AMBIENTE & SICUREZZA S.R.L. unipersonale

Via della Repubblica, 3
18100 Imperia (IM)

Corso Magenta, 56
20123 Milano (MI)

0183 767734
02 39287128
391 1769306

P.IVA 01642600082
info@ambiente-sicurezza.com
segreteria@pec.ambiente-sicurezza.com
www.ambiente-sicurezza.com

Sicurezza sul lavoro · Ambiente · Formazione · Igiene alimentare · Certificazioni e privacy · Medicina del lavoro

ISO 9001 CERTIFICATION EUROPE™
Certificato n. 2019/2859 A/1

Organismo Paritetico Regionale E.N.Bi.Form. O.P.R. Liguria
C.F. 95192040103

Associazione Nazionale Aziende e Professionisti CONFEDERAZIONE
Aderenti ad A.N.A.P.

COMUNE DI IMPERIA

ESITI DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATIVO AI SENSI ART. 245 D.LGS. 152/2006 DI UN'AREA DEL NUOVO PORTO TURISTICO APPROVATO CON D.D. 883 DEL 09/05/2023

ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA

RELAZIONE FINALE

Imperia, 23/11/2023

COMMITTENTE: **GO IMPERIA S.R.L.**

SEDE IN VIALE MATTEOTTI, 157 – IMPERIA (IM)

IL PRESIDENTE DOTT. GUIDO CORRADI

1. INTRODUZIONE

Nella presente Relazione sono riepilogate le attività di caratterizzazione di cui al piano approvato con D.D. 883 del 09/05/2023, riguardante una zona demaniale sita nell'area del nuovo porto turistico di Imperia, iniziate in data 01/08/2023 in contraddittorio con ARPAL, nonché gli esiti della Analisi di Rischio sito specifica eseguita ai sensi dell'art.242 D.Lgs. 152/06 s.m.i.

La caratterizzazione ambientale ha lo scopo di determinare la compatibilità del sito con il progetto di completamento delle opere a terra del nuovo porto turistico con la destinazione d'uso residenziale per la porzione prospiciente la diga foranea e con la destinazione d'uso commerciale/industriale per una porzione più a levante in adiacenza all'area dei cantieri navali in cui è previsto il completamento di un tracciato stradale.



2. Localizzazione

2.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di intervento è situata all'interno del nuovo porto turistico di Imperia che si estende su una superficie sub pianeggiante di circa 80.000 m^2, e si sviluppa in direzione E SE – W NW dal bacino portuale di Porto Maurizio fino alla foce del Rio Baitè, ad una quota di pochi metri al di sopra del livello del mare.

L'ipotesi progettuale prevede il completamento di opere a terra all'interno di un'area all'interno del nuovo porto turistico sul tratto di costa compreso tra gli abitati di Porto Maurizio ed Oneglia e, in particolare, l'area oggetto di caratterizzazione è compresa tra le seguenti coordinate geografiche (U.T.M.):

Nord 4 859 459

Sud 4 858 583

Est 421 910

Ovest 421 414



Le aree da caratterizzare, in particolare, hanno riguardato:

- Area rossa: attualmente area di cantiere con opere da costruzione incompiute, il progetto prevede la realizzazione di un'area residenziale;
- Area blu: attualmente area di cantiere priva di opere da costruzione, il progetto prevede la realizzazione di una strada di collegamento, in adiacenza ai cantieri navali esistenti, tra il Molo San Lazzaro e il Lungomare Marinai d'Italia.

2.2 Anamnesi storica del sito

L'area oggetto di intervento inizia la sua "avventura urbanistica" intorno alla fine del 1800, quando la trasformazione, in senso moderno, dell'insediamento litoraneo ligure, che ha inizio nella seconda metà del XIX secolo con la costruzione delle grandi vie di comunicazione costiere - strade e soprattutto ferrovie, costruite spesso con il criterio della massima economia lungo gli stessi arenili – contribuisce all'incremento del flusso turistico.

Nel 1872, infatti, arriva nella Liguria di Ponente la ferrovia che facilita gli spostamenti dei piemontesi, dei lombardi e dei genovesi.

Nel 1876 viene costruito, vicino agli altri pochi stabilimenti esistenti, da certi fratelli Raimondo, sotto la ferrovia, in zona San Lazzaro, in posizione limitrofa all'attuale area S.A.I.R.O., uno stabilimento balneare che prende il nome dalla spiaggia omonima.

Il progetto viene affidato al Regio Geom. Odorizzi e quello relativo alla sua ricostruzione, dopo il disastroso terremoto del 1887, all'Arch. G. Roda di Torino.

Il "San Lazzaro", inaugurato nel 1892, è dotato di un ampio salone da ballo centrale con grandi vetrate e decorazioni a stucco; diviene da subito un punto di ritrovo elitario, frequentato dai personaggi più in vista.



Figura 1: Bagni San Lazzaro (1910) – [Lucetto Ramella, Veggi tempi, Dominici editore, Imperia 1993]



Figura 2: cartolina del 1904 dalla quale si rileva il terreno naturale di fondo

Agli inizi del '900, come meglio evidenziato nella Figura 3, l'area in esame era caratterizzata dalla presenza di sedimenti di spiaggia, con probabile granulometria ghiaioso sabbiosa, linea di costa, che si estendeva fino all'insediamento industriale "Oleificio Sairo".



Figura 3: Antico sedime di spiaggia risagomato negli anni con apporti terrosi

Nel 1912 il Comune ottenne dal Governo Centrale, a condizioni di favore, la concessione cinquantennale di un terreno demaniale in zona San Lazzaro di Porto Maurizio da destinare ad eventuali iniziative private: fu così che un gruppo finanziario composto da istituti di credito e da aziende olearie costituì la Società di Raffinazione Olio di Oliva SAIRO, destinata costruire un avveniristico impianto di raffinazione dell'olio di oliva.

Nel 1913 viene attivata la concessione: sarà questa la prima raffineria degli oli di oliva al mondo.

La costruzione della raffineria in zona San Lazzaro, vicino all'omonimo stabilimento balneare precedentemente descritto, determina la demolizione della struttura balneare e influenza in modo indelebile la storia urbanistica dell'area di intervento e delle zone limitrofe: infatti, da area turistica, per quasi un secolo, la zona San Lazzaro diventa area industriale.



Figura 4: fotografia storica al limite nord dell'area in esame

La SAIRO cessò la sua attività nel 1999 a causa di un grave dissesto finanziario.

Nel 1990 l'ambito costiero a valle della SAIRO, con il progetto "Italimpianti" per la prima volta compare l'idea di affiancare ai due scali commerciali, di Oneglia e Porto Maurizio, uno turistico proprio nell'area San Lazzaro.

Al progetto "*Italmpianti*" segue, nel 1993, il progetto "*Vietti*" e quindi il Piano Regolatore Portuale definitivo approvato in data 25 marzo 2002: tutti elaborati che definivano come prioritaria la scelta diportistica rispetto a quella commerciale.

Lo sviluppo turistico di questa zona viene poi confermato da altri interventi realizzati e da realizzarsi a completamento dell'assetto urbanistico dell'area: il palazzetto dello sport, la piscina e i giardini San Lazzaro.



Figura 5 foto satellitare dell'area oggetto di indagine risalente ad Aprile 2004 (fonte: Google Earth) precedente agli interventi di realizzazione del nuovo porto turistico

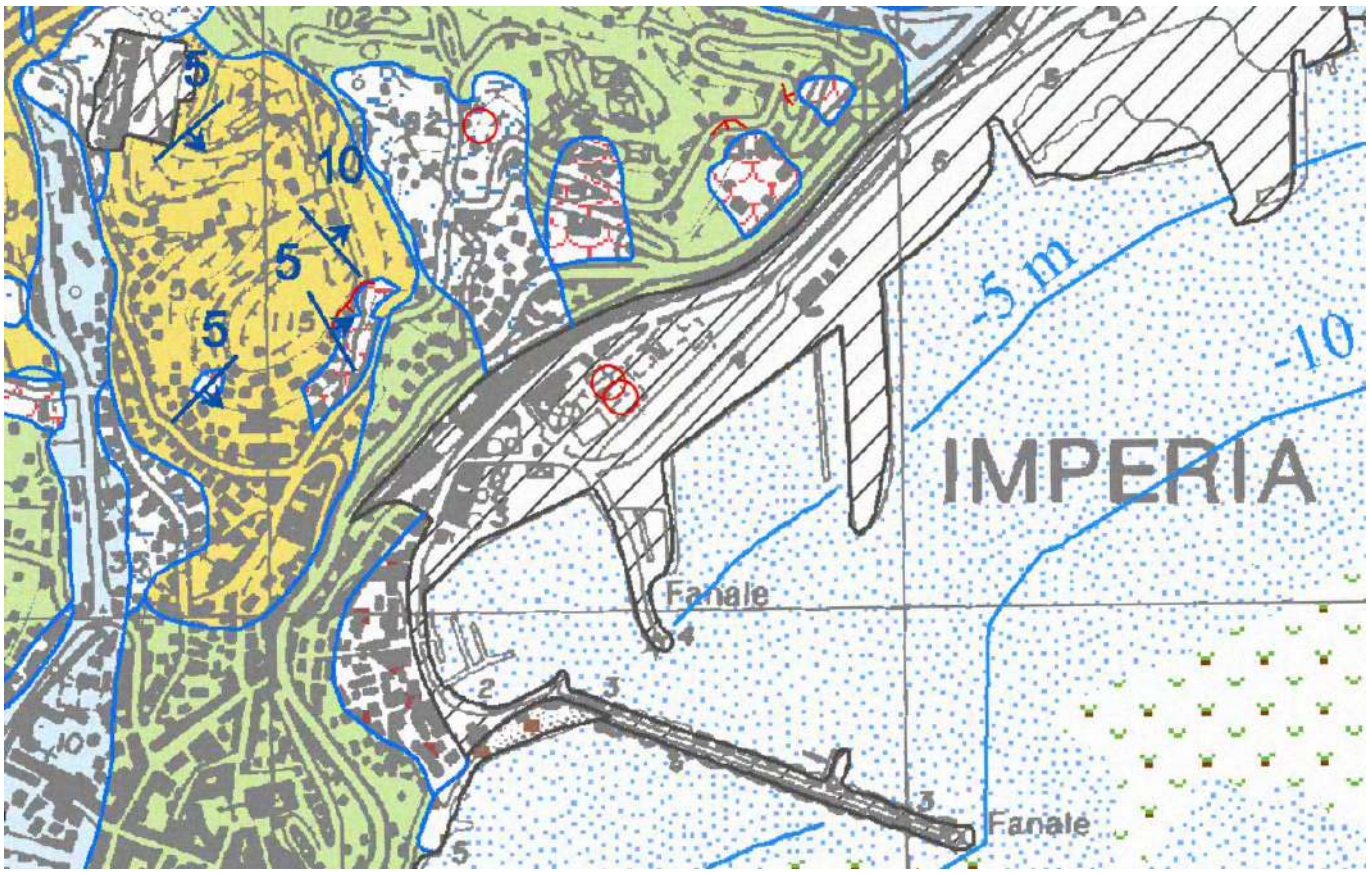
3. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO

3.1 Inquadramento geologico

Per la definizione dei lineamenti geologici l'indagine ha previsto la raccolta dei dati esistenti mediante reperimento di quanto disponibile in bibliografia specializzata e nelle indagini geologiche a corredo di studi e progetti di amministrazioni pubbliche, aziende e privati, insistenti sul territorio in esame. I dati in possesso sono stati poi integrati con un rilevamento geologico esteso ad un intorno ritenuto significativo.

In particolare, per la ricostruzione dell'assetto geologico locale sono stati consultati la Carta geologica della Regione Liguria, gli elaborati del Piano di Bacino e le risultanze delle campagne geognostiche svolte a supporto del progetto per il nuovo porto turistico e per la realizzazione di un canale scolmatore in corrispondenza di Via Amerigo Vespucci e delle campagne di caratterizzazione ambientale e geognostiche svolte nell'area del porto turistico tra il 2018 e il 2023.

Gli studi geologici eseguiti sulla zona (Carta geologica della Regione Liguria redatta in scala 1: 25.000 foglio 259 "Imperia" riportante anche le linee batimetriche di costa, vedasi immagine sotto riportata) individuano per l'ambito indagato la presenza di estesi riporti artificiali che si estendono dal tracciato della linea ferroviaria Genova – Ventimiglia fino al mare. I depositi artificiali poggiano sul substrato roccioso di base qui rappresentato dal membro di San Lorenzo "FSM_4" appartenente alla Formazione del Flysch di Sanremo, costituito da marne ed arenarie calcaree con calcilutiti.



I dati sono stati confermati dalla campagna di carotaggio eseguita durante la caratterizzazione ambientale. Nell'ambito delle attività antropiche, come emerso dai carotaggi eseguiti, la più frequente è quella di una creazione di riporti di terre e rocce accumulate in zona ed oggetto di attività antropiche continuate negli anni che hanno ricoperto ed obliterato completamente il deposito marino esistente.

Nell'ambito del cantiere di carotaggio i depositi marini, che si trovano stratigraficamente al di sotto dei riporti artificiali, raggiungono spessori superiori ai 5 m, granulometricamente sono costituiti da ciottoli e ghiaie arrotondate con limitata presenza di sabbie e limi sabbiosi in strati sottili.

3.2 Geomorfologia

Come evidenziato precedentemente, l'originario assetto geomorfologico dell'area è stato modificato da lavori di sistemazione per la costruzione dell'impianto che sono stati realizzati anche mediante riempimenti protratti nel tempo che hanno interessato sicuramente il limite dell'antica linea di spiaggia per poi spingersi verso sud-est (mare).

I riporti artificiali si estendono, a monte, fino a Via San Lazzaro, lambendo il tracciato dell'ex linea ferroviaria Genova – Ventimiglia, la quale corre al piede di un versante collinare, mediamente acclive, tra il centro abitato di Oneglia e quello di Porto Maurizio.

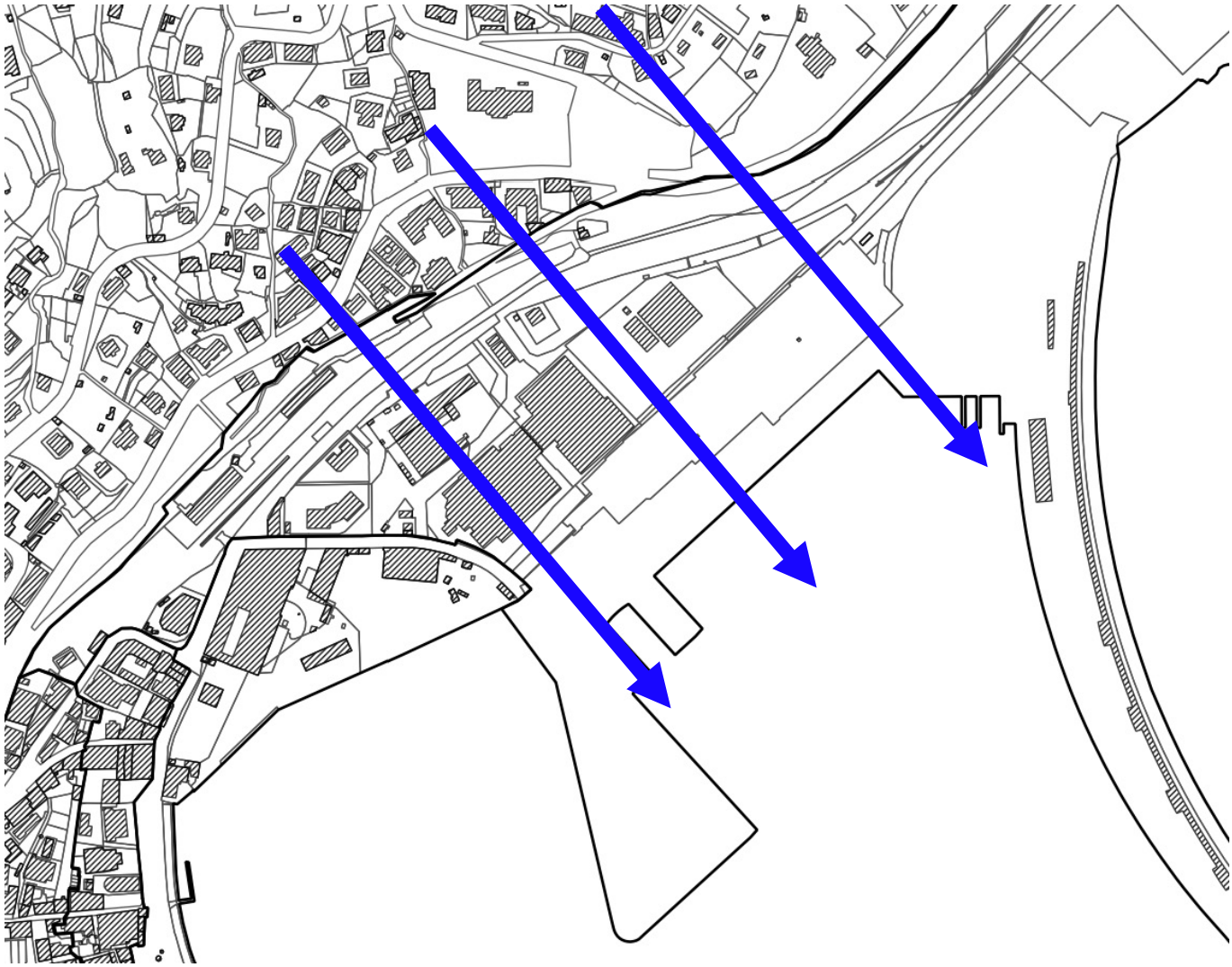
3.3 Idrologia ed idrogeologia

Il corpo idrico più vicino maggiormente significativo è rappresentato dal Rio Baitè, il quale scorre parzialmente intubato con direzione NW – SE e sfocia a circa 500 metri dal limite orientale dell'area oggetto di caratterizzazione.
Per quel che riguarda pericoli in caso di eventi alluvionali, l'area in oggetto ricade all'esterno delle fasce di inondabilità del Piano di Bacino del Torrente Prino, pubblicato dall'Amministrazione Provinciale di Imperia, oggi Regione Liguria.
In merito alle caratteristiche idrogeologiche del sito, la situazione stratigrafica precedentemente delineata evidenzia due livelli di permeabilità differenti:

- Riporto artificiale: trattasi di materiale eterogeneo costituito da inerti provenienti da lavori di sbancamento e demolizione e costituisce il livello superficiale di tutta l'area in esame raggiungendo uno spessore compreso tra 2.0 e 3.5 metri; in generale si tratta di un mezzo permeabile per porosità, ma con valori della stessa localmente molto variabili in funzione del grado di addensamento e della frazione di materiale fine presente (limi e argille).
- Depositi di spiaggia: i depositi di spiaggia sono costituiti in prevalenza da sabbie, ghiaie-ciottoli e livelli di limi sabbiosi costituiscono un acquifero (acqua dolce) dotato di permeabilità per porosità con grado medio-alto.
- Substrato roccioso: rinvenuto durante la realizzazione del parcheggio interrato a monte del porto turistico nella parte nord-orientale.

Il settore in oggetto è caratterizzato pertanto dalla presenza di terreni permeabili per porosità, costituiti dai riporti artificiali e dai sedimenti di spiaggia; nel sottosuolo, dai carotaggi è emersa una falda acquifera (acqua dolce) attestata mediamente a -1.50 m dal piano di campagna nei piezometri.
È presumibile che il livello della falda non sia uniforme, in quanto fortemente influenzato da diversi fattori quali le maree ed il regime meteorico stagionale, mentre la linea di deflusso è sicuramente condizionata

dalla morfologia del sovrastante bacino imbrifero con direzione monte-valle (N-NW -> S-SE) fino all'incontro con la falda marina che subduce alla falda dolce di versante (diversa densità).



3.4 Aree di potenziale interesse ai fini della contaminazione

Per quanto concerne le potenziali fonti di contaminazioni, dalle informazioni raccolte attraverso l'analisi della documentazione storica, i sopralluoghi sull'area ed i colloqui con il concessionario è stato possibile individuare alcuni elementi critici che, sotto il profilo ambientale, potrebbero essere stati causa di contaminazione del suolo nell'insediamento in oggetto. Tali elementi sono stati identificati in:

- Attività di cantiere su tutta l'area;
- Riporti di materiale non conforme in fase di realizzazione delle opere verso mare.

4. CAMPAGNA DI SONDAGGI AMBIENTALI

4.1 Tipologia ed ubicazione delle indagini

Le indagini eseguite sono rappresentate in sintesi dalle seguenti attività:

- Esecuzione di n. 9 trincee mediante scavo a -1,50 m rispetto al p.c. fino alla frangia capillare;
- Realizzazione di n. 2 nuovi piezometri per il campionamento delle acque nell'area est (area blu);
- Per il campionamento delle acque nell'area rossa sono stati utilizzati i piezometri già esistenti nell'area.

L'ubicazione dei punti di indagine effettuati è indicata sulla tavola grafica allegata.

Tutte le operazioni di campionamento sono state effettuate da personale specializzato della SIGE S.r.l., laboratorio in caricato anche per l'analisi dei campioni prelevati, e dal Dott. Geol. Lionello Belmonte incaricato della direzione lavori alle operazioni di scavo e prelievo campioni.

4.2 Ricerca e quantificazione dei contaminanti nei terreni e nelle acque

Prelievo campioni terreno

Sulla base delle caratteristiche del sito sono stati prelevati campioni di terreno effettuati in trincee realizzate mediante escavatore.

Poiché in tutti i punti di indagine l'orizzonte saturo è stato rinvenuto ad una quota inferiore a -1,50 m dal p.c. sono stati eseguiti n. 2 campioni per ogni punto, uno a quota -0,50 m (rappresentativo dello strato superficiale) e l'altro a fondo scavo (rappresentativo dell'orizzonte insaturo a margine della frangia capillare).

In totale sono stati raccolti n. 18 campioni sottoposti alle prescritte analisi di laboratorio in rifermento ai limiti di cui alla Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.Lgs. 152/06.

Prelievo campioni acqua

Il campionamento delle acque di falda è stato eseguito su n. 4 piezometri già allestiti in fase di caratterizzazione ambientale nel 2018 (SPN2, SPN6, SPN10, SPN14) e su n. 2 piezometri nuovi così come prescritto all'interno della D.D. 883 del 09/05/2023 (identificati con i numeri C10 e C11) per un totale di n. 6 campioni.

I parametri ricercati sia per la matrice terreno che acqua sono quelli approvati nel Piano di Caratterizzazione così come validati da ARPAL nelle metodologie durante la procedura di interconfronto con il laboratorio scelto SIGE S.r.l..
Ai fini dell'implementazione della analisi di rischio sito-specifica inoltre:

- È stata eseguita la speciazione degli idrocarburi con metodologia MADEP sul campione con la più alta concentrazione di idrocarburi;
- Sono stati determinati i parametri FOC "SS" (Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale e il FOC "SP" (Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo) su campioni di terreno/riporto dove non sia stata rilevata la presenza di contaminanti organici.

Interconfronto preventivo

In relazione alla fase di interconfronto tra il laboratorio ARPAL ed il laboratorio SIGE S.r.l., la parte ha trasmesso con nota del 01/06/2023 di prot. ARPAL 15729 le schede compilate come da richiesta ARPAL del 04/05/2023 di prot. ARPAL 12499. Successivamente, in seguito alla corrispondenza intercorsa per le vie brevi tra i laboratori, il laboratorio di parte ha fornito le integrazioni richieste, risultate esaustive per tutti i parametri compresi nel Piano di Caratterizzazione.

I seguenti parametri nella matrice acque sotterranee non sono stati oggetto di interconfronto e di validazione in quanto non sito-specifici e non normati in termini di Concentrazione Soglia di Contaminazione dal D. Lgs. 152/06:

o-Xilene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene, Naftalene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Antracene, Acenaftene, Acenaftilene, Benzo(e)pirene, diclorometano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, tetraclorometano (tetracloruro di carbonio), idrocarburi leggeri (C6-C10), indice di idrocarburi (somma C10-C40).

ARPAL ha di conseguenza trasmesso con nota del 05/07/2023 di prot. 19139 l'attestazione della conclusione con esito positivo delle attività di interconfronto preventivo per tutti i parametri.

Operazioni di verifica in campo

Le attività di caratterizzazione sono avvenute alla presenza dei tecnici ARPAL che hanno iniziato le attività in campo in data 01/08/2023, durante le quali ARPAL ha proceduto al prelievo di 3 campioni di suolo e a 2 campioni di acque sotterranee.

L'attività è consistita nella verifica di conformità delle modalità di indagine e delle operazioni di campionamento rispetto a quanto riportato nel Piano della Caratterizzazione approvato.

Per quanto riguarda il campionamento del terreno, ARPAL ha proceduto al prelievo di campioni di terreno nei punti di indagine C1 (quota -1,5 m), C5 (quota -0,5 m) e C7 (quota -0,5 m). In allegato sono riportati in copia il verbale di campionamento e i relativi referti.

Tutti i campioni sono stati sottoposti ad analisi rilevando i parametri previsti nel profilo analitico approvato. Si riporta in Allegato la tabella di confronto dei risultati ottenuti da entrambe le parti elaborata da ARPAL.

Per quanto riguarda invece il campionamento delle acque sotterranee, ARPAL ha proceduto al prelievo di un totale di due campioni nei punti di indagine C11 e SPN10. In allegato sono riportati in copia il verbale di campionamento e i relativi referti.

Tutti i campioni sono stati sottoposti ad analisi rilevando i parametri previsti nel profilo analitico approvato, con l'unica eccezione per quanto riguarda ARPAL del parametro solfati, non analizzato in quanto l'alta conducibilità del campione non ha permesso l'utilizzo della strumentazione a disposizione, come riportato nei referti. Si riporta in Allegato la tabella di confronto dei risultati ottenuti da entrambe le parti.

5. SINTESI DEI RISULTATI ANALITICI

Le attività di indagine eseguite per la caratterizzazione ambientale del sito in esame, descritte al Capitolo 4, hanno soddisfatto le richieste e le prescrizioni di cui alla D.D. 883 del 09/05/2023. Tutti i campioni di terreno analizzati sono risultati conformi ai limiti Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) previsti per aree a destinazione d'uso commerciale/industriale (colonna B).

5.1 Matrice terreno

Destinazione d'uso commerciale/industriale

Le aree a destinazione d'uso commerciale/industriale, nelle quali non sono previsti edifici residenziali, sono state caratterizzate mediante la realizzazione di N. 3 punti di indagine (identificati con numeri C7, C8, C9), i cui terreni sono risultati tutti conformi ai limiti di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/06 Colonna B (suolo ad uso industriale/commerciale) e pertanto le specifiche aree contornate con linea tratteggiata blu nella figura a pag. 3 nel paragrafo "2. Localizzazione" e nelle planimetrie allegate non verranno prese in considerazione all'interno dell'Analisi di rischio sito-specifica.

Destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale

Per quanto riguarda le aree a destinazione d'uso residenziale, verde pubblico e privato i cui limiti di riferimento sono quelli di cui alla colonna A, identificate con linea tratteggiata rossa nella figura a pag. 3 nel paragrafo "2. Localizzazione" e nelle planimetrie allegate sono stati realizzati n. 6 punti di indagine (identificati con numeri da C1 a C6), i cui terreni sono risultati difformi per alcuni parametri nei punti e alle profondità di seguito indicati:

- Idrocarburi C>12:
  - punti C1 (quota -0,5 m);
  - C2, C3, C5, C6 (quote -0,5 m e -1,5 m);
- IPA (benzo(a)pirene - benzo(g,h,i)perliene - indeno(1,2,3-c,d)pirene):
  - punto C6 (quote -0,5 m e -1,5 m).

5.2 Matrice acque sotterranee

Nel mese di Agosto 2023 è stata eseguita una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee, mediante prelievo di campione nei piezometri SPN2, SPN6, SPN10, SPN14, C10 e C11. I risultati, riepilogati nella tabella allegata, evidenziano la difformità di tutti i campioni per i parametri di boro, manganese e solfati, oltre ad un superamento accertato dal laboratorio ARPAL nei campioni prelevati dai punti C11 e SPN10 per il parametro ferro.

Le concentrazioni misurate sono sostanzialmente omogenee su tutta la rete piezometrica esistente non evidenziando alcun contributo da parte del sito in esame. Ciò viene inoltre supportato dal fatto che i test di cessione sono risultati tutti conformi. Le caratteristiche chimiche delle acque campionate suggerisce una forte interazione con le limitrofe acque di mare.

Alla luce di quanto sopra la matrice acque non sarà oggetto della presente Analisi di rischio sito-specifica.

6. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E METODOLOGICI

- D.Lgs 152/06, Parte Quarta Titolo V;
- ASTM (1995), *Standard Guide for Risk Based Corrective Actions Applied at Petroleum Release Sites*, Report E1739;
- USEPA (1997), *Exposure Factor Handbook*;
- ASTM (1998), *Standard Provisional Guide for Risk* 98;
- USEPA (2002), OSWER *Draft Guidance for Evaluating the Vapor intrusion to Indoor Air Pathway from Groundwater and Soil* (Subsurface Vapor Intrusion Guidance) 004;
- Nota APAT prot. 9642 del 21/03/2007 (acquisita dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con prot. 8242/QqV/DI del 26/03/2007);
- Nota ISS prot. n.14612 del 20/03/2007;
- Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs. 152/2006 (APAT, giugno 2008);
- Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati (APAT – Manuali e linee guida 43/2006).
- Gruppo di lavoro "Analisi di Rischio" APAT riferimento per la valutazione delle conformità del Livello 2 ai "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (Rev. 1);
- APAT (marzo 2008), Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati, Revisione 2;
- Gruppo di lavoro "Analisi di Rischio" APAT riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.Lgs 152/06;
- ISS-ISPESL (marzo 2015);
- ISS-INAIL e documento di supporto (marzo 2018).

L'Analisi di Rischio è stata elaborata seguendo la metodologia Risk Based Corrective Action (RBCA), universalmente riconosciuta per la valutazione del rischio potenziale in siti contaminati e standardizzata dall'*American Society Testing Materials* (ASTM).

La procedura RBCA rappresenta il riferimento anche per le Linee Guida APAT 2008 che, pur non avendo carattere normativo, si propongono come punto di riferimento teorico ed applicativo per tecnici delle Pubbliche Amministrazioni, ricercatori, professionisti ed operatori del settore che si trovino a dover redigere e/o valutare progetti di bonifica dei siti contaminati contenenti elaborazioni di analisi di rischio sanitario-ambientale.

In particolare vengono fornite indicazioni tecniche per l'applicazione dell'analisi di rischio di Livello 2, così come definito dalla procedura RBCA ("*Risk Based Corrective Action*") descritta negli standard ASTM E-1739-95, PS-104-98 E-2081-00, sia in modalità diretta (*forward*), ovvero per il calcolo del rischio per l'uomo associato alla presenza di contaminanti nelle matrici ambientali, sia in modalità inversa (*backward*), ovvero per il calcolo degli obiettivi di bonifica sito-specifici.

Per il calcolo del rischio è stato utilizzato il software RISK-NET 3.1.1 Pro sviluppato dall'Università di Roma "Tor Vergata" di Roma.

Il software RISK-NET 3.1.1 è stato sviluppato nell'ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Il software permette di calcolare il rischio e gli obiettivi di bonifica legato alla presenza di contaminanti all'interno di un sito, applicando la procedura APAT-ISPRA di analisi di rischio sanitaria ("*Criteri Metodologici di applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*" APAT-ISPRA 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D. Lgs. 152/06 e D. Lgs. 04/08).

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

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

7. MODELLO CONCETTUALE DEL SITO (MCS)

Per l'analisi di rischio sanitario connesso alla contaminazione di un sito è necessario individuare il Modello Concettuale del Sito (MCS), frutto di indagini ed analisi di caratterizzazione del sito, che nel caso in esame hanno interessato la matrice insatura di suolo e sottosuolo.

Sostanzialmente la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l'AdR sono:

Sorgente → Trasporto → Bersaglio

Per cui devono essere definiti:

- ✓ Le sorgenti di contaminazione;
- ✓ Le vie di migrazione;
- ✓ I bersagli della contaminazione.

Con riferimento ai dati di caratterizzazione raccolti, descritti nei Capitoli precedenti, l'analisi di rischio sanitaria ed ambientale sito specifica è eseguita esclusivamente per la porzione avente anche destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (bersagli adulto/bambino residente on site).

Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y					70
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm^2	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	$mg/cm^2/d$	0,2	0,2	0,07	0,07	0,2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0,5	24	1,9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a),(b)	Bo	m^3/h	0,7	0,7	0,9	0,9	2,5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19,6	24	22,4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m^3/h	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

(a) In caso di intensa attività fisica, in ambienti residenziali outdoor si suggerisce l'utilizzo di un valore maggiormente conservativo, pari a 1,5 m^3/ora per gli adulti, e di 1,0 m^3/ora per i bambini.
(b) Per l'ambito commerciale/industriale si suggerisce di utilizzare nel caso di dura attività fisica un valore pari a 2,5 m^3/ora è da utilizzare mentre, nel caso di attività moderata e sedentaria è più opportuno utilizzare un valore rispettivamente pari a 1,5 e 0,9 m^3/ora. Per un ambito ricreativo le linee guida suggeriscono come valori di inalazione outdoor 3,2 m^3/ora e 1,9 m^3/ora per un adulto e per bambino, rispettivamente.
(c) Per un ambito ricreativo le linee guida ISPRA indicano una frequenza giornaliera di esposizione di 3 ore/giorno.

Figura 6 – Fattori di esposizione

Sulla scorta delle informazioni e dei risultati analitici disponibili è possibile ricostruire il modello concettuale dell'area di indagine e dello stato qualitativo delle matrici ambientali coinvolte, considerando che:

- allo stato attuale non risultano presenti nell'area in esame sorgenti primarie di contaminazione;
- che la potenziale contaminazione considerata per la presente analisi di rischio riguarda, in accordo alla normativa tecnica di settore, esclusivamente l'intervallo di profondità dei terreni insaturi;
- che la tessitura rappresentativa dello strato superficiale insaturo è ascrivibile alla frazione "**sand**", considerata come cautelativa rispetto alla eterogeneità dei depositi costituenti l'area indagata (da informazioni bibliografiche relative a precedenti indagini eseguite in sito e confermate visivamente durante le attività di caratterizzazione svolte nel mese di agosto 2023);

- le misurazioni in sito evidenziano una **soggiacenza minima della falda prossima a ca. 1,5m da p.c.**

Rispetto alle informazioni analitiche raccolte con la Caratterizzazione ambientale eseguita nel mese di agosto 2023, è stato possibile distinguere **due sorgenti**, di seguito descritte e rappresentate nelle tavole allegate al testo:

A. poligono di *Thiessen* sotteso al solo punto **C6**, caratterizzato dalla presenza di concentrazioni di **idrocarburi C>12 e IPA** superiori ai limiti CSC di Tab.1 Col.A All.5 Titolo V Parte Quarta D.Lgs. 152/06 s.m.i.sia per il Suolo Superficiale che Profondo;
B. poligoni di *Thiessen* sottesi ai restanti punti indagati nell'agosto 2023 (C1, C2, C3, C4 e C5), nei quali è stata riscontrata in modo diffuso la presenza di soli idrocarburi C>12 sia nei campioni di terreno afferenti al Suolo Superficiale che Profondo.

I Modello Concettuale alla base delle due simulazioni eseguite con la presente AdR è riportato in Figura 5 e Figura 6.

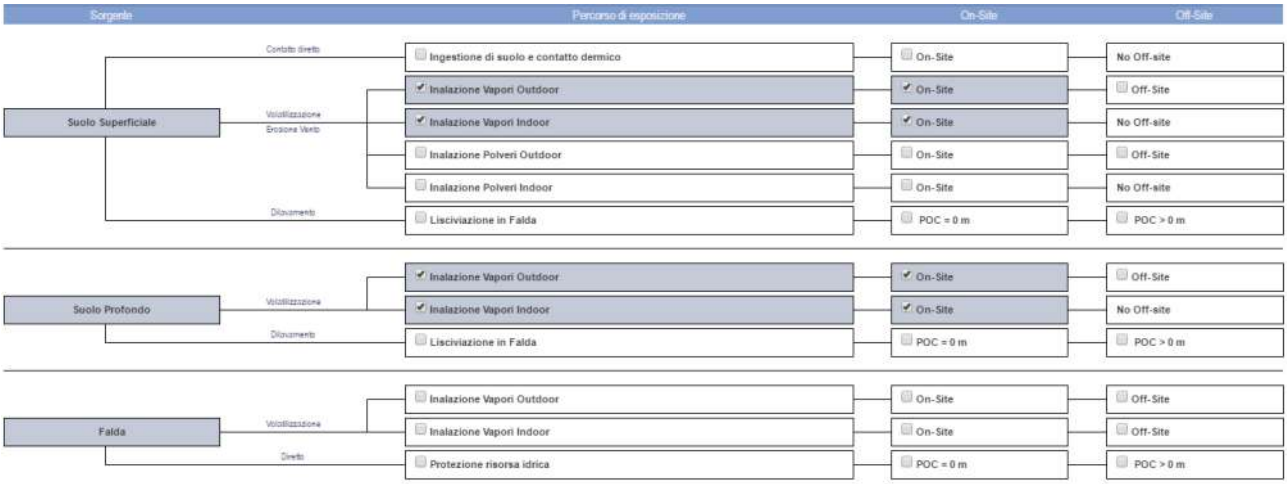


Figura 7 – Modello Concettuale del Sito per l'applicazione dell'Analisi di rischio – ***Sorgente A***

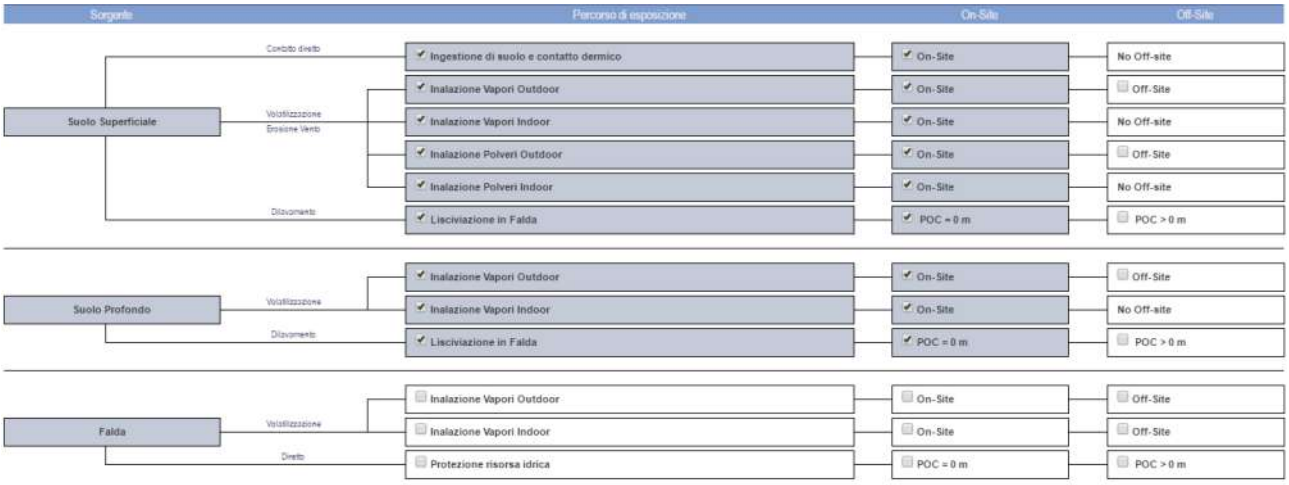


Figura 8 – Modello Concettuale del Sito per l'applicazione dell'Analisi di rischio – ***Sorgente B***

Come si può osservare dalla schematizzazione in Figura 7, il comparto interessato dalla Sorgente A verrà integralmente impermeabilizzato rispetto all'attuale configurazione, che attualmente vede solo una porzione centrale drenante (retino verde), con la presenza della banchina pavimentata a sud, parte della rimessa interrata nella porzione a nord ed il fabbricato BSL Blocco A2.

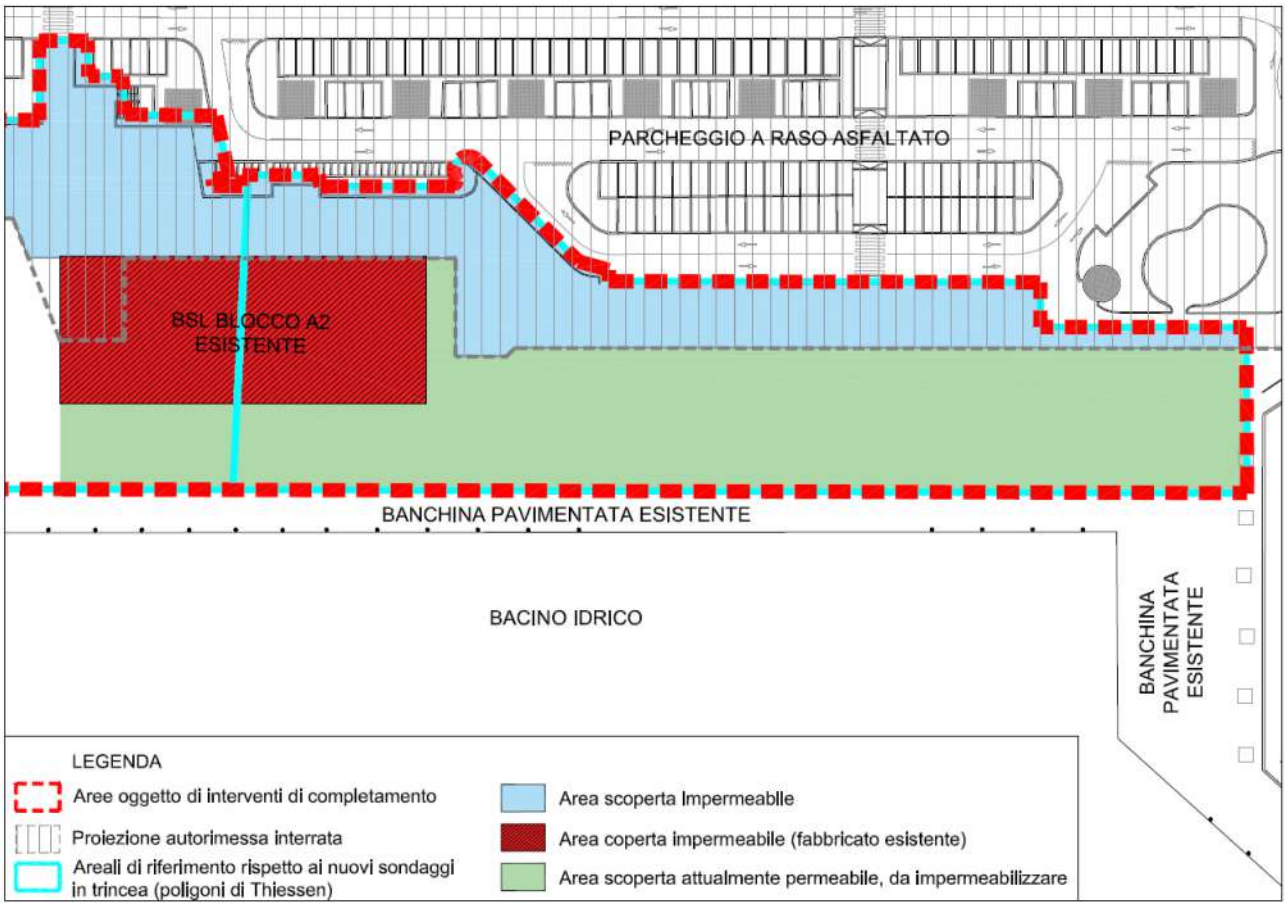


Figura 9 – Dettaglio progettuale sorgente A

7.1 Contaminanti di interesse e concentrazioni rappresentative CRS

Sulla base delle indagini e delle analisi di caratterizzazione è stata riscontrata una potenziale contaminazione del **suolo superficiale (SS) e profondo** (**SP**) in asse di punti di indagine C1, C2, C3, C5 e C6.

La potenziale contaminazione è caratterizzata da concentrazioni superiori alle CSC di Tab. 1 Col.A per i seguenti parametri:

- **benzo(a)pirene, benzo(ghi)perilene, indeno(123cd)pirene (nel solo punto C6);**
- **idrocarburi pesanti C>12 (diffusi sull'intera area indagata)**.

Rispetto al parametro idrocarburi C>12 è stata effettuata la speciazione MADEP per i seguenti due campioni rappresentativi rispettivamente del Suolo Superficiale e Suolo Profondo:

		23LA10684	23LA10685
	Metodo analitico	**C3 cumulo B 1,5m**	**C2 cumulo A 0,5m**
idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg)	ISO 16703:2004	**180**	**168**
idrocarburi alifatici C5-C8 (mg/kg)	MADEP VPH rev.2.1 Febbraio 2018	< 1	< 1
idrocarburi alifatici C9-C12 (mg/kg)	**MADEP VPH rev.2.1 Febbraio 2018**	**25**	**15**
idrocarburi alifatici C13-C18 (mg/kg)	**MADEP EPH rev.1.1 Maggio 2004**	**28**	**23**
idrocarburi alifatici C19-C36 (mg/kg)	**MADEP EPH rev.1.1 Maggio 2004**	**54**	**108**
idrocarburi aromatici C9-C10 (mg/kg)	MADEP VPH rev.2.1 Febbraio 2018	< 1	< 1
idrocarburi aromatici C11-C12 (mg/kg)	MADEP EPH rev.1.1 Maggio 2004	< 1	< 1
idrocarburi aromatici C13-C22 (mg/kg)	MADEP EPH rev.1.1 Maggio 2004	< 1	1

Figura 10 – Speciazione MADEP idrocarburi

Alla luce di quanto sopra, le Concentrazioni Rappresentative delle Sorgenti (CRS) sono state così definite:

Contaminante	Suolo Superficiale Concentrazione nel terreno (mg/kg)	Suolo Profondo Concentrazione nel terreno (mg/kg)
Benzo(a)pirene	0,41	0,4
Benzo(g,h,i)perilene	0,288	0,249
Indenopirene	0,248	0,223
Alifatici C9-C12	15	25
Alifatici C13-C18	23	28
Alifatici C19-C36	108	54

Figura 11 – Concentrazioni Rappresentative della Sorgente A - CRS (schermata Risk-net 3.1.1)

Contaminante	Suolo Superficiale Concentrazione nel terreno (mg/kg)	Suolo Profondo Concentrazione nel terreno (mg/kg)
Alifatici C9-C12	15	25
Alifatici C13-C18	23	28
Alifatici C19-C36	108	54

Figura 12 – Concentrazioni Rappresentative della Sorgente B - CRS (schermata Risk-net 3.1.1)

Nel rispetto del principio di cautela è stata mantenuta la concentrazione massima di idrocarburi misurata in sito anche per la sorgente A, in asse al punto C6, dove gli idrocarburi C>12 sono stati misurati in concentrazioni sensibilmente inferiori (82 mg/kg a 0,5m da p.c. e 74 mg/kg a 1,2m da p.c.). Come si evince dalla speciazione di cui alla Figura 9, risulta presente anche la famiglia Alifatici C9-C12 che, seppur non riscontrata in fase di indagine in contraddittorio con ARPAL (C<12 sempre inferiori ai limiti CSC), ha suggerito cautelativamente la verifica dello scenario di esposizione da inalazioni vapori, sia indoor che outdoor (Figura 5 e Figura 6).

La determinazione del parametro frazione organica di carbonio (foc) è stata eseguita, per il Suolo Superficiale e per il Suolo Profondo, nei campioni prelevati in asse al punto C8, risultato privo di potenziale contaminazione da idrocarburi, condizione necessaria per la rappresentatività della misurazione (Figura 11).

		23LA10671	23LA10672
	Metodo analitico	C8 cumulo A 0,5m	C8 cumulo B 1,5m
carbonio organico (g/kg)	DM 13/09/1999 GU SO n 185 n 248 21/10/1999 Met.VII.3	2,9	2,6

Figura 13 – Determinazione sito specifica "foc" per Suolo Superficiale e Suolo Profondo

Di seguito si commentano alcuni dati di ingresso modificati rispetto a quelli di default del software/ISPRA, rimandando per qualsiasi ulteriore dettaglio al file di Risknet 3.1.1 pro inviato agli Enti contestualmente al presente documento.

- **Direzione principale del vento**.

Località: IMPERIA - OSS. METEOSISMICO				
Parametro meteorologico: VENTO - DIREZIONE DI PROVENIENZA DEL VENTO MASSIMO (Gradi_Nord)				
Inizio rilevazione	**Fine rilevazione**	**Valore**	**Dataset**	**Valido**
01/01/2020	31/12/2020	270	Tutti i dati	Si
01/01/2021	31/12/2021	280	Tutti i dati	Si
Dati letti 2				
Dati validi 2				

ARPAL

Figura 14 – Direzione prevalente del vento (stazione di Imperia – unici anni disponibili 2020 e 2021)

- **Estensione della sorgente nella direzione principale e ortogonale a quella del vento (W', Sw') = per ciascuna sorgente è rappresentata nelle tavole allegate alla presente relazione.**
- **Velocità del vento (U_{air}) = 2,7 m/s**. Il valore minimo misurato dalla stazione di Imperia nel periodo 2012-2022. Come si evince dalla tabella in Figura 13 le misurazioni effettuate in questo intervallo di tempo sono risultate sostanzialmente costanti.

Località: IMPERIA - OSS. METEOSISMICO				
Parametro meteorologico: VENTO - INTENSITÀ MEDIA DEL VENTO (m/s)				
Inizio rilevazione	**Fine rilevazione**	**Valore**	**Dataset**	**Valido**
01/01/2012	31/12/2012	3	Tutti i dati	Sì
01/01/2013	31/12/2013	2.9	Tutti i dati	Sì
01/01/2014	31/12/2014	2.9	Tutti i dati	Sì
01/01/2015	31/12/2015	2.9	Tutti i dati	Sì
01/01/2016	31/12/2016	3	Tutti i dati	Sì
01/01/2017	31/12/2017	2.8	Tutti i dati	Sì
01/01/2018	31/12/2018	2.7	Tutti i dati	Sì
01/01/2019	31/12/2019	2.7	Tutti i dati	Sì
01/01/2020	31/12/2020	2.8	Tutti i dati	Sì
01/01/2021	31/12/2021	2.9	Tutti i dati	Sì
01/01/2022	31/12/2022	2.7	Tutti i dati	Sì
Dati letti 11				
Dati validi 11				

Figura 15 – Velocità del vento (stazione di Imperia – dal 2012 al 2022)

- **Piovosità (P)** = è stato inserito il valore massimo misurato nella stazione meteorologica di Imperia, relativo all'anno 2014 e pari a **126,0 cm/anno**. Come si evince dalla tabella in Figura 14, questo valore risulta particolarmente conservativo, visto che il valore medio misurato nel periodo 2012-2022 risulta pari a 65,7 cm/anno.

Località: IMPERIA - OSS. METEOSISMICO				
Parametro meteorologico: PRECIPITAZIONE - PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)				
Inizio rilevazione	**Fine rilevazione**	**Valore**	**Dataset**	**Valido**
01/01/2012	31/12/2012	699.6	Tutti i dati	Sì
01/01/2013	31/12/2013	970	Tutti i dati	Sì
01/01/2014	31/12/2014	1260.8	Tutti i dati	Sì
01/01/2015	31/12/2015	397.8	Tutti i dati	Sì
01/01/2016	31/12/2016	498.6	Tutti i dati	Sì
01/01/2017	31/12/2017	392	Tutti i dati	Sì
01/01/2018	31/12/2018	783.4	Tutti i dati	Sì
01/01/2019	31/12/2019	800	Tutti i dati	Sì
01/01/2020	31/12/2020	694.6	Tutti i dati	Sì
01/01/2021	31/12/2021	540.6	Tutti i dati	Sì
01/01/2022	31/12/2022	187	Tutti i dati	Sì
Dati letti 11				
Dati validi 11				

Figura 16 – Precipitazioni (stazione di Imperia – dal 2012 al 2022)

- **Profondità delle fondazioni da p.c. (Z crack)= 1,70 m**. La profondità indicata è pari allo scavo degli interrati di progetto rispetto all'attuale piano campagna. Si rimanda ai documenti progettuali per qualsiasi approfondimento (Figura 15).

- **Spessore delle fondazioni (L crack)** = Per la valutazione del rischio da inalazione indoor, è stato considerato lo spessore di progetto pari a 90 cm (Figura 15).

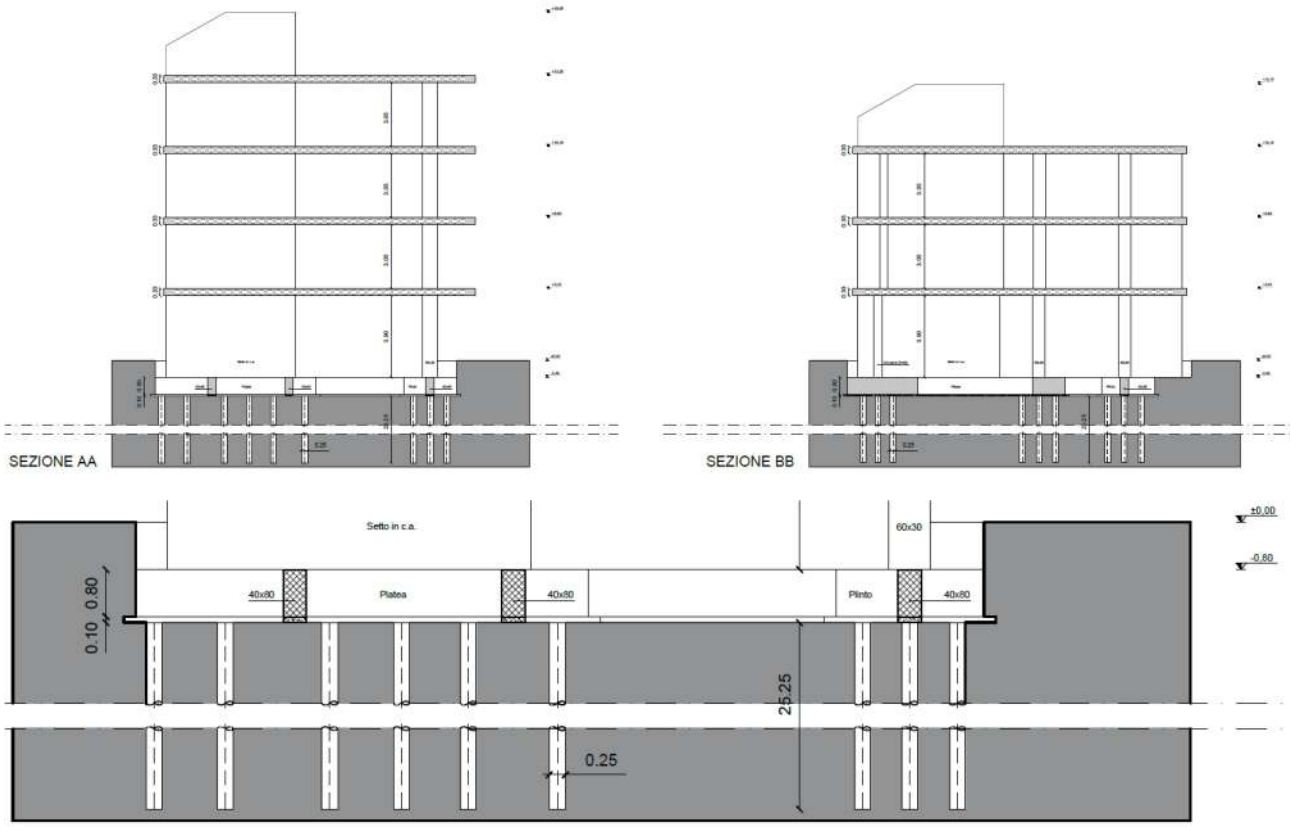


Figura 17 – sezioni tipologiche di progetto, con dettaglio degli spessori della fondazioni/pavimentazioni (a contatto con il terreno)

8. CALCOLO DEL RISCHIO E DELLE CSR

"*La procedura di analisi di rischio può avere un duplice obiettivo finale: stimare quantitativamente il rischio per la salute umana connesso ad uno specifico sito, in termini di valutazione delle conseguenze legate alla sua situazione di inquinamento, ed individuare dei valori di concentrazioni accettabili nel suolo e nella falda vincolati alle condizioni specifiche del singolo sito che costituiscono gli obiettivi sito specifici (Concentrazioni Soglia di Rischio, CSR).*" (Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – APAT – Rev. 2 – marzo 2008).

La simulazione è stata eseguita in modalità diretta, con riferimento alla configurazione attuale del sito, prevedendo il ripristino della pavimentazione esistente mediante interposizione con il terreno di una soletta e di un vespaio.

Questa modalità permette il calcolo del rischio associato al recettore esposto, derivante da una sorgente di contaminazione di concentrazione nota. In particolare, nota la concentrazione rappresentativa della sorgente, si stima l'esposizione da parte del recettore, tenendo conto, sulla base della modalità di esposizione, dell'attenuazione dovuta ai fattori di trasporto, si considera la tossicità delle sostanze mediante i parametri RfD (*Reference Dose*) e SF (*Slope Factor*).

Tutta la procedura è stata svolta nel rispetto dei seguenti principi fondamentali:

- caso ragionevolmente peggiore ("*Reasonable Worste Case*");
- esposizione massima ragionevolmente possibile (RME, ossia "*Reasonable Maximum Exposure*").

I criteri metodologici di APAT, come riportato nel d.lgs. 04/08 correttivo del d.lgs. 152/06 – entrato in vigore il 16 gennaio 2008, prevedono i seguenti valori di rischio come limite tollerabile:

per le **sostanze cancerogene**:

TR = 10^{-6} (valore di rischio individuale) TRCUM = 10^{-5} (valore di rischio cumulativo)

per le **sostanze non cancerogene**:

THQ = 1 (valore di rischio individuale) THQCUM = 1 (valore di rischio cumulativo)

Le simulazioni con il software Risk-Net ver.3.1.1 hanno determinato i seguenti indici di rischio totale o cumulativo:

Rischio da Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Benzo(a)pirene	4.10e-1		4.10e-1	2.76e+0	-	7.92e-9	8.56e-3	-
Benzo(g,h,i)perilene	2.88e-1		2.88e-1	1.19e+0	-	-	1.42e-5	-
Indenopirene	2.48e-1		2.48e-1	1.07e+0	-	2.23e-10	-	-
Alifatici C9-C12	1.50e+1		1.50e+1	1.98e+1	1.98e+1	-	5.42e-2	-
Alifatici C13-C18	2.30e+1		2.30e+1	1.98e+1	1.98e+1	-	8.31e-2	-
Alifatici C19-C36	1.08e+2		1.08e+2	1.73e+0	1.73e+0	-	1.73e-3	-
Cumulato Outdoor (On-site)						**8.14e-9**	**1.36e-2**	
Cumulato Indoor (On-site)						**4.41e-11**	**1.38e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP								-

Figura 18 – Valutazione del Rischio per il Suolo Superficiale – Sorgente A (C>12 + IPA)

Rischio da Suolo Profondo

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Benzo(a)pirene	4.00e-1		4.00e-1	2.47e+0	-	4.73e-11	5.11e-5	-
Benzo(g,h,i)perilene	2.49e-1		2.49e-1	1.07e+0	-	-	4.20e-9	-
Indenopirene	2.23e-1		2.23e-1	9.63e-1	-	6.25e-13	-	-
Alifatici C9-C12	2.50e+1		2.50e+1	1.78e+1	1.78e+1	-	1.01e-1	-
Alifatici C13-C18	2.80e+1		2.80e+1	1.78e+1	1.78e+1	-	1.13e-1	-
Alifatici C19-C36	5.40e+1		5.40e+1	1.55e+0	1.55e+0	-	2.86e-4	-
Cumulato Outdoor (On-site)						**1.63e-11**	**2.48e-3**	
Cumulato Indoor (On-site)						**4.79e-11**	**2.14e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP								-

Figura 19 – Valutazione del Rischio per il Suolo Profondo – Sorgente A (C>12 + IPA)

Rischio da Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C9-C12	1.50e+1		1.50e+1	1.98e+1	1.98e+1	-	5.42e-2	8.71e-3
Alifatici C13-C18	2.30e+1		2.30e+1	1.98e+1	1.98e+1	-	8.31e-2	1.34e-2
Alifatici C19-C36	1.08e+2		1.08e+2	1.73e+0	1.73e+0	-	5.80e-3	1.08e-4
Cumulato Outdoor (On-site)						**-**	**2.15e-2**	
Cumulato Indoor (On-site)						**-**	**1.38e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP								**2.22e-2**

Figura 20 – Valutazione del Rischio per il Suolo Superficiale – Sorgente B (C>12)

Rischio da Suolo Profondo

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C9-C12	2.50e+1		2.50e+1	1.78e+1	1.78e+1	-	1.01e-1	2.43e-2
Alifatici C13-C18	2.80e+1		2.80e+1	1.78e+1	1.78e+1	-	1.13e-1	2.72e-2
Alifatici C19-C36	5.40e+1		5.40e+1	1.55e+0	1.55e+0	-	3.93e-4	9.02e-5
Cumulato Outdoor (On-site)						**-**	**6.99e-3**	
Cumulato Indoor (On-site)						**-**	**2.14e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP								**5.15e-2**

Figura 21 – Valutazione del Rischio per il Suolo Profondo – Sorgente B (C>12)

Osservando i risultati determinati per entrambe le Sorgenti, per i singoli contaminanti (cfr. Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19), per le vie esposizione attive, risulta evidente come **la potenziale contaminazione presente nel sito fornisca complessivamente indici di rischio accettabili rispetto alla normativa vigente.**

Per completezza si riportano le schermate di Risk.net 3.1.1 relativamente alla determinazione delle CSR sia per il Suolo Superficiale che Suolo Profondo, con l'utilizzo dei fattori di correzione finalizzati al rispetto degli indici di rischio cumulativi.

CSR cumulative per il Suolo Superficiale — Copia tabella — Help

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	▶ auto	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Benzo(a)pirene	4.10e-1	4.79e+1	5	**9.58e+0**	1.00e-1	2.76e+0	1.85e-7	2.00e-1	-
Benzo(g,h,i)perilene	2.88e-1	2.03e+5	5	**4.07e+4**	1.00e-1	1.19e+0	-	2.00e-1	-
Indenopirene	2.48e-1	1.11e+3	5	**2.22e+2**	1.00e-1	1.07e+0	2.00e-7	-	-
Alifatici C9-C12	1.50e+1	2.77e+2	5	**5.54e+1**	1.00e+1	1.98e+1	-	2.00e-1	-
Alifatici C13-C18	2.30e+1	2.77e+2	5	**5.54e+1**	5.00e+1	1.98e+1	-	2.00e-1	-
Alifatici C19-C36	1.08e+2	6.24e+4	5	**1.25e+4**	5.00e+1	1.73e+0	-	2.00e-1	-
Cumulato Outdoor (On-site)							**3.85e-7**	**6.10e-1**	
Cumulato Indoor (On-site)							**1.57e-9**	**4.61e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP							-	-	-

☐ Mostra le CSR senza la formattazione scientifica

☐ Per le CSR<CSC imponi le CSRcum pari alle CSC ed escludi dalla verifica del rischio cumulato

CSR Idrocarburi (MADEP) per il Suolo Superficiale — Copia tabella — Help

Contaminante	CRS	Frazione ☐ Inserisci frazioni			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C9-C12	1.50e+1	1.00	-	0.10	1.98e+1	5.54e+1	5.54e+1	-	5.39e+2	-	-	-	-
Alifatici C13-C18	2.30e+1	-	0.18	0.16	1.98e+1	5.54e+1	-	3.15e+2	3.51e+2	-	-	-	-
Alifatici C19-C36	1.08e+2	-	0.82	0.74	1.73e+0	1.25e+4	-	1.51e+4	1.69e+4	-	-	-	-
Frazione Critica						CSR (HH)	**5.54e+1**	**3.15e+2**	**3.51e+2**	CSR (GW)	-	-	-

Figura 22 – CSR cumulative Suolo Superficiale – Sorgente A (C>12 + IPA)

CSR cumulative per il Suolo Profondo — Copia tabella — Help

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	▶ auto	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Benzo(a)pirene	4.00e-1	7.83e+3	5	**1.57e+3**	1.00e-1	2.47e+0	1.85e-7	2.00e-1	-
Benzo(g,h,i)perilene	2.45e-1	>1e+6	100	**5.92e+5**	1.00e-1	1.07e+0	-	1.00e-2	-
Indenopirene	2.23e-1	3.57e+5	5	**7.13e+4**	1.00e-1	9.63e-1	2.00e-7	-	-
Alifatici C9-C12	2.50e+1	2.48e+2	5	**4.97e+1**	1.00e+1	1.78e+1	-	2.00e-1	-
Alifatici C13-C18	2.80e+1	2.48e+2	5	**4.97e+1**	5.00e+1	1.78e+1	-	2.00e-1	-
Alifatici C19-C36	5.40e+1	1.89e+5	5	**3.77e+4**	5.00e+1	1.55e+0	-	2.00e-1	-
Cumulato Outdoor (On-site)							**1.25e-7**	**1.71e-1**	
Cumulato Indoor (On-site)							**3.85e-7**	**8.10e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP							-	-	-

☐ Mostra le CSR senza la formattazione scientifica

☐ Per le CSR<CSC imponi le CSRcum pari alle CSC ed escludi dalla verifica del rischio cumulato

CSR Idrocarburi (MADEP) per il Suolo Profondo — Copia tabella — Help

Contaminante	CRS	Frazione ☐ Inserisci frazioni			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C9-C12	2.50e+1	1.00	-	0.23	1.78e+1	4.97e+1	4.97e+1	-	2.13e+2	-	-	-	-
Alifatici C13-C18	2.80e+1	-	0.34	0.26	1.78e+1	4.97e+1	-	1.45e+2	1.90e+2	-	-	-	-
Alifatici C19-C36	5.40e+1	-	0.66	0.50	1.55e+0	3.77e+4	-	5.73e+4	7.47e+4	-	-	-	-
Frazione Critica						CSR (HH)	**4.97e+1**	**1.45e+2**	**1.90e+2**	CSR (GW)	-	-	-

Figura 23 – CSR cumulative Suolo Profondo – Sorgente A (C>12 + IPA)

CSR cumulative per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	auto	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C9-C12	1.50e+1	2.77e+2	5	**5.54e+1**	1.00e+1	1.98e+1	-	2.00e-1	3.21e-2
Alifatici C13-C18	2.30e+1	2.77e+2	5	**5.54e+1**	5.00e+1	1.98e+1	-	2.00e-1	3.21e-2
Alifatici C19-C36	1.08e+2	1.86e+4	5	**3.73e+3**	5.00e+1	1.73e+0	-	2.00e-1	3.72e-3
Cumulato Outdoor (On-site)							-	**2.46e-1**	
Cumulato Indoor (On-site)							-	**4.18e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP							-	-	**6.80e-2**

Mostra le CSR senza la formattazione scientifica

Per le CSR<CSC imponi le CSRcum pari alle CSC ed escludi dalla verifica del rischio cumulato

CSR idrocarburi (MADEP) per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	Frazione (Inserisci frazioni)			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C9-C12	1.50e+1	1.00	-	0.10	1.98e+1	5.54e+1	5.54e+1	-	5.39e+2	3.45e+2	3.45e+2	-	3.35e+3
Alifatici C13-C18	2.30e+1	-	0.18	0.16	1.98e+1	5.54e+1	-	3.15e+2	3.51e+2	3.45e+2	-	1.96e+3	2.19e+3
Alifatici C19-C36	1.08e+2	-	0.82	0.74	1.73e+0	3.73e+3	-	4.52e+3	5.04e+3	2.00e+5	-	2.43e+5	2.71e+5
Frazione Critica						**CSR (HH)**	**5.54e+1**	**3.15e+2**	**3.51e+2**	**CSR (GW)**	**3.45e+2**	**1.96e+3**	**2.19e+3**

Figura 24 – CSR cumulative Suolo Superficiale – Sorgente B (C>12)

CSR cumulative per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	auto	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C9-C12	2.50e+1	2.48e+2	5	**4.97e+1**	1.00e+1	1.78e+1	-	2.00e-1	4.82e-2
Alifatici C13-C18	2.80e+1	2.48e+2	5	**4.97e+1**	5.00e+1	1.78e+1	-	2.00e-1	4.82e-2
Alifatici C19-C36	5.40e+1	1.37e+5	5	**2.75e+4**	5.00e+1	1.55e+0	-	2.00e-1	4.59e-2
Cumulato Outdoor (On-site)							-	**2.12e-1**	
Cumulato Indoor (On-site)							-	**5.46e-1**	
Rischio per la risorsa idrica per gli idrocarburi - MADEP							-	-	**1.42e-1**

Mostra le CSR senza la formattazione scientifica

Per le CSR<CSC imponi le CSRcum pari alle CSC ed escludi dalla verifica del rischio cumulato

CSR idrocarburi (MADEP) per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	Frazione (Inserisci frazioni)			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C9-C12	2.50e+1	1.00	-	0.23	1.78e+1	4.97e+1	4.97e+1	-	2.13e+2	2.06e+2	2.06e+2	-	8.82e+2
Alifatici C13-C18	2.80e+1	-	0.34	0.26	1.78e+1	4.97e+1	-	1.45e+2	1.90e+2	2.06e+2	-	6.03e+2	7.87e+2
Alifatici C19-C36	5.40e+1	-	0.66	0.50	1.55e+0	2.75e+4	-	4.17e+4	5.45e+4	1.20e+5	-	1.82e+5	2.37e+5
Frazione Critica						**CSR (HH)**	**4.97e+1**	**1.45e+2**	**1.90e+2**	**CSR (GW)**	**2.06e+2**	**6.03e+2**	**7.87e+2**

Figura 25 – CSR cumulative Suolo Profondo – Sorgente B (C>12)

Per la definizione delle CSR sito specifiche si propone l'attribuzione ai singoli parametri della Cmax misurata in sito con le attività di caratterizzazione ambientale (Figura 9 e Figura 10), di seguito riproposti.

Contaminante	Suolo Superficiale – Concentrazione nel terreno		Suolo Profondo – Concentrazione nel terreno	
		(mg/kg)		(mg/kg)
Benzo(a)pirene	✓	0,41	✓	0,4
Benzo(g,h,i)perilene	✓	0,288	✓	0,249
Indenopirene	✓	0,248	✓	0,223
Alifatici C9-C12	✓	15	✓	25
Alifatici C13-C18	✓	23	✓	28
Alifatici C19-C36	✓	108	✓	54

I file sorgente di Risk-net 3.1.1 pro, utilizzati per le verifiche di cui sopra, sono inviati agli Enti di controllo contestualmente al presente documento tecnico.

ALLEGATI AL TESTO

- Tavola 1 - Planimetria delle indagini: ubicazione sondaggi e piezometri;
- Tavola 2 – Poligoni di Thiessen e dimensioni sorgenti per Analisi di rischio sito specifica;
- Conclusione positiva dell'interconfronto ARPAL;
- Rapporti di prova laboratorio SIGE S.r.l.;
- Tabella riepilogativa dei risultati delle analisi;
- Validazione dati ARPAL e relativi allegati (verbali di campionamento, rapporti di prova, tabelle riepilogative di confronto)
- Report simulazione AdR - Risknet 3.1.1 pro.

ALLEGATI FUORI TESTO

- File Risknet

Imperia, 23 Novembre 2023

Il gruppo di lavoro:

Geom. Arturo Cipriani

Geom. Lorenzo Fantone

Dott. Geol. Lionello Belmonte

Dott. Geol. Maurizio Marelli

LEGENDA

	Aree oggetto di interventi di completamento a destinazione d'uso residenziale/verde pubblico oggetto di Analisi di rischio sito-specifica per superamento delle CSC rispetto alla colonna A
	Aree oggetto di interventi di completamento a destinazione d'uso commerciale esclusa da Analisi di rischio sito-specifica per conformità delle CSC rispetto alla colonna B
	Sedime fabbricati esistenti
	Sedime fabbricati da realizzare
	Proiezione autorimessa interrata
	Areali di riferimento rispetto ai nuovi sondaggi in trincea (poligoni di Thiessen)
C1	Sondaggi mediante scavo in trincea con attrezzatura meccanica spinti a -1,50 m dal p.c.
C1	Nuovi piezometri
SPN	Piezometri già esistenti

AMBIENTE & SICUREZZA S.R.L.

Sicurezza sul lavoro · Ambiente · Formazione · Igiene alimentare · Certificazioni e privacy · Medicina del lavoro

Via della Repubblica, 3 – 18100 Imperia (IM)
Corso Magenta, 56 – 20123 Milano (MI)
0183 767734 · 02 39287128 · 391 1769306
P.IVA 01642600082
info@ambiente-sicurezza.com
segreteria@pec.ambiente-sicurezza.com
www.ambiente-sicurezza.com

ISO 9001 CERTIFICATION EUROPE™ – Certificato n. 2019/2859 A/1
C.F. 95192040103
Aderenti ad A.N.A.P.

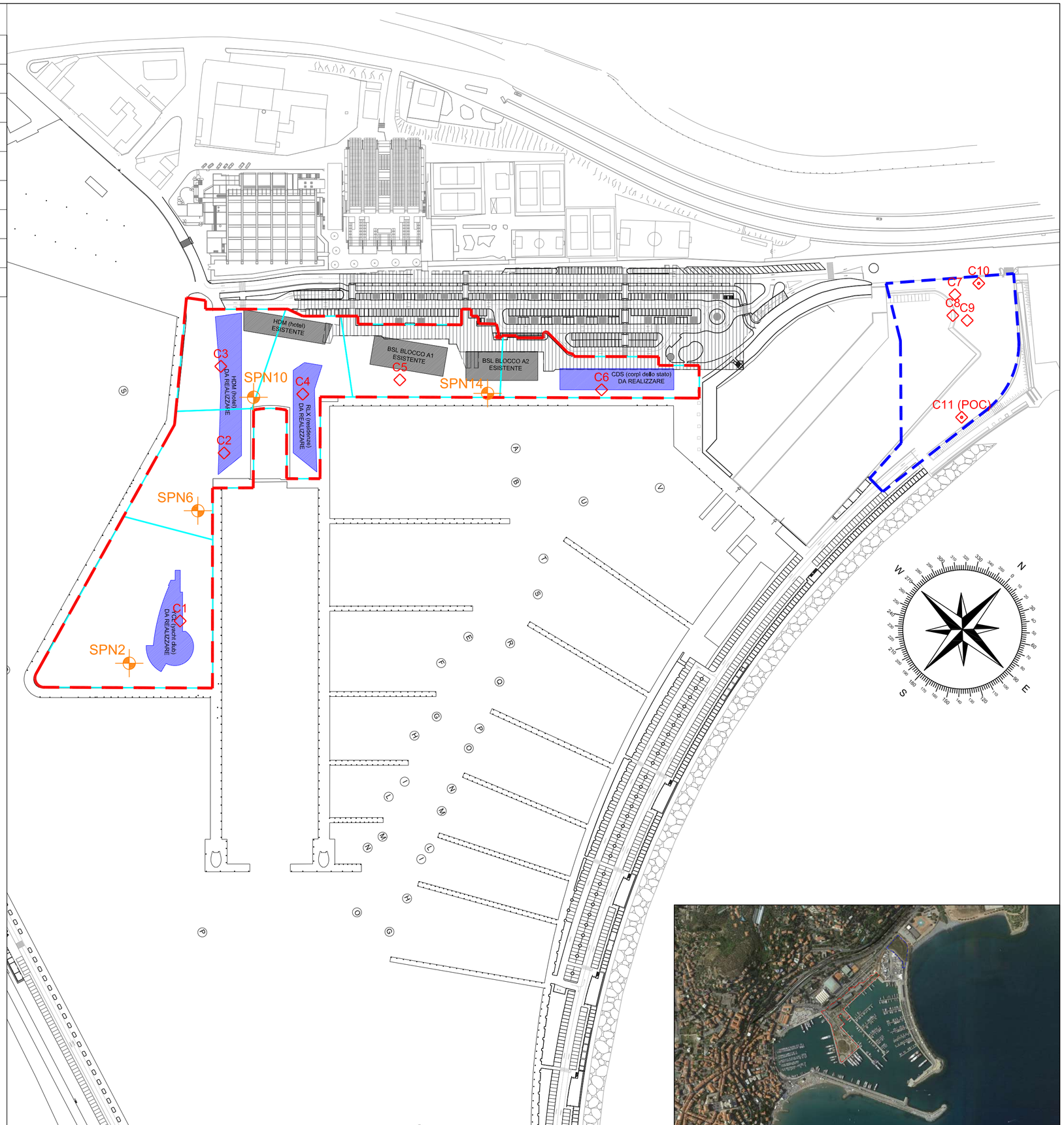
Emissione	*Edizione*	*Revisione*
11/23	01	00
Codice	*Pagina*	*Verificato*
GOIM/PdC	01/1	AC
SOND.INT		LF

Committente	**GO Imperia S.r.l.**	***Tavola n.***	***Scala***	
Oggetto	**Allegato al piano di caratterizzazione ambientale integrativo ai sensi art. 245 D.Lgs. 152/2006 di un'area del nuovo Porto Turistico**	**1**	**1:2000**	
		Rev.	*Data*	*Elaborato*
Ubicazione	Lungomare Marinai d'Italia - 18100 Imperia (IM)	00/23	22/11/2023	Unico
Richiedente	GO Imperia S.r.l. Il Presidente Dott. Guido Corradi			
Collaboratore	Geom. Lorenzo Fantone	© Ambiente & Sicurezza - Proprietà riservata		
Restituzione CAD	Pietro Cipriani			

COMUNE DI IMPERIA

Allegato al piano di caratterizzazione ambientale integrativo ai sensi art. 245 D.Lgs. 152/2006 di un'area del nuovo Porto Turistico interna alla C.D.M. della GO Imperia S.r.l.

Allegato 1: Planimetria delle indagini: ubicazione sondaggi e piezometri



LEGENDA

	Aree oggetto di interventi di completamento a destinazione d'uso residenziale/verde pubblico oggetto di Analisi di rischio sito-specifica per superamento delle CSC rispetto alla colonna A
	Aree oggetto di interventi di completamento a destinazione d'uso commerciale esclusa da Analisi di rischio sito-specifica per conformità delle CSC rispetto alla colonna B
	Sedime fabbricati esistenti
	Sedime fabbricati da realizzare
	Proiezione autorimessa interrata
	Areali di riferimento rispetto ai nuovi sondaggi in trincea (poligoni di Thiessen)
C1	Sondaggi mediante scavo in trincea con attrezzatura meccanica spinti a -1,50 m dal p.c.
C1	Nuovi piezometri
SPN	Piezometri già esistenti
	Conformità dei limiti di riferimento rispetto alla relativa destinazione d'uso (D.Lgs. 152/06, All. 5 alla parte IV, tab. 1)
	Superamento dei limiti di riferimento rispetto alla relativa destinazione d'uso (D.Lgs. 152/06, All. 5 alla parte IV, tab. 1) per il parametro Idrocarburi C>12
	Superamento dei limiti di riferimento rispetto alla relativa destinazione d'uso (D.Lgs. 152/06, All. 5 alla parte IV, tab. 1) per i parametri IPA e Idrocarburi C>12

AMBIENTE & SICUREZZA S.R.L.
unipersonale

Via della Repubblica, 3 – 18100 Imperia (IM)
Corso Magenta, 56 – 20123 Milano (MI)
0183 767734 · 02 39287128 · 391 1769306
P.IVA 01642600082
INFO@AMBIENTE-SICUREZZA.COM
SEGRETERIA@PEC.AMBIENTE-SICUREZZA.COM
WWW.AMBIENTE-SICUREZZA.COM

Sicurezza sul lavoro · Ambiente · Formazione · Igiene alimentare · Certificazioni e privacy · Medicina del lavoro

ISO 9001 CERTIFICATION EUROPE™
Certificato n. 2019/2859 A/1

C.F. 95192040103

Aderenti ad A.N.A.P.

Emissione	Edizione	Revisione
11/23	01	00
Codice	*Pagina*	*Verificato*
GOIM/PdC	01/1	AC
SOND.INT		LF

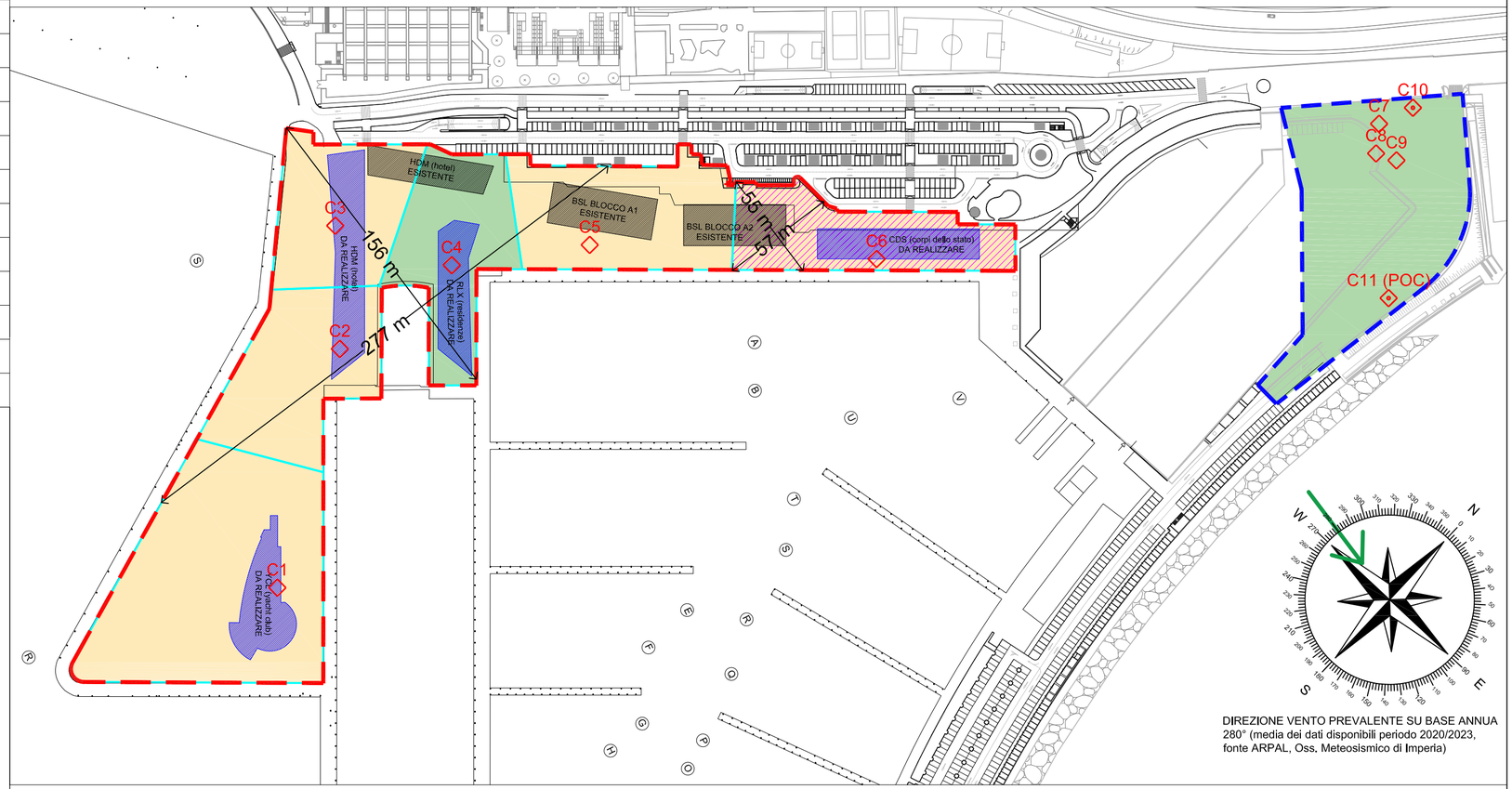
Committente	**GO Imperia S.r.l.**	**Tavola n.**	**Scala**	
Oggetto	**Allegato al piano di caratterizzazione ambientale integrativo ai sensi art. 245 D.Lgs. 152/2006 di un'area del nuovo Porto Turistico**	**2**	**1:2000**	
		Rev.	*Data*	*Elaborato*
Ubicazione	Lungomare Marinai d'Italia - 18100 Imperia (IM)	00/23	22/11/2023	Unico
Richiedente	GO Imperia S.r.l. Il Presidente Dott. Guido Corradi			
Collaboratore	Geom. Lorenzo Fantone	© Ambiente & Sicurezza - Proprietà riservata		
Restituzione CAD	Pietro Cipriani			

COMUNE DI IMPERIA

Allegato al piano di caratterizzazione ambientale integrativo ai sensi art. 245 D.Lgs. 152/2006 di un'area del nuovo Porto Turistico interna alla C.D.M. della GO Imperia S.r.l.

Allegato 2: Poligoni di Thiessen e dimensione sorgenti per Analisi di rischio sito-specifica

DIREZIONE DEL VENTO PREVALENTE



DIREZIONE VENTO PREVALENTE SU BASE ANNUA 280° (media dei dati disponibili periodo 2020/2023, fonte ARPAL, Oss. Meteosismico di Imperia)

DIREZIONE DEL FLUSSO DI FALDA

