avendo quale recapito finale il mare dell'antistante Porto di Palermo.

## **4 RACCOLTA DEI DATI**

La raccolta della documentazione e del materiale disponibile per l'area in esame, attinente eventuali determinazioni analitiche condotte in passato sulle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee, ovvero:

- Studi precedentemente condotti (geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici, geofisici, ecc.) e relativi elaborati cartografici (carte e sezioni geologiche, idrogeologiche, idrochimiche, litotecniche, ecc...);
- Dati esistenti riguardanti accertamenti analitici sulla qualità del suolo, sottosuolo e acque sotterranee dell'area in esame;

è determinante per identificare il bisogno di dati aggiuntivi.

La scrivente, in qualità di professionista incaricato, ha effettuato vari sopralluoghi e verifiche sul posto, al fine di ottenere informazioni utili alla caratterizzazione del sito, dei contaminanti e del territorio circostante.

Così come evidenziato nel capitolo 2 sono state eseguite, sul sito in esame e su aree attigue allo stesso di competenza dell'Autorità Portuale, indagini preliminari volte ad accertare lo stato di qualità ambientale del sito, con particolare riguardo alla verifica dell'estensione ed al grado di inquinamento del sito.

In particolare qui di seguito si riportano i risultati delle indagini preliminari condotte.

### **4.1 INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITE SULL'AREA ANTISTANTE IL BACINO 5**

#### **4.1.1 Planimetria ubicazione indagini eseguite**

Si riporta la planimetria con l'ubicazione delle indagini preliminari condotte, rimandando all'elaborato B.2 per un maggiore livello di dettaglio.

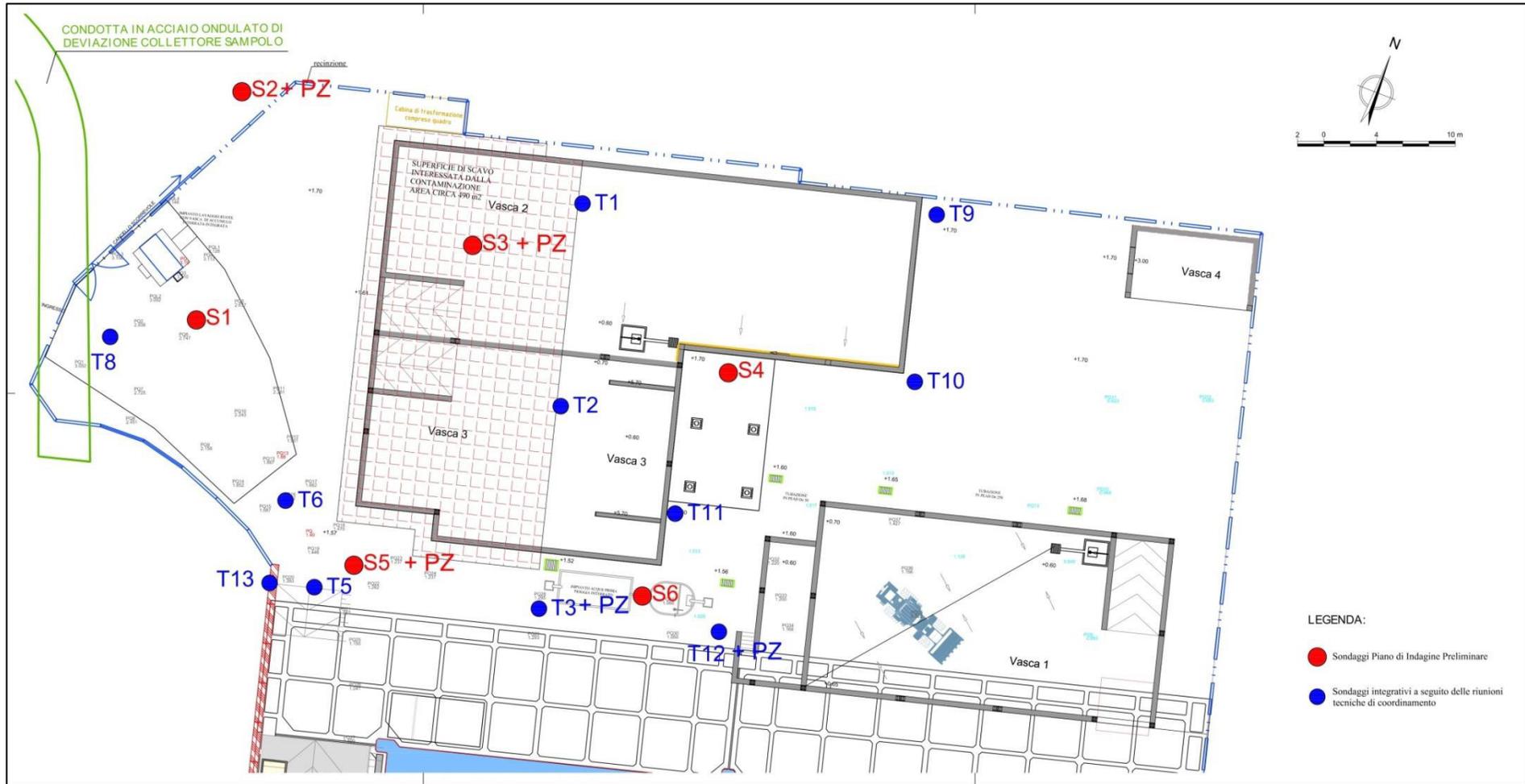


Fig. 28 - Planimetria con l'ubicazione delle indagini preliminari condotte

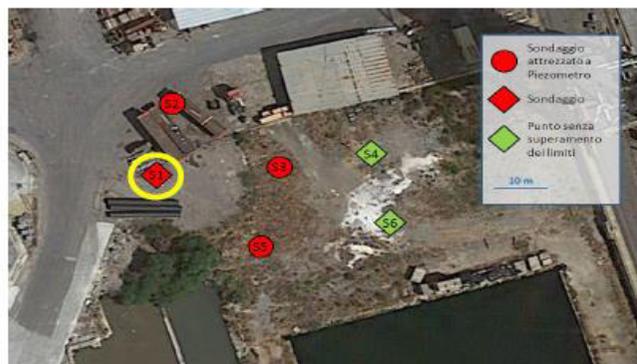
#### 4.1.2 Risultati delle indagini eseguite

##### Matrice suolo

Relativamente ai campionamenti della **matrice suolo**, si riportano le schede per ogni punto di campionamento con i risultati relativi alle concentrazioni dei parametri per i quali si è registrato almeno un superamento dei limiti della Tabella 1 Colonna B Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. [Fonte “Piano di Indagine Preliminare” area potenzialmente contaminata Bacino di Carenaggio TPL 150.000 Palermo – Allegato 3.1 Certificati Analitici al quale si rimanda per un maggiore dettaglio]



sondaggio S1	
Data sondaggio	23/02/2015
Profondità [m]	10
Piezometro	NO
Contaminazione	SI



Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115513-001	2115513-002	2115513-003
			Suolo S1 C1 1,00 -2,00 m	Suolo S1 C2 -5,00 -6,00 m	Suolo S1 C3 9,00 -10,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		15400	616	6240
Antimonio	mg/kg	30	35	< 0,1	2
Arsenico	mg/kg	50	57	0,6	6
Berillio	mg/kg	10	0,9	< 0,1	0,9
Cadmio	mg/kg	15	0,8	< 0,1	< 0,1
Cobalto	mg/kg	250	17	< 0,1	7
Cromo	mg/kg	800	66	10	19
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		64400	1500	8800
Mercurio	mg/kg	5	9	< 0,1	0,3
Manganese	mg/kg		428	23	175
Molibdeno	mg/kg		6	< 0,1	4
Nichel	mg/kg	500	86	1,7	11
Piombo	mg/kg	1000	547	4	54
Rame	mg/kg	600	520	5	81
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	400	5	30
Zinco	mg/kg	1500	890	12	347
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	0,54	1,77	< 0,01
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,46	1,25	< 0,01
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,64	1,45	< 0,01
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,22	0,63	< 0,01
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,52	0,74	< 0,01
Crisene	mg/kg	50	0,58	1,84	< 0,01
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	0,11	0,17	< 0,01
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,34	0,53	< 0,01
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg	10	0,04	0,08	< 0,01
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	0,09	0,09	< 0,01
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,14	0,27	< 0,01
Indenopirene	mg/kg	5	0,5	0,82	< 0,01
Pirene	mg/kg	50	0,92	3,51	< 0,01
Naftalene	mg/kg		0,06	0,24	< 0,01
Fluorene	mg/kg		0,04	0,29	< 0,01
Acenaftilene	mg/kg		0,02	0,06	< 0,01
Acenaftene	mg/kg		0,03	0,26	< 0,01
Fenantrene	mg/kg		0,63	1,48	< 0,01
Antracene	mg/kg		0,1	0,38	< 0,01
Fluorantene	mg/kg		1,09	4,22	< 0,01
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	3,54	8,55	< 0,01
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	0,27	0,68	< 0,005
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	750	889	1214	< 1



sondaggio S2	
Data sondaggio	19/03/2015
Profondità [m]	9
Piezometro	SI
Contaminazione	SI



Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115784-001	2115784-002	2115784-003
			Suolo S2 C1 1,00 -2,00 m	Suolo S2 C2 4,00 -5,00 m	Suolo S2 C3 8,00 -9,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		11600	6200	412
Antimonio	mg/kg	30	22	311	1
Arsenico	mg/kg	50	60	55	0,7
Berillio	mg/kg	10	0,7	0,4	< 0,1
Cadmio	mg/kg	15	1	1,4	< 0,1
Cobalto	mg/kg	250	21	15	< 0,1
Cromo	mg/kg	800	114	117	3
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		90400	80600	630
Mercurio	mg/kg	5	9	6	
Manganese	mg/kg		1300	910	15
Molibdeno	mg/kg		12	8	
Nichel	mg/kg	500	170	128	0,8
Piombo	mg/kg	1000	549	1600	6
Rame	mg/kg	600	2000	4300	15
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	322	245	4
Zinco	mg/kg	1500	1000	1350	8
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	0,65	2,37	< 0,01
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,82	1,86	< 0,01
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,98	2,39	< 0,01
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,28	0,74	< 0,01
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,71	0,86	< 0,01
Crisene	mg/kg	50	0,74	2,41	< 0,01
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	0,14	0,16	< 0,01
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,46	0,62	< 0,01
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg	10	< 0,01	0,06	< 0,01
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	< 0,01	0,12	< 0,01
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,21	0,31	< 0,01
Indenopirene	mg/kg	5	0,78	1,04	< 0,01
Pirene	mg/kg	50	1,03	4,89	< 0,01
Naftalene	mg/kg		0,05	0,2	< 0,01
Fluorene	mg/kg		0,06	0,56	< 0,01
Acenafilene	mg/kg		0,05	0,12	< 0,01
Acenafrene	mg/kg		< 0,01	0,4	< 0,01
Fenantrene	mg/kg		0,28	2,19	< 0,01
Antracene	mg/kg		0,07	0,65	< 0,01
Fluorantene	mg/kg		0,92	5,94	< 0,01
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	4,78	11,6	< 0,01
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	0,99	0,76	< 0,005
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	750	1222	1575	< 1
<b>ALTRE SOSTANZE</b>					
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCDF)	ng/Kg	100	17,9	46,7	< 0,1



sondaggio S3	
Data sondaggio	25/02/2015
Profondità [m]	6
Piezometro	SI
Contaminazione	SI



Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115513-013	2115513-014	2115513-015
			Suolo S3 C1 0,00 -1,00 m	Suolo S3 C2 -2,00 -3,00 m	Suolo S3 C3 5,00 -6,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		5800	9000	400
Antimonio	mg/kg	30	64	52	< 0,1
Arsenico	mg/kg	50	82	73	< 0,1
Berillio	mg/kg	10	0,4	0,6	< 0,1
Cadmio	mg/kg	15	< 0,1	1	< 0,1
Cobalto	mg/kg	250	38	17	< 0,1
Cromo	mg/kg	800	204	95	4
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		159000	86000	339
Mercurio	mg/kg	5	15	9	< 0,1
Manganese	mg/kg		1800	680	15
Molibdeno	mg/kg		23	6	< 0,1
Nichel	mg/kg	500	500	114	< 0,1
Piombo	mg/kg	1000	908	1000	1
Rame	mg/kg	600	6500	1100	6
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	911	472	1,7
Zinco	mg/kg	1500	2600	1200	4
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	1,21	1,48	< 0,01
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,74	1,09	< 0,01
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,94	1,34	< 0,01
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,44	0,52	< 0,01
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,47	0,65	< 0,01
Crisene	mg/kg	50	1,27	1,25	< 0,01
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	0,1	0,15	< 0,01
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	10	0,33	0,44	< 0,01
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,04	0,06	< 0,01
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	0,06	0,06	< 0,01
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,18	0,23	< 0,01
Indenopirene	mg/kg	5	0,57	0,78	< 0,01
Pirene	mg/kg	50	2,44	2,89	< 0,01
Naftalene	mg/kg		0,14	0,08	< 0,01
Fluorene	mg/kg		0,36	0,07	< 0,01
Acenftilene	mg/kg		< 0,01	0,04	< 0,01
Acenftene	mg/kg		0,16	0,07	< 0,01
Fenantrene	mg/kg		2,06	0,43	< 0,01
Antracene	mg/kg		0,35	0,16	< 0,01
Fluorantene	mg/kg		3,11	3,75	< 0,01
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	5,6	7,04	< 0,01
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	1,54	0,64	< 0,005
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	750	2108	443	< 1
<b>ALTRE SOSTANZE</b>					
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCD)	ng/Kg	100	14,8	14,7	< 0,1



sondaggio S4	
Data sondaggio	24/02/2015
Profondità [m]	5
Piezometro	NO
Contaminazione	NO



Analita	U.d.m.	D. Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115513-007	2115513-008	2115513-009
			Suolo S4 C1 0,00 -1,00 m	Suolo S4 C2 -2,00 -3,00 m	Suolo S4 C3 4,00 -5,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		25500	14900	20000
Antimonio	mg/kg	30	1,7	1,1	1,1
Arsenico	mg/kg	50	12	10	11
Berillio	mg/kg	10	0,8	0,6	0,7
Cadmio	mg/kg	15	< 0,1	0,7	0,4
Cobalto	mg/kg	250	5	4	4
Cromo	mg/kg	800	34	25	28
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		18000	12000	14500
Mercurio	mg/kg	5	0,4	0,4	0,4
Manganese	mg/kg		307	230	215
Molibdeno	mg/kg		0,7	< 0,1	< 0,1
Nichel	mg/kg	500	17	13	13
Piombo	mg/kg	1000	96	80	45
Rame	mg/kg	600	51	32	30
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	38	26	32
Zinco	mg/kg	1500	113	63	63
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	0,16	0,21	0,74
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,17	0,22	0,67
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,2	0,24	0,71
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,07	0,11	0,24
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,13	0,19	0,4
Crisene	mg/kg	50	0,15	0,19	0,69
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	0,03	0,04	0,08
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	10	0,09	0,12	0,27
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,02	0,02	0,05
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	0,02	0,02	0,05
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,04	0,05	0,11
Indenopirene	mg/kg	5	0,15	0,2	0,49
Pirene	mg/kg	50	0,22	0,28	1,66
Naftalene	mg/kg		< 0,01	0,01	0,03
Fluorene	mg/kg		< 0,01	< 0,01	0,14
Acenaftilene	mg/kg		0,01	0,03	0,17
Acenaftene	mg/kg		< 0,01	< 0,01	0,03
Fenantrene	mg/kg		0,08	0,08	1,34
Antracene	mg/kg		0,02	0,03	0,29
Fluorantene	mg/kg		0,25	0,31	2,05
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	1,04	1,36	3,9
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	0,06	< 0,005	< 0,005
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/Kg	750	50	15	61
<b>ALTRE SOSTANZE</b>					
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCD)	ng/Kg	100	0,5	0,2	0,2



sondaggio S5	
Data sondaggio	24/02/2015
Profondità [m]	10
Piezometro	SI
Contaminazione	SI



Analita	U.d.m.	D.Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115513-004	2115513-005	2115513-006
			Suolo S5 C1 1,00 -2,00 m	Suolo S5 C2 -4,00 -5,00 m	Suolo S5 C3 9,00 -10,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		10400	6000	2000
Antimonio	mg/kg	30	75	1,4	11
Arsenico	mg/kg	50	125	5	11
Berillio	mg/kg	10	1	< 0,1	< 0,1
Cadmio	mg/kg	15	< 0,1	0,5	< 0,1
Cobalto	mg/kg	250	89	2	2,2
Cromo	mg/kg	800	850	19	23
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		241000	8050	12300
Mercurio	mg/kg	5	11	0,6	0,2
Manganese	mg/kg		2600	142	268
Molibdeno	mg/kg		55	2,4	1
Nichel	mg/kg	500	490	9	12
Piombo	mg/kg	1000	840	49	80
Rame	mg/kg	600	6200	59	733
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	421	19	21
Zinco	mg/kg	1500	5500	187	377
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	0,07	0,12	0,35
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,06	0,11	0,34
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,07	0,12	0,34
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,02	0,04	0,13
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,06	0,08	0,21
Crisene	mg/kg	50	0,07	0,11	0,29
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	< 0,01	0,02	0,05
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,03	0,05	0,14
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	10	< 0,01	< 0,01	0,03
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	< 0,01	< 0,01	0,02
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,02	0,03	0,06
Indenopirene	mg/kg	5	0,05	0,09	0,24
Pirene	mg/kg	50	0,12	0,21	0,63
Naftalene	mg/kg		0,01	0,01	0,01
Fluorene	mg/kg		0,01	< 0,01	0,03
Acenaftilene	mg/kg		< 0,01	0,01	0,01
Acenaftene	mg/kg		< 0,01	0,01	0,03
Fenantrene	mg/kg		0,05	0,08	0,22
Antracene	mg/kg		0,02	0,03	0,07
Fluorantene	mg/kg		0,14	0,27	0,7
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	0,38	0,65	1,9
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	0,29	0,09	0,05
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/kg	750	391	208	128
<b>ALTRE SOSTANZE</b>					
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCD)	ng/Kg	100	0,4	0,6	0,4



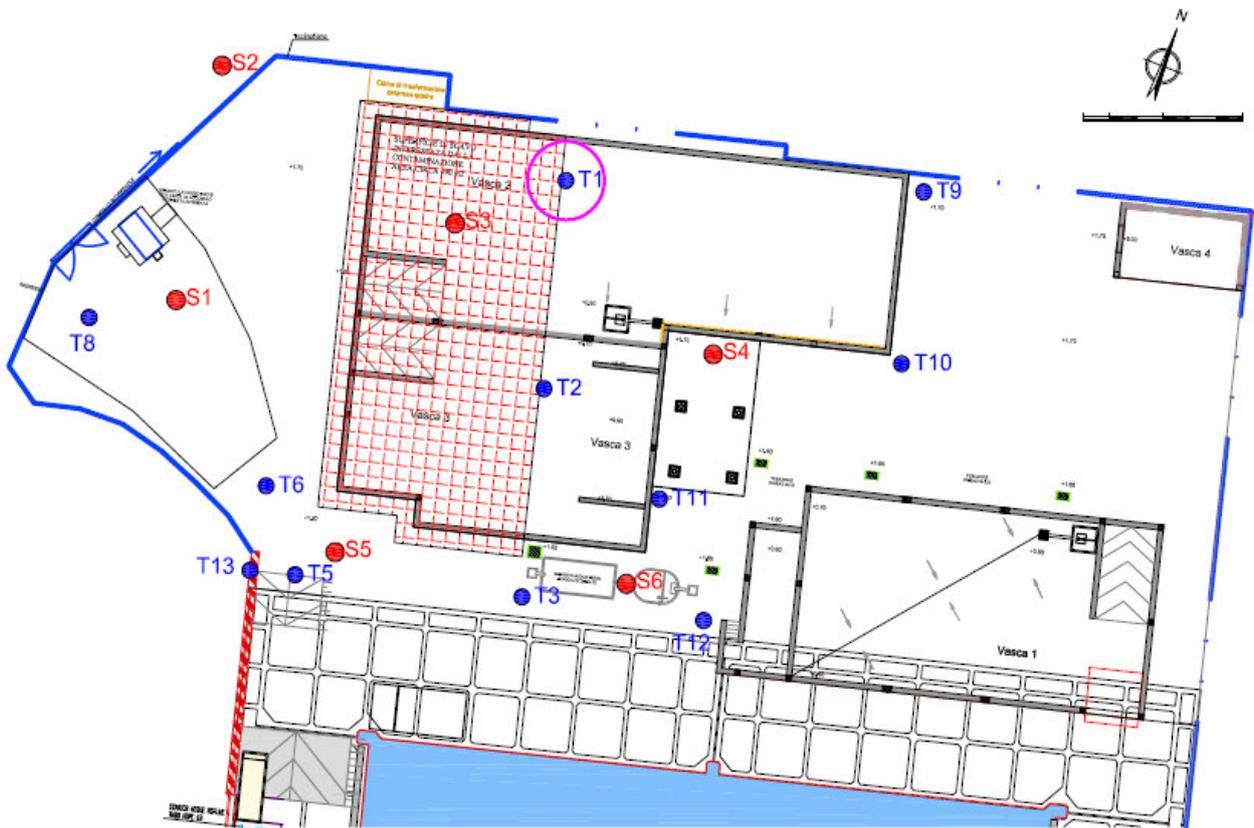
sondaggio S6	
Data sondaggio	24/02/2015
Profondità [m]	5
Piezometro	NO
Contaminazione	NO



Analita	U.d.m.	D. Lgs. 152/06 Tab. 1 B	2115513-010	2115513-011	2115513-012
			Suolo S6 C1 0,00 -1,00 m	Suolo S6 C2 -2,00 -3,00 m	Suolo S6 C3 4,00 -5,00 m
<b>METALLI</b>					
Alluminio	mg/kg		9600	22000	16000
Antimonio	mg/kg	30	2,2	< 0,1	1,4
Arsenico	mg/kg	50	10	10	8
Berillio	mg/kg	10	0,4	0,9	0,6
Cadmio	mg/kg	15	0,6	0,5	0,4
Cobalto	mg/kg	250	3	4	4
Cromo	mg/kg	800	42	28	24
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ferro	mg/kg		10500	13700	11500
Mercurio	mg/kg	5	0,3	< 0,1	0,3
Manganese	mg/kg		171	230	264
Molibdeno	mg/kg		2	0,4	0,4
Nichel	mg/kg	500	14	14	12
Piombo	mg/kg	1000	45	35	55
Rame	mg/kg	600	82	53	33
Selenio	mg/kg	15	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tallio	mg/kg	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tellurio	mg/kg		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Vanadio	mg/kg	250	25	30	27
Zinco	mg/kg	1500	488	91	72
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>					
Benzo(a)antracene	mg/kg	10	0,03	0,02	0,21
Benzo(a)pirene	mg/kg	10	0,03	0,02	0,18
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	10	0,04	0,03	0,21
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	10	0,01	0,01	0,07
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	10	0,03	0,02	0,11
Crisene	mg/kg	50	0,02	0,01	0,18
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	10	< 0,01	< 0,01	0,02
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	10	0,02	0,01	0,07
Dibenzo(a,j)pirene	mg/kg	10	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	10	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	10	0,01	0,01	0,03
Indenopirene	mg/kg	5	0,03	0,02	0,14
Pirene	mg/kg	50	0,05	0,04	0,39
Naftalene	mg/kg		0,01	< 0,01	< 0,01
Fluorene	mg/kg		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acenafilene	mg/kg		< 0,01	< 0,01	0,02
Acenafene	mg/kg		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenantrene	mg/kg		0,02	0,01	0,06
Antracene	mg/kg		0,01	< 0,01	0,02
Fluorantene	mg/kg		0,06	0,04	0,43
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	100	0,18	0,12	1,05
<b>POLICLOROBIFENILI</b>					
PCB	mg/kg	5	0,09	< 0,005	< 0,005
<b>IDROCARBURI</b>					
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg	250	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Idrocarburi pesanti C >12	mg/Kg	750	64	39	17
<b>ALTRE SOSTANZE</b>					
Sommatoria diossine e furani (PCDD / PCD)	ng/Kg	100	16,5	0,1	0,2

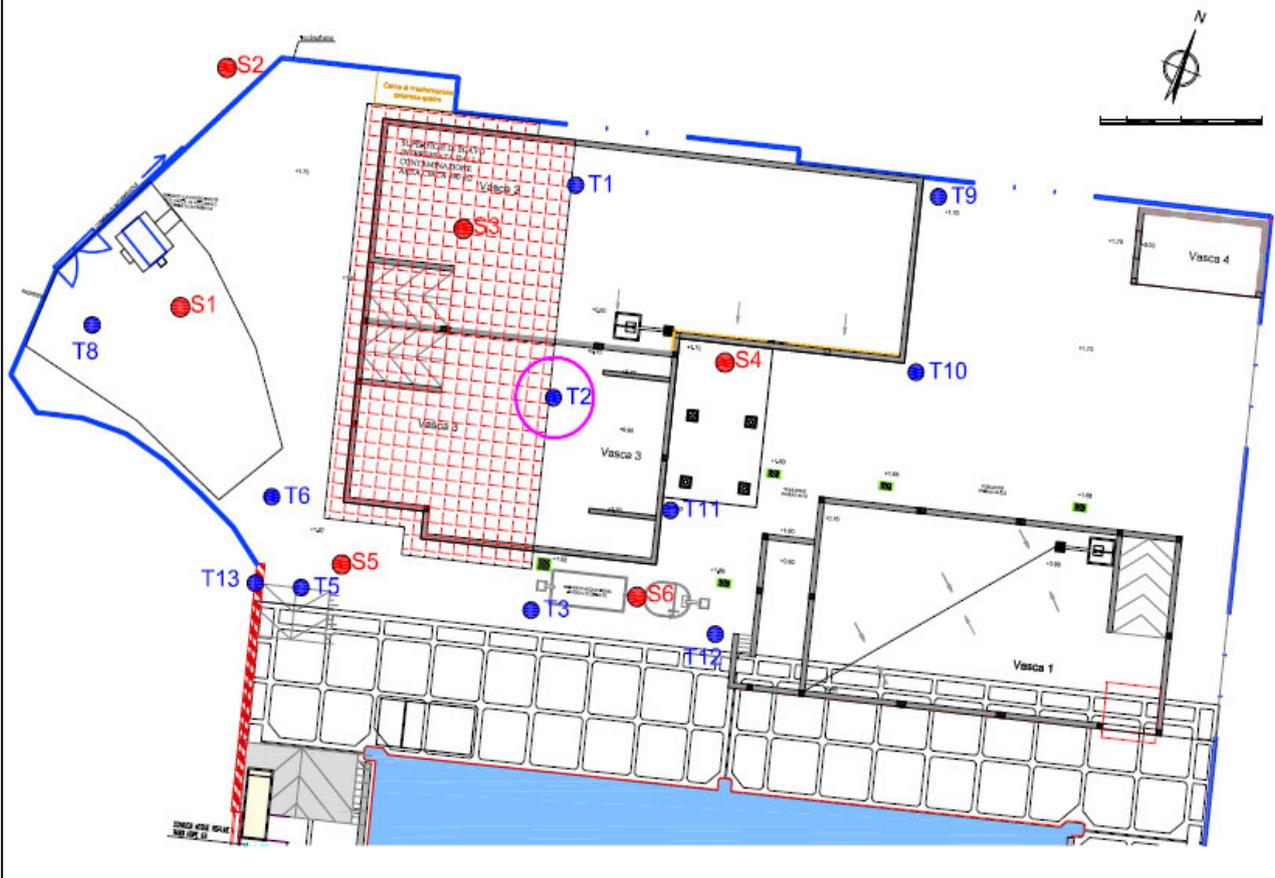


Sondaggio T1	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T1-C1		T1-C2		T1-C3
		-1,00	-2,00 m	-3,00	-4,00 m	-5,00 a -6,00 m
<b>Superamento Metalli</b>						
Antimonio	30		20	31	0,1	
Arsenico	50		23	55	0,1	
Mercurio	5		5,4	8,8	0,1	
Piombo	1000		240	430	0,1	
Rame	600		487	1585	2,4	
Selenio	15		0,1	22,4	0,1	
Vanadio	250		279	602	2	
Zinco	1500		490	1200	1	
DDD, DDT, DDE	0,1		0,001	0,001	0,001	
<b>Superamento Idrocarburi</b>						
Idrocarburi pesanti C > 12	750		1500	2500	1	



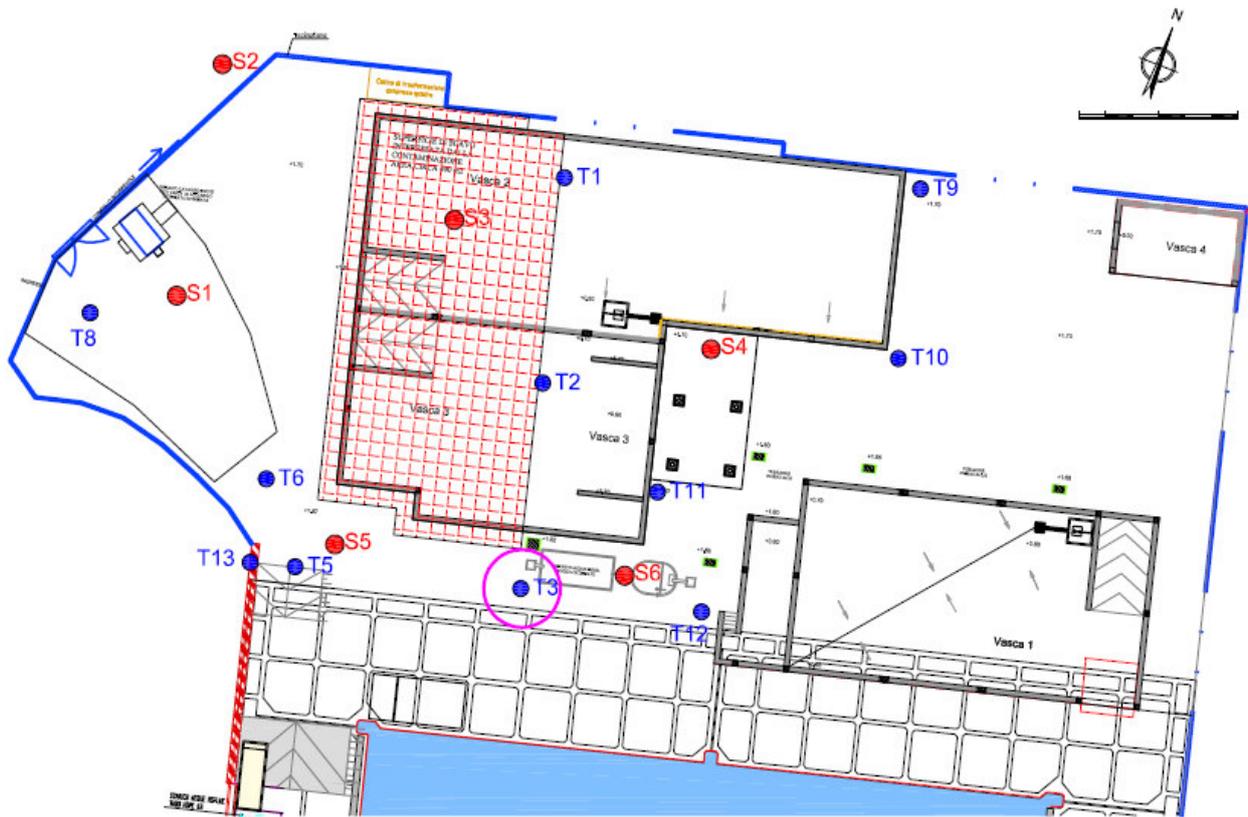


Sondaggio T2	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T2-C1		T2-C2		T2-C3
		-1,00	-2,00 m	-4,00	-5,00 m	-7,00 a -8,00 m
<b>Superamento Metalli</b>						
Antimonio	30	0,3		40		0,1
Arsenico	50	3,4		12,4		0,1
Mercurio	5	0,1		2,3		0,1
Piombo	1000	14,4		173		0,1
Rame	600	16,4		419		1,7
Selenio	15	0,1		0,1		0,1
Vanadio	250	10,4		62		2,5
Zinco	1500	31,1		306		2
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001		0,001		0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>						
Idrocarburi pesanti C > 12	750	99		350		1



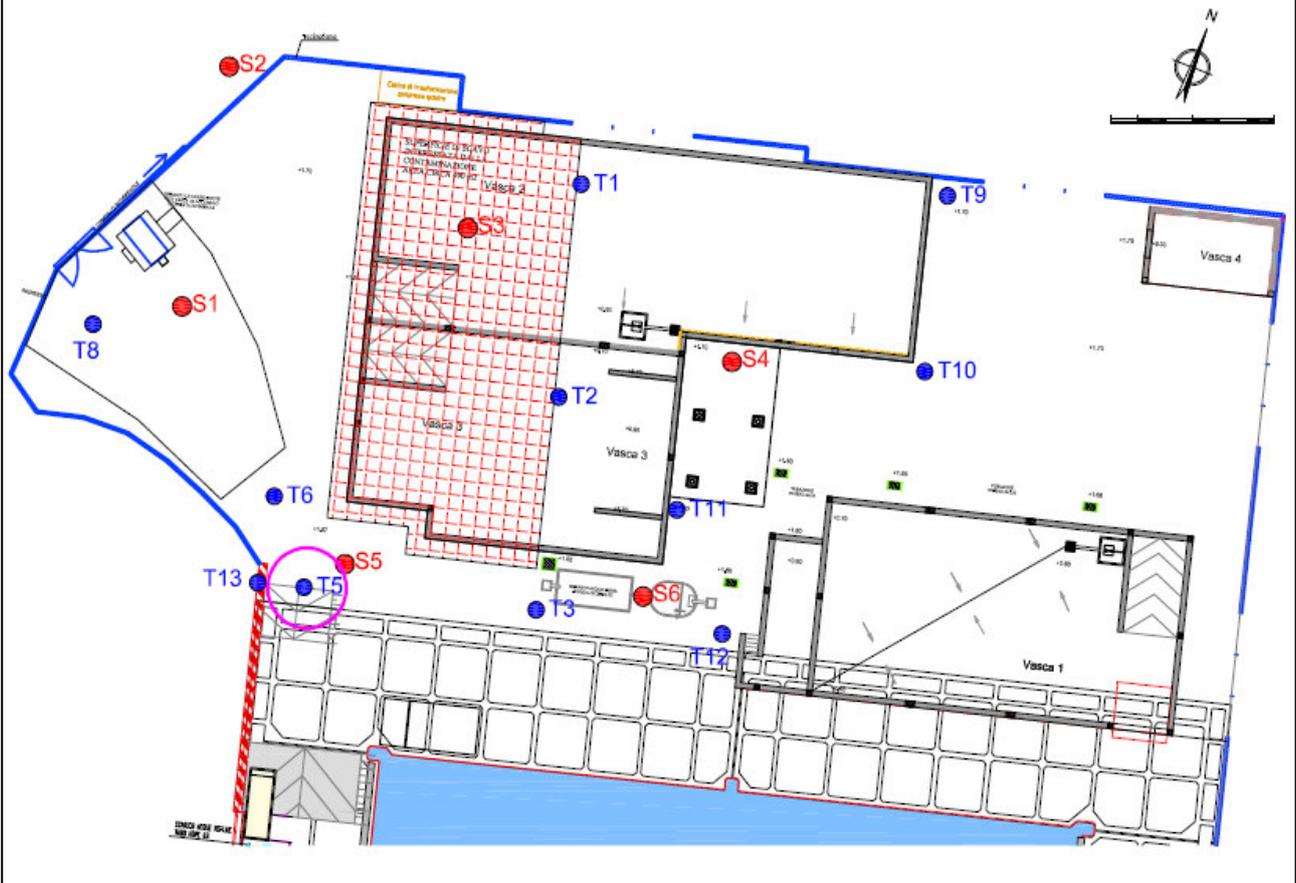


Sondaggio T3	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T3-C1		T3-C2		T3-C3
		-1,00	-2,00 m	-4,00	-5,00 m	-17,00 a -18,00 m
<b>Superamento Metalli</b>						
Antimonio	30		3,1		0,6	0,1
Arsenico	50		10,4		1,2	1,5
Mercurio	5		0,1		0,1	0,1
Piombo	1000		45		7,3	0,6
Rame	600		64		22	0,9
Selenio	15		0,1		0,1	0,1
Vanadio	250		21		7,3	2,3
Zinco	1500		199		54	3,5
DDD, DDT, DDE	0,1		3		0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>						
Idrocarburi pesanti C > 12	750		87		219	67



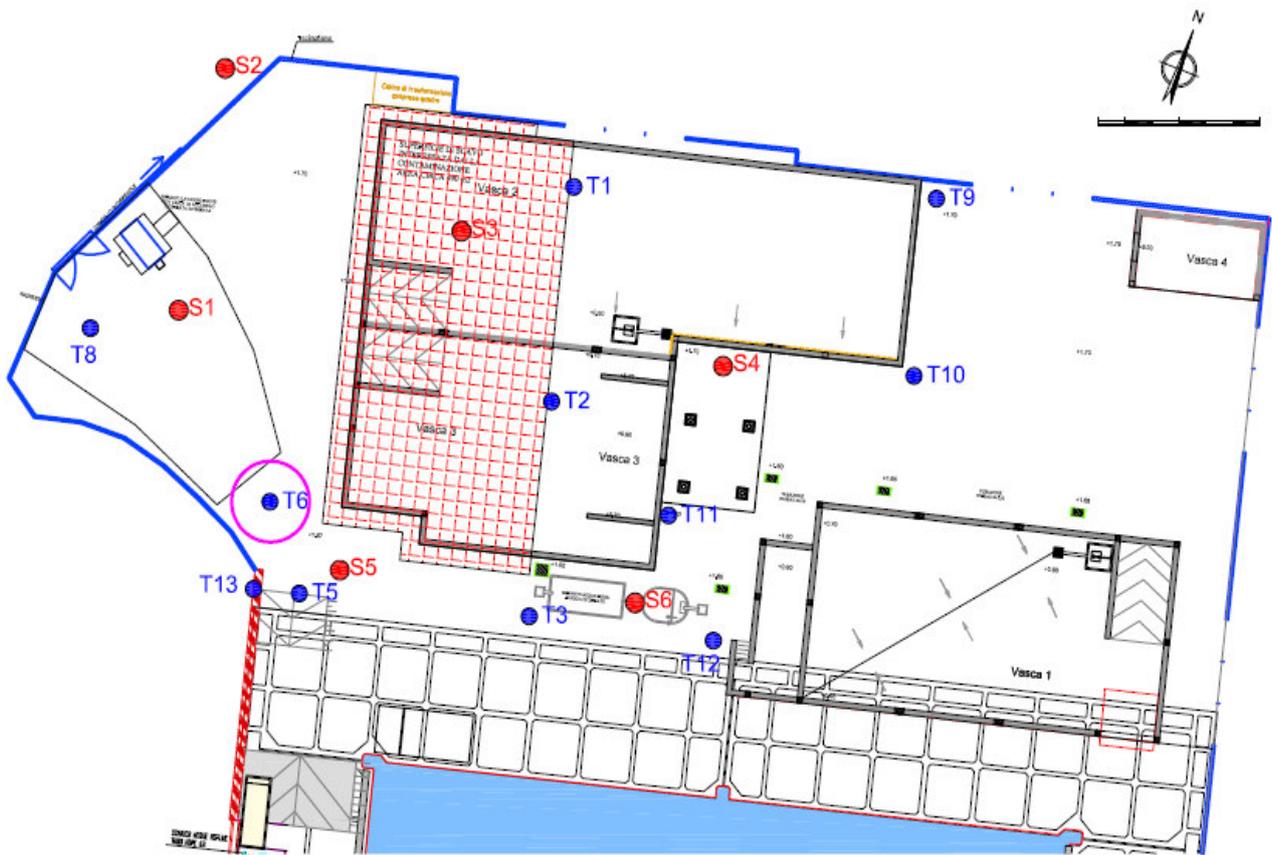


Sondaggio T5	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T5-C1 -2,00 a - 3,00 m	T5-C2 -13,50 -14,50	T5-C3 -18,50 a -19,50 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	0,1	1,5	0,1
Arsenico	50	2	3	0,8
Mercurio	5	0,1	0,1	0,1
Piombo	1000	12,8	39	2,1
Rame	600	32,4	46	1,5
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	6,3	13	2,8
Zinco	1500	50	166	11
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	286	254	27

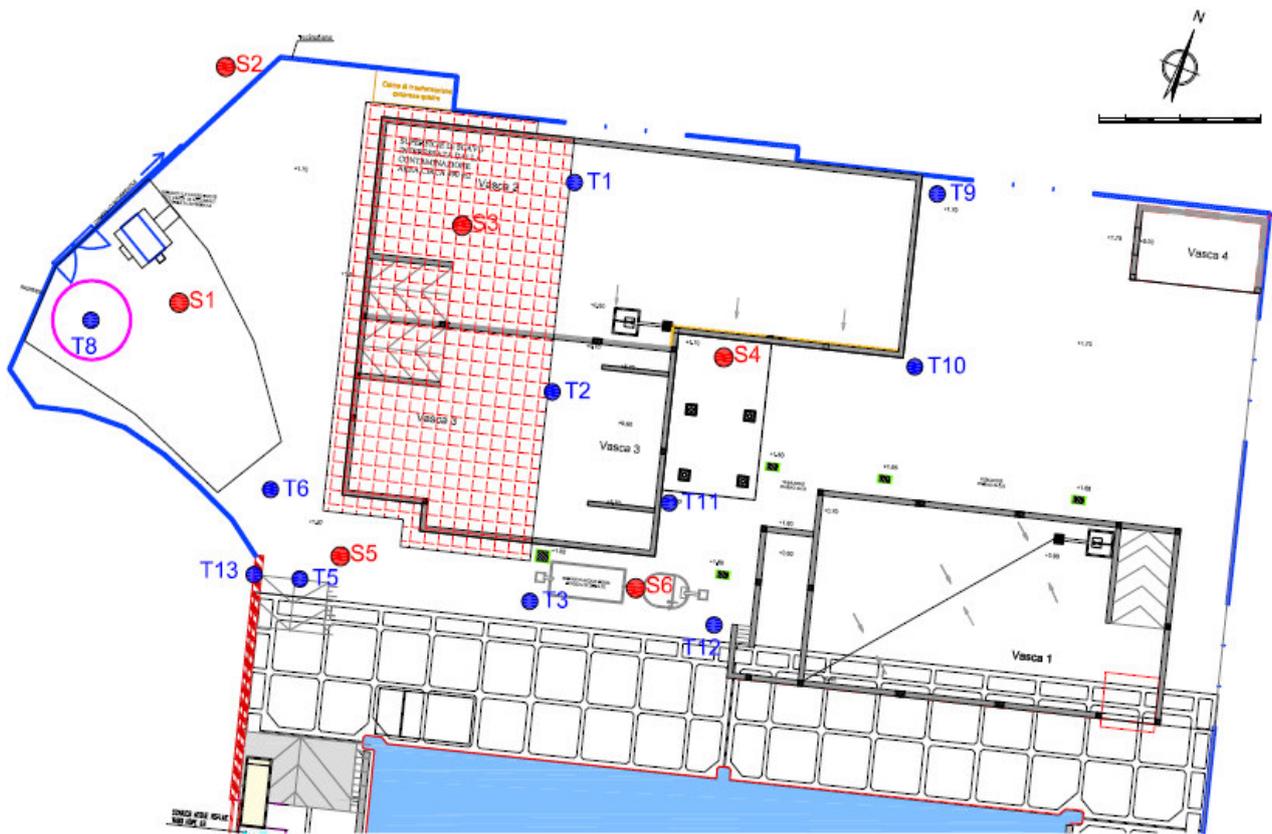




Sondaggio T6	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T6-C1		T6-C2		T6-C3
		-1,00	-2,00 m	-7,00	-8,00 m	-10,00 a -11,00 m
<b>Superamento Metalli</b>						
Antimonio	30	3,8	21,8	0,1		
Arsenico	50	4,3	22	2,3		
Mercurio	5	0,6	7	0,1		
Piombo	1000	49	390	3,1		
Rame	600	272	739	4,2		
Selenio	15	0,1	0,1	0,1		
Vanadio	250	25	164	8,7		
Zinco	1500	332	810	14		
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001	0,001	0,001		
<b>Superamento Idrocarburi</b>						
Idrocarburi pesanti C > 12	750	280	1680	1		

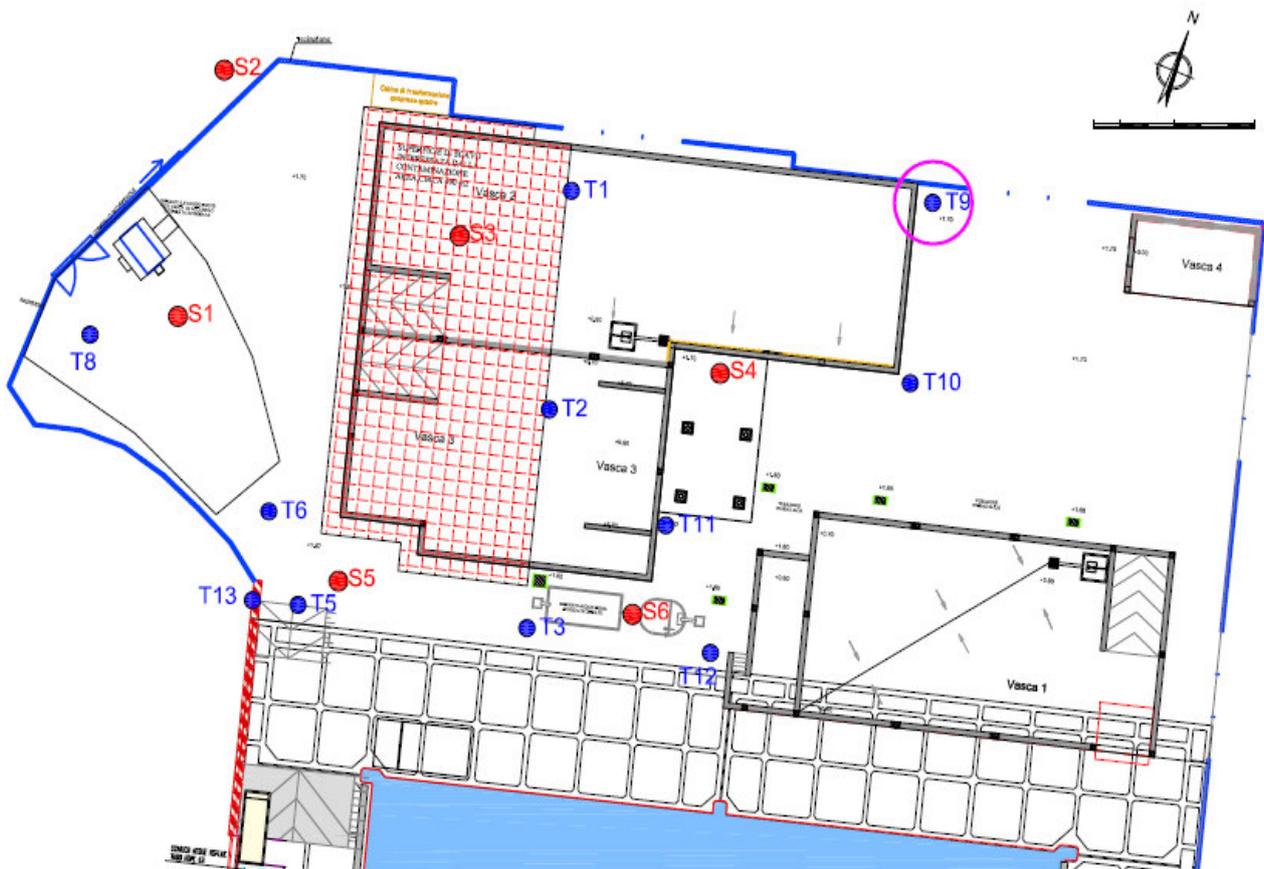


Sondaggio T8	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T8-C1	T8-C2	T8-C3
		-2,00 a - 3,00 m	-5,00 -6,00 m	-9,00 a -10,00 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	48	20,2	0,4
Arsenico	50	39	47,2	0,1
Mercurio	5	3,9	5,8	0,1
Piombo	1000	440	282	7,2
Rame	600	1528	434	4,8
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	287	99	2,3
Zinco	1500	2129	408	10
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	628	950	94

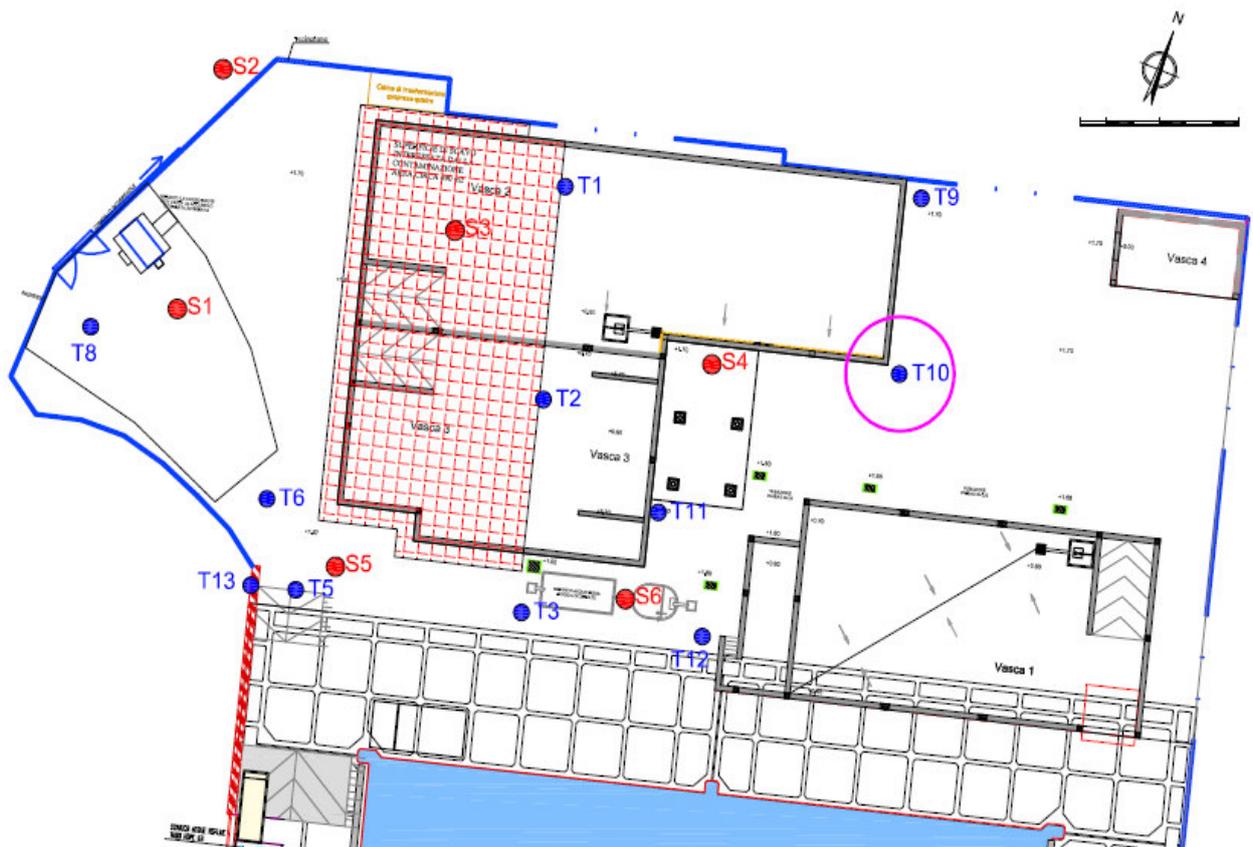




Sondaggio T9	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T9-C1	T9-C2	T9-C3
		-1,00 a - 2,00 m	-6,00 -7,00 m	-9,00 a -10,00 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	0,1	10,8	0,1
Arsenico	50	4,9	11,7	0,1
Mercurio	5	0,3	0,1	0,1
Piombo	1000	25	85	3,3
Rame	600	19	4446	4,8
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	16	14,2	2,2
Zinco	1500	40	360	48
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	1	762	59

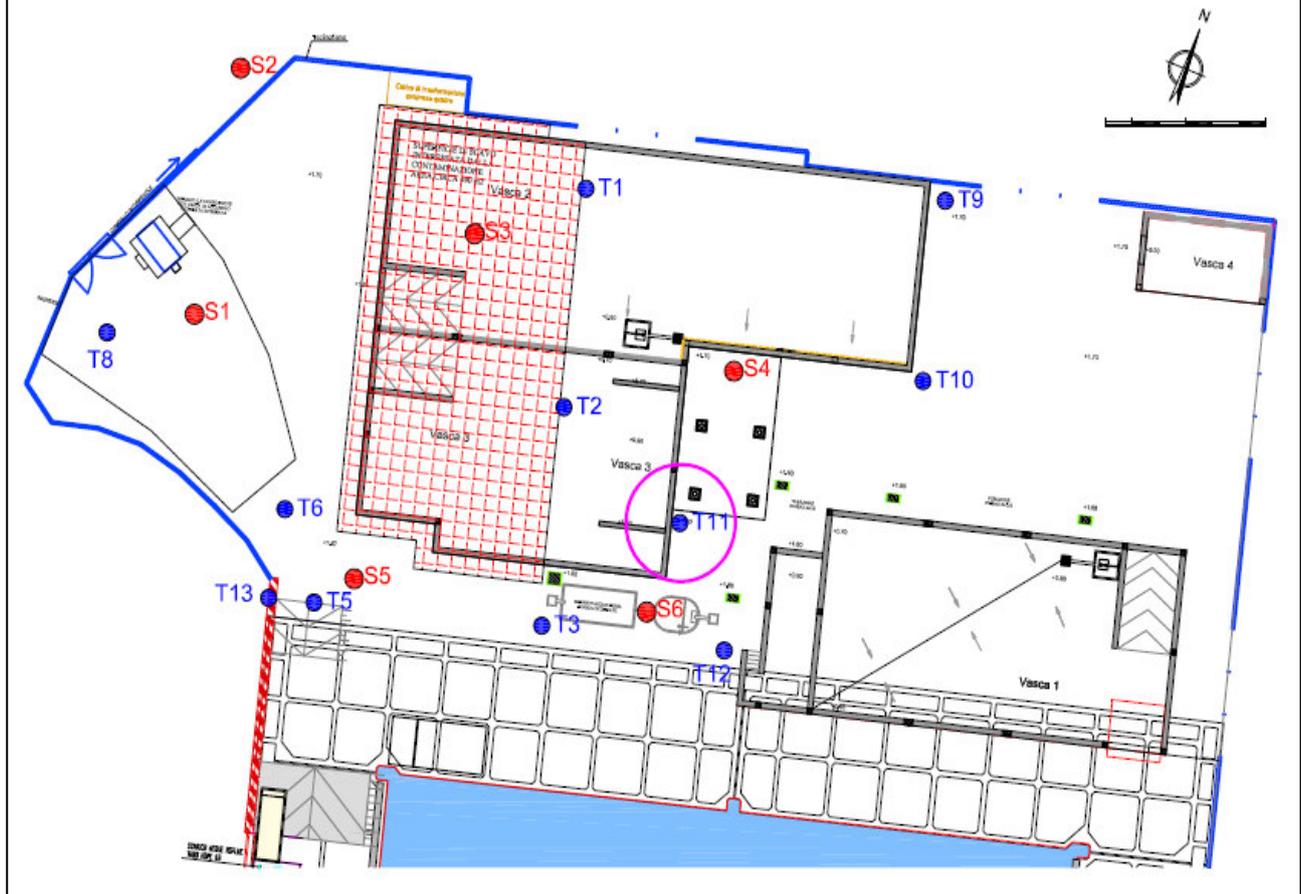


Sondaggio T10	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T10-C1 -1,00 a - 2,00 m	T10-C2 -5,00 -6,00 m	T10-C3 -9,00 a -10,00 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	0,1	5	0,1
Arsenico	50	5,6	4	0,1
Mercurio	5	0,1	0,1	0,1
Piombo	1000	23,5	15,6	0,1
Rame	600	86	14,3	3,1
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	15,9	7,3	1,7
Zinco	1500	258	22	6,5
DDD, DDT, DDE	0,1	0,0001	0,01	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	318	69	58



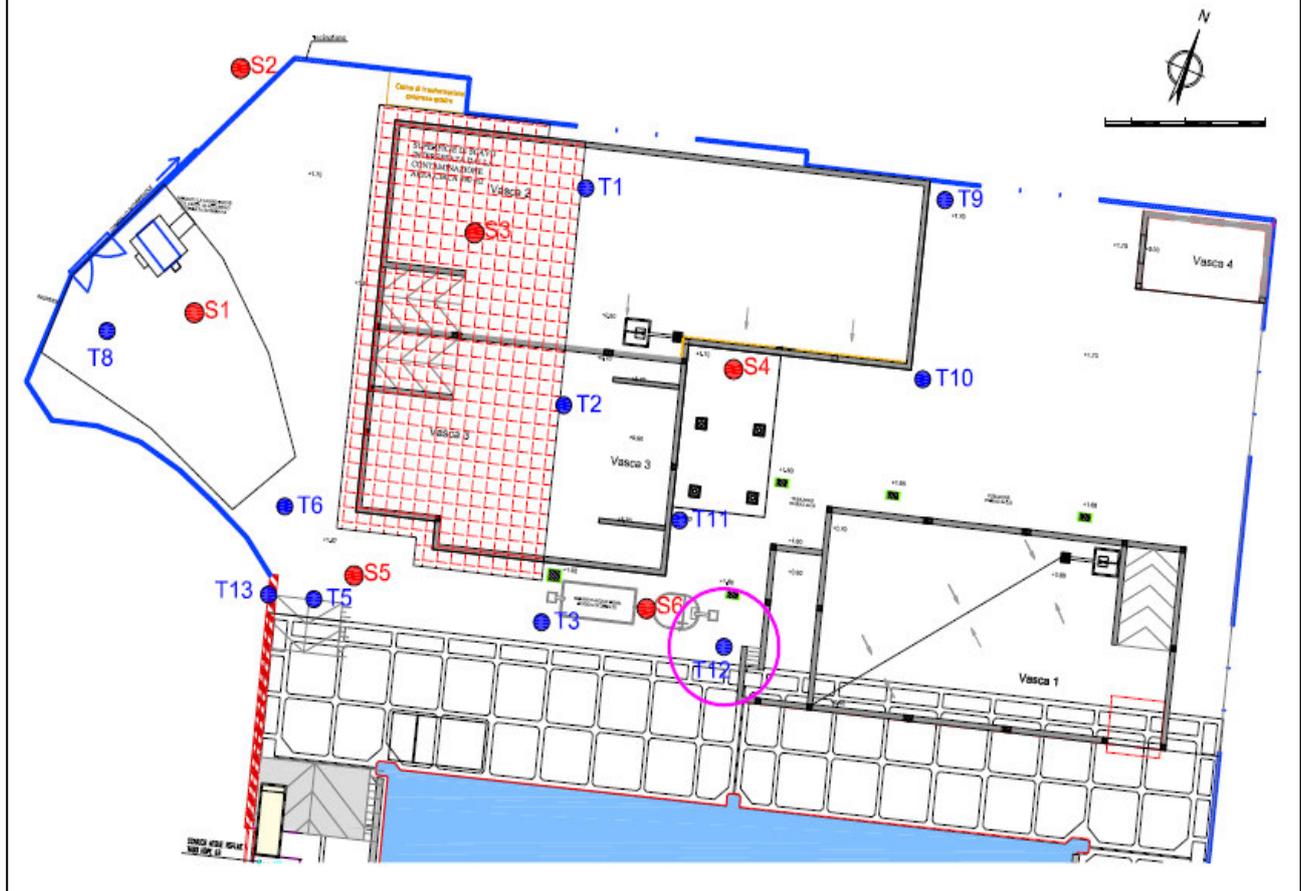


Sondaggio T11	Limiti [mg/Kg] D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	T11-C1	T11-C2	T11-C3
		-1,00 a - 2,00 m	-14,00 -15,00	-16,00 a -17,00 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	1,2	13,5	0,1
Arsenico	50	5,5	15	1,1
Mercurio	5	0,1	1,5	0,1
Piombo	1000	20,3	107	0,1
Rame	600	66	955	7,4
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	12,7	159	5,5
Zinco	1500	62	490	19,3
DDD, DDT, DDE	0,1	0,012	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	49	240	1



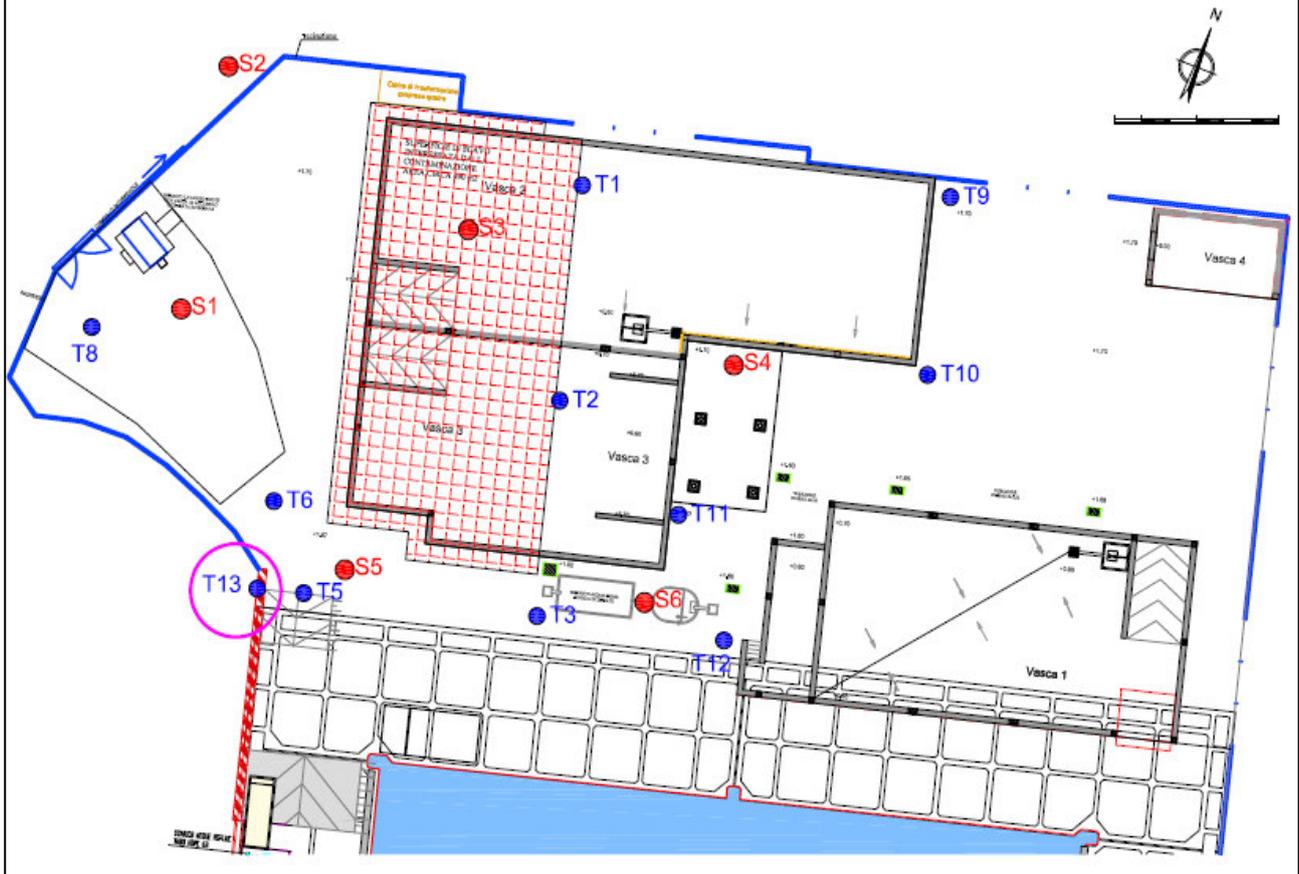


Sondaggio T12	Limiti [mg/Kg]	T12-C1	T12-C2	T12-C3
	D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	-1,00 a - 2,00 m	-14,00 -15,00 m	-19,00 a -20,00 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	0,1	0,1	0,1
Arsenico	50	5,3	4,8	0,1
Mercurio	5	0,1	0,1	0,1
Piombo	1000	75	0,1	0,1
Rame	600	67	4,2	0,1
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	25	3,1	2,9
Zinco	1500	67	17,4	6
DDD, DDT, DDE	0,1	0,09	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	55	1	1





Sondaggio T13	Limiti [mg/Kg]	T13-C1	T13-C2	T13-C3
	D. Lgs. 152/06 Tab. 1B	-3,00 a - 4,00 m	-13,00 -14,00 m	-15,50 a -16,50 m
<b>Superamento Metalli</b>				
Antimonio	30	0,1	8,5	1
Arsenico	50	1,7	20	3,4
Mercurio	5	0,1	0,6	0,1
Piombo	1000	6,1	151	11
Rame	600	19	398	25
Selenio	15	0,1	0,1	0,1
Vanadio	250	5,3	67	16
Zinco	1500	51	385	68
DDD, DDT, DDE	0,1	0,001	0,001	0,001
<b>Superamento Idrocarburi</b>				
Idrocarburi pesanti C > 12	750	223	1390	254



### Matrice acque sotterranee

Relativamente ai campionamenti della **matrice acque sotterranee**, si riportano i risultati relativi alle concentrazioni dei parametri per i quali si è registrato almeno un superamento dei limiti della Tabella 2 Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. [Fonte “*Piano di Indagine Preliminare*” *area potenzialmente contaminata Bacino di Carenaggio TPL 150.000 Palermo – Relazione tecnica finale* redatta da C.A.D.A. snc incaricata delle indagini ambientali del sito]:

Parametro	U.m.	Limiti Tabella 2	S2	S3	S5
Solfati	mg/l	250	778	801	719
Boro	µg/l	1000	1080	1700	1500
Ferro	µg/l	200	609	114	275
Manganese	µg/l	50	120	110	327
Benzo(a)pirene	µg/l	0,01	0,018	< 0,001	0,007
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	0,01	0,017	< 0,001	0,009

## **4.2 INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITE SULL'AREA INTERESSATA DALL'ATTRAVERSAMENTO DEI CANALI EMISSARI (CANALI DI TROPPOPIENO) DEL CANALE PASSO DI RIGANO**

### **4.2.1 Planimetria ubicazione indagini eseguite**

Si riporta la planimetria con l'ubicazione e i risultati delle indagini preliminari condotte sull'area interessata dall'attraversamento dei canali emissari (canali di troppopieno) del canale Passo di Rigano [Fonte "Allegati al Piano di Caratterizzazione del sito in cui ricadono gli "Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all'Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo" al quale si rimanda per un maggiore livello di dettaglio]. Si osserva che le indagini sono state eseguite in due periodi successivi: 2011 e 2012. I campionamenti delle acque sotterranee sono avvenute solo nel 2012.



**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**  
**CANALE EMISSARIO**  
Planimetria Generale con ubicazione delle  
Indagini Preliminari eseguite - scala 1:500

**LEGENDA DELLE INDAGINI PRELIMINARI 2011 e 2012**

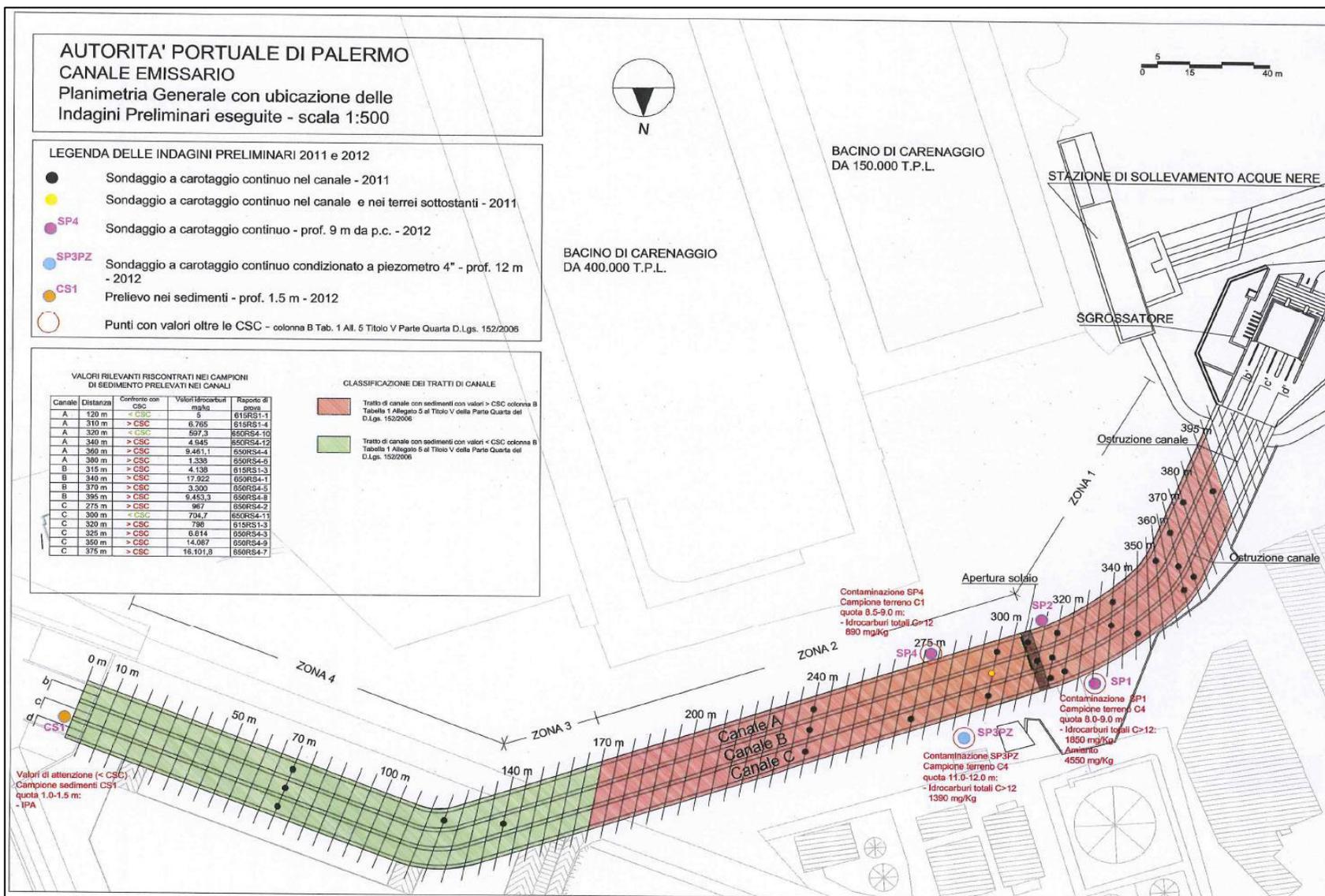
- Sondaggio a carotaggio continuo nel canale - 2011
- Sondaggio a carotaggio continuo nel canale e nei terreni sottostanti - 2011
- SP4 Sondaggio a carotaggio continuo - prof. 9 m da p.c. - 2012
- SP3PZ Sondaggio a carotaggio continuo condizionato a piezometro 4" - prof. 12 m - 2012
- CS1 Prelievo nei sedimenti - prof. 1.5 m - 2012
- Punti con valori oltre le CSC - colonna B Tab. 1 All. 5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/2006

**VALORI RILEVANTI RICONTRATI NEI CAMPIONI  
DI SEDIMENTO PRELEVATI NEI CANALI**

Canale	Distanza	Confronto con CSC	Valori Idrocarburi mg/kg	Rapporto di prova
A	120 m	< CSC	3	619RS1-1
A	310 m	< CSC	6.785	619RS1-4
A	320 m	< CSC	597,3	650RS4-10
A	340 m	> CSC	4.945	650RS4-12
A	355 m	> CSC	8.461,1	650RS4-4
A	360 m	> CSC	1.338	650RS4-6
B	315 m	> CSC	4.138	619RS1-3
B	340 m	> CSC	17.922	650RS4-1
B	370 m	> CSC	3.300	650RS4-5
B	395 m	> CSC	6.453,3	650RS4-8
C	275 m	> CSC	967	650RS4-2
C	300 m	< CSC	704,7	650RS4-11
C	320 m	> CSC	798	619RS1-3
C	325 m	> CSC	6.814	650RS4-3
C	350 m	> CSC	14.067	650RS4-9
C	375 m	> CSC	16.101,8	650RS4-7

**CLASSIFICAZIONE DEI TRATTI DI CANALE**

- Tratto di canale con sedimenti con valori > CSC colonna B Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006
- Tratto di canale con sedimenti con valori < CSC colonna B Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006





## 4.2.2 Risultati indagini eseguite nel 2011

### CANALE A

*Analisi effettuate con test di cessione:*

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
650RS4-4	Fanghi di dragaggio, 360 A	canale A a circa 360 m dallo sbocco	Cloruri 794 mg/l
650RS4-12	Fanghi di dragaggio, 340 A	canale A a circa 340 m dallo sbocco	DOC 48 mg/l Cloruri 911 mg/l
650RS4-6	Fanghi di dragaggio, 380 A	canale A a circa 380 m dallo sbocco	Cloruri 808 mg/l
650RS4-10	Fanghi di dragaggio, 320 A	canale A a circa 320 m dallo sbocco	DOC 79 mg/l Cloruri 1230 mg/l Solfati 91 mg/l

*Analisi effettuate su campione tal quale:*

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
699RS4-2	Fanghi di dragaggio, 320/A/fondo	zona 1, canale A, 320 m, fondo melma	Idrocarburi C>12 38.855 mg/kg Idrocarburi C<12 1461 mg/kg IPA 19,9 mg/kg
699RS4-3	Fanghi di dragaggio, 320/A/intermedio	zona 1, canale A, 320 m, strato melma intermedio	Idrocarburi C>12 19.266 mg/kg Idrocarburi C<12 710 mg/kg IPA 8,4 mg/kg
699RS4-4	Fanghi di dragaggio, 320/A/superiore	zona 1, canale A, 320 m, strato melma superiore	Idrocarburi C>12 16.989 mg/kg Idrocarburi C<12 326 mg/kg Composti Organici Aromatici 21,10 mg/kg
704RS4-3	Fanghi di dragaggio, 360/A/superficie	zona 1, canale A, 360 m, superficie	Idrocarburi C>12 12992 mg/kg Idrocarburi C<12 544 mg/kg Composti Organici Aromatici 19,3 mg/kg IPA 38,0 mg/kg
650RS4-4	Fanghi di dragaggio, 360 A	canale A a circa 360 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 9461,1 mg/kg Zinco 209,6 mg/kg Piombo 98,7 mg/kg
698RS3-6	Fanghi di dragaggio, 240/A/superficie	zona 2, canale A, 240 m, superficie	Idrocarburi C>12 9622 mg/kg Idrocarburi C<198 mg/kg
698RS3-5	Fanghi di dragaggio, 240/A/fondo	zona 2, canale A, 240 m, fondo	Idrocarburi C>12 7942 mg/kg Idrocarburi C<12 381 mg/kg
704RS4-4	Fanghi di dragaggio, 360/A/medio	zona 1, canale A, 360 m, medio	Idrocarburi C>12 5158 mg/kg Idrocarburi C<12 381 mg/kg
650RS4-12	Fanghi di dragaggio, 340 A	canale A a circa 340 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 4 945 mg/kg Zinco 174,4 mg/kg
699RS4-9	Fanghi di dragaggio, 300/A/fondo	zona 2, canale A, 300 m, fondo	Idrocarburi C>12 3381 mg/kg Idrocarburi C<12 173 mg/kg Composti Organici Aromatici 22,5 mg/kg
699RS4-10	Fanghi di dragaggio, 300/A/superficie	zona 2, canale A, 300 m, superficie	Idrocarburi C>12 2890 mg/kg



704RS4-5	Fanghi di dragaggio, 360/A/fondo	zona 1, canale A, 360 m, fondo	Idrocarburi C<12 21 mg/kg Composti Organici Aromatici 23,9 mg/kg
650RS4-6	Fanghi di dragaggio, 380 A	canale A a circa 380 m dallo sbocco	Idrocarburi C>12 1749 mg/kg Idrocarburi C<12 39 mg/kg Idrocarburi totali 1338 mg/kg Zinco 164,4 mg/kg Piombo 80 mg/kg
698RS3-7	Fanghi di dragaggio, 240/A/calcestruzzo	zona 2, canale A, 240 m, calcestruzzo	Idrocarburi C>12 682 mg/kg Idrocarburi C<12 30 mg/kg
650RS4-10	Fanghi di dragaggio, 320 A	canale A a circa 320 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 597,3 mg/kg Zinco 83 mg/kg
700RS8-8	Fanghi di dragaggio, 70/A	zona 4, canale A, 70 m	Idrocarburi C>12 413 mg/kg
699RS4-1	Fanghi di dragaggio, 320/A/fondo	zona 1, canale A, 320 m, fondo calcestruzzo	Non sono state riscontrate particolari rilevanze analitiche

In relazione ai campioni prelevati sul canale A si rileva che su n. 17 campioni, 16 presentano delle rilevanze soprattutto in relazione agli idrocarburi pesanti con punte di contaminazione che vanno da 38.855 mg/kg sul punto 320/A/fondo al meno inquinato che è il punto "zona 4, canale A, 70 m". Nello stesso punto di massima contaminazione è stato prelevato il fondo in calcestruzzo campione denominato "zona 1, canale A, 320 m, fondo calcestruzzo", che non ha fatto rilevare concentrazioni significative.

#### CANALE B

##### Analisi effettuate con test di cessione:

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
650RS4-1	Fanghi di dragaggio 340 B	canale B a circa 340 m dallo sbocco	DOC 71 mg/l Cloruri 567 mg/l
650RS4-8	Fanghi di dragaggio, 395 B	canale B a circa 395 m dallo sbocco	DOC 54 mg/l Cloruri 698 mg/l
650RS4-5	Fanghi di dragaggio, 370 B	canale B a circa 370 m dallo sbocco	DOC 98 mg/l Cloruri 638 mg/l

##### Analisi effettuate su campione tal quale:

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
698RS3-2	Fanghi di dragaggio, 320/B/150 cm	zona 1, canale B, 320 m, melma	Idrocarburi C>12 19809 mg/kg Idrocarburi C<12 329 mg/kg
650RS4-1	Fanghi di dragaggio 340 B	canale B a circa 340 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 17922 mg/kg Zinco 191 mg/kg
650RS4-8	Fanghi di dragaggio, 395 B	canale B a circa 395 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 9453,3 mg/kg Zinco 224,4 mg/kg
700RS8-1	Fanghi di dragaggio, 300/B/superficie	zona 2, canale B, 300 m, melma superficiale	Idrocarburi C>12 3704 mg/kg Idrocarburi C<12 207 mg/kg Composti organici aromatici 34,4 mg/kg
650RS4-5	Fanghi di dragaggio, 370 B	canale B a circa 370 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 3300 mg/kg



700RS8-7	Fanghi di dragaggio, 240/B/superficie	zona 2, canale B, 240 m, superficie melma	Zinco 173,4 mg/kg Idrocarburi C>12 3296 mg/kg Idrocarburi C<12 55 mg/kg
698RS3-4	Fanghi di dragaggio, 320/B/fondo	zona 1, canale B, 320 m, fondo melma	Idrocarburi C>12 3288 mg/kg Idrocarburi C<12 172 mg/kg
700RS8-4	Fanghi di dragaggio, 240/B/fondo	zona 2, canale B, 240 m, fondo melma	Idrocarburi C>12 2689 mg/kg Idrocarburi C<12 97 mg/kg
698RS3-1	Fanghi di dragaggio, 320/B/superficie	zona 1, canale B, 320 m, superficie	Idrocarburi C>12 2314 mg/kg Idrocarburi C<12 103 mg/kg
700RS8-2	Fanghi di dragaggio, 300/B/fondo	zona 2, canale B, 300 m, fondo	Idrocarburi C>12 2151 mg/kg Idrocarburi C<12 69 mg/kg
704RS4-9	Fanghi di dragaggio, 360/B/medio	zona 1, canale B, 360 m, medio	Idrocarburi C>12 1977 mg/kg Idrocarburi C<12 56 mg/kg
701RS10-2	Fanghi di dragaggio, 330/B/fondo	zona 1, canale B, 330 m, fondo	Idrocarburi C>12 1667 mg/kg Idrocarburi C<12 47 mg/kg IPA 24,1 mg/kg
704RS4-11	Fanghi di dragaggio, 360/B/fondo	zona 1, canale B, 360 m, fondo	Idrocarburi C>12 1209 mg/kg Idrocarburi C<12 79 mg/kg
704RS4-12	Fanghi di dragaggio, 360/B/superficie	zona 1, canale B, 360 m, superficie	Idrocarburi C>12 806 mg/kg Idrocarburi C<12 50 mg/kg
701RS10-1	Fanghi di dragaggio, 330/B/superficie	zona 1, canale B, 330 m, superficie	Idrocarburi C>12 638 mg/kg Idrocarburi C<12 81 mg/kg IPA 40,2 mg/kg
700RS8-6	Fanghi di dragaggio 140/B/campione unico	zona 3, canale B, 140 m, campione unico	Idrocarburi C>12 536 mg/kg
698RS3-3	Fanghi di dragaggio, 320/B/fondo	zona 1, canale B, 320 m, fondo calcestruzzo	Idrocarburi C>12 425 mg/kg Idrocarburi C<12 20 mg/kg IPA 91,2 mg/kg
699RS4-14	Fanghi di dragaggio, 300/B/da 0 a 50 cm	zona 2, canale B, 300 m, sotto platea di fondazione canale B	Idrocarburi C>12 388 mg/kg
700RS8-3	Fanghi di dragaggio, 70/B	zona 4, canale B, 70 m	Idrocarburi C>12 350 mg/kg
701RS10-3	Fanghi di dragaggio, 140/B/fondo CLS	zona 3, canale B, 140 m, fondo CLS	Idrocarburi C>12 249 mg/kg
701RS10-6	Fanghi di dragaggio, 140/B/fondo	zona 3, canale B, 140 m, fondo	Idrocarburi C>12 163 mg/kg
699RS4-13	Fanghi di dragaggio, 300/B/platea	zona 2, canale B, 300 m, platea fondazione canale B	Non sono state riscontrate particolari rilevanze analitiche
699RS4-15	Fanghi di dragaggio, 300/B/150 cm	zona 2, canale B, 300 m, sotto platea da 50 a -150 cm sabbia e ghiaia	Non sono state riscontrate particolari rilevanze analitiche
699RS4-16	Fanghi di dragaggio, 300/B/200 cm	zona 2, canale B, 300 m, sotto platea da -150 a -200 cm calcarinite	Non sono state riscontrate particolari rilevanze analitiche

In relazione ai campioni prelevati sul canale B si rileva che su n. 24 campioni, 21 presentano delle rilevanze soprattutto in relazione agli idrocarburi pesanti con punte di contaminazione che vanno da 19.809 mg/kg del punto zona 1, a 320 m, al meno inquinato che è il punto "zona 3, a 140 m – fondo", con valori di 163 mg/Kg. E' necessario



sottolineare che nel punto zona 1, a 320 m, il campione denominato "fondo calcestruz" ha evidenziato una contaminazione di idrocarburi pesanti con valori intorno a 425 mg/l. Nel punto zona 2, a 300 m, il campionamento denominato "sotto platea di fondazione a profondità da 0 a -50 cm" ha evidenziato una contaminazione con valori di 388 mg/kg idrocarburi pesanti.

#### CANALE C

*Analisi effettuate con test di cessione:*

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
650RS4-7	Fanghi di dragaggio, 375 m C	canale C a circa 375 m dallo sbocco	DOC 86 mg/l Cloruri 1333 mg/l
650RS4-9	Fanghi di dragaggio, 350 m C	canale C a circa 350 m dallo sbocco	DOC 48 mg/l Cloruri 1329 mg/l
650RS4-3	Fanghi di dragaggio, 2C 325 m	canale C 325 m dalla foce	DOC 96 mg/l Cloruri 1276 mg/l
650RS4-2	Fanghi di dragaggio, 2C 275 m	canale 2C a 275m dalla foce	DOC 97 mg/l Cloruri 851 mg/l
650RS4-11	Fanghi di dragaggio, 300 1C	canale C a circa 300 m dallo sbocco	Cloruri 610 mg/l

*Analisi effettuate su campione tal quale:*

Nr. RdP	Nome Campione	Luogo di Prelievo	Rilevanze analitiche
650RS4-7	Fanghi di dragaggio, 375 m C	canale C a circa 375 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 16101,8 mg/kg Zinco 241,3 mg/kg
650RS4-9	Fanghi di dragaggio, 350 m C	canale C a circa 350 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 14087 mg/kg Zinco 326 mg/kg
704RS4-2	Fanghi di dragaggio, 360/C/medio	zona 1, canale C, 360 m, medio	Idrocarburi C>12 10871 mg/kg Idrocarburi C<12 510 mg/kg Composti organici aromatici 30,8 mg/kg IPA 31,6 mg/kg
650RS4-3	Fanghi di dragaggio, 2C 325 m	canale C 325 m dalla foce	Idrocarburi totali 6814 mg/kg Zinco 307,1 mg/kg
704RS4-1	Fanghi di dragaggio, 360/C/superficie	zona 1, canale C, 360 m, superficie	Idrocarburi C>12 5523 mg/kg Idrocarburi C<12 441 mg/kg
699RS4-8	Fanghi di dragaggio, 325/C/superiore	zona 1, canale C, 325 m, strato melma superiore	Idrocarburi C>12 4304 mg/kg Idrocarburi C<12 310 mg/kg
700RS8-5	Fanghi di dragaggio, 240/C/superficie	zona 2, canale C, 240 m, superficie	Idrocarburi C>12 3683 mg/kg Idrocarburi C<12 92 mg/kg
699RS4-12	Fanghi di dragaggio, 300/C/superficie	zona 2, canale C, 300 m, superficie	Idrocarburi C>12 3610 mg/kg Idrocarburi C<12 71 mg/kg
704RS4-7	Fanghi di dragaggio, 360/C/fondo	zona 1, canale C, 360 m, fondo	Idrocarburi C>12 3435 mg/kg Idrocarburi C<12 153 mg/kg
699RS4-7	Fanghi di dragaggio, 325/C/intermedio	zona 1, canale C, 325 m, strato intermedio melma	Idrocarburi C>12 3271 mg/kg Idrocarburi C<12 140 mg/kg



699RS4-6	Fanghi di dragaggio, 325/C/fondo	zona 1, canale C, 325 m, fondo melma	Idrocarburi C>12 2924 mg/kg Idrocarburi C<12 84 mg/kg
650RS4-2	Fanghi di dragaggio, 2C 275 m	canale 2C a 275m dalla foce	Idrocarburi totali 967 mg/kg Zinco 427,5 mg/kg
650RS4-11	Fanghi di dragaggio, 300 1C	canale C a circa 300 m dallo sbocco	Idrocarburi totali 704,7 mg/kg
700RS8-9	Fanghi di dragaggio, 240/C/fondo	zona 2, canale C, 240 m, fondo	Idrocarburi C>12 613 mg/kg Idrocarburi C<12 22 mg/kg
701RS10-4	Fanghi di dragaggio, 70/C/campione unico	zona 4, canale C, 70 m, campione unico	Idrocarburi C>12 221 mg/kg
699RS4-5	Fanghi di dragaggio, 325/C/fondo	zona 1, canale C, 325 m, fondo calcestruzzo	Non sono state riscontrate particolari rilevanzze analitiche
699RS4-11	Fanghi di dragaggio, 300/C/fondo	zona 2, canale C, 300 m, fondo	Non sono state riscontrate particolari rilevanzze analitiche

In relazione ai campioni prelevati sul canale C si rileva che su n. 17 campioni, 15 presentano delle rilevanzze soprattutto in relazione agli idrocarburi pesanti con punte di contaminazione che vanno da 16.101,8 mg/kg sul punto a circa 375 m dallo sbocco, al meno inquinato che è il punto "zona 4. 70 m", campione unico con valori di 221 mg/Kg.

Al punto "zona 1, 325 m" è stato prelevato il campione fondo calcestruzzo, lo stesso campione non ha fatto rilevare concentrazioni significative.



### 4.2.3 Risultati indagini eseguite nel 2012

#### *Analisi sui terreni*

I valori riscontrati sono risultati inferiori alle CSC della Tabella 1 Colonna B Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. a meno dei seguenti tre campioni:

- **SP1-C4 – prof. 8.0÷9.0 m:** superamento della CSC per quanto riguarda gli idrocarburi totali C>12, con il valore di **1850 mg/Kg** (quasi 2,5 volte la CSC); inoltre poiché si è evidenziata la presenza di fibre di amianto è stata effettuata la caratterizzazione di tale parametro con esito positivo e valore oltre la CSC;
- **SP3PZ-C4 – prof. 11.0÷12.0 m:** superamento della CSC per quanto riguarda gli idrocarburi totali C>12, con il valore di **1390 mg/Kg** (quasi 2 volte la CSC);
- **SP4-C1 – prof. 8.5÷9.0 m:** superamento della CSC per quanto riguarda gli idrocarburi totali C>12, con il valore di **890 mg/Kg** (poco oltre la CSC).

#### *Analisi sulle acque*

I valori riscontrati nelle acque prelevate dal piezometro SP3Pz sono risultati tutti notevolmente inferiori alle CSC della Tabella 2 Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

#### *Analisi sui sedimenti marini*

Per quanto riguarda il campione CS1 0,00-0,50 i valori riscontrati sono risultati inferiori alle CSC della Tabella 1 Colonna A e B Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

Per quanto riguarda il campione CS1 1,00-1,50 i valori riscontrati sono risultati inferiori alle CSC della Tabella 1 Colonna B, mentre in riferimento alla Colonna A si sono avuti superamenti delle CSC per alcuni composti degli Idrocarburi Ciclici Aromatici. Qui si seguito si riporta la tabella di riepilogo



PARAMETRI	U.M.	Limite rilev.	CSC Col. A	CSC Col. B	Campione n. 1 - Sedimento CS1 quota 0.00-0.50	Campione n. 2 - Sedimento CS1 quota 1.00-1.50
GRANULOMETRIA			.	.		
Argilla <0,004 mm	%				0,15	0,52
Limo 0,063 < mm < 0,004	%				0,61	71,4
Sabbia 2< mm < 0,063	%				28,2	0,17
Ghiaia > 2 mm	%				71	28
POTENZIALE REDOX	mV		.	.	132	132
CONTENUTO D'ACQUA	%		.	.	2,96	5,94
PESO SPECIFICO	g/ml		.	.	2,27	2,39
pH			.	.	9,12	9,15
CARBONIO ORGANICO	% C su s.s.	<0,01	.	.	0,339	0,36
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI			.	.	:	:
Benzene	mg/kg su s.s.	<0.001	0,1	2	N.R.	N.R.
Etilbenzene	mg/kg su s.s.	<0.001	0,5	50	N.R.	N.R.
Toluene	mg/kg su s.s.	<0.001	0,5	50	N.R.	N.R.
o-xilene	mg/kg su s.s.	<0.001	.	.	N.R.	N.R.
(m+p)-xilene	mg/kg su s.s.	<0.002	.	.	N.R.	N.R.
Xileni (Somma Medium Bound)	mg/kg su s.s.	.	0,5	50	0,001	0,001
Sommatoria medium bound solventi organici aromatici (da 20 a 23)	mg/kg su s.s.	.	1	100	0,0025	0,0025
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI			.	.	:	:
Benzo(a)antracene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,5	10	N.R.	7,99
Benzo(a)pirene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,1	10	N.R.	6,54
Benzo(b)fluorantene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,5	10	N.R.	6,91
Benzo(k)fluorantene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,5	10	N.R.	5,51
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,1	10	N.R.	4,6
Crisene	mg/kg su s.s.	<0.01	5	50	N.R.	11,2
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,1	10	N.R.	N.R.
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/kg su s.s.	<0.01	0,1	5	N.R.	4,13
Pirene	mg/kg su s.s.	<0.01	5	50	N.R.	13
Acenaftilene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	N.R.
Acenaftene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	N.R.
Fluorene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	N.R.
Fenantrene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	16,8
Antracene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	2,28
Fluorantene	mg/kg su s.s.	<0.01	.	.	N.R.	22,2
IDROCARBURI LEGGERI C ≤ 12	mg/kg su s.s.	<0.5	10	250	N.R.	N.R.
IDROCARBURI PESANTI C > 12	mg/kg su s.s.	<1.5	50	750	N.R.	16,3

**Note**

CSC di cui alla colonna A della tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

CSC di cui alla colonna B della tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

**In grassetto rosso i valori di superiori alla CSC di cui alla colonna A**



I valori riscontrati sui campioni di terreno prelevati, hanno evidenziato superamenti della CSC (colonna B Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006) per gli **Idrocarburi Totali Pesanti C>12** nei campioni **SP1-C4, SP3PZ-C4 e SP4-C1**, a profondità comprese tra gli 8 e i 12 m, corrispondenti ai depositi di spiaggia (SP1-C4, SP4-C1) o al livello di base calcareo naturale (SP3PZ-C4): la presenza degli idrocarburi pesanti può essere ricondotta ai sedimenti contaminati riscontrati all'interno dei tre canali.

In SP1-C4, inoltre, è stata riscontrata la presenza di amianto: tale situazione può essere riconducibile al materiale di riporto a suo tempo utilizzato per la costruzione del molo o alla presenza di manufatti amianto sull'arenile poi ricoperto dal riporto (il campione è stato prelevato in corrispondenza dei depositi di spiaggia).

I valori riscontrati sui campioni di sedimento marino, hanno evidenziato soprattutto nel campione più profondo (CS1-1,0÷1,5 m) la presenza di IPA con tenori compresi tra le rispettive CSC della colonna A e della colonna B. La contaminazione da IPA dei sedimenti marini è una problematica comune dei fondali marini portuali e può essere genericamente riconducibile alle varie attività ivi condotte e alla presenza delle imbarcazioni.

I valori riscontrati sul campione di acqua sotterranea prelevato, non hanno evidenziato alcun superamento delle CSC.

In conclusione si può affermare che le indagini svolte hanno evidenziato sotto vari aspetti, macroscopici e analitici, **lo stato di contaminazione** delle matrici solide indagate (terreni e sedimenti marini) ricadenti nel sito indagato, con particolare attenzione agli strati più profondi indagati, corrispondenti ai livelli naturali (depositi di spiaggia e formazione delle calcareniti e sabbie). La falda sembrerebbe non interessata alla contaminazione e parrebbe plausibile dato che il contaminante riscontrato non è miscibile in acqua, sebbene il fatto di avere riscontrato tale contaminazione negli orizzonti saturi ad oltre 5 m di profondità dalla superficie freatica della falda induce a qualche riflessione in merito al comportamento della migrazione del contaminante nei livelli saturi. Sarebbe, pertanto, auspicabile approfondire l'indagine per le acque sotterranee.

## 5 FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO

Il Modello Concettuale Preliminare del sito oggetto del presente piano è stato elaborato sulla base della raccolta dei dati sulle indagini preliminari condotte, dei sopralluoghi effettuati sull'area e tipologia dei rifiuti rinvenuti nel sottosuolo. Il Modello rispetta i criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati di cui all'Allegato 2 del Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e si basa sull'individuazione di tre elementi principali, dati rispettivamente da:

- Sorgenti (primarie e secondarie) di contaminazione;
- Percorsi di migrazione e vie di esposizione della contaminazione;
- Bersagli della contaminazione.

### 5.1 SORGENTI DELLA CONTAMINAZIONE

Le informazioni riguardanti la ricostruzione storica delle attività svolte sul sito, le indagini preliminari condotte sull'area e su area limitrofa e l'inquadramento morfo-geo-idrogeologico del sito, hanno permesso di identificare le probabili sorgenti di contaminazione primarie e secondarie di seguito descritte.

#### Sorgenti primarie

Nelle aree indagate sono riconoscibili alcune probabili fonti primarie di contaminazione, quali:

- Operazione di stoccaggio rifiuti (bidoni contenenti olii, serbatoi, ecc...);
- Presenza rifiuti interrati (depositi di spiaggia, sedimenti interni ai canali, riporti, ecc...);
- Sversamento di materiale di natura idrocarburica (gasolio, olio, acque di sentina, ecc...);
- Manutenzione ordinaria e straordinaria eseguita prevalentemente su navi.

### Sorgenti secondarie

Le sorgenti secondarie di contaminazione, dalle quali gli inquinanti tendono a diffondersi attraverso le situazioni descritte nel successivo paragrafo, possono essere rappresentati dai substrati contaminati da idrocarburi e, più in generale, da terreni contaminati.

## 5.2 LE VIE DI DIFFUSIONE DELLA CONTAMINAZIONE

La schematizzazione dei percorsi di migrazione e delle vie di esposizione della contaminazione dalle sorgenti primarie e secondarie ai bersagli è stata eseguita attribuendo a ognuna delle situazioni potenzialmente responsabili dei suddetti fenomeni uno stato **attivo** e **non attivo**.

- Contatto dermico e/o ingestione: poiché la superficie si presenta coperta e impermeabilizzata, e la recinzione perimetrale impedisce intromissioni nel sito di soggetti non autorizzati, tale ipotesi di diffusione è da ritenersi **non attiva**;
- Migrazione di acque contaminate con rilascio frazione idrosolubile: lisciviazione ad opera delle acque meteoriche che attraversando il sito contaminato, “prelevano” la frazione idrosolubile degli inquinanti e si spostano orizzontalmente e verticalmente; il percorso in parola è da considerarsi **attivo**;
- Dispersione in atmosfera, trasporto e ricadute fibre amianto: è stato rilevato tale presenza nel campione SP1-C4 del canale emissario (si veda per l’ubicazione il Piano di Caratterizzazione del sito in cui ricadono gli “Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all’Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo” e relativi Allegati)
- Trasporto ad opera di acqua di ruscellamento e dispersione in acque superficiali: il fenomeno è legato all’erosione operata dall’acqua piovana e al ruscellamento della stessa verso il mare. Considerato quanto riportato al punto precedente si ritiene tale percorso **attivo**.

### **5.3 BERSAGLI POTENZIALI DELLA CONTAMINAZIONE**

I bersagli della contaminazione sono stati individuati in base a una differenziazione eseguita in funzione dei luoghi in cui essi si trovano e della destinazione d'uso dei medesimi luoghi:

- L'acquifero sottostante il sito in esame;
- L'acqua di mare;
- Il personale tecnico e operativo in attività, anche in modo saltuario o occasionale, presso il sito oggetto di indagine e che entra in contatto con i rifiuti o il terreno scavato.

## **6 PIANO DI INDAGINI**

Il Piano delle Indagini ambientali relativo al sito oggetto di contaminazione è stato predisposto in conformità a quanto previsto dall'Allegato 2 del Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. ed una volta approvato consentirà di svolgere le successive attività previste dal medesimo Allegato in materia di caratterizzazione dei siti contaminati, consistenti nell'elaborazione rispettivamente dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti ai fini della rappresentazione dello stato di contaminazione, del Modello Concettuale Definitivo e dell'Analisi di Rischio di rischio sanitario ambientale sito-specifica.

In particolare, il Piano in parola si prefigge di acquisire il Piano di Indagine Preliminare di recente eseguito nel sito, che rappresenta parte integrante del presente documento (Vedi Allegati), costituito da un numero di sondaggi, campionamenti ed analisi di per sé del tutto esaustivi ai fini della ricostruzione del modello concettuale definitivo, così come meglio specificato nel paragrafo 6.1.

Ad integrare e definire il Piano di indagini in parola vi sono le indagini previste nell'allegato Piano di Caratterizzazione del sito in cui ricadono gli "Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all'Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo".

### **6.1 CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DELLE INDAGINI**

Il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. non fornisce indicazioni sul numero dei sondaggi da effettuare nel sito ai fini della caratterizzazione. Tali indicazioni erano invece riportate nell'allegato 2 al D.M. 471/99, che suggeriva un numero minimo di sondaggi da effettuare in funzione della superficie del sito da investigare (vedi tabella seguente).



Estensione in m	Numero sondaggi
<10.000	almeno 5
10.000 - 50.000	da 5 a 15
50.000 - 250.000	da 15 a 60
250.000 - 500.000	da 60 a 120
>500.000	almeno 2 ogni 10.000 m <sup>2</sup>

La superficie del sito in oggetto è di poco superiore ai 3.500 m<sup>2</sup>, cui corrispondono secondo quanto sopra tabulato almeno 5 sondaggi più uno di “bianco” per definire le caratteristiche proprie del terreno. Sul sito sono stati svolti 17 sondaggi, come già evidenziato in Fig. 24 e nell’Allegato B.2.

Come per i sondaggi, il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. non indica quantità precise di piezometri da installare, mentre il D.M. 471/99 forniva il numero di piezometri da installare in funzione della superficie del sito da investigare (vedi tabella seguente).

Estensione in m	Numero piezometri
< 50.000	almeno 4
50.000 - 100.000	almeno 6
100.000 - 250.000	almeno 8
>250.000	almeno 1 ogni 25.000 m <sup>2</sup>

Sull’area in esame sono stati installati 5 piezometri. Lo scrivente pertanto ritiene che le indagini svolte siano in numero sufficiente per la definizione del modello concettuale definitivo.

Per le superiori considerazioni, **si è ritenuto nel caso di specie non prevedere ulteriori sondaggi**, in quanto si ritiene che i campionamenti già eseguiti e i risultati ottenuti siano sufficienti all’elaborazione del Modello Concettuale Definitivo e dell’Analisi di Rischio di rischio sanitario ambientale sito-specifica; pertanto, per l’area in esame, **si ritiene di sottoporre all’approvazione degli Enti competenti, ai sensi dell’art. 242 comma 3 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., il Piano di Indagini preliminari già eseguito.**

## 6.2 UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Per completezza sono state riportate nell’Allegato B.3 “Planimetria di ubicazione delle indagini proposte”, al quale si rimanda per un maggiore livello di dettaglio, le indagini previste dal Piano di



Ingegneria  
Integrata  
Ambientale

Caratterizzazione del sito in cui ricadono gli “Interventi di realizzazione delle opere speciali per la deviazione e il convogliamento definitivo delle acque sboccanti all’Acquasanta entro il Porto industriale di Palermo”.