CONVENZIONE TRA AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE ED INFRASTRUTTURE RECUPERO ENERGIA – AGENZIA REGIONALE LIGURE - I.R.E. S.p.A. PER ATTIVITA' DI CENTRALE DI COMMITTENZA PER GLI INTERVENTI NELL'AMBITO DELL' "EMERGENZA SAVONA" ALL'INTERNO DEL BACINO PORTUALE DI SAVONA

Attività:

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TERRAPIENO MARGONARA

AD ALBISSOLA MARINA (SV)

Oggetto:

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo:

RELAZIONE GENERALE E TECNICA

Doc. n: I0101\ESE\ESE\GNR\R002

Timbro e firma



Rel. n.

G02

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	30/10/20	8	50	AR	FB	SB	Per Emissione

Infrastrutture Recupero Energia Agenzia Regionale Ligure I.R.E. S.p.A.
Società soggetta alla direzione ed al coordinamento di FI.L.S.E. S.p.A.
Capitale Sociale € 1.526.691,00 i.v. – R.E.A. n. 473022 – Cod. Fisc,.e P IVA 02264880994
info@ireliguria.it irespa@legalmail.it www.ireliguria.it

Sede Legale: Via Peschiera 16, 16122 Genova
Uffici Genova: Via XX Settembre 41
Uffici Savona: Via A.Magliotto 2, Campus Universitario Pal. Locatelli

DIVISIONE SANITÀ, TUTELA DEL TERRITORIO E PROGRAMMI DI INTERESSE STRATEGICO
tel. +39 0108403252
infrastrutture@ireliguria.it

SOMMARIO

1 PREMESSA 4
2 OBIETTIVI E VINCOLI DEL PROGETTO 6
2.1 Obiettivi del progetto 6
2.2 Quadro normativo di riferimento 6
2.3 Vincoli del progetto 6
3 STATO ATTUALE ED ESITO DELLE INDAGINI 8
3.1 Stato di fatto 8
3.2 Esiti delle indagini specialistiche 9
3.2.1 Rilievo topografico 10
3.2.2 Indagini geologiche, geotecniche e sismiche 10
3.2.3 Analisi chimiche 11
4 PROGETTO 12
4.1 Criteri utilizzati per le scelte progettuali 12
4.2 Opere di progetto 12
4.3 Aspetti progettuali 14
4.3.1 Aspetti paesaggistici 14
4.3.2 Aspetti ambientali 15
4.3.3 Gestione dei materiali 16
4.3.4 Aspetti gestionali e manutentivi 18
4.3.5 Aspetti sulla sicurezza 18
4.4 Disponibilità delle aree da utilizzare 19
4.5 Risoluzione delle interferenze 19
5 DIMENSIONAMENTO OPERE MARITTIME 20
5.1 Clima ondoso di riferimento 20
5.1.1 Il paraggio del terrapieno Margonara 20
5.1.2 I livelli del mare 21
5.1.3 Eventi estremi di moto ondoso al largo 21
5.2 Verifiche per il dimensionamento 24
5.2.1 Vita utile e periodo di ritorno 24
5.2.2 Moto ondoso al largo 25
5.2.3 Propagazione moto ondoso verso riva 26

5.2.4 Moto ondoso su bassa profondità 36
5.2.5 Dimensionamento della scogliera 38
5.2.6 Verifiche idrauliche 44
5.2.7 Verifiche strutturali 45
6 CANTIERIZZAZIONE E TEMPISTICHE DELL'INTERVENTO 49
6.1 Aree di cantiere 49
6.2 Cronoprogramma di realizzazione dell'intervento 49
7 COSTO DELL'INTERVENTO 50
8 ANALISI DEI RISCHI 50

Allegati:

Allegato 1 – Planimetria catastale
Allegato 2 – Planimetria sottoservizi
Allegato 3 – Planimetria cantiere
Allegato 4 – Relazione del rilievo topografico e monografie dei capisaldi
Allegato 5 – Campionamenti
Allegato 6 – Tabulati di calcolo

1 PREMESSA

Il presente documento contiene la Relazione Generale e Tecnica del Progetto Esecutivo dei "Lavori di messa in sicurezza terrapieno Margonara ad Albissola Marina (SV)".

Il progetto fa riferimento all'incarico conferito a IRE s.p.a. dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale sulla base della Convenzione per l'attività di centrale di committenza per la progettazione e la realizzazione degli interventi nell'ambito dell' "Emergenza Savona" all'interno del bacino portuale di Savona.

Nei giorni del 29 e 30 Ottobre 2018 i Porti di Genova, Savona e Vado Ligure sono stati interessati da condizioni meteo marine fortemente avverse, nel corso di tale evento il terrapieno destinato a parcheggio pubblico in località Margonara ha subito una forte erosione al piede del fronte su tutta la sua lunghezza (pari a 180 m circa), causando il cedimento di una porzione di piazzale.

A seguito di tale evento la scarpata a mare del terrapieno necessita di interventi urgenti di protezione e ripristino.

Il presente progetto prevede, quindi, la realizzazione di una scogliera radente, la regolarizzazione della scarpata e il suo rinforzo.

Il progetto è stato redatto dal seguente team di progettazione:

- per IRE SpA:
  - ing. Simona Brun;
  - ing. Flavio Barbieri;
  - ing. Daniele Moretti
  - ing. Alessandra Rivara;
  - ing. Luca Patria;
  - ing. Andrea Minetti;

- soggetti incaricati da IRE:
  - PROGEOS (rilievo topografico);
  - dott. geol. Vezzolla (relazione geologica);
  - CPG Lab Srl (analisi chimiche e granulometriche).

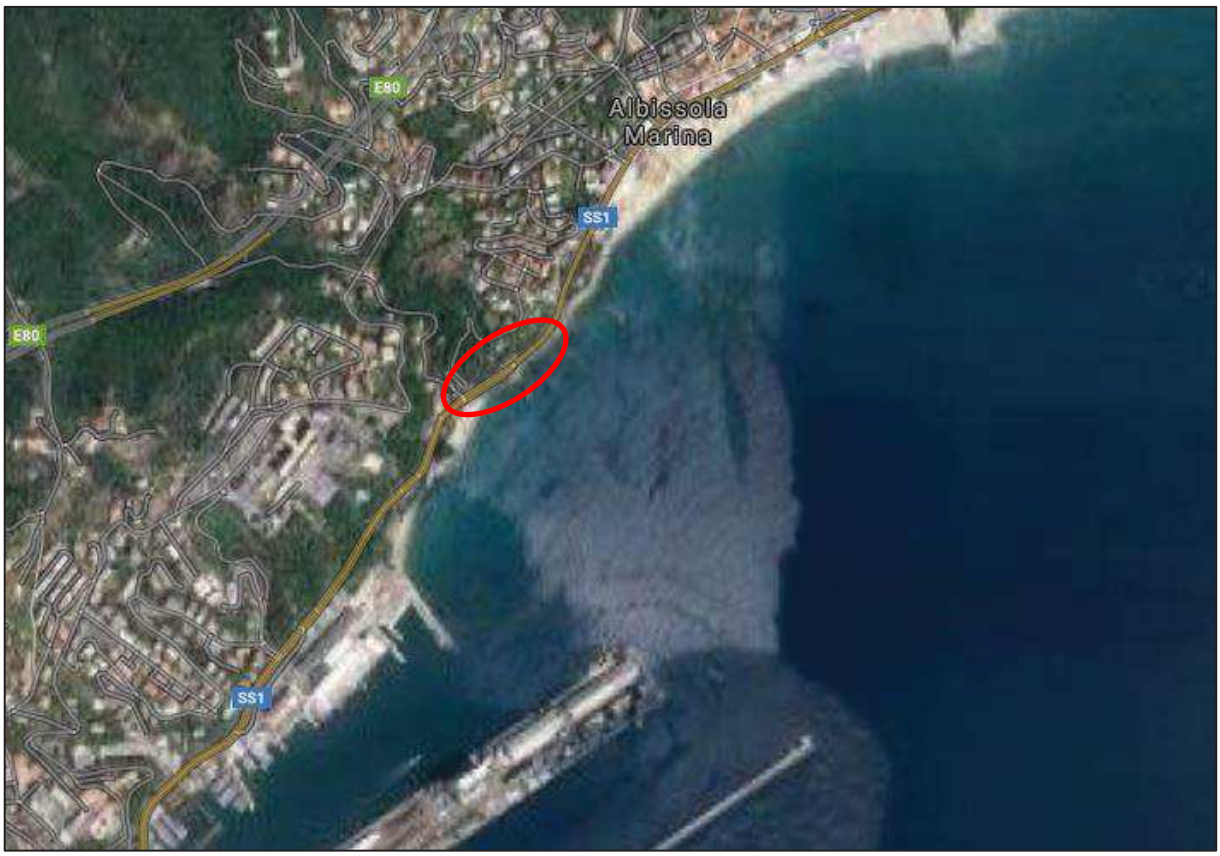


Figura 1.1: Individuazione terrapieno Margonara

2 OBIETTIVI E VINCOLI DEL PROGETTO

2.1 OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto si pone l'obiettivo primario di difesa del rilevato utilizzato come parcheggio dall'azione erosiva esercitata dal moto ondoso. Il ciglio della scarpata sarà, di conseguenza, regolarizzato al fine di ripristinare le geometrie precedenti all'evento meteomarino dell'ottobre 2018.

2.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La principale normativa di riferimento è costituita dalle "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per quanto riguarda il dimensionamento della scogliera e dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018 per quanto riguarda le valutazioni geotecniche dei terreni e la verifica di stabilità dell'opera.

2.3 VINCOLI DEL PROGETTO

L'opera a progetto sul terrapieno della Margonara, trattandosi di un intervento di ripristino del piano viario e protezione dal moto ondoso mediante la realizzazione di una scogliera radente con massi naturali, ricade in area di interesse paesaggistico, come indicato dall'art.142 comma 1 del D.L. 42/2004 "*territori compresi in una fascia costiera della profondità di 300 m dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare*" .

E' stata quindi redatta la Relazione Paesaggistica (I0101\ESE\ESE\GNR\R004) ai sensi del D.P.C.M. 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42".

In tale relazione sono riportate le caratteristiche dell'area in esame con particolare riferimento ai seguenti strumenti di pianificazione territoriale:

- pianificazione regionale:
  - Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico;
  - Piano Territoriale di Coordinamento della Costa;
- pianificazione comunale:
  - Piano Urbanistico Comunale del Comune di Albissola Marina;
  - Piano Regolatore Portuale.

Vi sono inoltre riportate le tutele operanti nel contesto paesaggistico e nell'area di intervento considerata e la presenza di beni culturali tutelati ai sensi della Parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio (DL 42/2004).

Gli estratti delle tavole menzionate sono riportati nella Tavola I0101\ESE\ESE\GNR\T002

"Inquadramento urbanistico".

Inoltre, data la tipologia di opera, a seguito di quanto previsto dal Punto 7 lettera n) dell'Allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. 152/06 l'intervento dovrà essere sottoposti alla Verifica di assoggettabilità a VIA, di competenza regionale, in quanto ascrivibile fra le "opere costiere destinate a combattere l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa, mediante la costruzione di dighe, moli ed altri lavori di difesa del mare".

Ai fini di tale procedura è stato, quindi, redatto lo Studio Preliminare Ambientale (I0101\ESE\ESE\GNR\R005), in conformità a quanto contenuto nell'allegato IV-bis alla parte seconda del D.Lgs. 152/06.

In tale relazione sono riportati:

- la descrizione del progetto con riferimento alle sue caratteristiche fisiche, alla cantierizzazione, ai tempi di realizzazione e ai lavori di demolizione;
- la localizzazione del progetto, in particolare per quanto riguarda la sensibilità ambientale delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dai lavori;
- le componenti dell'ambiente sulle quali il progetto potrebbe avere un impatto rilevante;
- la valutazione dei probabili effetti rilevanti del progetto sull'ambiente e delle mitigazioni previste.

Nella predisposizione delle informazioni si è tenuto conto dei criteri contenuti nell'allegato V di cui all'art. 19 del D.Lgs. 152/06 "Criteri per la Verifica di assoggettabilità".

Si rimanda alle relazioni specialistiche per maggiori dettagli.

3 STATO ATTUALE ED ESITO DELLE INDAGINI

Nel presente capitolo si descrivono lo stato di fatto delle aree interessate all'intervento e gli esiti delle indagini finalizzate a caratterizzarlo sotto tutti gli aspetti necessari allo sviluppo della progettazione.

3.1 STATO DI FATTO

L'area oggetto di intervento è localizzata nel Comune di Albissola Marina (SV), all'estremo ovest dell'abitato e dell'arenile ad esso antistante.

Il terrapieno risulta collocato fra il mare e la SS.1 Aurelia che nel tratto urbano prende il nome di Corso Baldovino Bigliati ed è oggi utilizzato come parcheggio di auto e moto, con un utilizzo prevalente nel periodo estivo (indicativamente compreso fra il 15 giugno ed il 15 settembre).

L'area, avente forma di parallelepipedo, ha una estensione di circa 150 m ed una larghezza media di circa 25 m, mentre nel tratto maggiormente soggetto ad erosione tale larghezza si riduce a circa 19 m. L''ingresso al parcheggio avviene esclusivamente sul lato di levante tramite un accesso regolato da sbarra, in adiacenza a tale ingresso è presente una rampa carrabile che conduce all'arenile sottostante.

E' presente un piccolo aggetto, probabilmente residuo di una struttura preesistente che il Comune di Albissola ha chiesto di mantenere per non alterare l'attuale movimentazione del materiale.

Le notizie ricavate dal piano della Costa indicano come tale rilevato nasca come discarica di inerti nel primo dopoguerra alimentata da materiali di fortuna e finalizzata ad alimentare la spiaggia di Albissola. Tuttavia con la costruzione della darsena alti fondali del porto di Savona, realizzata fra gli anni '70 e '80, l'esposizione della spiaggia subì una drastica variazione e la parte di arenile a ponente del Sansobbia risultò protetta dai mari da libeccio rendendo quindi la discarica completamente inattiva ai fini del ripascimento dell'arenile.

Il terrapieno nel tempo venne quindi piantumato ed utilizzato come parcheggio, ed ancora ad oggi risulta avere un fondo in terra e ghiaia. Proprio in virtù della sua originaria funzione il terrapieno non dispone di alcun sistema di protezione dall'erosione causata dal moto ondoso, che, seppur in maniera più limitata grazie alla presenza della diga portuale, continua tuttavia la propria opera; in particolare nel corso di eventi rilevanti da Scirocco.

Il sottostante arenile risulta fruibile per la balneazione per una porzione di circa 70 m immediatamente a ovest della rampa di discesa (al termine della quale è in corso di realizzazione un piccolo pontile in acciaio e legno per la nautica da diporto); oltre tale limite l'accesso all'arenile risulta interdetto per ragioni di sicurezza in ragione della possibile caduta di materiale dalla scarpata stessa. Nel tratto interdetto sono presenti relitti di manufatto in calcestruzzo o metallici e altri materiali antropici.

Nei giorni del 29 e 30 Ottobre 2018 i porti di Genova, Savona e Vado Ligure sono stati interessati da condizioni meteo marine fortemente avverse, nel corso di tale evento il terrapieno destinato a parcheggio pubblico in località Margonara ha subito una forte erosione al piede del fronte su tutta la sua lunghezza (pari a 180 m circa), causando il cedimento di una porzione di piazzale.

Nella primavera 2020 il Comune di Albissola ha fatto realizzare un tratto di scogliera in massi di terza categoria avente una estensione pari a circa 14 metri al fine di un primo ripristino della scarpata nel tratto più oggetto di erosione nell'ottobre 2018, funzionale a garantire la sicurezza del parcheggio.

Nella Tavola G1 – Corografia è riportato l'inquadramento cartografico su Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000, di cui si riporta uno stralcio in Figura 1.1, con cerchiata in rosso la zona di interesse.



Figura 3.1: Area di intervento – Carta Tecnica Regionale (estratto)

Nella Tavola G3 è riportato il rilievo topografico dello stato dei luoghi, mentre un compendio fotografico dello stato di fatto è visibile nella Relazione G03 "Documentazioen Fotografica".

3.2 ESITI DELLE INDAGINI SPECIALISTICHE

Al fine della definizione del modello dello stato di fatto, si sono eseguite le indagini specialistiche ritenute necessarie.

In particolare sono state definite dettagliatamente le geometrie dei luoghi mediante rilievo topografico ed è stata redatta una relazione geologica al fine di caratterizzare i terreni interessati dalle opere di progetto.

Di seguito si descrivono le attività specialistiche eseguite.

3.2.1 RILIEVO TOPOGRAFICO

Il rilievo è stato eseguito con l'utilizzo di ricevitore satellitare GNSS e stazione totale motorizzata, il sistema di riferimento richiesto dalla committenza è "Gauss-Boaga – Fuso 32".

La precisione delle misure di rilievo è dettata dalla scala di rappresentazione richiesta e cioè 1:200, considerando un errore di graficismo pari a 0,2 mm l'approssimazione che si ottiene è pari a 0,2 mm x 200 = 40 mm ➔ 4 cm.

Inoltre è necessario considerare che il sistema di riferimento richiesto è soggetto ad un fattore di scala pari a 0,9996, pertanto nel corso della trasformazione è stato applicato il coefficiente appena citato.

Il metodo di rilievo prescelto risulta essere il rilievo integrato tra ricevitore satellitare multicostellazione GNSS, utilizzato in modalità RTK con collegamento alle stazioni permanenti e stazione totale robotica con precisione angolare pari a 2''. Tale sistema garantisce il rispetto delle approssimazioni e coefficienti citati in precedenza.

In sito sono stati posizionati n. 3 capisaldi, materializzati mediante tassello ad espansione infissi in strutture in calcestruzzo, rilevati in modalità statico-rapido i cui dati sono stati successivamente post-elaborati.

La trasformazione nel sistema di riferimento richiesto è stata effettuata mediante rototraslazione sui capisaldi presenti nell'area limitrofa al rilievo materializzati ed apposti dall'Autorità

Nell'Allegato 4 è riportata la relazione a compendio dei rilievi eseguiti, contenete i dati di rilievo e le monografie dei tre capisaldi.

3.2.2 INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

Parte integrante del presente progetto esecutivo è la relazione geologica del dott. geol. Giambattista Vezzolla, redatta in ottemperanza alle N.T.C. 2018, con lo scopo di valutare le condizioni geologico geomorfologiche dell'area interessata dall'intervento, di verificare la compatibilità dell'opera in progetto con l'attuale stato dei luoghi e di caratterizzare i terreni presenti, tramite la definizione dei loro parametri geotecnici medi.

A tale scopo, tenuto conto del contesto in cui si colloca l'area d'intervento, il professionista incaricato ha ritenuto opportuno eseguire le seguenti indagini:

- tomografia sismica (onde P) ed una prova sismica tipo MASW (SS1);

- rilievi sismici passivi (H/V1-2);
- 4 stazioni di rilievo geomeccanico (RS1-4) (affioramenti litoidi nelle vicinanze al sito).

La relazione geologica è articolata come segue:

- inquadramento geologico geomorfologico;
- indagini geofisiche;
- classificazione sismica;
- parametri sismici;
- caratterizzazione ammasso roccioso;
- analisi granulometriche;
- modello geologico e caratterizzazione geotecnica;
- indicazioni operative.

I terreni indagati sono stati quindi caratterizzati dal punto di vista geotecnico e geomeccanico, facendo riferimento a dati bibliografici desunti da indagini in situ (Standard Penetration Test) eseguite su coltri di natura analoga e ai rilievi geomeccanici eseguiti.

Vengono definiti:

- Orizzonte “a” – Terreno di riporto superficiale: si tratta del terrapieno, realizzato dal materiale proveniente dagli scavi delle gallerie autostradali, costituito da materiale eminentemente granulare, con resistenza al taglio a prevalente componente d'attrito e coesione secondaria, non interessato dalle fondazioni della mantellata in progetto. Tale orizzonte presenta uno spessore variabile da 3 m a 4 m, come risulta evidente dall’indagine sismica: gli scavi eseguiti sul rilevato nel tratto sistemato dal Comune di Albissola Marina, ne hanno evidenziato una forte eterogeneità laterale, a testimonianza delle diverse fonti di origine della colmata.
- Orizzonte “b” – Depositi di spiaggia: si tratta dei depositi costieri, grossolani, costituiti daciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa, a comportamento esclusivamente granulare, il cuispessore medio si aggira intono ai 2,5 m, presenti anche al di sotto del terrapieno e sovrastanti il substrato litoide.
- Orizzonte “c” - Substrato roccioso (“Ortogneiss I”): all’interno di tale orizzonte è inserito anche il cappellaccio d’alterazione.

3.2.3 ANALISI CHIMICHE

Nell’ambito del presente progetto, nel mese di ottobre 2020 sono state effettuate dalla ditta CPG Lab S.r.l. delle analisi chimiche e granulometriche sull’area di intervento.

Relativamente alla porzione di litorale antistante il terrapieno le analisi erano finalizzate a valutare la conformità dei sedimenti alla Tabella 4b della Parte IV dei “Criteri sui sedimenti della battigia generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili”. Per ottenere campioni di sedimento rappresentativi dei materiali

che saranno oggetto di movimentazione sono stati effettuati 4 prelievi lungo la linea di battigia ad una profondità di circa 1,5 m.

Relativamente al terrapieno stesso l'analisi era invece finalizzata a valutare la conformità dei terreni alla Colonna A Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte 4° del DL 152/2006. E' stato effettuato un campionamento medio sull'area di intervento rappresentativo del terreno superficiale della scarpata.

La posizione dei punti di prelievo e le relative analisi sono riportate nell'Allegato 5.

4 PROGETTO

Si descrivono di seguito tutti gli aspetti tecnici legati alle opere e alle scelte progettuali descrivendone i criteri, le opere e la loro l'interazione con l'ambiente circostante.

4.1 CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Le scelte progettuali si sono basate sui seguenti criteri, dettati prevalentemente dagli obiettivi di progetto:

- realizzazione di una scogliera radente con funzione di protezione della scarpata del rilevato dell'azione erosiva del moto ondoso dimensionata sulla base del clima ondoso locale ed immorsata sulla battigia;
- riprofilatura del ciglio della scarpata con una geometria volta sia a ripristinare le porzioni di piazzale erose, avendo a riferimento il limite catastale del piazzale ed i dati storici disponibili in merito all'evoluzione della linea di costa, che ad ottimizzare i quantitativi scavi/riporti;
- scelta di massi di tipologia armonica con il paesaggio circostante;
- difesa del tratto sommitale della scarpata dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento superficiale;
- riutilizzo del materiale di scavo con modalità compatibili sia con le caratteristiche geotecniche richieste che con l'ecosistema costiero;
- delimitazione del piazzale con parapetto atto a contenere possibili cadute dall'alto e paesaggisticamente gradevoli;
- mantenimento del manufatto antistante.

4.2 OPERE DI PROGETTO

Lo sviluppo del fronte del rilevato oggetto di difesa è pari a circa 185 m.

L'opera di difesa consiste in una scogliera radente avente un volume pari a circa 19 mc per metro lineare di spiaggia, la mantellata ha una pendenza di 1/1,5 ridossata alla scarpata, adeguatamente riprofilata.

La scogliera è costituita da massi naturali di III categoria (3001÷7000 kg) con peso medio pari a 5,5 t, corrispondente a un DN50 di 1,28 m. Per garantire la stabilità della mantellata i diametri dei massi devono rientrare nel range 0,75÷1,25 DN50 e devono rispettare il seguente rapporto DN85/DN15<1,5. La scogliera ha uno spessore indicativo di 2,5 m, in modo tale da garantire un doppio strato di massi. Lo strato filtro sarà realizzato mediante un geotessile tessuto monofilamento di dimensioni adeguate a contenere la dispersione del materiale fine.

Le rocce scelte per la scogliera dovranno provenire da contesti geologici simili a quello che caratterizza il sito, ovvero di litologie quali gneiss e anfibioliti. Si prevede la possibilità di utilizzare massi di litologie più diffuse, come quelle sedimentarie e/o calcaree, per gli strati non a vista, in tal caso il quantitativo minimo di massi tipo gneiss e anfiboliti dovrà essere pari a 3.550 t, pari a circa il 52% del quantitativo totale.

L'altezza fuori terra della mantellata è pari a 3,5 m, con un piede di spessore pari a circa 1,5 m e lunghezza totale pari a 3,65 m. la quota di imposta della scogliera è stata definita, sulla base delle caratteristiche attuali della battigia, pari a – 0,1 m s.l.m.m. cosicché la quota di base della mantellata, al netto del piede è pari a 1,40 m s.l.m.m. (con eccezione della parte terminale lato Albissola, dove tale quota si alza progressivamente fino a 1,5 m per necessità di raccordo).

La quota sommitale della scogliera è quindi pari a 4,90 m s.l.m.m., poiché il piazzale a quote variabili fra +5 m e +9 m circa (in crescita da est verso ovest) fra la sommità della scogliera ed il ciglio del piazzale verrà creata una scarpata a 45° rinverdita e protetta mediante biorete in fibra di cocco, avente andamento crescente da est verso ovest. Il piazzale sarà delimitato da un parapetto in legno ed ornato mediante arbusti di tamerici; le essenze per il rinverdimento della scarpata sono state scelte fra le specie mediterranee compatibili con l'esposizione all'ambiente salmastro, si prevede quindi una combinazione disposta a quinconce di Mirto, Corbezzolo e Lentisco nella misura di due arbusti a mq.

In prossimità del ciglio è, inoltre, prevista una canaletta di raccolta delle acque piovane finalizzata a limitare il ruscellamento lungo la scarpata.

Si precisa che il parapetto risulta essere il limite dell'intervento lato monte e che non sono comprese nel presente progetto opere per la sistemazione del parcheggio.

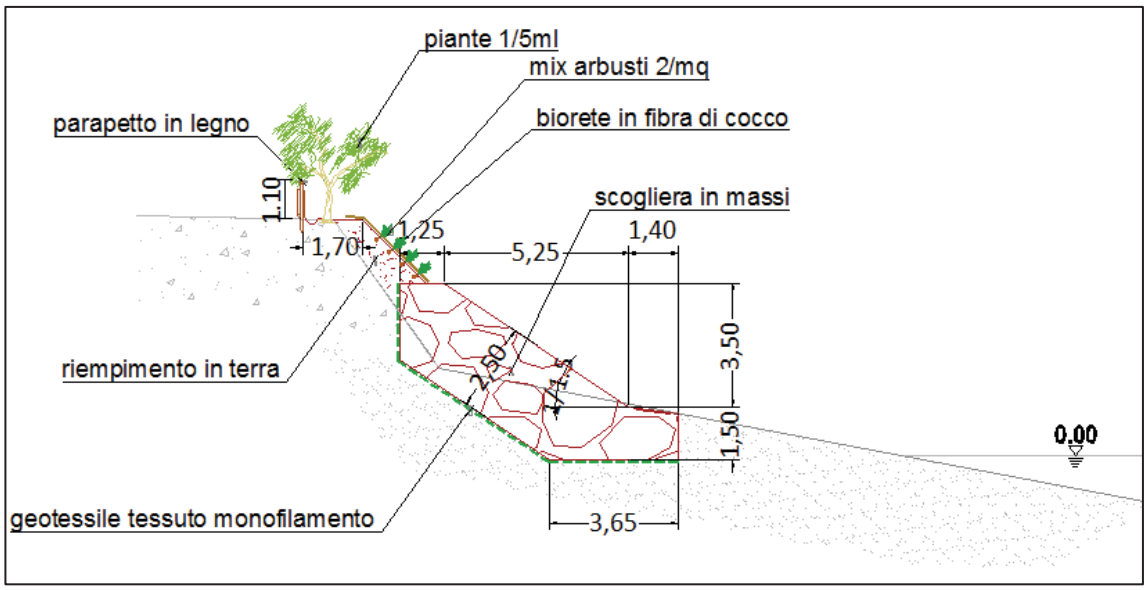


Figura 4.1: Sezione tipo

4.3 ASPETTI PROGETTUALI

4.3.1 ASPETTI PAESAGGISTICI

L'obiettivo primario della valutazione dell'impatto paesaggistico di un'opera è quello di accertare gli effetti sull'ambiente indotti da un intervento, al fine di dimostrarne la compatibilità con il contesto paesistico-ambientale circostante.

Le possibili interferenze riguardano:

- interferenza dovuta all'intervento nei confronti del paesaggio inteso come sedimentazione di segni e tracce dell'evoluzione storica del territorio;
- effetti dell'intervento in relazione alla percezione che ne hanno i "fruitori", siano essi permanenti o occasionali, quindi in relazione al modo nel quale i nuovi manufatti si inseriscono nel contesto, inteso come ambiente percepito.

Per quanto riguarda l'aspetto paesaggistico in esame si è fatto riferimento ai repertori dei beni storico-culturali contenuti nei documenti di pianificazione a livello comunale. La valutazione è stata pertanto condotta considerando l'interferenza dei beni con le opere a progetto.

Per quanto riguarda, invece, l'impatto percettivo del progetto sui "fruitori", sono state valutate le caratteristiche visive delle opere da realizzare e il loro futuro inserimento nel contesto tramite l'elaborazione di un fotoinserimento.

I potenziali impatti del progetto sul paesaggio sono essenzialmente riconducibili:

- alla fase di cantiere (realizzazione di scavi e demolizioni, movimentazione delle terre e dei massi, presenza fisica dei cantieri);
- alla fase di esercizio (presenza fisica delle opere).

L'impatto sul paesaggio in fase di cantiere è stimato di lieve entità, vengono comunque proposte soluzioni di mitigazione quali il mantenimento delle aree di cantiere in condizioni di ordine e pulizia e il ripristino a fine lavori dei luoghi.

L'impatto sul paesaggio in fase di esercizio è da considerarsi nullo.

Riguardo invece alla percezione visiva da parte dei "fruitori", le rocce scelte per lo strato superiore della scogliera provengono da contesti geologici simili a quello che caratterizza il sito, ovvero di litologie quali gneiss e anfibioliti, mentre si prevede la possibilità di utilizzare massi di litologie più diffuse, come quelle sedimentarie e/o calcaree, per lo strato inferiore della scogliera, per questioni di reperibilità sul mercato. Quindi il quantitativo minimo di massi tipo gneiss e anfiboliti dovrà essere pari a 3.550 t, pari a circa il 52% del quantitativo totale.

Inoltre le essenze per il rinverdimento della scarpata sono state scelte fra le specie mediterranee compatibili con l'esposizione all'ambiente salmastro, si prevede quindi una combinazione disposta a quinconce di mirto (*Myrtus Communis*), corbezzolo (*Arbutus Unedo*) e lentisco (*Pistacia Lentiscus*). Per il filare di arbusti è stata scelta la tamerice (*Tamarix Gallica*).

Infine è stata fatta una simulazione dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto, mediante un fotoinserimento.

Si rimanda alla Relazione Paesaggistica (I0101\ESE\ESE\GNR\R004) per maggiori dettagli.

4.3.2 ASPETTI AMBIENTALI

La valutazione dei potenziali effetti sulle componenti ambientali ha considerato il tratto di costa antistante il terrapieno e le aree immediatamente adiacenti.

A regime gli interventi determineranno la messa in sicurezza del rilevato contro l'erosione del moto ondoso grazie alla realizzazione di una scogliera radente e alla sistemazione della scarpata soprastante e non comporteranno modifiche rilevanti dal punto di vista ambientale ai luoghi circostanti.

Le tematiche ambientali di rilievo sono legate, dunque, alla fase di cantiere; le componenti ambientali su cui sono prevedibili effetti negativi sono:

- ambiente marino;
- suolo e sottosuolo;
- atmosfera e qualità dell'aria;
- rumore;
- flora e vegetazione.

Per quanto riguarda l'ambiente marino le lavorazioni a progetto sono limitate al terrapieno, alla battigia e ai primi metri di profondità antistanti le aree di intervento. I principali fattori di impatto su tale componente, in fase di cantiere, sono rappresentati essenzialmente da un potenziale incremento della torbidità delle acque durante le lavorazioni e dal possibile rilascio di oli e lubrificanti dalle macchine operatrici in caso di evento accidentale. I sedimenti movimentati lungo la linea di battigia interesseranno, profondità non superiori ai 2 m ed interesseranno i primi 5 m dalla linea di battigia, dove non risulta essere presente posidonia. In relazione al contenuto trascurabile della componente pelitica ed alla breve durata del cantiere, si può affermare che gli impatti sul posidonieto rimasto e sulla componente ambientale in generale siano trascurabili.

Per quanto riguarda suolo e sottosuolo, i movimenti terra previsti nelle lavorazioni a progetto consistono principalmente nella riprofilatura della scarpata del terrapieno per la posa in opera della scogliera radente e la sistemazione soprastante con biorete in fibra di cocco ed essenze verdi. Sulla battigia si provvederà a proteggere il piede della scogliera e a spandere il materiale di risulta scavato in spiaggia nel tratto antistante, entro profondità limitate con un quantitativo stimato in circa 10 mc/m di spiaggia.

Per quanto riguarda l'atmosfera, la qualità dell'aria, il rumore e la flora non si ritiene che possano esserci impatti rilevanti.

Si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale (I0101\ESE\ESE\GNR\R005) per maggiori dettagli.

4.3.3 GESTIONE DEI MATERIALI

Le lavorazioni previste a progetto comporteranno principalmente la produzione di materiale inerte dagli scavi per la riprofilatura del rilevato e della spiaggia antistante.

In Tabella 4.1 sono dettagliati i quantitativi di materiale movimentato per scavi e riporti, questi ultimi differenziati per la parte da costipare in testa alla scogliera radente e la parte da sistemare al piede dell'opera.

Data la tipologia delle opere a progetto è possibile il completo riutilizzo in cantiere del materiale scavato.

Intervento	Materiale del rilevato	Materiale di spiaggia
Scavi (mc in banco)	1.810,93	1.656,98
Riporti (mc in banco)	1.842,96	321,63
Differenza	-32,03	1.335,35
Spandimento in spiaggia		**1.303,32**

Tabella 4.1: Stima del bilancio scavi-riporti

Nello specifico il materiale proveniente del rilevato sarà reimpiegato per il riempimento e la riprofilatura dello stesso. Eventuale disavanzo di materiale dovrà essere conferito a discarica. Il materiale proveniente dalla spiaggia sarà reimpiegato innanzitutto per il riempimento dei volumi di progetto afferenti al litorale e poi per il riempimento del rilevato. Il disavanzo sarà distribuito sulla battigia antistante il terrapieno.

Lo spandimento del disavanzo di sedimenti è considerato ripascimento di natura stagionale, con un volume di materiale impiegato non superiore a 10 m^3/m lineare di spiaggia. Esso sarà effettuato con mezzi terrestri, utilizzando una pista di cantiere già esistente, e sarà limitato alla fascia dinamica annuale.

Per valutare la possibilità di riutilizzo in sito del terreno scavato nei riempimenti necessari alla riprofilatura della scarpata sulla sommità della scogliera di progetto, secondo quanto previsto dal dall'Art. 24 del DPR 120/2017 è stata effettuata l'analisi chimica di un campione medio rappresentativo della porzione di rilevato interessata dal progetto.

I risultati (riportati in Allegato A alla presente relazione) hanno riscontrato la conformità alla Colonna A Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte 4° del DL 152/2006.

Per valutare la possibilità di movimentazione sulla battigia antistante dei sedimenti di spiaggia scavati per la realizzazione dell'imbasamento della mantellata, è stata effettuata l'analisi chimica e granulometrica di 4 campioni prelevati lungo il tratto di intervento. Poiché il tratto di costa oggetto di intervento ricade nell'unità fisiografica UF_17 ma non appartiene alla cella litorale di Albissola Marina, la fonte di materiale è stata considerata cautelativamente in analogia a "attività di scavo terrestre in roccia o in sedimenti sciolti". L'analisi dei sedimenti è stata effettuata conformemente a quanto richiesto dalla Tabella 4b della Parte IV dei "*Criteri generali da osservarsi nella progettazione degli interventi stagionali di ripascimento degli arenili*" (testo coordinato di cui alla DGR 1209 del 20/12/2016 ed alla DGR 95 del 08/02/2017).

I risultati analitici (riportati nell'Allegato 5 alla presente relazione) hanno riscontrato un materiale di spiaggia "ben classato" (D60/D10 > 2.5), composto in maggioranza da ghiaia (sempre > 50%) e sabbia medio grossolana le cui dimensioni maggiormente presenti sono comprese tra 1-2 mm. La frazione fine (limo argilla) è presente in valori minimi (massimo valore a 0,13% in peso, cumulata 0,28%).

Campione	Spiaggia	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Pelite (%)	D50 (mm)	D60/D10
20LA20181	Margonara	69.71	30.26	0.04	3.00	4.00
20LA20182	Margonara	81.78	18.09	0.13	3.30	2.80
20LA20183	Margonara	66.44	33.51	0.05	3.00	2.90
20LA20184	Margonara	59.22	40.72	0.06	2.70	3.40

Tabella 4.2: Analisi granulometrica dei sedimenti

Per nessuno dei parametri ricercati sono state riscontrate eccedenze ai valori limite.

4.3.4 ASPETTI GESTIONALI E MANUTENTIVI

Il Piano di Manutenzione costituisce il principale strumento di gestione delle attività manutentive pianificabili. Mediante tale strumento si programmano gli interventi, si individuano e allocano le risorse occorrenti, si perseguono obiettivi trasversali rivolti a ottimizzare le economie gestionali e organizzative e innalzare il livello delle prestazioni delle opere che tendono naturalmente a decadere nel tempo. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi o di effettiva realizzazione, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza e il valore economico.

I documenti operativi e costitutivi del piano di manutenzione, che fanno parte di un Piano di Manutenzione, sono i seguenti:

a) il manuale d'uso;
b) il manuale di manutenzione;
c) il programma di manutenzione.

Il presente Progetto Esecutivo si pone come obiettivo la messa in sicurezza del terrapieno Margonara tramite i seguenti interventi:

1) realizzazione di una scogliera radente in massi naturali a spigoli vivi, alta 3,5 m fuori terra e disposta con una pendenza di 1/1,5;
2) scarpata a 45° protetta mediante biorete in fibra di cocco e rinverdita, sovrastante la scogliera fino alla quota di sommità del rilevato;
3) parapetto in legno di delimitazione dell'area adibita a parcheggio ornato mediante un filare di arbusti;
4) cunetta laterale per l'allontanamento delle acque meteoriche lungo la rampa di accesso in spiaggia.

Tali interventi citati non costituiscono un bene da consegnare a terzi ma sono lavorazioni necessarie a proteggere il terrapieno dell'azione erosiva del moto ondoso e i fruitori del parcheggio dal pericolo di caduta. Per tale motivo le lavorazioni non necessitano di un Manuale d'Uso, in quanto non ne è prevista la fruizione da parte degli utenti, dunque si ritiene non possano essere oggetto di usi impropri.

Si rimanda alla relazione specialistica (I0101\ES\ES\GNR\R014) per maggiori dettagli.

4.3.5 ASPETTI SULLA SICUREZZA

L'intervento di messa in sicurezza consente il ripristino dell'intera area adibita a parcheggio, recuperando le geometrie precedenti all'evento meteomarino dell'ottobre 2018.

In ogni caso in occasione di **allerta meteo arancione e rossa** per possibili mareggiate è necessario **interdire l'accessibilità** a tutto il rilevato procedendo con lo **sgombero di veicoli** eventualmente già presenti, per tutto il periodo dell'allerta.

4.4 DISPONIBILITÀ DELLE AREE DA UTILIZZARE

Le opere di progetto, l'intero piazzale destinato a cantiere e la rampa di accesso all'arenile ricadono interamente su sedimi appartenenti al demanio pubblico dello Stato (CT del Comune di Albissola Marina - part. 183 del foglio 4, part. 936 e 1005 del foglio 5). Non si rendono pertanto necessari espropri né occupazioni temporanee.

La planimetria catastale è riportata nell'Allegato 1.

Il piazzale risulta in concessione da Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale al Comune di Albissola Marina; andranno quindi regolati i relativi rapporti concessori prima della pubblicazione della gara per l'affidamento dei lavori.

4.5 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

L'area corrispondente alle opere di progetto non è interessata dal passaggio di sottoservizi.

Sono presenti nell'area del parcheggio adibita a cantiere alcuni elementi della rete di illuminazione e a servizio della sosta: due pali di illuminazione, due parchimetri e la relativa rete di alimentazione, di cui si è appurata la presenza e il posizionamento a seguito di sopralluoghi e richiesta di informazioni al Comune di Albissola.

In ogni caso i sottoservizi presenti, riportati graficamente nell'Allegato 2, non generano interferenze con le opere e le lavorazioni.

5 DIMENSIONAMENTO OPERE MARITTIME

L'opera a progetto si tratta sostanzialmente di una scogliera a sostegno e protezione di un terrapieno ad uso parcheggio realizzato tra la strada SS1 e la linea di costa. La scogliera in questo caso è una difesa radente che serve ad "irrigidire" la linea di costa per impedirne l'arretramento per erosione.

Il piede della scogliera rimane a quota superiore rispetto al livello del mare, con una striscia di spiaggia antistante, per cui l'opera viene sollecitata direttamente dalle onde solo in occasione di mareggiate intense, durante le quali la striscia di spiaggia viene asportata e il livello del mare si sopraeleva per fenomeni meteorologici e di moto ondoso.

Per la modellazione delle opere marittime di progetto si è fatto riferimento allo "Studio Meteromarino a supporto della progettazione esecutiva" (Technital 2019) per i lavori di ripristino delle opere foranee nei bacini portuali di Savona e Vado Ligure fornito dall'Autorità Portuale.

Da tale studio sono stati ricavati le caratteristiche del paraggio, i livelli del mare e il clima ondoso di riferimento al largo.

5.1 CLIMA ONDOSO DI RIFERIMENTO

5.1.1 IL PARAGGIO DEL TERRAPIENO MARGONARA

Il terrapieno Margonara si trova al limite di ponente del paraggio tra Capo Torre in Comune di Albisola Superiore e Punta Margonara in Comune di Albissola Marina, con un'esposizione compresa tra 132 °N e 158 °N e un settore di massimo fetch proveniente da sud-est. Il sito risulta naturalmente protetto nei confronti degli eventi ondosi di maggiore intensità provenienti da Libeccio per la presenza del porto di Savona.

La batimetria, tipica delle coste liguri, raggiunge profondità superiori ai 50 o anche ai 100 m a poca distanza dalla costa, per cui le onde al largo non subiscono significative variazioni in altezza, periodo di picco e direzione fino in prossimità della riva.

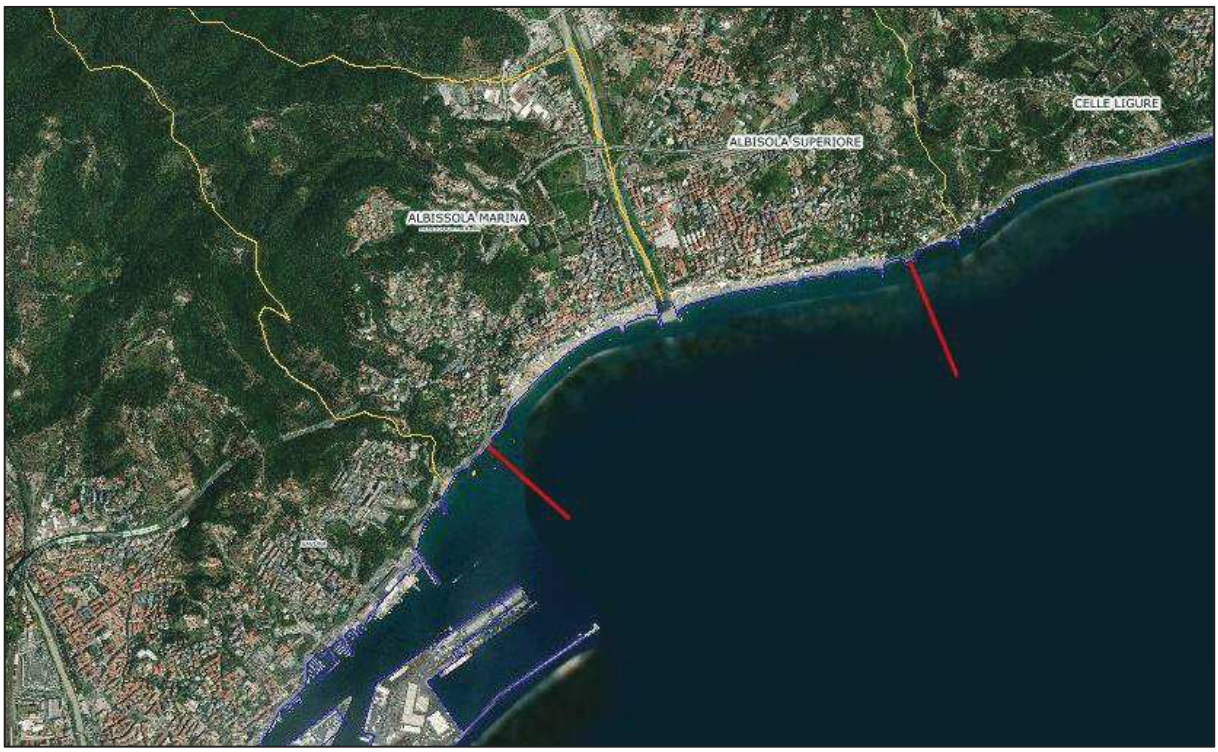


Figura 5.1: Paraggio

5.1.2 I LIVELLI DEL MARE

Le variazioni del livello marino sono dovute alle interazioni tra la marea astronomica e la componente meteorologica, dovuta agli effetti indotti sulla superficie marina dalla pressione atmosferica e dal vento.

Per determinare il livello estremo di mare, lo Studio Meteomarino citato ha elaborato la serie storica delle registrazioni di marea relative al periodo 1998-2008 del mareografo di Genova, separando la componente astronomica da quella meteorologica e analizzando i dati in maniera statistica. Nel Golfo di Genova l'ampiezza di marea astronomica è generalmente modesta la stima per il periodo indagato è pari a +0,12 m; per la componente meteorologica i valori variano da +0,26 m a +0,71 m a seconda del periodo di ritorno considerato, da 1 a 500 anni.

5.1.3 EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSO AL LARGO

Lo Studio Meteomarino ha analizzato le misurazioni di moto ondoso al largo disponibili, selezionando i valori utilizzabili in base alla loro affidabilità, alla prossimità al sito in esame (tra Savona e Vado Ligure) e all'estensione, in numero di anni rilevati, del campione di dati.

Sono stati quindi elaborati i dati dell'United Kingdom Meteotological Office (UKMO, 20 anni – 1987-2008) e del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova (DICCA, 40 anni – 1979-2018) per la definizione del clima e degli estremi ondosi al

largo. Le elaborazioni evidenziano i settori di provenienza di maggior interesse per i paraggi di Savona e Vado Ligure, ovvero quello da Libeccio(con altezze d'onda maggiori) e quello da Scirocco.

Lo Studio riporta poi le mareggiate più frequenti e gravose occorse nei periodi di dati considerati, descrivendo le altezze d'onda significative e la direzione di provenienza. Tali dati vengono poi analizzati con metodo statistico al fine di individuare le caratteristiche progettuali di maggiore importanza per il dimensionamento e la verifica delle opere di interesse.

Per estrapolare gli eventi estremi con periodo di ritorno elevato (50, 100, 500, 1000 anni) è stata considerata la serie storica dei dati DICCA, più consistente e comprendente la mareggiata dell'ottobre 2018, particolarmente gravosa. Il settore di traversia di interesse è compreso tra le direzioni 50°N e 240°N, suddiviso in 4 sotto-settori con caratteristiche di esposizione e ondametriche simili:

- settore 50°N – 100°N;
- settore 100°N – 150°N;
- settore 150°N – 190°N;
- settore 190°N – 240°N.

Per tutti i settori nell'analisi statistica sono stati considerati valori di soglia che garantissero un campione di dati pari ad almeno 2-3 eventi all'anno e diversi tempi di ritorno, verificando la bontà del fit dei dati alla distribuzione statistica utilizzata (Gumbell o Weibull a 3 parametri).

Sono state poi determinate le correlazioni per gli eventi estremi tra le altezze d'onda significative e il periodo. I valori ottenuti sono risultati in linea con i valori normalmente validi per il Mediterraneo e con quelli di studi precedenti. Sono state determinate anche le correlazioni tra le altezza d'onda e la velocità del vento, necessarie per la definizione delle condizioni al contorno del modello numerico SWAN per la propagazione del moto ondoso verso costa.

Lo studio condotto ha permesso di definire le caratteristiche del moto ondoso al largo del sito in esame per i 4 settori di provenienza in cui esso è stato suddiviso. Sulla base della serie di dati del DICCA relativi al periodo 1979-2018, sono stati calcolati gli eventi estremi, per tempi di ritorno compresi tra 1 e 1000 anni, e per i settori 50-100 °N, 100–150 °N, 150–190 °N e 190-240 °N.

I risultati, settore per settore, sono descritti nel seguito. Le mareggiate più gravose sono quelle provenienti dal settore di libeccio da 190-240°N e da scirocco 100-150°N.

Settore 50-100 °N			
TR (anni)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)
1	2.3	5.8	6.5
2	2.6	6.0	6.8
5	3.1	6.5	7.3
10	3.4	6.9	7.6
15	3.6	7.0	7.8
20	3.7	7.0	7.9
25	3.8	7.2	8.0
50	4.1	7.4	8.2
100	4.3	7.5	8.4
150	4.5	7.6	8.6
250	4.7	7.7	8.7
500	5.0	7.8	8.9
1000	5.3	8.0	9.1

Settore 150-190 °N			
TR (anni)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)
1	1.7	5.9	6.8
2	2.1	6.3	7.4
5	2.7	6.9	8.0
10	3.1	7.2	8.4
15	3.3	7.4	8.6
20	3.5	7.6	8.8
25	3.6	7.6	9.0
50	4.1	8.0	9.3
100	4.5	8.3	9.6
150	4.7	8.4	9.7
250	5.1	8.6	10.0
500	5.5	8.9	10.2
1000	5.9	9.1	10.5

Settore 100-150 °N			
TR (anni)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)
1	2.4	6.1	7.1
2	2.8	6.6	7.5
5	3.3	7.0	8.1
10	3.8	7.4	8.5
15	4.0	7.6	8.7
20	4.2	7.7	8.8
25	4.3	7.8	8.9
50	4.8	8.1	9.3
100	5.2	8.4	9.7
150	5.5	8.5	9.8
250	5.8	8.7	10.0
500	6.2	9.0	10.3
1000	6.6	9.2	10.5

Settore 190-240 °N			
TR (anni)	Hs (m)	Tm (s)	Tp (s)
1	4.2	8.2	9.4
2	4.6	8.5	9.7
5	5.1	8.8	10.0
10	5.5	9.0	10.2
15	5.7	9.1	10.3
20	5.9	9.2	10.4
25	6.0	9.2	10.4
50	6.4	9.4	10.6
100	6.8	9.6	10.8
150	7.1	9.7	10.9
250	7.4	9.8	11.0
500	7.8	10.0	11.2
1000	8.2	10.1	11.3

Tabella 5.1: Statistica degli eventi estremi

5.2 VERIFICHE PER IL DIMENSIONAMENTO

5.2.1 VITA UTILE E PERIODO DI RITORNO

Seguendo le "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si è valutata la durata di vita presunta dell'opera a progetto considerando le sue caratteristiche funzionali. Nella seguente tabella sono suggeriti i valori di vita utile (T_V) in base al tipo di opera e al livello di sicurezza richiesto.

Tipo dell'opera	Livello di sicurezza richiesto		
	1	2	3
	Vita dell'opera (anni)		
Infrastrutture di uso generale	25	50	100
Infrastrutture ad uso specifico	15	25	50

Tabella 5.2: Durata minima di vita per opere marittime (T_V)

Per infrastrutture di uso generale di intendono opere di difesa di complessi civili, commerciali o industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine di vita funzionale dell'opera. Per infrastrutture ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc.

Il livello di sicurezza 1 si riferisce ad opere e installazioni di interesse locale e ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (difese costiere, scarichi a mare, strade litoranee, ecc.). Il livello di sicurezza 2 si riferisce ad opere e installazioni di interesse generale, comportanti un rischio moderato di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città, ecc.). Il livello di sicurezza 3 si riferisce ad opere e installazioni di interesse sopranazionale e di protezione dalle inondazioni, comportanti un rischio elevato di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (difese di centri urbani o industriali, ecc.).

L'opera a progetto, una massicciata a protezione di un posteggio sulla strada litoranea, è stata considerata infrastruttura di uso generale con livello di sicurezza richiesto pari a 1, per cui la sua vita utile è pari a 25 anni.

$$T_V = 25\ anni$$

Occorre quindi valutare la massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita utile dell'opera (P_f), considerando la possibilità di danneggiamento incipiente (per strutture flessibili e riparabili per le quali si può stabilire un livello di danneggiamento oltre il quale è necessario intervenire con lavori di manutenzione) o di distruzione totale (per strutture rigide per le quali è estremamente difficile riparare il danno). Nella valutazione si

tiene anche conto del livello di rischio per la vita umana (limitato se non è logico prevederlo, elevato se è preventivabile) e della ripercussione economica bassa/media/alta data dal rapporto tra i costi di danneggiamento (sia diretti per le riparazione sia indiretti per la perdita di funzionalità) e i costi di realizzazione dell'opera (bassa < 5, 5 < media < 20, alta > 20).

Danneggiamento incipiente		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0.50	0.30
Media	0.30	0.20
Alta	0.25	0.15
Distruzione totale		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0.20	0.15
Media	0.15	0.10
Alta	0.10	0.05

Tabella 5.3: Probabilità di danneggiamento (P_f)

L'opera a progetto è di tipo flessibile (danneggiamento incipiente), con bassa ripercussione economica e limitato rischio per la vita umana.

$$P_f = 0.50$$

La combinazione del tempo di vita dell'opera T_V e della probabilità di danneggiamento P_f determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto (T_{RP}), secondo la formula:

$$T_{RP} = \frac{T_V}{-\ln(1 - P_f)} = 36.07\ anni$$

A favore di sicurezza si considera quindi:

$$T_{RP} = 50\ anni$$

5.2.2 MOTO ONDOSO AL LARGO

Partendo dall'analisi degli eventi estremi al largo relative ai 4 settori individuati al capitolo precedente dallo Studio Meteomarino citato (Tabella 5.1), sono state considerate le condizioni ondose relative al tempo di ritorno di progetto della scogliera, riportate nella tabella sottostante.

TR 50 anni			
Settore	Hm0 (m)	Tm0 (s)	Tp(s)
50-100 °N	4.1	7.4	8.2
100-150 °N	4.8	8.1	9.3
150-190 °N	4.1	8.0	9.3
190-240 °N	6.4	9.4	10.6

Tabella 5.4: Caratteristiche moto ondoso al largo

Il terrapieno Margonara rimane più esposto alle mareggiate di Scirocco (100-150°N), mentre risulta protetto da quelle di Libeccio (190-240°N) dalla presenza della diga foranea del porto di Savona. Tuttavia il fetch che genera le mareggiate di Scirocco è minore rispetto a quello di Libeccio e la presenza della diga foranea determina il fenomeno di diffrazione del moto ondoso proveniente da Libeccio che tende a ruotare e ad arrivare con attacco frontale davanti al terrapieno in questione.

Sono state quindi considerate diverse direzioni di propagazione, in analogia a quanto elaborato nello Studio Meteomarino per la determinazione dell'altezza d'onda di progetto in corrispondenza delle dighe foranee di Vado Ligure e Savona, con riferimento alle seguenti direzioni di attacco del moto ondoso al largo: 70°N, 100°N, 130°N, 160°N, 190°N, 205°N e 220°N.

5.2.3 PROPAGAZIONE MOTO ONDOSO VERSO RIVA

Per la propagazione dell'onda dal largo verso riva sono state assunte le seguenti ipotesi:

- modesta pendenza del fondo;
- dissipazioni legate soltanto a fenomeni di frangimento;
- batimetriche rettilinee e parallele alla linea di riva.

Propagandosi verso riva su fondali via via decrescenti, le onde subiscono una serie di trasformazioni geometriche e perdite di energia che alla fine conducono al loro frangimento. Le modifiche delle caratteristiche ondose durante la propagazione verso riva sono indotte essenzialmente dai fenomeni di:

- shoaling, per l'effetto "fondale" che modifica la celerità di gruppo delle onde causandone prima una riduzione e poi un sostanziale aumento di altezza;
- rifrazione, per la differenza tra la direzione della linea di riva e quella del fronte d'onda;
- saturazione, per la dissipazione superficiale di energia dovuta a frangimenti parziali.

Tali fenomeni vengono considerati tramite il calcolo di opportuni coefficienti riferiti alla profondità locale.

Coefficiente di shoaling: $Ks = \frac{1}{\sqrt{\tanh(kh)\left[1+\frac{2kh}{senh(2kh)}\right]}}$

dove:

- k è il numero d'onda pari a 2π/L (1/m)
- L è la lunghezza d'onda (m)
- h è la profondità locale (m)

Coefficiente di rifrazione: $Kr = \sqrt{\frac{\cos(\alpha_{m0})}{\cos(\alpha)}}$

dove:

- α_{m0} è l'angolo di attacco del moto ondoso al largo tra le ortogonali d'onda e le ortogonali alle batimetriche (°)
- α è l'angolo di attacco del moto ondoso calcolato localmente in base alla legge di Snell (°)

$$sen(\alpha) = sen(\alpha_{m0})\frac{L}{L_0}$$

- L_0 è la lunghezza d'onda al largo (m).

Coefficiente di saturazione: $Ksat = \sqrt{(\tanh(kh)^{1.67}}$

L'altezza d'onda che si propaga con questi fenomeni risulta quindi:

$$H = \min(H_0 * Ks * Kr; H_0 * Ksat)$$

Inoltre, nella zona a profondità intermedia e bassa, avviene anche il frangimento delle onde che raggiungono ripidità delle creste troppo elevate. La profondità al largo è considerata "infinita" per valori del rapporto h/L (profondità / lunghezza d'onda) superiori a 0,5, "finita" per valori inferiori distinti in profondità "intermedia" e "bassa" per valori compresi tra 0,5 e 0,05 o inferiori a 0,05.

L'altezza d'onda locale va poi limitata con l'altezza d'onda al frangimento, calcolata con la formula di Goda per onde regolari:

$$H_f = A * L_0 * \left\{1 - \exp\left[-\frac{3\pi^2 h}{gT^2}(1 + 15tan^{\frac{4}{3}}\theta)\right]\right\}$$

dove:

- A è un coefficiente che può assumere valori tra 0,12 e 0,17 (è stato assunto 0,12)
- T è il periodo dell'onda al largo (s)

- tanθ è la pendenza del fondale, considerata pari al 2% (valore tipico delle coste liguri).

Quando tale altezza supera l'altezza d'onda propagata inizia la zona dei frangenti, che possono essere distinti in diverse tipologie a seconda del valore del parametro di Iribarren:

$$\xi = \frac{tan\theta}{\sqrt{\frac{H_f}{L_0}}}$$

Tipo di frangimento	ξ
spilling	<0.4
plunging	0.4-2.0
surging / collapsing	>2.0

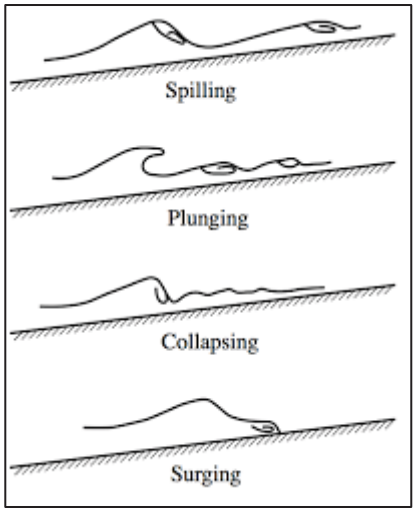


Tabella 5.5: Tipologie di frangimento delle onde

Partendo dai valori di moto ondoso al largo della Tabella 5.4 sono state quindi ricavate le altezze d'onda nella propagazione verso riva.

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori menzionati per le diverse direzioni di attacco.

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
70°N	4.10	8.20	104.98	65.00

Tabella 5.6: Moto ondoso al largo – Direzione 70°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	104.92	0.95	infinita	1.000	64.92	0.999	1.000	4.09	12.50	0.06	non frange
80.00	104.77	0.76	infinita	0.999	64.75	0.995	1.000	4.08	12.34	0.06	non frange
60.00	104.23	0.58	infinita	0.996	64.13	0.984	0.999	4.02	11.92	0.06	non frange
40.00	102.04	0.39	intermedia	0.973	61.75	0.945	0.988	3.77	10.79	0.06	non frange
20.00	91.66	0.22	intermedia	0.916	52.31	0.831	0.898	3.12	7.83	0.07	non frange
15.00	84.88	0.18	intermedia	0.914	47.12	0.788	0.834	2.95	6.52	0.08	non frange
10.00	74.00	0.14	intermedia	0.939	39.71	0.741	0.734	2.85	4.85	0.09	non frange
9.50	72.58	0.13	intermedia	0.944	38.80	0.736	0.721	2.85	4.66	0.09	non frange
9.00	71.09	0.13	intermedia	0.950	37.86	0.732	0.708	2.85	4.46	0.10	non frange
8.50	69.51	0.12	intermedia	0.956	36.87	0.727	0.694	2.85	4.26	0.10	non frange
8.00	67.84	0.12	intermedia	0.964	35.85	0.722	0.680	2.79	4.06	0.10	non frange
7.50	66.07	0.11	intermedia	0.972	34.78	0.717	0.664	2.72	3.85	0.10	non frange
7.00	64.20	0.11	intermedia	0.982	33.66	0.713	0.648	2.66	3.63	0.11	non frange
6.50	62.22	0.10	intermedia	0.993	32.49	0.708	0.631	2.59	3.41	0.11	non frange
6.00	60.11	0.10	intermedia	1.005	31.26	0.703	0.613	2.51	3.19	0.11	non frange
5.50	57.86	0.10	intermedia	1.020	29.97	0.698	0.593	2.43	2.95	0.12	non frange
5.00	55.45	0.09	intermedia	1.037	28.60	0.694	0.573	2.35	2.72	0.12	non frange
4.50	52.87	0.09	intermedia	1.056	27.16	0.689	0.550	2.26	2.47	0.13	non frange
4.00	50.08	0.08	intermedia	1.080	25.62	0.685	0.526	2.16	2.23	0.14	non frange
3.75	48.60	0.08	intermedia	1.093	24.81	0.682	0.513	2.11	2.10	0.14	spilling
3.50	47.06	0.07	intermedia	1.108	23.97	0.680	0.500	2.05	1.97	0.15	spilling
3.25	45.44	0.07	intermedia	1.124	23.10	0.678	0.486	1.99	1.84	0.15	spilling
3.00	43.75	0.07	intermedia	1.143	22.19	0.676	0.471	1.93	1.71	0.16	spilling
2.75	41.97	0.07	intermedia	1.163	21.24	0.673	0.455	1.87	1.58	0.16	spilling
2.50	40.10	0.06	intermedia	1.187	20.25	0.671	0.439	1.80	1.44	0.17	spilling
2.25	38.11	0.06	intermedia	1.213	19.21	0.669	0.421	1.73	1.30	0.18	spilling
2.00	35.99	0.06	intermedia	1.245	18.10	0.667	0.402	1.65	1.17	0.19	spilling
1.75	33.72	0.05	intermedia	1.282	16.93	0.665	0.381	1.56	1.03	0.20	spilling
1.50	31.27	0.05	bassa	1.327	15.66	0.663	0.358	1.47	0.89	0.22	spilling
1.25	28.58	0.04	bassa	1.383	14.29	0.660	0.333	1.37	0.74	0.24	spilling
1.00	25.60	0.04	bassa	1.456	12.77	0.658	0.304	1.25	0.60	0.27	spilling
0.75	22.20	0.03	bassa	1.558	11.05	0.656	0.271	1.11	0.45	0.31	spilling
0.50	18.14	0.03	bassa	1.716	9.01	0.654	0.229	0.94	0.30	0.37	spilling

Tabella 5.7: Propagazione verso riva – Direzione 70°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
100°N	4.80	9.30	135.04	35.00

Tabella 5.8: Moto ondoso al largo – Direzione 100°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	134.72	0.74	infinita	0.999	34.91	0.999	1.000	4.79	15.83	0.06	non frange
80.00	134.19	0.60	infinita	0.996	34.75	0.998	0.999	4.78	15.42	0.06	non frange
60.00	132.66	0.45	intermedia	0.985	34.30	0.996	0.994	4.71	14.52	0.06	non frange
40.00	127.80	0.31	intermedia	0.949	32.88	0.988	0.968	4.50	12.63	0.07	non frange
20.00	110.34	0.18	intermedia	0.914	27.95	0.963	0.842	4.04	8.59	0.08	non frange
15.00	100.62	0.15	intermedia	0.926	25.30	0.952	0.772	3.71	7.01	0.09	non frange
10.00	86.25	0.12	intermedia	0.967	21.49	0.938	0.673	3.23	5.10	0.10	non frange
9.50	84.45	0.11	intermedia	0.974	21.02	0.937	0.661	3.17	4.89	0.11	non frange
9.00	82.57	0.11	intermedia	0.982	20.53	0.935	0.648	3.11	4.67	0.11	non frange
8.50	80.60	0.11	intermedia	0.990	20.02	0.934	0.635	3.05	4.45	0.11	non frange
8.00	78.53	0.10	intermedia	1.000	19.48	0.932	0.621	2.98	4.23	0.11	non frange
7.50	76.36	0.10	intermedia	1.010	18.93	0.931	0.606	2.91	4.00	0.12	non frange
7.00	74.07	0.09	intermedia	1.022	18.34	0.929	0.591	2.84	3.77	0.12	non frange
6.50	71.67	0.09	intermedia	1.035	17.72	0.927	0.575	2.76	3.53	0.12	non frange
6.00	69.12	0.09	intermedia	1.050	17.07	0.926	0.558	2.68	3.29	0.13	non frange
5.50	66.43	0.08	intermedia	1.066	16.39	0.924	0.540	2.59	3.04	0.13	non frange
5.00	63.57	0.08	intermedia	1.086	15.67	0.922	0.521	2.50	2.79	0.14	non frange
4.50	60.52	0.07	intermedia	1.108	14.89	0.921	0.500	2.40	2.53	0.15	non frange
4.00	57.25	0.07	intermedia	1.134	14.07	0.919	0.478	2.29	2.27	0.15	spilling
3.75	55.52	0.07	intermedia	1.149	13.64	0.918	0.466	2.24	2.14	0.16	spilling
3.50	53.72	0.07	intermedia	1.166	13.19	0.917	0.454	2.18	2.01	0.16	spilling
3.25	51.84	0.06	intermedia	1.184	12.72	0.916	0.441	2.11	1.87	0.17	spilling
3.00	49.88	0.06	intermedia	1.204	12.23	0.916	0.427	2.05	1.74	0.18	spilling
2.75	47.82	0.06	intermedia	1.227	11.72	0.915	0.413	1.98	1.60	0.18	spilling
2.50	45.66	0.05	intermedia	1.253	11.18	0.914	0.397	1.91	1.46	0.19	spilling
2.25	43.37	0.05	intermedia	1.282	10.61	0.913	0.381	1.83	1.32	0.20	spilling
2.00	40.94	0.05	bassa	1.316	10.01	0.912	0.364	1.75	1.18	0.21	spilling
1.75	38.34	0.05	bassa	1.356	9.37	0.911	0.345	1.65	1.04	0.23	spilling
1.50	35.53	0.04	bassa	1.405	8.68	0.910	0.324	1.55	0.89	0.25	spilling
1.25	32.47	0.04	bassa	1.466	7.93	0.909	0.301	1.44	0.75	0.27	spilling
1.00	29.06	0.03	bassa	1.544	7.09	0.909	0.275	1.32	0.60	0.30	spilling
0.75	25.19	0.03	bassa	1.654	6.14	0.908	0.244	1.17	0.45	0.35	spilling
0.50	20.58	0.02	bassa	1.824	5.02	0.907	0.207	0.99	0.30	0.42	plunging

Tabella 5.9: Propagazione verso riva – Direzione 100°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
130°N	4.80	9.30	135.04	5.00

Tabella 5.10: Moto ondoso al largo – Direzione 130°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	134.72	0.74	infinita	0.999	4.99	1.000	1.000	4.80	15.83	0.06	non frange
80.00	134.19	0.60	infinita	0.996	4.97	1.000	0.999	4.78	15.42	0.06	non frange
60.00	132.66	0.45	intermedia	0.985	4.91	1.000	0.994	4.73	14.52	0.06	non frange
40.00	127.80	0.31	intermedia	0.949	4.73	1.000	0.968	4.56	12.63	0.07	non frange
20.00	110.34	0.18	intermedia	0.914	4.08	0.999	0.842	4.04	8.59	0.08	non frange
15.00	100.62	0.15	intermedia	0.926	3.72	0.999	0.772	3.71	7.01	0.09	non frange
10.00	86.25	0.12	intermedia	0.967	3.19	0.999	0.673	3.23	5.10	0.10	non frange
9.50	84.45	0.11	intermedia	0.974	3.12	0.999	0.661	3.17	4.89	0.11	non frange
9.00	82.57	0.11	intermedia	0.982	3.05	0.999	0.648	3.11	4.67	0.11	non frange
8.50	80.60	0.11	intermedia	0.990	2.98	0.999	0.635	3.05	4.45	0.11	non frange
8.00	78.53	0.10	intermedia	1.000	2.91	0.999	0.621	2.98	4.23	0.11	non frange
7.50	76.36	0.10	intermedia	1.010	2.82	0.999	0.606	2.91	4.00	0.12	non frange
7.00	74.07	0.09	intermedia	1.022	2.74	0.999	0.591	2.84	3.77	0.12	non frange
6.50	71.67	0.09	intermedia	1.035	2.65	0.999	0.575	2.76	3.53	0.12	non frange
6.00	69.12	0.09	intermedia	1.050	2.56	0.999	0.558	2.68	3.29	0.13	non frange
5.50	66.43	0.08	intermedia	1.066	2.46	0.999	0.540	2.59	3.04	0.13	non frange
5.00	63.57	0.08	intermedia	1.086	2.35	0.999	0.521	2.50	2.79	0.14	non frange
4.50	60.52	0.07	intermedia	1.108	2.24	0.998	0.500	2.40	2.53	0.15	non frange
4.00	57.25	0.07	intermedia	1.134	2.12	0.998	0.478	2.29	2.27	0.15	spilling
3.75	55.52	0.07	intermedia	1.149	2.05	0.998	0.466	2.24	2.14	0.16	spilling
3.50	53.72	0.07	intermedia	1.166	1.99	0.998	0.454	2.18	2.01	0.16	spilling
3.25	51.84	0.06	intermedia	1.184	1.92	0.998	0.441	2.11	1.87	0.17	spilling
3.00	49.88	0.06	intermedia	1.204	1.84	0.998	0.427	2.05	1.74	0.18	spilling
2.75	47.82	0.06	intermedia	1.227	1.77	0.998	0.413	1.98	1.60	0.18	spilling
2.50	45.66	0.05	intermedia	1.253	1.69	0.998	0.397	1.91	1.46	0.19	spilling
2.25	43.37	0.05	intermedia	1.282	1.60	0.998	0.381	1.83	1.32	0.20	spilling
2.00	40.94	0.05	bassa	1.316	1.51	0.998	0.364	1.75	1.18	0.21	spilling
1.75	38.34	0.05	bassa	1.356	1.42	0.998	0.345	1.65	1.04	0.23	spilling
1.50	35.53	0.04	bassa	1.405	1.31	0.998	0.324	1.55	0.89	0.25	spilling
1.25	32.47	0.04	bassa	1.466	1.20	0.998	0.301	1.44	0.75	0.27	spilling
1.00	29.06	0.03	bassa	1.544	1.07	0.998	0.275	1.32	0.60	0.30	spilling
0.75	25.19	0.03	bassa	1.654	0.93	0.998	0.244	1.17	0.45	0.35	spilling
0.50	20.58	0.02	bassa	1.824	0.76	0.998	0.207	0.99	0.30	0.42	plunging

Tabella 5.11: Propagazione verso riva – Direzione 130°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
160°N	4.10	9.30	135.04	-25.00

Tabella 5.12: Moto ondoso al largo – Direzione 160°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	134.72	0.74	infinita	0.999	-24.94	1.000	1.000	4.10	15.83	0.06	non frange
80.00	134.19	0.60	infinita	0.996	-24.83	0.999	0.999	4.08	15.42	0.06	non frange
60.00	132.66	0.45	intermedia	0.985	-24.53	0.998	0.994	4.03	14.52	0.06	non frange
40.00	127.80	0.31	intermedia	0.949	-23.58	0.994	0.968	3.87	12.63	0.07	non frange
20.00	110.34	0.18	intermedia	0.914	-20.20	0.983	0.842	3.45	8.59	0.08	non frange
15.00	100.62	0.15	intermedia	0.926	-18.35	0.977	0.772	3.17	7.01	0.09	non frange
10.00	86.25	0.12	intermedia	0.967	-15.66	0.970	0.673	2.76	5.10	0.10	non frange
9.50	84.45	0.11	intermedia	0.974	-15.33	0.969	0.661	2.71	4.89	0.11	non frange
9.00	82.57	0.11	intermedia	0.982	-14.98	0.969	0.648	2.66	4.67	0.11	non frange
8.50	80.60	0.11	intermedia	0.990	-14.61	0.968	0.635	2.60	4.45	0.11	non frange
8.00	78.53	0.10	intermedia	1.000	-14.23	0.967	0.621	2.55	4.23	0.11	non frange
7.50	76.36	0.10	intermedia	1.010	-13.83	0.966	0.606	2.49	4.00	0.12	non frange
7.00	74.07	0.09	intermedia	1.022	-13.40	0.965	0.591	2.42	3.77	0.12	non frange
6.50	71.67	0.09	intermedia	1.035	-12.96	0.964	0.575	2.36	3.53	0.12	non frange
6.00	69.12	0.09	intermedia	1.050	-12.49	0.963	0.558	2.29	3.29	0.13	non frange
5.50	66.43	0.08	intermedia	1.066	-12.00	0.963	0.540	2.21	3.04	0.13	non frange
5.00	63.57	0.08	intermedia	1.086	-11.48	0.962	0.521	2.13	2.79	0.14	non frange
4.50	60.52	0.07	intermedia	1.108	-10.92	0.961	0.500	2.05	2.53	0.15	non frange
4.00	57.25	0.07	intermedia	1.134	-10.32	0.960	0.478	1.96	2.27	0.15	non frange
3.75	55.52	0.07	intermedia	1.149	-10.01	0.959	0.466	1.91	2.14	0.16	non frange
3.50	53.72	0.07	intermedia	1.166	-9.68	0.959	0.454	1.86	2.01	0.16	non frange
3.25	51.84	0.06	intermedia	1.184	-9.34	0.958	0.441	1.81	1.87	0.17	non frange
3.00	49.88	0.06	intermedia	1.204	-8.98	0.958	0.427	1.75	1.74	0.18	spilling
2.75	47.82	0.06	intermedia	1.227	-8.61	0.957	0.413	1.69	1.60	0.18	spilling
2.50	45.66	0.05	intermedia	1.253	-8.21	0.957	0.397	1.63	1.46	0.19	spilling
2.25	43.37	0.05	intermedia	1.282	-7.80	0.956	0.381	1.56	1.32	0.20	spilling
2.00	40.94	0.05	bassa	1.316	-7.36	0.956	0.364	1.49	1.18	0.21	spilling
1.75	38.34	0.05	bassa	1.356	-6.89	0.955	0.345	1.41	1.04	0.23	spilling
1.50	35.53	0.04	bassa	1.405	-6.38	0.955	0.324	1.33	0.89	0.25	spilling
1.25	32.47	0.04	bassa	1.466	-5.83	0.954	0.301	1.23	0.75	0.27	spilling
1.00	29.06	0.03	bassa	1.544	-5.22	0.954	0.275	1.13	0.60	0.30	spilling
0.75	25.19	0.03	bassa	1.654	-4.52	0.953	0.244	1.00	0.45	0.35	spilling
0.50	20.58	0.02	bassa	1.824	-3.69	0.953	0.207	0.85	0.30	0.42	plunging

Tabella 5.13: Propagazione verso riva – Direzione 160°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
190°N	6.40	10.60	175.43	-55.00

Tabella 5.14: Moto ondoso al largo – Direzione 190°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	174.15	0.57	infinita	0.995	-54.41	0.993	0.999	6.32	19.90	0.06	non frange
80.00	172.59	0.46	intermedia	0.986	-53.70	0.984	0.995	6.21	19.00	0.06	non frange
60.00	168.83	0.36	intermedia	0.963	-52.03	0.966	0.981	5.95	17.37	0.06	non frange
40.00	159.16	0.25	intermedia	0.926	-48.00	0.926	0.931	5.49	14.47	0.07	non frange
20.00	131.90	0.15	intermedia	0.924	-38.02	0.853	0.779	4.98	9.28	0.09	non frange
15.00	118.67	0.13	intermedia	0.950	-33.65	0.830	0.708	4.53	7.44	0.10	non frange
10.00	100.33	0.10	intermedia	1.006	-27.94	0.806	0.612	3.92	5.31	0.11	non frange
9.50	98.10	0.10	intermedia	1.014	-27.26	0.803	0.601	3.84	5.08	0.12	non frange
9.00	95.79	0.09	intermedia	1.024	-26.57	0.801	0.589	3.77	4.85	0.12	non frange
8.50	93.38	0.09	intermedia	1.034	-25.85	0.798	0.576	3.69	4.61	0.12	non frange
8.00	90.86	0.09	intermedia	1.045	-25.11	0.796	0.563	3.61	4.37	0.13	non frange
7.50	88.24	0.08	intermedia	1.057	-24.33	0.793	0.550	3.52	4.12	0.13	non frange
7.00	85.49	0.08	intermedia	1.071	-23.53	0.791	0.536	3.43	3.88	0.13	non frange
6.50	82.61	0.08	intermedia	1.086	-22.69	0.788	0.521	3.33	3.63	0.14	non frange
6.00	79.58	0.08	intermedia	1.103	-21.81	0.786	0.505	3.23	3.37	0.14	non frange
5.50	76.39	0.07	intermedia	1.122	-20.90	0.784	0.488	3.13	3.11	0.15	spilling
5.00	73.02	0.07	intermedia	1.143	-19.94	0.781	0.471	3.01	2.85	0.16	spilling
4.50	69.44	0.06	intermedia	1.168	-18.92	0.779	0.452	2.89	2.58	0.16	spilling
4.00	65.61	0.06	intermedia	1.198	-17.84	0.776	0.431	2.76	2.31	0.17	spilling
3.75	63.60	0.06	intermedia	1.214	-17.28	0.775	0.421	2.69	2.17	0.18	spilling
3.50	61.51	0.06	intermedia	1.232	-16.69	0.774	0.409	2.62	2.04	0.19	spilling
3.25	59.33	0.05	intermedia	1.252	-16.08	0.773	0.397	2.54	1.90	0.19	spilling
3.00	57.06	0.05	intermedia	1.275	-15.45	0.771	0.385	2.46	1.76	0.20	spilling
2.75	54.68	0.05	intermedia	1.299	-14.79	0.770	0.372	2.38	1.62	0.21	spilling
2.50	52.18	0.05	bassa	1.327	-14.10	0.769	0.358	2.29	1.48	0.22	spilling
2.25	49.55	0.05	bassa	1.359	-13.38	0.768	0.343	2.20	1.33	0.23	spilling
2.00	46.75	0.04	bassa	1.397	-12.61	0.767	0.327	2.09	1.19	0.24	spilling
1.75	43.77	0.04	bassa	1.440	-11.79	0.765	0.310	1.98	1.04	0.26	spilling
1.50	40.55	0.04	bassa	1.493	-10.91	0.764	0.291	1.86	0.90	0.28	spilling
1.25	37.04	0.03	bassa	1.559	-9.96	0.763	0.271	1.73	0.75	0.31	spilling
1.00	33.15	0.03	bassa	1.644	-8.90	0.762	0.247	1.58	0.60	0.34	spilling
0.75	28.72	0.03	bassa	1.761	-7.71	0.761	0.219	1.40	0.45	0.39	spilling
0.50	23.46	0.02	bassa	1.944	-6.29	0.760	0.186	1.19	0.30	0.48	plunging

Tabella 5.15: Propagazione verso riva – Direzione 190°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
205°N	6.40	10.60	175.43	-70.00

Tabella 5.16: Moto ondoso al largo – Direzione 205°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	174.15	0.57	infinita	0.995	-68.88	0.974	0.999	6.21	19.90	0.06	non frange
80.00	172.59	0.46	intermedia	0.986	-67.59	0.947	0.995	5.98	19.00	0.06	non frange
60.00	168.83	0.36	intermedia	0.963	-64.74	0.895	0.981	5.52	17.37	0.06	non frange
40.00	159.16	0.25	intermedia	0.926	-58.49	0.809	0.931	4.80	14.47	0.07	non frange
20.00	131.90	0.15	intermedia	0.924	-44.95	0.695	0.779	4.11	9.28	0.09	non frange
15.00	118.67	0.13	intermedia	0.950	-39.47	0.666	0.708	4.05	7.44	0.10	non frange
10.00	100.33	0.10	intermedia	1.006	-32.51	0.637	0.612	3.92	5.31	0.11	non frange
9.50	98.10	0.10	intermedia	1.014	-31.70	0.634	0.601	3.84	5.08	0.12	non frange
9.00	95.79	0.09	intermedia	1.024	-30.87	0.631	0.589	3.77	4.85	0.12	non frange
8.50	93.38	0.09	intermedia	1.034	-30.01	0.628	0.576	3.69	4.61	0.12	non frange
8.00	90.86	0.09	intermedia	1.045	-29.12	0.626	0.563	3.61	4.37	0.13	non frange
7.50	88.24	0.08	intermedia	1.057	-28.21	0.623	0.550	3.52	4.12	0.13	non frange
7.00	85.49	0.08	intermedia	1.071	-27.25	0.620	0.536	3.43	3.88	0.13	non frange
6.50	82.61	0.08	intermedia	1.086	-26.26	0.618	0.521	3.33	3.63	0.14	non frange
6.00	79.58	0.08	intermedia	1.103	-25.23	0.615	0.505	3.23	3.37	0.14	non frange
5.50	76.39	0.07	intermedia	1.122	-24.15	0.612	0.488	3.13	3.11	0.15	spilling
5.00	73.02	0.07	intermedia	1.143	-23.02	0.610	0.471	3.01	2.85	0.16	spilling
4.50	69.44	0.06	intermedia	1.168	-21.84	0.607	0.452	2.89	2.58	0.16	spilling
4.00	65.61	0.06	intermedia	1.198	-20.58	0.604	0.431	2.76	2.31	0.17	spilling
3.75	63.60	0.06	intermedia	1.214	-19.92	0.603	0.421	2.69	2.17	0.18	spilling
3.50	61.51	0.06	intermedia	1.232	-19.24	0.602	0.409	2.62	2.04	0.19	spilling
3.25	59.33	0.05	intermedia	1.252	-18.53	0.601	0.397	2.54	1.90	0.19	spilling
3.00	57.06	0.05	intermedia	1.275	-17.80	0.599	0.385	2.46	1.76	0.20	spilling
2.75	54.68	0.05	intermedia	1.299	-17.03	0.598	0.372	2.38	1.62	0.21	spilling
2.50	52.18	0.05	bassa	1.327	-16.23	0.597	0.358	2.29	1.48	0.22	spilling
2.25	49.55	0.05	bassa	1.359	-15.39	0.596	0.343	2.20	1.33	0.23	spilling
2.00	46.75	0.04	bassa	1.397	-14.50	0.594	0.327	2.09	1.19	0.24	spilling
1.75	43.77	0.04	bassa	1.440	-13.56	0.593	0.310	1.98	1.04	0.26	spilling
1.50	40.55	0.04	bassa	1.493	-12.55	0.592	0.291	1.86	0.90	0.28	spilling
1.25	37.04	0.03	bassa	1.559	-11.44	0.591	0.271	1.73	0.75	0.31	spilling
1.00	33.15	0.03	bassa	1.644	-10.23	0.590	0.247	1.58	0.60	0.34	spilling
0.75	28.72	0.03	bassa	1.761	-8.85	0.588	0.219	1.40	0.45	0.39	spilling
0.50	23.46	0.02	bassa	1.944	-7.22	0.587	0.186	1.19	0.30	0.48	plunging

Tabella 5.17: Propagazione verso riva – Direzione 205°N

Direzione	Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	αm0 (°)
220°N	6.40	10.60	175.43	-85.00

Tabella 5.18: Moto ondoso al largo – Direzione 220°N

h (m)	L (m)	h/L (-)	profondità	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hf Goda (m)	ξ (-)	tipo
100.00	174.15	0.57	infinita	0.995	-81.47	0.767	0.999	4.88	19.90	0.06	non frange
80.00	172.59	0.46	intermedia	0.986	-78.55	0.663	0.995	4.18	19.00	0.06	non frange
60.00	168.83	0.36	intermedia	0.963	-73.48	0.554	0.981	3.41	17.37	0.06	non frange
40.00	159.16	0.25	intermedia	0.926	-64.66	0.451	0.931	2.68	14.47	0.07	non frange
20.00	131.90	0.15	intermedia	0.924	-48.50	0.363	0.779	2.15	9.28	0.09	non frange
15.00	118.67	0.13	intermedia	0.950	-42.37	0.343	0.708	2.09	7.44	0.10	non frange
10.00	100.33	0.10	intermedia	1.006	-34.73	0.326	0.612	2.10	5.31	0.11	non frange
9.50	98.10	0.10	intermedia	1.014	-33.86	0.324	0.601	2.10	5.08	0.12	non frange
9.00	95.79	0.09	intermedia	1.024	-32.95	0.322	0.589	2.11	4.85	0.12	non frange
8.50	93.38	0.09	intermedia	1.034	-32.02	0.321	0.576	2.12	4.61	0.12	non frange
8.00	90.86	0.09	intermedia	1.045	-31.06	0.319	0.563	2.13	4.37	0.13	non frange
7.50	88.24	0.08	intermedia	1.057	-30.07	0.317	0.550	2.15	4.12	0.13	non frange
7.00	85.49	0.08	intermedia	1.071	-29.04	0.316	0.536	2.16	3.88	0.13	non frange
6.50	82.61	0.08	intermedia	1.086	-27.98	0.314	0.521	2.18	3.63	0.14	non frange
6.00	79.58	0.08	intermedia	1.103	-26.87	0.313	0.505	2.21	3.37	0.14	non frange
5.50	76.39	0.07	intermedia	1.122	-25.71	0.311	0.488	2.23	3.11	0.15	non frange
5.00	73.02	0.07	intermedia	1.143	-24.50	0.309	0.471	2.26	2.85	0.16	non frange
4.50	69.44	0.06	intermedia	1.168	-23.22	0.308	0.452	2.30	2.58	0.16	non frange
4.00	65.61	0.06	intermedia	1.198	-21.88	0.306	0.431	2.35	2.31	0.17	spilling
3.75	63.60	0.06	intermedia	1.214	-21.17	0.306	0.421	2.38	2.17	0.18	spilling
3.50	61.51	0.06	intermedia	1.232	-20.44	0.305	0.409	2.41	2.04	0.19	spilling
3.25	59.33	0.05	intermedia	1.252	-19.69	0.304	0.397	2.44	1.90	0.19	spilling
3.00	57.06	0.05	intermedia	1.275	-18.91	0.304	0.385	2.46	1.76	0.20	spilling
2.75	54.68	0.05	intermedia	1.299	-18.09	0.303	0.372	2.38	1.62	0.21	spilling
2.50	52.18	0.05	bassa	1.327	-17.24	0.302	0.358	2.29	1.48	0.22	spilling
2.25	49.55	0.05	bassa	1.359	-16.34	0.301	0.343	2.20	1.33	0.23	spilling
2.00	46.75	0.04	bassa	1.397	-15.40	0.301	0.327	2.09	1.19	0.24	spilling
1.75	43.77	0.04	bassa	1.440	-14.39	0.300	0.310	1.98	1.04	0.26	spilling
1.50	40.55	0.04	bassa	1.493	-13.31	0.299	0.291	1.86	0.90	0.28	spilling
1.25	37.04	0.03	bassa	1.559	-12.14	0.299	0.271	1.73	0.75	0.31	spilling
1.00	33.15	0.03	bassa	1.644	-10.85	0.298	0.247	1.58	0.60	0.34	spilling
0.75	28.72	0.03	bassa	1.761	-9.39	0.297	0.219	1.40	0.45	0.39	spilling
0.50	23.46	0.02	bassa	1.944	-7.66	0.297	0.186	1.19	0.30	0.48	plunging

Tabella 5.19: Propagazione verso riva – Direzione 220°N

Dai risultati ottenuti si ricavano le altezze d'onda e le relative profondità di frangimento per le diverse direzioni d'attacco, riassunte nella Tabella 5.20. I valori maggiori si hanno per la direzione d'attacco compresa tra 190 e 205°N, che corrisponde alle mareggiate di Libeccio.

Dir (°N)	H (m)	Tp (s)	h (m)
70	2.10	8.20	3.75
100	2.27	9.30	4.00
130	2.27	9.30	4.00
160	1.74	9.30	3.00
190	3.11	10.60	5.50
205	3.11	10.60	5.50
220	2.31	10.60	4.00

Tabella 5.20: Altezze d'onda al frangimento

5.2.4 MOTO ONDOSO SU BASSA PROFONDITÀ

Nel caso di opere di difesa costiera la profondità di impianto (h) è spesso molto limitata, per cui la valutazione dell'onda di progetto deve tenere conto anche dei fenomeni propri della propagazione su basse profondità.

Il metodo di Kamphuis (2000) consente di determinare l'onda che frange sulla struttura, che è la più sollecitante rispetto a quelle più alte che frangono all'inizio della zona dei frangenti e a quelle più piccole che frangono a riva.

Utilizzando il procedimento della propagazione verso riva illustrato al paragrafo precedente, considerando soltanto i fenomeni di shoaling e rifrazione per lo stato di mare più gravoso (direzione 190°N), si confronta l'altezza d'onda propagata (H_s) con l'altezza d'onda frangente di Kamphuis (H_{sf}):

$$H_{sf} = 0.56 * \exp(3.5 * s) * h_f$$

dove:

- s è la pendenza del fondo;
- h_f è la profondità di frangimento.

L'altezza d'onda al frangimento serve a determinare la profondità fittizia di imposta dell'opera (h') in modo da considerare anche gli effetti di marea e i contributi del set-up da frangimento delle onde frante al largo, stimati da Kamphuis pari al 10% di H_{sf}. Da cui deriva:

$$h' = h + 0.1 * H_{sf}$$

L'altezza d'onda di progetto (H_{des}) si calcola quindi con la formula precedente adattata sulla profondità h'. Tale valore, calcolato per il tempo di ritorno scelto (T_R = 50 anni), viene

ulteriormente incrementato per tenere conto dell'effetto cumulato di stati di mare con periodo di ritorno molto basso (ad esempio 1 anno) che si verificano durante la vita dell'opera.

$$H_{des} = 0.56 * \exp(3.5 * s) * h'$$

$$(H_{des})_{cum} = 1.5 * H_{des}$$

Con un foglio di calcolo analogo a quelli già utilizzati, per la sola condizione di moto ondoso più gravoso (direzione 190°N) è stata quindi calcolata l'altezza al frangimento di Kamphuis e confrontata con l'altezza d'onda propagata.

h (m)	L (m)	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hsf Kamp (m)	ξ (-)	tipo
10.00	100.33	1.006	-27.94	0.806	0.612	3.92	6.01	0.11	non frange
9.00	95.79	1.024	-26.57	0.801	0.589	3.77	5.41	0.11	non frange
8.50	93.38	1.034	-25.85	0.798	0.576	3.69	5.11	0.12	non frange
8.00	90.86	1.045	-25.11	0.796	0.563	3.61	4.80	0.12	non frange
7.75	89.57	1.051	-24.72	0.795	0.557	3.56	4.65	0.12	non frange
7.50	88.24	1.057	-24.33	0.793	0.550	3.52	4.50	0.12	non frange
7.25	86.88	1.064	-23.93	0.792	0.543	3.47	4.35	0.13	non frange
7.00	85.49	1.071	-23.53	0.791	0.536	3.43	4.20	0.13	non frange
6.75	84.07	1.078	-23.11	0.790	0.528	3.38	4.05	0.13	non frange
6.50	82.61	1.086	-22.69	0.788	0.521	3.33	3.90	0.13	non frange
6.25	81.12	1.094	-22.26	0.787	0.513	3.28	3.75	0.14	non frange
6.00	79.58	1.103	-21.81	0.786	0.505	3.23	3.60	0.14	non frange
5.75	78.01	1.112	-21.36	0.785	0.497	3.18	3.45	0.14	non frange
5.50	76.39	1.122	-20.90	0.784	0.488	3.13	3.30	0.15	non frange
5.25	74.73	1.132	-20.42	0.782	0.480	3.07	3.15	0.15	non frange
5.00	73.02	1.143	-19.94	0.781	0.471	3.01	3.00	0.15	spilling
4.75	71.26	1.155	-19.43	0.780	0.461	2.95	2.85	0.16	spilling
4.50	69.44	1.168	-18.92	0.779	0.452	2.89	2.70	0.16	spilling
4.25	67.56	1.182	-18.39	0.777	0.442	2.83	2.55	0.17	spilling
4.00	65.61	1.198	-17.84	0.776	0.431	2.76	2.40	0.17	spilling
3.75	63.60	1.214	-17.28	0.775	0.421	2.69	2.25	0.18	spilling
3.50	61.51	1.232	-16.69	0.774	0.409	2.62	2.10	0.18	spilling
3.25	59.33	1.252	-16.08	0.773	0.397	2.54	1.95	0.19	spilling
3.00	57.06	1.275	-15.45	0.771	0.385	2.46	1.80	0.20	spilling
2.75	54.68	1.299	-14.79	0.770	0.372	2.38	1.65	0.21	spilling
2.50	52.18	1.327	-14.10	0.769	0.358	2.29	1.50	0.22	spilling
2.25	49.55	1.359	-13.38	0.768	0.343	2.20	1.35	0.23	spilling
2.00	46.75	1.397	-12.61	0.767	0.327	2.09	1.20	0.24	spilling
1.75	43.77	1.440	-11.79	0.765	0.310	1.98	1.05	0.26	spilling
1.50	40.55	1.493	-10.91	0.764	0.291	1.86	0.90	0.28	spilling

h (m)	L (m)	Ksh (-)	α (°)	Kr (-)	Ksat (-)	H (m)	Hsf Kamp (m)	ξ (-)	tipo
1.25	37.04	1.559	-9.96	0.763	0.271	1.73	0.75	0.31	spilling
1.00	33.15	1.644	-8.90	0.762	0.247	1.58	0.60	0.34	spilling

Tabella 5.21: Propagazione su bassa profondità – Direzione 190°N

Si ottiene un'altezza d'onda al frangimento (H_{sf}) pari a 3,00 m situata a 5,00 m di profondità.

Considerando che il piede della scogliera rimane a quota superiore rispetto al livello del mare viene presa in considerazione un'ipotetica profondità di imposta dell'opera (h) a 1,5 m di profondità, ottenendo una profondità fittizia (h') pari a 1,80 m, che determina un'altezza di progetto (H_{des}) pari a 1,08 m e ad un'altezza cumulata pari a 1,62 m.

Dal momento che tale valore risulta inferiore all'altezza d'onda al frangimento determinata con la propagazione verso riva, in via cautelativa la scogliera sarà dimensionata con l'altezza d'onda al frangimento su profondità intermedia.

T_R (anni)	Dir (°N)	H (m)	Tp (s)
50	190	3.11	10.60

Tabella 5.22: Altezze d'onda di progetto

5.2.5 DIMENSIONAMENTO DELLA SCOGLIERA

Per il dimensionamento della scogliera si è fatto riferimento alle "*Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime*" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel dimensionamento generalmente si accettano danni non trascurabili in corrispondenza di eventi ondosi relativamente frequenti rispetto alla vita utile dell'opera, per cui si sono sviluppati metodi di verifica che consentano la quantificazione della probabilità di danneggiamento delle opere stesse.

Le formule più impiegate per il dimensionamento della mantellata sono:

A) formula di Hudson, valida per onde regolari e condizioni di danno comprese tra 0 e 5% (rapporto tra il volume di massi spostati e il volume totale della mantellata), indipendente dal periodo del moto ondoso;
B) Van der Meer, valida per onde irregolari, tiene conto anche degli effetti della variabilità del periodo presenti in acque molto basse.

Formula di Hudson

La formula consente di determinare la massa (M) dell'elemento della mantellata:

$$M = \frac{\rho_s * H_s^3}{K_D * \Delta^3 * cotg\delta}$$

dove:

- ρ_s è la densità del materiale
- H_s è l'altezza d'onda significativa di progetto
- K_D è un coefficiente di danneggiamento, variabile a seconda del tipo di elemento e di incidenza delle onde (Tabella 5.24)
- Δ è la densità relativa tra il materiale lapideo (ρ_s) e l'acqua (ρ_w)

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$$

- δ è l'angolo formato dalla scarpata con l'orizzontale.

Dalla massa dell'elemento si ricava quindi il diametro medio D_{N50}:

$$D_{N50} = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho_s}}$$

Dal punto di vista del comportamento della mantellata sotto l'azione del moto ondoso, le opere a gettata in generale possono essere classificate in base al parametro di stabilità di Hudson:

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta * D_N}$$

Per ogni tipologia la stabilità statica dell'opera corrisponde ad un determinato intervallo di valori di N_s (Tabella 5.23).

Tipologie di opere	Ns
Dighe a gettata	1-3
Frangiflutti a berma, dighe con mantellata a "S", opere che possono presentare spostamenti importanti e irreversibili degli elementi lapidei	2-4
Frangiflutti di massi naturali fortemente mobili	4-20
Spiagge di ghiaia	15-500
Spiagge di sabbia	>500

Tabella 5.23: Parametro di stabilità opere a gettata

Criterio di "non danneggiamento" con limitata tracimazione

Elemento	n (3)	Posa in opera	Sezione corrente K_D (2)		Testata K_D		Scarpa
			Onda frangente	Onda non frangente	Onda frangente	Onda non frangente	Cot α
Masso naturale							
arrotondato	2	alla rinfusa	*1.2*	2.4	*1.1*	1.9	da 1.5 a 3.0 (5)
arrotondato	>3	alla rinfusa (4)	*1.6* (4)	3.2	*1.4* (4)	*2.3*	
a spigoli vivi	2	alla rinfusa	2.0	4.0	*1.9* *1.6* 1.3	3.2 2.8 2.3	1.5 2.0 3.0
a spigoli vivi	>3	alla rinfusa	*2.2*	*4.5*	*2.1*	*4.2*	(5)
a spigoli vivi	2	speciale (6)	5.8	7.0	*5.3*	6.4	(5)
Parallelepipedo (7)	2	speciale (1)	7.0-20.0	*8.5-24.0*	--	--	
Tetrapodo e Quadripodo	2	alla rinfusa	7.0	8.0	*5.0* *4.5* *3.5*	6.0 5.5 4.0	1.5 2.0 3.0
Tribar	2	alla rinfusa	*9.0*	10.0	*8.3* *7.8* 6.0	9.0 8.5 6.5	1.5 2.0 3.0
Dolos	2	alla rinfusa	15.8 (8)	31.8 (8)	*8.0* 7.0	*16.0* *14.0*	2.0 (9) 3.0
Cubo modificato	2	alla rinfusa	*6.5*	7.5	--	*5.0*	(5)
Hexapod	2	alla rinfusa	*8.0*	9.5	*5.0*	*7.0*	(5)
Toskane	2	alla rinfusa	*11.0*	22.0	--	--	(5)
Masso naturale (k_{RR}) assortiti	-	alla rinfusa	2.2	2.5	--	--	

(1) AVVERTENZA: i valori di k_D scritti in *italico* non sono stati prodotti da apposite prove di laboratorio e, pertanto, sono riportati solo per consentire una progettazione preliminare dell'opera.
(2) Per pendenze comprese tra 1/1.5 a 1/5.
(3) n è il numero di elementi compresi nello spessore della mantellata (numero di strati).
(4) Non è consigliato l'uso di un singolo strato nelle mantellate di massi naturali sottoposte a onde frangenti. Nel caso di onde non frangenti, è ammissibile il singolo strato solo nel caso di una attenta posa in opera dei massi.
(5) Nelle more dell'acquisizione di più dettagliate informazioni sulla variazione del coefficente k_D con la pendenza, l'uso del k_D dovrebbe essere limitato a pendenze comprese tra 1/1.5 a 1/3. Alcune prove su elementi di mantellata in testata mostrano una relazione funzionale tra k_D e pendenza.
(6) Speciale posa in opera con l'asse maggiore del masso posto normalmente al piano della mantellata.
(7) Massi sagomati con forma parallelepipeda quando la maggiore dimensione lineare è circa 3 volte più grande della piccola (Markle e Davidson, 1979).
(8) I valori si riferiscono al criterio di "non danneggiamento" (spostamenti e oscillazioni dei massi < 5%); se non si tollera l'oscillazione dei dolos (<2%) occorre ridurre il k_D del 50% (Zwamborn e Van Niekerk, 1982).
(9) La stabilità del dolos su pendenze superiori a 1/2 dovrebbe essere indagata con apposite prove su modello in funzione delle locali condizioni al contorno.

Tabella 5.24: Coefficiente di danneggiamento KD

Nel caso in esame si prevedono 2 strati di mantellata in massi naturali a spigoli vivi disposti alla rinfusa con un angolo di 33° rispetto all'orizzontale, in condizioni di onda frangente. Si ottengono quindi massi del peso di circa 6,2 t (III categoria) e del diametro medio di 1,34 m per la sezione corrente.

Hs (m)	ρs (kg/m3)	KD (-)	Δ (-)	cotgδ (-)	M (t)	DN (m)
3.11	2600	2	1.6	1.54	6.20	1.34

Tabella 5.25: Dimensionamento mantellata – Hudson

Tali valori restituiscono un parametro di stabilità N_s pari a 1,45 per la sezione corrente che risulta pertanto verificato.

Formula di Van der Meer

La formula, differente per opere soggette a onde frangenti del tipo "plunging" o del tipo "surging", consente di determinare il diametro medio dell'elemento della mantellata:

per $\xi_m \leq \xi_{mc}$ ("plunging")

$$\frac{H_s}{\Delta * D_{N50}} = 6.2 * (P)^{0.18} * (\frac{S}{\sqrt{N}})^{0.2} * \xi_m^{-0.5}$$

per $\xi_m \geq \xi_{mc}$ ("surging")

$$\frac{H_s}{\Delta * D_{N50}} = 1.0 * (P)^{-0.13} * (\frac{S}{\sqrt{N}})^{0.2} * \sqrt{cotg\delta} * \xi_m^P$$

dove:

- P è un parametro indicatore della permeabilità della struttura (variabile da 0,1 per nuclei impermeabili a 0,6 per strutture omogenee composte dalla sola mantellata)
- S è il livello di danneggiamento (valori pari a 2÷3 corrispondono al non danneggiamento di Hudson), espresso come rapporto tra l'area della sezione trasversale erosa dalla mareggiata rispetto al profilo originale (A_e) e il quadrato del diametro medio:

$$S = \frac{A_e}{D_{N50}^2}$$

- N è il numero di onde presenti nella mareggiata (valori compresi tra 3000 e 5000)
- ξ_m è il parametro di frangimento (legato alla pendenza della mantellata tanδ)

$$\xi_m = \frac{tan\delta}{\sqrt{\frac{H_f}{L_0}}}$$

- ξ_{mc} è il parametro di frangimento critico

$$\xi_{mc} = \left[6.2 * (P)^{0.31} * \sqrt{tan\theta}\right]^{1/(P+0.5)}$$

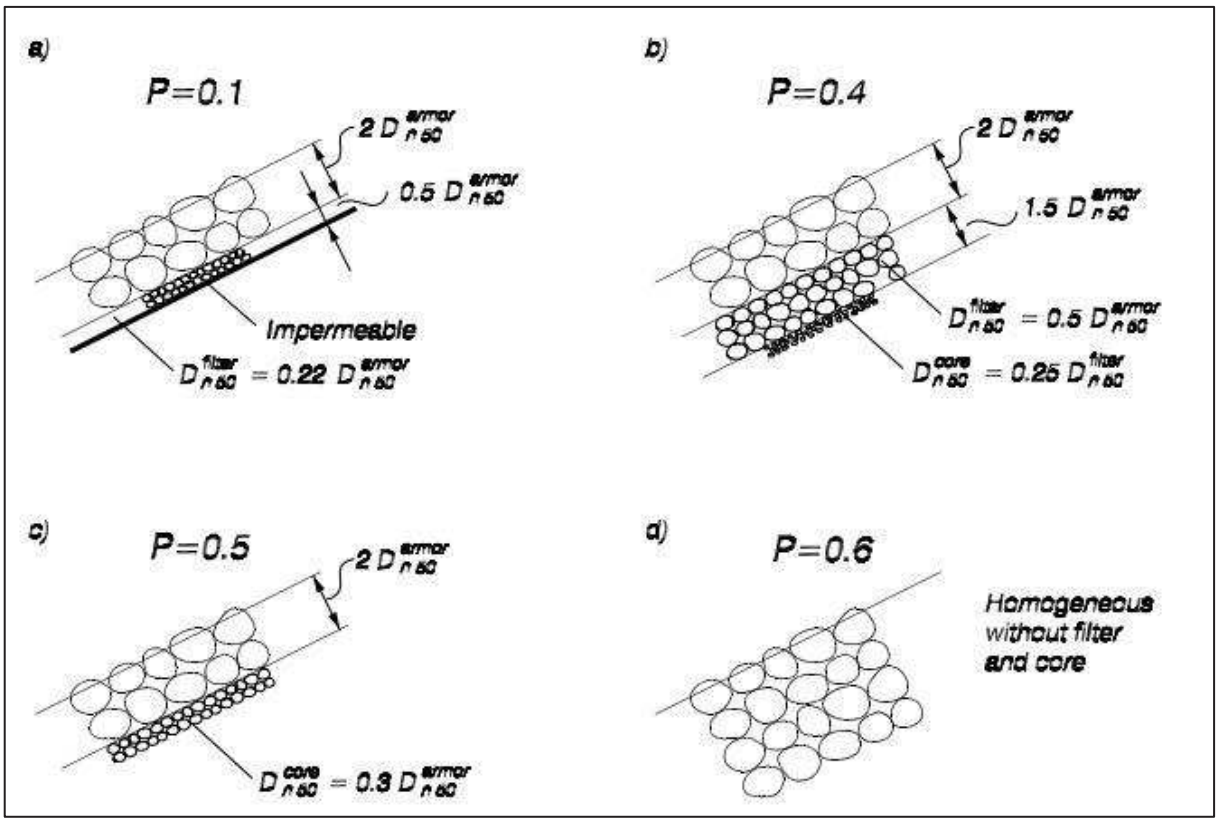


Figura 5.2: Valori di permeabilità (P)

Nel caso in esame si considera un parametro di permeabilità (P) pari a 0,5 e si determina la condizione di frangimento di tipo "surging"; valutando poi un grado di danneggiamento (S) pari a 2 si ottengono massi del diametro medio di 1,33 m e del peso di circa 6,18 t (III categoria) per la sezione corrente. Con un grado di danneggiamento (S) pari a 3 si ottengono massi del diametro medio di 1,23 m e del peso di circa 4,84 t (III categoria).

Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	Hf (m)	tanδ (-)	P (-)	ξm (-)	ξmc (-)	tipologia frangimento	S (-)	N (-)	Hs/ΔDn50 (-)	Dn50 (m)	M (t)
6.40	9.40	137.96	3.11	0.65	0.50	4.33	4.03	surging	2	3000	1.46	1.33	6.18
6.40	9.40	137.96	3.11	0.65	0.50	4.33	4.03	surging	3	3000	1.58	1.23	4.84

Tabella 5.26: Dimensionamento mantellata – Van der Meer

Entrambe le formule considerate indicano l'utilizzo di massi di III categoria per la mantellata. Si è scelto quindi un diametro medio D_{N50} pari a 1,28 m corrispondente ad una massa di circa 5,5 t; per garantire la stabilità della scogliera i diametri dei massi devono rientrare nel range di 0,75÷1,25 D_{N50} e devono rispettare il seguente rapporto:

$$\frac{D_{85}}{D_{15}} < 1.5$$

Lo spessore della mantellata deve verificare la seguente formula:

$$s = n * K_{\Delta} * D_{N50}$$

dove:

- D_{N50} è il diametro medio della mantellata
- n è il numero degli strati (≥2)
- K_{Δ} è un coefficiente di forma relativo alle caratteristiche della mantellata.

Tipo di elemento	Numero di strati	Collocamento in opera	K_{Δ}	P
Massi naturali:				
a spigoli arrotondati	2	alla rinfusa	1.02	38
" " vivi	2	" "	1.00	37
" " "	≥3	" "	1.00	40
Cubo modificato	2	" "	1.10	47
Tetrapodo	2	" "	1.04	50
Quadripodo	2	" "	0.95	49
Esapodo	2	" "	1.15	47
Tribar	2	" "	1.02	54
Dolos	2	" "	0.94	56
Massi naturali	Granulometria assortita di spessore minimo $\geq 2(W_{50}/\gamma_c)^{1/3}$	" "	--	37

Figura 5.3: Coefficiente di forma K_{Δ}

Con un coefficiente di forma pari a 1,00 si ottiene uno spessore pari a 2,55 m.

DN50 (m)	n (-)	KΔ (-)	s (m)
1.28	2	1.00	2.56

Tabella 5.27: Spessore mantellata

La scogliera sarà posata su uno strato di geotessile che impedisca l'asportazione del materiale fine del terrapieno.

5.2.6 VERIFICHE IDRAULICHE

Nel dimensionamento di una scogliera è necessario valutare i livelli di affioramento delle onde (*run-up*) e la tracimazione di masse d'acqua (*overtopping*) per la stabilità e la sicurezza della scogliera stessa, nonché di opere/persone/mezzi a tergo.

Run-up

Il frangimento delle onde genera variazioni massime (*run-up*) e minime (*run-down*) di elevazione dell'acqua sulla struttura rispetto al livello del medio mare. Esse dipendono dall'altezza e dalla ripidità dell'onda incidente e dall'inclinazione, dalla scabrezza e dalla porosità della struttura.

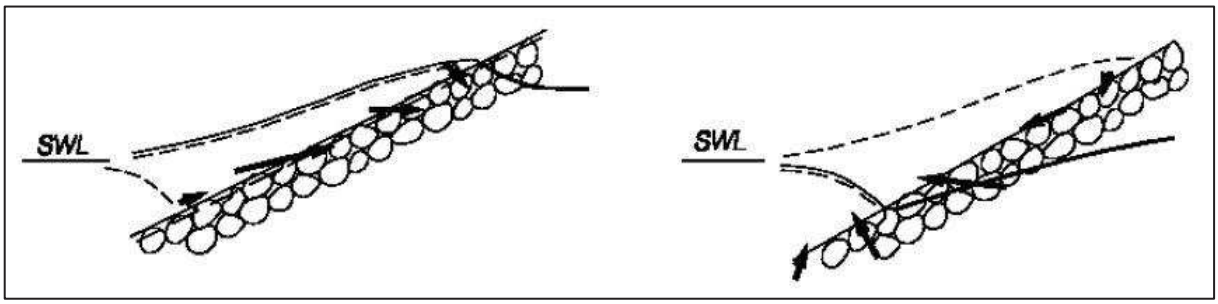


Figura 5.4: *Run-up* e *run-down* su strutture permeabili

Secondo il *Coastal Engineering Manual*, per scogliere in massi il livello di *run-up* si determina come:

$$\frac{R_{ux\%}}{H_s} = \begin{cases} A * \xi_{0m} & 1.0 < \xi_{0m} \leq 1.5 \\ B * (\xi_{0m})^C & per\ 1.5 < \xi_{0m} \leq (D/B)^{1/C} \\ D & (D/B)^{1/C} < \xi_{0m} \leq 7.5 \end{cases}$$

dove:

- $R_{ux\%}$ è il run-up corrispondente ad un livello di superamento del x%
- H_s è l'onda incidente
- A, B, C, D sono coefficienti che dipendono dalla percentuale di superamento e dalla tipologia di struttura (Tabella 5.28)
- ξ_{0m} è il numero di Iribarren che tiene conto della ripidità dell'onda.

Table VI-5-5
Coefficients in Equations VI-5-12 and VI-5-13 for Runup of Irregular Head-On Waves on Impermeable and Permeable Rock Armored Slopes

Percent [1]	A	B	C	D [2]
0.1	1.12	1.34	0.55	2.58
2.0	0.96	1.17	0.46	1.97
5	0.86	1.05	0.44	1.68
10	0.77	0.94	0.42	1.45
(significant)	0.72	0.88	0.41	1.35
50 (mean)	0.47	0.60	0.34	0.82

[1] Exceedence level related to number of waves
[2] Only relevant for permeable slopes

Tabella 5.28: Coefficienti di *run-up*

Come onda incidente si è fatto riferimento all'altezza d'onda frangente su bassa profondità calcolata con Kamphuis al par. 5.2.4, ovvero 1,62 m.

Hm0 (m)	Tm0 (s)	L0 (m)	Hs (m)	tanδ (-)	ξm (-)	(D/B)^(1/C) (-)	Ru2%/Hs (-)	Ru2% (m)
6.40	9.40	137.96	1.62	0.65	5.99	3.10	1.97	3.19

Tabella 5.29: Stima *run-up*

Facendo riferimento al percentile di superamento del 2% si ottiene come stima del livello di risalita dell'onda 3,19 m sul livello del medio mare. Dal momento che la sommità della scogliera è posta a quota minima di 4,90 m sul mare la verifica risulta soddisfatta.

5.2.7 VERIFICHE STRUTTURALI

Per la modellazione della massicciata sono stati individuati il sistema strutturale, i materiali costruttivi e lo stato di sollecitazione. La modellazione del terreno ed i parametri sismici sono stati desunti dalla relazione geologica, parte integrante del presente Progetto Esecutivo, a firma del geol. Giambattista Vezzolla.

Per la modellazione delle strutture e per la loro successiva soluzione è stato utilizzato il software di calcolo Max 15 della Aztec Informatica che consente il progetto e verifica opere di sostegno con il metodo degli elementi finiti in campo monodimensionale. In particolare per le verifiche sono stati seguiti i seguenti passaggi:

- calcolo della spinta del terreno, anche in presenza di sisma;
- verifica a ribaltamento;
- verifica a scorrimento del muro sul piano di posa;
- verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite);
- verifica della stabilità globale.

I carichi e sovraccarichi considerati sono:

- il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- i carichi permanenti portati;
- le azioni variabili;
- la spinta sulle opere di sostegno ivi compresa, do quella derivante dove pertinente la saturazione del terreno a tergo dell'opera;
- i sovraccarichi presenti a monte delle opere di sostegno.

L'analisi dei carichi è effettuata dal software di calcolo che combina secondo la norma i pesi propri degli elementi calcolati in base ai valori unitari di input con le azioni variabili valutate specificatamente per il presente progetto. In particolare, per tutte le opere di sostegno, si sono considerati, quali azioni variabili, un carico uniformemente distribuito pari a 1500 kg/m sulla sommità del terrapieno quale carico stradale (anche pesante) e un carico uniformemente distribuito sulla superficie del pendio pari a 500 kg/mq per simulare interventi di manutenzione anche con mezzi meccanici.

Si riportano di seguito i risultati grafici effettuati sulla sezione critica (inviluppo delle sezioni poste ad ovest dell'intervento) rimandando i dettagli nell'allegato tabulato di calcolo.

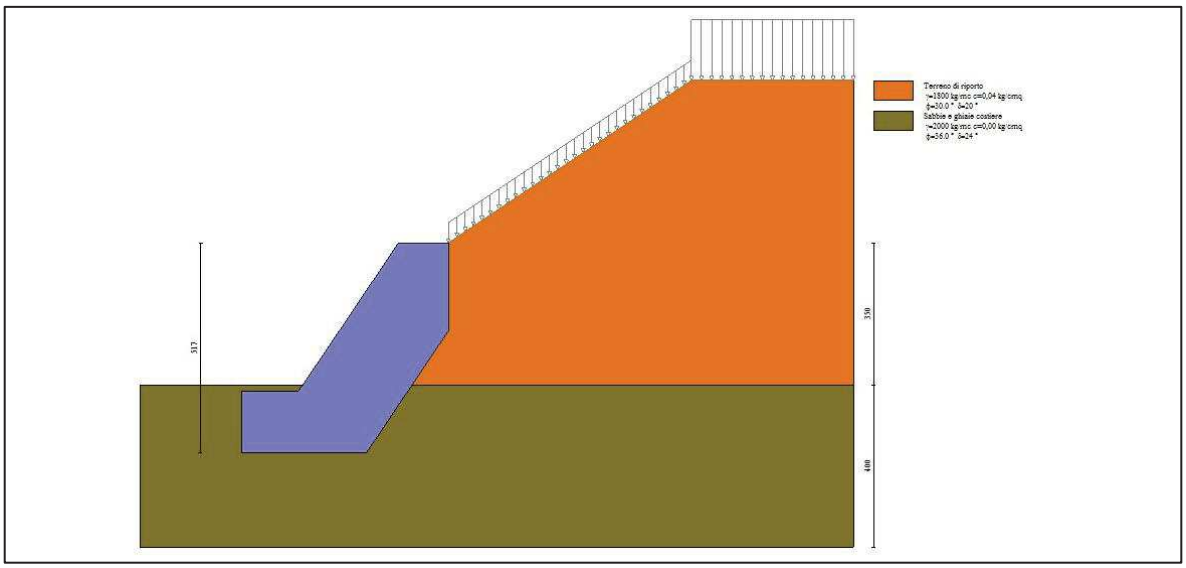


Figura 5.5: Schema di calcolo

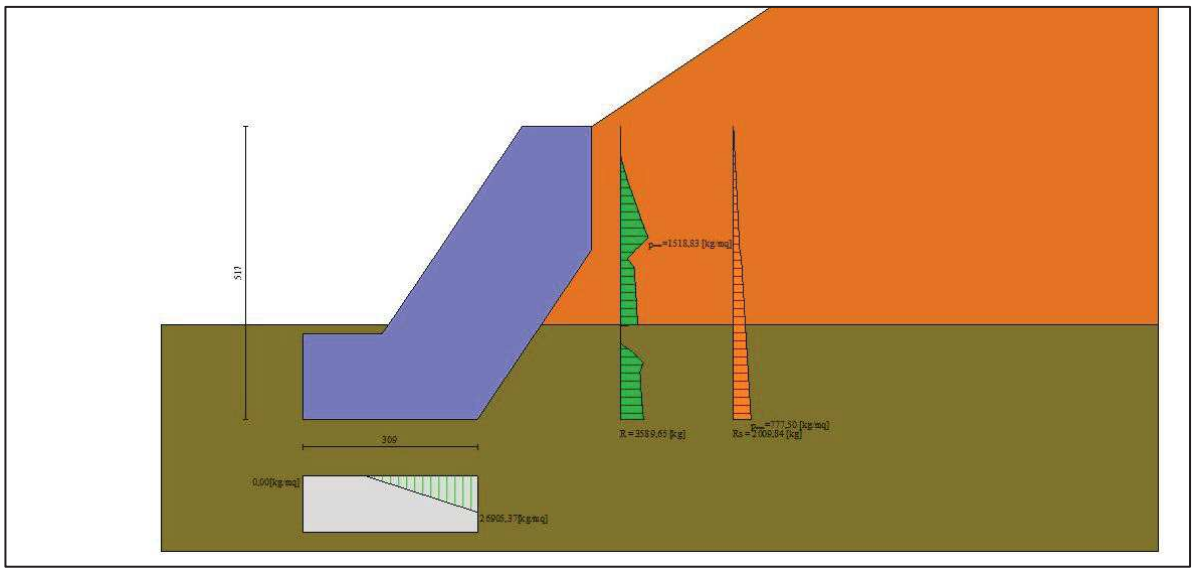


Figura 5.6: Pressioni e cunei

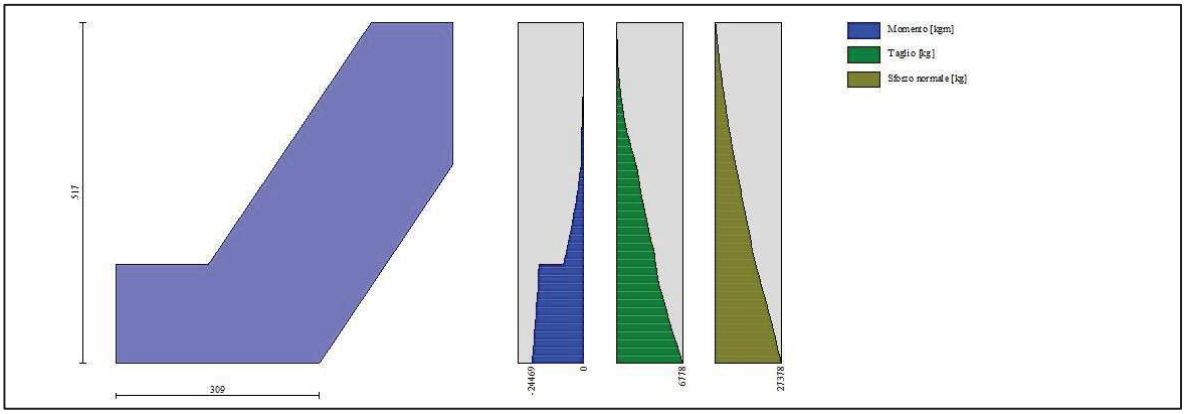


Figura 5.7: Sollecitazioni

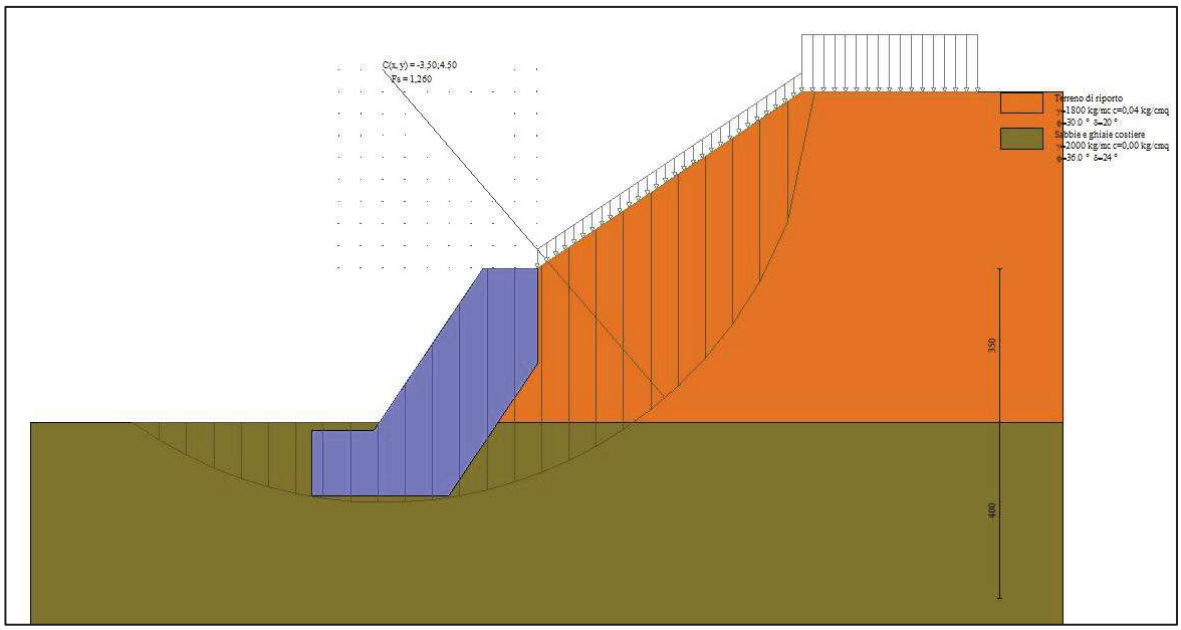


Figura 5.8: Stabilità globale

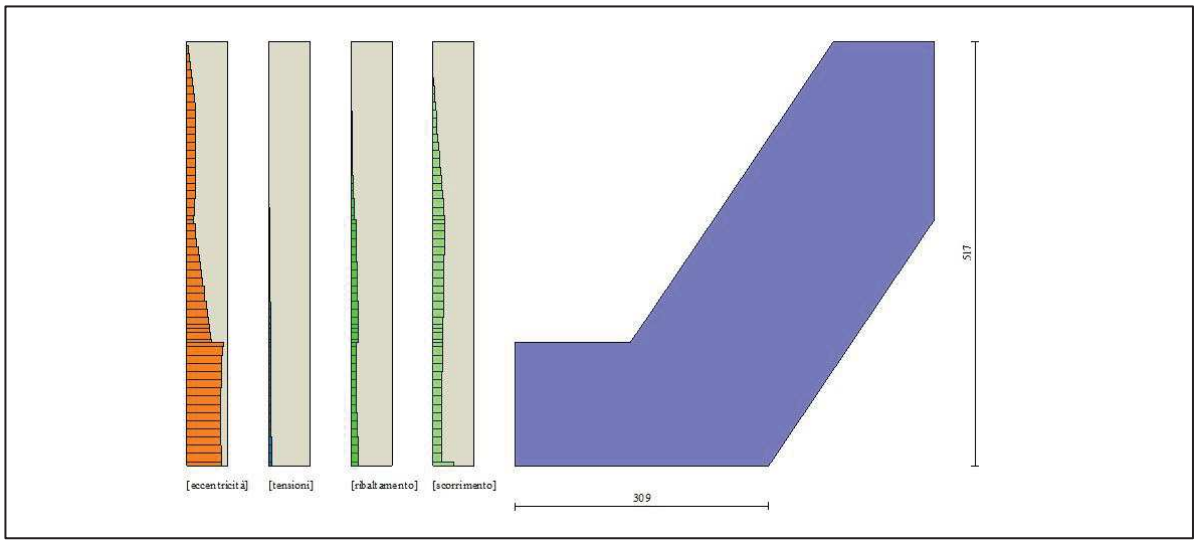


Figura 5.9: Verifiche manufatto

6 CANTIERIZZAZIONE E TEMPISTICHE DELL'INTERVENTO

Nel presente capitolo si descrivono le previsioni progettuali riguardo alle modalità di cantierizzazione ed alle tempistiche di realizzazione delle opere.

6.1 AREE DI CANTIERE

Per quanto riguarda le aree di cantiere, si prevede la predisposizione di un'unica area per la collocazione delle baracche, ricovero mezzi e stoccaggio materiali, corrispondente all'intera area di parcheggio, come visibile nell'Allegato 3.

Tale previsione è conseguente alla necessità di garantire la manovrabilità dei mezzi per il conferimento dei massi di terza categoria ed un adeguato volume di stoccaggio nel caso la velocità di approvvigionamento dei materiali fosse maggiore di quanto necessario per la posa in opera.

L'accesso all'area di cantiere avverrà tramite la S.S.1 attraverso l'ingresso utilizzato ad oggi per il parcheggio. L'area, avente superficie pari a circa 6.600 mq, sarà interamente recintata, utilizzando come supporto lato Aurelia il parapetto di divisione tra il parcheggio e il marciapiede adiacente alla carreggiata.

Per l'accesso alla battigia potrà essere utilizzata l'esistente rampa di accesso adiacente all'ingresso al parcheggio.

Considerata l'importanza del parcheggio a scopi turistici e le potenziali interferenze con la balneazione, su richiesta del Comune di Albissola Marina, la soluzione prospettata prevede la realizzazione dei lavori in periodo diverso da quello estivo. Si prevede, pertanto, una sospensione dei lavori nel periodo compreso fra il 15 Giugno ed il 15 Settembre. Si è inoltre individuata un'area pari a circa 550 mq al fine del deposito dei mezzi e materiali durante l'eventuale sospensione dei lavori.

6.2 CRONOPROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

La durata complessiva del cantiere si è stimata in 3 mesi.

Il cantiere è stato pensato in tre tratti omogenei per caratteristiche di circa 50 m e prevedendo una esecuzione sequenziale delle fasi di scavo, posa della fondazione, posa della mantellata, in modo tale da poter limitare l'esposizione del fronte scavato e privo della protezione della mantellata.

Per i primi due tratti previsti (sez 4-7 e sez 7-10) il fronte deve essere modellato mediante scavo del fronte per consentire l'alloggiamento della mantellata, con il materiale derivante dalla riprofilatura del fronte sarà possibile effettuare il riempimento a tergo della mantellata fra le sezioni 1 e 4.

La sistemazione della porzione superiore della scarpata e la sistemazione a verde sarà eseguita nella fase di chiusura del cantiere.

Il cronoprogramma dettagliato delle tempistiche delle varie lavorazioni è riportato nella Relazione I0101\ESE\ESE\GNR\R009.

7 COSTO DELL'INTERVENTO

La realizzazione dell'intervento è finanziata integralmente con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile n. 558 del 15 novembre 2018.

8 ANALISI DEI RISCHI

Il progetto per la "Lavori di messa in sicurezza terrapieno Margonara ad Albissola Marina (SV)" si configura come un appalto ordinario di opere edili, pertanto presenta i rischi tipici di queste lavorazioni.

In particolare le principali lavorazioni previste a progetto sono scavi, riporti e posa in opera di massi da scogliera, svolte sulla battigia antistante il terrapieno. Per esse nel "Piano di sicurezza e Coordinamento" (I0101\ESE\ESE\GNR\R012) sono individuati i rischi correlati.

Oltre a questi si individuano i seguenti ulteriori rischi, legati all'intervento:

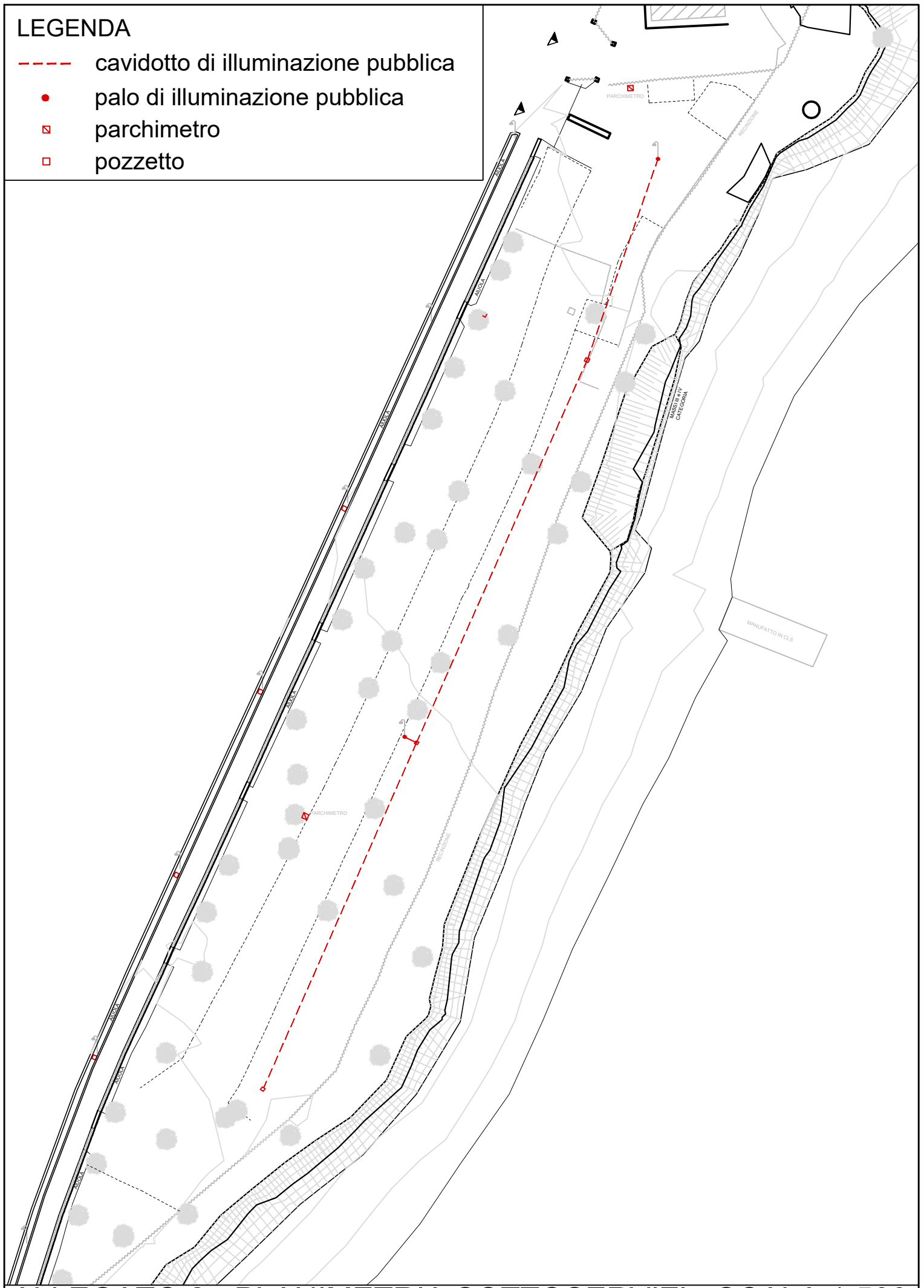
- clima meteomarino particolarmente avverso, tale da impedire le lavorazioni fronte mare;
- difficoltà di approvvigionamento dei massi da scogliera, data la forte richiesta sul mercato per cantiere di opere analoghe.



ALLEGATO 1 - PLANIMETRIA CATASTALE - SCALA 1:1000

LEGENDA

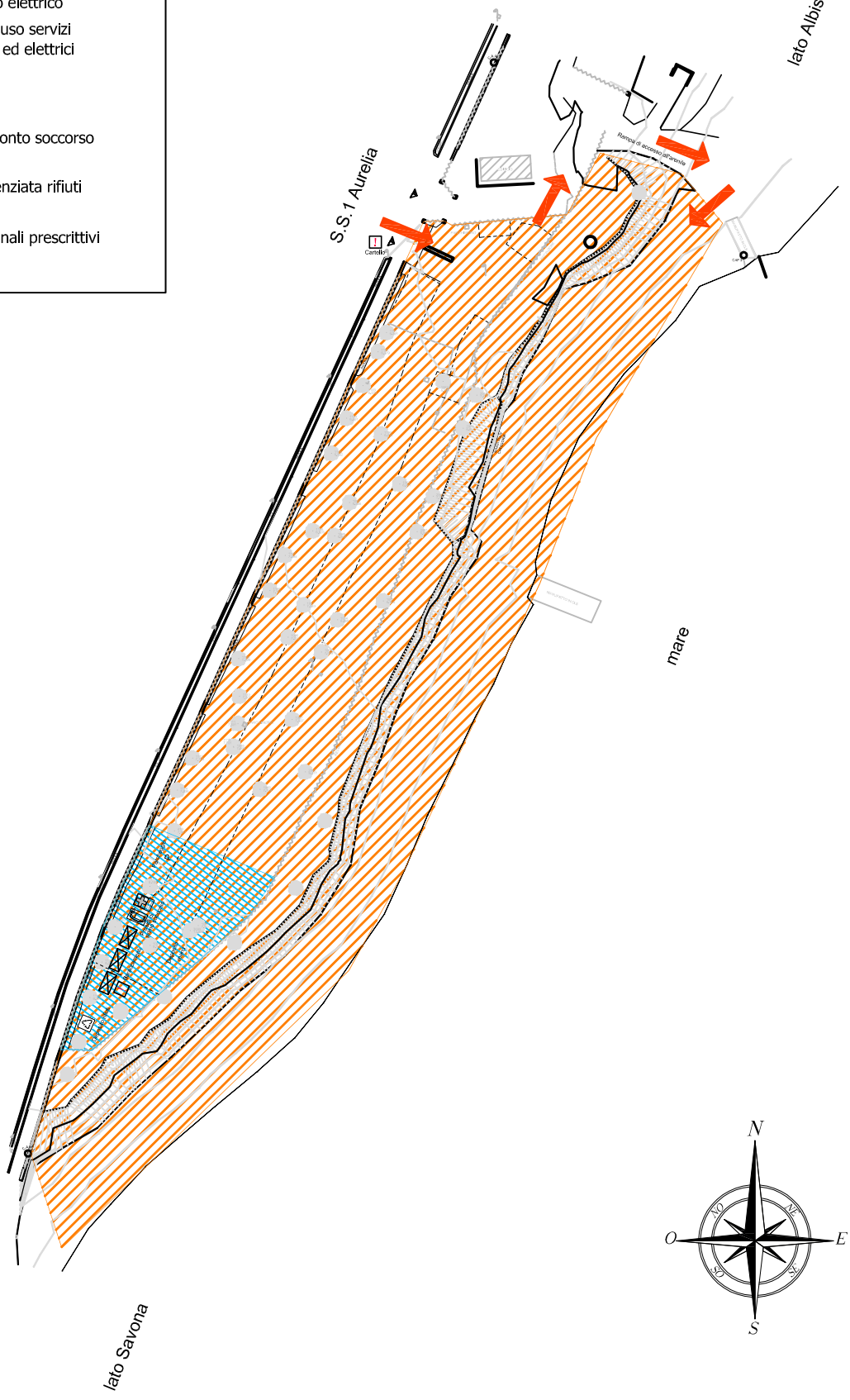
- cavidotto di illuminazione pubblica
- palo di illuminazione pubblica
- parchimetro
- pozzetto



ALLEGATO 2 - PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI - SCALA 1:500

LEGENDA

- aree di cantiere
- aree per il deposito materiali e mezzi durante l'eventuale sospensione estiva dei lavori
- accessi alle aree di cantiere
- Monoblocchi prefabbricati ad uso spogliatoio munito di allaccio ed impianto elettrico
- Monoblocchi prefabbricati ad uso servizi igienici munito di allacci idrici ed elettrici
- Posizione degli estintori
- Disposizione della cassetta pronto soccorso
- Cassoni per la raccolta differenziata rifiuti
- Cartellonistica generale e segnali prescrittivi



ALLEGATO 3 - PLANIMETRIA CANTIERE - SCALA 1:1000

ALLEGATO 4 –

RELAZIONE DEL RILIEVO TOPOGRAFICO

E MONOGRAFIE DEI CAPISALDI

SOMMARIO

1 PREMESSA 3
2 MONOGRAFIE CAPISALDI 3

1 PREMESSA

La presente Relazione è inerente al rilievo topografico dell'area destinata a parcheggio "Margonara", ubicata nel comune di Albissola Marina. L'area rilevata comprende il parcheggio posto direttamente a monte della spiaggia, la scogliera e la scarpata a mare.

Il rilievo è stato eseguito con l'utilizzo di ricevitore satellitare GNSS e stazione totale motorizzata, il sistema di riferimento richiesto dalla committenza è "Gauss-Boaga – Fuso 32".

La precisione delle misure di rilievo è dettata dalla scala di rappresentazione richiesta e cioè 1:200, considerando un errore di graficismo pari a 0,2 mm l'approssimazione che si ottiene è pari a 0,2 mm x 200 = 40 mm ➔ 4 cm.

Inoltre è necessario considerare che il sistema di riferimento richiesto è soggetto ad un fattore di scala pari a 0,9996, pertanto nel corso della trasformazione è stato applicato il coefficiente appena citato.

Il metodo di rilievo prescelto risulta essere il rilievo integrato tra ricevitore satellitare multicostellazione GNSS, utilizzato in modalità RTK con collegamento alle stazioni permanenti e stazione totale robotica con precisione angolare pari a 2''. Tale sistema garantisce il rispetto delle approssimazioni e coefficienti citati in precedenza.

In sito sono stati posizionati n. 3 capisaldi, materializzati mediante tassello ad espansione infissi in strutture in calcestruzzo, rilevati in modalità statico-rapido i cui dati sono stati successivamente post-elaborati.

La trasformazione nel sistema di riferimento richiesto è stata effettuata mediante rototraslazione sui capisaldi presenti nell'area limitrofa al rilievo materializzati ed apposti dall'Autorità Portuale, le cui coordinate sono state prelevate dagli elaborati forniti dalla committenza.

Di seguito vengono riportati i risultati dell'elaborazione di calcolo e le monografie dei capisaldi.

2 MONOGRAFIE CAPISALDI

Monografia Caposaldo n. 1	
Nome	**Caposaldo 1**
Sistema di riferimento	Gauss Boaga - Fuso 32
Coordinate	
Cartesiane	**Geografiche**
Est/X = 1460046.122	Latitudine = 44° 19' 22.592852"
Nord/Y = 4907883.113	Longitudine = 8° 29' 54.957563"
Quota/Z = 9.160	Quota ell. = 55.518
Immagine	



Monografia Caposaldo n. 2	
Nome	**Caposaldo 2**
Sistema di riferimento	Gauss Boaga - Fuso 32
Coordinate	
Cartesiane	**Geografiche**
Est/X = 1460120.708	Latitudine = 44° 19' 28.264995"
Nord/Y = 4908057.676	Longitudine = 8° 29' 58.276371"
Quota/Z = 5.553	Quota ell. = 51.907
Immagine	



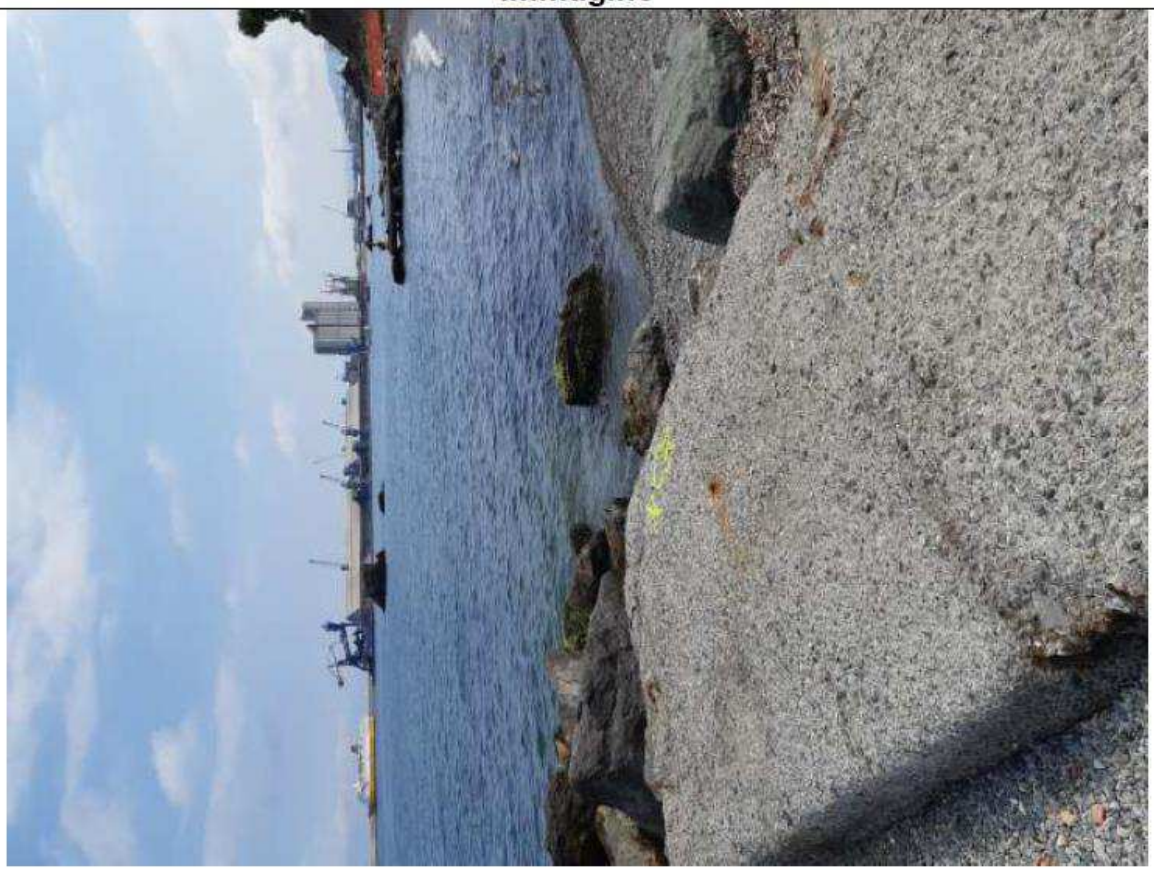
Monografia Caposaldo n. 3

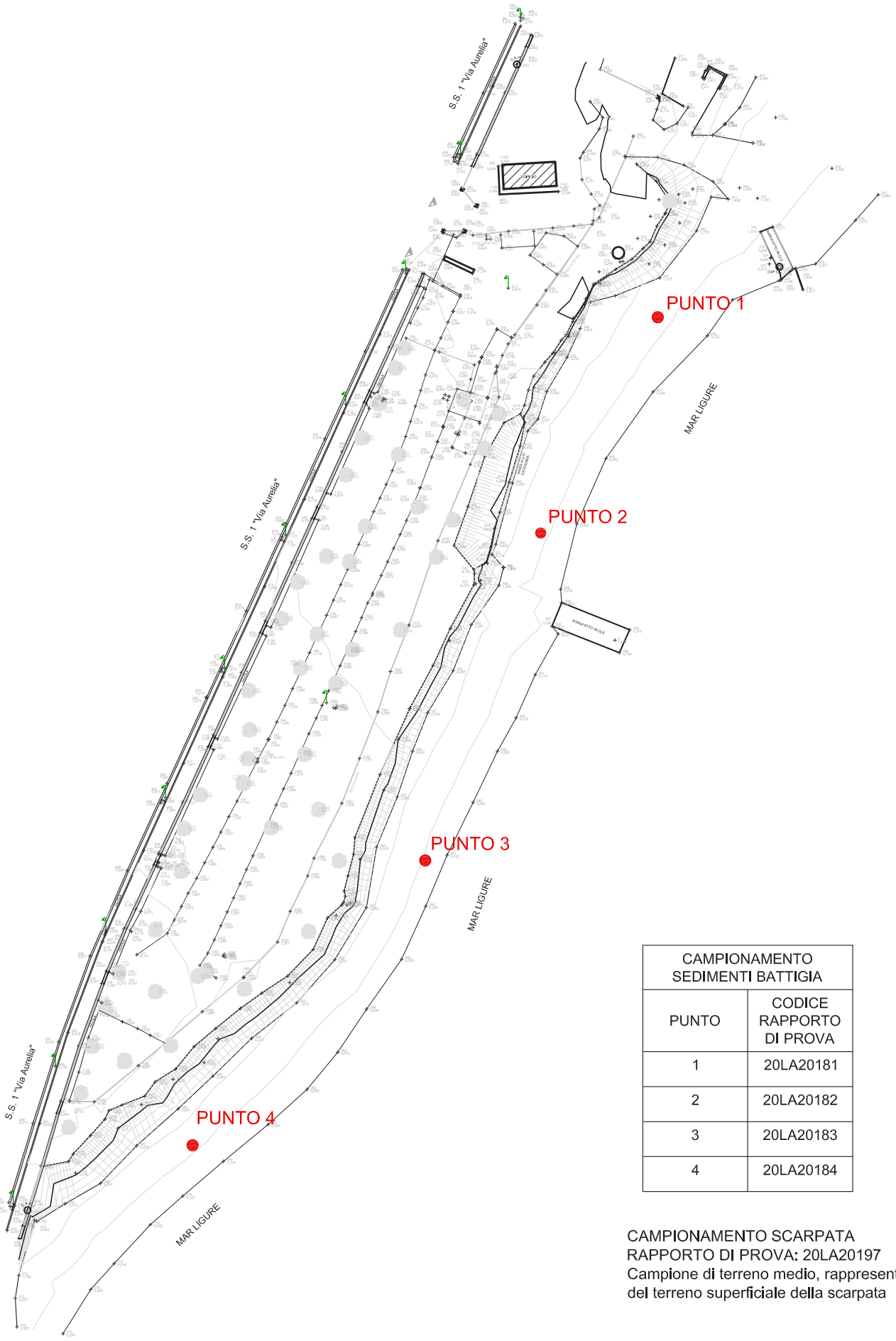
Nome	Caposaldo 3
Sistema di riferimento	Gauss Boaga - Fuso 32

Coordinate

Cartesiane	Geografiche
Est/X = 1460160.720	Latitudine = 44° 19' 27.274084"
Nord/Y = 4908026.823	Longitudine = 8° 30' 00.097713"
Quota/Z = 1.120	Quota ell. = 47.472

Immagine





CAMPIONAMENTO SEDIMENTI BATTIGIA	
PUNTO	CODICE RAPPORTO DI PROVA
1	20LA20181
2	20LA20182
3	20LA20183
4	20LA20184

CAMPIONAMENTO SCARPATA
RAPPORTO DI PROVA: 20LA20197
Campione di terreno medio, rappresentativo del terreno superficiale della scarpata

ALLEGATO 5 - PUNTI DI CAMPIONAMENTO

Rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00 del 21/10/2020**

Committente
I.R.E. S.p.A.
Via XX Settembre 41
16121 Genova GE

Dati del campione

Data Ricevimento: 12/10/2020
Matrice: sedimenti
(§)Descrizione Campione: Campione 1 Area 1 (Prof - 1,5 m)

20LA20181

Dati di campionamento

Data: 12/10/2020 **Ora:** 08.55.00 **Identificativo campione:** 20S027510
Campionato da: Perrone Dario - C.P.G. LAB sede di Cairo Montenotte **Piano di Campionamento:** 20PC01541
Presso: Terrapieno della Margonara - Albissola Marina (SV)
Modalità di campionamento * secondo D.G.R n° 1209 del 20 dicembre 2016

	Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
	[A] scheletro tra 2 cm e 2 mm *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**738,5**	±20,7		13/10/2020 14/10/2020
	[A] residuo a 105°C *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**99,5**	±1,0		13/10/2020 14/10/2020
*	[A] residuo a 450°C *MPI 52 rev 0 2004*	%	**99,3**	±1,0		15/10/2020 16/10/2020
*	[A] colore *APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003*		**grigio scuro**			13/10/2020 13/10/2020
*	[A] odore *APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003*		**caratteristico**			13/10/2020 13/10/2020
	[A] sostanza organica totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3*	g/kg	**1,8**	±0,2		19/10/2020 20/10/2020
	[A] arsenico *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**1,3**	±0,2	23	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cadmio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cromo totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**10**	±2	422	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cromo esavalente *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Mett.II.1 + EPA 3060A 1996 + EP A 7196A*	mg/kg s.s.	**< 0,2**		2	19/10/2020 19/10/2020
	[A] mercurio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	[A] nichel *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**6**	±1	583	16/10/2020 16/10/2020
	[A] piombo *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**2,9**	±0,4	116	16/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] rame *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**3**	±1	89	16/10/2020 16/10/2020
[A] zinco *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**9**	±2	142	16/10/2020 16/10/2020
[A] amianto (SEM) *DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 Allegato 1 Metodo B*	mg/kg	**< 100**		1000	15/10/2020 15/10/2020
Policiclici aromatici:					
[A] benzo(a)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	36	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(b)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2**	±1	48	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(k)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		24	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(g,h,i)perilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		66	15/10/2020 16/10/2020
[A] indeno(1,2,3-c,d)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		84	15/10/2020 16/10/2020
[A] antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		29	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(a)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	75	15/10/2020 16/10/2020
[A] crisene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3,2**	±0,8	108	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo(a,h)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,5**		70	15/10/2020 16/10/2020
[A] pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**4**	±1	153	15/10/2020 16/10/2020
[A] fenantrene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**1,3**	±0,3	87	15/10/2020 16/10/2020
[A] fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**5**	±1	130	15/10/2020 16/10/2020
[A] naftalene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] fluorene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	**42**	±10	900	15/10/2020 20/10/2020
Idrocarburi:					
[A] idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg s.s.	**< 5**		60	15/10/2020 16/10/2020
PCB:					
[A] policlorobifenili (PCB) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		9,6	15/10/2020 20/10/2020
[A] PCB 28 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 52 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 77 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 81 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 101 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 118 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 126 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 128 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 138 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 153 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 156 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 169 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 180 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
Fitofarmaci:					

Segue rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] aldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] beta-esaclorocicloesano (b-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD,DDT,DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] dieldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] esaclorobenzene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] endrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,7	15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
* [A] tributilstagno *MPI 123 rev 0 2006*	µg/kg s.s.	**< 2**		6	16/10/2020 19/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00**

	Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
* A	Coliformi totali *MPI 53 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
* A	Coliformi fecali *MPI 54 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
* A	Salmonella *CNR IRSA 3 Q 64 Vol 1 1983*		**non ril/25g**			13/10/2020 20/10/2020
* A	Ifomiceti *CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983*	UFC/g s.s.	**31**			13/10/2020 19/10/2020
* A	Streptococchi fecali *MPI 55 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
* A	Spore di clostridi solfito riduttori *Metodologie analitiche di riferimento SEDIMENTI Scheda 6 - ICRAM 2001*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
	Granulometria:		**vedi allegato**			20/10/2020

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

(§) Valori limite riferiti a : Delibera della Giunta Regionale n. 1209/2016 e s.m.i.

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50
B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.
III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.
#: Prova eseguita da laboratorio terzo
§: Dati forniti dal cliente
MDL : Method Detection Limit
U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.
Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.
I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.
Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.
Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.
I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.
Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Persone che possono autorizzare i Rapporti di Prova:
Dott. Massimiliano Brignone, Direttore della Sede di Cairo Montenotte
Dott. Stefano Pinna, Direttore della Sede di Porto Torres
Dott.ssa Tiziana Giusto, Direttore Responsabile del Laboratorio Rifiuti
Dott. Glauco Barbero, Responsabile del Settore Aria, Acqua, Terre di Cairo Montenotte
Dott.ssa Barbara Bergero, Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia
Dott. Fabrizio Piana, Vice Responsabile del Laboratorio di Porto Torres
Dott.ssa Elena Solari, Vice Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da: **Dott. Massimiliano BrignoneOrdine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1278**

Segue rapporto di prova n°: **20LA20181 rev.00**

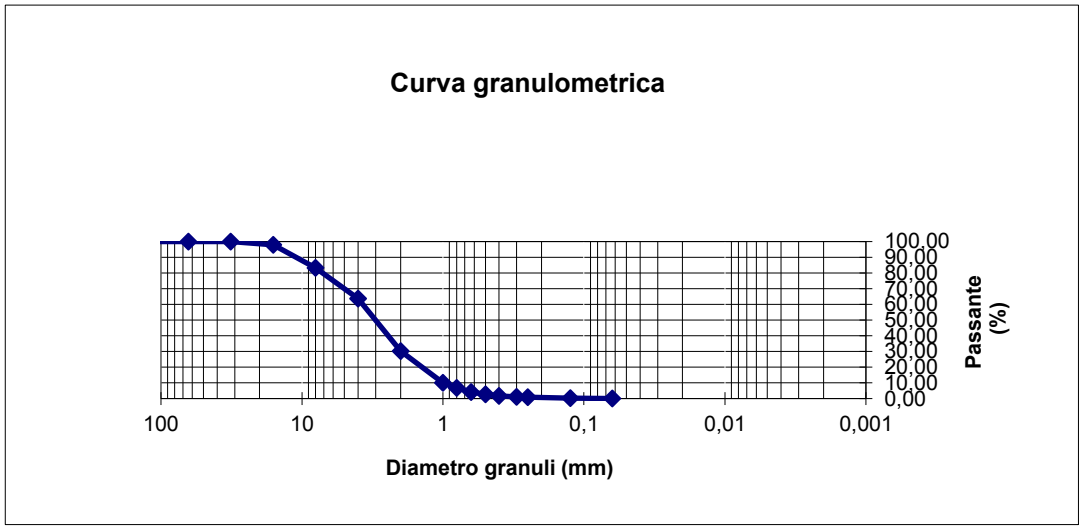
---------- **Fine rapporto di prova** ----------

Consulenza Progettazione Gestione
analisi, studi e ricerche
chimiche - ambientali - agroalimentari
Sistemi di Gestione Certificati RINA
Qualità UNI EN ISO 9001:2008 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2004

Allegato al rapporto di prova n°: 20LA20181 del 21/10/2020

ANALISI GRANULOMETRICA

		Terreno analizzato M (g)=	656,55		
Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)	Totale dei passanti (%)	
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	13,56	2,07	2,07	97,93	
8	96,22	14,66	16,72	83,28	
4	129,30	19,69	36,41	63,59	
2	218,58	33,29	69,71	30,29	
1	133,00	20,26	89,96	10,04	
0,8	21,54	3,28	93,24	6,76	
0,63	16,98	2,59	95,83	4,17	
0,5	9,37	1,43	97,26	2,74	
0,4	6,38	0,97	98,23	1,77	% ghiaia
0,3	4,30	0,65	98,89	1,11	69,71
0,25	1,90	0,29	99,17	0,83	% sabbia
0,125	3,80	0,58	99,75	0,25	30,26
0,063	1,38	0,21	99,96	0,04	% limo/argilla
Fondo	0,24				0,04



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via secca secondo UNI EN 933-1: 2012

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

Responsabile del Laboratorio Cairo M.tte
Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
dei chimici della Liguria, n°1278

Rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00 del 21/10/2020**

Committente
I.R.E. S.p.A.
Via XX Settembre 41
16121 Genova GE

Dati del campione

Data Ricevimento: 12/10/2020
Matrice: sedimenti
(§)Descrizione Campione: Campione 2 Area 2 (Prof - 1,5 m)

20LA20182

Dati di campionamento

Data: 12/10/2020 **Ora:** 09.53.00 **Identificativo campione:** 20S027511
Campionato da: Perrone Dario - C.P.G. LAB sede di Cairo Montenotte **Piano di Campionamento:** 20PC01541
Presso: Terrapieno della Margonara - Albissola Marina (SV)
Modalità di campionamento * secondo D.G.R n° 1209 del 20 dicembre 2016

		Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
	A	scheletro tra 2 cm e 2 mm *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**851,1**	±23,8		13/10/2020 14/10/2020
	A	residuo a 105°C *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**99,3**	±1,0		13/10/2020 14/10/2020
*	A	residuo a 450°C *MPI 52 rev 0 2004*	%	**98,4**	±1,0		15/10/2020 16/10/2020
*	A	colore *APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003*		**grigio scuro**			13/10/2020 13/10/2020
*	A	odore *APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003*		**caratteristico**			13/10/2020 13/10/2020
	A	sostanza organica totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3*	g/kg	**9,4**	±1,1		19/10/2020 20/10/2020
	A	arsenico *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 1**		23	16/10/2020 16/10/2020
	A	cadmio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	A	cromo totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**5**	±1	422	16/10/2020 16/10/2020
	A	cromo esavalente *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Mett.II.1 + EPA 3060A 1996 + EP A 7196A*	mg/kg s.s.	**< 0,2**		2	19/10/2020 19/10/2020
	A	mercurio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	A	nichel *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**5**	±1	583	16/10/2020 16/10/2020
	A	piombo *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**1,9**	±0,3	116	16/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] rame *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**1,6**	±0,3	89	16/10/2020 16/10/2020
[A] zinco *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**6**	±1	142	16/10/2020 16/10/2020
[A] amianto (SEM) *DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 Allegato 1 Metodo B*	mg/kg	**< 100**		1000	15/10/2020 15/10/2020
Policiclici aromatici:					
[A] benzo(a)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	36	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(b)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	48	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(k)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		24	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(g,h,i)perilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		66	15/10/2020 16/10/2020
[A] indeno(1,2,3-c,d)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		84	15/10/2020 16/10/2020
[A] antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		29	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(a)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2**	±1	75	15/10/2020 16/10/2020
[A] crisene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2,2**	±0,5	108	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo(a,h)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,5**		70	15/10/2020 16/10/2020
[A] pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	153	15/10/2020 16/10/2020
[A] fenantrene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**1,7**	±0,4	87	15/10/2020 16/10/2020
[A] fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**4**	±1	130	15/10/2020 16/10/2020
[A] naftalene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] fluorene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	**19**	±5	900	15/10/2020 20/10/2020
Idrocarburi:					
[A] idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg s.s.	**< 5**		60	15/10/2020 16/10/2020
PCB:					
[A] policlorobifenili (PCB) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		9,6	15/10/2020 20/10/2020
[A] PCB 28 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 52 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 77 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 81 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 101 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 118 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 126 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 128 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 138 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 153 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 156 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 169 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 180 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
Fitofarmaci:					

Segue rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] aldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] beta-esaclorocicloesano (b-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD,DDT,DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] dieldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] esaclorobenzene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] endrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,7	15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
* [A] tributilstagno *MPI 123 rev 0 2006*	µg/kg s.s.	**< 2**		6	16/10/2020 19/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00**

		Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
*	A	Coliformi totali *MPI 53 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
*	A	Coliformi fecali *MPI 54 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
*	A	Salmonella *CNR IRSA 3 Q 64 Vol 1 1983*		**non ril/25g**			13/10/2020 20/10/2020
*	A	Ifomiceti *CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983*	UFC/g s.s.	**21**			13/10/2020 19/10/2020
*	A	Streptococchi fecali *MPI 55 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
*	A	Spore di clostridi solfito riduttori *Metodologie analitiche di riferimento SEDIMENTI Scheda 6 - ICRAM 2001*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
		Granulometria:		**vedi allegato**			20/10/2020

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

(§) Valori limite riferiti a : Delibera della Giunta Regionale n. 1209/2016 e s.m.i.

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50
B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.
III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.
#: Prova eseguita da laboratorio terzo
§: Dati forniti dal cliente
MDL : Method Detection Limit
U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.
Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.
I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.
Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.
Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.
I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.
Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Persone che possono autorizzare i Rapporti di Prova:
Dott. Massimiliano Brignone, Direttore della Sede di Cairo Montenotte
Dott. Stefano Pinna, Direttore della Sede di Porto Torres
Dott.ssa Tiziana Giusto, Direttore Responsabile del Laboratorio Rifiuti
Dott. Glauco Barbero, Responsabile del Settore Aria, Acqua, Terre di Cairo Montenotte
Dott.ssa Barbara Bergero, Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia
Dott. Fabrizio Piana, Vice Responsabile del Laboratorio di Porto Torres
Dott.ssa Elena Solari, Vice Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da: **Dott. Massimiliano BrignoneOrdine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1278**

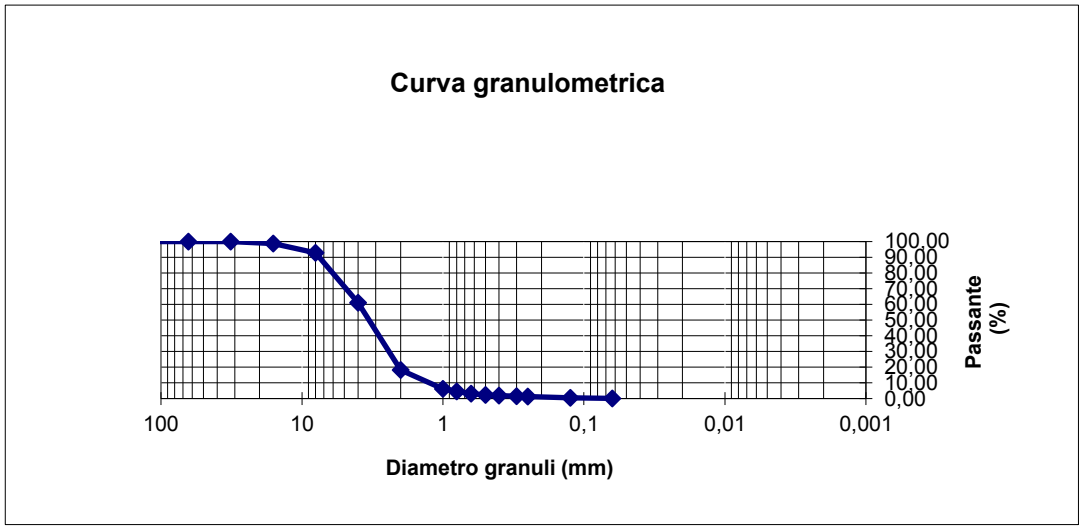
Segue rapporto di prova n°: **20LA20182 rev.00**

---------- **Fine rapporto di prova** ----------

Allegato al rapporto di prova n°: 20LA20182 del 21/10/2020

ANALISI GRANULOMETRICA

		Terreno analizzato M (g)=		650,51	
Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)	Totale dei passanti (%)	
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	8,22	1,26	1,26	98,74	
8	38,57	5,93	7,19	92,81	
4	206,95	31,81	39,01	60,99	
2	278,23	42,77	81,78	18,22	
1	78,45	12,06	93,84	6,16	
0,8	10,08	1,55	95,39	4,61	
0,63	9,60	1,48	96,86	3,14	
0,5	5,28	0,81	97,67	2,33	
0,4	3,22	0,49	98,17	1,83	% ghiaia
0,3	2,32	0,36	98,53	1,47	81,78
0,25	1,07	0,16	98,69	1,31	% sabbia
0,125	4,78	0,73	99,43	0,57	18,09
0,063	2,90	0,45	99,87	0,13	% limo/argilla
Fondo	0,84				0,13



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via secca secondo UNI EN 933-1: 2012

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.
Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.
Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

Responsabile del Laboratorio Cairo M.tte
Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
dei chimici della Liguria, n°1278

C.P.G. Lab S.r.l. Sede legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 17014 Cairo Montenotte (SV)
Unità Locale: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)
Partita IVA n° 00374910099 - C.C.I.A.A. SV n° 074620 - Trib. Reg. Soc. n° 6158

Rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00 del 21/10/2020**

Committente
I.R.E. S.p.A.
Via XX Settembre 41
16121 Genova GE

Dati del campione

Data Ricevimento: 12/10/2020
Matrice: sedimenti
(§)Descrizione Campione: Campione 3 Area 3 (Prof - 1,5 m)

20LA20183

Dati di campionamento

Data: 12/10/2020 **Ora:** 10.10.00 **Identificativo campione:** 20S027512
Campionato da: Perrone Dario - C.P.G. LAB sede di Cairo Montenotte **Piano di Campionamento:** 20PC01541
Presso: Terrapieno della Margonara - Albissola Marina (SV)
Modalità di campionamento * secondo D.G.R n° 1209 del 20 dicembre 2016

		Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
	A	scheletro tra 2 cm e 2 mm *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**660,7**	±18,5		13/10/2020 14/10/2020
	A	residuo a 105°C *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**99,5**	±1,0		13/10/2020 14/10/2020
*	A	residuo a 450°C *MPI 52 rev 0 2004*	%	**99,4**	±1,0		15/10/2020 16/10/2020
*	A	colore *APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003*		**grigio scuro**			13/10/2020 13/10/2020
*	A	odore *APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003*		**caratteristico**			13/10/2020 13/10/2020
	A	sostanza organica totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3*	g/kg	**1,1**	±0,1		19/10/2020 20/10/2020
	A	arsenico *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**3**	±1	23	20/10/2020 21/10/2020
	A	cadmio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	20/10/2020 21/10/2020
	A	cromo totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**11**	±2	422	20/10/2020 21/10/2020
	A	cromo esavalente *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Mett.II.1 + EPA 3060A 1996 + EP A 7196A*	mg/kg s.s.	**< 0,2**		2	19/10/2020 19/10/2020
	A	mercurio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**0,1**	±0,0	0,3	20/10/2020 21/10/2020
	A	nichel *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**8**	±2	583	20/10/2020 21/10/2020
	A	piombo *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**6**	±1	116	20/10/2020 21/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] rame *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**10**	±2	89	20/10/2020 21/10/2020
[A] zinco *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**17**	±3	142	20/10/2020 21/10/2020
[A] amianto (SEM) *DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 Allegato 1 Metodo B*	mg/kg	**< 100**		1000	15/10/2020 15/10/2020
Policiclici aromatici:					
[A] benzo(a)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2**	±1	36	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(b)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		48	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(k)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		24	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(g,h,i)perilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		66	15/10/2020 16/10/2020
[A] indeno(1,2,3-c,d)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		84	15/10/2020 16/10/2020
[A] antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		29	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo(a)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2**	±1	75	15/10/2020 16/10/2020
[A] crisene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**1,6**	±0,4	108	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo(a,h)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,5**		70	15/10/2020 16/10/2020
[A] pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	153	15/10/2020 16/10/2020
[A] fenantrene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**0,6**	±0,2	87	15/10/2020 16/10/2020
[A] fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**3**	±1	130	15/10/2020 16/10/2020
[A] naftalene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] acenaftilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] fluorene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	**12**	±3	900	15/10/2020 20/10/2020
Idrocarburi:					
[A] idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg s.s.	**< 5**		60	15/10/2020 16/10/2020
PCB:					
[A] policlorobifenili (PCB) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		9,6	15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 28 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 52 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 77 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 81 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 101 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 118 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 126 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 128 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 138 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 153 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 156 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 169 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 180 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
Fitofarmaci:					

Segue rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] aldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] beta-esaclorocicloesano (b-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD,DDT,DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] dieldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] esaclorobenzene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] endrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,7	15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
* [A] tributilstagno *MPI 123 rev 0 2006*	µg/kg s.s.	**< 2**		6	16/10/2020 19/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00**

		Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
*	A	Coliformi totali *MPI 53 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**560**			13/10/2020 14/10/2020
*	A	Coliformi fecali *MPI 54 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
*	A	Salmonella *CNR IRSA 3 Q 64 Vol 1 1983*		**non ril/25g**			13/10/2020 20/10/2020
*	A	Ifomiceti *CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983*	UFC/g s.s.	**120**			13/10/2020 19/10/2020
*	A	Streptococchi fecali *MPI 55 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
*	A	Spore di clostridi solfito riduttori *Metodologie analitiche di riferimento SEDIMENTI Scheda 6 - ICRAM 2001*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
		Granulometria:		**vedi allegato**			20/10/2020

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

(§) Valori limite riferiti a : Delibera della Giunta Regionale n. 1209/2016 e s.m.i.

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50
B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.
III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.
#: Prova eseguita da laboratorio terzo
§: Dati forniti dal cliente
MDL : Method Detection Limit
U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.
Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.
I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.
Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.
Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.
I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.
Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Persone che possono autorizzare i Rapporti di Prova:
Dott. Massimiliano Brignone, Direttore della Sede di Cairo Montenotte
Dott. Stefano Pinna, Direttore della Sede di Porto Torres
Dott.ssa Tiziana Giusto, Direttore Responsabile del Laboratorio Rifiuti
Dott. Glauco Barbero, Responsabile del Settore Aria, Acqua, Terre di Cairo Montenotte
Dott.ssa Barbara Bergero, Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia
Dott. Fabrizio Piana, Vice Responsabile del Laboratorio di Porto Torres
Dott.ssa Elena Solari, Vice Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da: **Dott. Massimiliano BrignoneOrdine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1278**

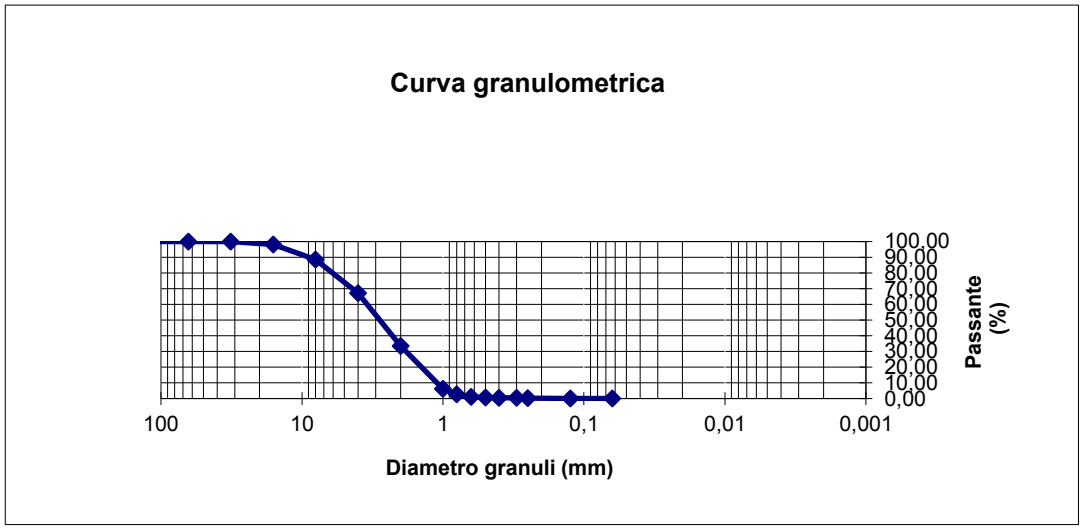
Segue rapporto di prova n°: **20LA20183 rev.00**

---------- **Fine rapporto di prova** ----------

Allegato al rapporto di prova n°: 20LA20183 del 21/10/2020

ANALISI GRANULOMETRICA

		Terreno analizzato M (g)=	721,41		
Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)	Totale dei passanti (%)	
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	13,62	1,89	1,89	98,11	
8	69,07	9,57	11,46	88,54	
4	154,01	21,35	32,81	67,19	
2	242,62	33,63	66,44	33,56	
1	197,11	27,32	93,76	6,24	
0,8	25,92	3,59	97,36	2,64	
0,63	10,68	1,48	98,84	1,16	
0,5	3,12	0,43	99,27	0,73	
0,4	1,45	0,20	99,47	0,53	% ghiaia
0,3	0,90	0,12	99,60	0,40	66,44
0,25	0,41	0,06	99,65	0,35	% sabbia
0,125	1,38	0,19	99,84	0,16	33,51
0,063	0,76	0,11	99,95	0,05	% limo/argilla
Fondo	0,36				0,05



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via secca secondo UNI EN 933-1: 2012

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

Responsabile del Laboratorio Cairo M.tte
Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
dei chimici della Liguria, n°1278

Rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00 del 21/10/2020**

Committente
I.R.E. S.p.A.
Via XX Settembre 41
16121 Genova GE

Dati del campione

Data Ricevimento: 12/10/2020
Matrice: sedimenti
(§)Descrizione Campione: Campione 4 Area 4 (Prof - 1,5 m)

20LA20184

Dati di campionamento

Data: 12/10/2020 **Ora:** 10.50.00 **Identificativo campione:** 20S027513
Campionato da: Perrone Dario - C.P.G. LAB sede di Cairo Montenotte **Piano di Campionamento:** 20PC01541
Presso: Terrapieno della Margonara - Albissola Marina (SV)
Modalità di campionamento * secondo D.G.R n° 1209 del 20 dicembre 2016

	Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
	[A] scheletro tra 2 cm e 2 mm *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**577,3**	±16,2		13/10/2020 14/10/2020
	[A] residuo a 105°C *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**99,5**	±1,0		13/10/2020 14/10/2020
*	[A] residuo a 450°C *MPI 52 rev 0 2004*	%	**98,9**	±1,0		15/10/2020 16/10/2020
*	[A] colore *APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003*		**grigio scuro**			13/10/2020 13/10/2020
*	[A] odore *APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003*		**caratteristico**			13/10/2020 13/10/2020
	[A] sostanza organica totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3*	g/kg	**1,3**	±0,2		19/10/2020 20/10/2020
	[A] arsenico *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**5**	±1	23	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cadmio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cromo totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**13**	±2	422	16/10/2020 16/10/2020
	[A] cromo esavalente *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Mett.II.1 + EPA 3060A 1996 + EP A 7196A*	mg/kg s.s.	**< 0,2**		2	19/10/2020 19/10/2020
	[A] mercurio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		0,3	16/10/2020 16/10/2020
	[A] nichel *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**11**	±2	583	16/10/2020 16/10/2020
	[A] piombo *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**10**	±1	116	16/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00**

	Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
A	rame *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**6**	±1	89	16/10/2020 16/10/2020
A	zinco *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**28**	±5	142	16/10/2020 16/10/2020
A	amianto (SEM) *DM 06/09/1994 GU SO n° 220 20/09/1994 Allegato 1 Metodo B*	mg/kg	**< 100**		1000	15/10/2020 15/10/2020
	Policiclici aromatici:					
A	benzo(a)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**6**	±2	36	15/10/2020 16/10/2020
A	benzo(b)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**4**	±1	48	15/10/2020 16/10/2020
A	benzo(k)fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2**	±1	24	15/10/2020 16/10/2020
A	benzo(g,h,i)perilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		66	15/10/2020 16/10/2020
* A	tributilstagno *MPI 123 rev 0 2006*	µg/kg s.s.	**< 2**		6	16/10/2020 19/10/2020
A	indeno(1,2,3-c,d)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		84	15/10/2020 16/10/2020
A	antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**		29	15/10/2020 16/10/2020
A	benzo(a)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**5**	±1	75	15/10/2020 16/10/2020
A	crisene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**4,5**	±1,1	108	15/10/2020 16/10/2020
A	dibenzo(a,h)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,5**		70	15/10/2020 16/10/2020
A	pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**9**	±2	153	15/10/2020 16/10/2020
A	fenantrene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**2,5**	±0,6	87	15/10/2020 16/10/2020
A	fluorantene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**10**	±2	130	15/10/2020 16/10/2020
A	naftalene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
A	acenaftene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] acenaftilene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] fluorene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	**46**	±11	900	15/10/2020 16/10/2020
Idrocarburi:					
[A] idrocarburi pesanti C>12 *ISO 16703:2004*	mg/kg s.s.	**< 5**		60	15/10/2020 16/10/2020
PCB:					
[A] policlorobifenili (PCB) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		9,6	15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 28 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 52 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 77 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 81 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 101 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 118 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 126 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 128 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 138 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 153 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 156 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 169 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] PCB 180 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
Fitofarmaci:					
[A] aldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] beta-esaclorocicloesano (b-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDD *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDT *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		1,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] 2,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] 4,4'-DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] DDD,DDT,DDE *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020
[A] dieldrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,2	15/10/2020 16/10/2020
[A] esaclorobenzene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,1**		0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] endrin *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	µg/kg s.s.	**< 0,2**		2,7	15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria fitofarmaci	µg/kg s.s.	**< 0,2**			15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00**

	Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
*	[A] Coliformi totali *MPI 53 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
*	[A] Coliformi fecali *MPI 54 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 14/10/2020
*	[A] Salmonella *CNR IRSA 3 Q 64 Vol 1 1983*		**non ril/25g**			13/10/2020 20/10/2020
*	[A] Ifomiceti *CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983*	UFC/g s.s.	**41**			13/10/2020 19/10/2020
*	[A] Streptococchi fecali *MPI 55 rev 0 2005*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
*	[A] Spore di clostridi solfito riduttori *Metodologie analitiche di riferimento SEDIMENTI Scheda 6 - ICRAM 2001*	UFC/g s.s.	**< 10**			13/10/2020 15/10/2020
	Granulometria:		**vedi allegato**			20/10/2020

(*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

(§) Valori limite riferiti a : Delibera della Giunta Regionale n. 1209/2016 e s.m.i.

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50
B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.
III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.
#: Prova eseguita da laboratorio terzo
§: Dati forniti dal cliente
MDL : Method Detection Limit
U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.
Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.
I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.
Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.
Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.
I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.
Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Persone che possono autorizzare i Rapporti di Prova:
Dott. Massimiliano Brignone, Direttore della Sede di Cairo Montenotte
Dott. Stefano Pinna, Direttore della Sede di Porto Torres
Dott.ssa Tiziana Giusto, Direttore Responsabile del Laboratorio Rifiuti
Dott. Glauco Barbero, Responsabile del Settore Aria, Acqua, Terre di Cairo Montenotte
Dott.ssa Barbara Bergero, Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia
Dott. Fabrizio Piana, Vice Responsabile del Laboratorio di Porto Torres
Dott.ssa Elena Solari, Vice Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da: **Dott. Massimiliano BrignoneOrdine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1278**

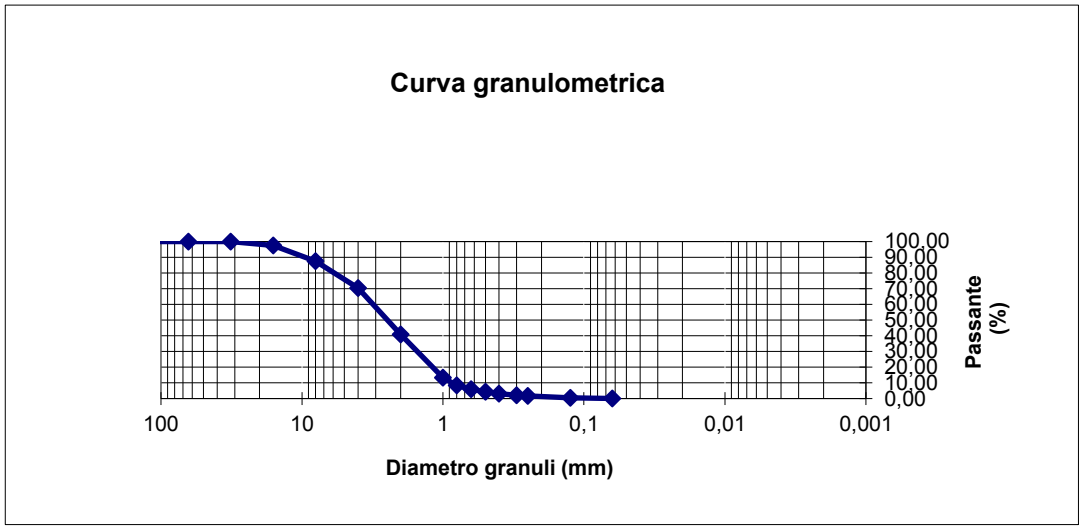
Segue rapporto di prova n°: **20LA20184 rev.00**

---------- **Fine rapporto di prova** ----------

Allegato al rapporto di prova n°: 20LA20184 del 21/10/2020

ANALISI GRANULOMETRICA

		Terreno analizzato M (g)=		678,87	
Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)	Totale dei passanti (%)	
128	0,00	0,00	0,00	100,00	
64	0,00	0,00	0,00	100,00	
32	0,00	0,00	0,00	100,00	
16	17,02	2,51	2,51	97,49	
8	68,16	10,04	12,55	87,45	
4	116,10	17,10	29,65	70,35	
2	200,73	29,57	59,22	40,78	
1	186,55	27,48	86,70	13,30	
0,8	32,47	4,78	91,48	8,52	
0,63	17,44	2,57	94,05	5,95	
0,5	10,94	1,61	95,66	4,34	
0,4	7,61	1,12	96,78	3,22	% ghiaia
0,3	8,15	1,20	97,98	2,02	59,22
0,25	2,72	0,40	98,38	1,62	% sabbia
0,125	7,97	1,17	99,56	0,44	40,72
0,063	2,58	0,38	99,94	0,06	% limo/argilla
Fondo	0,43				0,06



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via secca secondo UNI EN 933-1: 2012

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

Responsabile del Laboratorio Cairo M.tte
Dott. Brignone Massimiliano - Ordine
dei chimici della Liguria, n°1278

Rapporto di prova n°: **20LA20197 rev.00 del 21/10/2020**

Committente
I.R.E. S.p.A.
Via XX Settembre 41
16121 Genova GE

Dati del campione

20LA20197

Data Ricevimento: 12/10/2020
Matrice: terreni
(§)Descrizione Campione: Campione medio del terreno in scarpata

Dati di campionamento

Data: 12/10/2020 **Ora:** 08.36.00 **Identificativo campione:** 20S027509
Campionato da: Perrone Dario - C.P.G. LAB sede di Cairo Montenotte **Piano di Campionamento:** 20PC01540
Presso: Terrapieno della Margonara - Albissola Marina (SV)
Modalità di campionamento secondo DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met I.1

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] residuo a 105°C *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2*	%	**98,6**	±1,0		13/10/2020 14/10/2020
[A] scheletro tra 2 cm e 2 mm *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1*	g/kg	**503,2**	±14,1		13/10/2020 14/10/2020
[A] arsenico *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**15**	±3	20	12/10/2020 20/10/2020
[A] cadmio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**0,4**	±0,1	2	12/10/2020 20/10/2020
[A] cobalto *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**9**	±2	20	12/10/2020 20/10/2020
[A] cromo totale *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**42**	±7	150	12/10/2020 20/10/2020
[A] cromo VI *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986*	mg/kg s.s.	**< 0,1**		2	15/10/2020 15/10/2020
[A] mercurio *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**0,14**	±0,03	1	12/10/2020 20/10/2020
[A] nichel *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**17**	±3	120	12/10/2020 20/10/2020
[A] piombo *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**33**	±4	100	12/10/2020 20/10/2020
[A] rame *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**17**	±3	120	12/10/2020 20/10/2020
[A] zinco *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014*	mg/kg s.s.	**135**	±22	150	12/10/2020 20/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20197 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] benzene *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	14/10/2020 16/10/2020
[A] etilbenzene [20] *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**		0,5	14/10/2020 16/10/2020
[A] stirene [21] *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**		0,5	14/10/2020 16/10/2020
[A] toluene [22] *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**		0,5	14/10/2020 16/10/2020
[A] o-xilene *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**			14/10/2020 16/10/2020
[A] m-xilene *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**			14/10/2020 16/10/2020
[A] p-xilene *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**			14/10/2020 16/10/2020
[A] xileni [23] *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,05**		0,5	14/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria organici aromatici [da 20 a 23] *EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,10**		1	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo (a) antracene [25] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,03**	±0,01	0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo (a) pirene [26] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,03**	±0,01	0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo (b) fluorantene [27] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,02**	±0,01	0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo (k) fluorantene [28] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,5	15/10/2020 16/10/2020
[A] benzo (g, h, i) perilene [29] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] crisene [30] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,02**	±0,01	5	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo (a, e) pirene [31] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo (a, l) pirene [32] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo (a, i) pirene [33] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo (a,h) pirene [34] *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] dibenzo(a,h)antracene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020

Segue rapporto di prova n°: **20LA20197 rev.00**

Prova *Metodo*	U.M.	Risultato	Incertezza / Intervallo di confidenza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
[A] indeno(1,2,3-c,d)pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**< 0,01**		0,1	15/10/2020 16/10/2020
[A] pirene *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,05**	±0,01	5	15/10/2020 16/10/2020
[A] sommatoria policiclici aromatici *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EP A 8270E 2018*	mg/kg s.s.	**0,15**	±0,04	10	15/10/2020 16/10/2020
[A] idrocarburi pesanti C>12 *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8015D 2003*	mg/kg s.s.	**< 5,0**		50	16/10/2020 19/10/2020
[A] amianto *DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + DM 06/09/1994 GU SO n° 129 20/09/1994*	mg/kg	**< 100**		1000	16/10/2020 16/10/2020

(§) Valori limite riferiti a : D. Lgs. 03/04/06 n° 152 parte 4° - tab. 1 colonna A

A: Prova eseguita presso il Laboratorio di Cairo Montenotte (SV) C.so Stalingrado, 50
B: Prova eseguita presso il Laboratorio di Porto Torres (SS) Via Giovanni da Verrazzano Z.I.
III: Prova eseguita fuori sede. La sede di riferimento compare vicino ai singoli parametri da campo.
#: Prova eseguita da laboratorio terzo
§: Dati forniti dal cliente
MDL : Method Detection Limit
U.M. : Unità di Misura

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa corrispondente ad un fattore di copertura k approssimato a 2 che, per una distribuzione normale dei dati, corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%.
Per i parametri microbiologici, l'intervallo di confidenza è calcolato con un fattore di copertura pari a 2 e con un livello di fiducia del 95%.
I risultati riportati sul rapporto di prova non sono corretti per il fattore di recupero in quanto il medesimo rientra nei limiti di accettabilità, qualora previsti, dei singoli metodi di prova.
Il laboratorio declina ogni responsabilità in merito ai dati forniti dal cliente.
Ove i metodi lo richiedono, si garantisce il rispetto di tutte le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle prove analitiche.
I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova e, se fornito dal cliente, così come ricevuto.
Nel caso in cui il campione si presenti con alterazioni tali da poter influenzare i risultati analitici, ma il cliente ne chieda comunque l'analisi, il laboratorio declina ogni responsabilità.
Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta di C.P.G. Lab S.r.l.

Persone che possono autorizzare i Rapporti di Prova:
Dott. Massimiliano Brignone, Direttore della Sede di Cairo Montenotte
Dott. Stefano Pinna, Direttore della Sede di Porto Torres
Dott.ssa Tiziana Giusto, Direttore Responsabile del Laboratorio Rifiuti
Dott. Glauco Barbero, Responsabile del Settore Aria, Acqua, Terre di Cairo Montenotte
Dott.ssa Barbara Bergero, Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia
Dott. Fabrizio Piana, Vice Responsabile del Laboratorio di Porto Torres
Dott.ssa Elena Solari, Vice Responsabile del Settore Microbiologia, Microscopia, Ecotossicologia

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da: **Dott. Massimiliano BrignoneOrdine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici della Liguria n°1278**

Segue rapporto di prova n°: **20LA20197 rev.00**

---------- **Fine rapporto di prova** ----------

ALLEGATO 6 –

TABULATI DI CALCOLO

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
Calcestruzzo armato	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cmq]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cmq]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso
Pietrame	
γ	Peso di volume, espresso in [kg/mc]
σ_{cp}	Tensione di compressione, espresso in [kg/cmq]
ϕ	Angolo di attrito interno, espresso in [°]
τ_p	Resistenza a taglio, espressa in [kg/cmq]

Pietrame

n°	Descr	γ	σ_{cp}	ϕ	τ_p
		[kg/mc]	*[kg/cmq]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
4	Pietrame	2000,00	30,00	45.00	0,00

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata
(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	*[m]*	*[°]*
1	0,00	0,00	0.000
2	6,00	4,00	33.690
3	10,00	4,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
Paramento		
Materiale	Pietrame	
Altezza paramento	5,17	[m]
Altezza paramento libero	3,50	[m]

Geometria gradoni

Simbologia adottata

n°	indice gradone (a partire dall'alto)
Bs, Bi	Base superiore ed inferiore del gradone, espressa in [m]
H	altezza del gradone, espressa in [m]
Ae, Ai	inclinazione esterna ed interna del gradone espressa in [°]

n°	X	Bs	Bi	H	Ae	Ai
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*
1	0,00	1,23	2,69	2,17	34.00	0.00
2	0,00	2,69	2,69	1,50	34.00	-34.00
3	0,00	4,10	3,09	1,50	0.00	-34.00

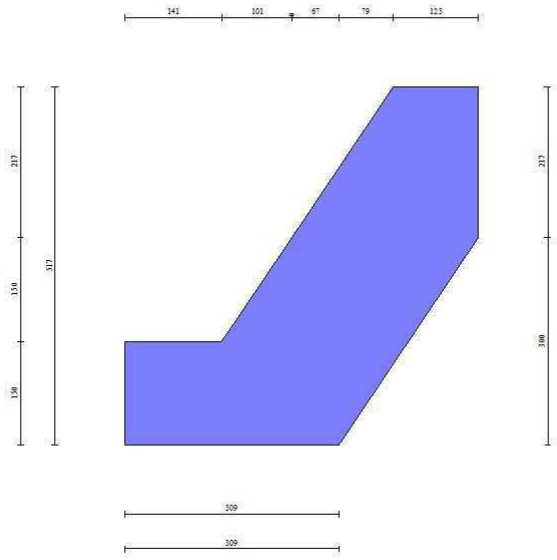


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno
Descr Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c Coesione espressa in [kg/cmq]
c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τl Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cmq]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca	Cesp	τl	
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*		*[kg/cmq]*	
1	Terreno di riporto	1800,00	2000,00	30.000	20.000	0,04	0,02	---	---	
2	Sabbie e ghiaie costiere	2000,00	2000,00	36.000	24.000	0,00	0,00	---	---	

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
α Inclinazione espressa in [°]
Terreno Terreno dello strato
Per calcolo pali (solo se presenti)
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in $Kg/cm^2/cm$
Ks Coefficiente di spinta
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')
Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kw	Ks	Cesp	Kst_{sta}	Kst_{sis}
	[m]	*[°]*		*[Kg/cm³]*				
1	3,50	0.000	Terreno di riporto	---	---	---	---	---
2	4,00	0.000	Sabbie e ghiaie costiere	---	---	---	---	---

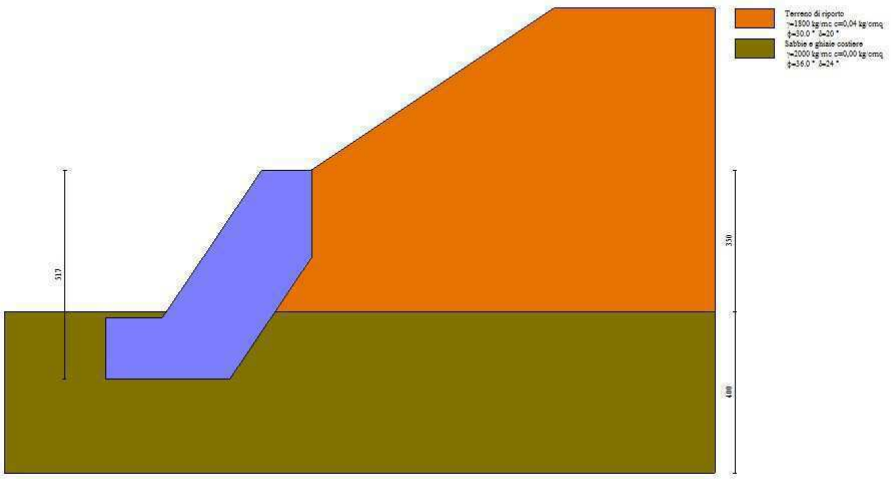


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE
Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[m]*	*[m]*	*[kg]*	*[kg]*
1	Distribuito					6,00	10,00	1500,00	1500,00
2	Distribuito					0,00	6,00	500,00	500,00

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unita di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltameno	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:
- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + ...$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + ...$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili.par I valori dei coeff. γ_G e γ_Q, sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Albissola Marina
Provincia	Savona
Regione	Liguria
Latitudine	44.327769
Longitudine	8.502571
Indice punti di interpolazione	17134 - 17133 - 17355 - 17356
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		0.532	0.239
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.054	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.619	2.545
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.305	0.187
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		D	1.800	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.380	4.454	2.227
Ultimo - Ribaltamento	0.570	6.680	3.340
Esercizio	0.470	2.469	1.234

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C_X, C_Y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P_X, P_Y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C_X	C_Y	P_X	P_Y
		[kg]	*[°]*	*[kg]*	*[kg]*	*[m]*	*[m]*
1	Spinta statica	6764	-0,22	6764	-26	0,00	-2,86
	Peso/Inerzia muro			0	27378/0	-2,17	-2,97
2	Spinta statica	3590	-0,93	3589	-58	0,00	-2,97
	Incremento di spinta sismica		2382	2381	-39	0,00	-3,70
	Peso/Inerzia muro			1219	27378/610	-2,17	-2,97

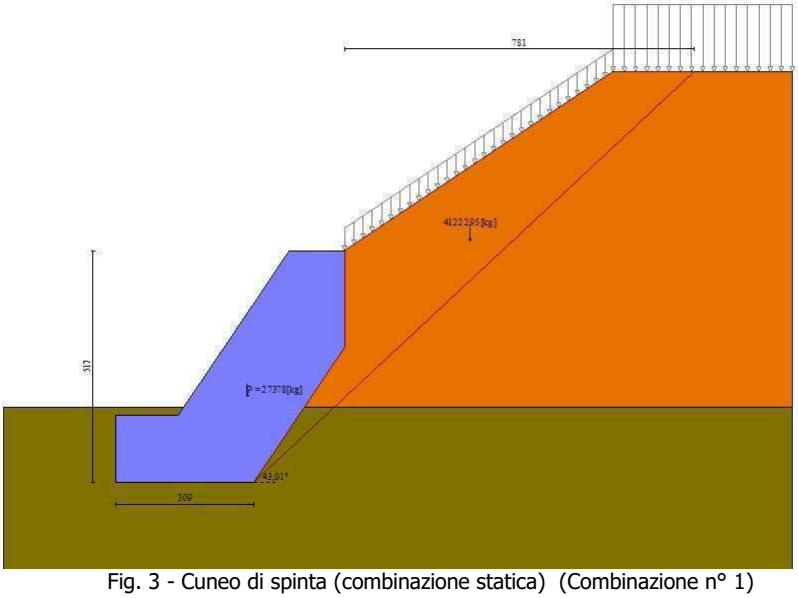


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

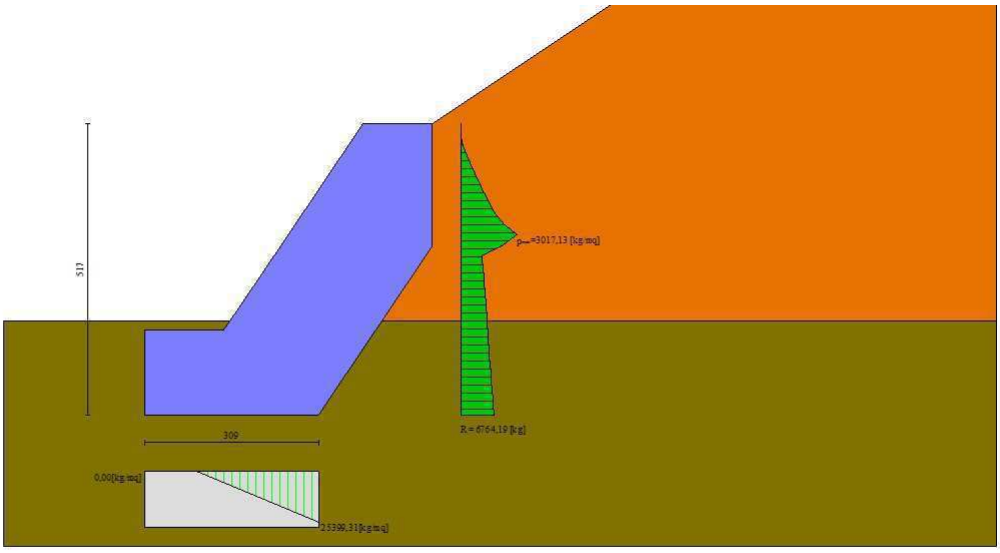


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

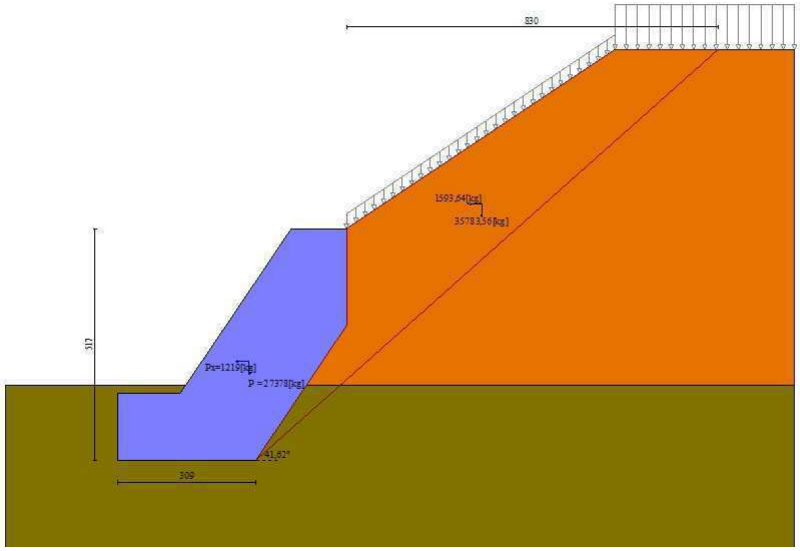


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

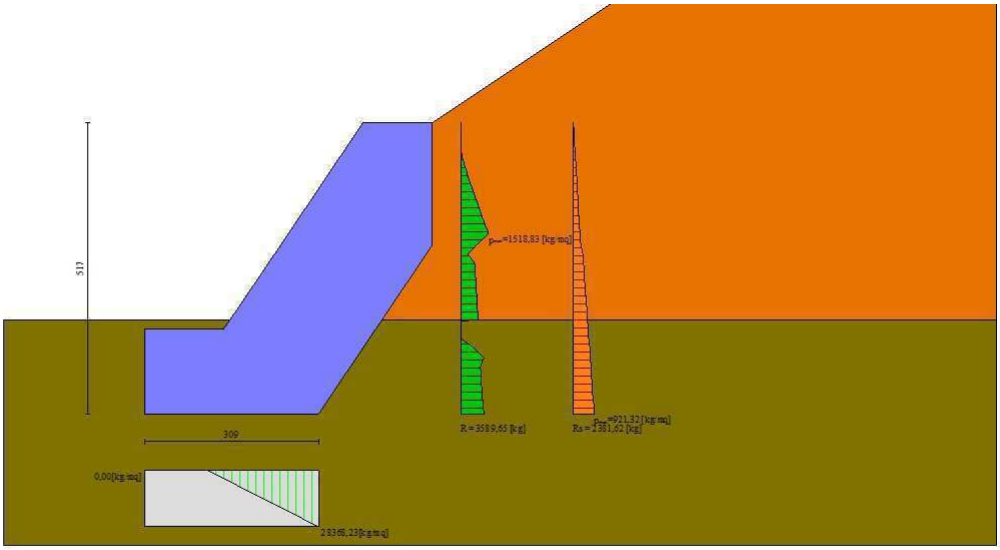


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS_{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS_{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{QLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.800		6.567			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.727		5.652			

Cmb	Sismica	FS_{SCO}	FS_{RIB}	FS_{OLIM}	FS_{STAB}	FS_{HYD}	FS_{UPL}
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.740		5.992			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.260		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.487		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.486		
7 - EQU (A1-M1-R3)			5.840				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		4.844				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.191				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1 - STR (A1-M1-R3)	12178	0	0	--	--	12178	6764	1.800
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	12418	0	0	--	--	12418	7190	1.727

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	
1 - STR (A1-M1-R3)	27352	179624	128303	6.567
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	27891	157638	131365	5.652

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Nγ	Fattori di capacità portante
ic, iq, iγ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dγ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gγ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, bγ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sγ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, pγ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
rγ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cmq]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Nγ	ic iq iγ	dc dq dγ	gc gq gγ	bc bq bγ	sc sq sγ	pc pq pγ	Ir	Irc	Re	rγ
1	50.585 37.752 44.426	0.715 0.715 0.377	1.212 1.106 1.106	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.953
2	50.585 37.752 44.426	0.705 0.705 0.358	1.212 1.106 1.106	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	--	0.953

n°	D	B'	H	γ	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[kg/mc]*	*[kg/cmq]*
1	1,67	1,44	3,03	2000	36.00	0,00
2	1,67	1,31	3,03	2000	36.00	0,00

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata
n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	*[kgm]*	
7 - EQU (A1-M1-R3)	72563	12426	5.840
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	80625	19238	4.191

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata
Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	*[m]*	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3,50; 4,50	9,81	1.260
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-3,50; 4,50	9,81	1.486

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)
W peso della striscia espresso in [kg]
Qy carico sulla striscia espresso in [kg]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b larghezza della striscia espressa in [m]
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	1592	798	6,30 - 0,62	78.166	24.791	0,03	0,000	
2	3582	403	0,62	65.058	24.791	0,03	0,000	
3	4406	403	0,62	57.399	24.791	0,03	0,000	
4	4915	403	0,62	51.149	24.791	0,03	0,000	
5	5238	403	0,62	45.670	24.791	0,03	0,000	
6	5428	403	0,62	40.690	24.791	0,03	0,000	
7	5520	403	0,62	36.062	24.791	0,03	0,000	
8	5563	403	0,62	31.693	30.167	0,00	0,000	
9	5540	403	0,62	27.523	30.167	0,00	0,000	
10	5446	403	0,62	23.507	30.167	0,00	0,000	
11	5715	66	0,62	19.610	30.167	0,00	0,000	
12	6103	0	0,62	15.806	30.167	0,00	0,000	
13	5900	0	0,62	12.072	30.167	0,00	0,000	
14	4911	0	0,62	8.390	30.167	0,00	0,000	
15	3860	0	0,62	4.743	30.167	0,00	0,000	
16	2760	0	0,62	1.115	30.167	0,00	0,000	
17	2231	0	0,62	-2.509	30.167	0,00	0,000	
18	2173	0	0,62	-6.143	30.167	0,00	0,000	
19	2065	0	0,62	-9.801	30.167	0,00	0,000	
20	1907	0	0,62	-13.501	30.167	0,00	0,000	
21	1695	0	0,62	-17.260	30.167	0,00	0,000	
22	1427	0	0,62	-21.097	30.167	0,00	0,000	
23	1099	0	0,62	-25.036	30.167	0,00	0,000	
24	705	0	0,62	-29.107	30.167	0,00	0,000	
25	238	0	-9,20 - 0,62	-32.549	30.167	0,00	0,000	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
1	1592	613	6,30 - 0,62	78.166	30.000	0,04	0,000	
2	3582	310	0,62	65.058	30.000	0,04	0,000	
3	4406	310	0,62	57.399	30.000	0,04	0,000	
4	4915	310	0,62	51.149	30.000	0,04	0,000	
5	5238	310	0,62	45.670	30.000	0,04	0,000	
6	5428	310	0,62	40.690	30.000	0,04	0,000	
7	5520	310	0,62	36.062	30.000	0,04	0,000	
8	5563	310	0,62	31.693	36.000	0,00	0,000	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kg]	*[kg]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*
9	5540	310	0,62	27.523	36.000	0,00	0,000	
10	5446	310	0,62	23.507	36.000	0,00	0,000	
11	5715	51	0,62	19.610	36.000	0,00	0,000	
12	6103	0	0,62	15.806	36.000	0,00	0,000	
13	5900	0	0,62	12.072	36.000	0,00	0,000	
14	4911	0	0,62	8.390	36.000	0,00	0,000	
15	3860	0	0,62	4.743	36.000	0,00	0,000	
16	2760	0	0,62	1.115	36.000	0,00	0,000	
17	2231	0	0,62	-2.509	36.000	0,00	0,000	
18	2173	0	0,62	-6.143	36.000	0,00	0,000	
19	2065	0	0,62	-9.801	36.000	0,00	0,000	
20	1907	0	0,62	-13.501	36.000	0,00	0,000	
21	1695	0	0,62	-17.260	36.000	0,00	0,000	
22	1427	0	0,62	-21.097	36.000	0,00	0,000	
23	1099	0	0,62	-25.036	36.000	0,00	0,000	
24	705	0	0,62	-29.107	36.000	0,00	0,000	
25	238	0	-9,20 - 0,62	-32.549	36.000	0,00	0,000	

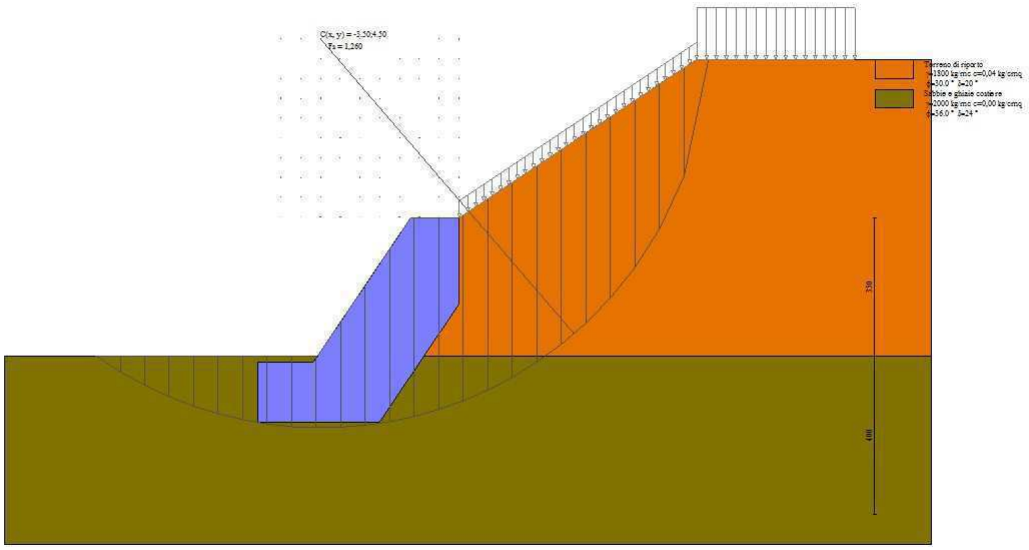


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
1	0,00	0	0	0	0	0	0
2	-0,10	249	249	0	12	-4	-4
3	-0,20	511	511	0	26	-17	-14
4	-0,30	787	787	3	42	-38	-32
5	-0,39	1075	1075	12	61	-68	-58
6	-0,49	1377	1377	30	83	-107	-92
7	-0,59	1691	1691	58	111	-154	-133
8	-0,69	2019	2019	98	146	-208	-182
9	-0,79	2360	2360	150	192	-269	-239
10	-0,89	2714	2714	214	248	-335	-301
11	-0,99	3081	3081	290	315	-407	-370
12	-1,08	3461	3461	378	393	-482	-444
13	-1,18	3855	3855	464	483	-562	-522

n°	X	N_{min}	N_{max}	T_{min}	T_{max}	M_{min}	M_{max}
	[m]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kgm]*	*[kgm]*
14	-1,28	4261	4261	562	600	-643	-605
15	-1,38	4681	4681	672	732	-726	-691
16	-1,48	5113	5113	793	878	-810	-779
17	-1,58	5559	5559	926	1038	-893	-868
18	-1,68	6018	6018	1072	1218	-979	-959
19	-1,77	6490	6490	1230	1419	-1074	-1050
20	-1,87	6975	6975	1402	1648	-1168	-1125
21	-1,97	7473	7473	1586	1911	-1261	-1190
22	-2,07	7985	7985	1762	2172	-1353	-1246
23	-2,17	8509	8509	1910	2394	-1446	-1294
24	-2,17	8520	8520	1962	2476	-1421	-1252
25	-2,27	9031	9031	2080	2645	-1790	-1570
26	-2,36	9542	9542	2174	2750	-2182	-1907
27	-2,46	10053	10053	2272	2839	-2598	-2269
28	-2,55	10564	10564	2386	2929	-3037	-2655
29	-2,65	11075	11075	2503	3022	-3498	-3065
30	-2,74	11586	11586	2623	3115	-3979	-3499
31	-2,83	12097	12097	2746	3211	-4482	-3957
32	-2,93	12608	12608	2872	3308	-5006	-4438
33	-3,02	13119	13119	3000	3407	-5551	-4942
34	-3,12	13630	13630	3131	3508	-6116	-5470
35	-3,21	14141	14141	3264	3611	-6701	-6021
36	-3,31	14652	14652	3400	3715	-7306	-6595
37	-3,40	15163	15163	3539	3821	-7931	-7191
38	-3,50	15674	15674	3680	3928	-8575	-7810
39	-3,50	15685	15685	3683	3931	-8589	-7823
40	-3,58	16138	16138	3756	4028	-9173	-8385
41	-3,67	16590	16590	3822	4127	-9778	-8964
42	-3,67	16604	16604	3824	4129	-21456	-20641
43	-3,77	17416	17416	3917	4248	-21637	-20788
44	-3,87	18215	18215	4013	4367	-21836	-20951
45	-3,97	19001	19001	4138	4488	-22050	-21128
46	-4,07	19773	19773	4297	4611	-22274	-21319
47	-4,17	20532	20532	4481	4736	-22506	-21523
48	-4,27	21277	21277	4674	4922	-22744	-21739
49	-4,37	22009	22009	4859	5119	-22988	-21968
50	-4,47	22727	22727	5045	5316	-23239	-22208
51	-4,57	23432	23432	5234	5517	-23495	-22459
52	-4,67	24123	24123	5391	5721	-23755	-22719
53	-4,77	24801	24801	5528	5927	-24019	-22989
54	-4,87	25466	25466	5667	6136	-24287	-23268
55	-4,97	26116	26116	5808	6347	-24557	-23555
56	-5,07	26754	26754	5951	6561	-24828	-23849
57	-5,17	27378	27378	6095	6778	-25101	-24150

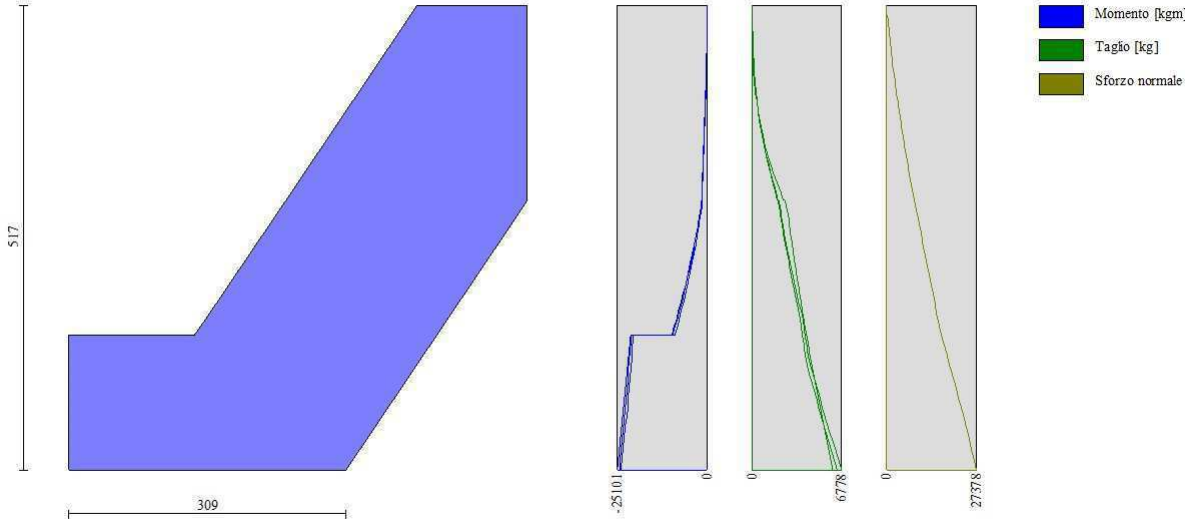


Fig. 8 - Paramento

Verifiche strutturali

Paramento in pietrame

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
As	area sezione reagente espresso in [cmq]
e	eccentricità espresso in [cm]
σ	tensione espressa in [kg/cmq]
Rt	resistenza ai carichi orizzontali espressa in [kg]
Et	Azione orizzontale espressa in [kg]
FSsco	fattore di sicurezza allo scorrimento (Rt/Et)
Ms	momento stabilizzante espresso in [kgm]
Mr	momento ribaltante espresso in [kgm]
FSrib	fattore di sicurezza a ribaltamento (Ms/Mr)

n°	Y	As	e	σ	Rt	Et	FSsco	Ms	Mr	FSrib
	[m]	*[cmq]*	*[cm]*	*[kg/cmq]*	*[kg]*	*[kg]*		*[kgm]*	*[kgm]*	
1	0,00	12300	0,00	0,00	0,00	0,00	100.000	0,00	0,00	100.000
2	-0,10	12965	-1,65	0,02	249,09	17,82	13.976	165,58	0,00	100.000
3	-0,20	13630	-3,27	0,04	511,29	38,89	13.148	365,16	0,00	100.000
4	-0,30	14295	-4,86	0,07	786,61	63,19	12.448	606,02	8,63	70.252
5	-0,39	14960	-6,39	0,09	1075,04	90,74	11.847	883,60	16,19	54.584
6	-0,49	15625	-7,87	0,11	1376,58	123,08	11.184	1203,04	26,68	45.098
7	-0,59	16290	-9,26	0,14	1691,23	161,78	10.454	1567,30	40,67	38.540
8	-0,69	16955	-10,55	0,16	2019,00	209,27	9.648	1980,02	58,87	33.636
9	-0,79	17620	-11,73	0,19	2359,87	268,01	8.805	2445,09	82,30	29.709
10	-0,89	18285	-12,81	0,21	2713,87	338,29	8.022	2965,22	112,09	26.454
11	-0,99	18950	-13,78	0,23	3080,97	420,43	7.328	3543,13	149,39	23.717
12	-1,08	19615	-14,64	0,25	3461,19	514,70	6.725	4181,56	195,39	21.401
13	-1,18	20280	-15,41	0,27	3854,52	621,38	6.203	4883,28	251,29	19.433
14	-1,28	20945	-16,08	0,29	4260,96	740,71	5.753	5651,06	318,33	17.752
15	-1,38	21610	-16,65	0,31	4680,51	872,95	5.362	6487,69	397,77	16.310
16	-1,48	22275	-17,13	0,33	5113,18	1018,34	5.021	7395,98	490,89	15.066
17	-1,58	22940	-17,52	0,34	5558,96	1177,11	4.723	8378,78	599,01	13.988
18	-1,68	23605	-17,83	0,36	6017,85	1349,48	4.459	9438,91	723,44	13.047
19	-1,77	24270	-18,05	0,37	6489,86	1535,68	4.226	10579,25	865,56	12.223
20	-1,87	24935	-18,18	0,39	6974,98	1735,92	4.018	11802,68	1026,71	11.496
21	-1,97	25600	-18,22	0,40	7473,21	1950,43	3.832	13112,10	1208,32	10.852
22	-2,07	26265	-18,17	0,41	7984,55	2171,60	3.677	14490,60	1411,10	10.269
23	-2,17	26930	-18,08	0,42	8509,01	2394,07	3.554	15918,50	1633,06	9.748
24	-2,17	26937	-17,65	0,42	8519,78	2476,29	3.441	13043,85	1673,46	7.795
25	-2,27	26937	-20,63	0,47	9030,81	2644,67	3.415	14192,60	1908,55	7.436
26	-2,36	26937	-23,52	0,51	9541,85	2750,13	3.470	15387,70	2156,84	7.134
27	-2,46	26937	-26,36	0,56	10052,88	2838,90	3.541	16609,08	2417,26	6.871
28	-2,55	26937	-29,17	0,61	10563,91	2963,47	3.565	17849,16	2691,19	6.632
29	-2,65	26937	-31,94	0,66	11074,95	3118,43	3.551	19115,14	2979,61	6.415
30	-2,74	26937	-34,68	0,72	11585,98	3276,98	3.536	20408,10	3282,91	6.216
31	-2,83	26937	-37,39	0,78	12097,01	3439,10	3.517	21727,93	3601,42	6.033
32	-2,93	26937	-40,08	0,84	12608,05	3604,80	3.498	23074,47	3935,47	5.863
33	-3,02	26937	-42,75	0,90	13119,08	3774,08	3.476	24447,58	4285,41	5.705
34	-3,12	26937	-45,39	0,96	13630,11	3946,94	3.453	25847,13	4651,58	5.557
35	-3,21	26937	-48,01	1,02	14141,15	4123,38	3.430	27272,98	5034,32	5.417
36	-3,31	26903	-50,61	1,09	14652,18	4303,40	3.405	28724,99	5433,96	5.286
37	-3,40	26178	-53,20	1,16	15163,21	4487,00	3.379	30203,02	5850,85	5.162
38	-3,50	25457	-55,76	1,23	15674,25	4674,18	3.353	31706,93	6285,32	5.045
39	-3,50	25442	-55,82	1,23	15685,02	4678,16	3.353	31739,16	6294,72	5.042
40	-3,58	24817	-58,04	1,30	16137,56	4792,46	3.367	33180,68	6698,11	4.954
41	-3,67	24196	-60,26	1,37	16590,11	4901,95	3.384	34655,55	7111,31	4.873
42	-3,67	24195	-130,55	1,37	16603,69	4904,77	3.385	56731,20	7121,26	7.966
43	-3,77	24670	-125,66	1,41	17416,27	5055,58	3.445	58354,85	7626,07	7.652
44	-3,87	24962	-121,38	1,46	18215,39	5210,28	3.496	59917,28	8146,08	7.355
45	-3,97	25099	-117,63	1,51	19001,02	5394,66	3.522	61389,09	8684,03	7.069
46	-4,07	25101	-114,34	1,58	19773,19	5613,31	3.523	62767,25	9243,63	6.790
47	-4,17	24987	-111,43	1,64	20531,88	5859,04	3.504	64062,52	9827,53	6.519
48	-4,27	24771	-108,87	1,72	21277,10	6113,50	3.480	65297,95	10436,88	6.256
49	-4,37	24468	-106,60	1,80	22008,85	6361,21	3.460	66492,30	11070,80	6.006
50	-4,47	24086	-104,60	1,89	22727,13	6610,17	3.438	67637,18	11729,36	5.766
51	-4,57	23636	-102,83	1,98	23431,94	6862,58	3.414	68731,01	12412,97	5.537
52	-4,67	23125	-101,27	2,09	24123,27	7118,18	3.389	69775,05	13121,93	5.317
53	-4,77	22560	-99,89	2,20	24801,13	7376,94	3.362	70770,28	13856,57	5.107
54	-4,87	21946	-98,68	2,32	25465,52	7638,85	3.334	71717,66	14617,21	4.906
55	-4,97	21288	-97,61	2,45	26116,43	7903,91	3.304	72618,16	15404,16	4.714
56	-5,07	20592	-96,68	2,60	26753,88	8172,12	3.274	73472,71	16217,74	4.530
57	-5,17	19861	-95,87	2,76	12189,40	8443,48	1.444	74282,28	17058,26	4.355

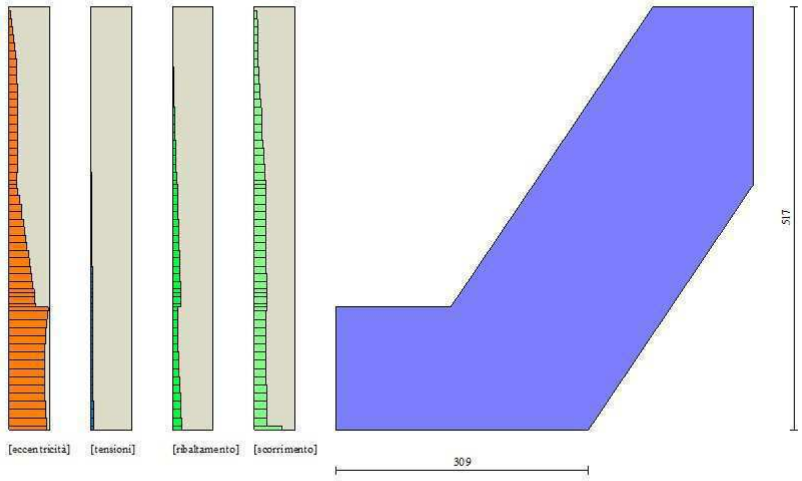


Fig. 9 - Verifiche paramento pietrame (Inviluppo)