COMUNE DI CIPRESSA

(Capofila dei Comuni di Cipressa, Costarainera e San Lorenzo al mare)

C.A.P. 18017 PROVINCIA DI IMPERIA Tel.0183 98005

Via Matteotti, 41 e-mail: Ufficio Tecnico - Comune di Cipressa <ufficiotecnico@comune.cipressa.im.it>

PROGETTO ESECUTIVO DI:

"Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica"- intervento di:

1. *Ripristino delle condizioni di sicurezza al piede del muro frangiflutti su area demaniale, Località Marmi;*
2. *Ripristino in scogliera nelle aree oggetto di dissesto e saturazione di brecce alla base del muro frangiflutti di protezione costiera;*

CUP H46F24000060006

STUDIO AMBIENTALE



Tecnico incaricato: *De Silvestri Ing. Tiziano*

TIZIANO DE SILVESTRI
11.03.2026 12:50:00 GMT+01:00

Sommario

Premesse *4*
Analisi delle condizioni di fatto in essere *14*
Intervento a progetto *20*
Proprietà delle aree 23
Inquadramento Normativo - Ambientale *23*
Il Piano Territoriale di Coordinamento paesistico 23
Il Piano Territoriale di Coordinamento della costa 24
PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera 25
Reticolo idrografico 27
Strumenti urbanistici locali 27
Piano Regolatore Generale del Comune di Cipressa 27
Progetto di Utilizzo delle Aree Demaniali (PUD) 28
Aspetti Geologici, Geomorfologici 28
Valutazione Generale della Sensibilità Ambientale del Sito *31*
Vincoli architettonici e paesaggistici 31
Verifiche archeologiche 32
Valutazione del rischio archeologico 32
Depurazione, scarichi 32
Batimetrie 33
Analisi delle indicazioni disponibili relativamente alle comunità algali per un'indicazione dello stato ecologico 33
Condizione di costa alta 34
Evoluzione della linea di costa 34
Proposta Riperimetrazione delle Zone Speciali di Conservazione marine, ai sensi della Direttiva n. 92/43/CEE HABITAT- D.D. n.5719/2025 34
Limiti dell'unità fisiografica, di paraggio e celle litorali 35
Estratto Nuovo Atlante degli Habitat Marini 35
Studi, progetti e lavori svolti di recente al contorno e completamento dell'attività conoscitiva 35
Opere di difesa costiera esistenti nell'area 36
Studio tecnico-naturalistico sui fondali marini 36
Dinamica costiera 36
Inquadramento generale 36
Analisi del clima ondoso al largo 37
Propagazione sotto costa 38
Indicazioni specifiche sull'intervento proposto *40*
Valutazione dell'efficacia 42

Descrizione delle opere, modalità operative 44
Scelta dei massi 44
Interferenze con i principali elementi tecnici ed ambientali presenti *45*
Interferenza degli interventi con il regolare deflusso delle acque superficiali e subsuperficiali 45
Influenza sulla sensibilità ambientale del sito e criteri operativi 45
Aspetti ambientali generali 45
Compatibilità con l'Habitat Marino 46
Approvvigionamento idrico 46
Produzione e smaltimento di rifiuti 46
Valutazione inquinamento e disturbi ambientali *47*
Inquinamento del terreno nella zona di intervento 47
Inquinamento acustico 47
Volumi di traffico indotti e capacità del sistema infrastrutturale 49
Inquinamento atmosferico e da polveri 49
Inquinamento dell'acqua 50
Addestramento delle maestranze 50
Generazione di conflitti per l'uso delle risorse con altri interventi limitrofi *50*
Impatto sul patrimonio naturale e storico *51*
Aspetti riguardanti il rischio archeologico *51*
Compatibilità con il quadro normativo paesaggistico - ambientale *51*
Mitigazione dell'impatto degli interventi *51*
Matrice di screening *52*
Indicazione del finanziamento in essere dei tempi di attuazione *54*
ALLEGATI *55*
ANALISI DI STABILITA' VERSANTE 56

Premesse

L'intervento previsto nel progetto cui questo studio è riferito, rientra tra quelli elencati nell'Allegato IV alla Parte Seconda del D.Lgs. n. 152/2006 al punto 7 - Progetti di infrastrutture alla lettera n) opere costiere destinate a combattere l'erosione … L'art. 6 dello stesso D.lgs. 152/2006 ne dispone la valutazione di impatti significativi e negativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale.

Il presente Studio Ambientale viene redatto ai fini della verifica di assoggettabilità alla Valutazione d'Impatto Ambientale, ai sensi degli artt. 19 e 20 del D.lgs. n. 152/2006. Vengono in questo evidenziate le eventuali variazioni alle componenti ambientali determinate dall'esecuzione delle opere di progetto.

Proponente: Comune di Cipressa.

Autorità competente: Regione Liguria – SETTORE: Valutazione impatto ambientale e sviluppo sostenibile.

L'intervento proposto, trae origine dalla previsione del Programma di Riqualificazione del litorale di Torre dei Marmi con pista ciclo-pedonale di cui al PRUSST previsto per l'area che si estende dall'inizio dell'ex galleria ferroviaria di Cipressa fino al depuratore intercomunale esistente, lungo quello che era il tracciato originario, ormai dismesso, della ferrovia.

Come indicato dal PRUSST stesso …

" …. Tale area era occupata da un campeggio, e costituisce un'importante opportunità di passaggio per la pista ciclabile oltreché una zona di enorme bellezza dal punto di vista paesaggistico che necessita di una forte riqualificazione. L'Intervento prevede la realizzazione della pista pedonale e ciclabile in bordo mare in gran parte a cielo aperto che abbandonando la galleria F.S. rimarrebbe sulla costa, passando fra il territorio di Costarainera e lo sbocco della galleria ferroviaria in direzione di Santo Stefano al Mare. Inoltre si prevede di riqualificare la struttura turistica trasformandola da campeggio a villaggio albergo con la possibilità di realizzare nuove volumetrie in sostituzione delle attuali roulotte e costruzioni precarie…..

Tale intervento è strettamente collegato con la strategia di riqualificazione della fascia costiera attuata dal PRUSST, tanto che era già stato previsto nel programma come intervento correlato da sviluppare. Infatti, in questo tratto la pista ciclabile, passa in un tunnel lungo 1.600 m. che è un problema rispetto alla godibilità di un percorso all'aria aperta, contestualmente il passaggio di un'infrastruttura turistica di tale richiamo consentirebbe di recuperare i degradi e gli insediamenti precari e disomogenei, in parte ancora oggi esistenti nell'area…..

……Al fine di poter avviare un intervento di riqualificazione che possa commisurare l'esigenza di avere spazi pubblici a destinazione pista ciclabile e rendere fattibile l'operazione di riqualificazione complessiva dell'area si ritiene dover ampliare la gamma di destinazioni d'uso anche ad una quota parte di residenza peraltro del tutto compatibile con il carattere dei luoghi….."

A seguito di quanto suddetto ed accertato che per oltre 4 km. di costa, l'accesso diretto al mare è di fatto interdetto dalla presenza di costa alta, caratterizzata dalla quella che era l'opera in muratura inziale di difesa della costa realizzata ai fini di proteggere l'iniziale tratto di linea ferroviaria di fine '800, in concomitanza con il crollo di un tratto della suddetta difesa, il Comune di Cipressa ha ritenuto opportuno e d'interesse pubblico, cogliere l'opportunità di ripristinare la difesa stessa non secondo le fattezze originarie ma rimodulando le strutture al fine di consentire, da un lato la difesa dal mare necessaria e dall'altro la possibilità d'un accesso in rampa alla battigia, indispensabile sia per le opere di manutenzione in genere, sia per migliorare la fruizione dei luoghi, proprio nell'ottica d'una generale riqualificazione dell'area.

È quindi opportuno evidenziare come il progetto de quo sia parte integrante d'un disegno programmatorio di ampio respiro che nel seguito, per completezza espositiva e chiarezza procedimentale, ne sono ripercorse le varie tappe fin qui svolte, per meglio consentire l'inquadramento della programmazione che il Comune di Cipressa, assieme agli Enti Locali limitrofi, sta portando avanti sul territorio nell'ambito presentato.

Il Comune di Cipressa, con la D.G.C. n. 9 del 27/01/2022, stabiliva:

1. di procedere, in coerenza con le proprie linee programmatiche ed in ottemperanza all'Accordo definito tra i Comuni di Cipressa, Costarainera e San Lorenzo Al Mare ex art. 15 Legge 241/90 s.m.i., con l'individuazione del Comune di Cipressa Capofila, all'attuazione di tutto quanto necessario per l'attuazione del "*Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure – Tirrenica*";
2. di approvare uno Studio di FATTIBILITA' TECNICO – ECONOMICA del "*Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica*" specificatamente redatto dal tecnico incaricato, ammontante a totali 1.100.000,00 €.;
3. d'inserire tale intervento nella Programmazione Triennale 2022/2024 delle OO.PP. del Comune di Cipressa Capofila;

Inoltre, proprio con riferimento al tema suddetto:

- la deliberazione della Giunta Comunale di Cipressa n. 74 del 7/72022, riapprovava lo schema di convenzione tecnico urbanistica con il soggetto attuatore HANBURY S.R.L. per l'attuazione del Piano Particolareggiato di iniziativa privata nell'ambito del PRUSST, promosso dalla Regione Liguria nella zona LTR (scheda d'intervento 8.60 AF), che interessa la Zona litoranea L del Piano Regolatore Generale del Comune di Cipressa, nel testo composto da una premessa, n. 22 articoli e n. 1 allegato (All. G) Relazione finanziaria (L.R. 24/87 art.2 - lett. e)) che interessa proprio la parte di ponente del *percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera* in argomento;
- la convenzione suddetta prevede di realizzare opere di urbanizzazione primaria e secondaria del comparto in argomento, tra cui:
  a) *galleria by-pass di collegamento con l'esistente pista ciclabile nella galleria dell'ex ferrovia con il percorso esterno di lungomare suddetto;*
  b) *la pista ciclabile e la passeggiata pubblica (AP3 e AP4), da realizzarsi fronte mare, lungo il litorale compreso tra il depuratore consortile dei Comuni in effige e la TORRE dei MARMI; detto tratto di pista sarà dotato di marciapiedi, illuminazione pubblica, alberature e arredo urbano; il tracciato avrà una lunghezza di circa ml. 441 e larghezza media di ml. 4,00 incluso il relativo marciapiede;*
- sono certamente significative le attività svolte fino ad oggi dai Comuni di Cipressa, Costarainera e San Lorenzo al Mare che hanno portato a definire un quadro chiaro della possibilità di porre in essere il completamento e la riqualificazione paesaggistico - strutturale del percorso pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure – Tirrenica;
- tale percorso pedonale sul mare:
  - rappresenta un luogo di grande attrazione, che potrà essere collegato alla Pista Ciclo- Pedonale suddetta in modo efficace da due parti, atteso che lato levante presenta un percorso già collegato alla Ciclovia Tirrenica realizzata da Area 24 e da ponente da un ramo che verrà realizzato con il contributo di privati, in convenzione con il limitrofo Comune di Cipressa: fondamentale peraltro è l'accesso al Parco del Benessere Novaro posto in posizione baricentrica, soprattutto in previsione dell'ampliamento della Ciclovia verso Imperia nel breve periodo e poi verso Diano in futuro, per giungere fino ad Andora, capitalizzando così un percorso di oltre 40 km.;
  - sarà aperto a tutti, ma non un'alternativa vera e propria al passaggio in galleria che, resa attraente con iniziative parallele, resterà certamente la vera pista ciclabile di chi vuol procedere in quel modo, ma altrettanto certamente sarà frequentato, da famiglie, anziani a passeggio, persone in cerca di tranquillità e magari anche in bicicletta con una nutrita presenza di persone magari ferme in osservazione o a chiacchierare o in sosta per un riposo momentaneo, ecc.
- il Comune di Cipressa:
  - con la Deliberazione della Giunta Comunale n. 104/2021, avente ad oggetto: Strumento urbanistico Attuativo di iniziativa privata predisposto nell'ambito del PRUSST del Ponente Ligure interessante la zona LTR (Scheda d'Intervento 8.60AF): per quanto di competenza, ai sensi dell'art. 4 della Legge Regionale 24/1987 lo Strumento Urbanistico Attuativo in argomento che, tra l'altro, *prevede, in convenzione a carico del Soggetto Attuatore Privato la realizzazione di un tratto di Pista Ciclabile pubblica, a partire dalla deviazione, poco dopo l'ingresso nella galleria Cipressa – Costarainera, lato Cipressa, ancora in galleria per sbucare sul lungomare e proseguire fino al confine con il Depuratore Intercomunale*;
  - con la Deliberazione della Giunta Comunale n. 74 del 12/07/2022 sopra richiamata avente ad oggetto: "Approvazione schema di convenzione tecnico urbanistica con il soggetto attuatore HANBURY S.R.L. per l'attuazione del Piano Particolareggiato di iniziativa privata nell'ambito del PRUSST, promosso dalla Regione Liguria nella zona LTR (scheda d'intervento 8.60 AF), che interessa la Zona litoranea L del Piano Regolatore Generale del Comune di Cipressa", ha approvato lo schema di convenzione tecnico urbanistica che consentirà, tra l'altro, di realizzare opere di urbanizzazione primaria e secondaria ed in particolare:
    a) la strada di uso pubblico che collegherà la S.S. n. 1 Aurelia al futuro percorso di lungomare in argomento, con larghezza non inferiore a ml. 4,50 e dotata di illuminazione pubblica;
    b) la galleria by-pass di collegamento del percorso di lungomare in argomento con l'esistente pista ciclabile nella galleria dell'ex ferrovia;
    c) il tratto di pista ciclabile e passeggiata pubblica del percorso in argomento, da realizzarsi fronte mare, lungo il litorale compreso tra il depuratore consortile e la Torre dei Marmi; detto tratto di pista sarà dotato di marciapiedi, illuminazione pubblica, alberature e arredo urbano; il tracciato avrà una lunghezza di circa ml. 441 e larghezza media di ml. 4,00 incluso il relativo marciapiede;

- con atto stipulato presso lo Studio dei Notai Re di Imperia, con atto registrato ad Imperia il 28/0/2022 al n. 2499 serie 1T ha definito il rapporto pubblico – privato conseguente la conclusione della procedura urbanistica inerente il Piano Particolareggiato suddetto, rendendolo operativo;

- il Comune di Costarainera:
  - ha concluso, per la parte di competenza territoriale i lavori di aumento del livello di resilienza delle strutture ed infrastrutture presenti lungo la costa ed il Parco Costiero, a seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 2018 che aveva aggravato la condizione di dissesto del muro a bastioni di protezione costiera, del percorso pubblico superiore di lungo costa in questione e delle infrastrutture presenti quali la pista ciclabile di Area24 e le ex strutture ospedaliere del Polo Barellai - Interventi estesi di messa in sicurezza;
  - ha definito, con la deliberazione della Giunta Comunale n. 3/2022 la progettazione per la messa in sicurezza dell'attuale passaggio pedonale esistente al km. 655+730 della S.S. n. 1 Aurelia al servizio delle Località Piani Paorelli e Piani di Cipressa, quale accesso dal percorso di lungo mare in argomento al "Parco del Benessere Novaro", come propaggine sul mare del Parco stesso, posto in una posizione molto interessante, soprattutto in previsione dell'ampliamento della Ciclovia Tirrenica verso Imperia e poi verso Diano in futuro, per giungere fino ad Andora, di cui il collegamento in questione rappresenterebbe un valore aggiunto;
  - ha definito con la nuova Proprietà di aree su cui da tempo insiste un tratto del percorso di lungomare in argomento, individuata nella C.E.M. S.p.a., con sede in Napoli Via Santa Lucia n. 143, P.IVA 07109270632, rappresentata dall'Amministratore Unico Sig.ra Doriano Maria Grazia, la convenzione inerente la disponibilità e l'uso pubblico del tratto stesso tra i Piani Paorelli e San Lorenzo al Mare;
  - ha concluso, nell'ambito della partecipazione al primo bando INTERREG VI-A France - Italia ALCOTRA 2021-2027 con Progetto Jardival 2 a seguito dell'adesione attiva con la D.G.C. 62/2022, che è stato ritenuto meritevole d'approvazione, l'approfondimento delle tematiche relative al suddetto completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, con particolare riferimento all'accesso da più lati al "Parco del Benessere Novaro";

- il Comune di San Lorenzo al Mare, in continuità con quanto attuato dal Comune di Costarainera ha concluso i lavori di messa in sicurezza delle opere di Difesa Costiera a ponente del Torrente San Lorenzo: II° Intervento di Completamento con realizzazione complessiva del ripascimento nel tratto di confine intercomunale per consentire l'aumento del livello di resilienza delle strutture ed infrastrutture presenti lungo la costa ed il Parco Costiero nel tratto di competenza;

e occorre ulteriormente evidenziare:

- che le attività suddette, avviate a seguito di studio approfondito sulla situazione dell'area in termini di vincoli e criticità ambientali che ha definito le attività conformi e compatibili alla normativa vigente in fatto di salvaguardia e protezione ambientale, contribuiscono a raggiungere al contempo un elevato grado di valorizzazione dell'area;

- che grazie a tali studi si è giunti ad un buon livello di conoscenza territoriale ed a definire valutazioni importanti anche sotto l'aspetto socio economico relativamente all'importanza nel contesto comprensoriale dell'intervento di definizione d'un percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica, che merita l'individuazione di un strategia generale di sviluppo sostenibile, considerato l'alto valore ambientale e paesaggistico del territorio in cui si colloca, necessitante di un disegno attuativo che contempli altresì un modello di gestione futura con le relative previsioni economico- finanziarie necessarie, attraverso un percorso e tempistiche definite anche in riferimento ai possibili canali di finanziamento pubblico e privato;

- che tale attività è già stata oggetto di Accordo tra i Comuni di Cipressa, Costarainera e San Lorenzo Al Mare ex art. 15 Legge 241/90 s.m.i., con l'individuazione del Comune di Cipressa Capofila, finalizzato a regolare:
  - le azioni e gli impegni reciproci per l'attuazione del "Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa- Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure – Tirrenica";
  - l'attuazione delle fasi operative per la sua realizzazione;
  - il tutto con l'Accordo che prevede, in capo al Comune Capofila di Cipressa, il compito di provvedere alla redazione degli studi finalizzati all'inoltro delle richieste di finanziamento.

Per tutto quanto suddetto e a seguito di successivi aggiornamenti intervenuti è stato definito e sottoscritto un più ampio ed esteso Accordo per lo svolgimento in collaborazione pubblico-privato di un'attività di interesse comune, ai sensi degli Artt. 11 e 15 della Legge 241/1990 e ss.mm.

Tale Accordo è stato oggetto d'approvazione con la DGC. 30/2023 e riapprovato con la successiva DGC. 117/2023, con le quali veniva altresì approvato un primo intervento di ripristino del tratto di difesa della costa franato con realizzazione di

accesso diretto sulla zona demaniale marittima per una spesa complessiva di Euro 145.000,00 che costituisce l'intervento 1 indicato in effige del presente studio.

Per consentire un'adeguata comprensione dei luoghi in argomento nel seguito è riportata una planimetria generale relativa al tratto compreso tra gli imbocchi della galleria ex ferrovia, lato San Lorenzo e lato Cipressa, con le previsioni indicative degli interventi previsti dal punto di vista dei Comuni in Accordo, di poter realizzare l'alternativa alla galleria stessa per il tracciato della Pista Ciclabile del Ponente Ligure, secondo le previsioni del PRUSST del Ponente Ligure e per meglio esplicitare il tema.

In questo contesto viene altresì presentata la problematica non da poco e legata alle condizioni di forte erosione da parte del moto ondoso sul muro di protezione a mare che, in un tratto, come su esposto è già crollato: il tutto evidenziato nell'immagine a seguire.

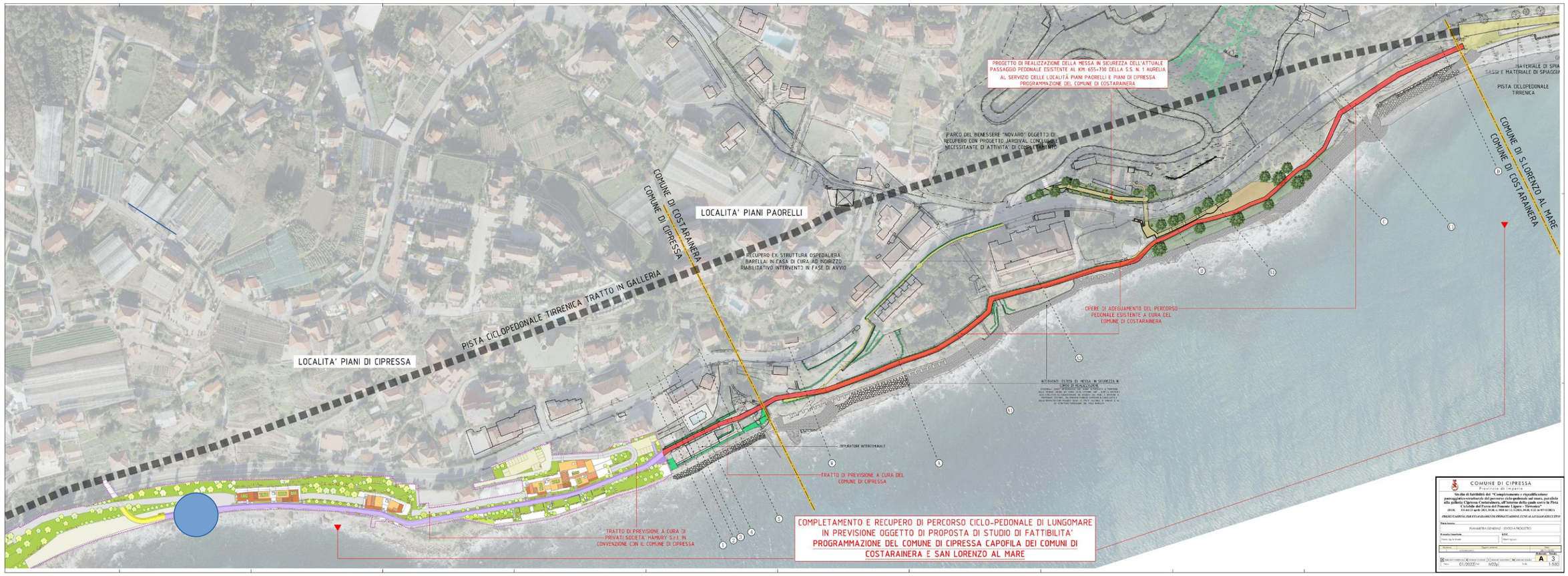


La necessità di operare in coordinamento e collaborazione pubblico – privato per raggiungere l'obiettivo del "*Completamento e della riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica*" appare evidente ma è altresì chiaro come il tratto di Pista Ciclo Pedonale alternativo alla galleria in argomento, risulti esposto al rischio di possibili crolli e quindi debba essere prevista una periodica manutenzione del muraglione stesso; al netto delle competenze e convenzioni in atto tra il pubblico ed il privato al riguardo, tale attività, per la sua natura manutentiva, potrà e dovrà essere commisurata con l'esigenza di salvaguardia degli habitat marini. Non sarà da escludere l'eventuale possibilità di dover chiudere la passeggiata in caso di cedimenti del muraglione o del terrapieno a tergo.

D'altronde il tutto rientra tra gli obiettivi della trasformazione individuati dal PRUSST, con la soluzione prevista per la Pista Ciclabile tramite by-pass di collegamento all'esistente tunnel ex ferroviario con il tratto a mare, rispondendo per quanto possibile alle richieste, dato atto che l'obiettivo di collegamento dei due territori di Costarainera e S. Stefano al Mare è difficilmente realizzabile tramite un intervento limitato al Comune di Cipressa.

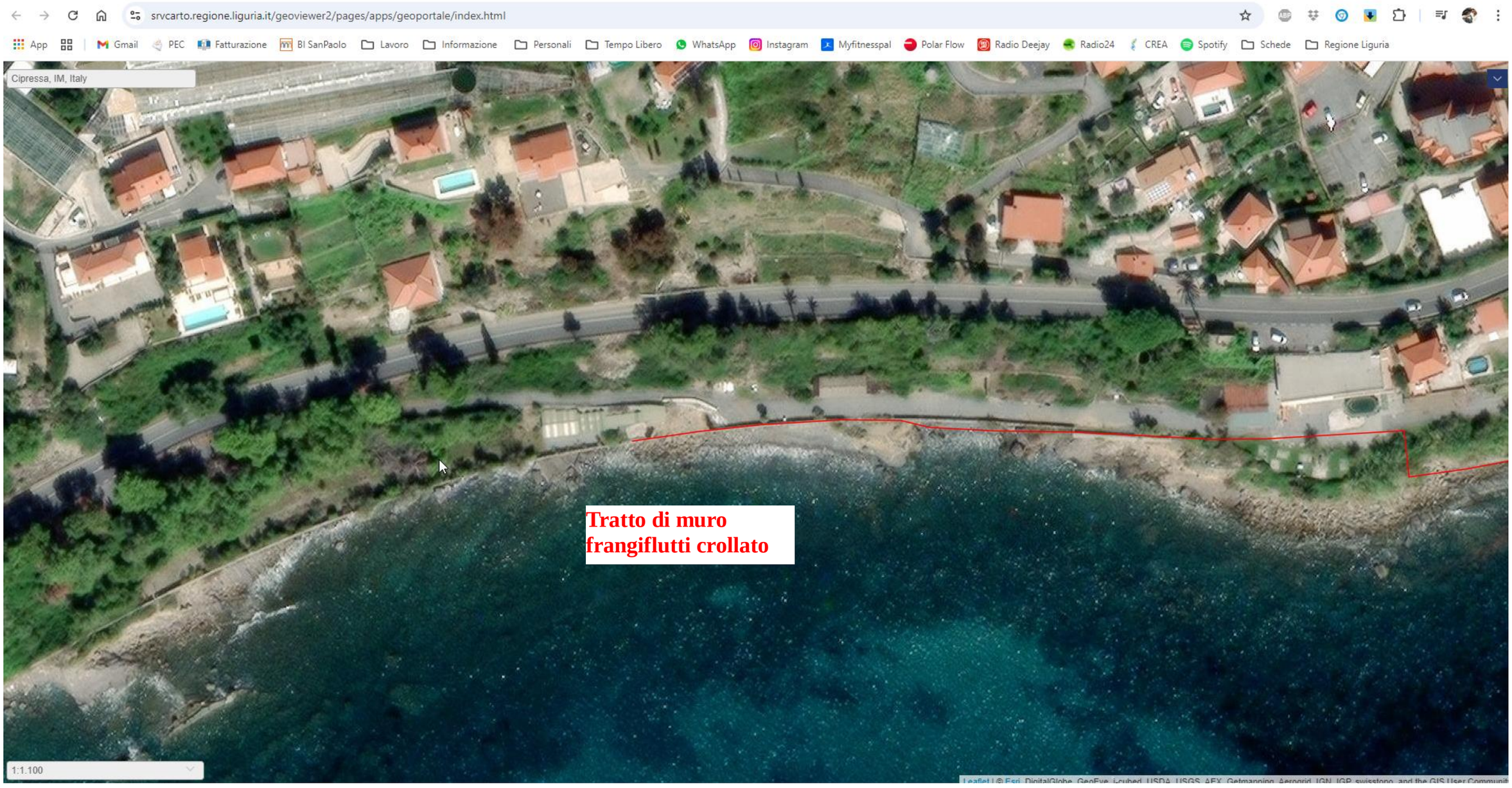
Nel seguito viene altresì riportata l'indicazione della "Dividente Demaniale" nel tratto in questione, derivata dal Geo Portale della Regione Liguria, da cui emerge la sostanziale coincidenza con il muro frangi flutti esistente.

VISTA GENERALE DELL'AMBITO IN CUI SI INSERISCE L'INTERVENTO DI RIPRISTINO PROPOSTO



Tratto di muro frangiflutti crollato

VERIFICA COMPATIBILITÀ MURO DI PROTEZIONE DELLA COSTA – DIVIDENTE DEMANIALE (Linea rossa)



Nell'ottica su esposta laddove è stato chiarito che la linea di costa nel tratto in questione è destinata ad ospitare il percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure – Tirrenica, in una condizione certamente più fruibile e tale da consentire una visione di luoghi certamente più interessanti, il Comune di Cipressa, in precedenza rispetto agli ultimi crolli ma a seguito di un primo dissesto intervenuto, aveva programmato un "Intervento di ripristino tratto di difesa costa franato, con realizzazione di accesso diretto in demanio marittimo" finanziato con Decreto Dirigenziale Regione Liguria DD n° 6277/2023 e risorse proprie del Comune stesso, conscio da un lato che purtroppo, dopo un primo crollo di una parte del muraglione frangiflutti, se non si fosse intervenuti celermente il processo di rovina non si sarebbe arrestato con il rischio di continuare a compromettere la struttura di contenimento di fronte mare ma, dall'altro, nella necessità d'inserire in tale tratto di costa alta artificiale, una discesa a mare, assolutamente mancante praticamente su tutto il tratto centrale del suo territorio.

Tale intervento è stato assunto nella competenza del Comune nella necessità di realizzare un accesso alla battigia, inesistente per tutto il tratto a partire dal confine comunale Cipressa - Costarainera e da lì fino alla Località Aregai ma nell'ottica, sempre per quanto di competenza, di poter realizzare ogni sorta di manutenzione necessaria, al netto delle competenze e convenzioni in atto comunque commisurata con l'esigenza di salvaguardia degli habitat marini ed efficace per la stabilità dell'opera di contenimento.

Nelle date del 02 e 03 Marzo 2024, in occasione dell'allerta meteo allora comunicata da A.R.P.A.L., si sono verificate condizioni meteorologiche eccezionali, comportanti tra l'altro piogge intense, forti venti e mareggiate, che hanno continuato a flagellare il territorio comunale anche nelle giornate successive, fino al giorno 10 Marzo scorso.

Con l'Ordinanza Sindacale n. 738 del 15 Marzo 2024 emessa a seguito delle forti mareggiate che si erano abbattute sul territorio costiero comunale, veniva, tra l'altro, dato il compito al Responsabile dei Servizi Tecnici Comunale di porre in essere, avvalendosi anche delle procedure di somma urgenza di cui all' art. 140 del D.Lgs. 36/2023, tutte le iniziative necessarie a salvaguardare le condizioni di pubblica incolumità sul territorio comunale;

In particolare, durante gli eventi meteorologici eccezionali del 2, 3 Marzo e 9, 10 Marzo 2024 il muraglione frangiflutti, già in precedenza parzialmente danneggiato, ha subito nuovi crolli nella sua porzione di ponente, risultando pericoloso e pericolante, a seguito d'una condizione di significativo fuori piombo del paramento murario, nonché di svuotamenti del terrapieno retrostante lo stesso, dovuti all'apertura di brecce alla base.

A quel punto, dopo i dissesti ulteriori intervenuti a seguito degli eventi del Marzo 2024, considerato che la condizione del muraglione frangiflutti che si era venuta a determinare rappresentava grave pericolo per la pubblica e privata incolumità, in quanto posto al piede del versante caratterizzato dalla presenza:

- della ex galleria ferroviaria, ora pista ciclabile, con la sovrastante la Strada Statale Aurelia;
- nell'area immediatamente a monte, dalla strada di transito per l'accesso diretto ai fabbricati catastalmente censiti alla Sez. A, F. 12, part. 701, di proprietà privata;

venivano accertati:

- il rischio in atto, per i nuovi crolli intervenuti al muraglione frangiflutti nella sua porzione di ponente, pericoloso e pericolante, a seguito d'una condizione di significativo fuori piombo del paramento murario, nonché di svuotamenti del terrapieno retrostante lo stesso, dovuti all'apertura di brecce alla base;
- l'entità dei danneggiamenti intervenuti, nonché l'aggravamento della condizione di pericolo;
- il rischio di ulteriore aggravamento della condizione in essere;

da cui è emersa altresì la necessità:

- di provvedere immediatamente e compatibilmente con le risorse economiche disponibili all'avvio delle attività necessarie per la mitigazione delle problematiche sopra evidenziate, in somma urgenza, anche mediante una prima fase di intervento;
- di attivare altresì, in somma urgenza, tutte le procedure che consentissero l'esecuzione, con l'intervenuta disponibilità economica necessaria, di tutte le ulteriori opere a garanzia della tutela della pubblica incolumità ed a salvaguardia della salute pubblica;

Veniva conseguentemente redatto il VERBALE DI SOMMA URGENZA n.1/2024 ai sensi del disposto di cui all'art. 140 del D.Lgs. 36/2023, in data 22/03/2024 al prot. 1186, con il quale:

- si dichiarava che per l'esecuzione dei lavori di cui sopra ricorrevano gli estremi della SOMMA URGENZA e che i lavori necessari alla rimozione dello stato di urgenza non eccedevano il limite di 500.000 euro;
- si disponeva, ai sensi dell'art. 140 del D.Lgs. 36/2023:

- l'immediato avvio della esecuzione degli interventi per la mitigazione delle problematiche sopra evidenziate in somma urgenza, mediante l'ausilio del personale in servizio presso la struttura comunale, supportato

adeguatamente da coadiutori e mezzi d'opera, mediante affidamento dei lavori alla Ditta COMAR s.r.l., con sede in Imperia, Via Matteotti n. 17, P.I. e cod. fisc. 00743270084;

- l'immediato avvio della esecuzione dei servizi tecnici di ingegneria ed architettura, quali il supporto al RUP;
- l'avvio contestuale delle specifiche procedure di dimensionamento delle soluzioni tecniche più consone alla definizione compiuta delle attività in somma urgenza, compresa la redazione della perizia giustificativa dei lavori e delle conseguenti attività autorizzative.

Nella succitata Ordinanza n. 738/2024 veniva ordinato alla Proprietà Privata di provvedere immediatamente a limitare lo stato di pericolo descritto, eseguendo i lavori all'uopo necessari per consentire:

- l'accesso urgente, attraverso la realizzazione delle opere strettamente necessarie all'accesso all'area demaniale per la messa in sicurezza del muraglione frangiflutti, nei modi ritenuti più opportuni;
- al Comune di Cipressa di poter utilizzare dette opere, per l'esecuzione dell'intervento in area demaniale di protezione della costa, in condizione di sicurezza;

Preso atto della comunicazione in data 29/05/2024 della Società HANBURY SRL, relativa alla conclusione dei lavori di competenza, finalizzati alla prosecuzione di quanto necessario per la messa in sicurezza del versante oggetto di dissesto per la parte di lavori di competenza del Comune;

Durante l'avvenuta esecuzione di quanto precedentemente esposto da parte del soggetto privato direttamente coinvolto, il Comune di Cipressa, al fine di poter procedere per quanto di competenza, ha inoltrato in data 15/05/2024 istanza, assunta a Protocollo Generale di Regione Liguria con Prot-2024-0514868 in pari data, inerente alla richiesta di autorizzazione, ai sensi dell'art. 109 del Decreto legislativo n. 152/06 per l'intervento di realizzazione della scogliera con massi naturali al piede dell'opera al fine di limitare l'erosione dietro il paramento e scongiurare l'estensione del dissesto ai margini laterali delle porzioni ancora in essere e che benché si trattasse di un intervento in Somma Urgenza per garantire la messa in sicurezza di un versante fronte mare, il Settore Regionale Valutazione Impatto Ambientale e Sviluppo Sostenibile ha ritenuto, con nota Prot-2024-0836654 del 13/06/2024, non procedibile la richiesta del Comune suddetta, confermando la necessità preventiva di sottoporre l'intervento al procedimento di assoggettabilità alla VIA ai sensi dell'art. 19 del D. Lgs. 152/06.

In quel momento l'intervento di competenza della Società HANBURY SRL suddetta era di fatto completato con attività interne alla dividente demaniale e finalizzate alla realizzazione della pista d'accesso alla battigia, creando altresì una provvisoria condizione di equilibrio di versante, necessariamente da monitorare ma compatibile con le condizioni meteo marine caratteristiche della stagione estiva allora in corso, valutando altresì la stagione balneare prevista dal 01 maggio - 30 settembre, di cui all'Ordinanza della Capitaneria di Porto d'Imperia del 22/04/2024;

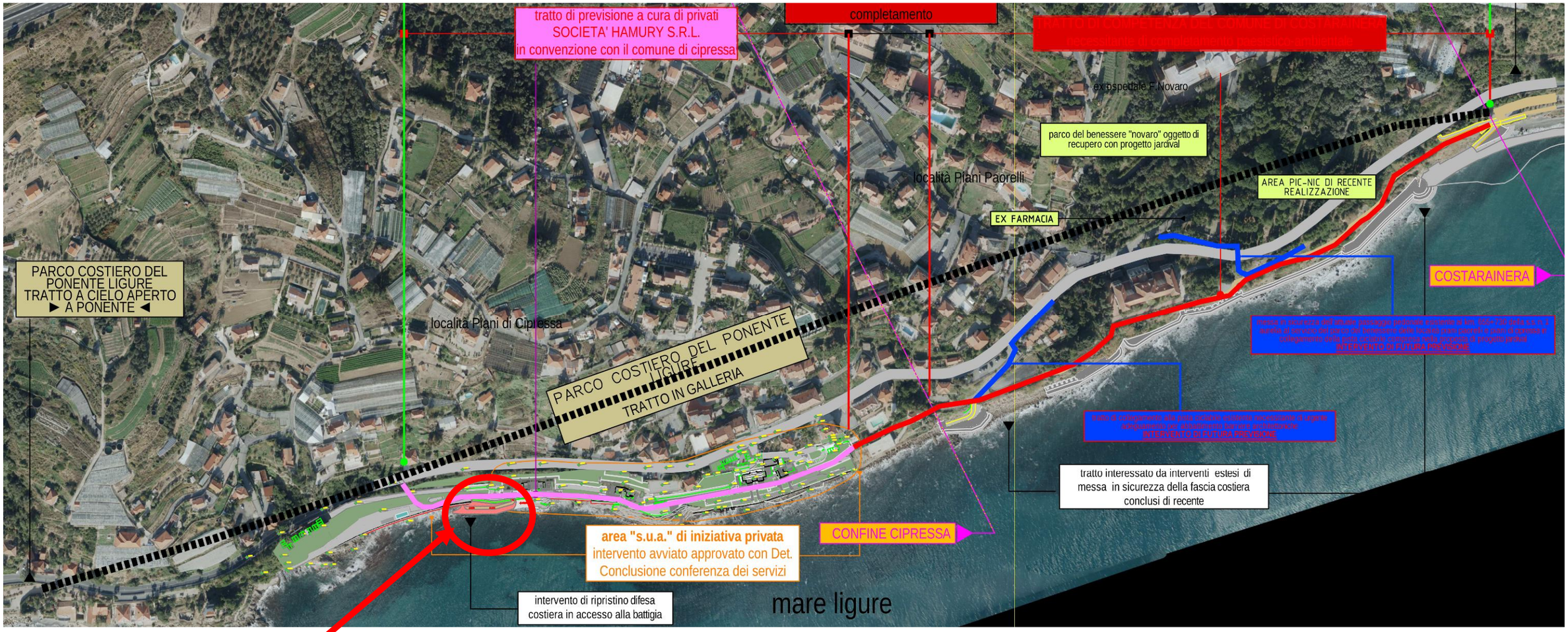
A seguito delle indicazioni regionali intervenute è stato redatto il verbale a prot. 2603 del 9/7/024, con il quale il Responsabile dei Servizi Tecnici nonché R.U.P. disponeva una temporanea interruzione dei lavori di somma urgenza sino al successivo ordine di ripresa, a cui seguiva la Deliberazione della Giunta Comunale n. 85/2024 avente ad oggetto: "Intervento volto al ripristino delle condizioni di sicurezza al piede del muro frangiflutti su area demaniale località Marmi – Direttive" con la quale il Comune di Cipressa dettava le direttive al Responsabile dei Servizi Tecnici, volte alla conclusione dei lavori di cui sopra attraverso anche l'esperimento della procedura di assoggettabilità a VIA, in ottemperanza a questo comunicato dall'Ente finanziatore Regione Liguria, atteso che l'intervento di competenza della proprietà privata era stato di fatto completato, creando comunque una provvisoria condizione di equilibrio di versante.

Fermo restando che l'esperimento della procedura di assoggettabilità a VIA, in quanto richiesto dall'Ente Regione è un procedimento da attuarsi, con ogni probabilità sarebbe forse stato più cautelativo completare un minimo di protezione integrativa al piede, non attuata a seguito dell'improcedibilità dichiarata del disposto di cui all'art. 109 del Decreto legislativo n. 152/06, in pendenza dell'espletamento della VIA: come consentito e possibile, facendo ricorso al potere di ordinanza contingibile ed urgente (con riguardo ai pericoli accertati nelle proprietà private) ed a quello di somma urgenza, disciplinato dal Codice degli Appalti, che senza ombra di dubbio consentono di intervenire nell'immediato e successivamente di procedere alla richiesta delle autorizzazioni ed all'avvio delle procedure (anche di assoggettabilità alla V.I.A.), di volta in volta ritenute necessarie ed opportune da parte delle Amministrazioni competenti.

Con Decreto n. 9/2025 avente a oggetto: eccezionali eventi meteorologici verificatisi nei giorni dal 9 febbraio al 31 marzo 2024 nel territorio della Città Metropolitana di Genova e delle Province di Imperia e di Savona - approvazione dell'integrazione al piano stralcio degli interventi per l'importo complessivo di euro 7.950.108,45 a valere su risorse FEN stanziate con DCM del 03/07/2024 e DCM del 04/06/2025 è stato assegnato al Comune di Cipressa un contributo pari a €. 335.000,00, che rappresenta l'Intervento n. 2 indicato in effige.

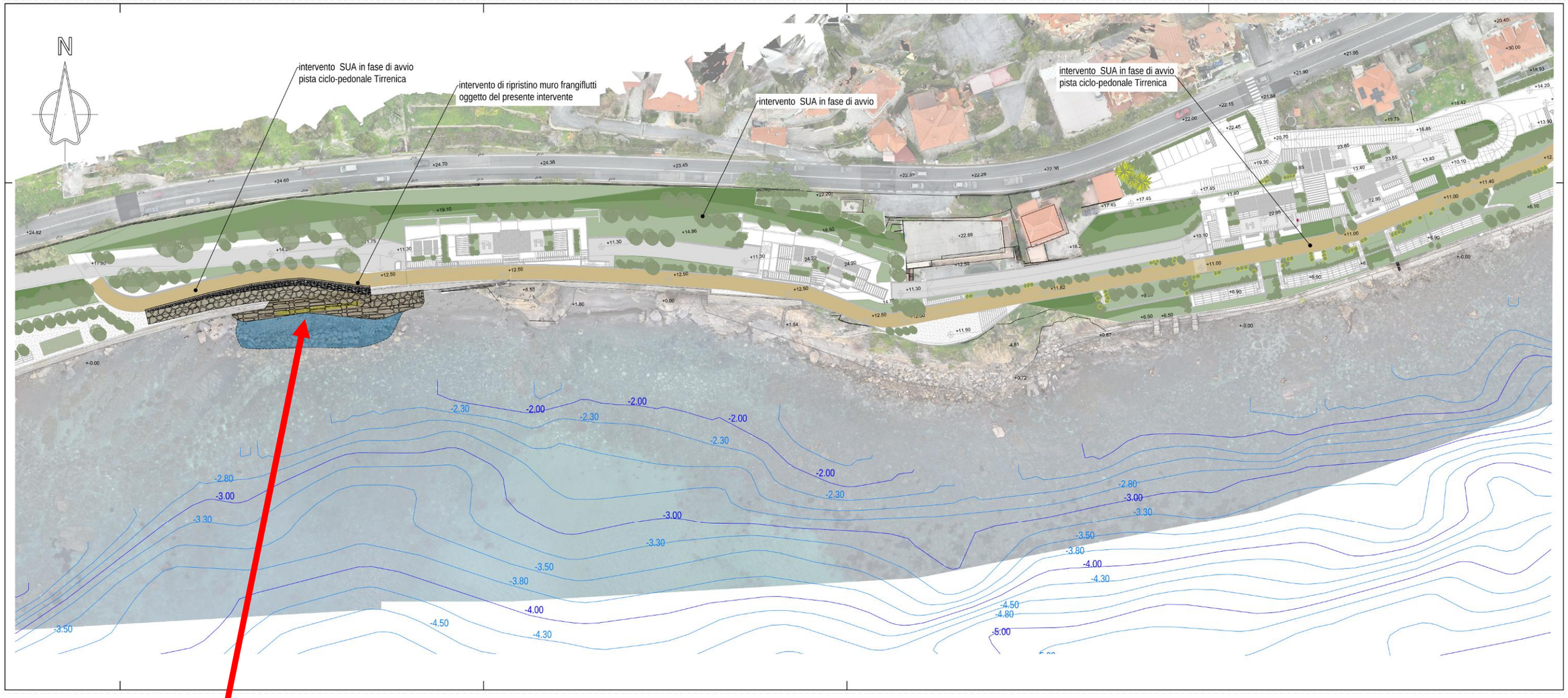
Il Responsabile dei Servizi Tecnici ha conseguentemente provveduto all'affidamento degli accertamenti tecnici ulteriormente necessari da cui derivano gli elaborati specificatamente redatti per l'esperimento della procedura di assoggettabilità a VIA secondo quando indicato nella su indicata DGC. n. 85/2024.

INDICAZIONE PLANIMETRICA GENERALE DELLA PROGRAMMAZIONE INTERCOMUNALE OGGETTO DELL' ACCORDO DI COLLABORAZIONE PUBBLICO-PRIVATO



INTERVENTO A PROGETTO

PLANIMETRIA GENERALE DELL'INTERVENTO PREVISTO DI REALIZZAZIONE A CARICO DEI PRIVATI DELLA PISTA CICLO PEDONALE DI LUNGOMARE INSERITO NELLA SUDDETTA PROGRAMMAZIONE INTERCOMUNALE ED OGGETTO DELL' ACCORDO DI COLLABORAZIONE PUBBLICO-PRIVATO



INTERVENTO A PROGETTO

Analisi delle condizioni di fatto in essere

Alla luce d'un chiarimento ormai definitivo sulla condizione in essere e sui ruoli che i vari soggetti coinvolti sono chiamati a svolgere, i tre Comuni di Cipressa, Costarainera e San Lorenzo al Mare hanno avviato, con la partecipazione di "Amaie Energia", proprietaria di alcune aree interessate ed, al tempo stesso, Gestore della Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica assieme ai Privati suddetti eventi causa, la progettazione del "*Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica*".

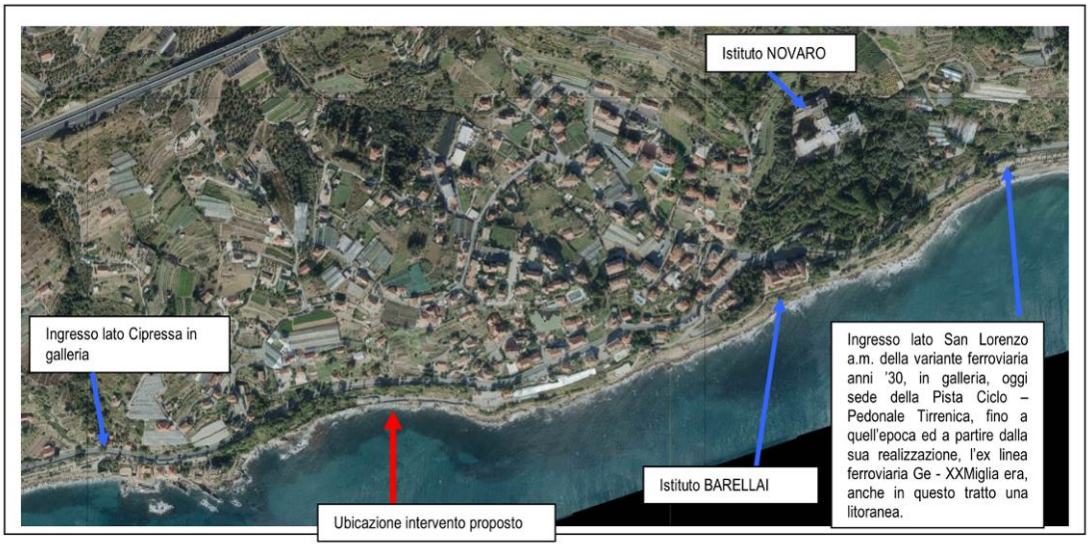
L'obiettivo è di garantire il collegamento alla Pista Ciclo Pedonale in modo efficace da due parti: il lato di levante (San Lorenzo al Mare) presenta un percorso già collegato alla Ciclovia Tirrenica realizzata da Area 24 mentre da ponente (Cipressa e Costarainera) è necessario un nuovo ramo che verrà realizzato con il contributo di privati, in convenzione con il Comune di Cipressa: fondamentale è l'accesso al Parco del Benessere Novaro posto in posizione baricentrica, soprattutto in previsione dell'ampliamento della Ciclovia verso Imperia e Diano. La nuova ciclabile sarà aperta a tutti ma non è un'alternativa vera e propria al passaggio in galleria che resta la vera pista ciclabile, tuttavia sarà certamente frequentata in particolare da famiglie a passeggio e persone in cerca di tranquillità.

Il tratto di pista ciclabile e passeggiata pubblica da realizzarsi fronte mare, lungo il litorale compreso tra il depuratore consortile e la Torre dei Marmi sarà dotato di marciapiedi, illuminazione pubblica, alberature e arredo urbano; il tracciato avrà una lunghezza di circa 450 metri e larghezza media di ml. 4,00 incluso il relativo marciapiede. La rimanente parte compreso il collegamento con l'esistente galleria Costarainera, sarà realizzato in convenzione con privati.

Lo Studio di fattibilità del "Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica" ammontante, per la parte di competenza pubblica, a un milione e 100 mila euro ha fornito le indicazioni necessarie per procedere ed approfondire il tutto con un livello definitivo di progettazione generale che affronti, nel dettaglio tutte le problematiche.

Con la DGC. n. 91/2025 il Comune di Cipressa, in qualità di Capofila dell'Accordo suddetto, ha approvato un primo aggiornamento del suddetto PFTE del "Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica", in aggiornamento del precedente su indicato ed a seguito delle informazioni emerse dagli studi recenti dallo stesso eseguiti nel contesto del Progetto Jardival 2 e dall'applicazione del prezziario aggiornato di riferimento: il tutto finalizzato alla presentazione d'istanza di finanziamento, secondo il disposto di cui alla suddetta DGR n. 478 del 25 settembre 2025, ammontante a totali 1.500.000,00 €. Per meglio comprendere l'importanza dell'intervento proposto occorre descrivere brevemente la storia dei luoghi in cui si colloca. In questi posti infatti, con il termine "*Sanatorio*" fu avviato un grande progetto, tra gli anni venti e trenta del '900 che nasceva dalla necessità di curare la TBC polmonare ed ossea in tempi in cui i medicinali erano del tutto inefficaci ed il contagio preoccupava. L'unico modo per curare e limitare la diffusione della tubercolosi era dunque procedere ad isolare i malati in luoghi particolarmente salubri (sole, iodio) e dar loro da mangiare cibi genuini in misura abbondante, giacché la debolezza indotta da diete troppo povere era tra gli elementi che favorivano la malattia.

Nasce così, probabilmente anche per la presenza di amministratori locali lungimiranti e oggi dimenticati, uno dei progetti di talassoterapia ante litteram più interessanti. Il progetto consentì infatti di consentì infatti di costruire due grandi nosocomi, Barellai e Novaro, dedicati rispettivamente alla patologia ossea e polmonare.



Gli edifici vennero progettati specificamente per andare incontro al sole ed al mare. Ma, stanti anche i tempi lunghi di degenza, ci si preoccupò anche della qualità della vita dei malati in tutti i sensi: vennero costruiti due parchi all'italiana che, sia pure in uno stato di decadenza vergognosa, è tutt'oggi possibile vedere. Vennero espropriati quasi 450 mila mq. di terreni per realizzare un'azienda agricola a ciclo integrale per la produzione di ortaggi, frutta, grano. In una zona venne inoltre realizzato un piccolo centro zootecnico che forniva carne fresca. Nei poderi vennero costruite case per i contadini.

Vista la dimensione dei nuovi nosocomi, fu necessario agire anche sui trasporti: nacque così l'attuale stazione di San Lorenzo al mare (con la doppia intitolazione a Cipressa poiché l'amministratore locale oculato proveniva da quel paese), lo scalo merci dove oggi c'è il parcheggio e lo spostamento della ferrovia. L'attuale galleria in cui transita la pista ciclabile fu costruita in modo da ospitare il doppio binario e spostare il tracciato sotto terra in modo da non disturbare i degenti.

La ferrovia, in precedenza passava per quel sottile tracciato che ancora oggi si può percorrere a piedi e che parte da San Lorenzo per arrivare appunto all'edificio del Barellai e da lì verso Cipressa fino alla Torre dei Marmi.

Come s'intuisce, si trattò, in allora, d'una grande e positiva trasformazione del territorio per scopi di utilità sociale estremamente importanti. Il tratto posto nel Comune di Cipressa e compreso tra l'attuale depuratore e la Torre dei Marmi non fu interessato direttamente dalla trasformazione urbanistica suddetta, ma fu destinato in un campeggio, che operò fino agli anni 2000 ma il muro ciclopico di contenimento lato mare e di protezione frangiflutti, è ancora una testimonianza della vecchia linea ferroviaria litoranea ante variante anni '30.

Nel seguito viene riportata un'immagine scattata poco tempo dopo l'inaugurazione del Nosocomio Barellai, laddove si possono scorgere con chiarezza le opere di protezione a mare delle ex litoranea, non sono state invece reperite foto storiche del tratto oggetto d'intervento in quanto, evidentemente di minore interesse.



Figura 22 – Piani Paorelli (Costarainera), Centro Sanatoriale "Giacomo Filippo Novaro", panoramica dal mare, 1935 circa (per gentile concessione dell'I.N.P.S., Archivio Storico, archivio fotografico, sezione antica)

Sono invece disponibili e recuperate dallo Strumento Urbanistico Attuativo (S.U.A.) per zona di pianificazione PRUSST - Intervento 8.60 AF Zona LTR "Riqualificazione del litorale Torre dei Marmi" Località: zona litoranea Camping Cipressa: Studio Meteo - Marino del tratto di costa in esame e valutazione degli effetti del moto ondoso sul muro frangiflutti con particolare riferimento al settore presente a valle delle strutture ipogee in progetto, a firma del Dott. Geol. Andrea Valente Arnaldi, le immagini della situazione del muro frangiflutti prima dei recenti crolli che, nel punto oggetto di studio, si sono verificati, creando l'innesco di una pericolosa situazione che rischia, da un lato di pregiudicare lo sviluppo dell'area, dall'altro, di aprire ad ulteriori crolli con incremento del rischio già in essere, atteso che, poco più a monte corre la S.S. n. 1 Aurelia che rappresenta l'unica via locale di comunicazione.

Sempre desumendo indicazioni importanti dallo studio suddetto, si fa riferimento al documento "Regione Liguria, 1999 - Difesa costiera e ripascimento delle spiagge", laddove si evidenzia che, fino all'anno 1800 circa le spiagge presenti lungo il tratto di costa in esame subirono un graduale aumento raggiungendo in quel periodo la massima estensione della linea di costa (fine della "piccola età glaciale").

L'inversione di tendenza iniziò nei primi anni dell'800, proseguendo nella seconda metà del secolo con la costruzione della linea ferroviaria costiera di cui si è fatto cenno. Il suo passaggio portò non solo alla riduzione diretta della superficie delle spiagge, ma alla realizzazione di consistenti opere di difesa costituite generalmente da scogliere di massi radenti la costa, che

costituirono il primo elemento di turbativa nelle dinamiche meteomarine e che crearono i primi processi erosivi, innescando un effetto a catena di un'opera per far fronte alla erosione provocata da una precedente.

Nel periodo successivo alla fine della seconda guerra mondiale le dinamiche costiere furono squilibrate da tre processi principali:

- forte prelievo di inerti dai principali bacini imperiesi, che riduce ai minimi il trasporto di materiali verso le spiagge;
- sviluppo dell'economia turistica, che porta non solo alla espansione lungo costa dei centri abitati, ma anche alla realizzazione dei primi porti turistici. La loro ubicazione, non ponderata rispetto agli effetti sul rimanente litorale, accentua in molti casi i fenomeni erosivi nei litorali di sottoflutto;
- costruzione di scogliere aderenti e pennelli, finalizzati alla difesa di singole spiagge, realizzati in modo "disordinato" in quasi tutti i golfi del Ponente Ligure.

Sempre in base alla predetta pubblicazione, il tratto di costa in esame, risulta interessato, al pari di molte altre unità fisiografiche liguri, da problemi connessi all'erosione costiera, con la presenza di tratti che manifestano pericoli di attacco alle strutture più prossime al mare. In riferimento all'area oggetto di studio, il muro frangiflutti in pietra e cemento di protezione costiera presenta importanti dimensioni, con altezze anche superiori agli 11 m e, come suddetto, realizzato a protezione della linea ferroviaria litoranea di fine '800. Tale opera di difesa, finalizzata proprio a evitare fenomeni erosivi da parte del moto ondoso che rischierebbe di destabilizzare parte della linea di costa, si presentava in condizioni ancora accettabili, dimostrando l'effettiva efficacia e l'adeguatezza a garantire una buona difesa dall'azione erosiva del moto ondoso.



Vista panoramica del muro frangiflutti ante dissesto in corrispondenza dell'area di studio (direzione W) (marzo 2016)

Erano però già visibili alcuni settori basali soggetti a fenomeni di sgrottamento più o meno significativi, causati, peraltro, con ogni probabilità, sia dal moto ondoso stesso che dall'irregolarità del piano di appoggio, costituito dal substrato litoide integro e compatto a componente calcareo marnosa prevalente. Tale substrato rappresenta il piano di sostegno all'intera opera di contenimento in corrispondenza dell'area in esame, garantendo pertanto un elevato livello di stabilità fondazionale.

Nel seguito, nell'ambito delle attente analisi della circostanza in essere, si riporta l'analisi del tratto di muro oggetto d'intervento effettuata sempre dal Dott. Geol. Andrea Valente Arnaldi laddove, con vista frontale, si può notare come il punto oggetto del presente intervento fosse già stato consolidato ma gli eventi alluvionali del 2018 e successivi hanno prodotto la situazione di crollo che viene presentata nel seguito.



Regione Liguria / Provincia di Imperia / Comune di Cipressa

S.U.A. PER ZONA DI PIANIFICAZIONE PRUSST
INTERVENTO 8.60 AF ZONA LTR
Riqualificazione del litorale TORRE DEI MARMI

LOCALITA': zona litoranea Camping Cipressa

ADOZIONE AI SENSI ART. 9 COMMA 1° L.R. 32/2012 IN OTTEMPERANZA ALLA NOTA DEI SETTORI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE - VAS ED URBANISTICA DELLA REGIONE LIGURIA PROT. PG / 2018 / 174772 IN DATA 19 GIUGNO 2018 A SEGUITO ADEGUAMENTO ESITI FASE PRELIMINARE DI CONFRONTO / SCOPING EX ART. 8 L.R. 32/2012, **CON TRASLAZIONE DI PARTE DEI VOLUMI DA AMBITO ID-MA DEL PTCP E LORO RICOMPOSIZIONE IN AMBITO ID-MO-A .**

Tavola	***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PANORAMICA DEL MURO FRANGIFLUTTI CON INDICAZIONE DEI DIVERSI COMPARTIMENTI DI ANALISI AVENTI CARATTERISTICHE OMOGENEE***	
IDRO-GEO-AMB 1 REV. 01	Dicembre 2019	Scala: -

Soggetto attuatore: Societa' Hanbury S.r.l.
c.so Re Umberto 23 - Torino

Proprietari : Societa' Hanbury S.r.l.
Mancardi Giuseppe
Oreggia Caterina

Tecnico:
Dott. Geol. Andrea Valente Arnaldi
via Marconi n. 61 - Sanremo
E-mail: info@geostudiovalente.com

Progettista:
Dott. Arch. Flavio Gaudino
via Piani n. 28 - Imperia
E-mail: arch.gaudino@libero.it

Documentazione estratta dagli atti del S.U.A. da cui emerge la condizione critica già in essere antecedentemente al movimento franoso instauratori ed oggi chiaramente visibile in corrispondenza del punto indicato con la freccia rossa, laddove appare evidente un precedente intervento di consolidamento della base del muro, realizzata in calcestruzzo che, probabilmente non si è rivelato sufficiente a garantire la stabilità del manufatto a seguito degli eventi meteo avversi della fine del passato decennio.

Nel seguito è invece riportata la situazione purtroppo in essere, a seguito degli eventi meteo avversi del 2024 e decisamente problematica, ancorché necessitante d'intervento secondo quanto già in precedenza dettagliatamente esposto.





Quanto evidenziato nelle immagini precedenti rappresenta uno squilibrio che si è venuto a creare tra la cronica riduzione di sedimenti derivanti dal sistema dei corsi d'acqua nell'ultimo secolo e la crescente pressione antropica che si è sviluppata già a partire dalla realizzazione della ferrovia litoranea e proseguita negli anni 60-70 lungo la costa.

Al riguardo, sempre dall'attenta lettura dello Studio Meteo - Marino del tratto di costa in esame e valutazione degli effetti del moto ondoso sul muro frangiflutti suddetto, a firma del Dott. Geol. Andrea Valente Arnaldi, per quanto riguarda il materiale di spiaggia emersa si presentano di seguito alcune immagini derivate durante il rilievo strumentale della costa dallo stesso svolto, che sintetizzano la caratterizzazione del materiale di spiaggia presente.



Panoramica della spiaggia sotto il muro in questione

Le differenti tessiture presenti sono state individuate con le immagini seguenti.

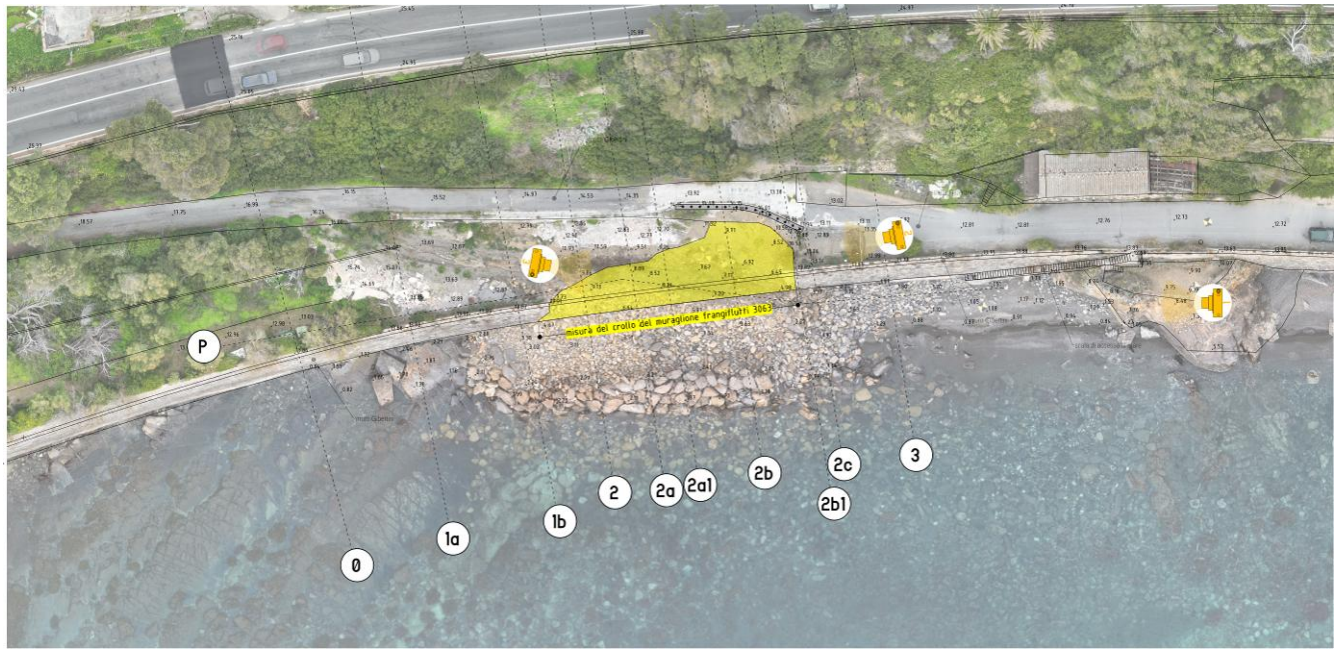


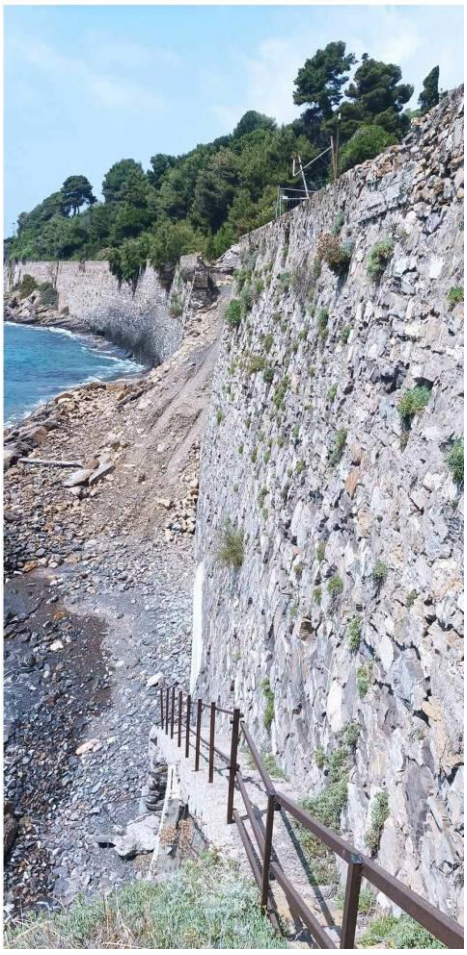
Sedimenti caratteristici



Intervento a progetto

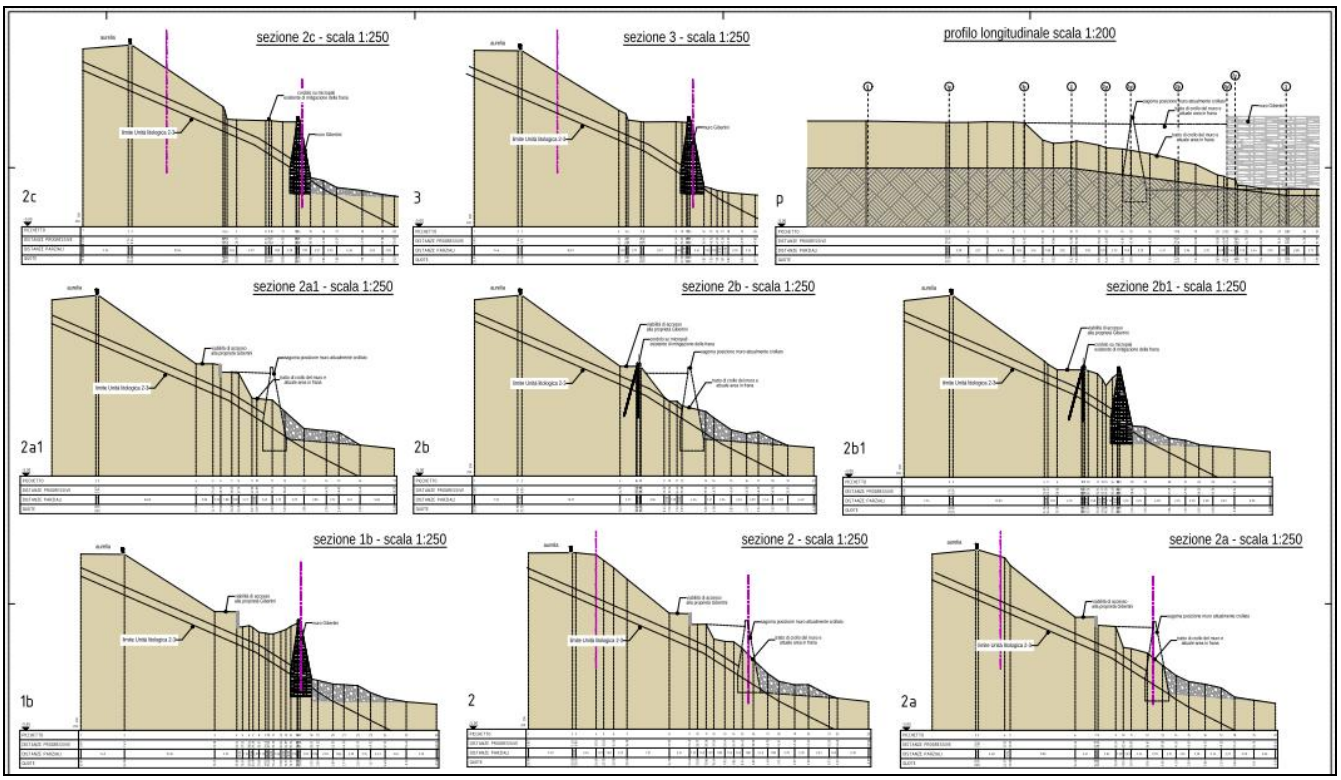
Sulla base delle considerazioni già esposte in precedenza, viene nel seguito presentata la situazione in essere:











e si rende necessario intervenire nel punto laddove si è manifestato un dissesto significativo, la cui prosecuzione è certamente da scongiurare, al fine di evitare danni ulteriori che assumerebbero condizioni assolutamente da scongiurare. Nelle sezioni su esposte e sulla base delle indicazioni geologiche disponibili, è riportata la stratigrafia in situ caratterizzata da un substrato abbastanza superficiale. L'intervento proposto prevede di realizzare una protezione con massi naturali al piede, il meno possibile impattanti con la linea di costa, ed il ripristino dell'opera di contenimento e difesa della costa, leggermente arretrata rispetto a quella originale al fine di consentire l'inserimento di una rampa di discesa verso la battigia, secondo quanto esposto in premessa e comunque tale da garantire il contenimento del versante, con sovrastante la S.S. n. 1 Aurelia e la futura Pista Ciclo-Pedonale e limitare l'erosione contrastando l'estensione del dissesto ai margini laterali dell'intervento.

A tale riguardo si opera altresì nell'ambito di una sistemazione compatibile con la funzionalità di una pista finalizzata all'accesso dei mezzi d'opera, necessaria:

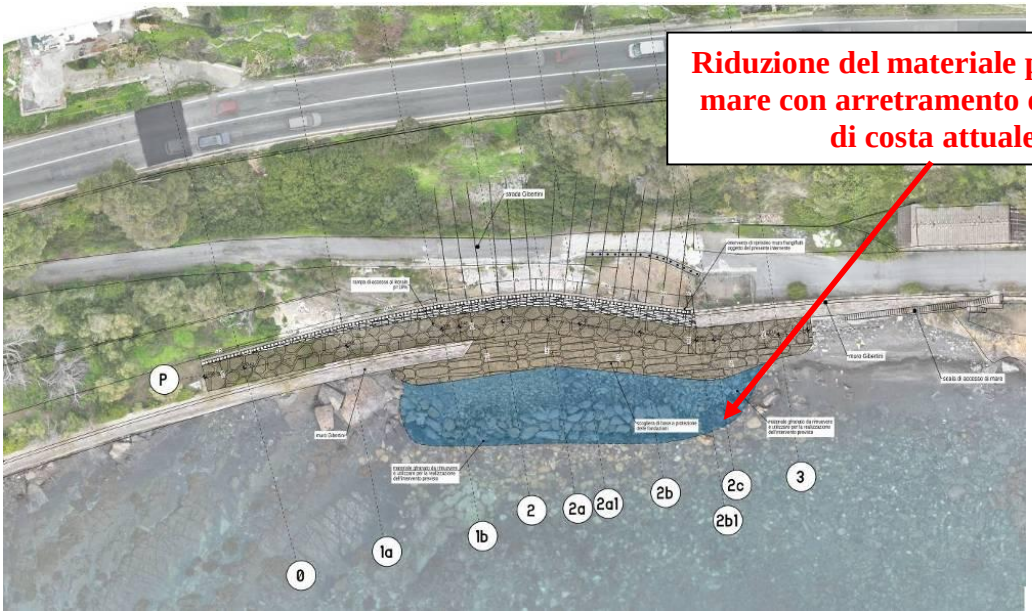
- alle attività manutentive;
- a consentire l'accesso alla battigia in tratto di costa alta.

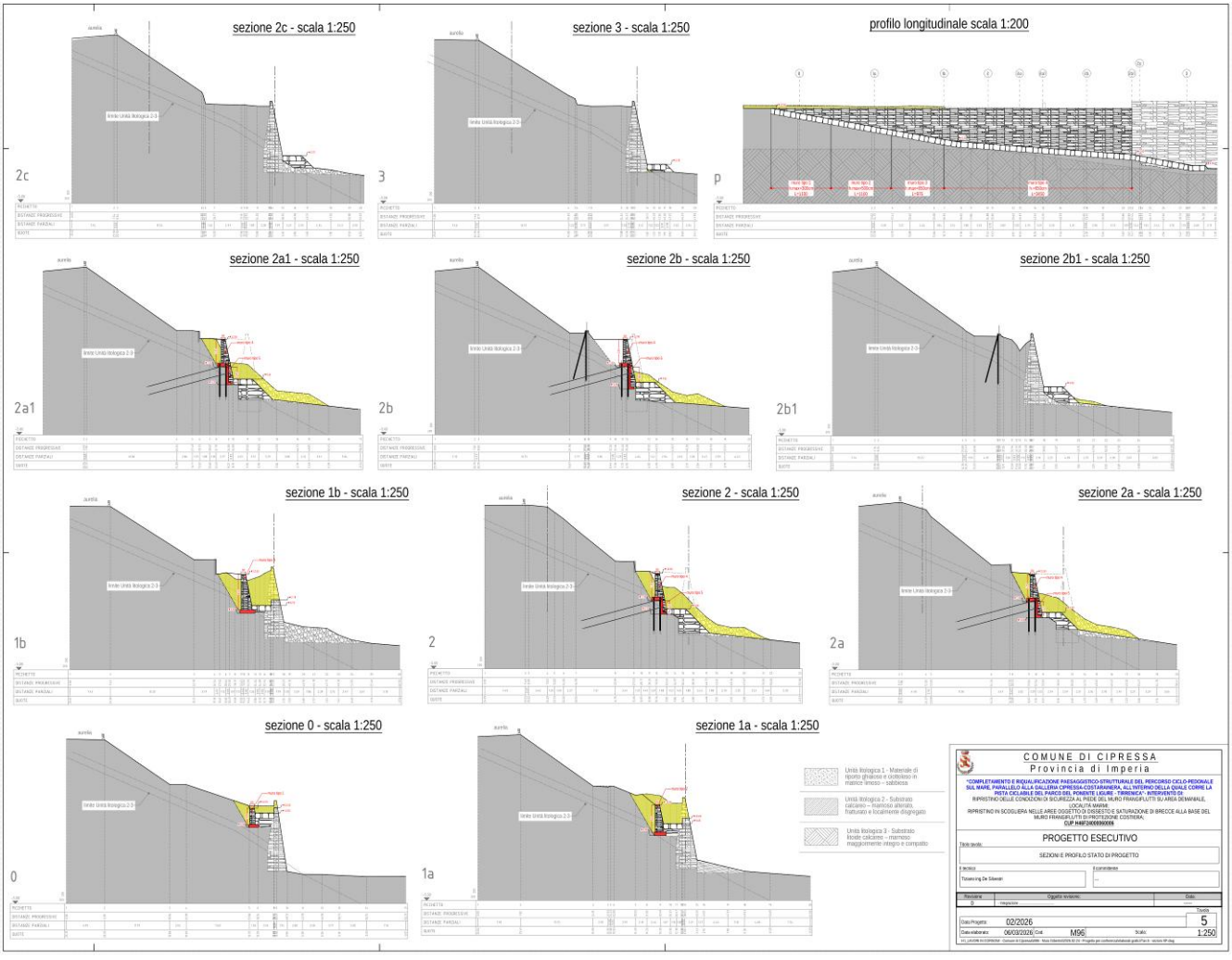
Nel seguito si riporta un estratto planimetrico dell'intervento proposto nella soluzione finale, comprensivo delle attività poste a carico del privato, quali la realizzazione della pista ciclopedonale con le relative opere di sostegno e d'infrastrutturazione al fine di meglio evidenziare il corretto inserimento, oltre che l'evidente opportunità dell'intervento in questione, nel contesto programmatorio d'area in essere e precedentemente esposto.



Lo studio esposto nell'immagine precedente è stato eseguito allo scopo di verificare che quanto previsto nell'intervento in argomento sia pienamente compatibile con le previsioni del SUA suddetto, soprattutto nell'ottica di non pregiudicare la realizzazione della pista ciclo-pedonale di lungo costa.

Nel seguito si riporta invece l'indicazione planimetrica dell'intervento di ripristino delle condizioni di sicurezza del versante interessato dal crollo del muro frangiflutti, che prevede la contestuale realizzazione di una rampa di discesa alla battigia, secondo la ricostruzione proposta dal Comune di Cipressa.





Proprietà delle aree

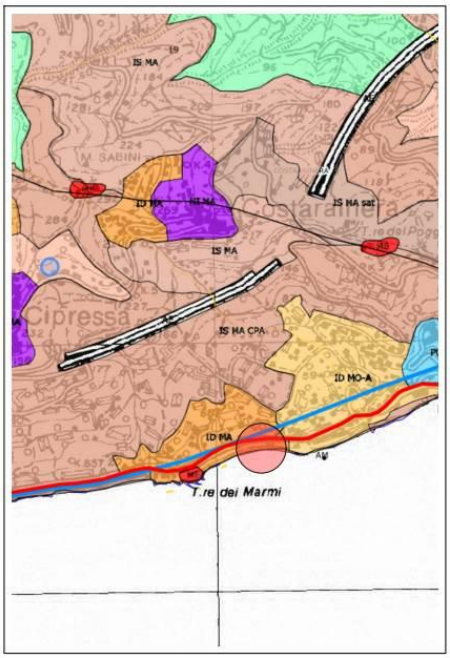
Così come già in precedenza indicato, il muro ciclopico esistente si viene trovare lungo la linea della dividente demaniale individuata in tale tratto di costa. Il tema è stato approfondito durante la procedura VAS fase " Scooping" SUA di iniziativa privata " Litorale Torre dei Marmi" a suo tempo attuata da cui era emerso il dubbio di fosse proprietario dei muri frangiflutti – muri contenimento terre ex sedime ferroviario, a seguito di alienazione da parte delle Ferrovie dei mappali n° 1014, 1019,1022 e 575 del Fg n° 12 del Comune di Cipressa (IM) cui risultano parzialmente a sostegno e contenimento.

Tale opera di contenimento è stata realizzata dalle Ferrovie dello Stato Compartimento di Genova, sul sedime oggetto di esproprio per realizzare il primo tracciato della Linea SAMPIERDARENA–VENTIMIGLIA negli anni 1870-80. Con la formazione del Catasto Particellare, le aree ferroviarie sono state suddivise, in relazione all'utilizzo, in aree per la sede ferroviaria ed in aree a servizi ausiliari. Dai vari documenti disponibili, fra i quali il progetto della linea 1870 ed i vari frazionamenti dei lotti di terreno effettuati nel 2006, considerando la precisione tra la redazione del progetto ed un'accettabile tolleranza nelle misurazioni topografiche, si riscontra, per il manufatto in questione, una situazione ove il muro di sostegno a valle risulta in parte insistente su area ex Ferroviaria ed in parte su area demaniale, soprattutto per quanto concerne la parte fondazionale. Il maggior sconfinamento viene constatato inoltre in alcuni punti ove sono presenti dei contrafforti che per dimensioni contenute, insistono sicuramente sulla proprietà demaniale. Tali opere sono state realizzate in tempi successivi per garantire la stabilità del manufatto a fronte delle erosioni provocate dal moto ondoso. Negli atti di transazione la proprietà ferroviaria disponibile, viene trasferita con atti in cui le opere d'arte sopra richiamate non vengono specificate e, la compravendita, tratta il trasferimento dei mappali come catastalmente classificati e quantificati per superficie. Sulla base quindi di tutte le analisi svolte al riguardo, resta il fatto che la parte sommitale del muro parrebbe coincidere con la dividente demaniale lasciando presumere che la base del muro si venga a trovare per lo più in Demanio. Alla luce di tale incertezza, attesa la necessità di non ricostruire l'opera di difesa della costa in precedenza esistente, allo scopo di poter realizzare un accesso alla linea di battigia per le motivazioni su esposte, nell'ambito dell'Accordo per lo svolgimento in collaborazione pubblico-privato di un'attività d'interesse comune suddetto, la Proprietà Privata, individuata nella Società Hanbury s.r.l., si è impegnata a fornire tutto il supporto necessario al Comune, sia in termini di documentazione tecnica disponibile sia di supporto tecnico ma, soprattutto, a mettere a disposizione del Comune di Cipressa le aree necessarie per consentire la realizzazione dell'intervento in argomento, compreso gli accessi necessari senza nulla pretendere in anticipazione rispetto ai tempi indicati nella Convenzione Urbanistica approvata quale impegno dell'Accordo suddetto..

Inquadramento Normativo - Ambientale

Il Piano Territoriale di Coordinamento paesistico

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP) rappresenta uno strumento, previsto dalla L. 431/1985, preposto a governare, sotto il profilo paesistico, le trasformazioni del territorio ligure: adottato nel 1986 ed approvato nel 1990, tale Piano comprende l'intero territorio regionale. Il Piano è stato redatto sulla base di un complesso di studi e di analisi, i quali hanno consentito di leggere e interpretare il territorio ligure a livello di ambiti paesistici e alla scala locale (1: 25.000), con riferimento a 3 assetti del territorio di cui in oggi resta il riferimento solo all'*assetto insediativo*. L'intervento in oggetto ricade all'interno della classe ID – MA, ovvero: "Insediamento Diffuso a regime normativo di Mantenimento" così come riportato in estratto della cartografia relativo all'assetto insediativo locale, di cui alla VARIANTE DI SALVAGUARDIA DELLA FASCIA COSTIERA, DCR n. 18/2011.



Si riportano, di seguito, le prescrizioni previste per tali classi, come indicato nelle vigenti Norme di Attuazione del Piano.

Art. 44
Insediamenti Diffusi - Regime normativo di MANTENIMENTO (ID-MA)

1. Tale regime si applica là dove l'assetto insediativo abbia conseguito una ben definita caratterizzazione e un corretto inserimento paesistico, tali da consentire un giudizio positivo sulla situazione complessiva in atto, non suscettibile peraltro di essere compromesso dalla modificazione di singoli elementi costituenti il quadro d'insieme o da contenute integrazioni dei tessuto edilizio.
2. L'obiettivo della disciplina è quello di mantenere sostanzialmente immutati i caratteri complessivi dell'insediamento in quanto vi si riconosce l'espressione di un linguaggio coerente ed un equilibrato rapporto con il contesto ambientale.
3. Sono pertanto consentiti esclusivamente interventi di limitata modificazione delle preesistenze ed eventualmente di contenuta integrazione dell'insediamento purché nel rispetto dei caratteri peculiari della zona e dei suoi rapporti con l'ambito paesistico.
4. Per far fronte a quelle carenze di ordine funzionale che possono influire sulla stessa qualità dell'ambiente e sulla sua fruizione, con particolare riferimento alla accessibilità ed ai parcheggi, sono consentiti interventi anche relativamente più incidenti sull'assetto dell'insediamento.

Manufatti Emergenti

Nell'area posta verso ponente rispetto alla localizzazione dell'intervento è presente un manufatto emergente così classificato:

CIPRESSA	68	F	TORRE GALLINARO	Posizione di difesa ed avvistamento postmedioevale sopra il paese di Cipressa. Il panorama e stato alterato dall'autostrada non molto distante	A	59
	69	F	TORRE DEI MARMI	Rudere di edificio per la difesa e l'avvistamento. Costruito nei secoli XVI-XVII, venne poi trasformato. Vincolo nel 1950	A	59

Il Piano Territoriale di Coordinamento della costa

La Regione Liguria - Dipartimento Pianificazione Territoriale e Paesistica ha predisposto il PTC della costa ligure, approvato con D.C.C, n. 64 del 19.12.2000.

Si riportano di seguito i capitoli del PTC più importanti in cui vengono analizzate le problematiche dell'area in questione:

Capitolo 2.1 - ambiti progetto: ATA4 - COSTA TRA CIPRESSA E COSTARAINERA



ATA4 - COSTA TRA CIPRESSA E COSTARAINERA

TEMI PROGETTO CONTENUTI NELL'AMBITO

S14 - PM10 – IN5

COMUNI ED ENTI INTERESSATI

Cipressa - Costarainera

PROPOSTA DI MODIFICA AL PTCP

nessuna: si richiede alle Amministrazioni Comunali interessate di rivedere l'indicazione relativa alle zone ID MO-A dei rispettivi versanti costieri.

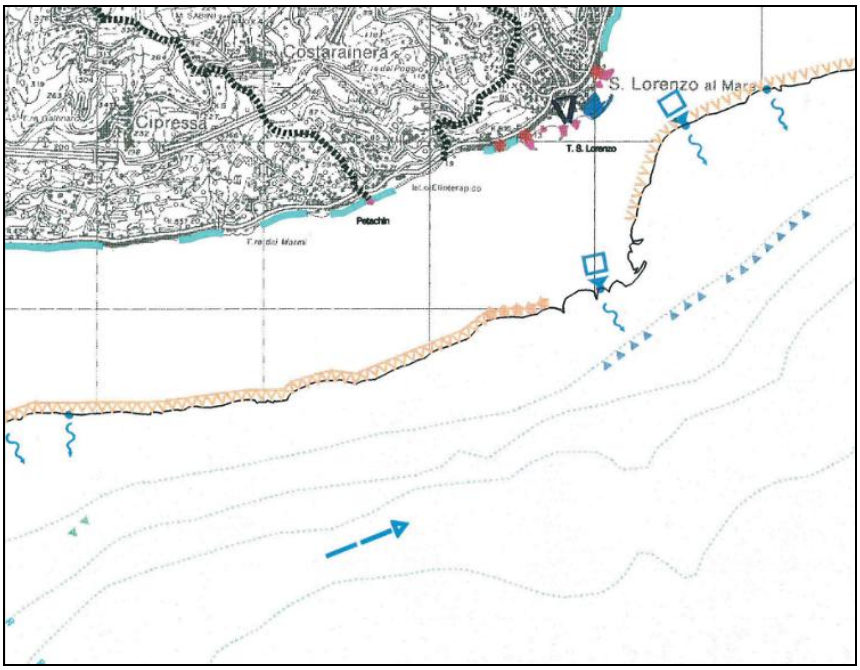
"*E' un ulteriore caso di tratto di costa reso disponibile dalla dismissione della linea ferroviaria. La particolarità di questo settore risiede nel fatto che è uno dei pochi tratti di costa in cui un assetto insediativo collinare si affaccia direttamente sul mare; il settore risulta quindi particolarmente interessante per lo sviluppo del già menzionato modello insediativo del "moyen pays", che le statistiche rivelano essere emergente e che costituisce in prospettiva anche un potenziale modello turistico (più attento alla dimensione paesistico ambientale) alternativo a quello oggi prevalente….. L'indicazione di Piano è volta a creare, a partire dal riutilizzo della linea ferroviaria, nuove condizioni di accessibilità alla linea di costa, coerenti con il modello insediativo retrostante, valorizzando le strutture esistenti (ex Istituto Elioterapico e relative pertinenze) riqualificando la zona dei campeggi (anche attraverso un'eventuale ricollocazione) e contenendo la realizzazione di nuovi volumi aggiuntivi. …. Una volta liberato dalla ferrovia il litorale liberamente fruibile si potrebbe prestare ad una congrua valorizzazione anche attraverso una operazione di ricostituzione delle spiagge un tempo esistenti. Strutture minime per l'attracco e il ricovero di imbarcazioni, secondo quanto richiesto dal Comune di Costarainera, se progettate come un complemento coerente con le prospettive di valorizzazione dell'area, sopra richiamate, ammesse a condizione che sia verificata l'assenza di conseguenze sulle spiagge limitrofe e su quelle di San Lorenzo*".

Capitolo 2.2.1 - Difesa costiera e ripascimento delle spiagge:

Problemi aperti

Lungo questo litorale i problemi fondamentali sembrano essere:

"Il complessivo recupero delle condizioni di accessibilità al mare e di fruibilità del litorale, negate (o rese assai difficoltose) dal passaggio della linea ferroviaria costiera ma rese nuovamente possibili dalla dismissione della linea e del suo spostamento a monte e dalla riconversione d'uso dei grandi contenitori esistenti dismessi dalle loro funzioni attuali (Ist. Elioterapico - Sede ospedaliera)."

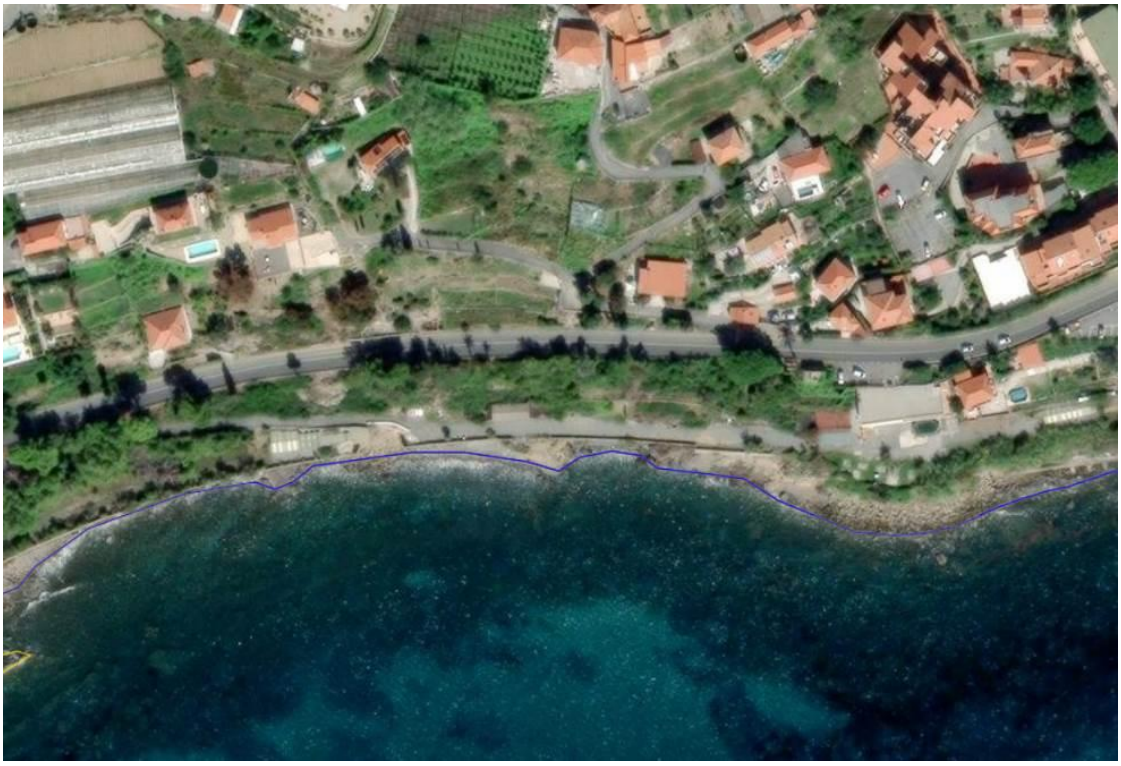


per la legenda si rimanda al PTC

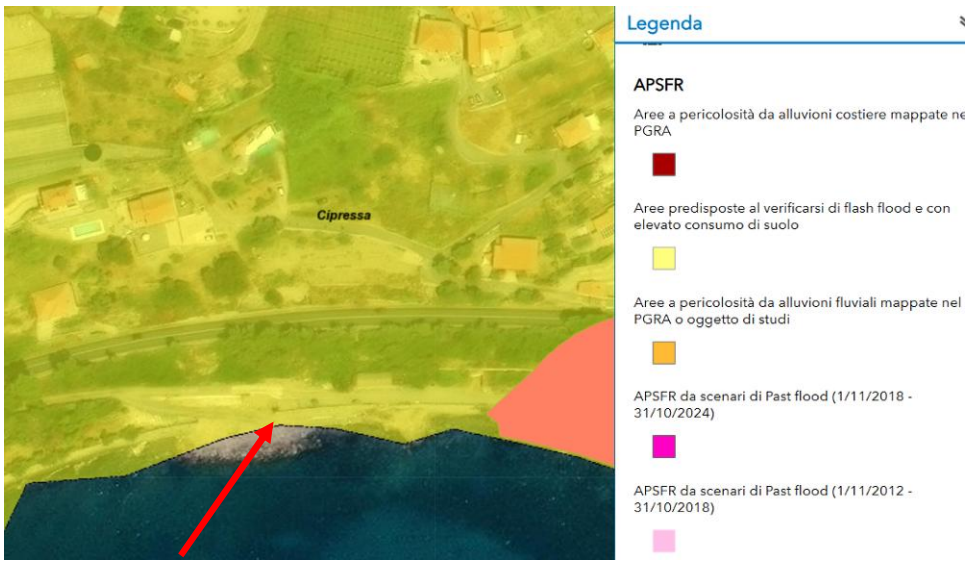
PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera

Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è previsto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (ed. 'Direttiva Alluvioni'), recepita a livello nazionale con il D.Lgs. n. 49/2010, e mira a costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche.

Il litorale oggetto di studio ricade in zona a bassa pericolosità da alluvione fluviale costiera.



Nel seguito è riportato l'estratto della Mappa delle Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione dal quale emerge una predisposizione al verificarsi di flash flood in un contesto di elevato consumo di suolo.



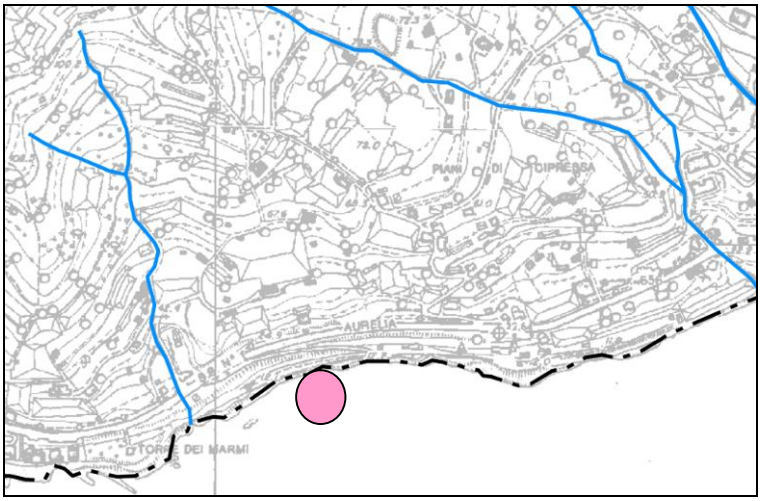
Si riporta l'estratto dalle Mappe PAI dissesti - Pericolosità, ... da cui emerge una moderata/media propensione al dissesto.



Dall'estratto dalla Mappe PAI dissesti – Rischio emerge un'indicazione di rischio moderato.



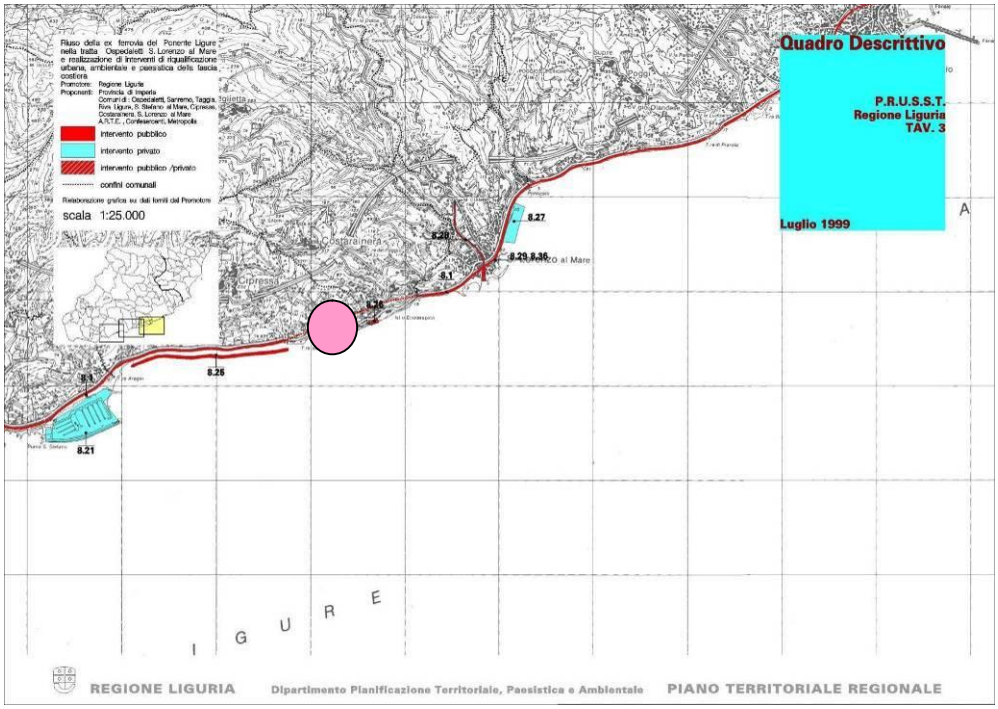
Reticolo idrografico



L'intervento non trova il reticolo dei corsi d'acqua nel suo intorno.

Strumenti urbanistici locali

Sull'area laddove è individuato l'intervento in questione vige la pianificazione promossa dalla Regione Liguria con il PRUSST della zona LTR, (scheda d'intervento 8.60 AF) programma promosso dal Ministero dei Lavori Pubblici "volto al riassetto ed alla valorizzazione delle aree occupate dall'ex ferrovia del Ponente ligure in quanto costituenti un ambito di rilievo regionale con notevole potenzialità di sviluppo e caratterizzato da ingente patrimonio paesistico - ambientale e turistico - culturale da potenziare e valorizzare" anche con un sistema integrato di attività finalizzate all'ampliamento la riqualificazione delle infrastrutture, del tessuto economico, produttivo e artigianale, alla promozione turistico - ricettiva ed alla riqualificazione di zone urbane e periferiche interessate da fenomeni di degrado.



Piano Regolatore Generale del Comune di Cipressa

Il Piano Regolatore Comunale di Cipressa, nell'area in questione, ha individuato nella "Zona litoranea L" lo sviluppo pianificatorio della propria fascia costiera. Detta zona risulta originariamente ripartita in "sottozone", normate nell'Art. 8.7. delle N.T.A., che a loro volta rimandano agli specifici Piani attuativi l'attribuzione dei volumi in esse ammissibili. Nella fattispecie lo S.U.A. in oggetto viene attuato all'interno del perimetro del PRUSST predisposto dalla Regione Liguria, nella scheda d'intervento 8.60 AF. Questa specifica zona, classificata dal PRUSST come zona LTR, costituisce il principale parametro di riferimento del presente S.U.A. . Nella Zona LTR, al fine di pervenire ad un recupero ambientale e paesaggistico del litorale, sono ammesse dal PRUSST nuove volumetrie fino a m^3 7.900, in sostituzione di tutti i volumi incongrui rappresentati dalle serre e dai baraccamenti del campeggio. Nel frattempo è stato approvato il SUA in argomento e lo stesso è in fase d'avvio a seguito di rilascio di permesso a

costruire. Nel SUA suddetto è stato previsto, a livello indicativo, l'intervento in argomento, pertanto lo stesso risulta compatibile con il vigente Piano Regolatore, recependone le specifiche indicazioni tecniche previste per il settore di territorio comunale in questione.



Progetto di Utilizzo delle Aree Demaniali (PUD)

Il Comune di Cipressa è dotato di PUD, all'interno del quale non sono riportate indicazioni specifiche sull'area interessata dall'intervento in argomento.

Aspetti Geologici, Geomorfologici

Il presente paragrafo è già stato sviluppato dallo Studio Geologico Tecnico Ambientale del Dott. Geol. Andrea Valente Araldi, nell'ambito delle analisi svolte nel contesto dello sviluppo dello Strumento Urbanistico Attuativo (S.U.A.) per zona di pianificazione PRUSST - Intervento 8.60 AF Zona LTR "Riqualificazione del litorale Torre dei Marmi" Località: zona litoranea Camping Cipressa, vigente sull'area in questione e reso disponibile nell'ambito dell'Accordo pubblico-privato suddetto. Nel seguito si sintetizzano alcune considerazioni.

L'area in questione ricade nel territorio comunale di Cipressa (IM), all'interno del settore meridionale delle Alpi Marittime. Essa è compresa nella cartografia ufficiale del Foglio n. 102 "Sanremo" dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) alla scala 1:100.000 ed ha come principale caratteristica, dal punto di vista geomorfologico, quella di formare un ambiente di tipo litoraneo; ricade nel tratto terminale (basale) del pendio collinare marittimo, a strapiombo sulla linea di costa, nel tratto in esame, di larghezza modesta. Lungo la parte di versante l'acclività è medio – alta, con pendenza verso S e SW; essa tende ad aumentare in maniera significativa spostandosi verso la linea di costa, dando vita a valle ad una parete ripida e scoscesa, contenuta dal muro in pietra e cemento di significative dimensioni.

Il pendio è interessato da alcune rotture di pendenza e da frequenti terrazzamenti antropici. I rilievi eseguiti, le informazioni storiche acquisite nonché l'analisi della Cartografia delle Aree Storicamente Inondate alla scala 1:25.000, elaborata dalla Regione Liguria – Dipartimento Infrastrutture Trasporti ed Opere Pubbliche – Servizio Protezione Civile – Direzione Centrale Affari Legali ed Organizzativi – S.I.T.A.R. (Servizi Informativi Territoriali ed Ambientali Regionali), con D.G.R. del 01.06.2001, non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione anche in tempi recenti.

I rilievi eseguiti non hanno evidenziato fenomeni di erosione accelerata o di mobilizzazione riguardanti il tratto di versante indagato; tuttavia da un'analisi storica del sito d'intervento è emerso che nei primi del '900 il tracciato ferroviario è stato traslato verso N, con percorso in galleria, in seguito ad un movimento verso valle del cospicuo riporto antropico (su cui sorgeva il rilevato stesso) realizzato lungo la linea di costa (all'interno dell'area d'indagine), al fine di formare una superficie piana da utilizzarsi per la linea ferroviaria stessa. Tale riporto risulta attualmente stabilizzato da una serie di interventi di contenimento quale il suddetto muro frangiflutti presente lungo il confine di valle.

I manufatti presenti nell'area in esame e nel suo intorno, allo stato attuale, non manifestano lesioni significative, ad eccezione del muro frangiflutti, il quale, oltre al tratto franato ed oggetto del presente progetto di recupero con realizzazione di accesso alla battigia, evidenzia porzioni significative interessate da sgrottamenti nel settore basale.

Dall'analisi della documentazione ricavabile dalle banche dati regionali ReMoVer (Rete di Monitoraggio dei Versanti), interferometria satellitare, catasto grotte, geositi, etc, non emergono evidenze o criticità riferibili ai versanti naturali insistenti nell'area in esame. D'altra parte, il muro frangiflutti che perimetra a valle l'area è stato a suo tempo realizzato proprio per evitare fenomeni erosivi da parte del moto ondoso, che avrebbero destabilizzato parte della linea di costa, così come è stata organizzata dopo la costruzione della prima linea ferroviaria.

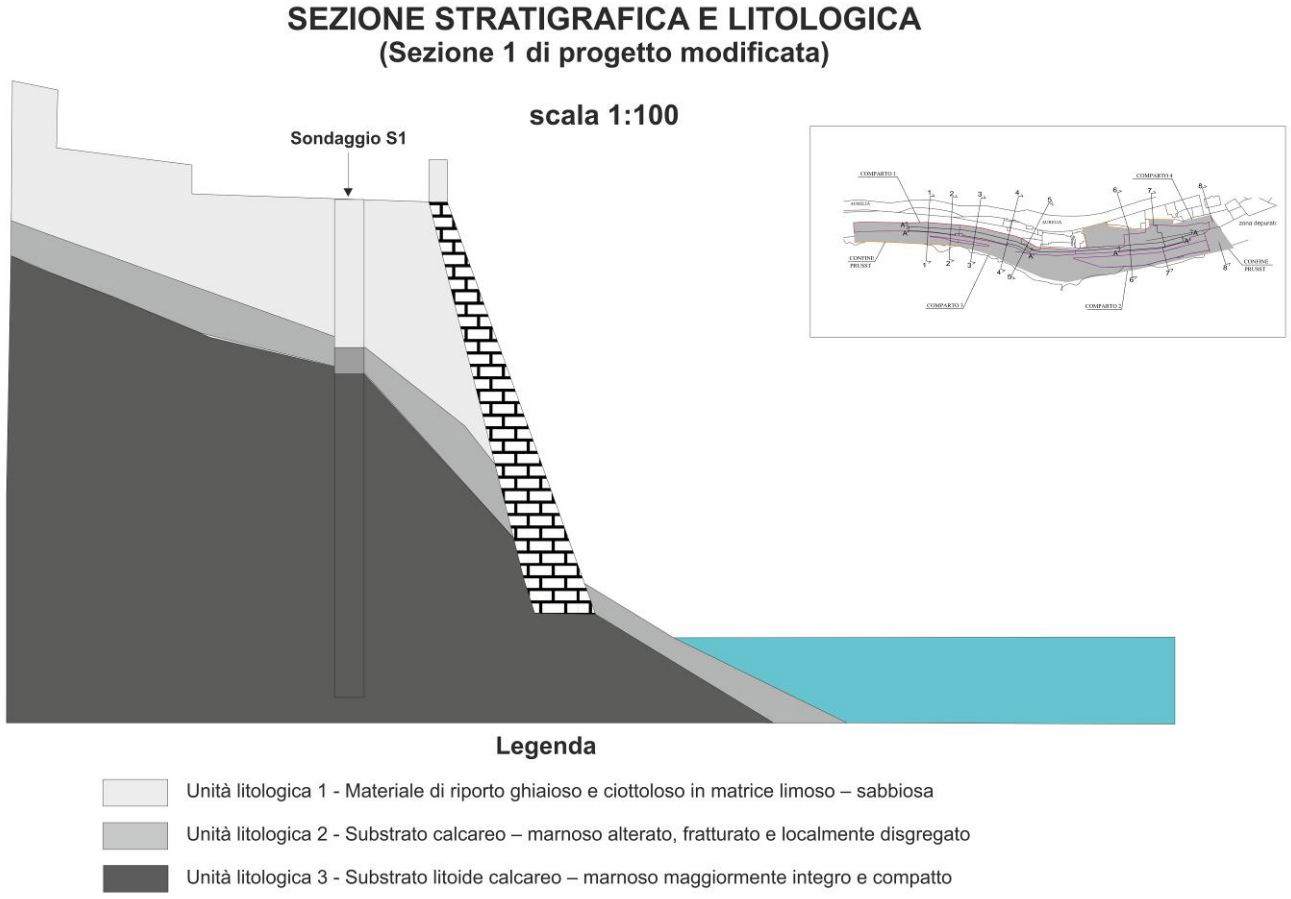
Come suddetto, a proposito del muro frangiflutti sono visibili alcuni settori basali soggetti a fenomeni di sgrottamento significativi, causati, peraltro, con ogni probabilità, sia dal moto ondoso stesso che dall'irregolarità del piano di appoggio, costituito dal substrato litoide integro e compatto a componente calcareo marnosa prevalente. Tale substrato rappresenta il piano di sostegno all'intera opera di contenimento in corrispondenza dell'area in esame.

Dallo Studio Geologico Tecnico Ambientale del Dott. Geol. Andrea Valente Araldi emerge l'esistenza di una campagna geognostica significativa, eseguita impiegando una sonda idraulica montata su carro cingolato. La perforazione è stata condotta con rotazione a carotaggio continuo del terreno attraversato, utilizzando carotieri semplici di diametro 101 mm e 131 mm e carotieri doppi di diametro 101 mm con corona diamantata T6, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi.

La natura del terreno e la finalità dell'intervento hanno determinato la necessità di rivestire ogni foro: a tale scopo sono stati impiegati rivestimenti provvisori costituiti da tubi di acciaio speciale filettati, della lunghezza di 1,5 m e del diametro di 127 mm. Durante le operazioni di perforazione è stato impiegato un sistema di circolazione diretta di acqua chiara.

I fori di sondaggio hanno fatto emergere una stratigrafia nell'area d'interesse, emersa dai sondaggi geognostici eseguiti a rotazione e carotaggio continuo, caratterizzata da uno strato più superficiale di spessore compreso tra 3,5 m (sondaggio S1) e 5,5 m (sondaggi S2 e S3) di materiale di riporto ghiaioso e ciottoloso in matrice limoso – sabbiosa al di sopra di un substrato alterato, fratturato e localmente disgregato per uno spessore di m 0,5 – 2,5, seguito da un substrato litoide calcareo - marnoso maggiormente integro e compatto presente fino al termine dei sondaggi.

Nell'immagine a seguire, sempre recuperata dallo Studio suddetto, viene esemplificata la stratigrafia nell'area in esame.



Dall'insieme delle prove effettuate nella campagna geognostica suddetta, emerge un modello geologico e geotecnico caratterizzato dalla presenza in sito di una cospicua quantità di materiale di riporto antropico a pezzatura variabile secondo i settori, legata alla realizzazione del vecchio tracciato ferroviario da circa un secolo dimesso e traslato in galleria verso monte, localmente frammista ad una coltre eluvio - colluviale da limoso sabbiosa a limoso - argillosa. Lo spessore di tale strato incoerente è maggiore spostandosi verso il muro frangiflutti. Al di sotto di questo è presente un substrato roccioso pre - quaternario, rappresentato dalla Formazione Cretaceo Superiore del Flysch ad Helminthoida (Flysch di Sanremo) costituito in prevalenza da calcari marnosi grigi con vene calcitiche e locali argilloscisti, alterato e degradato superficialmente, maggiormente integro e compatto più in profondità.

Al fine della ricostruzione del modello geotecnico dell'area d'intervento, finalizzato a fornire tutti i dati geotecnici necessari per il progetto e le verifiche di stabilità e delle fondazioni, nonché per l'impostazione delle successive attività di monitoraggio, sulla base della stratigrafia ottenuta dalle indagini e prove eseguite, è stato possibile individuare le seguenti *unità litologiche* aventi caratteristiche geotecniche omogenee relativamente al settore interessato dal sondaggio S1 preso a riferimento.

Sondaggio S1

					VALORI MEDI		
Unità litologica	Litologia	Profondità media	Tipo	Classificazione A.G.I.	**γ**m	**φ**'m	Cm
		m da p.c.			t/m³	°	kg/cm²
1	Materiale di riporto ghiaioso e ciottoloso in matrice limoso – sabbiosa	0,0 – 3,0	Incoerente	Sciolto	2,1	32	0,0
2	Substrato calcareo – marnoso alterato, fratturato e localmente disgregato	3,0 – 3,5	Coesivo	Da addensato a pseudolitoide	2,2	35	3,0
3	Substrato litoide calcareo – marnoso maggiormente integro e compatto	> 3,5	Litoide	Litoide	2,4	38	5,0

dove:

γm: peso di volume; φ'm: angolo di attrito interno efficace; Cm: coesione efficace.

Lo schema geotecnico valido per l'area d'intervento, dedotto dalle indagini eseguite è il seguente:

piano campagna di riferimento locale: inclinato;

profondità della falda:

terreno di fondazione: Unità litologica 2-3;

volume significativo: Unità litologica 1 + 2 +3;

valori medi parametri: vedasi tabella precedente.

Di seguito si riportano i valori caratteristici coincidenti con i valori medi, da adottare nei calcoli ove vengano previste Combinazioni contenenti M1, ai sensi del D.M. 17.01.2018.

					VALORI CARATTERISTICI		
Unità litologica	Litologia	Profondità media	Tipo	Classificazione A.G.I.	**γ**k	**φ**'k	Ck
		m da p.c.			t/m³	°	kg/cm²
1	Materiale di riporto ghiaioso e ciottoloso in matrice limoso – sabbiosa	0,0 – 3,0	Incoerente	Sciolto	2,1	32	0,0
2	Substrato calcareo – marnoso alterato, fratturato e localmente disgregato	3,0 – 3,5	Coesivo	Da addensato a pseudolitoide	2,2	35	3,0
3	Substrato litoide calcareo – marnoso maggiormente integro e compatto	> 3,5	Litoide	Litoide	2,4	38	5,0

dove: γk: peso di volume; φ'k: angolo di attrito interno drenato; Ck: coesione efficace.

I valori di progetto da adottare nei calcoli ove vengano previste Combinazioni contenenti M2, dovranno essere ottenuti dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nell'Eurocodice 8 e nel D.M. 17.01.2018 – NTC. Tali parametri vengono ottenuti dividendo i valori caratteristici per i seguenti coefficienti di riduzione:

γd = γk/1; φ'd = φ'k/1,25; Cd = Ck/1,4.

					VALORI DI PROGETTO		
Unità litologica	Litologia	Profondità media	Tipo	Classificazione A.G.I.	γd	φ'd	Cd
		m da p.c.			t/m³	°	kg/cm²
1	Materiale di riporto ghiaioso e ciottoloso in matrice limoso – sabbiosa	0,0 – 3,0	Incoerente	Sciolto	2,1	25,6	0,0
2	Substrato calcareo – marnoso alterato, fratturato e localmente disgregato	3,0 – 3,5	Coesivo	Da addensato a pseudolitoide	2,2	28,0	2,1
3	Substrato litoide calcareo – marnoso maggiormente integro e compatto	> 3,5	Litoide	Litoide	2,4	30,4	3,6

dove: γd: peso di volume; φ'd: angolo di attrito interno drenato; Cd: coesione efficace.

Valutazione Generale della Sensibilità Ambientale del Sito

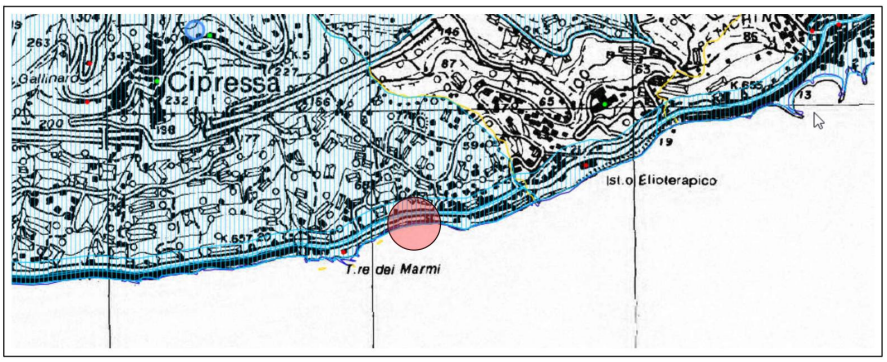
Vincoli architettonici e paesaggistici

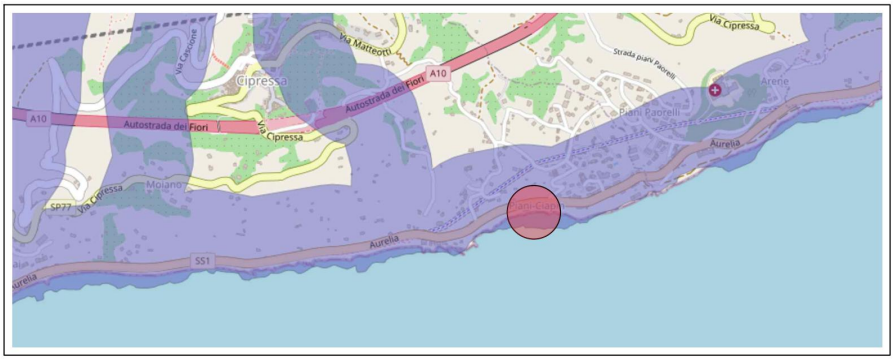
Il "Patrimonio Culturale" nazionale, costituito, sia dai "beni culturali" sia dai "beni paesaggistici", è riconosciuto e tutelato dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n.42, Codice dei beni Culturali e del Paesaggio come modificato e integrato dal D. Lgs. 24.03.2006, n. 157. Il Codice individua e regolamenta i vincoli paesaggistici sia all'art. 136 sia all'art. 142.

L'art. 136 individua gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico da assoggettare a vincolo paesaggistico con apposito provvedimento amministrativo {lett. a) e b) "cose immobili", "ville e giardini", "parchi"..., e) e d.) "bellezze individue", nonché lett. e) e d) "complessi di cose immobili", "bellezze panoramiche"... e e d.} "bellezze d'insieme").

L'art. 142 individua, invece, le aree tutelate per legge ed aventi interesse paesaggistico di per sé, quali "territori costieri" marini e lacustri, "fiumi e corsi d'acqua", "parchi e riserve naturali", "territori coperti da boschi e foreste", "rilievi alpini e appenninici"...

Nel seguito si riportano le indicazioni grafiche di riferimento.





Anche in questa circostanza è opportuno evidenziare la presenza Vincolo Architettonico rappresentato dalla succitata Torre dei Marmi, caratterizzata dal Codice Monumentale 1, dal Codice NCTN 07/00111408 con decreto di vincolo del 1950.

Verifiche archeologiche

Per quanto concerne i vincoli archeologici, si assumono a riferimento le informazioni emerse dalla RELAZIONE ARCHEOLOGICA di Verifica preventiva dell'interesse archeologico ex D.Lgs. 18 aprile 2016, n.50, art.25 e D.M 20 marzo 2009, n.60, redatta da F.T. STUDIO S.R.L di Peveragno (CN) nella quale vengono presi in esame i luoghi oggetto dell'intervento in argomento caratterizzati dalla stretta fascia litoranea delimitata verso il mare dall'alto muro frangiflutti (realizzato nel XIX secolo in contemporanea con la costruzione della linea ferroviaria, che correva in galleria sotto l'Aurelia) e a nord dall'Aurelia stessa.



Vista da est della fascia costiera

Viene esaminata l'area interessata dal tratto di muro franato e la conseguente berlinese provvisoria di conseguenza messo in opera con micropali su cordolo, a sostegno temporaneo dell'adiacente strada di accesso. L'osservazione delle sezioni di terreno franate è possibile riconoscere lo scasso di costruzione/fondazione del muro frangiflutti, e un livello superficiale di riporto su cui è stato imposta il piano asfaltato attuale; al di sotto compare un substrato apparentemente sterile a matrice ghiaiosa.

Valutazione del rischio archeologico

La ricerca preliminare consente di avanzare alcune ipotesi in merito all'impatto che l'intervento in esame potrebbe avere, in termini archeologici, sulla porzione di territorio interessata. Il livello di rischio proposto tiene conto delle caratteristiche dell'intervento previsto, delle possibilità di interferenza tra questo e le ipotizzabili stratigrafie archeologiche, nonché la morfologia e la natura dei suoli interessati. La valutazione di rischio archeologico si distingue in valutazione del rischio archeologico assoluto e del rischio archeologico relativo, entrambi definiti sulla base di un indice di rischio convenzionalmente impostato su una scala di tre livelli principali: BASSO, MEDIO, ALTO. Il rischio archeologico assoluto riguarda la presenza e il grado di conservazione dei depositi archeologici in un determinato comprensorio circostante l'area oggetto dell'intervento.

Il rischio archeologico relativo è quello stimato nello specifico dell'area interessata dall'intervento, in relazione alla tipologia delle opere da effettuarsi sul terreno e alla valutazione dei ritrovamenti archeologici già effettuati in precedenza. Come esposto nell'inquadramento archeologico generale riportato nello studio citato, l'aerale in cui si situa il progetto in esame, per quanto sinora non siano state effettuate indagini archeologiche programmate (con l'eccezione di quelle svoltisi in fraz. Linguelietta di Cipressa) e i ritrovamenti archeologici non siano numerosi, è stato sicuramente abitato sin da età pre-protostorica; in età romana, la fascia litoranea era attraversata dall'importante percorso della via Julia Augusta, il cui esatto tracciato, nel tratto tra S. Lorenzo e S. Stefano al Mare, non è noto.

La sicura presenza della strada, di diverticoli minori connessi e di strutture poste lungo la viabilità induce a stimare MEDIO-ALTO il rischio archeologico assoluto per la fascia di costa oggetto di studio ma scendendo nello specifico dell'opera in progetto, l'intervento avrà luogo in un'area già rimaneggiata in età moderna, per la realizzazione del camping oggi abbandonato e relative strutture (baracche, costruzioni di servizio, piano asfaltato lungo quasi tutta la fascia) ed in più oggetto di frana.

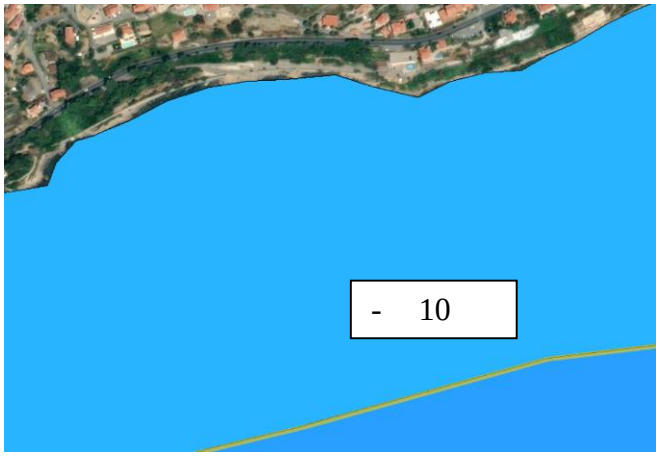
Il progetto prevede delle operazioni di scavo ormai contenuto, andando ad operare di fatto nel varco già generatosi mentre nel resto dell'area le operazioni di scavo per la creazione del nuovo accesso alla battigia e di raccordo a quella che sarà la futura la passeggiata lato mare e pista ciclabile, con sistemazione di nuove aree verdi, saranno minime. Sulla base di queste considerazioni, si ritiene di stimare il rischio archeologico relativo BASSO.



Depurazione, scarichi

Lo scarico a mare esistente posto a levante rispetto all'intervento previsto non presenta nessuna influenza reciproca (attiva o passiva) nei confronti delle aree del litorale in esame.

Batimetrie



Al riguardo il comune di Cipressa ha provveduto a rilevare l'area indicata nell'immagine a seguire.



In fase preliminare è stata predisposta una griglia di rilevamento, costituita dalle rotte che sono state percorse dal mezzo nautico, dotato di strumentazione apposita, per effettuare il rilievo dei profili del fondale nell'area così definita.

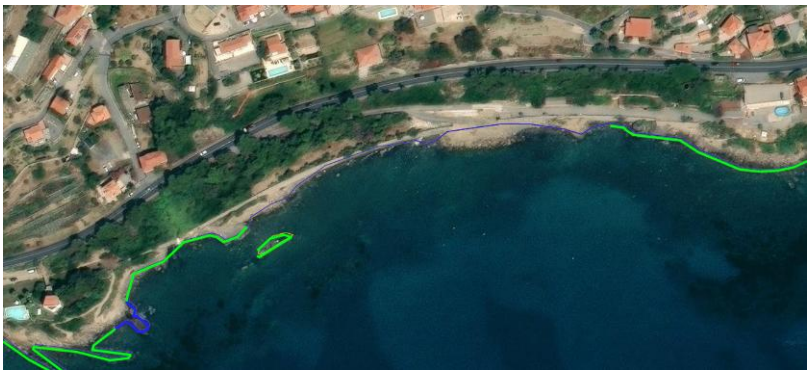
La griglia è stata poi acquisita sul sistema di navigazione del mezzo nautico, predisponendo una serie di 62 Waypoint e 30 rotte in alternanza di direzione secondo lo schema a seguire:



Le rotte sono state seguite con fedeltà dal sistema di navigazione del mezzo nautico, come si evince dalle tracce di posizionamento GPS relative agli spostamenti del mezzo stesso, secondo quanto riportato nell'immagine a seguire.

La conformazione del fondale in prossimità della linea di battigia e fino alla quota batimetrica di 1,5 metri è stata impossibile da rilevare con il mezzo nautico a causa delle rocce presenti, per consentire comunque una linea di interfaccia terra/mare è stato effettuato un rilievo con drone aereo con acquisizione di ortofoto che hanno consentito l'elaborazione di un mosaico ed il collegamento dei due rilievi tramite le comuni coordinate dei punti rilevati.

Analisi delle indicazioni disponibili relativamente alle comunità algali per un'indicazione dello stato ecologico



Codice Settore	857
Nome tratto Carlit	Cipressa est
Comune	CIPRESSA
Provincia	IMPERIA
Corpo idrico di riferimento	Santo Stefano al mare
Anno	2025
Codice monitoraggio	CARL01C25
Data monitoraggio	2025-06-30
Inclinazione	Orizzontale (0-30°)
Orientazione	Sud-Est
Esposizione	Esposto
Morfologia	Falesia bassa
Sensibilita'	10
Comunita'	Dictyotales/Stypocaulaceae

popolamenti algali bentonici, in particolare in aree infra-litorali temperate

Condizione di costa alta



Evoluzione della linea di costa



Proposta Riperimetrazione delle Zone Speciali di Conservazione marine, ai sensi della Direttiva n. 92/43/CEE HABITAT- D.D. n.5719/2025

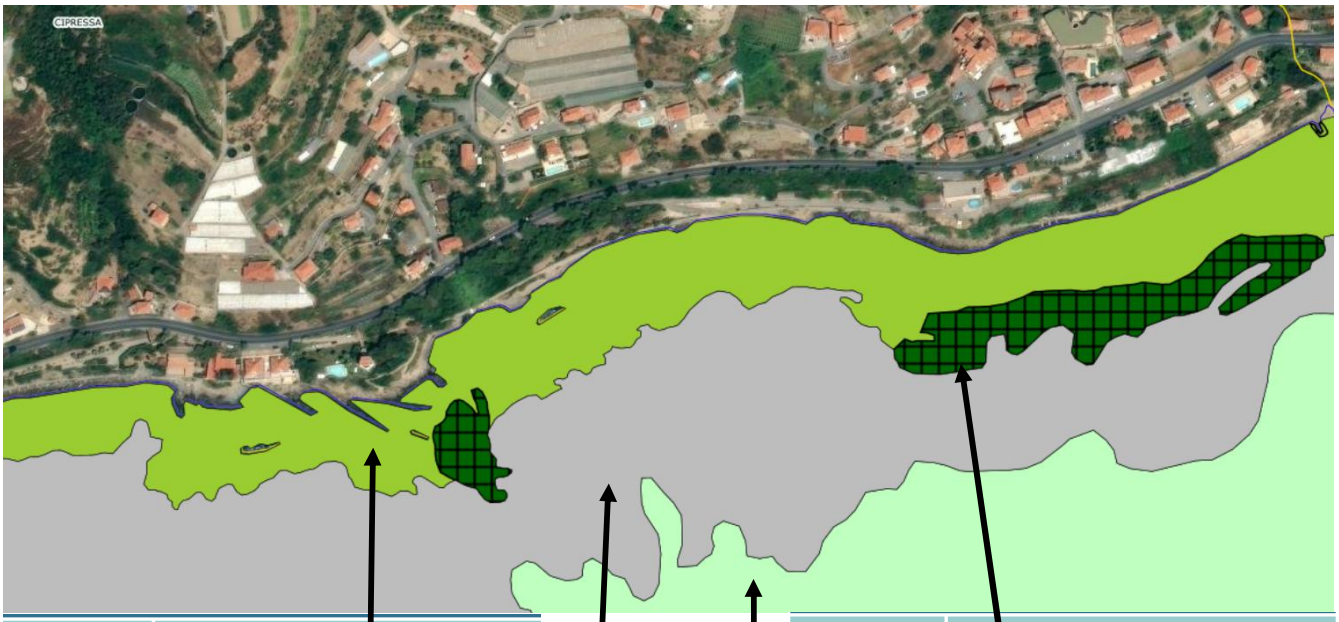


Codice	IT1315971
Codice Inspire	IT.RLIG.SIC-IT1315971
Nome	FONDALI PORTO MAURIZIO,S.LORENZO AL MARE,TORRE DEI MARMI
Regione Biogeografica	Mediterranea
Responsabile	REGIONE LIGURIA
Tipologia Zona Speciale di Conservazione	marino

Limiti dell'unità fisiografica, di paraggio e celle litorali



Estratto Nuovo Atlante degli Habitat Marini



Identificativo	3764
Superfice [ha]	17.25
Classe	AF - Insieme dei popolamenti algali fotofili infralitorali di substrato duro

Identificativo	3765
Superfice [ha]	0.27
Classe	POS-ROC - Posidonia oceanica tra e su roccia

Identificativo	4228
Superfice [ha]	1910.47
Classe	S - Sabbie litorali (in senso lato)

Identificativo	1028
Superfice [ha]	95.47
Classe	CYM - Prato di Cymodocea nodosa

Nello specifico il Comune di Cipressa ha promosso uno studio di maggior dettaglio dell'area sul tema in argomento, eseguito dalla Ditta Geoscape Società Cooperativa con sede legale in Genova, che costituisce parte integrante del presente ed al quale si rimanda per tutte le indicazioni puntuali.

Studi, progetti e lavori svolti di recente al contorno e completamento dell'attività conoscitiva

Nell'area specifica d'intervento è stata svolta una procedura di verifica di assoggettabilità art. 13 l.r. n. 32/2012 e ss. mm. relativamente al SUA di iniziativa privata intervento 8.60 AF zona LTR "Riqualificazione del litorale della Torre dei Marmi" a Cipressa (IM), avente come proponente la Società Hanbury srl c.so Umberto 23 – 10128 Torino, nel cui contesto è stato sviluppato:

- uno studio meteo - marino del tratto di costa in esame e valutazione degli effetti del moto ondoso sul muro frangiflutti con particolare riferimento al settore presente a valle delle strutture ipogee in progetto;

- un rapporto preliminare finalizzato alla fase di consultazione/scoping relativa al procedimento di V.A.S. ai sensi dell'art. 8 l.r. 32/2012.

Nelle aree limitrofe:

- verso ponente, quasi al confine con il Comune di Santo Stefano al mare, il Comune di Cipressa ha sviluppato una tematica inerente una Procedura di Screening (art. 10 della l.r. n.38/98) avente ad oggetto: Progetto definitivo delle opere di ripascimento e ripristino del litorale in località Aregai; l'area è distante dal punto di localizzazione dell'intervento in questione: intervento concluso;
- verso levante, il limitrofo Comune di Costarainera, a seguito degli eventi meteo avversi del 2018, ha realizzato gli interventi prioritari di difesa della costa interessanti il litorale dei Piani Paorelli, nell'abitato di Costarainera, sulla base d'una progettazione che aveva avuto avvio già nel 2001: intervento concluso - le indagini conoscitive preliminari eseguite in oggi in questo contesto di verifica per la procedura in effige, sono state svolte in continuità geografica al fine di estendere la conoscenza generale sull'area.

Opere di difesa costiera esistenti nell'area



Codice Opera	4555
Comune	COSTARAINERA
Carattere Fisico	SCOGLIERA ARTIFICIALE
Grado Identificazione	IDENTIFICAZIONE CON ASSOLUTA PRECISIONE
Periodo Realizzazione	2020 - 2022
Tipologia Opera	ADERENTE
Caratteristica Strutturale Livello	MASSI
Su livello Mare	EMERSA

Codice Opera	4554
Comune	COSTARAINERA
Carattere Fisico	SCOGLIERA ARTIFICIALE
Grado Identificazione	IDENTIFICAZIONE CON ASSOLUTA PRECISIONE
Periodo Realizzazione	2020 - 2022
Tipologia Opera	ADERENTE
Caratteristica Strutturale Livello	MASSI
Su livello Mare	EMERSA

Al fine di rendere compiuta la conoscenza generale dell'area in questione, il Comune di Cipressa ha eseguito:

- Rilievo batimetrico e topografico dell'area e del fondale marino antistante;
- Indagini bionaturalistiche dei fondali antistanti all'area in esame in continuità con quanto a suo tempo attuato dal Comune limitrofo di Costarainera.

In allegato si riportano gli esiti di tali indagini.

Studio tecnico-naturalistico sui fondali marini

Lo studio è stato eseguito dalla Ditta Geoscape Societa' Cooperativa, avente c.f. e p.iva 02594600997, con sede legale in Genova, Via Varese n. 2, e costituisce parte integrante del presente ed al quale si rimanda per tutte le indicazioni di settore.

Dinamica costiera

Inquadramento generale

Il tratto di litorale in oggetto appartiene, secondo la D.G.R. n. 1446/2009, all'unità fisiografica cod. UF05 (i cui limiti sono rappresentati dalla Marina degli Aregai a Ovest e da Porto Maurizio ad Est) e compresa nel paraggio cod.01 "Costarainera" (nel tratto in esame non sono individuate celle litorali) così come già su indicato e nel seguito meglio precisato.



L'area è esposta a ondazioni da quadranti meridionali (Libeccio e Scirocco)

Analisi del clima ondoso al largo

Con la D.G.R. n. 1616 del 19/12/2014 (Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23/10/2007) sono state approvate le mappature di pericolosità da inondazione marina sulla costa ligure elaborate per i tempi di ritorno pari a 50 e 100 anni ai sensi dell'art. 6 del D. Lgs n. 49/2010 e, nell'ambito di tale strumento, sono state presi a riferimento i risultati dei "*Criteri per la determinazione del clima ondoso al largo della costa ligure; Contratto di ricerca Università degli studi di Genova – Facoltà di ingegneria DICAT; anno 2008*", individuato oggi quale riferimento riconosciuto per tempi di ritorno e modellazione meteomarina nel mar Ligure. L'arco costiero Ligure è stato suddiviso in quattro segmenti di costa considerati omogenei dal punto di vista dell'esposizione, della traversia geografica, ossia della porzione di mare da cui può potenzialmente provenire il moto ondoso. Per ciascun segmento di costa è stata individuata la posizione ideale di una "boa virtuale", ubicata in posizione antistante il tratto di costa alla profondità di 100 metri, in corrispondenza della quale occorrerebbe disporre dei dati di moto ondoso. Il tratto qui in esame ricade nella ZONA 4: tratto tra Capo Mele e il confine francese: presenta un fetch illimitato tra 180°N e 250°N, traversia verso Est di circa 200 Km e verso Sud-Est di circa 150 Km. Risulta esposta oltre che ai mari da Sud-Ovest, Sud, Sud-Est, anche ai mari da Est e da Nord-Est.

Per questa zona sono stati utilizzati ed elaborati:

- dati strumentali non direzionali corrispondenti a 7.5 anni di osservazioni orarie (1999-2006) ottenuti dalla stazione Meteomarina di METEOFRANCE al largo di Nizza su profondità di oltre 2000 m;
- dati esaorari direzionali ricostruiti nella posizione 43.6°N 8.5°E (MEDATLAS-3) a profondità similare ma più esposta a mare aperto.

Nella tabella seguente valori di altezza, periodo e direzione, associati a diversi periodi di ritorno.

ZONA 4 DA CAPO MELE AL CONFINE FRANCESE **Settori di provenienza: grecale (al largo), levante, scirocco, mezzogiorno, libeccio**						
dir °N	TR (anni)					
	1		50		100	
	H (m)	Tp (s)	H (m)	Tp (s)	H (m)	Tp (s)
45	2.6	6.9	4.9	9.4	5.2	9.7
90	1.6	5.4	3.1	7.6	3.4	7.8
135	1.1	4.4	2.9	7.2	3.1	7.5
180	1.2	4.6	3.1	7.5	3.4	7.9
225	3.8	8.3	6.7	11.0	7.2	11.4

Tabella 6: valori di altezza d'onda, periodo e direzione, associati ai diversi periodi di ritorno, derivati dallo studio UNIGE DICAT.

Per gli scopi di mappatura di pericolosità da inondazione marina è stata altresi operata da Regione Liguria la propagazione del moto ondoso da largo verso riva, mediante l'utilizzo del modello matematico di calcolo Mike 21, con la collaborazione dell'ARPAL, suddividendo la costa in 8 tratti con caratteristiche simili ai fini della modellazione:

- ……
- tratto G Imperia: da Capo Santa Croce a Marina degli Aregai;
- ……..



Le simulazioni di propagazione del moto ondoso, condotte negli otto modelli di calcolo, sono state effettuate attraverso l'utilizzo del modulo Spectral Wave, propagando le onde di input su un reticolo a maglie triangolari, derivato dalle informazioni batimetriche dei fondali fornite dall'Istituto idrografico della Marina. I risultati delle modellazioni hanno fornito i valori di altezza d'onda, periodo e direzione in corrispondenza di un totale di circa 300 punti, individuati in corrispondenza della batimetria dei -15 metri, dislocati lungo tutta la costa ligure. L'area in esame è baricentrica alle posizioni Mike 195 (levante Marina Aregai) e 194 (ponente abitato di San Lorenzo al Mare): nel seguito i relativi valori per TR 50 e 100 anni, posti alla base delle successive verifiche.



TR=50 ANNI

	PUNTI (NUMERAZIONE DA LEVANTE A PONENTE)																	
Hs	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	2,6	2,5	2,5	1,9	1,8	1	1,7	0,9	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	
90	2,8	2,8	2,5	2,2	2,3	2	2,4	2,1	2,4	2,0	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	2,0	2,2	
135	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	
180	2,8	2,7	2,8	2,7	2,7	2	2,8	2,7	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,6	2,7	
225	4,8	3,7	4,3	3,7	3,8	4	4,3	4,5	5,2	4,7	4,7	4,6	4,1	4,1	3,9	3,1	4,6	
Tp	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	9,0	8,9	8,9	9,0	9,1	9	9,1	9,3	9,1	9,0	9,0	9,1	9,1	9,2	9,2	9,2	9,3	
90	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7	7,5	7,6	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6	
135	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2	7	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	
180	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
225	10,6	10,8	10,8	10,8	10,8	10	10,9	10,6	10,7	10,8	10,9	10,9	10,8	10,8	10,8	10,8	10,7	
Dir	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	80	92	98	102	101	9	97	103	105	116	122	121	119	114	115	110	102	
90	99	103	103	107	106	10	104	107	108	117	120	119	117	113	114	111	107	
135	136	139	138	137	137	13	138	136	141	143	143	141	140	138	139	137	136	
180	179	179	177	175	174	17	178	174	181	181	181	180	178	177	178	172	175	
225	199	198	194	188	186	18	198	191	210	207	206	202	196	194	194	181	192	

TR=100 ANNI

	PUNTI (NUMERAZIONE DA LEVANTE A PONENTE)																	
Hs	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	2,8	2,7	2,7	2,0	1,9	1	1,9	1,0	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	
90	3,1	3,0	2,8	2,4	2,5	2	2,5	2,3	2,6	2,2	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,4	
135	2,9	2,9	2,7	2,8	2,8	2	2,8	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	
180	3,0	2,9	3,1	3,0	2,9	3	3,1	2,9	3,2	3,0	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,8	2,9	
225	5,1	4,0	4,6	4,0	4,1	4	4,6	4,8	5,5	5,0	5,1	5,0	4,4	4,4	4,2	3,3	4,9	
Tp	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	9,2	9,2	9,2	9,3	9,3	9	9,4	9,5	9,4	9,3	9,3	9,4	9,4	9,4	9,5	9,5	9,5	
90	7,6	7,6	7,6	7,7	7,7	7	7,7	7,8	7,6	7,6	7,6	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	
135	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	7	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
180	7,8	7,8	7,8	7,9	7,9	7	7,9	7,9	7,8	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	
225	11,0	11,1	11,2	11,2	11,1	11	11,2	10,9	11,1	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,1	
Dir	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	
45	81	94	99	104	102	9	99	104	106	117	123	123	121	115	117	112	103	
90	99	104	104	108	107	10	105	108	109	118	122	120	118	114	115	112	107	
135	136	140	139	137	137	13	138	136	142	144	144	142	141	139	140	137	137	
180	179	179	176	174	173	17	177	173	180	181	181	180	177	177	178	171	174	
225	198	198	193	187	185	18	197	190	208	207	205	201	195	192	193	180	190	

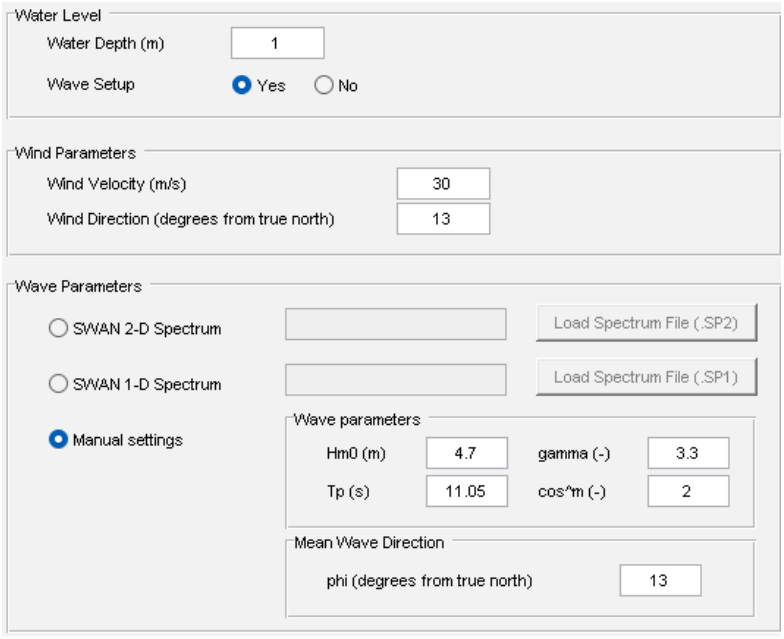
Propagazione sotto costa

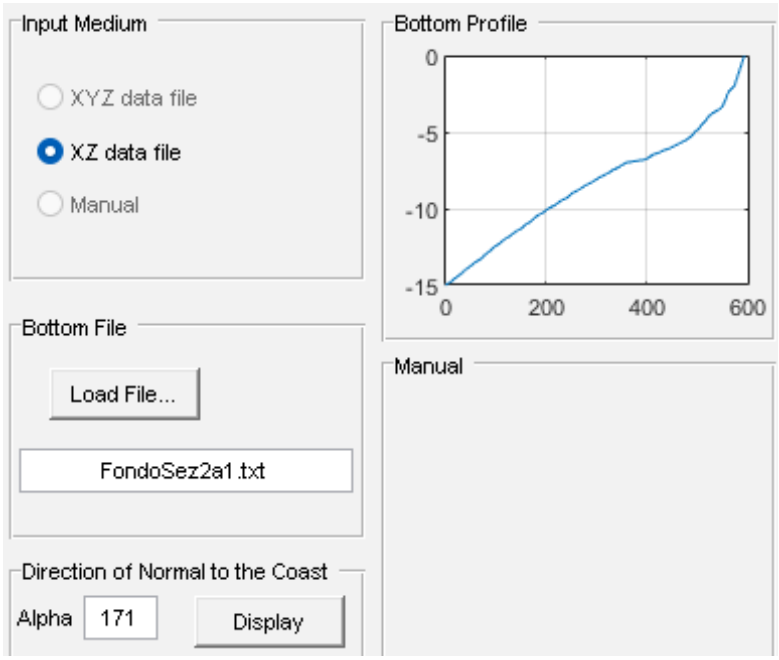
Presi a riferimento i punti 194 e 195 del modello Regionale si derivano quali altezze d'onda significative fronte l'area dell'intervento a progetto:

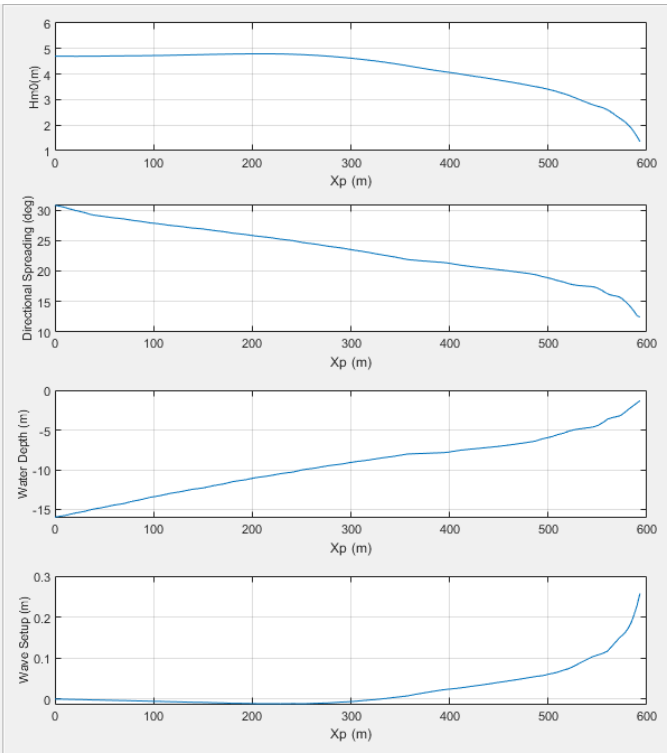
TR	50 anni		TR	100 anni
Hs	4.4m		Hs	4.7m
Direzione	194°		Direzione	194°
Tp	10.7s		Tp	11.6s

Per la trasformazione delle caratteristiche del moto ondoso sino a terra è stato utilizzato il modello matematico SWAN ONE, che utilizza la modalità 1D del modello SWAN completo. La modalità 1D presuppone che la batimetria al largo possa essere rappresentata da curve di livello parallele del fondale, in modo che il profilo del fondale possa essere specificato lungo un transetto normale alla linea di costa (media), per la cui derivazione è stato utilizzato il rilievo batimetrico di dettaglio riportato negli elaborati grafici. Il modello SWAN rappresenta il campo d'onda in termini di spettro d'onda bidimensionale, in frequenza e direzione, che poi evolve verso la costa, includendo gli effetti di venti, correnti, profondità dell'acqua, livello medio mare, shoaling e rifrazione. Le condizioni iniziali all'inizio del transetto possono essere specificate in termini di parametri d'onda o di uno spettro di input. Lo spettro di input è stato inserito in termini di altezza d'onda significativa in acque profonde (Hm0, per TR 100anni), relativo periodo di picco e direzione di attacco (per impostazione predefinita SwanOne converte questi dati internamente in uno spettro JONSWAP 2D con un fattore di potenziamento del picco $\gamma = 3{,}3$ e una diffusione direzionale $\cos^2\theta$).

Nel seguito input e risultati di modellazione.







I dati testé ricavati si renderanno utili nel proseguo per il dimensionamento delle opere.

Indicazioni specifiche sull'intervento proposto

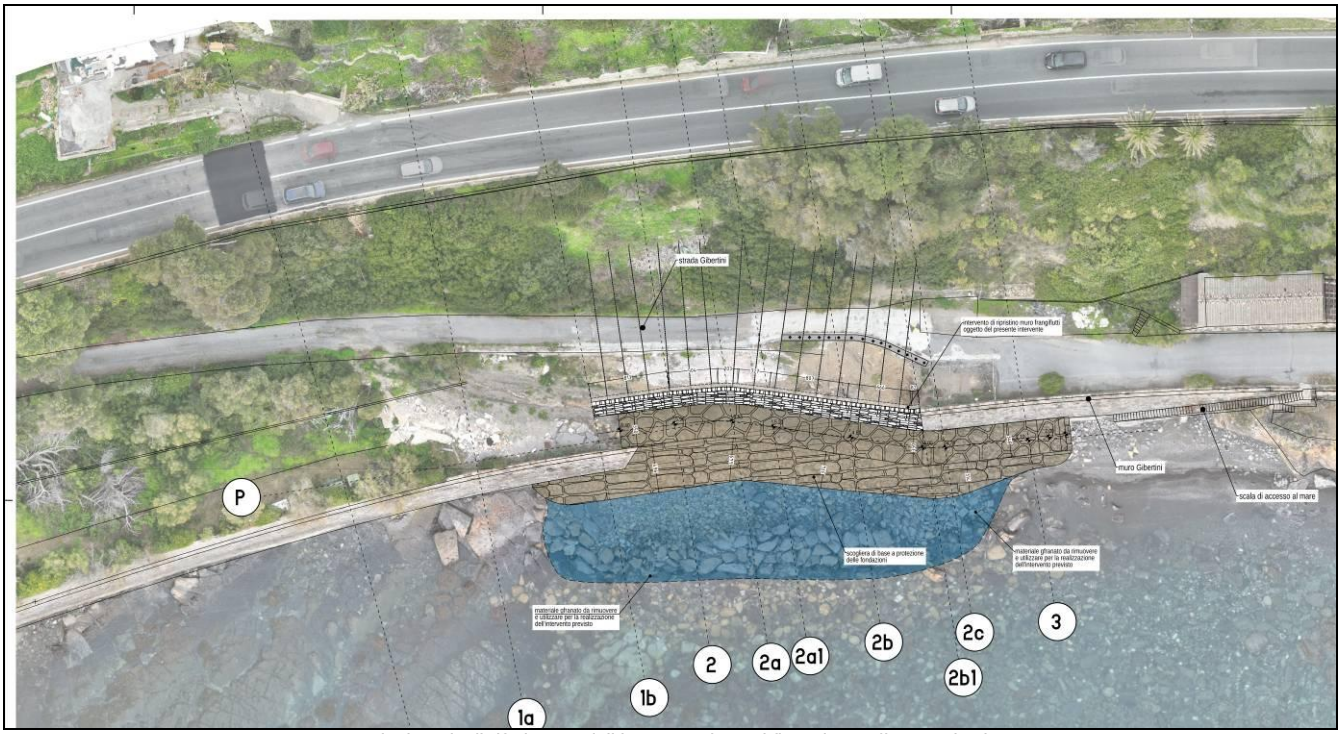
Come già in precedenza esposto, l'intervento che si propone di realizzare prevede l'attuazione, nel tratto di muro frangiflutti crollato, di un accesso alla battigia.

Nello specifico, la previsione di destinazione d'uso del tratto di lungo-costa posto immediatamente a monte del muro frangiflutti a pista ciclabile, se da un lato non pare avere influenza specifica sul muro stesso, in quanto sia le lavorazioni previste in progetto (sistemazione delle livellette e pavimentazione del piano pedonale e ciclabile), sia i sovraccarichi conseguenti al futuro utilizzo della pista non paiono avere ripercussioni negative sulla statica del muro rispetto all'utilizzo passato, è palese come una tale destinazione, oltre che per evidenti ragioni di conservazione del territorio, imponesse di riflettere sul fatto che in oggi, a partire dal Confine Costarainera- Cipressa fino al Confine Cipressa-Santo Stefano al mare, non esiste un accesso alla battigia per qualsiasi attività d'intervento. Al di là degli impegni assunti dal Privato con convenzione specifica, finalizzati ad attuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria sul paramento in elevazione del muro frangiflutti, per eliminare gli sgrottamenti presenti e ripristinare la necessaria e stabile continuità, il mero ripristino del tratto crollato con un nuovo tratto di muro equivalente a quello esistente non avrebbe rappresentato una scelta lungimirante e soprattutto funzionale, sia per gli interventi futuri necessari, sia per una corretta gestione di eventuali emergenze che si presentassero lungo tale tratto di litorale e sia per un futuro sviluppo sostenibile dell'area sulla quale è prevista la realizzazione di una pista ciclo pedonale di lungo mare "en plein air", con la possibilità di un accesso al mare. Viene quindi proposta:

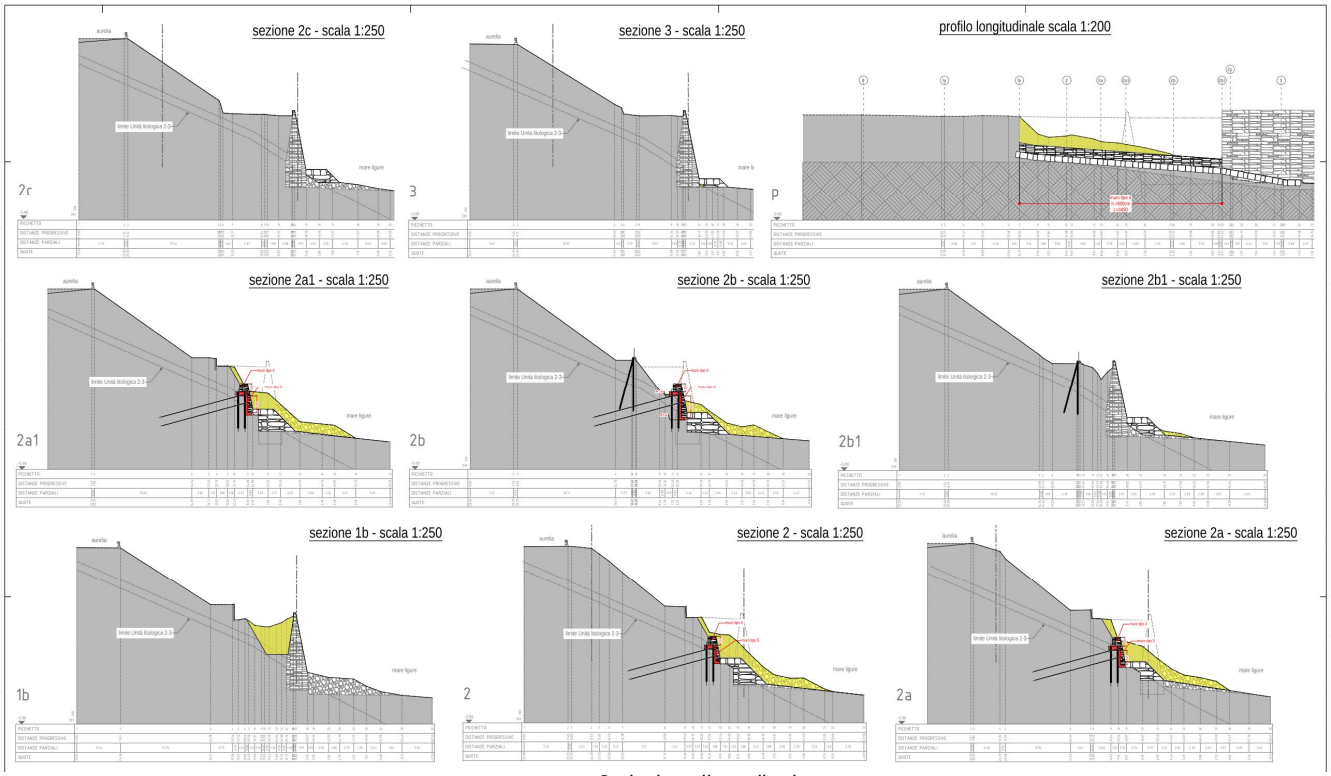
- la sostituzione del tratto di parete crollata con una muratura in c.a. in arretramento rispetto al filo originale, correttamente dimensionata per resistere alle spinte di calcolo per il ripristino delle condizioni di stabilità del versante ed opportunamente rivestita con il pietrame, il più possibile recuperato in loco o dai tratti di muratura esistenti da ridurre, integrato con pietra analoga, arretrata al fine di recuperare, all'interno della dividente demaniale, lo spazio per la rampa di discesa in accesso alla battigia, realizzata a secco mediante rimodellazione del materiale di sottofondo presente in loco e costituente il riempimento originario posto a tergo del muro esistente, rivestito con scogli piatti recuperati nella medesima cava che già aveva fornito quelli presenti in loco e nelle aree limitrofe, aventi la medesima tipologia e gli stessi cromatismi in continuità con quanto esistente in zona;
- la realizzazione come suddetto di una rampa di discesa in accesso alla battigia, realizzata a secco, mediante rimodellazione del materiale di sottofondo presente in loco, con una sua rimodellazione dello stesso, rivestito con scogli piatti ed impostata a partire da una scogliera di base, il più possibile arretrata rispetto alla linea di costa e sostitutiva della base del precedente muro crollato;

il tutto realizzato tenendo conto della geologia puntuale, laddove si intravede in posto un piano del substrato litoide di fondazione più o meno regolare, a componente calcareo marnosa, riconosciuto anche con sondaggi in sito quale valido piano di appoggio in grado di garantire un elevato livello di capacità portante.

In riferimento a quanto già indicato nelle immagini riportate alle pagg. 21-22 ed agli elaborati grafici di progetto, laddove è indicato l'intervento a progetto, nel seguito è riportata una rappresentazione grafica specifica delle opere previste con il finanziamento in oggi disponibile e di immediata possibile realizzazione, con la previsione dell'inserimento del completamento nel PFTE generale relativo al "Completamento e riqualificazione paesaggistico-strutturale del percorso ciclo-pedonale sul mare, parallelo alla galleria Cipressa-Costarainera, all'interno della quale corre la Pista Ciclabile del Parco del Ponente Ligure - Tirrenica" in corso di aggiornamento.



Planimetria di riferimento dell'intervento in oggi finanziato e di messa in sicurezza



Sezioni meglio esplicative

L'intervento finanziato, ancorché non completamente esaustivo di tutto quanto previsto nella sua globalità, garantisce comunque il risultato in oggi perseguito della messa in sicurezza del tratto di difesa della costa crollata, con la realizzazione contestuale della rampa di accesso alla battigia. In particolare l'intervento finanziato interviene nel tratto oggi sprovvisto di difesa, a seguito degli ultimi crolli intervenuti del muro frangiflutti e ne ripristina la continuità garantendo la protezione, con adeguato franco

da possibili fenomeni di risalito d'onda estremi, così come nel seguito indicato. La muratura in clc. armata è prevista realizzata nell'entità compatibile sia con la risorsa disponibile, sia con le caratteristiche del versante per una messa in sicurezza.

In termini quantitativi, l'intervento richiede:

- la provvista e posa in opera di massi naturali di prima categoria, da 51 a 1000 kg, posti in opera via terra, pesati su autocarro per una quantità presunta pari a 100 t.;
- la provvista e posa in opera di massi naturali di seconda categoria, da 1001 a 3000 kg, posti in opera via terra, pesati su autocarro per una quantità presunta pari a 150 t.;
- la provvista e posa in opera di massi naturali di terza categoria, da 3001 a 7000 kg, provenienti direttamente da cave liguri, posti in opera via terra, pesati su autocarro, necessari per garantire un corretto piede di appoggio versante, per una quantità presunta pari a circa 600 t.;
- il salpamento, la movimentazione ed il ricollocamento di massi naturali in posto, nel raggio d'azione del mezzo escavatore, per una loro corretta ricollocazione al piede per complessivi circa 1800t.
- la realizzazione di 86 (in 2 file 43+43) di micropali D_{est}: 168.3mm, spessore:8mm - Lunghezza: 6m (p=31.6Kg/m);
- la realizzazione di 30 (su 2 file 15+15) di ancoraggi in barra tipo Dywidag - Ø32 - p=6.31Kg/m;
- il getto di ~100 mc di calcestruzzo per il cordolo di fondazione dell'opera, comprensivo di taglione di protezione ospitante una fila di ancoraggi;
- la realizzazione di ~270 mc di muratura in pietra e cemento, in continuità con quella esistente, per il definitivo ripristino del consolidamento del versante.

Valutazione dell'efficacia

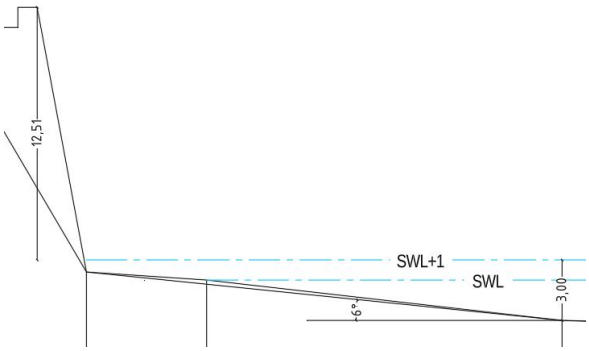
Nel caso specifico dell'intervento in questione la sua efficacia è legata oltre ad una sua funzionalità di carattere generale, in quanto consentirebbe:

1. un accesso alla battigia, così come ampiamente spiegato, peraltro in un tratto di costa che ne risulta assolutamente privo, sia in termini di fruibilità turistica dell'area, sia per le evidenti necessità manutentive delle strutture esistenti;
2. un adeguato consolidamento del versante con ripristino de l suo contenimento in un tratto dove si è verificata la rovina di parte dell'opera inziale realizzata a fine '800 per il passaggio dell'allora linea ferroviaria;
3. un ripristino della protezione della linea di costa, senza un'alterazione sostanziale delle condizioni in atto in termini di contrato al moto ondoso e senza una modifica significativa della linea di costa stessa.

Per una corretta verifica di quanto esposto al precedente:

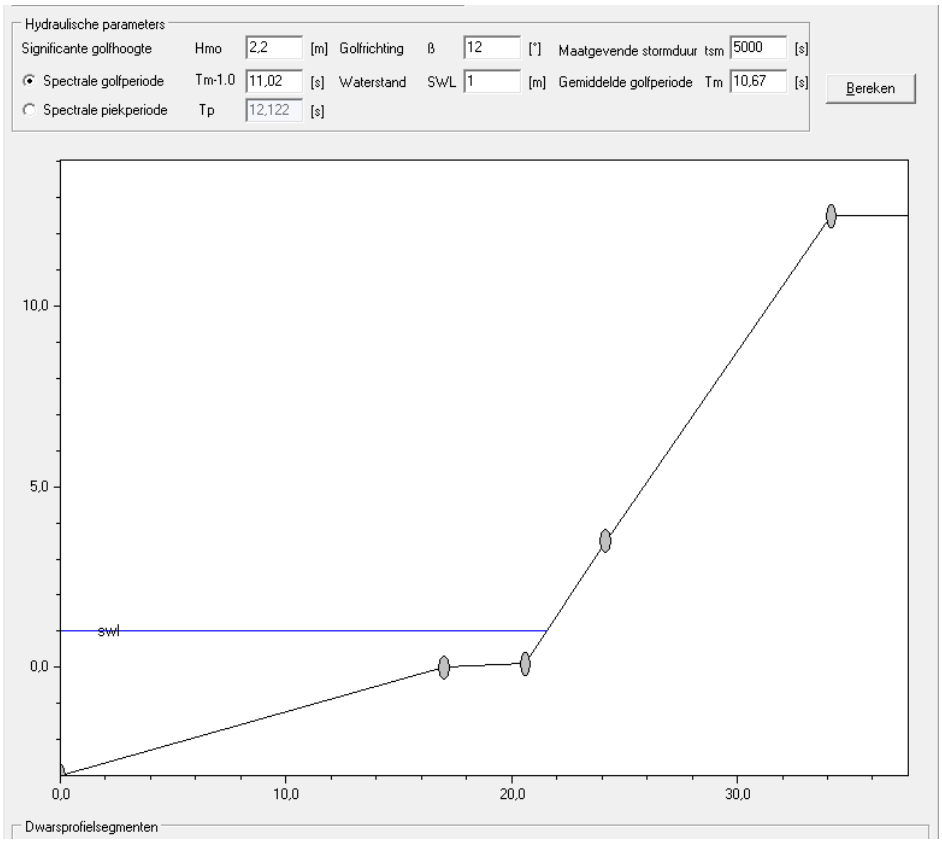
punto 2, è stata sviluppata una verifica (prodotta in allegato alla presente) sulla soluzione di progetto adottata che, pur essendo contenuta nella sua estensione e quindi tale da non avere la pretesa di incrementare la stabilità dell'intero versante che parte dal mare fino all'Aurelia, è pensata per mettere in sicurezza localmente il versante e l'infrastruttura rappresentata dalla futura pista ciclo pedonale di lungo costa prevista tergo;

punto 3, si procede con una semplice trattazione riferita al c.7 del Manuale '*EurOtop Manual on wave overtopping of sea defences and related structures*', che fornisce indicazioni per la valutazione dei processi di tracimazione e post-tracimazione in strutture costiere verticali e con fronte ripido, come frangiflutti a cassoni e blocchi e dighe verticali, incluse anche strutture a parete verticale composita, in cui la parte emergente della struttura è verticale, fronteggiata da una modesta berma o da un tumulo di sostegno (è il caso del progetto qui presentato), e strutture verticali che includono un muro di ritorno delle onde. Le condizioni impulsive si verificano su pareti verticali o ripide quando le onde sono più grandi in relazione alla profondità locale dell'acqua, forse sollevandosi sopra una battigia o il piede della struttura stessa. In queste condizioni, alcune onde si infrangono violentemente contro la parete con forze (di breve durata) che raggiungono valori da 10 a 40 volte maggiori rispetto alle condizioni non impulsive. La portata tracimante in queste condizioni è caratterizzata da un violento getto ascendente di acqua (altamente aerata). Le condizioni di progetto delle onde possono essere date da onde che iniziano a infrangersi (anche a una certa distanza) verso il mare aperto rispetto alla diga: queste onde giungono alla parete come una massa d'acqua aerata dando origine a carichi che mostrano il tipo di picco di breve durata osservato in condizioni impulsive (quando il bordo d'attacco della massa d'acqua arriva alla parete), ma di entità inferiore a causa dell'elevato livello di aerazione. Nei casi in cui la profondità alla parete $h > 0$ m, il superamento può essere valutato utilizzando il metodo per condizioni impulsive. Per le condizioni in cui il piede della parete è emergente ($h \leq 0$ m: è il caso in esame, poiché l'opera è posta su fondo roccioso posto in corrispondenza del livello di quiete), questi metodi non possono più essere applicati. Lo schema di riferimento tiene conto di un sopralzo pari a 1m, utilizzato anche per le verifiche di propagazione

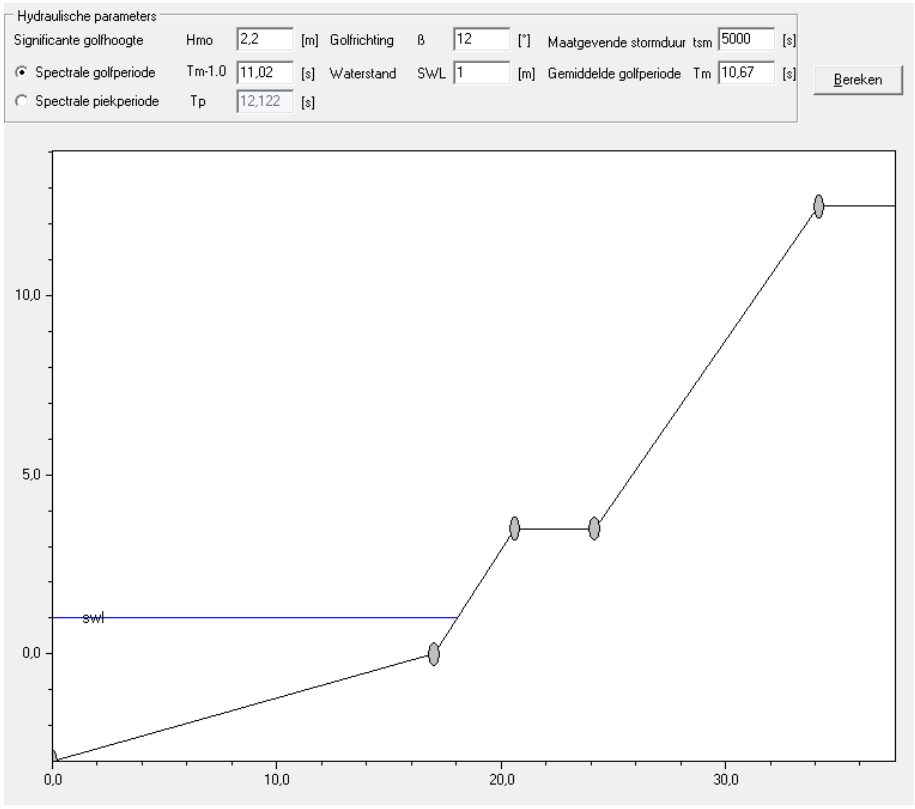


Vista la geometria dell'opera e le sue condizioni di imbasamento, nonché la previsione di progetto di armatura al piede, per la valutazione dei livelli di risalita è stato utilizzato il programma PC-Overtopping, realizzato (in olandese) sulla base dei risultati del rapporto TAW (2002), aggiornato alla versione 2007 di EuroTop e basato principalmente su una struttura di tipo diga: il modello prevede che la struttura debba essere inclinata, sebbene possa essere presa in considerazione una piccola parete verticale sulla sommità della diga, ed è possibile tenere conto della scabrezza/permeabilità del pendio, di differenti pendenze del fondo, con formulazioni di previsione per dighe a pendenza lieve che nella versione 2018 sono relativamente piccole rispetto all'edizione 2007.

Per la situazione stato di fatto (immagine seguente) si ottiene un livello di risalita 2%sopra SWL (livello medio mare compreso set up) di 6.402 m



Tale condizione resta sostanzialmente immutata nella situazione stato di progetto, valutata con la berma al piede dell'opera, con livello di risalita 2% sopra SWL, pari a 6.34 m



In considerazione del livello di risalita massimo (~6.40 m slm) tutto il percorso dietro scogliera sino a quota battigia, a partire dalla sezione 2°, sarà rivestito in massi naturali con funzione antierosiva.

Descrizione delle opere, modalità operative

L'avvio del cantiere relativo all'intervento in questione, in riferimento agli elaborati grafici di progetto, vedrà la realizzazione:

- d'un primo piano di lavoro in sicurezza, su cui posizionare la macchina operatrice per la realizzazione dei micropali previsti a fondazione del cordolo di base del nuovo muro di sostegno del versante;
- realizzazione del cordolo di fondazione suddetto ed inserimento della fila superiore prevista di ancoraggi;
- scavo della parte di terreno antistante il cordolo e la sommità dei micropali per la realizzazione del nuovo piano di lavoro, necessario per realizzare il rivestimento strutturale in c.a. dei micropali stessi con inserimento della seconda fila di ancoraggi;
- ulteriore realizzazione della rampa di cantiere per l'accesso al piano di posa della scogliera di protezione di costa e suo completamento;
- realizzazione della muratura in pietra e cls. armata e con faccia vista curata in continuità con quella della muratura esistente, a completamento del contenimento di versante.

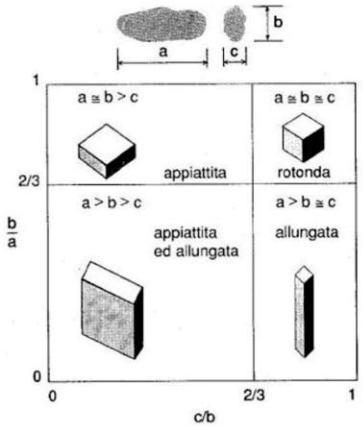
Scelta dei massi

Si ritiene che sotto l'aspetto dell'inserimento paesaggistico e di visuale l'aspetto della natura litologica dei massi da utilizzare per l'intervento in progetto, debba conformarsi a quella delle scogliere già presenti lungo il litorale limitrofo e provenienti da cave locali.

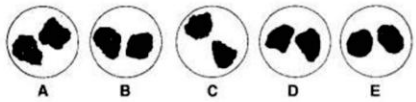
Dal punto di vista litotecnico i massi da utilizzare devono comunque rispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità, durabilità; essere privi di porzioni alterate, giunti, fratture e piani di sfaldamento, e risultare inoltre inalterabili all'acqua di mare e pertanto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- non presentare tagli lisci di cava
- rispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità, durabilità, essere esenti da giunti, fratture e piani di sfaldamento,
- avere una resistenza alla compressione semplice > 60 MPa
- avere un peso specifico non inferiore a 2.650 Kg/mc.

- avere un coefficiente di usura adeguato che deve rispettare i seguenti limiti da determinarsi secondo uno dei seguenti metodi :
  - UNI EN 1341 UNI EN 1342 : resistenza all'abrazione < 1,5 mm
  - ASTM 131-76 (Los Angeles): perdita in peso < 30%
  - Micro Deval (EN 1097-1:1996) : MDE < 25
- risultare inalterabili all'acqua e al gelo:
  - coefficiente di imbibizione (UNI EN 13383-2 par 8) < 4%
  - resistenza chimica (ASTMC - 88 - 5 cicli solfato di sodio): perdita < 10%
  - gelività (UNI EN 13383-2 par. 9} non geliva
- non devono presentare notevoli differenze tra le tre dimensioni; la loro forma è definita dai rapporti di appiattimento b/a e di allungamento c/b (con a, b, e, i lati del prisma inviluppo e a > b > e), che devono sempre avere valori superiori a 2/3.



Il grado di arrotondamento degli spigoli deve corrispondere almeno alla classe "vivi" o "quasi vivi secondo le definizioni della figura seguente



Grado di arrotondamento degli spigoli:
a) vivi; b) quasi vivi; c) rotondeggianti; d) arrotondati;
e) molto arrotondati.

In riferimento alla tipologia dell'intervento previsto, in relazione al contesto logistico, geologico, geomorfologico ed idrogeologico del sito, si può concludere che sono presenti in zona cave che possono fornire litotipi assolutamente idonei sia dal punto di vista della resistenza meccanica sia per quanto concerne le caratteristiche cromatiche, avendo peraltro fornito i massi per gli interventi realizzati nelle aree limitrofe e pertanto non esiste nessuna pregiudiziale di carattere geologico alla realizzazione delle opere a progetto che pertanto risulta senz'altro fattibile sotto questo aspetto.

Interferenze con i principali elementi tecnici ed ambientali presenti

Interferenza degli interventi con il regolare deflusso delle acque superficiali e subsuperficiali

Gli interventi a progetto non hanno alcuna influenza sul regolare deflusso delle acque ruscellanti in zona.

Influenza sulla sensibilità ambientale del sito e criteri operativi

Aspetti ambientali generali

Alla luce degli aspetti generali di sensibilità ambientale e delle finalità dell'intervento, si ritiene che esso non generi impatti rilevanti sulle matrici ambientali sensibili dell'area, con particolare riguardo alla qualità delle acque.

Durante la realizzazione dei lavori sarà posta ogni cura per minimizzare gli eventuali impatti anche temporanei, in relazione alle difficoltà oggettive di lavorazione: ad esempio nel trasporto e posa degli scogli; attività che saranno in qualche modo svolte lungo la battigia.

I materiali da utilizzare sono di pezzatura molto grossa e quindi di natura privi di frazione fine: ad ogni modo saranno definite specifiche condizioni affinché gli stessi siano privi di frazioni pelitiche per evitare fenomeni di intorbidimento delle acque.

Non sono previste particolari piste di cantiere, se non l'accesso diretto già realizzato nel corpo del dissesto in atto e la realizzazione dei piani di lavoro in sicurezza al suo interno.

Compatibilità con l'Habitat Marino

In riferimento al monitoraggio specificatamente attuato per conto del Comune dalla Geoscape Società Cooperativa, i risultati hanno confermato la presenza nell'area di indagine di diverse formazioni più o meno estese di Posidonia Oceanica e di C. nodosa, come riportato nell'Atlante degli habitat marini (Diviacco e Coppo 2006; Coppo et al., 2020).

Nel seguito sono riportati tre transetti subacquei oggetto d'indagine posizionati sulla base cartografica in riferimento all'Atlante suddetto.



Tuttavia, diversamente da quanto descritto nella cartografia più recente (Coppo et al. 2020), la prateria di P. oceanica in corrispondenza del Transetto 1 sembrerebbe essere più estesa in profondità di quanto segnalato nell'Atlante degli habitat, che ne attesta il limite inferiore alla profondità di circa 21 m. Tale transetto è stato posizionato sulla base della cartografia esistente proprio con l'idea di verificare anche lo stato del limite inferiore della prateria, che però si trovava verosimilmente una cinquantina di metri più al largo in direzione opposta a quella seguita lungo il rilevamento.

Al contrario, il prato di Cymodocea nodosa segnalato da Coppo et al. (2020) potrebbe oggi avere un'estensione minore di quella riportata in cartografia. La presenza di C. nodosa non è infatti stata riscontrata lungo il transetto 2, mentre solo pochi ciuffi isolati sono stati rilevati in corrispondenza del Transetto 3.

L'analisi dello stato ecologico, sulla base dei valori di densità fogliare e dell'incide di conservazione ha evidenziato un generale buono stato della prateria di P. Oceanica, confermato anche dall'assenza di sostituti alieni che in passato erano soliti occupare le aree sabbiose e quelle in regressione all'interno della prateria (Bianchi e Peirano 1995, Garibaldi 1999).

Proprio sulla base delle attenzioni che dovranno essere prestate alle lavorazioni previste nella fase esecutiva dell'intervento in questione e su indicate, lo stesso risulta è oggettivamente minimale nei confronti di eventuali disturbi che potrebbe arrecare alle formazioni di P. oceanica su roccia più superficiali, che purtroppo risulterebbero già potenzialmente compromesse. Mentre la prateria vera e propria non desta particolari preoccupazioni in quanto il limite superiore si trova relativamente profondo e ad una distanza da costa di oltre 500 m.

Sarà comunque attivata, al fine di verificare eventuali impatti sulle biocenosi, un' attività di monitoraggio, almeno nell'anno successivo alla realizzazione dell'intervento in quanto il monitoraggio nel tempo rappresenta l'unico mezzo in grado di verificare il buon funzionamento della prateria ed il mantenimento del suo stato di salute a seguito di ripetuti interventi sul litorale anche indispensabili come quello in argomento.

Approvvigionamento idrico

Si ritiene di trascurabile rilevanza il problema dell'approvvigionamento idrico in relazione alla tipologia di intervento, con ogni probabilità potrà essere necessario disporre di acqua di perforazione ma sarà un'incombenza a carico della ditta esecutrice essendo l'intervento ubicato in un'area urbanizzata.

Produzione e smaltimento di rifiuti

L'intervento comporta sostanzialmente:

1. l'approvvigionamento di massi per la realizzazione della protezione di base sia dell'opera in previsione delle parti laterali di opera esistente che ha subito un evidente danneggiamento dal crollo intervenuto e si presenta in una condizione di evidente vulnerabilità e, per quanto concerne i massi da approvvigionare sono state date indicazioni specifiche;
2. la movimentazione di materiale arido presente in loco, per garantire in sicurezza i piani di lavoro prevalentemente necessari per poter impostare le fondazioni dell'opera di contenimento di versante e protezione della costa sostitutiva di quella rovinata: tale materiale tornerà a ricostituire il versante a tergo della nuova opera di contenimento e la sistemazione generale del sito ad opere ultimate;

   occorre evidenziare che in tutte le attività di verifica e mitigazione del rischio attuate nell'area, pur essendo stata la stessa interessata dalla presenza di una linea ferroviaria fino agli anni '30 del '900, non sono state rinvenute tracce di ballast e/o pietre verdi, neanche riscontrate nella campagna d'indagine geologico-geognostica attuata, segno di una eventuale trasformazione dell'area avvenuta già nella metà del secolo scorso e tale comunque da non evidenziare problematiche particolari;
3. la riduzione delle parti di muratura esistente, in parte danneggiate dalla rottura per crollo, per evidenti ragioni costruttive e di sicurezza ed il pietrame recuperato sarà utilizzato per il rivestimento delle pareti in c.a. e per i vespai a tergo.
4. i normali rifiuti prodotti, connessi alle lavorazioni, saranno completamente smaltiti secondo le normative vigenti, senza lasciare rifiuti nell'area oggetto dell'intervento e nelle sue vicinanze.

Ad ogni buon conto nella Provincia d'Imperia sono presenti impianti autorizzati al trattamento e smaltimento di terre e rocce da scavo pertanto, individuata l'impresa appaltatrice, sarà possibile per la stessa conferire, previo analisi specifiche, eventuali materiali che dovessero risultare in esubero in sito idoneo, senza particolari problematiche e secondo le norme di settore, parimenti verranno smaltiti gli eventuali rifiuti connessi alle lavorazioni che, per la loro semplicità nel caso in esame, non destano preoccupazioni, non essendo previste lavorazioni particolari.

La stima dei volumi di scavo e riporto riguardanti l'Intervento in questione è la seguente:

Materiale da demolizioni strutture da gestire come rifiuti di demolizione	50 mc
Terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi:	*1200* mc
• *da utilizzare per riempimenti nello stesso sito (art 185 c1 lettera c D. Lgs. 152/06 e art 24 del DPR 120/17);*	*820 mc*
• *da utilizzare quale sottoprodotto in altro sito di recupero (ex art 184 bis c. b) D. Lgs 152/06)*[1]	*380 mc*

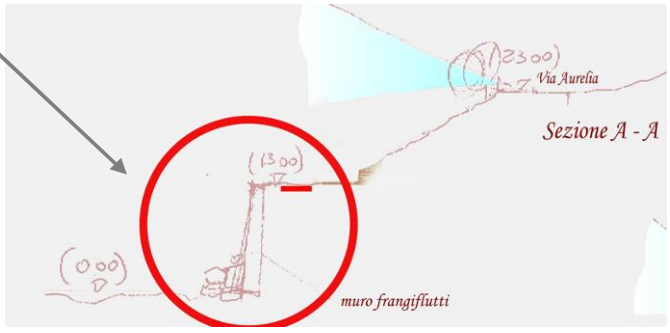
Valutazione inquinamento e disturbi ambientali

Inquinamento del terreno nella zona di intervento

Tale tipologia di inquinamento non è tipica delle lavorazioni in esame, che interessano prettamente la porzione di costa a mare. Verrà comunque posta ogni cura nella scelta dei materiali da impiegarsi secondo le indicazioni su esposte.

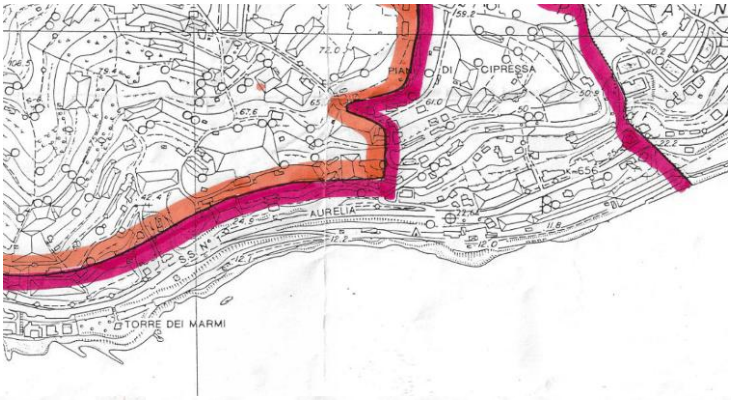
Inquinamento acustico

L'area costiera è classificata come "area d'intensa attività umana" secondo quanto riportato nella cartografia comunale del Piano del Rumore e, come indicato nella Valutazione del Clima Acustico – Valutazione Di Impatto Acustico – D.P.C.M. 5/12/1997 effettuata Angaramo ing. Gabriele, Tecnico Competente in Acustica nell'ambito della redazione del Sua di iniziativa privata, preso atto dei ricettori dell'area, di fatto oggi poco significativi ai fini della presente analisi, essendo l'area posta sotto l'attuale piano strada in precedenza adibita a campeggio, con una distanza dalle abitazioni di almeno m. 80 circa ma posta in posizione decisamente depressa rispetto ad esse e quindi schermata naturalmente, non si verificano impatti di cantiere non sostenibili dal punto di vista acustico.



[1] è opportuno evidenziare che la stima del materiale da utilizzare in altro sito di recupero è fatta cautelativamente in eccesso per evidenti ragioni di definizione delle somme necessarie per l'intervento ma è assai probabile che la realizzazione delle varie piste, necessarie per la preparazione dei piani di lavoro in sicurezza, ne riducano all'atto realizzativo l'entità a vantaggio del riutilizzo in loco.

Le attività di verifica, per quanto concerne le attività operative previste, non risultano incidenti e non bonificabili duranti le fasi di cantiere. Allo stato di fatto non si ritengono necessarie le micro barriere acustiche. Qualora, durante le verifiche di cantiere, si verificassero dei ricettori con immissioni superiori a 50-55 dB(A) nelle aree limitrofe, gli stessi potranno essere schermati con eventuali barriere acustiche mobili da porre sul perimetro del cantiere. Prima dell'inizio lavori, anche sulla base delle attrezzature in dotazione alla Ditta esecutrice, saranno redatti tutti i documenti di dettaglio per le eventuali autorizzazioni in deroga.

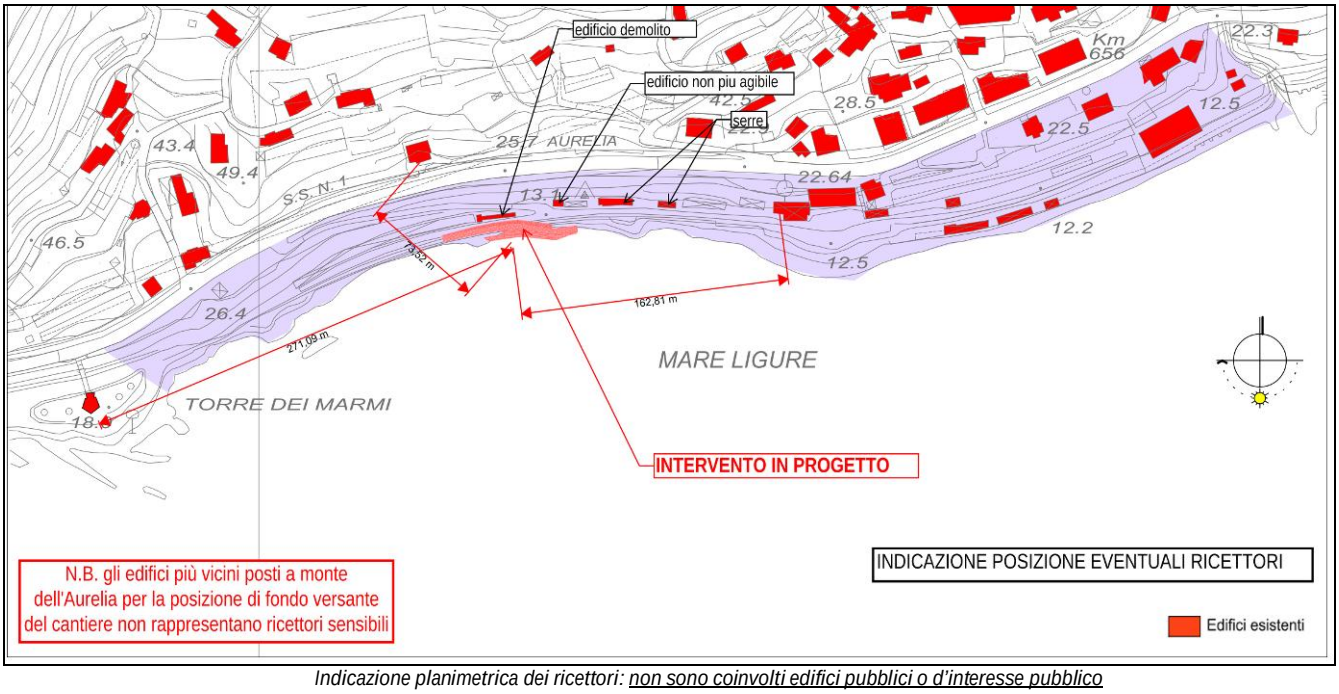


CLASSE IV
Aree di intensa attività umana

Limiti acustici [dB(A)]	*Diurno (06:00 – 22:00)*	*Notturno (22:00 – 06:00)*
Emissione	60	50
Immissione	65	55
Qualità	62	52

Tuttavia, attesa la valenza turistica dell'area sarà buona norma, al fine di minimizzare comunque l'impatto acustico e il disturbo conseguente saranno adottate le seguenti attenzioni:

- rispetto degli orari di lavoro e di quanto disposto eventualmente dalle Autorità;
- nel caso, anche al fine di rispettare tempi di realizzazione, si desse necessario l'avvio dei lavori al mattino presto prima delle ore 8:00, si dovrà prevedere l'esecuzione delle sole lavorazioni propedeutiche alle attività di cantiere meno rumorose (per esempio allestimento cantiere, carico - scarico, ecc) e analogamente dopo le ore 18:00; durante la pausa di mezzogiorno si dovrà prevedere l'esclusione dell'uso delle attrezzature più impattanti;
- esclusione di tutte le operazioni rumorose non strettamente necessarie all'attività di cantiere e divieto d'uso contemporaneo dei macchinari più rumorosi;
- le attrezzature non utilizzate dovranno essere spente;
- revisionare e manutenzionare i macchinari e le attrezzature con il fine di garantire il rispetto delle loro caratteristiche di omologazione e certificazione ai sensi delle norme vigenti (Norme nazionali, tecniche e CE).



Indicazione planimetrica dei ricettori: non sono coinvolti edifici pubblici o d'interesse pubblico

Volumi di traffico indotti e capacità del sistema infrastrutturale

Vista la collocazione dell'intervento e la sua modesta entità, con la possibilità di accesso da parte dei mezzi pesanti direttamente dalla S.S. n.1 Aurelia, non sono prevedibili problemi per la viabilità.

Ad ogni buon conto, sulla base delle quantità di materiali che si rende necessario approvvigionare in cantiere viene fatta una stima del numero di mezzi del tipo esposto nella figura seguente che, presumibilmente, transiteranno da e per il cantiere stesso che, suddivisi nel tempo previsto per la realizzazione dei lavori, condurrebbe indicativamente alla seguente stima:

- durata delle lavorazioni prevista in 150 gg.
- mezzi da trasporto assunti con capacità media di carico pari a 18 t. per il pietrame e pari a 20 t. per il cls.
- numero di mezzi presuntivamente utilizzati per il trasporto pietrame pari a (950 : 18)t = 60 circa
- numero di mezzi presuntivamente utilizzati per il trasporto cls. pari a (100 : 20)t = 5 circa.





Indicazione mezzi da trasporto massi e cls. presuntivamente utlizzabili

Pertanto il traffico indotto dal cantiere, essendo prevalentemente legato solo all'approvvigionamento dei materiali quali prevalentemente scogli, calcestruzzo, barre d'armatura e similari, …, essendo la strada di accesso al cantiere rappresentata dalla SS. n. 1 Aurelia, pur nell'essenzialità d'infrastruttura strategica soggetta a traffico intenso in alcuni periodi dell'anno e della giornata, soprattutto per le quantità globali suddivise nei tempi di esecuzione d'intervento, sarà ampiamente assorbito senza generare perturbazioni nella regolare percorrenza della viabilità coinvolta, assolutamente compatibile con il traffico corrente ne tantomeno problematiche d'inquinamento indotto.

Non sono stati reperiti dati inerenti la misurazione dei veicolo in transito sull'Aurelia nella zona in esame ma, recuperando dati dal PTR Provinciale relativi ai rilievi di traffico S.S. 1 Aurelia al 1998: TGM – Traffico Giornaliero Medio (veicoli /giorno) nella tratta in ingresso ad Imperia lato Sanremo e quindi confrontabile emergerebbe quanto segue:

	Primavera			Estate			Autunno		
	Diurno	*Notturno*	*Totale*	*Diurno*	*Notturno*	*Totale*	*Diurno*	*Notturno*	*Totale*
Imperia – Borgo Prino	13.554	6.309	19.863	13.841	7.881	21.722	6.770	1.974	8.744

a dimostrazione di quanto affermato.

Inquinamento atmosferico e da polveri

Nell'impostazione e nella gestione del cantiere saranno assunte tutte le scelte atte a contenere gli impatti associati alle attività di cantiere per ciò che concerne l'emissione di polveri (PTS, PM10 e PM2.5) e di inquinanti (NOx, CO, SOx, C6H6, IPA. diossine e furani).

Nel cantiere in questione non è prevista la realizzazione o messa in opera degli impianti ma, durante la gestione del cantiere si dovranno adottare tutti gli accorgimenti atti a ridurre la produzione e la diffusione delle polveri. Si elencano di seguito le eventuali misure di mitigazione da mettere in pratica:

- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- rispettare tassativamente con i mezzi d'opera la velocità prevista sulle strade utilizzate in prossimità del cantiere;
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) gli eventuali cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere, certamente da evitare il più possibile: condizione necessaria anche per i limitati spazi di manovra;

- evitare le demolizioni e le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- durante le demolizioni provvedere alla bagnatura dei manufatti al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri.

Ai fini del contenimento delle emissioni, i veicoli a servizio dei cantieri devono essere omologati con emissioni rispettose delle seguenti normative europee (o più recenti):

- veicoli commerciali leggeri (massa inferiore a 3,5 t, classificati N1 secondo il Codice della strada): Direttiva 1998/69/EC, Stage 2000 (Euro 3);
- veicoli commerciali pesanti (massa superiore a 3,5 t, classificati N2 e N3 secondo il Codice della strada): Direttiva 1999/96/EC, Stage I (Euro III);
- macchinari mobili equipaggiati con motore diesel (non-road mobile sources and machinery, NRMM: elevatori, gru, escavatori, bulldozer, trattori, ecc.): Direttiva 1997/68/EC, Stage I.

Come già evidenziato l'incremento del traffico direttamente indotto dai lavori, è minimo e sarà limitato al minimo indispensabile per non recare disturbo. L'impatto potenziale sulla qualità dell'aria può essere dunque considerato trascurabile.

Inquinamento dell'acqua

Dal momento che in fase di lavorazione è previsto il versamento a mare solo di massi di grande pezzatura, oltre ad un'operatività dei mezzi d'opera limitata ai giorni di posa in opera dei materiali, l'inquinamento dell'acqua non avrà particolare rilevanza.

Potranno verificarsi locali situazioni di intorbidimento delle acque - dovute soprattutto al materiale di base della scogliera sommersa - che avranno carattere limitato nel tempo alle fasi operative dei mezzi ed estensione alla sola area di lavoro, assai ridotta. Come già sopra indicato, sarà cura di utilizzare materiali privi di frazioni terrose movimentando solo quanto già in loco a matrice decisamente arida.

Addestramento delle maestranze

In merito alle misure di prevenzione ed attenzione da attuare nell'esecuzione dei lavori esposte in precedenza e che coinvolgono le maestranze impegnate nel cantiere, prima dell'avvio dei lavori sarà svolta un'attività specifica di formazione degli operatori quale elemento indispensabile per la buona gestione del cantiere stesso. Tutti gli operatori saranno pertanto edotti preventivamente in merito alle buone pratiche non solo ai fini della sicurezza personale, ma anche ai fini della protezione ambientale. L'addestramento sarà programmato e dovrà prevedere nello specifico l'approfondimento delle varie problematiche su esposte.

Generazione di conflitti per l'uso delle risorse con altri interventi limitrofi

Le quantità di massi che devono essere utilizzati per i lavori sono potenzialmente disponibili nelle cave in aree a distanza limitata dal sito di progetto, sebbene sia possibile l'utilizzo di materiale proveniente da cave a distanza maggiore.

Si ritiene che l'utilizzo delle risorse, sia che siano provenienti dalle cave locali o da cave a distanza maggiore, debba essere attentamente valutato in sede di esecuzione, in quanto è possibile che si generino fenomeni puntuali di penuria di materiali. Tuttavia, preliminarmente, non si ipotizzano conflitti particolari con altri interventi in corso di progettazione e/o di realizzazione sull'utilizzo delle risorse naturali.

I materiali necessari per la realizzazione degli interventi sono ampiamente disponibili senza problematiche relative al depauperamento di risorse: i materiali per le nuove opere a progetto sono di comune reperibilità, la loro disponibilità è garantita nell'ambito locale: nel capitolato speciale di appalto sono definite in dettaglio le caratteristiche specifiche minime.

Poiché si tratta di un'opera pubblica, saranno applicati i CAM "Affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi"(*approvati con DM 23 giugno 2022 n. 256, G.U. n. 183 del 6 agosto 2022 - in vigore dal 4 dicembre 2022 e successive modifiche ed integrazioni*) che costituiscono criteri progettuali obbligatori da utilizzare per la redazione della progettazione. Si definiranno nello specifico le caratteristiche dei prodotti da utilizzare in fase di cantiere, in conformità ai CAM. I mezzi di prova della conformità saranno presentati dall'appaltatore al direttore dei lavori per le necessarie verifiche prima dell'accettazione dei materiali in cantiere.

Nel seguito si elencano i CAM ritenuti pertinenti al progetto in esame.

- Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati
- Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati
- Prodotti prefabbricati in calcestruzzo

- Acciaio
- Laterizi
- Prodotti legnosi
- Pavimentazioni
- Tubazioni in PVC e Polipropilene

Impatto sul patrimonio naturale e storico

L'intervento nel suo complesso è finalizzato al miglioramento della protezione del litorale e delle le opere esistenti, in modo da aumentare la stabilità e la durabilità delle stesse. Come già descritto, le opere hanno caratteristiche di potenziamento delle opere di difesa a mare esistenti, mantenendone le caratteristiche principali, senza snaturare il contesto paesaggistico locale.

L'intervento a progetto non genera alcun impatto significativo sulla fascia costiera, di notevole interesse paesistico, ma già influenzata dalla presenza di opere antropiche infrastrutturali (infrastrutture viarie e ferroviarie), opere antropiche per fruizione del litorale e connesse a alle difese costiere.

I materiali utilizzati saranno compatibili con l'utilizzo in ambiente marino e avranno caratteristiche cromatiche simili ai massi esistenti. La tipologia dell'intervento non genera particolari ricadute sul sistema ecologico dell'area, né dal punto di vista della flora e fauna terrestre, né dei fondali. Saranno tuttavia adottate tutte le cautele necessarie a ridurre i fenomeni di torbidità e a minimizzare l'impatto sugli habitat e le specie protette.

Aspetti riguardanti il rischio archeologico

L'intervento a progetto non prevede attività di scavo specifiche in aree esterne alla zona di crollo avvenuto, operando pertanto in una zona già oggetto di frana ed è previsto in aree dove non sono presenti vincoli archeologici, puntuali o areali specifici.

Compatibilità con il quadro normativo paesaggistico - ambientale

L'intervento nel suo complesso è finalizzato al miglioramento delle opere di protezione costiera e all'aumento delle caratteristiche di resilienza del sistema costiero in generale con un'attenzione alla fruibilità sostenibile: tali interventi risultano fortemente strategici per il litorale e prevedono in linea generale il consolidamento delle opere a mare esistenti, mantenendo le caratteristiche generali della fascia costiera, senza snaturare in alcun modo il contesto paesaggistico locale e creando le condizioni di fruibilità ammissibili.

Con riferimento al quadro normativo, tali interventi non si pongono in contrasto né con gli strumenti sovraordinati, né con la pianificazione urbanistica a livello locale, anzi costituiscono attuazione e potenziamento delle funzioni strategiche di servizio previste.

Le attività previste dall'intervento a progetto, non generano impatti sulla fascia costiera di notevole interesse paesistico: la scogliera antistante l'opera di contenimento presenta dimensioni contenuto e rappresenta la garanzia di mantenimento della funzionalità e durata nel tempo dell'opera stessa ed il ripristino previsto della difesa della costa nel tratto franato, con l'inserimento della rampa di accesso alla battigia appare gradevole e rappresenta il giusto compromesso tra paesaggio, sicurezza e fruibilità turistica.

I materiali utilizzati saranno compatibili con l'utilizzo in ambiente marino e avranno caratteristiche cromatiche simili ai massi esistenti, i rivestimenti saranno realizzati con l'utilizzo dei materiali ricavati dallo smontaggio di parti pericolanti dell'opera esistente.

La tipologia dell'intervento non genera particolari ricadute sul sistema ecologico dell'area, né dal punto di vista della flora e fauna terrestre, né dei fondali: saranno tuttavia adottate tutte le cautele necessarie a ridurre i fenomeni di torbidità e a minimizzare l'impatto sugli habitat e le specie protette.

Mitigazione dell'impatto degli interventi

Dal punto di vista tecnico per gli interventi sono state scelte soluzioni quanto più possibile compatibili con il contesto ambientale e paesaggistico, nell'intento di armonizzarli all'interno del contesto, mitigarne al massimo l'impatto e risultare, al tempo stesso, durabili ed appropriati per il contesto marino.

I materiali (massi, tout venant per l'imbasamento della scogliera sommersa) saranno scelti con caratteristiche litologiche e cromatiche simili a quelli e privi di impurità che possano creare torbidità persistenti.

Matrice di screening

Alla conclusione delle analisi generali svolte è opportuno un controllo sulla sostenibilità della proposta progettuale, infatti, con la pubblicazione dei 17 obiettivi dell'ONU e l'European Green Deal, la Commissione Europea ha posto la sostenibilità - in tutte le sue principali accezioni, ambientale, economica e sociale - al centro delle strategie dell'Unione. Questa centralità ha imposto al settore delle costruzioni, responsabile a livello europeo di una quota significativa delle emissioni globali di gas serra, del consumo di risorse naturali e della generazione di rifiuti, un approccio nuovo rispetto alla progettazione e alla costruzione e gestione degli interventi, fondamentali per favorire la competitività economica e il miglioramento del benessere sociale.

Da qui discende l'urgenza per gli attori della filiera di un cambiamento verso un modello di sviluppo più sostenibile, tale da favorire la realizzazione di opere che siano compatibili e adeguate agli obiettivi attesi di sostenibilità.

La sostenibilità di un'opera dipende da una serie di fattori integrati, che coinvolgono tutte le fasi del suo ciclo di vita, dalla pianificazione fino ad una progettazione di qualità che ponga le premesse per una gestione sostenibile del cantiere, nel quale tutte le fasi precedenti trovano la loro piena realizzazione.

È nel cantiere sostenibile che si concretizzano le principali sfide poste dalla sostenibilità rispetto a tutte e tre le dimensioni: ambientale, economica e sociale.

Atteso che l'opera nel suo complesso risponde ai requisiti di sostenibilità, il cantiere per la sua realizzazione rappresenta il luogo in cui adottare strategie innovative per ridurre l'impatto ambientale, ottimizzare le risorse e garantire il benessere dei lavoratori e delle comunità.

Perché questo sia possibile, occorre promuovere fin dalle prime fasi di sviluppo progettuale lo sviluppo di azioni concrete mirate a garantire un uso sempre più razionale delle materie prime impiegate, promuovere l'economia circolare, privilegiare la prevenzione della produzione di rifiuti e ridurre le emissioni inquinanti e gas climalteranti.

A prescindere dalla tipologia di opera, di Stazione Appaltante e di cantiere, il percorso di sostenibilità definisce 4 macro-obiettivi che possono contraddistinguere, definire e controllare ogni specifico aspetto della sostenibilità sia da un punto di vista ambientale, che sociale ed economico:

1. *contenimento delle emissioni;*
2. *tutela e salvaguardia degli elementi naturali e storici;*
3. *riuso e riciclo;*
4. *riduzione dell'impatto sulla comunità/ambiente sociale/ambiente esterno.*



La valutazione, il perseguimento e il raggiungimento dei 4 target di sostenibilità si attua attraverso l'identificazione di 10 strategie che permettono di mettere in atto azioni mirate e specifiche pertinenti alle 12 componenti ambientali ed antropiche, potenzialmente coinvolte nell'intero processo di costruzione delle infrastrutture, dalla progettazione alla loro realizzazione.

10 strategie di Sostenibilità

1. Massimizzazione del riutilizzo delle risorse nell'ambito del cantiere
2. Utilizzo di mezzi e attrezzature basso emissive
3. Minimizzazione e mitigazione degli impatti dagli agenti fisici
4. Ottimizzazione della localizzazione e della logistica del cantiere (aree, tempi, modalità)
5. Tutela, mitigazione e compensazione delle risorse territoriali locali
6. Sinergia con cantieri/opere/interventi/impianti esterni
7. Utilizzo di prodotti e tecnologie a basso impatto
8. Decarbonizzazione e razionalizzazione delle fonti energetiche
9. Comunicazione
10. Integrazione degli aspetti sociali



Il valore aggiunto della metodologia consiste nel superamento di un approccio generalmente settorializzato e per componenti tematiche del progetto/cantiere, verso una visione più integrata, strategica e di performance volta al raggiungimento di una sostenibilità a tutto tondo in funzione della specificità che lo caratterizza. Alla luce di quanto suddetto viene nel seguito compilata la matrice di controllo per le varie componenti ambientali con una valutazione dell'impatto dell'intervento in una scala da 0 (impatto nullo) a 5 (impatto molto rilevante).

Ambiente	*Descrizione*	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
aria	*produzione inquinamento atmosferico locale durante le fasi di cantiere*		*X*				
	produzione inquinamento atmosferico da aumento traffico indotto dai lavori	*X*					
acqua	*possibilità di intorbidimento dell'acqua del mare durante le lavorazioni*		*X*				
	possibilità d'inquinamento della falda o di acque sotterranee o del mare durante le lavorazioni	*X*					
rumore	*produzione di inquinamento sonoro durante le fasi di cantiere*		*X*				
suolo	*possibilità di inquinamento suolo durante le fasi di cantiere*	*X*					
	variazione permeabilità suolo a seguito delle lavorazioni	*X*					
flora	*interferenza/danneggiamento di patrimonio arboreo o erbaceo a seguito delle lavorazioni*		*X*				
fauna	*interferenza con la fauna locale o i pesci durante le fasi di cantiere*	*X*					
Attività artigianali	*interferenza dell'intervento con attività artigianali*	*X*					
paesaggio	*realizzazione di elementi negativi sul piano estetico-paesaggistico*	*X*					
	perdita complessiva di naturalità delle aree a seguito delle lavorazioni	*X*					
patrimonio culturale e storico	*interferenza dell'intervento con beni aventi valenza culturale-storica*	*X*					
economia e sociale	*interferenza dell'intervento con l'economia del luogo*	*X*					
	interferenza delle lavorazioni con le viabilità esistenti nell'area		*X*				

Si riportano di seguito gli aspetti positivi legati alla realizzazione delle opere a progetto, valutati anch'essi in una scala da 0 (miglioramento nullo) a 5 (miglioramento molto rilevante):

Ambiente	*Descrizione*	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
acqua	*riduzione rischio di ulteriori franamenti di materiale a mare in caso di eventi significativi*						*X*
	incremento condizioni di sicurezza della difesa costiera in caso di eventi significativi						*X*
economia e sociale	*diminuzione (a opere terminate in caso di evento alluvionale) possibilità di interruzione di viabilità/interessamento di edifici*						*X*
	miglioramento della sicurezza e della qualità della vita sul territorio						*X*

Indicazione del finanziamento in essere dei tempi di attuazione

L'intervento finanziato, ancorché non completamente esaustivo di tutto quanto previsto nella sua globalità, garantisce tuttavia il risultato in oggi perseguito della messa in sicurezza del tratto di difesa della costa crollata, con la realizzazione contestuale della rampa di accesso alla battigia. In particolare l'intervento finanziato interviene nel tratto oggi sprovvisto di difesa, a seguito degli ultimi crolli intervenuti del muro frangiflutti e ne ripristina la continuità.

Nel seguito è riportato il QE dell'Intervento n. 1, dell'Intervento n.2 e della sommatoria degli stessi.

QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO DEL FINANZIAMENTO DISPONIBILE			Intervento n.1	Intervento n.2	TOTALE
			DD 6277/2023	OCDPC n 1091/2024	TOTALE
TOTALE LAVORI - Categoria OG7			117.000,00 €	245.000,00 €	362.000,00 €
di cui oneri della sicurezza			1.079,00 €	6.000,00 €	7.079,00 €
Lavori soggetti a ribasso			115.921,00 €	239.000,00 €	354.921,00 €
Ribasso gia evidenziato per Intervento Somma urgenza		20,00%	- 23.184,20 €		- 23.184,20 €
Lavori netti			**93.815,80 €**	**245.000,00 €**	**338.815,80 €**
I.V.A. - 22%-sui lavori			20.639,48 €	53.900,00 €	74.539,48 €
S. gestione tecnica:					
Spese di progettazione			5.000,00 €	7.000,00 €	12.000,00 €
Spese di c.to sicurezza progettazione				1.500,00 €	1.500,00 €
Spese di Direzione Lavori			5.000,00 €	9.500,00 €	14.500,00 €
Spese di c.to sicurezza esecuzione				4.500,00 €	4.500,00 €
Perizia geologica			976,00 €		976,00 €
Collaudo			2.000,00 €	2.000,00 €	4.000,00 €
C.N.P.A.I.A. su s. tecniche			519,04 €	900,00 €	1.419,04 €
Iva - 22% - su cassa e s.tecniche			2.968,91 €	5.588,00 €	8.556,91 €
Art. 45 D Lgs 36/2023			2.035,70 €	4.900,00 €	6.935,70 €
Supporto al Rup			4.497,01 €		4.497,01 €
Servizio di caratterizzazione fondale e monitoraggio			7.442,00 €		7.442,00 €
Diritti Anac			35,00 €	35,00 €	70,00 €
Imprevisti e arrotondamento			71,07 €	177,00 €	248,07 €
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE			51.184,20 €	90.000,00 €	141.184,20 €
IMPORTO COMPLESSIVO			**145.000,00 €**	**335.000,00 €**	**480.000,00 €**

Come già indicato è possibile ipotizzare le seguenti tempistiche di attuazione:

- esecuzione dei lavori: 150 giorni
- verifiche e collaudi: 30 giorni
- periodo ottimale per l'esecuzione e chiusura dei lavori: 30 settembre 2026/28 febbraio 2027.

Tecnico incaricato: De Silvestri Ing. Tiziano



ALLEGATI

ANALISI DI STABILITA' VERSANTE

PREMESSA

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare l'incidenza dell'opera a progetto relativamente al versante in questione. Si sottolinea che l'opera, pur essendo contenuta nella sua estensione e quindi tale da non avere la pretesa di incrementare la stabilità dell'intero versante che parte dal mare fino all'Aurelia, è pensata per mettere in sicurezza localmente il versante e l'infrastruttura rappresentata dalla futura pista ciclo pedonale dilungo costa prevista tergo.

STATO DI FATTO

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Sarma

Il metodo di Sarma permette di determinare un determinato valore per un'accelerazione orizzontale uniforme che sarà la causa del cedimento del pendio(accelerazione critica *k*).

Per determinare un coefficiente di sicurezza ordinario, si opera riducendo i parametri di resistenza del terreno fino a quando si richiede un fattore di accelerazione orizzontale pari a zero.

Le equazioni da prendere in considerazione sono: l'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale nonché l'equazione di equilibrio dei momenti. Di seguito vengono riportate le equazioni.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = k\, W_i + \Delta E_i$$

Dalla prima di questa relazione insieme al criterio di Mohr-Coulomb, che mette in relazione le forze N e T:

$$T_i = (N_i - U_i) \tan\phi_i + c_i\, b_i / \cos\alpha_i$$

si ottiene l'espressione per la sostituzione di entrambe le forze N e T nella seconda equazione cioè:

$$N_i = \frac{(W_i - \Delta X_i - c_i\, b_i \tan\alpha_i + U_i \tan\phi_i \sin\alpha_i)\cos\phi_i}{\cos\alpha_i \cos\phi_i + \sin\phi_i \sin\alpha_i}$$

La seconda equazione diventa:

$$T_i = \frac{(W_i - \Delta X_i - U_i \cos\alpha_i)\sin\phi_i - c_i\, b_i \cos\alpha_i}{\cos\alpha_i \cos\phi_i + \sin\phi_i \sin\alpha_i}$$

la quale fornisce un'espressione per la massima forza sismica orizzontale che può essere sopportata KW_i che è la seguente:

$$kW_i = D_i - \Delta E_i - \Delta X_i \tan(\phi_i - \alpha_i)$$

nella quale D_i ha l'espressione:

$$D_i = W_i \tan(\phi_i - \alpha_i) + \frac{c_i\, b_i \cos\phi_i / \cos\alpha_i + U_i \sin\phi_i}{\cos\phi_i \cos\alpha_i + \sin\phi_i \sin\alpha_i}$$

Tutte le grandezze contrassegnate con il pedice i sono da intendersi riferite alla striscia i-esima. A questo punto i valori ottenuti per tutte le strisce possono essere sommati per ottenere la forza sismica orizzontale totale $k\Sigma W_i$. Fatto ciò si trova che la somma $\Sigma\Delta E$ deve essere nulla. Anche $\Sigma\Delta X$ deve esserlo, ma quando i termini individuali vengono moltiplicati per un diverso coefficiente si ottiene un risultato diverso da zero. Quindi:

$$\Sigma\Delta X_i \tan(\phi_i - \alpha_i) + \Sigma kW_i = \Sigma D_i \qquad (A)$$

L'espressione dell'equilibrio del momento rispetto al centro di gravità della massa che scivola è data da:

$$\Sigma(T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i)(y_i - y_g) + \Sigma(N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i)(x_i - x_g) = 0$$

Nell'espressione x_i ed y_i sono le coordinate del punto medio della base della striscia.
Con la scelta del punto al quale è riferita l'espressione dei momenti, si annullano le somme di W e KW. Inoltre le forze di interstriscia non danno momento.
La condizione del momento, tenendo conto dell'espressione (A) e della relazione di Mohr-Coulomb, può essere riscritta come:

$$\Sigma\Delta X_i[(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_i) + (x_i - x_g)] = \Sigma W_i (x_i - x_g) + \Sigma D_i (y_i - y_g)$$

Sarma definisce ogni ΔX nella forma:

$$\Delta X = \lambda\psi_i$$

in cui ψ_i è noto e $\Sigma\psi_i = 0$.
A questo punto le due equazioni che permettono la soluzione del problema sono:

$$\lambda\Sigma\psi_i \tan(\phi_i - \alpha_i) + k\,\Sigma W_i = \Sigma D_i$$

$$\lambda\Sigma\psi_i [(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_i) + (x_i - x_g)] = \Sigma W_i (x_i - x_g) + \Sigma D_i (y_i - y_g)$$

Da queste due equazioni si ricavano:

$$\lambda = \frac{\Sigma W_i (x_i - x_g) + \Sigma D_{bi} (y_i - y_g)}{\Sigma\psi_i [(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_g) + (x_i - x_g)]}$$

$$k = \frac{(\Sigma D_i - \lambda\Sigma\psi_{bi}\tan(\phi_i - \alpha_i)}{\Sigma W_i}$$

La funzione ψ viene definita da Sarma in funzione delle caratteristiche del terreno e dello stato tensionale locale lungo le interfacce delle strisce.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cmq]
1	riporti	2100	2200	32.00	0,000
2	substrato calcareo	2200	2200	35.00	3,000
3	substrato lotoide	2400	2400	38.00	5,000

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	0,00
2	2,73	0,43
3	5,94	3,59
4	7,20	4,00
5	9,75	5,16
6	10,83	10,56
7	15,05	10,95
8	15,35	12,37
9	18,76	12,30
10	29,81	21,14
11	35,24	23,77
12	41,10	23,77
13	43,10	23,77
14	46,15	26,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (substrato lotoide)
Strato rigido
Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	7,20	4,00
2	5,94	3,59

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
3	2,73	0,43
4	0,00	0,00
5	46,15	0,00
6	46,15	19,99
7	12,66	5,42

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (riporti)
Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	46,15	21,44
2	46,15	26,00
3	43,10	23,77
4	41,10	23,77
5	35,24	23,77
6	29,81	21,14
7	18,76	12,30
8	15,35	12,37
9	15,05	10,95
10	10,83	10,56
11	9,75	5,16
12	12,03	6,60

Strato N° 3 costituito da terreno n° 2 (substrato calcareo)
Strato rigido
Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	46,15	19,99
2	46,15	21,44
3	12,03	6,60
4	9,75	5,16
5	7,20	4,00
6	12,66	5,42

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente
Descrizione Descrizione carico
Tipo Tipo carico
Ψ_2 Coefficiente sismico carico variabile
Carichi distribuiti
P_i, P_f Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i	P_f	Vy	Vx
				[m]	*[m]*	*[kg/m]*	*[kg/m]*
1	Carico distribuito	Permanente	--	35,24	43,10	2500	0
				23,77	23,77	2500	0
2	Carico distribuito	Permanente	--	15,35	18,76	2500	0
				12,37	12,37	2500	0

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	43.851436
Longitudine	7.930734
Comune	Cipressa
Provincia	Imperia
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	19123 - 19122 - 19344 - 19345

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.451	0.379
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.148	0.039
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.432	2.630
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.289	0.208
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.240	0.240
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	5.11	1.33
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.56	0.67

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	8.09	2.61
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.05	1.31

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 4 superfici di rottura definite per punti

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,51	8,97
2	16,20	9,50
3	35,10	21,00
4	37,62	23,77

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,18	7,33
2	16,20	9,00
3	36,00	19,00
4	39,43	23,77

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	9,99	6,35
2	36,00	18,00
3	40,33	23,77

Coordinate superficie di rottura n° 4

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,04	6,60
2	36,00	21,50
3	37,63	23,77

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SARMA

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni statiche che sismiche.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate 40

Coefficiente di sicurezza minimo 0.907
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo 2

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
SARMA	40	0.907	2	1.175	40

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
1	G	--	--	--	10,04	37,63	59,64	0,907 (S)	[A2M2]	[SLV] H -V
2	G	--	--	--	10,04	37,63	59,64	0,907 (S)	[A2M2]	[SLV] H +V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte
N° numero d'ordine della striscia
X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(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
L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W peso della striscia espresso in kg
Q carico applicato sulla striscia espresso in kg
N sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

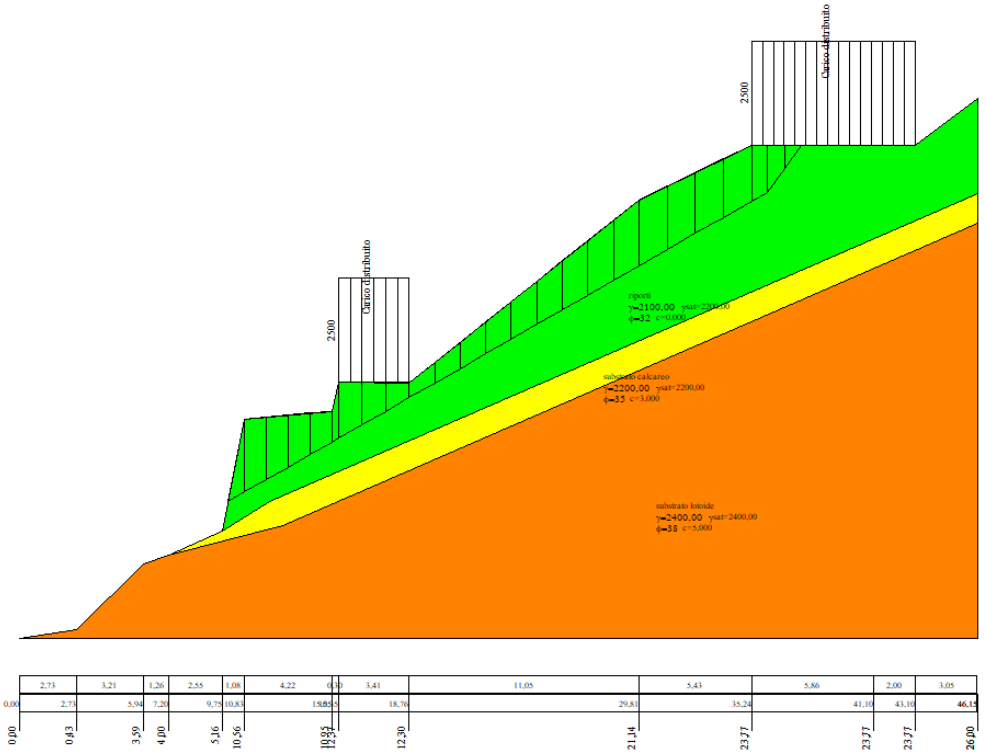
Numero di strisce 25
Intersezione a valle con il profilo topografico X_v[m]= 10,04 Y_v[m]= 6,60
Intersezione a monte con il profilo topografico X_m[m]= 37,63 Y_m[m]= 23,77

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_α	Y_α	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	10,04	6,60	6,60	10,83	10,56	7,05	10,57	8,07	0,91	29,86	32.00	0,000
2	10,83	10,56	7,05	11,88	10,66	7,66	11,34	8,98	1,22	29,86	32.00	0,000
3	11,88	10,66	7,66	12,94	10,75	8,26	12,40	9,33	1,22	29,86	32.00	0,000
4	12,94	10,75	8,26	14,00	10,85	8,87	13,45	9,68	1,22	29,86	32.00	0,000
5	14,00	10,85	8,87	15,05	10,95	9,47	14,50	10,03	1,22	29,86	32.00	0,000
6	15,05	10,95	9,47	15,35	12,37	9,65	15,21	10,65	0,35	29,86	32.00	0,000
7	15,35	12,37	9,65	16,49	12,35	10,30	15,89	11,16	1,31	29,86	32.00	0,000
8	16,49	12,35	10,30	17,62	12,32	10,95	17,02	11,47	1,31	29,86	32.00	0,000
9	17,62	12,32	10,95	18,76	12,30	11,60	18,13	11,78	1,31	29,86	32.00	0,000
10	18,76	12,30	11,60	19,99	13,28	12,31	19,41	12,40	1,42	29,86	32.00	0,000
11	19,99	13,28	12,31	21,22	14,26	13,01	20,63	13,23	1,42	29,86	32.00	0,000
12	21,22	14,26	13,01	22,44	15,25	13,72	21,85	14,07	1,42	29,86	32.00	0,000
13	22,44	15,25	13,72	23,67	16,23	14,42	23,07	14,92	1,42	29,86	32.00	0,000
14	23,67	16,23	14,42	24,90	17,21	15,13	24,30	15,76	1,42	29,86	32.00	0,000
15	24,90	17,21	15,13	26,13	18,19	15,83	25,53	16,60	1,42	29,86	32.00	0,000
16	26,13	18,19	15,83	27,35	19,18	16,54	26,75	17,44	1,42	29,86	32.00	0,000
17	27,35	19,18	16,54	28,58	20,16	17,24	27,98	18,28	1,42	29,86	32.00	0,000
18	28,58	20,16	17,24	29,81	21,14	17,95	29,21	19,13	1,42	29,86	32.00	0,000
19	29,81	21,14	17,95	31,17	21,80	18,73	30,48	19,90	1,57	29,86	32.00	0,000
20	31,17	21,80	18,73	32,53	22,45	19,51	31,84	20,62	1,57	29,86	32.00	0,000
21	32,53	22,45	19,51	33,88	23,11	20,28	33,20	21,34	1,57	29,86	32.00	0,000
22	33,88	23,11	20,28	35,24	23,77	21,06	34,56	22,06	1,57	29,86	32.00	0,000
23	35,24	23,77	21,06	36,00	23,77	21,50	35,61	22,52	0,88	29,86	32.00	0,000
24	36,00	23,77	21,50	36,82	23,77	22,64	36,36	22,89	1,40	54,25	32.00	0,000
25	36,82	23,77	22,64	37,63	23,77	23,77	37,09	23,39	1,40	54,25	32.00	0,000

Metodo di SARMA
Coefficiente di sicurezza F_S= 0.907
Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	2922	0	5687	4025	0	0	423	0	-4014	--
2	7212	0	5029	3560	0	423	423	-4014	-2936	--
3	6086	0	4244	3004	0	423	423	-2936	-2026	--
4	4961	0	3459	2448	0	423	422	-2026	-1284	--
5	3835	0	2674	1893	0	422	422	-1284	-711	--
6	1323	0	2486	1760	0	422	603	-711	-2419	--
7	5697	2842	6139	4080	0	603	625	-2419	-1368	--
8	4084	2842	5060	3317	0	625	651	-1368	-614	--
9	2470	2842	3982	2553	0	651	683	-614	-158	--
10	2155	0	1891	1338	0	683	728	-158	-309	--
11	2870	0	2518	1782	0	728	788	-309	-511	--
12	3585	0	3146	2226	0	788	862	-511	-762	--
13	4300	0	3773	2671	0	862	952	-762	-1064	--
14	5016	0	4401	3115	0	952	1057	-1064	-1415	--
15	5731	0	5028	3559	0	1057	1176	-1415	-1817	--
16	6446	0	5656	4003	0	1176	1311	-1817	-2269	--
17	7161	0	6283	4447	0	1311	1460	-2269	-2771	--
18	7876	0	6911	4891	0	1460	1624	-2771	-3324	--
19	8930	0	7118	5038	0	1624	1727	-3324	-3075	--
20	8583	0	6841	4842	0	1727	1826	-3075	-2836	--
21	8236	0	6565	4646	0	1826	1921	-2836	-2607	--
22	7889	0	6288	4451	0	1921	2012	-2607	-2387	--
23	3971	1900	3502	2301	0	2012	1943	-2387	-787	--
24	2922	2043	3775	2389	0	1943	39	-787	-197	--
25	974	2043	2434	3449	0	39	0	-197	0	--



Peggiore curva riscontrata

STATO DI PROGETTO

Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Sarma

Il metodo di Sarma permette di determinare un determinato valore per un'accelerazione orizzontale uniforme che sarà la causa del cedimento del pendio(accelerazione critica *k*).
Per determinare un coefficiente di sicurezza ordinario, si opera riducendo i parametri di resistenza del terreno fino a quando si richiede un fattore di accelerazione orizzontale pari a zero.
Le equazioni da prendere in considerazione sono: l'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale nonché l'equazione di equilibrio dei momenti. Di seguito vengono riportate le equazioni.
Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = k\,W_i + \Delta E_i$$

Dalla prima di questa relazione insieme al criterio di Mohr-Coulomb, che mette in relazione le forze N e T:

$$T_i = (N_i - U_i)\tan\phi_i + c_i\,b_i / \cos\alpha_i$$

si ottiene l'espressione per la sostituzione di entrambe le forze N e T nella seconda equazione cioè:

$$N_i = \frac{(W_i - \Delta X_i - c_i\,b_i\tan\alpha_i + U_i\tan\phi_i\sin\alpha_i)\cos\phi_i}{\cos\alpha_i\cos\phi_i + \sin\phi_i\sin\alpha_i}$$

La seconda equazione diventa:

$$T_i = \frac{(W_i - \Delta X_i - U_i\cos\alpha_i)\sin\phi_i - c_i\,b_i\cos\alpha_i}{\cos\alpha_i\cos\phi_i + \sin\phi_i\sin\alpha_i}$$

la quale fornisce un'espressione per la massima forza sismica orizzontale che può essere sopportata KW_i che è la seguente:

$$kW_i = D_i - \Delta E_i - \Delta X_i\tan(\phi_i - \alpha_i)$$

nella quale D_i ha l'espressione:

$$D_i = W_i\tan(\phi_i - \alpha_i) + \frac{c_i\,b_i\cos\phi_i / \cos\alpha_i + U_i\sin\phi_i}{\cos\phi_i\cos\alpha_i + \sin\phi_i\sin\alpha_i}$$

Tutte le grandezze contrassegnate con il pedice i sono da intendersi riferite alla striscia i-esima. A questo punto i valori ottenuti per tutte le strisce possono essere sommati per ottenere la forza sismica orizzontale totale $k\Sigma W_i$. Fatto ciò si trova che la somma $\Sigma\Delta E$ deve essere nulla. Anche $\Sigma\Delta X$ deve esserlo, ma quando i termini individuali vengono moltiplicati per un diverso coefficiente si ottiene un risultato diverso da zero. Quindi:

$$\Sigma\Delta X_i\tan(\phi_i - \alpha_i) + \Sigma kW_i = \Sigma D_i \qquad (A)$$

L'espressione dell'equilibrio del momento rispetto al centro di gravità della massa che scivola è data da:

$$\Sigma(T_i\cos\alpha_i - N_i\sin\alpha_i)(y_i - y_g) + \Sigma(N_i\cos\alpha_i + T_i\sin\alpha_i)(x_i - x_g) = 0$$

Nell'espressione x_i ed y_i sono le coordinate del punto medio della base della striscia.
Con la scelta del punto al quale è riferita l'espressione dei momenti, si annullano le somme di W e KW. Inoltre le forze di interstriscia non danno momento.
La condizione del momento, tenendo conto dell'espressione (A) e della relazione di Mohr-Coulomb, può essere riscritta come:

$$\Sigma\Delta X_i[(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_i) + (x_i - x_g)] = \Sigma W_i(x_i - x_g) + \Sigma D_i(y_i - y_g)$$

Sarma definisce ogni ΔX nella forma:

$$\Delta X = \lambda\psi_i$$

in cui ψ_i è noto e $\Sigma\psi_i = 0$.
A questo punto le due equazioni che permettono la soluzione del problema sono:

$$\lambda\Sigma\psi_i\tan(\phi_i - \alpha_i) + k\,\Sigma W_i = \Sigma D_i$$
$$\lambda\Sigma\psi_i[(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_i) + (x_i - x_g)] = \Sigma W_i(x_i - x_g) + \Sigma D_i(y_i - y_g)$$

Da queste due equazioni si ricavano:

$$\lambda = \frac{\Sigma W_i(x_i - x_g) + \Sigma D_{bi}(y_i - y_g)}{\Sigma\psi_i[(y_i - y_g)\tan(\phi_i - \alpha_g) + (x_i - x_g)]}$$
$$k = \frac{(\Sigma D_i - \lambda\Sigma\psi_{bi}\tan(\phi_i - \alpha_i)}{\Sigma W_i}$$

La funzione ψ viene definita da Sarma in funzione delle caratteristiche del terreno e dello stato tensionale locale lungo le interfacce delle strisce.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno
Descrizione Descrizione terreno
γ Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'
		[kg/mc]	*[kg/mc]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	riporti	2100	2200	32.00	0,000
2	substrato calcareo	2200	2200	35.00	3,000
3	substrato lotoide	2400	2400	38.00	5,000

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	0,00	0,00
2	2,73	0,43
3	5,94	3,59
4	9,44	3,59
5	9,75	5,16
6	10,83	10,56
7	15,05	10,95
8	15,35	12,37
9	18,76	12,30
10	29,81	21,14
11	35,24	23,77
12	41,10	23,77
13	43,10	23,77
14	46,15	26,00

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 3 (substrato lotoide)
Strato rigido
Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	9,44	3,59
2	5,94	3,59
3	2,73	0,43
4	0,00	0,00
5	46,15	0,00
6	46,15	19,99
7	12,66	5,42

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (riporti)
Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	46,15	21,44
2	46,15	26,00
3	43,10	23,77
4	41,10	23,77
5	35,24	23,77
6	29,81	21,14
7	18,76	12,30
8	15,35	12,37
9	15,05	10,95
10	10,83	10,56
11	9,75	5,16
12	12,03	6,60

Strato N° 3 costituito da terreno n° 2 (substrato calcareo)
Strato rigido
Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	46,15	19,99
2	46,15	21,44
3	12,03	6,60
4	9,75	5,16
5	9,44	3,59
6	12,66	5,42

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

N° Identificativo del sovraccarico agente

Descrizione	Descrizione carico
Tipo	Tipo carico
Ψ_2	Coefficiente sismico carico variabile

Carichi distribuiti

P_i, P_f	Posizione iniziale e finale del carico espressa in [m]
Vx_i, Vx_f, Vy_i, Vy_f	Intensità del carico in direzione X e Y nei punti iniziale e finale, espresse in [kg/m]

Carichi distribuiti

n°	Descrizione	Tipo	Ψ_2	P_i *[m]*	P_f *[m]*	Vy *[kg/m]*	Vx *[kg/m]*
1	Carico distribuito	Permanente	--	35,24 23,77	43,10 23,77	2500 2500	0 0
2	Carico distribuito	Permanente	--	15,35 12,37	18,76 12,37	2500 2500	0 0

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Muro con 2 file di tiranti e 2 file di pali - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1,30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	10,83	m
Altezza paramento	6,98	m
Spessore in testa	0,80	m
Inclinazione esterna	11,000	
Inclinazione interna	0,000	
Spessore alla base	2,16	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0,00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0,60	m
Lunghezza fondazione totale	2,76	m
Spessore fondazione	0,70	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq
Percentuale di armatura zona tesa	0,30	%
Percentuale di armatura zona compressa	0,15	%
Altezza di scavo	6,98	m

Pali del muro

Fila di pali n° 1 - Micropali

Posizione rispetto alla testa (positiva verso destra)	0,00	m
Lunghezza pali	6,00	m
Diametro pali	0,24	m
Interasse pali	0,80	m
Ascissa rispetto allo spigolo di monte della fondazione	10,83	m
Diametro tubolare	168,30	mm
Spessore tubolare	8,00	mm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq

Fila di pali n° 2 - Micropali

Posizione rispetto alla testa (positiva verso destra)	-1,15	m
Lunghezza pali	6,00	m
Diametro pali	0,24	m
Interasse pali	0,80	m
Ascissa rispetto allo spigolo di monte della fondazione	9,68	m
Diametro tubolare	168,30	mm
Spessore tubolare	8,00	mm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	250	kg/cmq

Tiranti del muro

Fila di tiranti n° 1 - Tiranti passivi

Posizione rispetto alla testa (positiva verso il basso)	6,00	m
Lunghezza totale tiranti	15,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	15,00	m
Inclinazione tiranti	15,00	
Interasse tiranti	2,40	m
Diametro tiranti	14,00	cm
Resistenza trazione (per tirante)	15000	kg
Resistenza taglio (per tirante)	0	kg

Fila di tiranti n° 2 - Tiranti passivi

Posizione rispetto alla testa (positiva verso il basso)	6,50	m
Lunghezza totale tiranti	15,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	15,00	m
Inclinazione tiranti	15,00	
Interasse tiranti	2,40	m
Diametro tiranti	15,00	cm
Resistenza trazione (per tirante)	15000	kg
Resistenza taglio (per tirante)	0	kg

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	43.851436
Longitudine	7.930734
Comune	Cipressa

Provincia	Imperia
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	19123 - 19122 - 19344 - 19345

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		1.451	0.379
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.148	0.039
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.432	2.630
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.289	0.208
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.240	0.240
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	5.11	1.33
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.56	0.67

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	8.09	2.61
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.05	1.31

Dati normativa

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura generiche

Si considerano 3 superfici di rottura definite per punti

Coordinate superficie di rottura n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,51	8,97
2	16,20	9,50
3	35,10	21,00
4	37,62	23,77

Coordinate superficie di rottura n° 2

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	10,18	7,33
2	16,20	9,00
3	36,00	19,00
4	39,43	23,77

Coordinate superficie di rottura n° 3

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	9,99	6,35
2	36,00	18,00
3	40,33	23,77

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- SARMA

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni statiche che sismiche.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
Presenza di carichi distribuiti

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	30
Coefficiente di sicurezza minimo	1.009
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	2

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
SARMA	30	1.009	2	3.286	30

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x [m]	C_y [m]	R [m]	x_v [m]	x_m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	G	--	--	--	10,83	39,43	102,36	1,009 (S)	[A2M2]	[SLV] H -V
2	G	--	--	--	10,83	39,43	102,36	1,009 (S)	[A2M2]	[SLV] H +V

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte
N° numero d'ordine della striscia
X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(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
L sviluppo della base della striscia espressa in m($L=b/\cos\alpha$)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W peso della striscia espresso in kg
Q carico applicato sulla striscia espresso in kg
N sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	23	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 10,83	Y_v[m]= 7,51
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 39,43	Y_m[m]= 23,77

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s [m]	Y_{ss} [m]	Y_{si} [m]	X_d [m]	Y_{ds} [m]	Y_{di} [m]	X_α [m]	Y_α [m]	L [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]
1	10,83	10,56	7,51	12,24	10,69	7,90	11,52	9,16	1,46	15,52	32.00	0,000
2	12,24	10,69	7,90	13,64	10,82	8,29	12,93	9,42	1,46	15,52	32.00	0,000
3	13,64	10,82	8,29	15,05	10,95	8,68	14,33	9,68	1,46	15,52	32.00	0,000
4	15,05	10,95	8,68	15,35	12,37	8,76	15,21	10,22	0,31	15,52	32.00	0,000
5	15,35	12,37	8,76	16,20	12,35	9,00	15,77	10,62	0,88	15,52	32.00	0,000
6	16,20	12,35	9,00	17,48	12,33	9,65	16,82	10,83	1,43	26,80	32.00	0,000
7	17,48	12,33	9,65	18,76	12,30	10,29	18,09	11,13	1,43	26,80	32.00	0,000
8	18,76	12,30	10,29	20,14	13,41	10,99	19,47	11,76	1,55	26,80	32.00	0,000
9	20,14	13,41	10,99	21,52	14,51	11,69	20,85	12,66	1,55	26,80	32.00	0,000

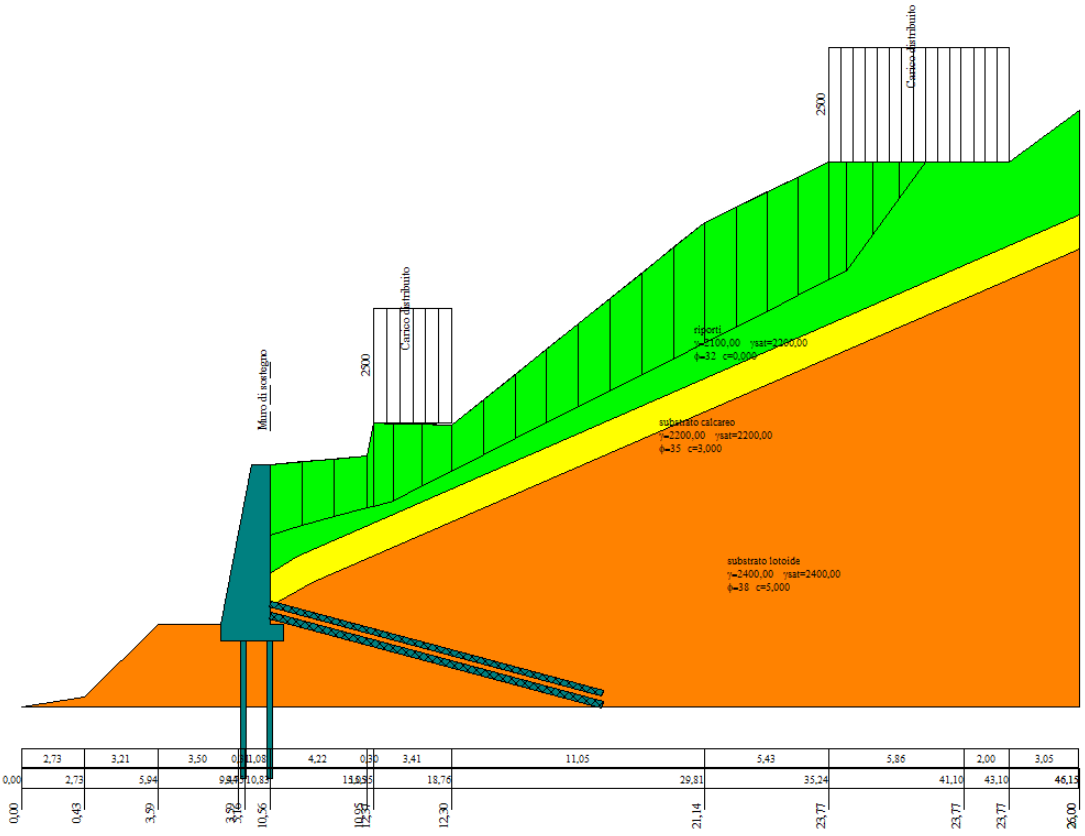
N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_a	Y_a	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
10	21,52	14,51	11,69	22,90	15,62	12,39	22,23	13,56	1,55	26,80	32.00	0,000
11	22,90	15,62	12,39	24,29	16,72	13,08	23,61	14,46	1,55	26,80	32.00	0,000
12	24,29	16,72	13,08	25,67	17,83	13,78	24,99	15,36	1,55	26,80	32.00	0,000
13	25,67	17,83	13,78	27,05	18,93	14,48	26,37	16,26	1,55	26,80	32.00	0,000
14	27,05	18,93	14,48	28,43	20,04	15,18	27,75	17,16	1,55	26,80	32.00	0,000
15	28,43	20,04	15,18	29,81	21,14	15,87	29,13	18,06	1,55	26,80	32.00	0,000
16	29,81	21,14	15,87	31,17	21,80	16,56	30,49	18,84	1,52	26,80	32.00	0,000
17	31,17	21,80	16,56	32,53	22,45	17,24	31,85	19,51	1,52	26,80	32.00	0,000
18	32,53	22,45	17,24	33,88	23,11	17,93	33,20	20,19	1,52	26,80	32.00	0,000
19	33,88	23,11	17,93	35,24	23,77	18,62	34,56	20,86	1,52	26,80	32.00	0,000
20	35,24	23,77	18,62	36,00	23,77	19,00	35,62	21,29	0,85	26,80	32.00	0,000
21	36,00	23,77	19,00	37,14	23,77	20,59	36,53	21,76	1,96	54,25	32.00	0,000
22	37,14	23,77	20,59	38,29	23,77	22,18	37,65	22,53	1,96	54,25	32.00	0,000
23	38,29	23,77	22,18	39,43	23,77	23,77	38,67	23,24	1,96	54,25	32.00	0,000

Metodo di SARMA

Coefficiente di sicurezza F_S= 1.009

Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	8630	0	5864	3625	0	0	1225	0	2009	--
2	7859	0	5341	3302	0	1225	2341	2009	3838	--
3	7089	0	4817	2978	0	2341	3348	3838	5489	--
4	1851	0	10813	6684	0	3348	6745	5489	-4868	--
5	6211	2125	913	386	0	6745	6370	-4868	2437	--
6	8107	3200	6619	3802	0	6370	6123	2437	5991	--
7	6299	3200	5752	3266	0	6123	5936	5991	8752	--
8	6413	0	6822	4217	0	5936	6106	8752	7175	--
9	7594	0	8079	4994	0	6106	6308	7175	5306	--
10	8776	0	9336	5771	0	6308	6540	5306	3147	--
11	9958	0	10593	6549	0	6540	6805	3147	698	--
12	11139	0	11850	7326	0	6805	7100	698	-2043	--
13	12321	0	13107	8103	0	7100	7427	-2043	-5074	--
14	13503	0	14364	8880	0	7427	7785	-5074	-8396	--
15	14685	0	15621	9657	0	7785	8175	-8396	-12008	--
16	14973	0	12562	7766	0	8175	8232	-12008	-11750	--
17	14893	0	12495	7724	0	8232	8289	-11750	-11493	--
18	14812	0	12428	7683	0	8289	8346	-11493	-11237	--
19	14732	0	12360	7641	0	8346	8403	-11237	-10982	--
20	7919	1900	-3309	-2218	0	8403	7274	-10982	2713	--
21	9556	2862	6541	3647	0	7274	3324	2713	8028	--
22	5734	2862	4978	2681	0	3324	386	8028	11217	--
23	1911	2862	14724	20054	0	386	0	11217	0	--



Peggiore curva riscontrata

DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.

Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.

Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA SL
Licenza	AIU5894A3

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.