

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-004.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Componente Flora-vegetazione

Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto l'approfondimento progettuale ha come obiettivo il miglioramento della conoscenza della flora di interesse conservazionistico.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Non necessarie, impatto positivo.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Di seguito si riporta la metodica di monitoraggio che si adotterà sia per le indagini floristiche da eseguire nel corso dell'anno 2024 (da aprile a luglio 2024) sia per la puntuale verifica del successo di eventuali interventi di mitigazione e compensazione.

Oltre alle stazioni di indagine previste per l'aggiornamento del quadro floristico conosciuto – minimo 20 - si provvederà a monitorare, per ogni area di ripristino o di compensazione, almeno una stazione di indagine per la verifica del successo degli interventi eseguiti.

La durata del monitoraggio in fase di PO (per gli interventi di ripristino o compensazione) sarà di almeno 3 anni con eventuale prosecuzione per ulteriori periodi, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio triennale non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.

Lo scopo del censimento floristico è quello di produrre elenchi floristici di dettaglio per ogni area d'indagine con segnalazione delle entità di maggior rilievo dal punto di vista naturalistico in modo da attivare un controllo per quelle specie considerate critiche e maggiormente sensibili.

Per questo tipo di indagine saranno individuate aree permanenti, di superficie e geometria diverse ma che all'interno delle stazioni programmate siano significative dal punto di vista ecologico e rappresentative delle caratteristiche fitocenotiche presenti. Tutte le stazioni di monitoraggio saranno georiferite mediante registrazione del centroide con l'utilizzo strumentazione GPS. I rilievi floristici verranno svolti visivamente nell'area delimitata e georiferita.

Nell'analisi floristica verranno segnalate direttamente in campo le specie riconoscibili al momento dell'indagine. Esemplari non riconoscibili direttamente verranno prelevati e determinati in laboratorio tramite l'ausilio di strumentazione stereo microscopica e l'utilizzo di chiavi analitiche (es. Pignatti S., 2017).

Nelle schede di rilevamento con l'elenco floristico, verranno evidenziate le specie a carattere sinantropico-ruderale che comprendono anche le esotiche. La segnalazione delle specie sinantropiche ed esotiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. La variabilità del contributo di questa componente in rapporto alla flora totale è un criterio per evidenziare le variazioni della qualità floristica della stazione, che possono essere connesse a forzanti ambientali e tra queste eventualmente anche la realizzazione dell'infrastruttura.

Nell'elenco floristico verranno segnalate le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico (specie target) e in particolare quelle che nell'ambito del territorio studiato sono considerate a distribuzione critica o sono comprese nelle liste rosse nazionali e regionali. Per le entità notevoli si farà riferimento ai seguenti documenti:

- Lista Rossa della flora italiana (Rossi G. et al., 2013);
- Lista Rossa regionale (L.R. 47/2009);
- Allegato II e V della Direttiva 92/43CEE relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche";
- Atlante delle specie a rischio di estinzione (Scoppola A., Spampinato G., 2005);

Per ciascuna specie rara o protetta verranno registrati i seguenti dati:

- Coordinate del centroide della popolazione tramite strumentazione GPS
- Superficie occupata stimata in m<sup>2</sup>
- Numero di individui
- Fenofase
- Annotazioni sulle attività antropiche presenti e sullo stato di conservazione.

Tutti i dati verranno riportati in apposite schede di rilevamento correlate di documentazione fotografica.

#### **Bibliografia essenziale**

Pignatti S., 2017. Flora d'Italia.

Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M., Foggi B., Wagensommer R.P., Venturella G., Blasi C., Raimondo F.M., Orsenigo S. (Eds.), 2013. Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Scoppola A., Spampinato G. (EDS.), 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. Versione 1.0. CD-Rom allegato al volume: SCOPPOLAA. & BLASI C. (EDS.), Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia. Palombi Editori. Roma.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-005 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 2110 "Dune embrionali"**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042
- VIAS045

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 2110 "Dune embrionali"

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell'Habitat 2110 "Dune embrionali" all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Al fine di ottemperare alle richieste di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportate che chiedono di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione. L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>).

Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantieri, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino.

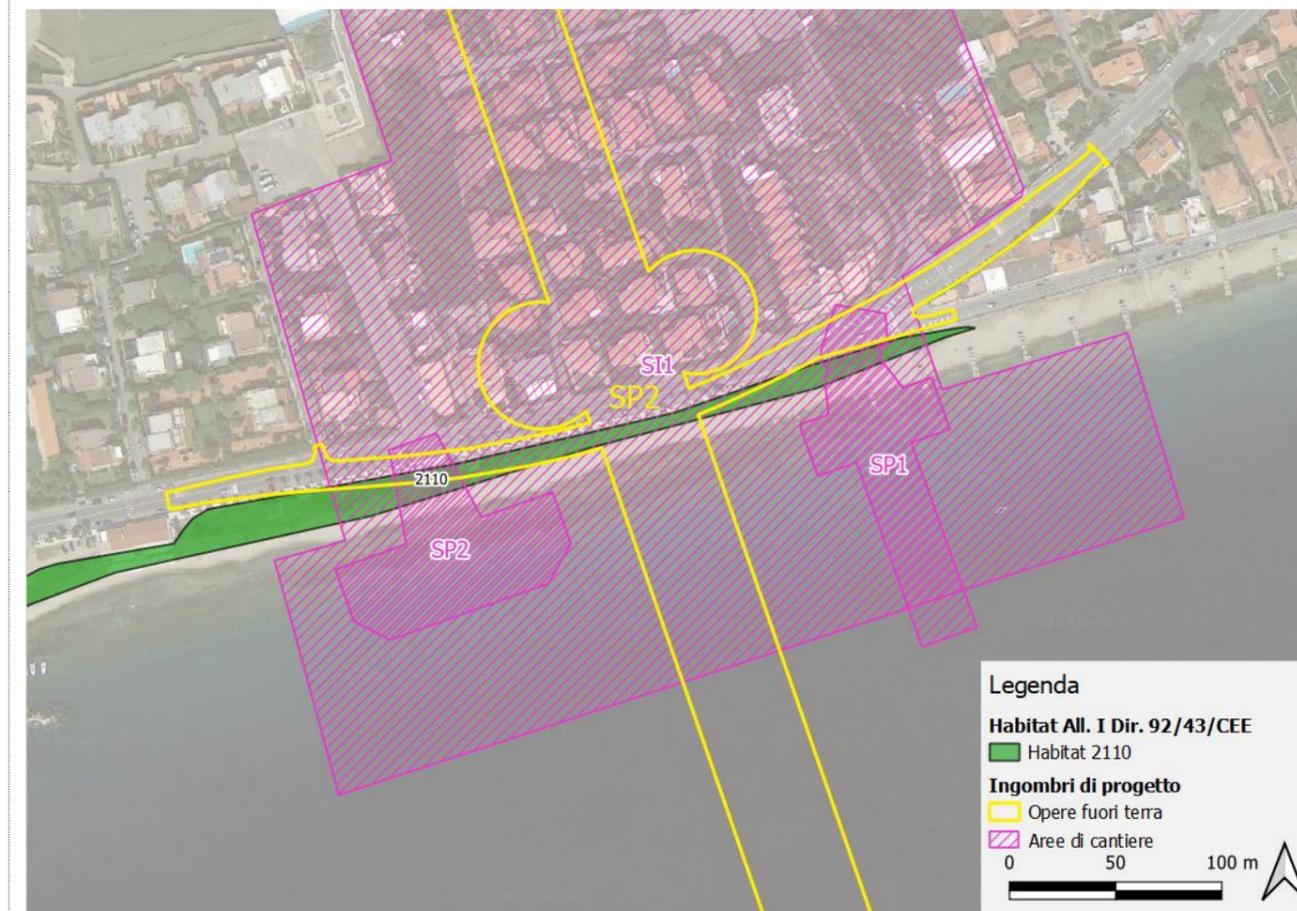
Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 2110 coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 2110 lato Sicilia da sovrapposizione del PD con la cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
2110 "Dune mobili embrionali"	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"	0,16	0,12

**Breve descrizione dell'Habitat 2110:** Formazioni erbacee psammofile perenni che colonizzano le dune embrionali e si sviluppano nel macroclima mediterraneo. In Italia l'habitat si rinviene lungo le coste basse sabbiose e risulta spesso sporadico e frammentario (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. La specie maggiormente edificatrice è *Agropyron junceum ssp. mediterraneum* (= *Elymus farctus ssp. farctus*; = *Elytrigia juncea*) (<http://vnr.unipg.it/>).

**Localizzazione**



**Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 2110 "Dune mobili embrionali" riportato nella cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

**Mitigazione**

Per le superfici di **Habitat 2110** occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 2110 consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB01 (Elaborati: AMR1007, AMR1008, AMR1009, AMR1010 e AMR1011).

**Compensazione**

Per le superfici di **Habitat 2110** occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 1,5 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse comunitario non prioritario).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- interventi di miglioramento in una superficie pari a 0,84 Ha già cartografata come Habitat 2110;
- la creazione ex-novo dello stesso Habitat in una superficie limitrofa pari a 0,13 Ha.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-005 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 2110 "Dune embrionali"**

La superficie di compensazione complessiva è pertanto pari a circa 1 Ha (rapporto di compensazione 1 a 8).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 2110**

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
2110 "Dune mobili embrionali"	0,12	0,18	0,97

In Figura 2 è riportata la localizzazione delle due aree di compensazione individuate.

Come si può osservare dalla Foto 1 e Foto 2 le aree in cui sono previsti gli interventi di compensazione (compresa l'area in cui è cartografato l'Habitat 2110) non presentano attualmente un buon grado di conservazione. Alcune parti sono state rimaneggiate da mezzi meccanici mentre in altre sono diffuse delle specie alloctone come: *Agave (Agave sp.)*, *Tamerici (Tamarix sp.)*, Fico d'India (*Opuntia ficus-indica*, ecc. Si tratta di una fascia molto stretta, in alcuni casi pochi metri, tra le recinzioni delle proprietà private e la battigia.

Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono quindi: attività antropiche turistico-balneari, calpestio, abbandono di rifiuti, urbanizzazione, diffusione di specie alloctone.

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB01 (Elaborati: AMR1007, AMR1008, AMR1009, AMR1010 e AMR1011).

**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

Per la realizzazione degli interventi di ripristino, miglioramento e creazione ex-novo dell'habitat 2110 saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Pulizia e raccolta dei rifiuti sia di origine antropica che naturale (ad esempio mareggiate);
2. Eliminazione manuale delle specie invasive o alloctone o non compatibili con la successione vegetazionale psammofila (ad es. *Agave sp.*, *Tamarix sp.*, *Opuntia ficus-indica*). Vietato l'utilizzo di diserbanti chimici.
3. Realizzazione di interventi che favoriscono la deposizione della sabbia e la conseguente creazione di un deposito dunale scegliendo tra le diverse tecniche di ingegneria naturalistica idonee allo spazio disponibile (barriere frangivento, schermi frangivento a scacchiera, barriere basali in viminata, combinazione di viminate e schermi frangivento, ecc). Si potranno prevedere anche interventi di ripascimento.
4. Realizzazione di strutture per impedire il passaggio dei bagnanti sulle dune (passerelle in legno, recinzioni in materiale naturale, pannelli informativi, ecc)
5. Consolidamento delle dune tramite l'impianto di specie vegetali autoctone compatibili con l'ambiente dunale e l'Habitat 2110 che si vuole migliorare/creare. Per questa operazione è necessario prevedere le seguenti azioni:
  - Identificare le specie vegetali autoctone adatte al rimpianto e calcolare per ciascuna specie la quantità di piantule necessarie. La specie caratterizzante dell'Habitat 2110 è l'*Agropyron junceum* subsp. *mediterraneum* (= *Elytrigia juncea*, *Elymus farctus*). Riguardo al reperimento del materiale da utilizzare per la piantumazione, questo sarà rigorosamente di provenienza locale, da siti dove siano presenti popolamenti spontanei delle specie che si intende utilizzare. Dal sito donatore si potranno raccogliere a febbraio segmenti dei rizomi sotterranei con le rispettive foglie e radici che potranno essere poi coltivati in vivaio per un anno. Le piante verranno messe a dimora con cura, insabbiandole quasi completamente, in modo che la pianta acceda più facilmente all'umidità e venga protetta dallo scalzamento operato dal vento.
  - eventuale predisposizione del trapianto utilizzando rami e ramaglie, di norma disposti a disegnare quadrati e linee parallele, con basse barriere frangivento;
  - se necessario si eseguiranno irrigazioni di soccorso;
  - monitoraggio del sito per controllare l'attecchimento.
6. Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi (sostituzione di piante morte, zappettatura attorno alle singole piante, irrigazioni di soccorso, manutenzione staccionate e passerelle).



**Figura 2 – Localizzazione delle aree di compensazione previste per il consumo definitivo di Habitat 2110**



**Foto 1 – Particolare dell'area di compensazione in cui si prevedono interventi di creazione ex-novo dell'Habitat**



**Foto 2 – Particolare dell'area di compensazione in cui si prevedono interventi di miglioramento**

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. P.CA.BI-005

Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 2110 "Dune embrionali"



Figura 3 – Localizzazione delle aree di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 2110

**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate preferibilmente durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva in ambiente litoraneo e non interferire con il turismo balneare.

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (Ante Operam), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.

**Tempi di ripristino prevedibili**

Sulla base di un'esperienza simile realizzata sul litorale del Cavallino (VE) emerge che già dopo un anno si possono constatare significativi accumuli di sabbia con spessori variabili tra 10 e 40 cm nei versanti sopravvento e tra 10 e 20 cm in quelli sottovento con un buon attecchimento delle piante messe a dimora che mostrano la crescita di nuovo fogliame e la presenza di infiorescenze (Cecconi G., Nascimbeni P., 2015).

Da una esperienza realizzata alla foce del F. Bevano (RA) la copertura vegetale già dopo 6 mesi risultava avere un buon sviluppo e anche gli interventi per favorire la deposizione della sabbia erano già parzialmente insabbiati (Foto 9). Dopo solo 3 anni l'intervento aveva già un aspetto naturale con vegetazione ben sviluppata, indice del buon esito dell'intervento (Montanari R. (coord), et al., 2009)

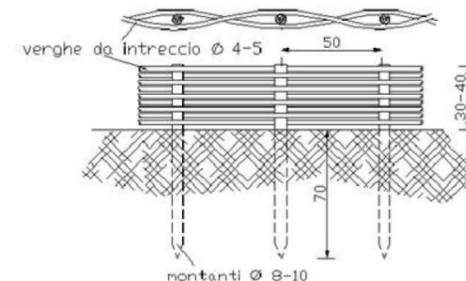


Foto 3 - Esempio rappresentativo di un intervento con viminata e palizzata



Foto 4 - Esempio di realizzazione di una staccionata in legno

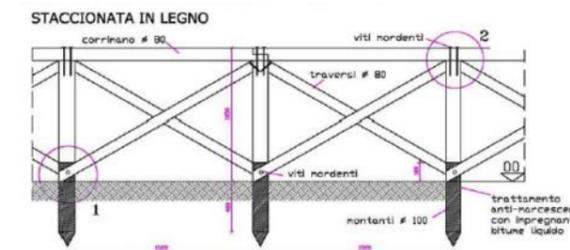


Foto 5 - Esempio rappresentativo di una staccionata protettiva in legno



Foto 6 - Esempio di realizzazione di strutture informative per il corretto accesso ed uso della spiaggia (Foto Bovina G. in Onori L. (a cura di), 2009.)



Foto 7 – Esempio di realizzazione degli interventi alla Foce del Bevano (RA): impianto di *Agropyron junceum* e *Ammophila littoralis* (Montanari R. (coord), et al., 2009)



Foto 8 – Esempio di Habitat 2110 a Porto Caleri (RO) (Foto G. Mazzetti, 2023)

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA.BI-005** Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 2110 "Dune embrionali"

Elaborati di riferimento (eventuali)		
	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		



Foto 9 – Esempio di realizzazione degli interventi alla Foce del Bevano (RA): la foto di sinistra è del 24 maggio 2006, la foto di destra è del 27 maggio 2009. L'aspetto della copertura vegetale e lo sviluppo raggiunto sono indice della sostenibilità dell'intervento effettuato (Montanari R. (coord), et al., 2009)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-005.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<b>Componente Flora-vegetazione</b>
Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 2110 "Dune embrionali" presente all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.
<b>Componente Fauna</b>
La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi. In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<b>Componente Flora-vegetazione</b>
Non necessarie, impatto positivo.
<b>Componente Fauna</b>
Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna.

<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<b>Componente Flora-vegetazione</b>
<p>Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 2110. Si prevede di monitorare almeno 3-5 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verranno comunque concordati con gli Enti di controllo anche mediante sopralluoghi congiunti.</p> <p>Il campionamento della vegetazione dunale sarà effettuato nel periodo di massima fioritura e copertura delle specie: il periodo ideale va da aprile a giugno (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).</p> <p>La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.</p> <p>Nel caso specifico saranno oggetto del monitoraggio lo sviluppo della vegetazione e l'evoluzione geomorfologica del sito. Scopo del monitoraggio sarà verificare a posteriori la risposta della copertura vegetale e della sedimentazione di sabbia nella zona vegetata e verificare il successo dell'intervento in relazione agli obiettivi prefissati.</p> <p>Importanti indicatori di qualità ambientale, da monitorare prima e dopo l'intervento, sono in generale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'aumento del grado di naturalità floristica evidenziato dalla presenza/assenza di specie caratteristiche degli ambienti psammofili, con particolare attenzione a: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ specie guida (specie che permettono di individuare l'habitat perché esclusive di questo o quasi);</li> <li>○ specie compagne costanti (specie che pur non essendo caratteristiche dell'habitat sono in esso presenti con costanza);</li> <li>○ specie rare e/o prioritarie;</li> <li>○ specie alloctone o invasive;</li> </ul> </li> </ul> <p>In particolare nel caso di trapianti vanno monitorati i seguenti indici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• il grado di vitalità dei trapianti: in base allo stato vegetativo della pianta, al suo rinnovamento fogliare, alla presenza di infiorescenze, alla produzione di nuovi getti;</li> <li>• l'aumento della copertura del terreno da parte delle piante presenti;</li> <li>• l'aumento dell'altezza dell'accumulo di sabbia in corrispondenza delle aree trapiantate.</li> </ul> <p>In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 2110, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il <b>metodo fitosociologico di Braun-Blanquet</b>.</p> <p>Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stazionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.).</p> <p>Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite.</p>

<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>	
I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito:	
R + 1 2 3 4 5	Rara, uno o pochi individui isolati Sporadica con copertura trascurabile Copertura dall'1 al 5 % Copertura dal 5 al 25 % Copertura dal 25 al 50 % Copertura dal 50 al 75 % Copertura > 75 %
Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto.	
I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico.	
Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.	

<b>Bibliografia essenziale</b>
AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <a href="http://vnr.unipg.it/habitat/">http://vnr.unipg.it/habitat/</a> Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA. <a href="https://www.isprambiente.gov.it/it">https://www.isprambiente.gov.it/it</a> Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016. Brecciaroli B., Onori L., 2009. Ripristino degli ecosistemi marino-costieri con tecniche di ingegneria naturalistica. ISPRA. Relazione e presentazione. <a href="https://www.isprambiente.gov.it/it">https://www.isprambiente.gov.it/it</a> Cecconi G., Nascimbeni P., 2015. Ricostruzione e naturalizzazione delle dune artificiali sul litorale del Cavallino. Quaderni trimestrali. Consorzio Venezia Nuova. Flamini L., 2015. Studio floristico vegetazionale della spiaggia di Lacona (Capoliveri) Isola d'Elba, ai fini di un'ipotesi di riqualificazione ambientale. Tesi di Laurea. Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, CBC-MED. Montanari R. (coord), Speranza M., Ferroni, L., Pritoni G., 2009. Monitoraggio dello sviluppo della vegetazione e dell'accrescimento della duna in corrispondenza dell'intervento di riqualificazione funzionale del tratto costiero di foce Bevano. Relazione finale. Parte VII Proposta di protocollo per la realizzazione/restauro della copertura vegetale di dune sabbiose costiere. Regione Emilia-Romagna servizio difesa del suolo, della costa e bonifica direzione generale ambiente e difesa del suolo e della costa. Onori L. (a cura di), 2009. Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette. Rapporto ISPRA 100/09.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-006 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba***

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*.

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell' Habitat 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba* all'interno dei siti Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" e ZSC ITA030008" Capo Peloro - Laghi di Ganzirri".

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

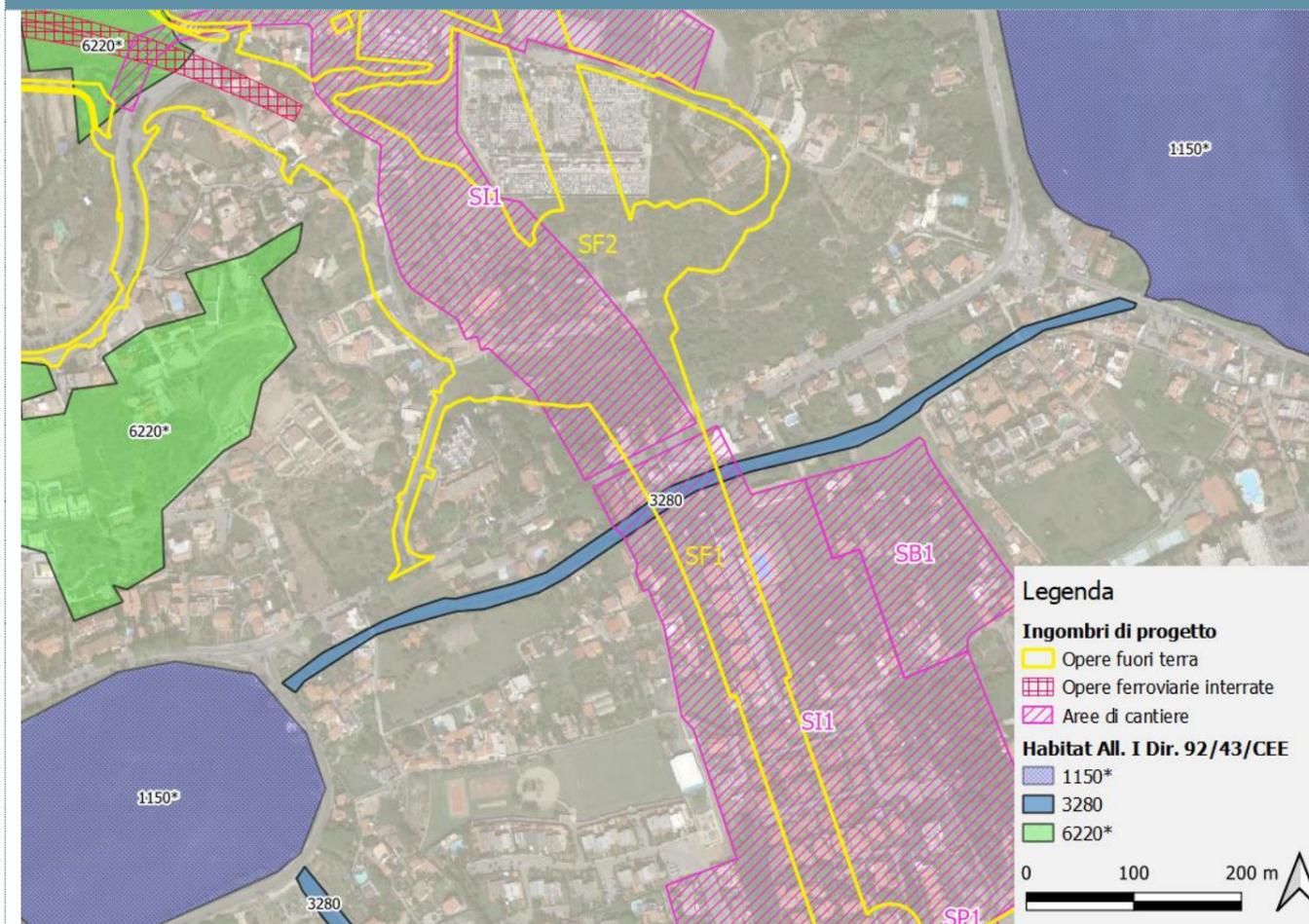
Al fine di ottemperare alla richiesta di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportata che chiede di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione. L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>).

Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantieri, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino. Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 3280 coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 3280 lato Sicilia da sovrapposizione del PD con la Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
Habitat 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di <i>Salix</i> e <i>Populus alba</i>	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" ZSC ITA030008" Capo Peloro - Laghi di Ganzirri"	0,08	0,10

**Localizzazione**



**Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l' Habitat 3280 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

**Breve descrizione dell'Habitat 3280:** Vegetazione igro-nitrofila paucispecifica presente lungo i corsi d'acqua mediterranei a flusso permanente, su suoli permanentemente umidi e temporaneamente inondata. E' un pascolo perenne denso, prostrato, quasi monospecifico dominato da graminacee rizomatose del genere *Paspalum*, al cui interno possono svilupparsi alcune piante come *Cynodon dactylon* e *Polypogon viridis*. Colonizza i depositi fluviali con granulometria fine (limosa), molto umidi e sommersi durante la maggior parte dell'anno, ricchi di materiale organico proveniente dalle acque eutrofiche (<http://vnr.unipg.it/>). L'habitat è legato a corsi d'acqua a flusso permanente (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).

**Mitigazione**

Per le superfici di Habitat 3280 occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 3280 consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB02 (Elaborati: AMR1012, AMR1013, AMR1014, AMR1015 e AMR1016).

**Compensazione**

Per le superfici di Habitat 3280 occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 1,5 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse comunitario non prioritari).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3280 su due superfici di ca 0,45 e 0,47 Ha ciascuna già cartografate come Habitat 3280 per una superficie complessiva di ca 0,92 Ha (**rapporto di compensazione 1 a 9,3**).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 3280**

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
Habitat 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di <i>Salix</i> e <i>Populus alba</i>	0,10	0,15	0,92

In Figura 2 è riportata la localizzazione dell'area di compensazione individuata.

Come si può osservare dalla Foto 1 e Foto 2 il corso d'acqua, in cui la cartografia degli Habitat segnala l'Habitat 3280, risulta in gran parte canalizzato e fortemente modificato con grave pregiudizio dello stato di conservazione dell'Habitat stesso. La vegetazione ripariale è inquinata da molte specie alloctone invasive e da piante ornamentali.

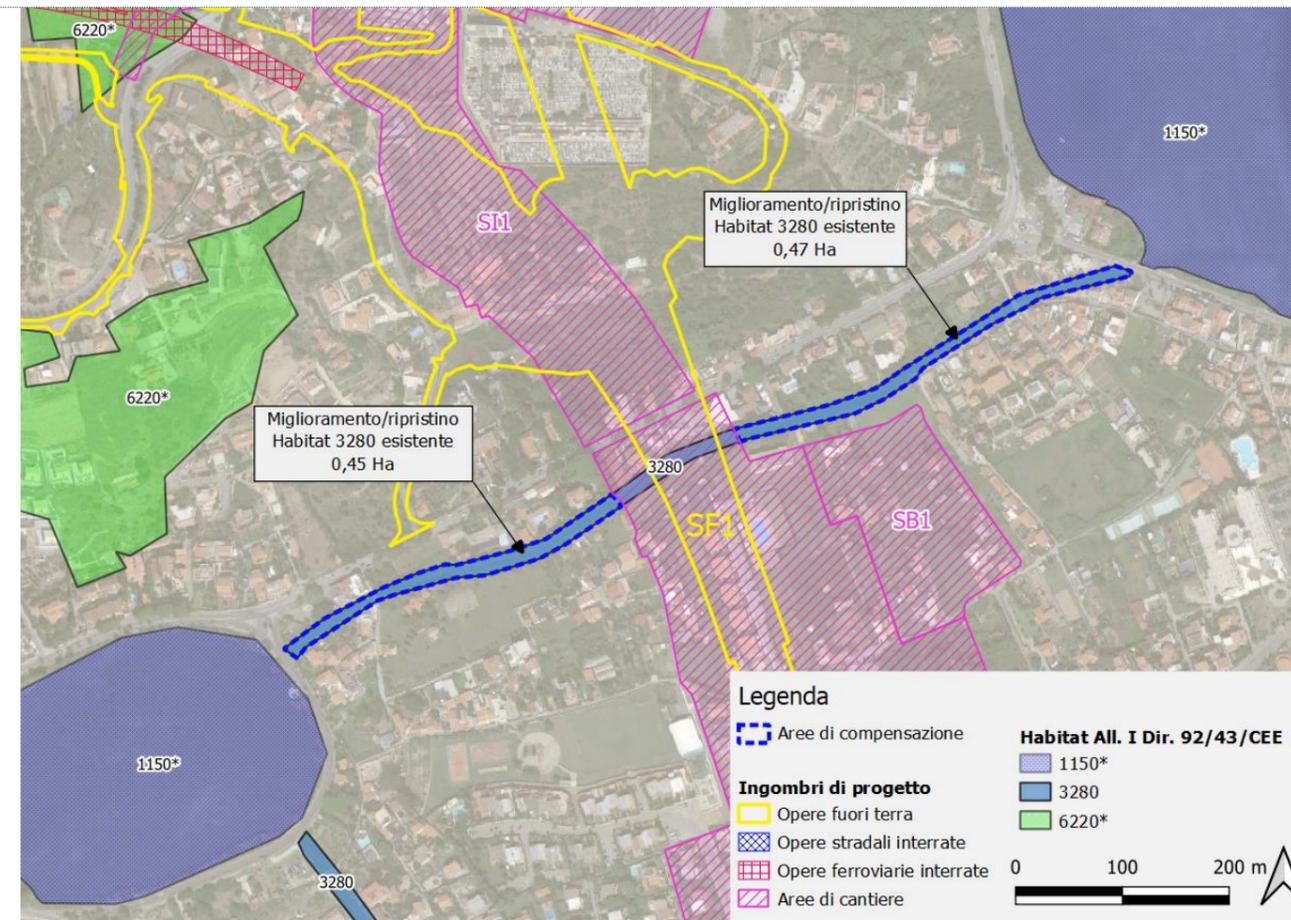
Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono: artificializzazione delle sponde, diffusione di specie alloctone e pressioni antropiche in particolare urbanizzazione.

**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB02 (Elaborati: AMR1012, AMR1013, AMR1014, AMR1015 e AMR1016).

Per il ripristino/miglioramento dell'habitat 3280 saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Pulizia e raccolta dei rifiuti.
2. Dove possibile in termini di garanzia della sicurezza idraulica, si potranno sostituire alcuni interventi di consolidamento artificiali delle sponde con interventi di ingegneria naturalistica quali: scogliere rinverdite con talee grate vive, palificate vive, fascina viva, stuoie con materiale vivente, geotessuti e tessuti organici, ecc (Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015; Atlante delle Opere di Sistemazione Fluviale – APAT, 2003; Menegazzi G., Palmeri F., 2007).
3. Sostituzione delle specie invasive (manualmente o meccanicamente senza fare ricorso a diserbanti chimici) con specie arbustive autoctone ripariali compatibili con l'Habitat 3280 (*Salix sp. pl.* e *Populus sp. pl.*);
4. Irrigazione regolare durante i periodi di siccità per tutto il primo anno di piantumazione delle specie arbustive.
5. Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi.



**Figura 2 – Localizzazione dell'area di compensazione prevista per il consumo definitivo di Habitat 3280**



**Foto 1 – Particolare del corso d'acqua in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3280**



**Foto 2 – Particolare del corso d'acqua in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3280**



**Foto 3 – Esempi di interventi di consolidamento delle rive con tecniche di ingegneria naturalistica (piantumazione in grate di legno a sinistra e piantumazione con plantule radicate e talee) (Angelini P., et al., 2009)**

**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate preferibilmente durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva in ambiente fluviale. Le attività di impianti e semina avverranno a febbraio-marzo prima dell'inizio della stagione vegetativa.

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (*Ante Operam*), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.

**Tempi di ripristino prevedibili**

Facendo riferimento ad un progetto simile di protezione idrogeologica e ripristino degli habitat fluviali naturali con interventi di ingegneria naturalistica: PROGECO: *Protection du territoire par le biais du genie ecologique a l'echelle de bassin versant*, REF. 2003- 03-4.3-I-058, within the Cooperation Program Interregg III B Medocc (Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015), effetti positivi sono stati osservati già dopo circa 2 anni anche se il successo delle azioni di ripristino non è stato omogeneo tra i siti oggetto

Tali tempi di recupero, in linea generale, possono essere considerati validi anche per il ripristino dell'Habitat 3280.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0246 AMV0R247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		



**Figura 3 – Localizzazione delle aree di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 3280**

#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Componente Flora-vegetazione

Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 3280 "Fiumi mediterranei a flusso permanente con il Paspalo-Agrostidion e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*" presente all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.

##### Componente Fauna

La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi.

In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Non necessarie, impatto positivo.

##### Componente Fauna

Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 3280.

Si prevede di monitorare almeno 3-5 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verranno comunque concordati con gli Enti di controllo anche mediante sopralluoghi congiunti.

Il periodo di campionamento ottimale è variabile ma indicativamente va da maggio a luglio (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).

La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.

L'analisi prevederà il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione oggetto d'impianto e dell'intero sistema.

Importanti indicatori di qualità ambientale, da monitorare prima e dopo l'intervento, sono in generale:

- l'aumento del grado di naturalità floristica evidenziato dalla presenza/assenza di specie caratteristiche degli ambienti fluviali e dell'Habitat 3280, con particolare attenzione a:
  - specie guida (specie che permettono di individuare l'habitat perché esclusive di questo o quasi);
  - specie compagne costanti (specie che pur non essendo caratteristiche dell'habitat sono in esso presenti con costanza);
  - specie rare e/o prioritarie;
  - specie alloctone o invasive;

In particolare nel caso dell'uso di trapianti vanno monitorati i seguenti indici:

- il grado di vitalità dei trapianti: in base alle dimensioni della pianta, allo stato vegetativo della pianta, al suo rinnovamento fogliare, alla presenza di infiorescenze, alla produzione di nuovi getti;
- l'aumento della copertura del terreno da parte delle piante presenti.

In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 3280, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il **metodo fitosociologico di Braun-Blanquet**.

Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stazionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.).

Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite.

I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito:

- R Rara, uno o pochi individui isolati
- + Sporadica con copertura trascurabile
- 1 Copertura dall'1 al 5 %

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

- 2 Copertura dal 5 al 25 %
- 3 Copertura dal 25 al 50 %
- 4 Copertura dal 50 al 75 %
- 5 Copertura > 75 %

Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto.

I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico.

Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.

#### Bibliografia essenziale

AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>

Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA

Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.

APAT 2003. Atlante delle opere di sistemazione fluviale. Manuale 27/2003.

Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, CBC-MED.

Menegazzi G., Palmeri F., 2007. Manuale di dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica. Regione Lazio.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-007 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell'Habitat 3290 "Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion" all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Al fine di ottemperare alla richiesta di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportata che chiede di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione.

L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>).

Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantieri, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino.

Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 3290 coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 3290 lato Sicilia da sovrapposizione del PD con la Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
Habitat 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"	0,02	1,45

**Breve descrizione dell'Habitat 3290:** Fiumi mediterranei a flusso intermittente con comunità del Paspalo-Agrostion. Corrispondono ai fiumi dell'habitat 3280, ma con la particolarità dell'interruzione del flusso e la presenza di un alveo asciutto durante parte dell'anno. In questo periodo il letto del fiume può essere completamente secco o presentare sporadiche pozze residue( <http://vnr.unipg.it/>).

**Localizzazione**

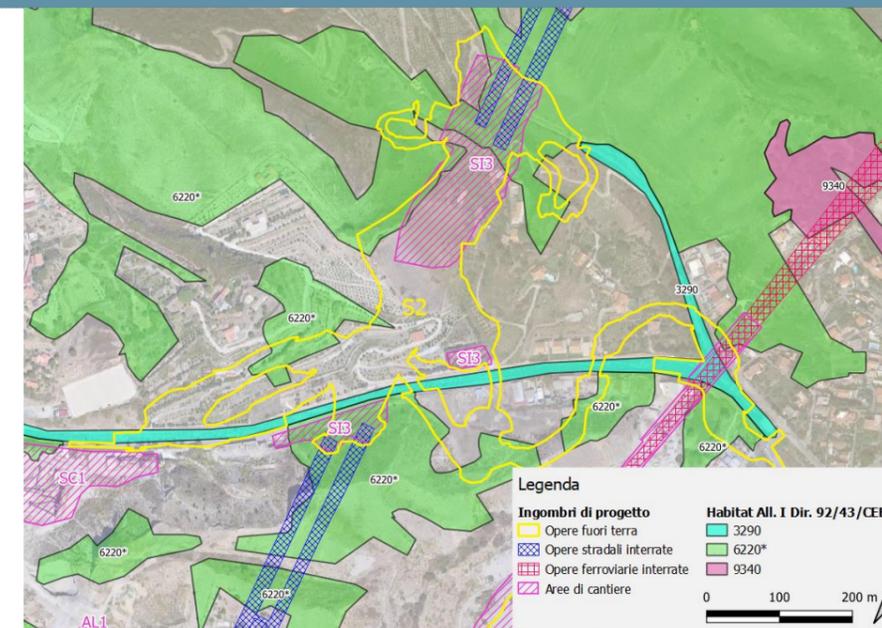


Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 3290 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia

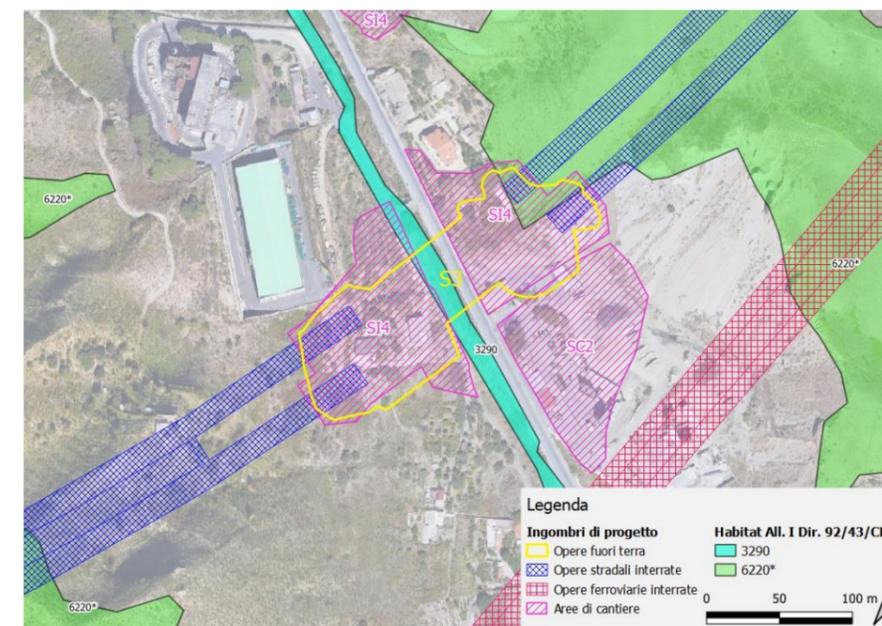


Figura 2 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 3290 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia

**Mitigazione**

Per le superfici di **Habitat 3290** occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 3290 consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB03 (Elaborati: AMR1017, AMR1018, AMR1019, AMR1020 e AMR1021).

**Compensazione**

Per le superfici di **Habitat 3290** occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 1,5 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse comunitario non prioritari).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3290 su due superfici di ca 0,45 e 0,47 Ha ciascuna già cartografate come Habitat 3290 per una superficie complessiva pari a ca 2,49 Ha (**rapporto di compensazione 1 a 1,7**).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 3290**

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
Habitat 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion	1,45	2,2	2,49

In Figura 5 è riportata la localizzazione dell'area di compensazione individuata.

Come si può osservare dalla Foto 1 e Foto 2 il corso d'acqua, in cui la cartografia degli Habitat segnala l'Habitat 3290, risulta attualmente canalizzato e fortemente modificato per ampi tratti con grave pregiudizio dello stato di conservazione dell'Habitat stesso. Al momento del rilievo il fiume si trovava in secca. Allo stato attuale sono presenti residui di vegetazione naturale su limitatissime porzioni del corso d'acqua. Le specie esotiche rilevate sono l'ailanto (*Ailanthus altissima*), la mimosa a foglie strette (*Acacia saligna*) e la Robinia (*Robinia pseudacacia*).

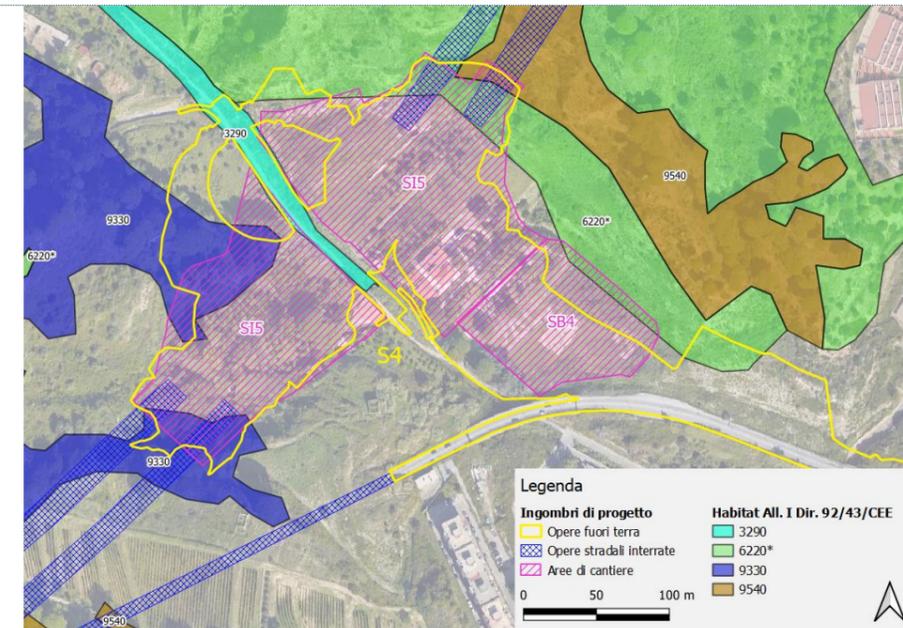
Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono: artificializzazione delle sponde, erosione, taglio della vegetazione, diffusione di specie alloctone e abbandono di rifiuti.

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB03 (Elaborati: AMR1017, AMR1018, AMR1019, AMR1020 e AMR1021).

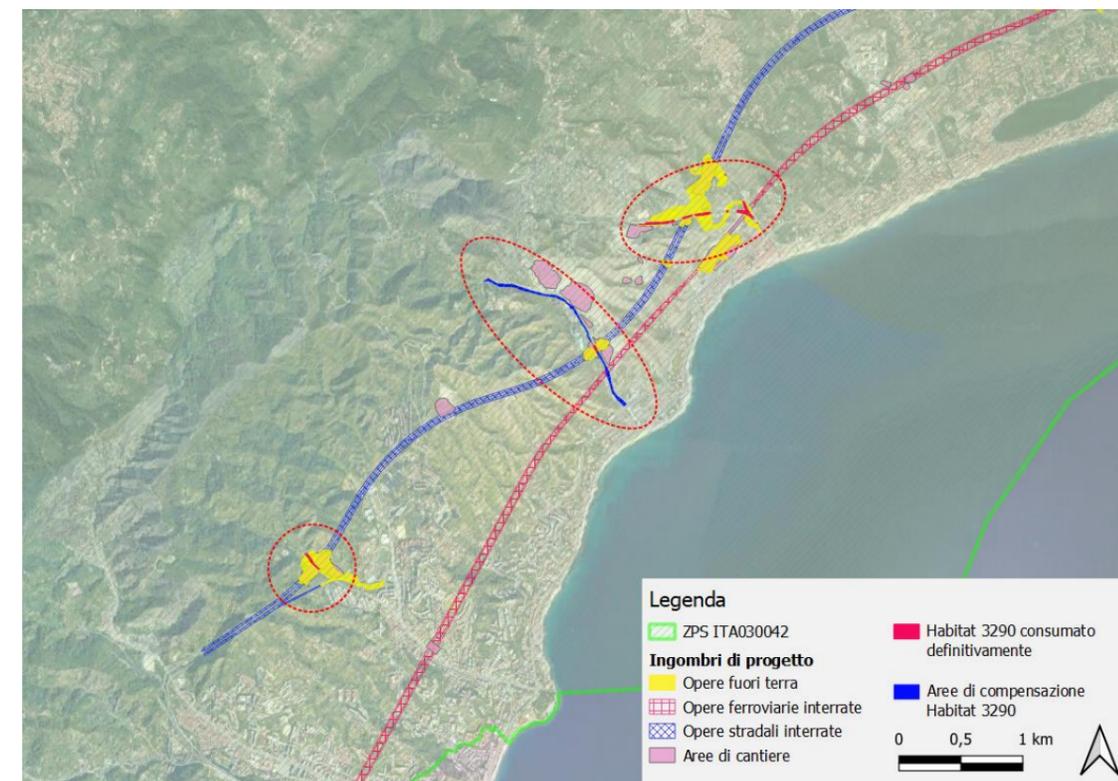
**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

Per il ripristino/miglioramento dell'habitat 3290 saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Pulizia e raccolta dei rifiuti.
2. Dove possibile in termini di garanzia della sicurezza idraulica, si potranno sostituire alcuni interventi di consolidamento artificiali delle sponde con interventi di bioingegneria quali: scogliere rinverdate con talee, grate vive, palificate vive, fascina viva, stuoie con materiale vivente, geotessuti e tessuti organici, ecc (Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015; Atlante delle Opere di Sistemazione Fluviale – APAT, 2003; Menegazzi G., Palmeri F., 2007).
3. Controllo delle specie invasive (manualmente o meccanicamente senza fare ricorso a diserbanti chimici);
4. Eventuale piantumazione di specie arbustive autoctone ripariali;
5. Irrigazione regolare durante i periodi di siccità per tutto il primo anno di piantumazione delle specie arbustive e delle aree di semina/trapianto di specie erbacee.
6. Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi.



**Figura 3 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 3290 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**



**Figura 4 – Localizzazione dell'area di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 3290**



Foto 3 – Esempi di interventi di consolidamento delle rive con tecniche di bioingegneria (piantumazione in grate di legno a sinistra e piantumazione con plantule radicate e talee) (Angelini P., et al., 2009)

**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate preferibilmente durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva in ambiente fluviale. Le attività di impianti e semina avverranno a febbraio-marzo prima dell'inizio della stagione vegetativa.

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (*Ante Operam*), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.

**Tempi di ripristino prevedibili**

Facendo riferimento ad un progetto simile di protezione idrogeologica e ripristino degli habitat fluviali naturali con interventi di ingegneria naturalistica: PROGECO: *Protection du territoire par le biais du genie ecologique a l'echelle de bassin versant*, REF. 2003- 03-4.3-I-058, within the Cooperation Program Interregg III B Medocc (Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.), 2015), effetti positivi sono stati osservati già dopo circa 2 d'anni anche se il successo delle azioni di ripristino non è stato omogeneo tra i siti oggetto

Tali tempi di recupero, in linea generale, possono essere considerati validi anche per il ripristino dell'Habitat 3290.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0246 AMVR0247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

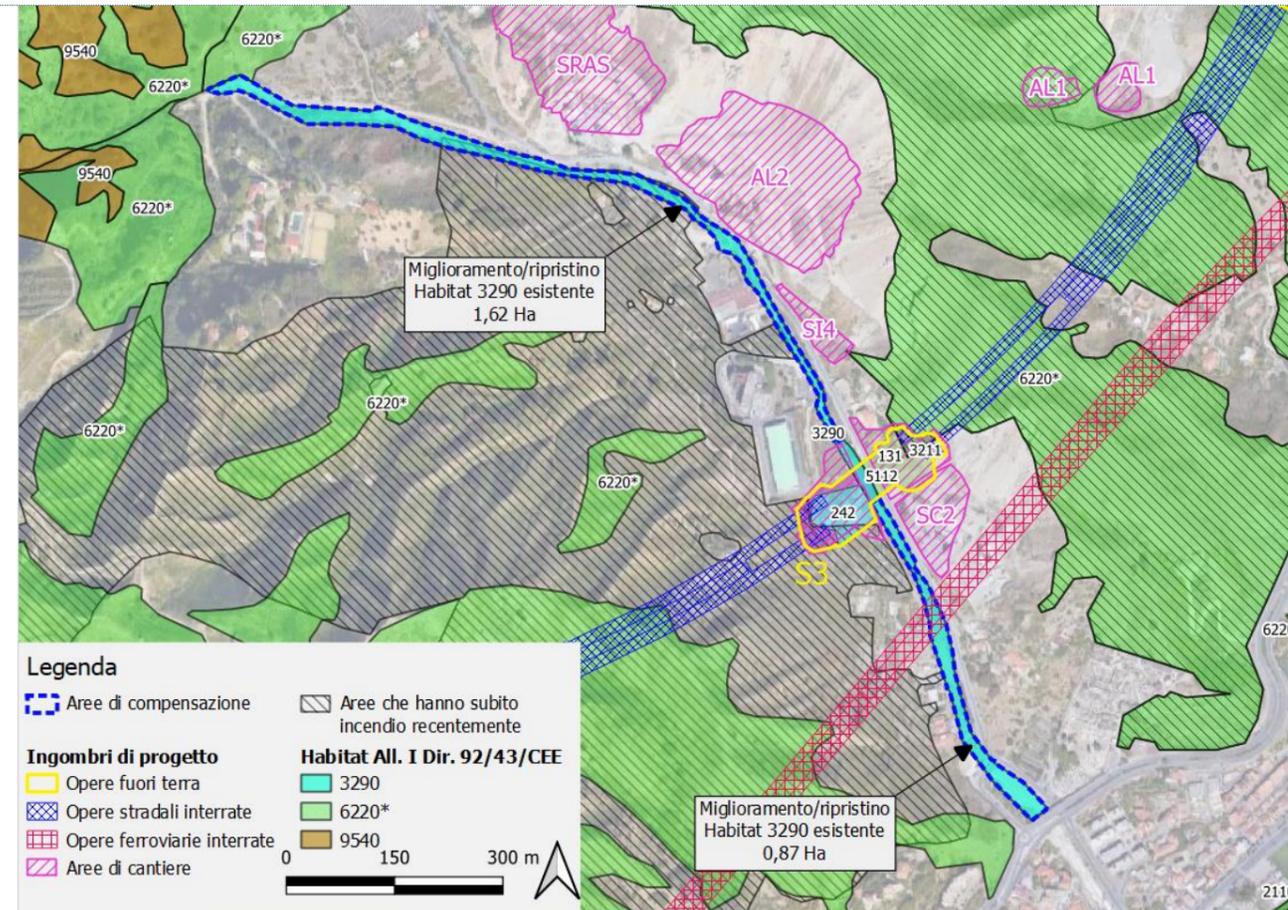


Figura 5 – Localizzazione dell'area di compensazione prevista per il consumo definitivo di Habitat 3290



Foto 1 – Particolare del corso d'acqua in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3290



Foto 2 – Particolare del corso d'acqua in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 3290

#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Componente Flora-vegetazione

Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 3290 "Habitat 3290 – Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion" presente all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.

##### Componente Fauna

La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi.

In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Non necessarie, impatto positivo.

##### Componente Fauna

Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Componente Flora-vegetazione

Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 3290.

Si prevede di monitorare almeno 3-5 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verranno comunque concordati con gli Enti di controllo anche mediante sopralluoghi congiunti.

Il periodo di campionamento ottimale è variabile ma indicativamente da maggio a luglio (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).

La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.

L'analisi prevederà il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione oggetto d'impianto e dell'intero sistema.

Importanti indicatori di qualità ambientale, da monitorare prima e dopo l'intervento, sono in generale:

- l'aumento del grado di naturalità floristica evidenziato dalla presenza/assenza di specie caratteristiche degli ambienti fluviali e dell'Habitat 3290, con particolare attenzione a:
  - specie guida (specie che permettono di individuare l'habitat perché esclusive di questo o quasi);
  - specie compagne costanti (specie che pur non essendo caratteristiche dell'habitat sono in esso presenti con costanza);
  - specie rare e/o prioritarie;
  - specie alloctone o invasive;

In particolare nel caso dell'uso di trapianti vanno monitorati i seguenti indici:

- il grado di vitalità dei trapianti: in base alle dimensioni della pianta, allo stato vegetativo della pianta, al suo rinnovamento fogliare, alla presenza di infiorescenze, alla produzione di nuovi getti;
- l'aumento della copertura del terreno da parte delle piante presenti.

In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 3290, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il **metodo fitosociologico di Braun-Blanquet**.

Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stazionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.).

Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite.

I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito:

R	Rara, uno o pochi individui isolati
+	Sporadica con copertura trascurabile
1	Copertura dall'1 al 5 %

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 2 | Copertura dal 5 al 25 %  |
| 3 | Copertura dal 25 al 50 % |
| 4 | Copertura dal 50 al 75 % |
| 5 | Copertura > 75 %         |

Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto.

I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico.

Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.

#### Bibliografia essenziale

AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>

Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA

Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.

APAT 2003. Atlante delle opere di sistemazione fluviale. Manuale 27/2003.

Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, CBC-MED.

Menegazzi G., Palmeri F., 2007. Manuale di dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica. Regione Lazio.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-008 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parete CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042
- VIAS051
- VIAS053

**Parete CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parete MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea".

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell'Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Al fine di ottemperare alle richieste di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportate che chiedono di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione. L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R. - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>). Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantieri, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino.

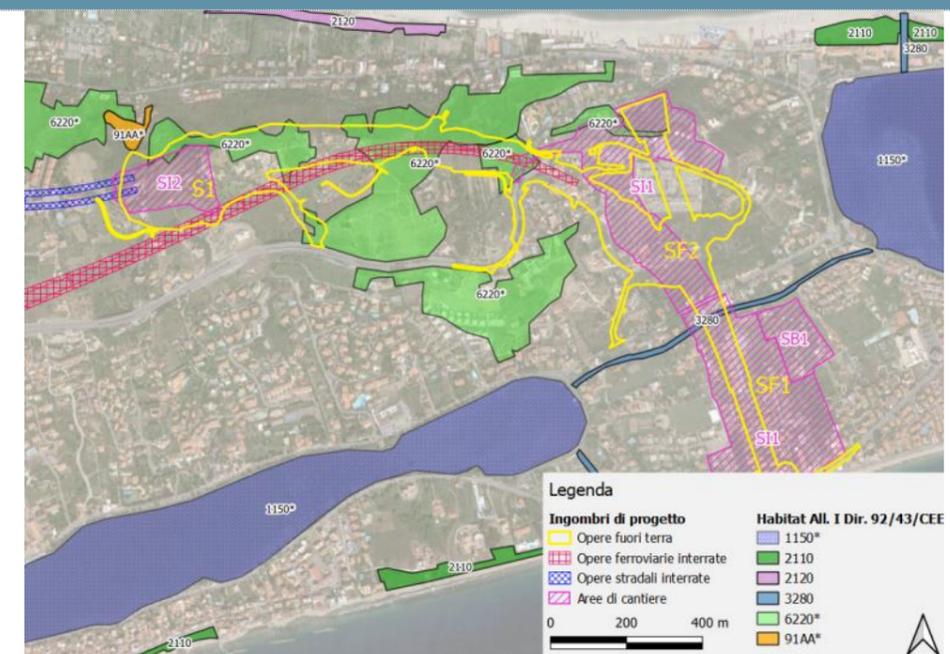
Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 6220\* coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 6220\* lato Sicilia da sovrapposizione del PD con Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

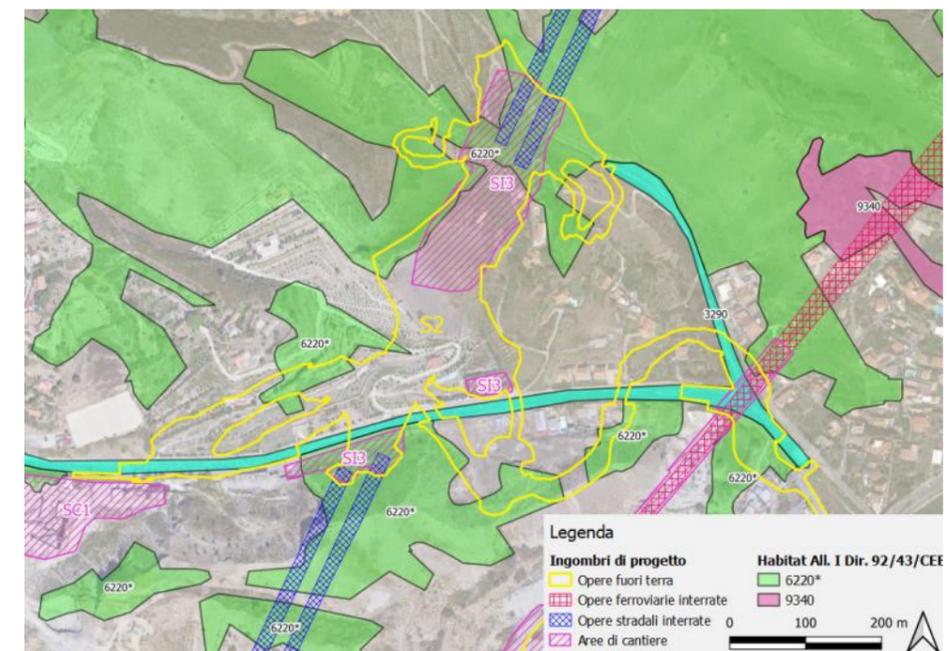
HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
6220* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"	1,76	10,86

**Breve descrizione dell'Habitat 6220\*:** Praterie xerofile mediterranee, costituite da un mosaico di vegetazione emicripto-camefitica frammista a terofite di piccola taglia, che compiono il loro ciclo vegetativo durante la stagione piovosa primaverile, su substrati di varia natura, talora soggetti ad erosione, con distribuzione prevalente nei settori costieri e subcostieri dell'Italia peninsulare e delle isole, diffuse in aree a clima Mediterraneo ma occasionalmente anche in aree interne (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).

**Localizzazione**



**Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 6220\* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**



**Figura 2 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 6220\* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-008 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"**

**Mitigazione**

Per le superfici di **Habitat 6220\*** occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 6220\* consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB04 (Elaborati: AMR1022, AMR1023, AMR1024, AMR1025 e AMR1026).

**Compensazione**

Per le superfici di **Habitat 6220\*** occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 2 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse prioritario).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- interventi di miglioramento/ripristino in una superficie pari a 32,16 Ha già cartografata come Habitat 6220\* , in zone che sono state interessate da incendi nel corso dell'ultimo biennio (**rapporto di compensazione 1 a 3**).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 6220\***

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
6220* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea	10,86	21,72	32,16

In Figura 2 è riportata la localizzazione dell'area di compensazione individuata.

Nella Foto 1 e Foto 2 si possono osservare alcune superfici prative che ricadono all'interno dell'area di compensazione e in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 6220\*.

Le condizioni ambientali favoriscono la presenza di questa tipologia di habitat. La natura dei suoli e la ricorrenza degli incendi bloccano i processi evolutivi, nei versanti esposti a nord, quindi più umidi. Sono presenti singole piante di roverella. Nella parte più bassa dei versanti e in prossimità degli impluvi è presente la robinia. Gli olivastri presenti sono il risultato dei ricacci degli uliveti abbandonati ed in pochi casi di piante che si sono diffuse naturalmente. Sono presenti anche grandi piante di pino domestico.

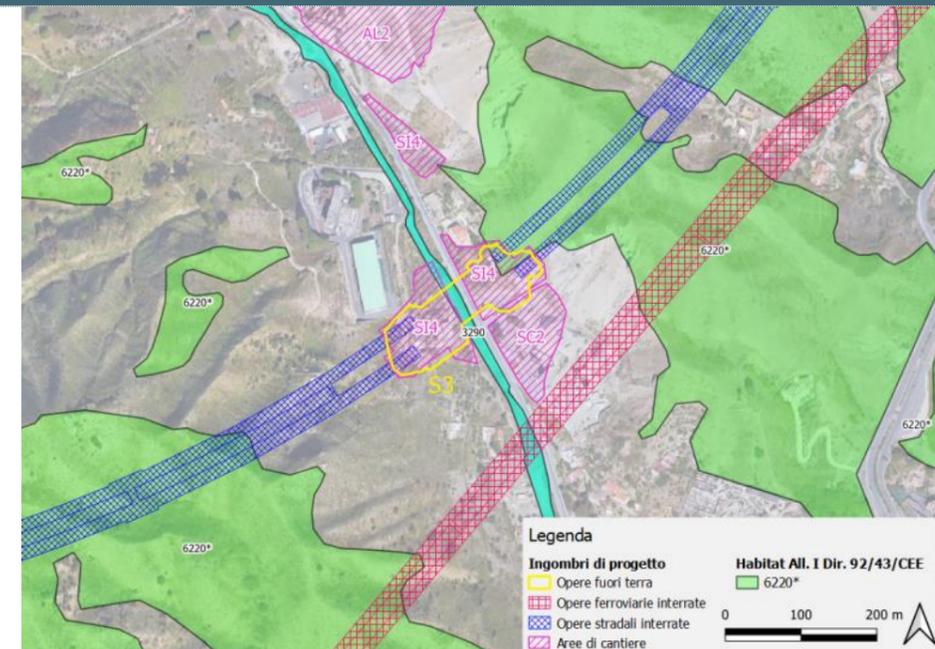
Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono: incendi, inarbustamento, diffusione di specie alloctone, pressione antropica.

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB04 (Elaborati: AMR1022, AMR1023, AMR1024, AMR1025 e AMR1026).

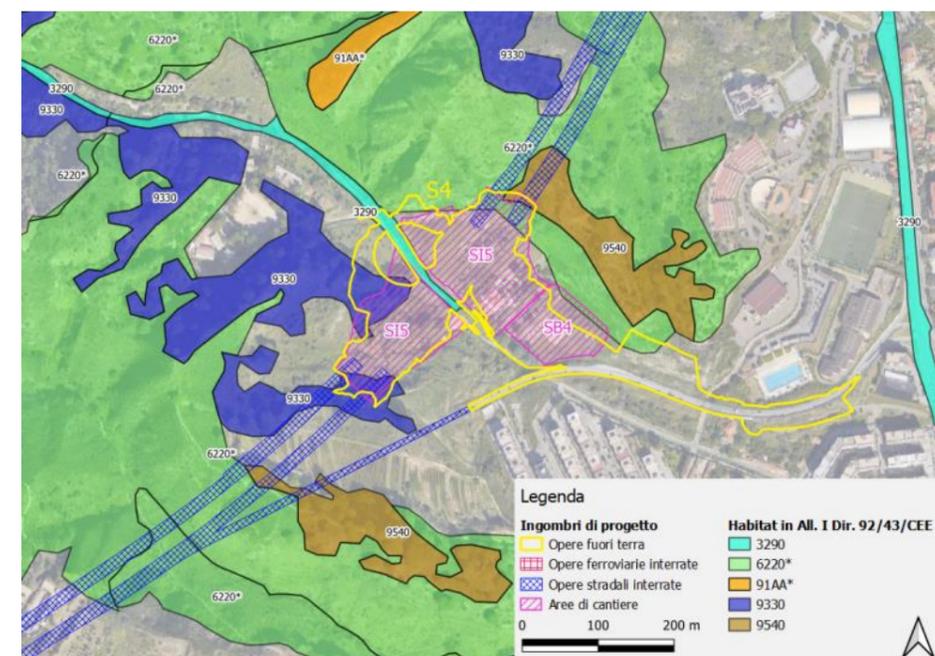
**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

Per il ripristino/miglioramento dell'habitat 6220\* saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Controllo della vegetazione arborea-arbustiva, soprattutto delle specie alloctone o non compatibili con l'Habitat 6220\*.
2. Interventi di ripristino del prato arido nelle aree che hanno subito incendi e nelle aree maggiormente degradate con composizione floristica povera e/o in cui sono limitate le specie caratteristiche dell'Habitat 6220\*, attraverso le seguenti azioni:
  - Individuazione dei siti donatori più idonei limitrofi all'area di intervento, maggiormente ricchi di specie caratteristiche dell'Habitat.
  - Sfalcio della prateria donatrice nel periodo in cui sono presenti i semi maturi, indicativamente da fine giugno a inizio luglio. L'erba sfalciata può venire subito trasportata e dispersa sul sito recettore (vantaggi: alta efficienza di raccolta del seme; svantaggi: carichi pesanti e grande volume di erba verde da spostare subito dopo la raccolta) oppure essicata per 1-3 giorni e il fieno va conservato in luogo ombreggiato e asciutto senza utilizzare film plastici protettivi (vantaggi: minor volume da spostare; svantaggi: minor efficienza di raccolta e necessità di conservare il fieno in un luogo idoneo).
  - Spargimento manuale dell'erba fresca o del fieno nel sito recettore. Lo spargimento dell'erba fresca va fatto subito



**Figura 3 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 6220\* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**



**Figura 4 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggio giallo) e delle aree di cantiere (tratteggio magenta) rispetto l'Habitat 6220\* - Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

N. P.CA.BI-008

**Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"**

dopo la raccolta mentre lo spargimento del fieno sul sito recettore è preferibile eseguirla nel periodo autunnale (fine settembre/ottobre). Lo spargimento del fieno va eseguito preferibilmente durante il periodo autunnale in modo da sfruttare il periodo piovoso al fine di favorire la migliore germinabilità del seme.

- Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi con tagli periodici al fine di contenere lo sviluppo delle specie infestanti che risultano essere meno resistenti al taglio rispetto alle specie edificatrici del prato. Il taglio sarà fatto ad un'altezza di circa 10 cm dal suolo per non disturbare lo sviluppo delle specie tipiche del prato arido in fase di rosetta o stadio giovanile. La manutenzione prevederà anche la risemina localizzata nel primo anno di manutenzione nelle aree in cui il risultato non è soddisfacente.
3. Inserimento di pannelli illustrativi sulle caratteristiche dell'habitat prioritario.

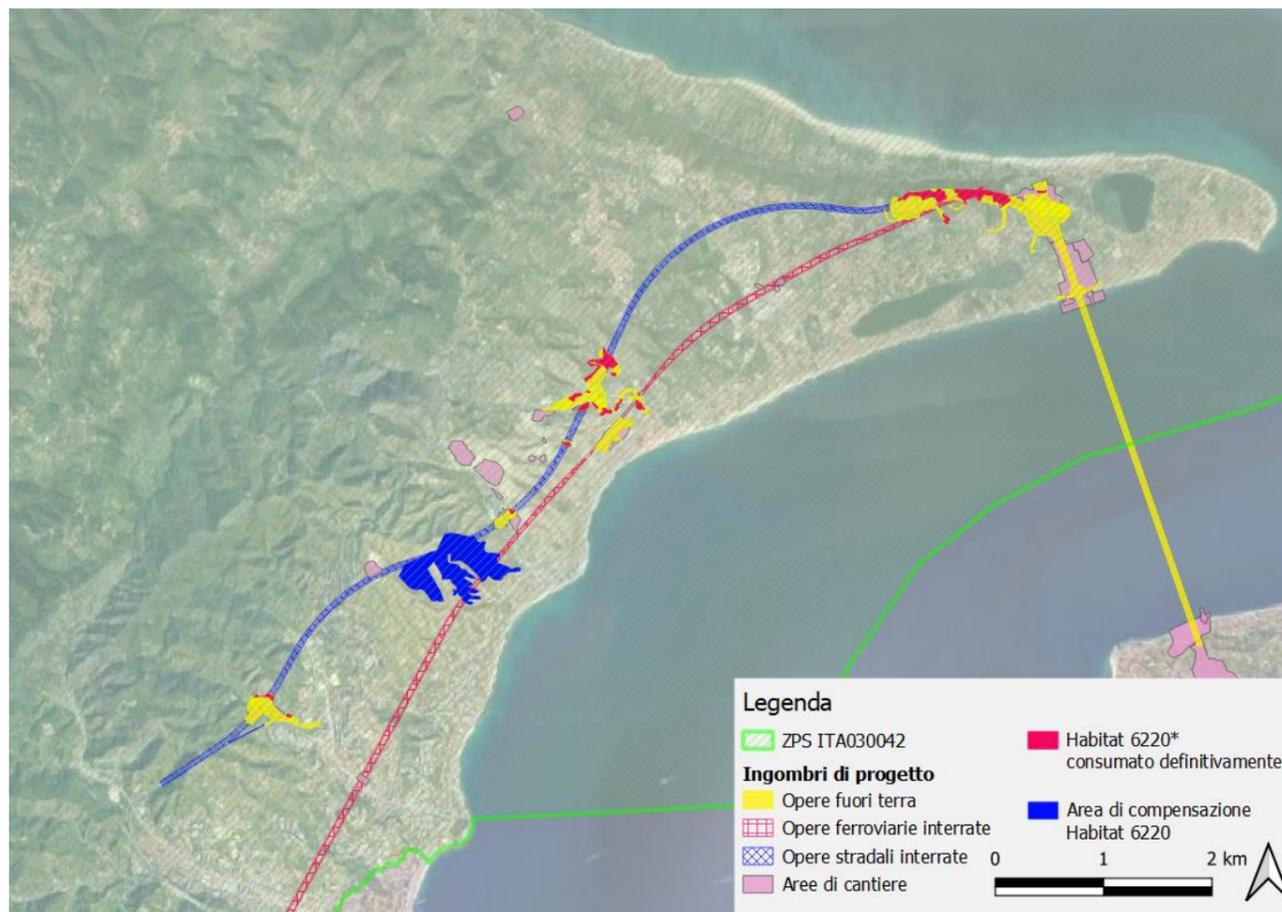
**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate preferibilmente durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva in ambiente prativo e arbustivo. Solo lo sfalcio del prato donatore è previsto tra fine giugno e inizio luglio (periodo in cui sono presenti i semi maturi).

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (Ante Operam), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.

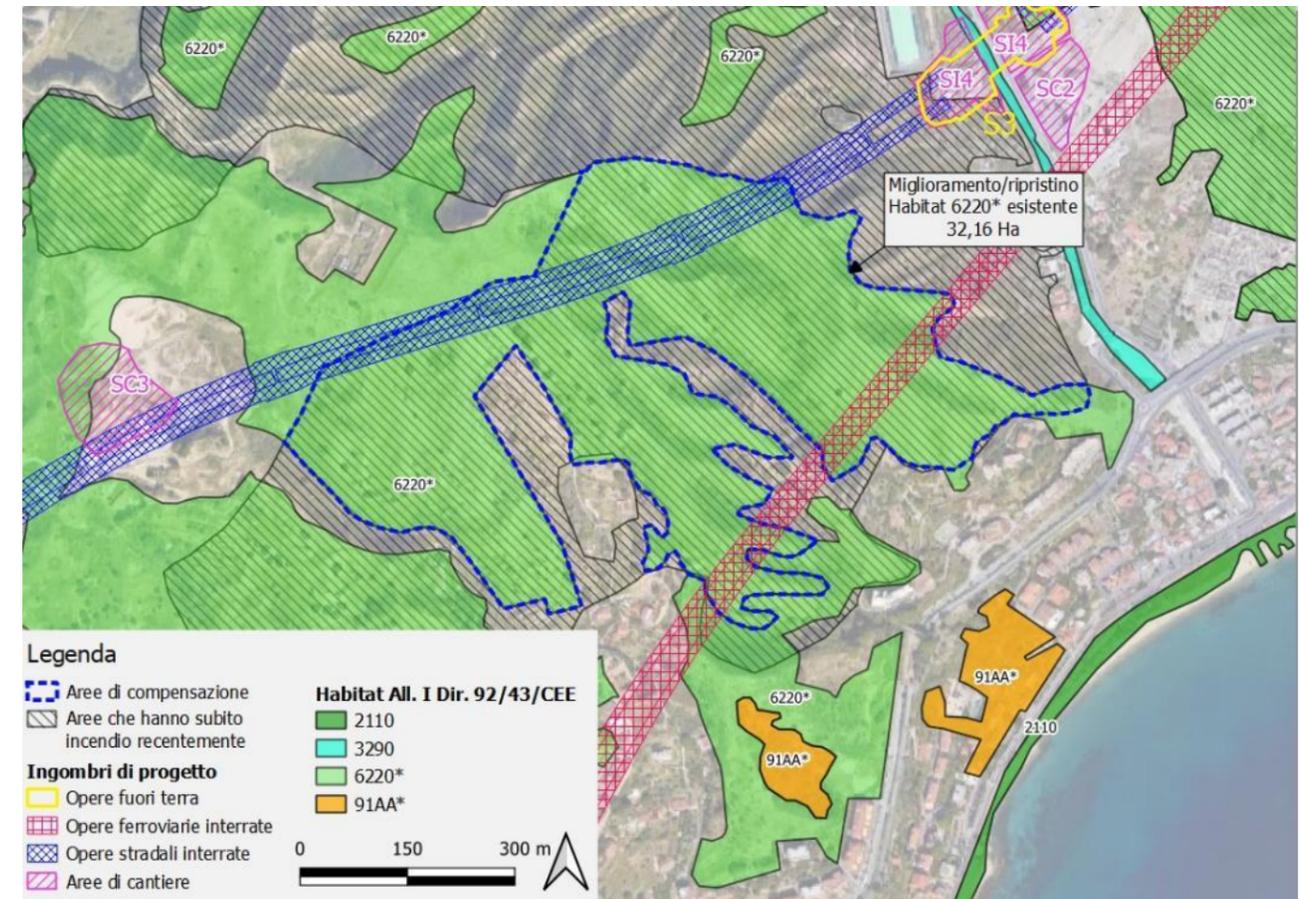
**Tempi di ripristino prevedibili**

Trattandosi di interventi di controllo della vegetazione arborea-arbustiva e di semina di specie erbacee la cui crescita è veloce, i risultati si potranno vedere già dopo al massimo un paio di anni dall'esecuzione degli interventi di ripristino e/o compensazione.



**Figura 6 – Localizzazione dell'area di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 6220\***

Elaborati di riferimento (eventuali)



**Figura 5 – Localizzazione dell'area di compensazione prevista per il consumo definitivo di Habitat 6220\***



**Foto 1 – Particolare dell'area di compensazione in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 6220\***



**Foto 2 – Particolare dell'area di compensazione in cui si prevedono interventi di miglioramento/ripristino dell'Habitat 6220\***

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-008 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat prioritario 6220\* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea"**

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

Sintesi degli eventuali impatti ambientali
<b>Componente Flora-vegetazione</b> Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 6220* "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea" presente all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.
<b>Componente Fauna</b> La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi. In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale
<b>Componente Flora-vegetazione</b> Non necessarie, impatto positivo.
<b>Componente Fauna</b> Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna. Solo lo sfalcio del prato donatore è previsto tra fine giugno e inizio luglio (periodo in cui sono presenti i semi maturi).

Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale												
<b>Componente Flora-vegetazione</b> Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 6220*. Si prevede di monitorare almeno 8-10 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verranno comunque concordati con gli Enti di controllo anche mediante sopralluoghi congiunti. Il periodo di campionamento ottimale è compreso tra aprile e maggio (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016). La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo. L'analisi prevederà il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione e dell'intero sistema. Importanti indicatori di qualità ambientale, da monitorare prima e dopo l'intervento, sono in generale: <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'aumento del grado di naturalità floristica evidenziato dalla presenza/assenza di specie caratteristiche dell'Habitat 6220*, con particolare attenzione a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ specie guida (specie che permettono di individuare l'habitat perché esclusive di questo o quasi);</li> <li>○ specie compagne costanti (specie che pur non essendo caratteristiche dell'habitat sono in esso presenti con costanza);</li> <li>○ specie rare e/o prioritarie;</li> <li>○ specie alloctone o invasive.</li> </ul> </li> </ul> In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 6220*, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il <b>metodo fitosociologico di Braun-Blanquet</b> . Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stazionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.). Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite. I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito: <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr><td>R</td><td>Rara, uno o pochi individui isolati</td></tr> <tr><td>+</td><td>Sporadica con copertura trascurabile</td></tr> <tr><td>1</td><td>Copertura dall'1 al 5 %</td></tr> <tr><td>2</td><td>Copertura dal 5 al 25 %</td></tr> <tr><td>3</td><td>Copertura dal 25 al 50 %</td></tr> <tr><td>4</td><td>Copertura dal 50 al 75 %</td></tr> </table>	R	Rara, uno o pochi individui isolati	+	Sporadica con copertura trascurabile	1	Copertura dall'1 al 5 %	2	Copertura dal 5 al 25 %	3	Copertura dal 25 al 50 %	4	Copertura dal 50 al 75 %
R	Rara, uno o pochi individui isolati											
+	Sporadica con copertura trascurabile											
1	Copertura dall'1 al 5 %											
2	Copertura dal 5 al 25 %											
3	Copertura dal 25 al 50 %											
4	Copertura dal 50 al 75 %											

Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale
<b>5 Copertura &gt; 75 %</b> Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto. I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico. Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.

**Bibliografia essenziale**

AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>

Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA

Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.

Fabian S., Oriolo G., Bidese F., 2019. Manuale per la conservazione, il ripristino, il miglioramento e la gestione delle praterie. Direzione centrale risorse agroalimentari, forestali e ittiche – Servizio Biodiversità. Regione FVG.

Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, cbc-med.

Scotton M., Cossalter S., 2014. Praterie seminaturali ricche di specie nella pianura Veneta. Distribuzione e valorizzazione negli interventi di inerbimento e restauro ecologico. Veneto Agricoltura.

Scotton M., Kirmer A., Krautzer B., 2012 - Manuale pratico per la raccolta di seme e il restauro ecologico delle praterie ricche di specie. CLEUP, Padova

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-009 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9330 "Foreste di *Quercus suber*"**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042
- VIAS046

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9330 "Foreste di *Quercus suber*"

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell'Habitat 9330 "Foreste di *Quercus suber*" all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Al fine di ottemperare alle richieste di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportate che chiedono di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione.

L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>).

Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantieri, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino.

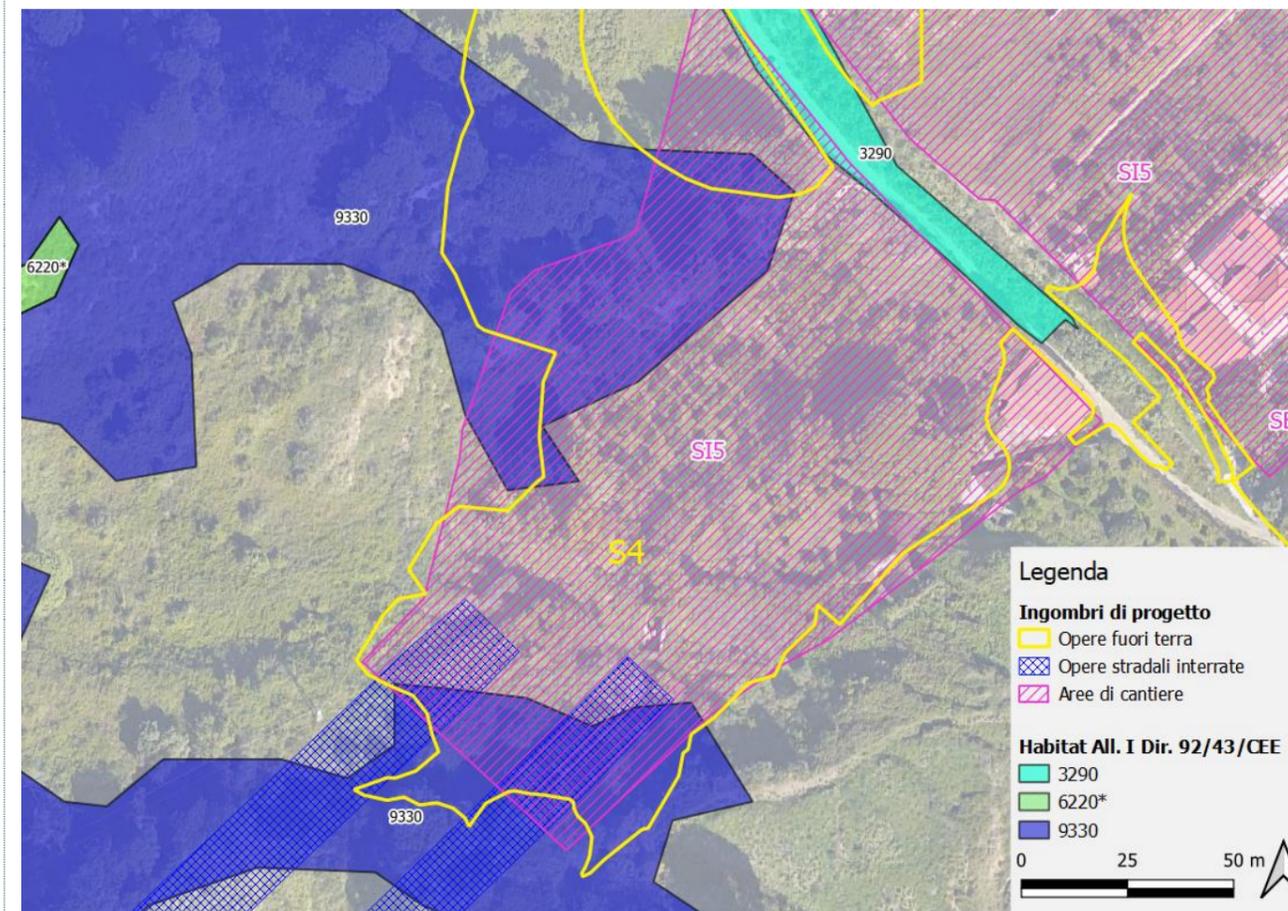
Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 9330 coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 9330 lato Sicilia da sovrapposizione del PD con Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
9330 - Foreste di <i>Quercus suber</i>	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"	0,06	0,57

**Breve descrizione dell'Habitat 9330:** L'habitat comprende boscaglie e boschi caratterizzati dalla dominanza o comunque da una significativa presenza della sughera (*Quercus suber*), differenziati rispetto alle leccete da una minore copertura arborea che lascia ampio spazio a specie erbacee e arbustive. L'habitat è di alta qualità e di scarsa vulnerabilità, dovuta essenzialmente al pascolo eccessivo e ad una gestione forestale che, se assente o mal condotta, potrebbe portare all'invasione di specie della lecceta con perdita delle specie eliofile, tipiche dei vari stadi nei quali è presente la sughera (<http://vnr.unipg.it/>).

**Localizzazione**



**Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggiato giallo) e delle aree di cantiere (tratteggiato magenta) rispetto l'Habitat 9330 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-009 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9330 "Foreste di Quercus suber"**

**Mitigazione**

Per le superfici di **Habitat 9330** occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 9330 consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB05 (Elaborati: AMR1027, AMR1028, AMR1029, AMR1030 e AMR1031).

**Compensazione**

Per le superfici di **Habitat 9330** occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 1,5 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse comunitario non prioritario).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- la creazione ex-novo dell'Habitat 9330 in una superficie di circa 1,03 Ha (**rapporto di compensazione 1 a 1,8**).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 9330**

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE da opere di progetto LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
9330 - Foreste di <i>Quercus suber</i>	0,57	0,85	1,03

In Figura 2 è riportata la localizzazione dell'area di compensazione individuata.

Nella Foto 1 e Foto 2 si può osservare l'area di compensazione in cui si prevedono gli interventi.

La sughera è abbastanza diffusa nell'area ma viene limitata dal pascolo e dal ricorrere degli incendi. La riforestazione nell'area permette di ridurre la frammentazione dell'Habitat 9330.

Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono: incendi, pascolo, pressioni antropiche.

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB05 (Elaborati: AMR1027, AMR1028, AMR1029, AMR1030 e AMR1031).

**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

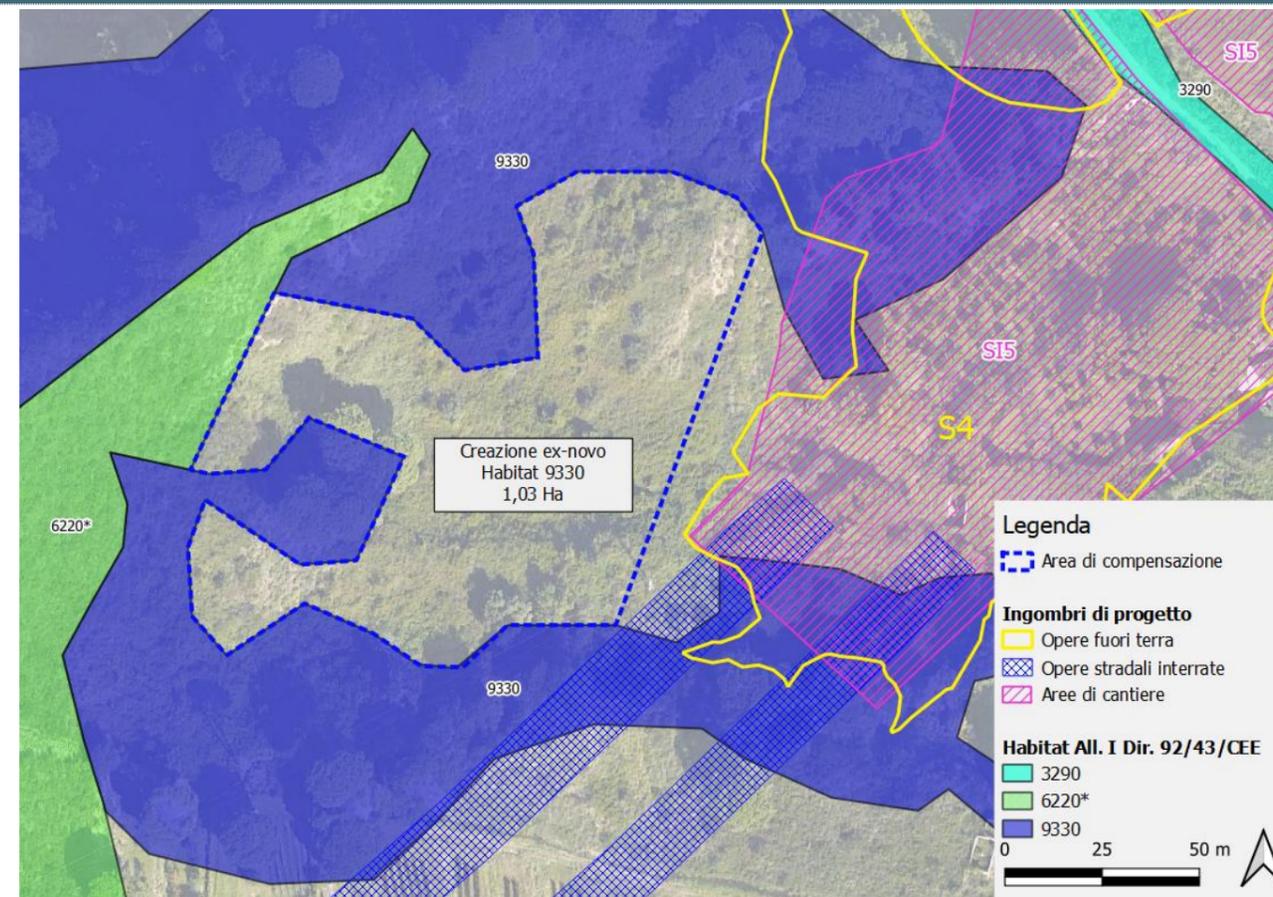
Per la creazione ex-novo dell'habitat 9330 saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Messa a dimora di piante di *Quercus suber* lasciando comunque spazi prativi aperti e creando macchie arbustive miste di arbusti compatibili con la sughereta (ad esempio *Cytisus villosus*, *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis*, ecc.). Per gli impianti si utilizzeranno specie autoctone selezionate possibilmente di provenienza locale.
2. Progressiva sostituzione delle specie arboree alloctone non compatibili con l'Habitat 9330 con piante di *Quercus suber*.
3. Interventi di miglioramento selviculturale;
4. Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi (sostituzione di piante morte, zappettatura attorno alle singole piante, irrigazioni di soccorso).
- 5.

**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva negli ambienti coinvolti. Le attività di messa a dimora delle piante arboree di *Quercus suber* e degli arbusti avverranno a febbraio-marzo prima dell'inizio della stagione vegetativa.

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (Ante Operam), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.



**Figura 2 – Localizzazione dell'area di compensazione prevista per il consumo definitivo di Habitat 9330**



**Foto 1 – Particolare di parte dell'area di compensazione**



**Foto 2 – Particolare di parte dell'area di compensazione**

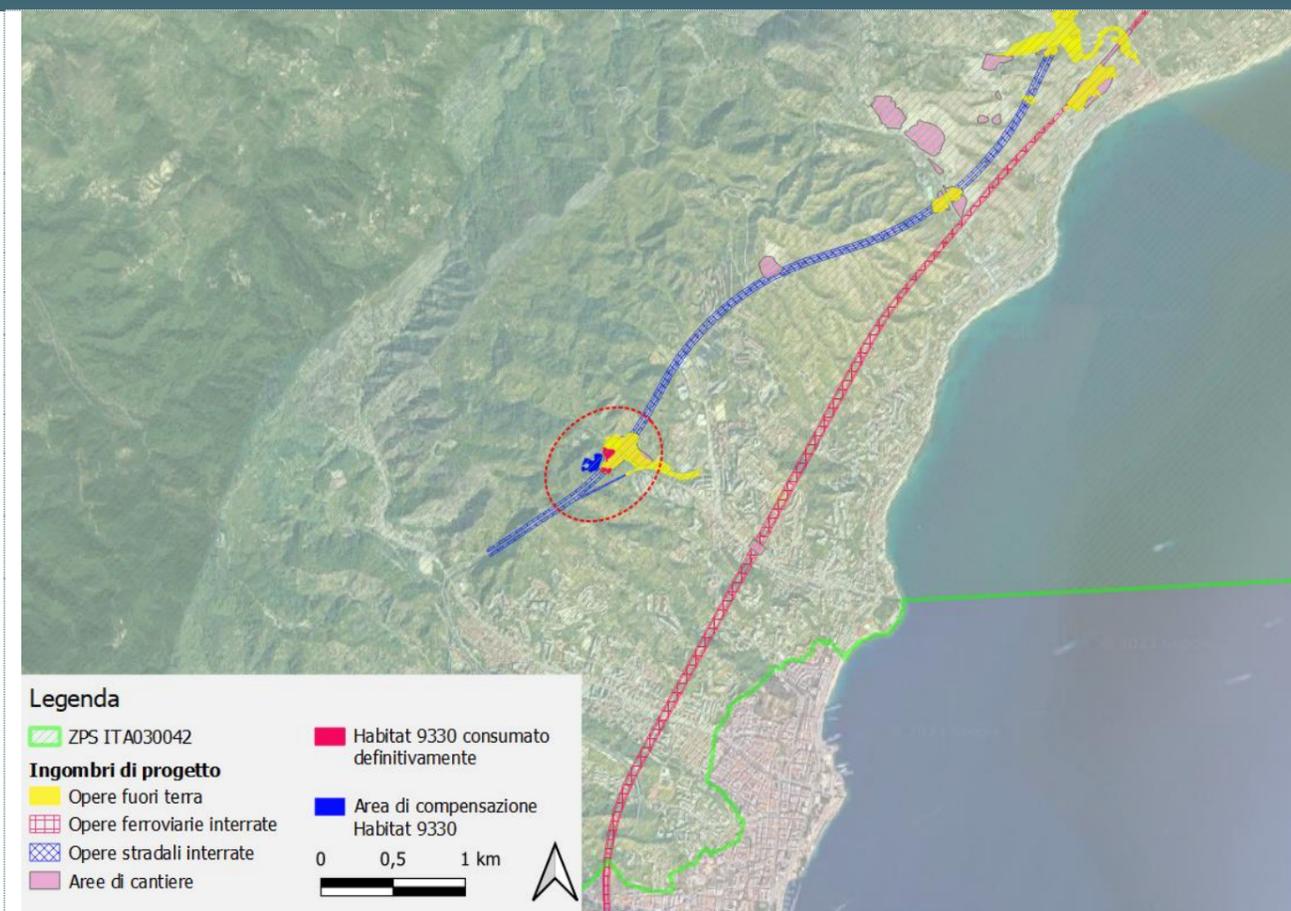
**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-009 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9330 "Foreste di Quercus *suber*"**

**Tempi di ripristino prevedibili**

La creazione ex-novo di un habitat forestale, in particolare se si tratta di querceti, richiede tempi abbastanza lunghi. Una quercia da sughero raggiunge l'altezza di 1 metro dopo circa 7-9 anni dalla semina della ghianda. L'acquisto in vivaio di piante pronto effetto ha costi molto alti commisurato al tempo di coltivazione in vivaio. Utilizzando piante alte circa 2 metri si prevedono tempi di formazione dell'Habitat pari a circa 8-10 anni.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		



**Figura 3 – Localizzazione dell'area di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 9330**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-009.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente Flora-vegetazione**

Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 9330 "Foreste di *Quercus suber*" obiettivo di conservazione del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.

**Componente Fauna**

La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi.  
In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente Flora-vegetazione**

Non necessarie, impatto positivo.

**Componente Fauna**

Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna.

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Componente Flora-vegetazione**

Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 9330. Si prevede di monitorare almeno 3-5 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verranno comunque concordati con gli Enti di controllo anche mediante sopralluoghi congiunti.

Il periodo di campionamento ottimale è compreso tra maggio e giugno (Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016).

La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.

L'analisi prevederà il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione oggetto d'impianto e dell'intero sistema.

Verranno effettuate misure di copertura e dimensioni delle specie presenti nel sito di indagine, nei tre strati principali (arboreo, arbustivo ed erbaceo), con l'obiettivo di monitorare la cenosi sia in termini strutturali (dendrometrie) che cenologici (composizione floristica).

Inoltre per avere un quadro di maggior dettaglio del dinamismo in atto, verranno calcolati anche alcuni indici quali: rapporto copertura strato arboreo/arbustivo; rapporto presenza specie aliene/native; Indice ipsometrico strato arboreo e arbustivo; Indice di rinnovazione; presenza di legno morto (quantità, qualità: età, origine, taglia).

In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 9330, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il **metodo fitosociologico di Braun-Blanquet**.

Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stazionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.).

Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite.

I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito:

- R Rara, uno o pochi individui isolati
- + Sporadica con copertura trascurabile
- 1 Copertura dall'1 al 5 %
- 2 Copertura dal 5 al 25 %
- 3 Copertura dal 25 al 50 %

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

- 4 Copertura dal 50 al 75 %
- 5 Copertura > 75 %

Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto.

I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico.

Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.

**Bibliografia essenziale**

AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>

Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA

Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.

Camerano P., Cullotta S., Varese P. (a cura di), 2011. Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia. Tipi Forestali. Regione Siciliana, pp. 192

Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, cbc-med.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-010 Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici"**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro (Ante Operam)

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS042

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici"

**Obiettivi della prescrizione:**

Tutela dell'Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici" all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Al fine di ottemperare alla richiesta di integrazione di cui alla CT-VA n. 1185/2013 sopra riportata che chiede di individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione a seguito del consumo di Habitat in All. I della Dir. 92/43/CEE si è provveduto, come prima analisi, ad aggiornare l'analisi dei consumi e in seguito ad individuare adeguate misure di mitigazione e compensazione.

L'aggiornamento dell'analisi dei consumi ha previsto la sovrapposizione delle aree di cantiere/siti di deposito/aree di lavorazione e delle opere di progetto fuori terra con la **Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000** (attuale documento ufficiale di riferimento) prodotta dalla Regione Sicilia e pubblicata in data 29 agosto 2023 sul S.I.T.R - Sistema Informativo Territoriale Regionale (Indirizzo: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/download/tematismi/piani-di-gestione-rete-natura-2000/>).

Il consumo definitivo si riferisce alle superfici occupate in maniera permanente da opere di progetto mentre il consumo temporaneo si riferisce a superfici occupate da opere provvisorie (cantiere, depositi, aree di lavorazioni, piste di cantiere temporanee) in cui sarà possibile intervenire con azioni di ripristino.

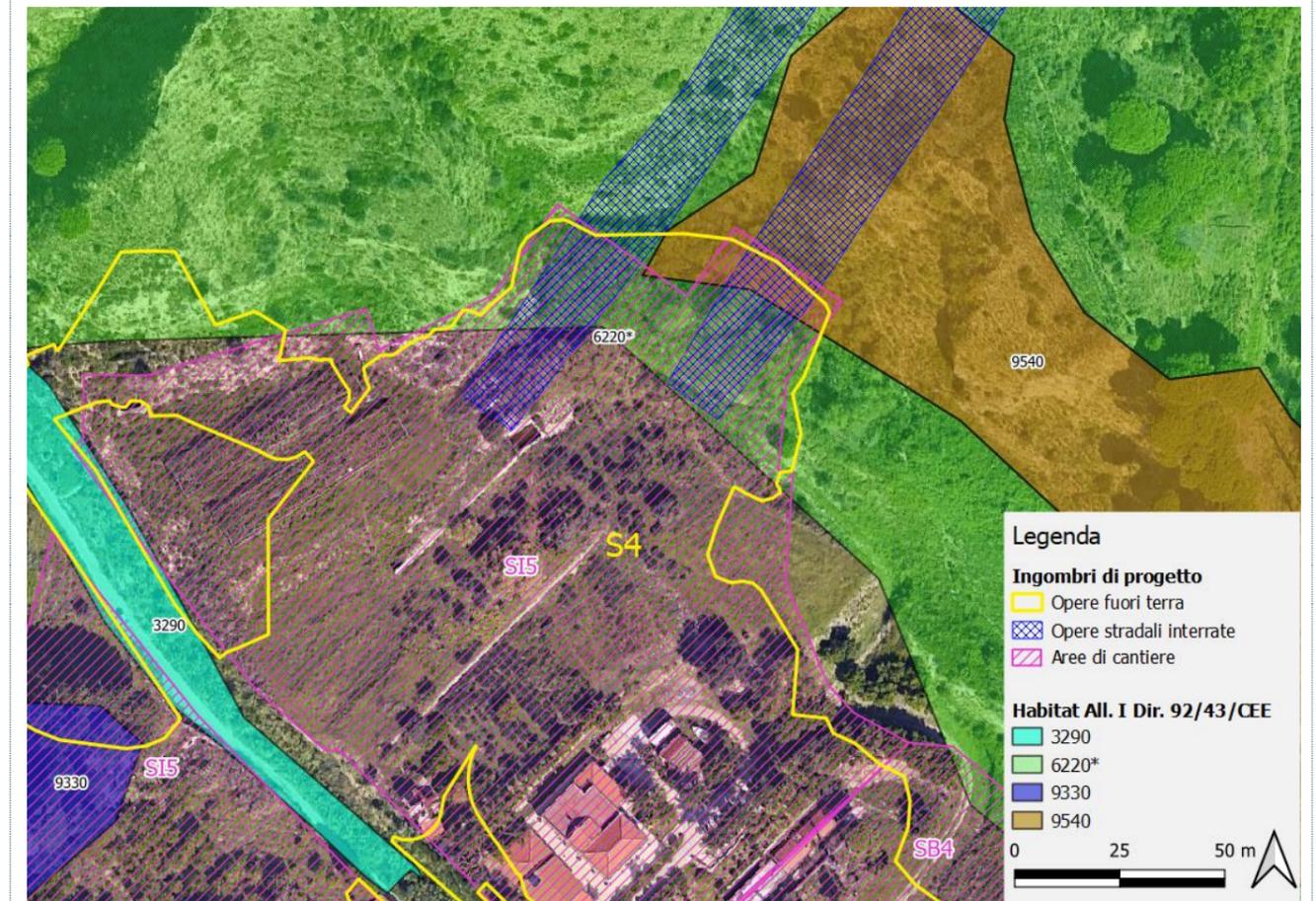
Nella tabella che segue sono riportate le superfici di Habitat 9540 coinvolte dal progetto in maniera temporanea (che saranno oggetto di ripristino) e in maniera definitiva che verranno compensate.

**Tabella 1 – Consumi temporanei e definitivi di Habitat 9540 lato Sicilia da sovrapposizione del PD con Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000**

HABITAT	SITO RETE NATURA 2000 INTERFERITO	SUP CONSUMATA TEMPORANEAMENTE DA CANTIERIZZAZIONE LATO SICILIA (HA) (DA RIPRISTINARE)	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA) (DA COMPENSARE)
9540 - Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici	ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina"	0,01	0,04

**Breve descrizione dell'Habitat 9540:** Pinete mediterranee e termo-atlantiche a pini termofili mediterranei: *Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*... localizzate in territori a macroclima mediterraneo limitatamente ai terrotipi termo e mesomediterraneo. Presentano in genere una struttura aperta che consente la rinnovazione delle specie di pino e la presenza di un denso strato arbustivo costituito da specie sclerofille sempreverdi. Talora costituiscono delle formazioni di sostituzione dei boschi dei Quercetalia ilicis o delle macchie mediterranee dei Pistacio-Rhamnetalia alaterni. Rientrano in questo habitat gli impianti artificiali realizzati da molto tempo che si sono stabilizzati e inseriti in un contesto di vegetazione naturale (<http://vnr.unipg.it/habitat/>).

**Localizzazione**



**Figura 1 – Sovrapposizione degli ingombri delle opere definitive (tratteggiato giallo) e delle aree di cantiere (tratteggiato magenta) rispetto l'Habitat 9540 riportato nella Cartografia degli Habitat dei Piani di Gestione dei Siti Natura 2000 della Regione Sicilia**

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. P.CA.BI-010

**Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici"**

**Mitigazione**

Per le superfici di **Habitat 9540** occupate temporaneamente come misura di mitigazione si procederà al ripristino dell'Habitat 9540 consumato dai cantieri e/o aree di lavorazione secondo le modalità sintetizzate nella presente scheda e sviluppate nel progetto definitivo delle compensazioni HAB06 (Elaborati: AMR1032, AMR1033, AMR1034, AMR1035 e AMR1036).

**Compensazione**

Per le superfici di **Habitat 9540** occupate definitivamente dalle opere di progetto è prevista la compensazione della superficie consumata con una superficie pari ad un rapporto minimo di 1 a 1,5 (come previsto dalle Linee Guida Nazionali Vinca 2019 per il consumo di habitat di interesse comunitario non prioritario).

Per la compensazione, come previsto dalla succitata LG VINCA 2019, le opzioni valutate sono state le seguenti:

1. ripristino o miglioramento di siti esistenti mediante interventi che garantiscano il mantenimento dell'Habitat all'interno del sito Natura 2000 coinvolto con lo stesso valore in termini di grado di conservazione e che garantiscano il rispetto degli obiettivi di conservazione per cui il sito è stato designato.
2. creazione ex-novo dell'habitat su un nuovo sito o ampliato da inserire nella Rete Natura 2000.
3. inserimento di un nuovo sito ai sensi delle direttive Habitat e/o Uccelli, unitamente alla gestione del sito.

Nel caso specifico si è scelto di realizzare:

- interventi di miglioramento dell'Habitat 9540 esistente su una superficie pari a ca 0,28 Ha (**rapporto di compensazione 1 a 6,7**).

**Tabella 2 – Superficie di compensazione Habitat 9540**

HABITAT	SUP CONSUMATA DEFINITIVAMENTE DA OPERE DI PROGETTO LATO SICILIA (HA)	SUP MINIMA IN CUI PREVEDERE INTERVENTI DI COMPENSAZIONE (HA)	SUP AREA DI COMPENSAZIONE (HA)
9540 - Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici	0,04	0,06	0,28

In Figura 2 è riportata la localizzazione dell'area di compensazione individuata.

Nella Foto 1 e Foto 2 si può osservare l'Habitat 9540 presente nell'area. Si tratta di una pineta a pino domestico (*Pinus pinea*) naturalizzata.

Le principali pressioni che insistono sull'Habitat sono: incendi, pascolo, antropizzazione.

Di seguito sono sintetizzate le modalità esecutive degli interventi di ripristino e compensazione sviluppate nel progetto definitivo HAB06 (Elaborati: AMR1032, AMR1033, AMR1034, AMR1035 e AMR1036).

**Modalità e tecniche di realizzazione degli interventi di ripristino e compensazione**

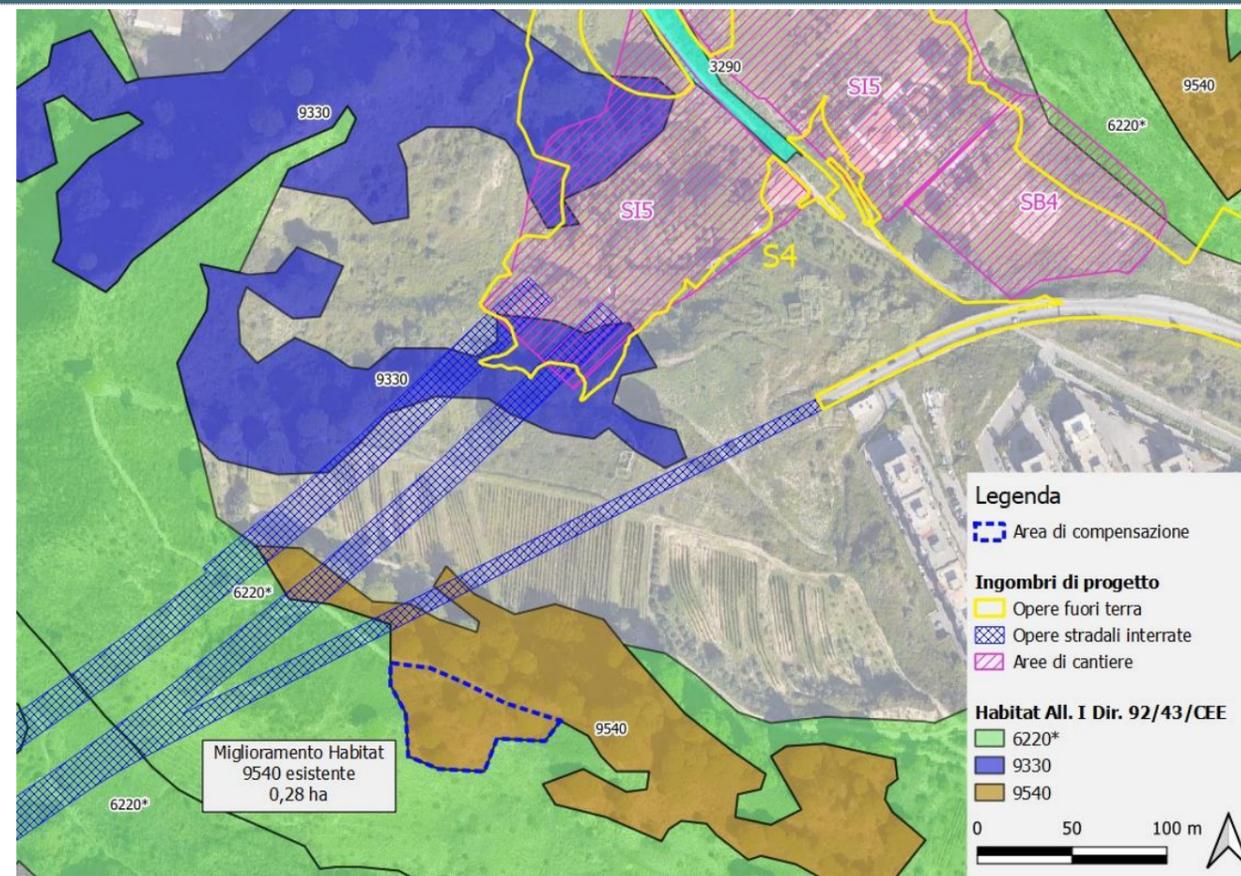
Per la creazione ex-novo dell'habitat 9540 saranno previste essenzialmente le seguenti azioni:

1. Messa a dimora di piante di pino domestico (*Pinus pinea*) nelle zone più aperte lasciando comunque spazi prativi e creando macchie arbustive miste di arbusti compatibili con la pineta a pino domestico (ad esempio *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Cistus salvifolius*, ecc.). Per gli impianti si utilizzeranno specie autoctone selezionate possibilmente di provenienza locale.
2. Interventi di miglioramento selvicolturale;
3. Attività di manutenzione per i primi 3 anni dagli interventi (sostituzione di piante morte, zappettatura attorno alle singole piante, irrigazioni di soccorso).
- 4.

**Tempi di realizzazione degli interventi**

Le azioni di progetto verranno realizzate durante la stagione autunnale-invernale per evitare il disturbo alla fauna potenzialmente riproduttiva negli ambienti coinvolti. Le attività di messa a dimora delle piante arboree di *Pinus pinea* e degli arbusti avverranno a febbraio-marzo prima dell'inizio della stagione vegetativa.

Si sottolinea che la realizzazione degli interventi di compensazione, essendo previsti in aree esterne alle aree di cantiere, verranno realizzati in fase di AO (Ante Operam), migliorando e creando nuovi habitat di specie che possono essere utilizzati da specie faunistiche durante la fase di cantiere.



**Figura 2 – Localizzazione dell'area di compensazione prevista per il consumo definitivo di Habitat 9540**



**Foto 1 – Particolare dell'Habitat 9540 presente nella zona**



**Foto 2 – Particolare dell'Habitat 9540 presente nella zona**

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA.BI-010 **Versante Sicilia: progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione e compensazione per il consumo di Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici"**

**Tempi di ripristino prevedibili**

Trattandosi di interventi di miglioramento di un Habitat già presente i tempi previsti per gli effetti positivi derivanti dall'intervento di compensazione sono stimati in circa 3 anni.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0244_F0	AMVR0247
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

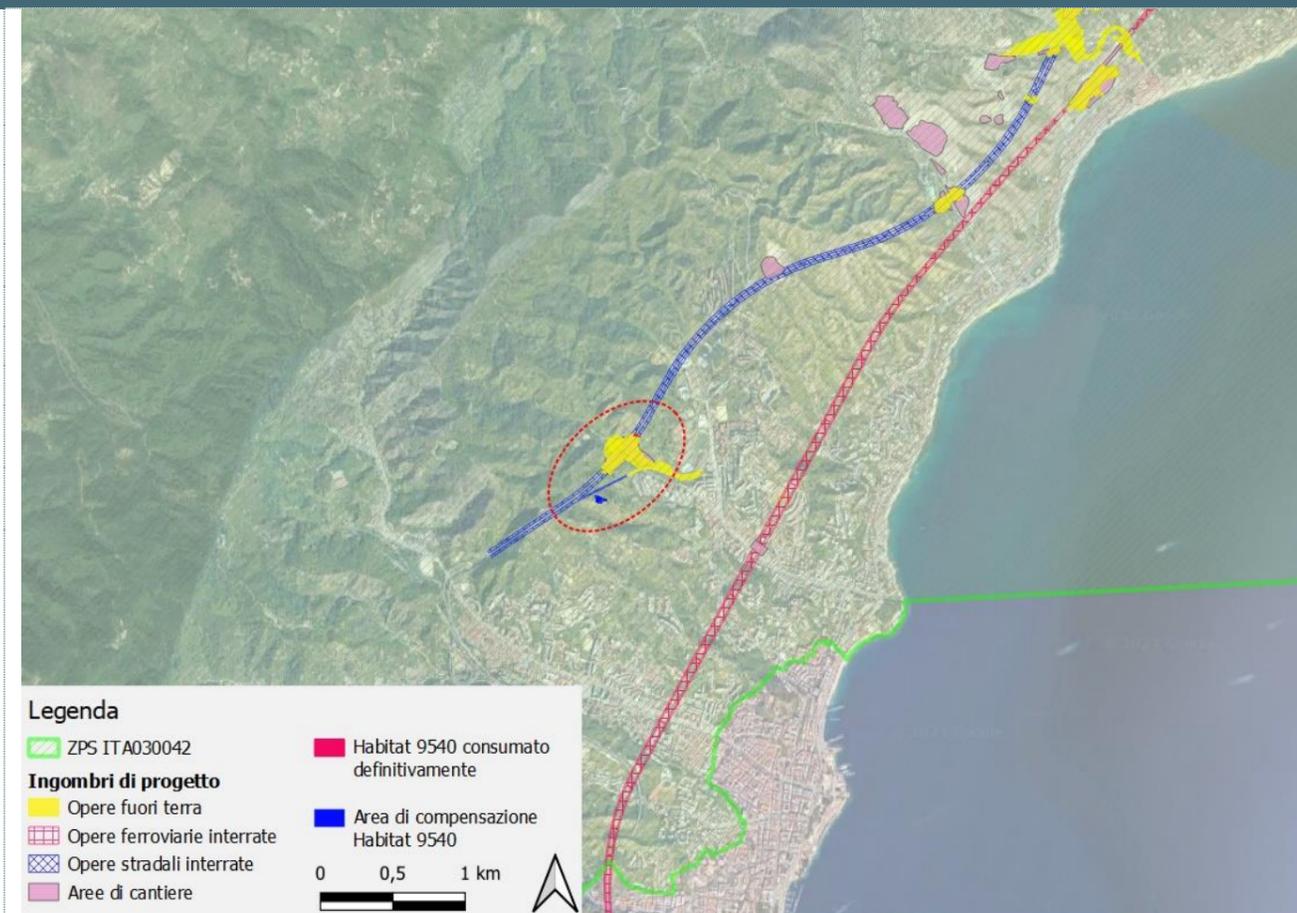


Figura 3 – Localizzazione delle aree di compensazione rispetto alle aree di consumo definitivo di Habitat 9540

TITOLO DEL DOCUMENTO

Codice documento  
P.CA.BI-010.docx

Rev Data

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente Flora-vegetazione**

Impatto positivo sulla componente flora-vegetazione in quanto la presente scheda progettuale ha come obiettivo la tutela dell'Habitat 9540 "Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici" presente all'interno del sito Natura 2000 ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e area marina dello stretto di Messina" mediante interventi di mitigazione e compensazione.

**Componente Fauna**

La realizzazione degli interventi può comportare un disturbo temporaneo durante la fase di cantiere alle specie faunistiche che possono frequentare l'ambiente in cui sono previsti gli interventi.  
In fase di esercizio l'impatto sulla fauna sarà positivo in relazione alla creazione/miglioramento degli habitat di specie esistenti.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente Flora-vegetazione**

Non necessarie, impatto positivo.

**Componente Fauna**

Come misura mitigativa si prevede di realizzare gli interventi durante il periodo autunnale-invernale, anche per evitare il disturbo durante il periodo riproduttivo che rappresenta il periodo di maggior vulnerabilità per la fauna.

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Componente Flora-vegetazione**

Lo scopo del monitoraggio è la puntuale verifica del successo degli interventi di ripristino e di compensazione dell'Habitat 9540.  
Si prevede di monitorare almeno 2-3 stazioni. Il numero esatto e la localizzazione verrà comunque concordato con gli Enti di controllo, anche mediante sopralluoghi congiunti. Il periodo di monitoraggio ottimale è compreso tra aprile e giugno.  
La durata del monitoraggio sarà di una annualità in fase di AO e di almeno 3 anni in Fase PO con eventuale prosecuzione per ulteriori periodo, da concordarsi con gli Enti di controllo, qualora al termine del periodo di monitoraggio non siano ancora stati raggiunti gli obiettivi prefissati per l'intervento mitigativo o compensativo.  
L'analisi prevederà il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione oggetto d'impianto e dell'intero sistema.  
Verranno effettuate misure di copertura e dimensioni delle specie presenti nel sito di indagine, nei tre strati principali (arboreo, arbustivo ed erbaceo), con l'obiettivo di monitorare la cenosi sia in termini strutturali (dendrometrie) che cenologici (composizione floristica).  
Inoltre per avere un quadro di maggior dettaglio del dinamismo in atto, verranno calcolati anche alcuni indici quali: rapporto copertura strato arboreo/arbustivo; rapporto presenza specie aliene/native; Indice ipsometrico strato arboreo e arbustivo; Indice di rinnovazione; presenza di legno morto (quantità, qualità: età, origine, taglia).  
In alcuni punti rappresentativi dell'Habitat 9540, saranno eseguiti prima e dopo l'intervento, anche indagini vegetazionali con il **metodo fitosociologico di Braun-Blanquet**.  
Questo metodo prevede l'identificazione di un'area (plot permanente), sulla quale eseguire il campionamento, che presenti il requisito dell'omogeneità nella fisionomia e nei parametri stagionali (pendenza, esposizione, tipo di substrato, ecc.).  
Il primo step prevede un'analisi strutturale che consiste nella definizione degli strati che compongono la cenosi e nella valutazione della copertura percentuale e nella stima dell'altezza media di ciascuno. Il rilievo prosegue con la definizione della composizione specifica della comunità vegetale mediante l'identificazione delle specie presenti in ogni strato e la definizione dei loro rapporti quantitativi, avvalendosi dell'approccio incrementale, completando cioè l'elenco a partire da un'area di limitata estensione che viene ripetutamente raddoppiata fino al raggiungimento di un valore costante nel numero di specie censite.  
I valori quantitativi delle singole specie vengono stimati direttamente ed espressi utilizzando gli indici di abbondanza-dominanza della scala convenzionale o scala di Braun-Blanquet (1928) riportati di seguito:

R	Rara, uno o pochi individui isolati
+	Sporadica con copertura trascurabile
1	Copertura dall'1 al 5 %
2	Copertura dal 5 al 25 %
3	Copertura dal 25 al 50 %
4	Copertura dal 50 al 75 %

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**5 Copertura > 75 %**

Il rilievo viene accompagnato da una serie di dati stazionali (località, coordinate geografiche, codice identificativo della stazione) e corredato di una foto.

I rilievi vengono organizzati in forma tabellare. Per ogni punto di rilevamento la scheda raccoglie tutte le informazioni di campo e viene completata con la localizzazione della stazione su supporto cartografico.

Nella relazione verrà riportato l'inquadramento fitosociologico della formazione rilevata, al syntaxon di maggior definizione. Verranno messe in evidenza la ricchezza specifica e i gruppi di specie indicatrici di situazioni di disturbo e di pregio naturalistico (sinantropiche, infestanti, rare e protette) e calcolati alcuni indici di biodiversità per permettere un confronto tra gli anni di monitoraggio.

**Bibliografia essenziale**

AA.VV., 2010. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. <http://vnr.unipg.it/habitat/>  
Angelini P., Bianco P., Cardillo A., Francescato C., Oriolo G., 2009. Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000. ISPRA  
Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.  
Camerano P., Cullotta S., Varese P. (a cura di), 2011. Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia. Tipi Forestali. Regione Siciliana, pp. 192  
Marzo A, Herreros R & Zreik Ch (Eds.). 2015. Guida delle Buone Pratiche di ripristino degli habitat del Mediterraneo. ENPI, cbc-med.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-011** Programma censimento avifauna morta per collisione

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- VIAC052

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- -10c (monitoraggio)

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- -

Oggetto della prescrizione:

La richiesta di integrazioni riguarda il monitoraggio dedicato alla ricerca di fauna morta in seguito a collisione con la struttura del Ponte. Come richiesto vengono specificati tempi, frequenza e modalità di esecuzione.

Obiettivi della prescrizione:

Valutare l'impatto effettivo della presenza della struttura verso le specie animali volanti nell'area dello Stretto di Messina (Uccelli, Chiroteri) nella fase di cantiere, dalla posa delle prime strutture aeree, e nella fase di esercizio.

Descrizione dell'azione prescrittiva

La possibile collisione di Uccelli e Chiroteri con pendini e altre strutture del Ponte rappresenta uno degli impatti residui di maggiore portata sulla componente faunistica. Considerata l'importanza annessa alla fauna migratoria in sede di valutazione degli impatti, si opta per incrementare la frequenza secondo le stime più prudenti riportate in letteratura ed estenderne l'esecuzione all'intera struttura. Si procederà con due differenti modalità:

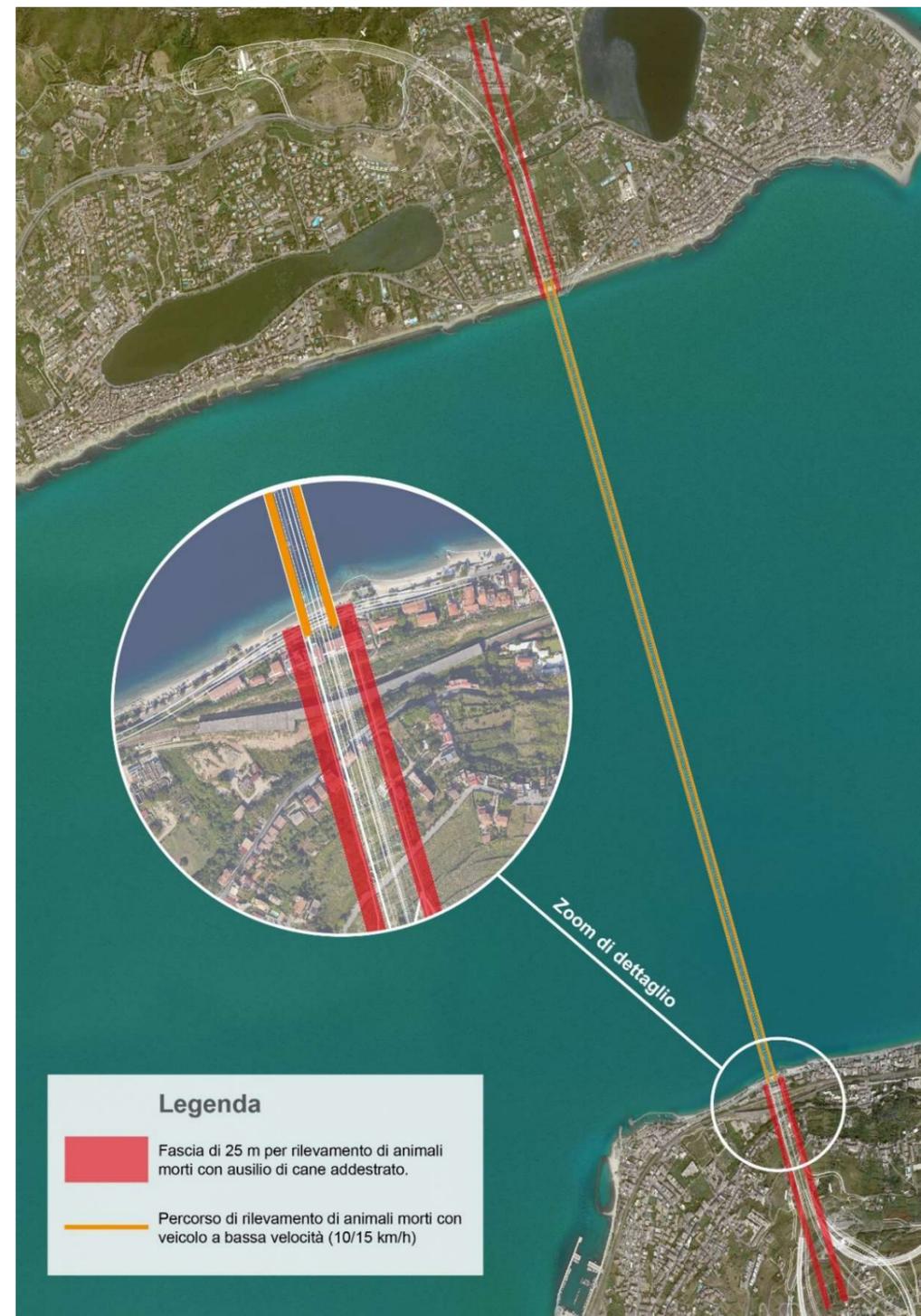
- a) Rilievi sotto l'impalcato, da eseguire a piedi in una fascia di 25 m dalla struttura, con ausilio di un cane addestrato e affiatato con il conduttore.
- b) Rilievi sulle piste di servizio del Ponte, da eseguire con veicolo a bassa velocità (10-15 km/h).

La prima verrà applicata già in fase di cantiere, a partire dall'innalzamento delle strutture aeree, la seconda in fase di esercizio. I dettagli sono forniti nella descrizione metodologica e nel Progetto di Piano di Monitoraggio.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap. 5.8	
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le	[v. MA066_F0 – Cap. 6, Par 6.1 e 6.2]	
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza	Cap 10	
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



Legenda

- Fascia di 25 m per rilevamento di animali morti con ausilio di cane addestrato.
- Percorso di rilevamento di animali morti con veicolo a bassa velocità (10/15 km/h)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>		<i>Codice documento</i> P.CA.BI-011_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

<b>Descrizione metodologica</b>
<p><b>Modalità di esecuzione</b></p> <p>Il monitoraggio degli animali morti, o carcasse, avviene con modalità differenti a seconda che si tratti di conteggi effettuati su sedi stradali (come in diversi programmi diretti a valutare il cosiddetto Road-Kill, v. Schwartz et al. 2020 per una bibliografia estesa) o in condizioni di campagna, come ad esempio al di sotto delle strutture aeree degli elettrodotti (Martins et al 2023) o sotto alle pale eoliche (Hull &amp; Muir, 2010; Huso &amp; Dalthorp, 2014).</p> <p>La casistica esaminata da Martins et al. (2023) per gli elettrodotti riguarda 31 programmi di monitoraggio sugli uccelli, della lunghezza compresa tra 2,2 e 33 km (media 13 km), per una fascia di ampiezza tra i 5 e i 25 m. Le linee guida ministeriali per la mitigazione dell'impatto delle linee elettriche sull'avifauna (Pirovano &amp; Cocchi 2008) suggeriscono per i transetti un percorso a zig-zag. Per la difficoltà della ricerca in ambienti con vegetazione al suolo, Martins et al. (2023) segnalano che la maggior parte dei programmi di ricerca (90%) viene condotto con osservatori che operano in coppia, in alcuni casi con ausilio di cani addestrati alla ricerca olfattiva. L'uso del cane è utile in particolare in situazioni con vegetazione folta o in caso di rilevamenti infrequente, in cui il cane può segnalare siti in cui le carcasse siano state rimosse da animali necrofili, e per carcasse di piccole dimensioni (Barrientos et al., 2018). La percorrenza a piedi limita la velocità ad un massimo di 2 km/h.</p> <p>Nel caso di monitoraggi lungo strada, Luell et al (2003) suggeriscono l'impiego di veicoli a bassa velocità (15 km/h), indicando inoltre la necessità di effettuare i transetti molto presto al mattino onde evitare la rimozione delle carcasse da parte di animali necrofili (citando come esempio la Gazza). La persistenza delle carcasse è considerato il principale fattore che può inficiare la corretta stima della mortalità (Santos et al., 2011): in uno studio sperimentale della durata di un anno, gli autori hanno verificato che la maggior parte delle carcasse scompare entro il primo giorno, in particolare se specie di piccola taglia (inclusi piccoli uccelli o pipistrelli). La possibile rimozione di piccoli uccelli o pipistrelli caduti sulla struttura del ponte dopo un impatto con i pendini è certamente verosimile in presenza di una specie altamente opportunistica dal punto di vista trofico come il Gabbiano reale mediterraneo (v. Passarella, 2022), abituale predatore di piccoli nelle colonie di uccelli marini e raccogliatore di rifiuti (del Hoyo et al., 2020). La raccolta di informazioni su carcasse di rapaci può contare su una persistenza di almeno due giorni (Santos et al., 2011).</p>

<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<p><b>Componente ambientale 1 Fauna</b></p> <p>Obiettivo della prescrizione è misurare l'impatto residuo della presenza fisica del Ponte.</p> <p>La morte per collisione degli animali con la presenza fisica della struttura del Ponte è il principale impatto diretto dell'Opera in esame. Infatti, le collisioni "casuali" con la struttura del Ponte sono state stimate, attraverso le indagini condotte con i radar nella stagione primaverile, nell'ordine delle decine di migliaia di esemplari (cfr documento AMV0606_F0, par. 5.5.6: Stima delle potenziali collisioni), mentre una maggiore altezza di volo durante la migrazione autunnale risulta in un impatto potenziale di gran lunga inferiore (cfr documento MA0000PSDDGMA0100_F0: Rilievi radar e osservazioni dirette). Il monitoraggio degli animali morti rappresenta il metodo principale per una effettiva valutazione in corso d'opera dell'impatto del Ponte e dell'efficacia delle misure di mitigazione adottate. Si deve pertanto definire una metodologia particolarmente accurata e affidabile.</p>
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<p><b>Componente ambientale n</b></p> <p>Non pertinente</p>

<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<p><b>Tempistica</b></p> <p>Date gli obiettivi della prescrizione, si prevede di effettuare censimenti di animali morti per collisione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>in fase di cantiere</b>, dal momento dell'installazione delle prime strutture aeree, lungo il perimetro della struttura in corso di costruzione nella parte a terra (<b>A in fig. 1</b>), a piedi con la presenza di due rilevatori e l'impiego di un cane addestrato, con la seguente tempistica: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ ad intervalli di 7 giorni nel periodo di migrazione primaverile (16 marzo - 31 maggio), caratterizzato da numeri più alti e altezza di volo mediamente inferiore rispetto al periodo di migrazione autunnale,</li> <li>→ a intervalli di 15 giorni nel resto dell'anno;</li> </ul> </li> </ul>

<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>in fase di esercizio</b>, lungo il perimetro della struttura nella parte a terra (<b>A in fig. 1</b>), a piedi con la presenza di due rilevatori e l'impiego di un cane addestrato, con la seguente tempistica <ul style="list-style-type: none"> <li>→ ad intervalli di 7 giorni nel periodo di migrazione primaverile (16 marzo - 31 maggio), caratterizzato da numeri più alti e altezza di volo mediamente inferiore rispetto al periodo di migrazione autunnale, e nel periodo di dispersione dei Procellariiformi (1 settembre - 31 ottobre),</li> <li>→ a intervalli di 15 giorni nel resto dell'anno;</li> </ul> </li> <li>○ <b>In fase di esercizio</b>, lungo le vie di servizio che percorreranno il Ponte per l'intera sua lunghezza (<b>B in fig. 1</b>), con un veicolo a bassa velocità (10-15 km/h), <ul style="list-style-type: none"> <li>→ quotidianamente nel periodo di migrazione primaverile (16 marzo - 31 maggio), caratterizzato da numeri più alti e altezza di volo mediamente inferiore rispetto al periodo di migrazione autunnale,</li> <li>→ a giorni alterni nel periodo di dispersione dei Procellariiformi (1 settembre - 31 ottobre),</li> <li>→ a intervalli di 15 giorni nel resto dell'anno.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Modalità di esecuzione</b></p> <p>Censimenti lungo il perimetro della struttura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I censimenti saranno condotti a piedi lungo il perimetro dell'opera al suolo;</li> <li>• Ci si avvarrà di un cane addestrato ed affiatato con il conduttore;</li> <li>• Ogni censimento avrà inizio entro i primi 30 minuti dal sorgere del sole;</li> <li>• Si procederà con andamento a zig-zag entro una fascia di 25 m dalla struttura, a una velocità non superiore ai 2 km/h;</li> <li>• Per ogni osservazione si procederà alla documentazione fotografica, alla registrazione della posizione con rilevamento GPS, all'identificazione ove possibile di specie, età e sesso e stato fisiologico (peso e misure biometriche, livello di adiposità);</li> <li>• Le carcasse verranno rimosse e conferite a istituzioni scientifiche (Musei di Storia naturale, Università) individuate con apposite convenzioni, o altrimenti smaltiti secondo le normative sanitarie.</li> </ul> <p>Censimenti lungo le vie di servizio del Ponte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I censimenti saranno condotti a lungo i corridoi di servizio a lato della sede stradale, per tutta la loro lunghezza e su entrambi i lati del Ponte, con un veicolo idoneo a bassa velocità, a velocità non superiore ai 15 km/h;</li> <li>• Ogni censimento avrà inizio entro i primi 30 minuti dal sorgere del sole;</li> <li>• Il rilevamento riguarderà sia i percorsi di servizio, sia la strada a normale percorrenza;</li> <li>• Per ogni osservazione lungo i corridoi di servizio, si procederà alla documentazione fotografica, alla registrazione della posizione con rilevamento GPS, all'identificazione ove possibile di specie, età e sesso e stato fisiologico (peso e misure biometriche, livello di adiposità);</li> <li>• Le carcasse incontrate lungo i corridoi di servizio verranno rimosse e conferite a istituzioni scientifiche (Musei di Storia naturale, Università) individuate con apposite convenzioni, o altrimenti smaltiti secondo le normative sanitarie.</li> <li>• Per ogni osservazione relativa alle strade a normale percorrenza, si procederà soltanto alla documentazione fotografica, alla registrazione della posizione con rilevamento GPS, all'identificazione ove possibile di specie, età e sesso;</li> <li>• Per ragioni di sicurezza del personale e del traffico veicolare, non si procederà alla raccolta delle carcasse; doppi conteggi in giorni successivi verranno evitati con il confronto delle coordinate e delle fotografie delle osservazioni.</li> </ul>
<b>Revisione in corso d'opera</b>
<p>Frequenza e opportunità dei rilevamenti sugli animali morti per collisione verranno riesaminati sulla base dei risultati al termine del programma di ricerca previsto (quale misura compensativa, v. Revisione AM0606_F0) sull'effetto delle diverse temperature di colore dell'impianto di illuminazione, e comunque a intervalli di tre anni dall'inizio della fase di esercizio.</p>

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-018** Effetti di irraggiamento e ombreggiamento su flora e fauna dell'ambiente marino

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAG034

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o 10c

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

L'allegato alla relazione AMV0243 relativo all'illuminazione notturna e all'ombra diurna del ponte si limita ad effettuare, per quanto riguarda l'ombra diurna, le analisi di ombreggiatura e irraggiamento sulla superficie marina e in profondità, ma tale analisi non è collegata ai reali effetti prodotti su flora e fauna.

Obiettivi della prescrizione:

Effettuare uno studio più specifico per l'ambiente marino in merito all'effetto dell'illuminazione notturna (Relazione di calcolo illuminotecnico PI0078) e a quello dell'ombra diurna del ponte (Relazione di incidenza AM0053) sul mare.

Descrizione dell'azione prescrittiva

Impostazione della ricerca sugli effetti su flora e fauna (benthos, necton e plancton) di ombreggiatura e irraggiamento sulla superficie marina e in profondità.

Ad integrazione dei dati bibliografici disponibili sull'area vasta e delle indagini già eseguite si procederà alla realizzazione di nuove campagne di indagini all'interno della potenziale area di influenza del progetto allo scopo di verificare le condizioni allo stato attuale rispetto alla situazione passata.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap. 4.3.4, 5.2	
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



Le indagini verranno condotte su transetti ortogonali alla costa (tratteggiato in blu) fino alla profondità massima di circa 50 m, al centro dell'impalcato, al limite dell'impalcato, e a 50 m dal profilo dell'impalcato. In alto sono rappresentati i transetti su cui dovranno essere fatti i monitoraggi sul lato siciliano mentre in basso i transetti sul lato calabrese.

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento P.CA.BI-018_rev	Rev	Data
----------------------	-------------------------------------	-----	------

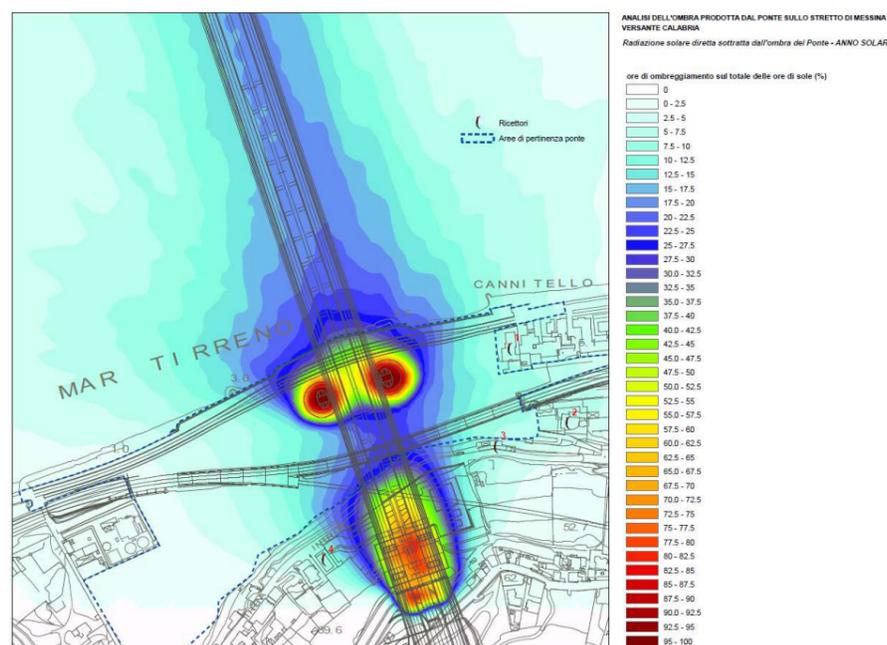
**Descrizione metodologica**

**Impostazione**

I siti di monitoraggio sono stati scelti sulla base dei risultati dell'analisi della proiezione dell'ombra sullo spazio marittimo interessato dalla perturbazione. In accordo all' analisi di ombreggiamento riportata nel progetto definitivo (versione AM0053\_F0, pag .54) si evince che nello spazio marittimo sottostante l'impalcato si registra una riduzione di circa il 30% delle ore di ombreggiamento sul totale delle ore di esposizione al sole mentre, alla distanza di 50 metri dalla proiezione a mare dell'impalcato si registra una riduzione fino al 12,5%. Pertanto, al fine di valutare lo status quo *ante operam* e l'eventuale cambiamento *post operam* delle biocenosi bentoniche dello specchio di mare interessato da vari livelli di ombreggiamento (dal massimo al minimo) si propone di effettuare i monitoraggi nelle seguenti posizioni: nella proiezione a mare del centro dell'impalcato, proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato e a 50 metri dalla proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato.

Le metodologie adottate per il monitoraggio della componente biotica, potenzialmente influenzata dall'ombreggiamento derivante dall'opera in questione, sono state selezionate in base alle biocenosi potenziali identificate nelle aree soggette ad analisi. Queste informazioni sono state desunte dalle mappe biocenotiche elaborate nell'ambito dello studio di impatto ambientale, come dettagliato nel documento "RELAZIONE GENERALE – AMBIENTE MARINO, AMV0243\_F0 del 31/05/2012" e dalle carte di habitat del ZSC IT9350172 Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi.

Tali metodologie di monitoraggio sono state scelte per garantire una valutazione accurata degli effetti sull'ecosistema marino, tenendo conto delle peculiarità delle biocenosi coinvolte. La scelta si basa sulla comprensione approfondita delle dinamiche ambientali, sottolineando la coerenza e la continuità con le informazioni fornite nella relazione generale di impatto ambientale.



**Figura 1. Carta dell'ombreggiamento lato Calabria (dallo Studio di incidenza ecologica AM0053\_F0).**

Il plancton, che per definizione riguarda organismi acquatici sia animali che vegetali non capaci di movimento proprio ma trasportati dalle correnti e senza alcun rapporto con il fondo, nel contesto dello Stretto di Messina caratterizzato da un forte idrodinamismo dovuto alle correnti di deriva, di marea e di gorghi (cfr paragrafo 4.4.7 AMV0598), risulta una componente dell'ecosistema marino sulla quale gli impatti dovuti dall'ombreggiamento dell'opera possono considerarsi trascurabili.

**Monitoraggio flora marina: componente algale e fanerogame**

Proiezione a mare del centro dell'impalcato

- a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n.1 transetto\*)

**Descrizione metodologica**

b) monitoraggio *Posidonia oceanica* a 15 metri di profondità secondo linee guida ISPRA: individuare 3 aree 20 x 20m (400 m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro) in ciascuna delle quali verranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità utilizzando quadrati 40x40 cm;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (Figura 2b) (n.1 stazione monitoraggio *posidonia*)

c) monitoraggio *P. oceanica* su limite inferiore secondo linee guida ISPRA: transetto orizzontale in corrispondenza dei *balise*, 6 misure di densità e 6 prelievi di fasci per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (n.1 transetto)

d) monitoraggio della macroflora algale a 5, 10, 20, 40 metri tramite la tecnica del grattaggio usando quadrati di 20 cm per lato disposti in maniera casuale effettuando 3 repliche per stazione (n.4 stazioni monitoraggio flora algale)

Proiezione a mare del bordo esterni dell'impalcato

a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n.1 transetto per lato\*)

b) monitoraggio *Posidonia oceanica* a 15 metri di profondità secondo linee guida ISPRA: individuare 3 aree 20 x 20m (400 m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro) in ciascuna delle quali verranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità utilizzando quadrati 40x40 cm;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (Figura 2b) (n.1 stazione monitoraggio *posidonia*)

c) monitoraggio *P. oceanica* su limite inferiore secondo linee guida ISPRA: transetto orizzontale in corrispondenza dei *balise*, 6 misure di densità e 6 prelievi di fasci per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (n.1 transetto per lato)

d) monitoraggio della macroflora algale a 5, 10, 20, 40 metri tramite la tecnica del grattaggio usando quadrati di 20 cm per lato disposti in maniera casuale effettuando 3 repliche per stazione (n.4 stazioni monitoraggio flora algale per lato)

50 metri dalla proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato

a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n.1 transetto per lato\*)

b) monitoraggio *Posidonia oceanica* a 15 metri di profondità secondo linee guida ISPRA: individuare 3 aree 20 x 20m (400 m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro) in ciascuna delle quali verranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità utilizzando quadrati 40x40 cm;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (Figura 2b) (n.1 stazione monitoraggio *posidonia*)

c) monitoraggio *P. oceanica* su limite inferiore secondo linee guida ISPRA: transetto orizzontale in corrispondenza dei *balise*, 6 misure di densità e 6 prelievi di fasci per l'analisi della morfometria e lepidochronologia (n.1 transetto per lato)

d) monitoraggio della macroflora algale a 5, 10, 20, 40 metri tramite la tecnica del grattaggio usando quadrati di 20 cm per lato disposti in maniera casuale effettuando 3 repliche per stazione (n.4 stazioni monitoraggio flora algale per lato)

Verranno effettuate 3 repliche per transetto

**Monitoraggio fauna marina: macrozoobenthos e ittiofauna**

Proiezione a mare del centro dell'impalcato

a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n. 1 transetto)

e) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato preferibilmente perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio). Si consiglia di scegliere giornate di campionamento con debole intensità di corrente marina.

Proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato

a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n. 1 transetto per lato)

e) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio per lato)

50 metri dalla proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
TITOLO DEL DOCUMENTO	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-018_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

<b>Descrizione metodologica</b>
<p>a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetria dei 50 metri (n. 1 transetto per lato)</p> <p>e) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio per lato)</p> <p><u>Verranno effettuate 3 repliche per transetto</u></p> <p><b>ATTIVITA' ALTERNATIVA IN CONDIZIONI DI INTENSA CORRENTE MARINA:</b></p> <p>In condizioni di intensa corrente marina che impedisca la realizzazione di peschate perpendicolari alla linea di costa, si raccomanda di eseguire n. 3 peschate utilizzando reti a tremaglio a diverse profondità: circa 10, 25 e 40 metri. Le reti dovrebbero essere calate parallelamente alla linea di costa o seguendo l'orientamento più appropriato in base alle correnti marine predominanti e all'esperienza del pescatore professionale incaricato delle attività di campionamento.</p> <p>I punti di inizio e fine delle peschate devono essere posizionati a una distanza di 50 metri dalla proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato. Tuttavia, nel caso in cui si verifichi una costante e intensa corrente che renda impraticabile l'utilizzo delle reti a tremaglio, si consiglia di sostituire questa attività di monitoraggio con transetti R.O.V. (come specificato al punto a), preferibilmente da effettuare durante le ore notturne.</p> <p>Il monitoraggio notturno delle comunità ittiche con ROV richiede una pianificazione attenta e l'adattamento del veicolo e delle attrezzature per soddisfare specifiche esigenze dell'indagine notturna.</p> <p>In particolare si suggerisce l'uso di sistemi di visione notturna in quanto tali sistemi possono migliorare l'efficacia del monitoraggio notturno. Queste telecamere sono progettate per catturare immagini in condizioni di scarsa illuminazione.</p> <p>In alternativa usare illuminazione notturna aggiungendo luci speciali o sistemi di illuminazione per consentire l'osservazione delle specie ittiche durante la notte. Nell'analisi della comunità necto-bentonica bisognerà valutare l'impatto delle luci sul comportamento e sull'ecologia delle specie bersaglio considerato che alcuni organismi ittici possono reagire negativamente alla presenza di luci artificiali.</p>
<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
Impatto positivo sulla componente in quanto l'approfondimento progettuale ha come obiettivo il miglioramento della conoscenza della flora e della fauna di interesse conservazionistico.
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
Non necessarie, impatto positivo.
<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
Un'analogica campagna di monitoraggio verrà effettuata in fase di esercizio

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-019** Caratterizzazione fauna del SIC IT9350172 Fondali di Punta Pezzo e Capo dell'Armi

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAC061

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

La caratterizzazione della fauna dei SIC/ZPS è molto carente e fa riferimento solamente alle schede Natura 2000 del MATTM. Si ritiene opportuno fornire integrazioni sulle conoscenze della Rete Natura 2000 mediante approfondimenti ad hoc ed aggiornamenti basati anche sulle indagini naturalistiche intraprese [...] per offrire una più esaustiva descrizione delle emergenze delle ZPS e dei SIC elencati, in particolare di quelli maggiormente coinvolti dalle infrastrutture

Obiettivi della prescrizione:

Nella relazione di incidenza non vengono riportati i risultati di studi di dettaglio delle specie del benthos, del necton e del plancton nel tratto di fondale coinvolto, ed in particolare nel tratto in cui saranno inseriti i pali dei pontili per la costruzione del ponte e nei fondali delle loro immediate vicinanze. Non è possibile valutare in modo oggettivo, quindi, il coinvolgimento di specie di interesse conservazionistico del SIC e confermare l'assenza di impatti significativi, anche alla luce della ripermimetrazione riportata nel P.d.G.

Descrizione dell'azione prescrittiva

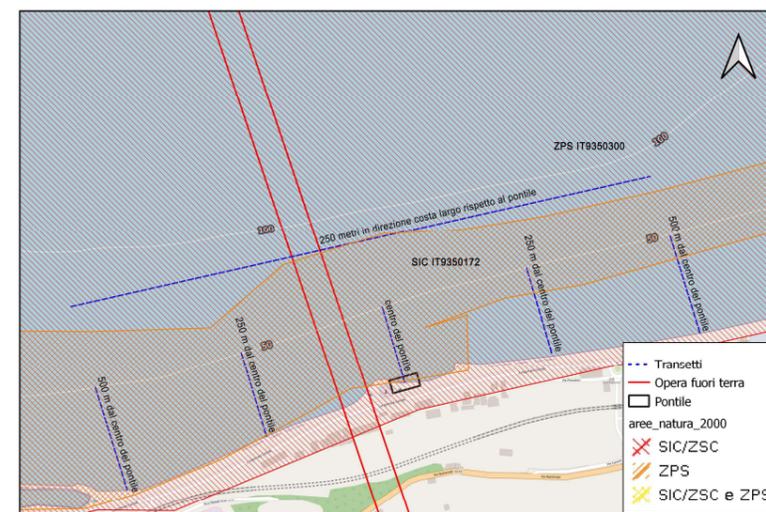
Impostazione della ricerca sugli effetti sulla fauna (benthos, necton e plancton) nel tratto di fondale del SIC IT9350172 Fondali di Punta Pezzo e Capo dell'Armi interferito dalla costruzione del ponte.

Ad integrazione dei dati bibliografici disponibili sull'area vasta e delle indagini già eseguite si procederà alla realizzazione di nuove campagne di indagini all'interno della potenziale area di influenza del progetto allo scopo di verificare le condizioni allo stato attuale rispetto alla situazione passata.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap. 4.3.4	
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



Le indagini sulla componente nectobentonica verranno condotte su transetti ortogonali e paralleli alla linea di costa (tratteggio in blu) secondo lo schema rappresentato in mappa.



Le indagini sulla fauna del sopralitorale verranno condotte tramite stazioni di monitoraggio lungo i tratti riportati in mappa

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>		<i>Codice documento</i> P.CA.BI-019_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

Descrizione metodologica
<p><b>Impostazione</b></p> <p>La realizzazione del pontile sul versante calabrese comporterà una perdita fisica dell'habitat interessato dall'immorsamento dei pali nel fondo marino soprattutto mediante due tipologie di impatto: la rimozione, intesa come il trasferimento netto di substrato lontano dal fondo marino risultante da attività umane (ad esempio, direttamente da attività umane o indirettamente attraverso la modifica dell'idrodinamica), e l'impermeabilizzazione, ovvero la copertura del substrato originale con strutture (ad es. palificazioni metalliche, fondazioni in calcestruzzo o coperte) o substrati (ad es. rocce o riempimenti in pietra) che di per sé modificano l'habitat fisico. Le aree marine non soggette all'immorsamento potrebbero essere esposte a impatti indiretti che potrebbero perturbare la flora, la fauna ed il substrato bentonico. In particolare, potrebbero verificarsi le seguenti attività di disturbo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Abrasione:</b> il processo di raschiatura del substrato (ad es. da parte di una catenaria o di un'ancora);</li> <li>• <b>Deposizione:</b> il movimento di sedimenti e/o particolato in una nuova posizione sopra o in substrati esistenti (ad es. direttamente mediante attività umane come lo smaltimento tramite dragaggio o indirettamente attraverso la modifica dell'idrodinamica).</li> </ul> <p>Un impatto negativo derivante dai lavori di costruzione dei pontili, moli e dei piloni di supporto per i ponti è prevedibile anche sul piano sopralitorale inteso come la porzione di costa raggiunta dalle onde. Dalle relazioni di caratterizzazione ambientale delle aree interessate dal progetto risulta che il sopralitorale è costituito prevalentemente da un habitat costiero sabbioso.</p> <p>Le metodologie adottate per il monitoraggio della componente biotica, potenzialmente influenzata dall'impatto derivante dall'opera in questione, sono state selezionate in base alle biocenosi potenziali identificate nelle aree soggette ad analisi. Queste informazioni sono state desunte dalle mappe biocenotiche elaborate nell'ambito dello studio di impatto ambientale, come dettagliato nel documento "RELAZIONE GENERALE – AMBIENTE MARINO, AMV0243_F0 del 31/05/2012" e dalle carte di habitat del ZSC IT9350172 Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi.</p> <p>Tali metodologie di monitoraggio sono state scelte per garantire una valutazione accurata degli effetti sull'ecosistema marino, tenendo conto delle peculiarità delle biocenosi coinvolte. La scelta si basa sulla comprensione approfondita delle dinamiche ambientali, sottolineando la coerenza e la continuità con le informazioni fornite nella relazione generale di impatto ambientale.</p>
<p><b>Scelta dei siti</b></p> <p>I siti di monitoraggio sono stati scelti in modo da caratterizzare la fauna associata alle aree marine interessate direttamente ed indirettamente dalla realizzazione del pontile sul versante calabrese. A tal fine si prevedono dei transetti ortogonali alla costa fino a 50 metri di profondità così localizzati: proiezione sul fondo marino del centro del pontile, ad una distanza di 250m dalla proiezione sul fondo marino del centro del pontile su entrambi i lati e ad una distanza di 500m dalla proiezione sul fondo marino del centro del pontile su entrambi i lati. Inoltre si prevedono due transetti paralleli alla costa a circa 250m e 500m di distanza dal pontile. La scelta di posizionare i transetti fino ad una distanza di 500m permetteranno di valutare l'eventuale presenza di specie di interesse conservazionistico e/o alieutico in aree potenzialmente soggette a differenti livelli di pressione secondo un gradiente alto-basso impatto.</p> <p>Il plancton, che per definizione riguarda organismi acquatici sia animali che vegetali non capaci di movimento proprio ma trasportati dalle correnti e senza alcun rapporto con il fondo, nel contesto dello Stretto di Messina caratterizzato da un forte idrodinamismo dovuto alle correnti di deriva, di marea e di gorgi (cfr paragrafo 4.4.7 AMV0598), risulta una componente dell'ecosistema marino sulla quale gli impatti dovuti dalla costruzione del pontile possono considerarsi trascurabili.</p> <p>L'azione di monitoraggio per la caratterizzazione della fauna dell' habitat costiero sabbioso del sopralitorale va localizzata lungo i sistemi di spiagge potenzialmente interessati dalla costruzione delle opere, A tal fine si prevedono cinque (5) stazioni di monitoraggio poste sulla spiaggia nelle seguenti posizioni: al centro del pontile, a 15 e a 30 metri dal centro del pontile su entrambi i lati.</p>
<p><b>Monitoraggio fauna marina: macrozoobenthos e ittiofauna</b></p> <p><u>Proiezione a mare del centro del pontile</u></p> <p>a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n. 1 transetto mediante l'uso di R.O.V.).  b) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato preferibilmente perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio). Si consiglia di scegliere giornate di campionamento con debole intensità di corrente marina.</p> <p><u>250 metri dalla proiezione a mare del centro del pontile su entrambi i lati</u></p> <p>a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n. 1 transetto per lato)</p>

Descrizione metodologica
<p>b) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato preferibilmente perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio). Si consiglia di scegliere giornate di campionamento con debole intensità di corrente marina.</p> <p><u>500 metri dalla proiezione a mare del centro del pontile su entrambi i lati</u></p> <p>a) transetto ortogonale alla costa mediante l'uso di R.O.V. fino alla batimetrica dei 50 metri (n. 1 transetto per lato)  b) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato preferibilmente perpendicolarmente alla linea di costa (n. 1 pescata con rete a tramaglio). Si consiglia di scegliere giornate di campionamento con debole intensità di corrente marina.</p> <p><u>ATTIVITA' ALTERNATIVA IN CONDIZIONI DI INTENSA CORRENTE MARINA:</u></p> <p>In condizioni di intensa corrente marina che impedisca la realizzazione di peschate perpendicolari alla linea di costa, si raccomanda di eseguire n. 3 peschate utilizzando reti a tremaglio a diverse profondità: circa 10, 25 e 40 metri. Le reti dovrebbero essere calate parallelamente alla linea di costa o seguendo l'orientamento più appropriato in base alle correnti marine predominanti e all'esperienza del pescatore professionale incaricato delle attività di campionamento.</p> <p>I punti di inizio e fine delle peschate devono essere posizionati a una distanza di 50 metri dalla proiezione a mare dei bordi esterni dell'impalcato. Tuttavia, nel caso in cui si verifichi una costante e intensa corrente che renda impraticabile l'utilizzo delle reti a tremaglio, si consiglia di sostituire questa attività di monitoraggio con transetti R.O.V. (come specificato al punto a), preferibilmente da effettuare durante le ore notturne,</p> <p>Il monitoraggio notturno delle comunità ittiche con ROV richiede una pianificazione attenta e l'adattamento del veicolo e delle attrezzature per soddisfare specifiche esigenze dell'indagine notturna.</p> <p>In particolare si suggerisce l'uso di sistemi di visione notturna in quanto tali sistemi possono migliorare l'efficacia del monitoraggio notturno. Queste telecamere sono progettate per catturare immagini in condizioni di scarsa illuminazione.</p> <p>In alternativa usare illuminazione notturna aggiungendo luci speciali o sistemi di illuminazione per consentire l'osservazione delle specie ittiche durante la notte. Nell'analisi della comunità necto-bentonica bisognerà valutare l'impatto delle luci sul comportamento e sull'ecologia delle specie bersaglio considerato che alcuni organismi ittici possono reagire negativamente alla presenza di luci artificiali.</p> <p><u>250 metri in direzione costa largo rispetto al pontile</u></p> <p>c) transetto parallelo alla costa di estensione di circa 1km (0,5 km per lato dal centro del pontile) mediante l'uso di R.O.V. (n. 1 transetto)  d) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante l'uso di rete a tremaglio calato parallelamente alla linea di costa di estensione di circa 1km (0,5 km per lato dal centro del pontile)</p> <p>oppure</p> <p>e) monitoraggio della fauna necto-bentonica mediante pescata a strascico, non inferiore a 15 minuti e ad una velocità compresa tra 2.5 e 3 nodi, parallela alla costa di estensione minima 1 km (0,5 km per lato dal centro del pontile).</p> <p>Si prevede in generale di effettuare 3 repliche per transetto.</p>
<p><b>Monitoraggio della fauna della zona sopralitorale</b></p> <p>e) Il monitoraggio dei macroinvertebrati sarà svolto mediante l'utilizzo di 3 pitfall traps poste in maniera equidistante lungo un tratto di spiaggia in direzione mare-terra. Le pitfall traps saranno tenute in funzione per un mese con prelievo settimanale della fauna, in almeno due stagioni dell'anno.</p> <p>f) Il monitoraggio della meio-fauna nell'area di battigia sarà svolto mediante carotaggio. Nello specifico si prevede il prelievo e analisi di 3 carote di sabbia di diametro compreso tra 5 e 10 cm per una profondità non inferiore ai 10 cm.</p> <p>g) Nel caso in cui nel transetto fosse presente banquette di Posidonia oceanica si dovranno eseguire prelievi di campioni (foglie di posidonia e fauna associata) utilizzando quadrati di 30 cm per lato disposti in maniera casuale (sulla banquette) effettuando 3</p>

TITOLO DEL DOCUMENTO

Codice documento  
P.CA.BI-019\_rev

Rev

Data

#### Descrizione metodologica

repliche.

##### Stazione a 15 metri dal centro del pontile su entrambi i lati

e) Il monitoraggio dei macroinvertebrati sarà svolto mediante l'utilizzo di 3 pitfall traps poste in maniera equidistante lungo un tratto di spiaggia in direzione mare-terra. Le pitfall traps saranno tenute in funzione per un mese con prelievo settimanale della fauna, in almeno due stagioni dell'anno.

f) Il monitoraggio della meio-fauna nell'area di battigia sarà svolto mediante carotaggio. Nello specifico si prevede il prelievo e analisi di 3 carote di sabbia di diametro compreso tra 5 e 10 cm per una profondità non inferiore ai 10 cm.

g) Nel caso in cui nel transetto fosse presente banquete di Posidonia oceanica si dovranno eseguire prelievi di campioni (foglie di posidonia e fauna associata) utilizzando quadrati di 30 cm per lato disposti in maniera casuale (sulla banquete) effettuando 3 repliche.

##### Stazione a 30 metri dal centro del pontile su entrambi i lati

e) Il monitoraggio dei macroinvertebrati sarà svolto mediante l'utilizzo di 3 pitfall traps poste in maniera equidistante lungo un tratto di spiaggia in direzione mare-terra. Le pitfall traps saranno tenute in funzione per un mese con prelievo settimanale della fauna, in almeno due stagioni dell'anno.

f) Il monitoraggio della meio-fauna nell'area di battigia sarà svolto mediante carotaggio. Nello specifico si prevede il prelievo e analisi di 3 carote di sabbia di diametro compreso tra 5 e 10 cm per una profondità non inferiore ai 10 cm.

g) Nel caso in cui nel transetto fosse presente banquete di Posidonia oceanica si dovranno eseguire prelievi di campioni (foglie di posidonia e fauna associata) utilizzando quadrati di 30 cm per lato disposti in maniera casuale (sulla banquete) effettuando 3 repliche.

#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

Impatto positivo sulla componente in quanto l'approfondimento progettuale ha come obiettivo il miglioramento della conoscenza della fauna di interesse conservazionistico.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

Non necessarie, impatto positivo.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

Un'analoga campagna di monitoraggio verrà effettuata in fase di esercizio

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-020** Barriere antiluce/antirumore per Uccelli e Chiroteri di interesse conservazionistico

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAS054d

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Poiché le specie rilevate nel SIA non hanno un contesto territoriale di riferimento sia di area vasta che di area di sito ("sistema ambientale di diretto interesse dell'opera"), nella descrizione dello stato attuale della fauna si dovrà specificare per ogni gruppo faunistico l'area in cui sono state rilevate le specie analizzate

Obiettivi della prescrizione:

Dettagliare per tutte le aree di interferenza dell'opera in progetto il popolamento faunistico, per poter valutare l'impatto su questa componente.

Descrizione dell'azione prescrittiva

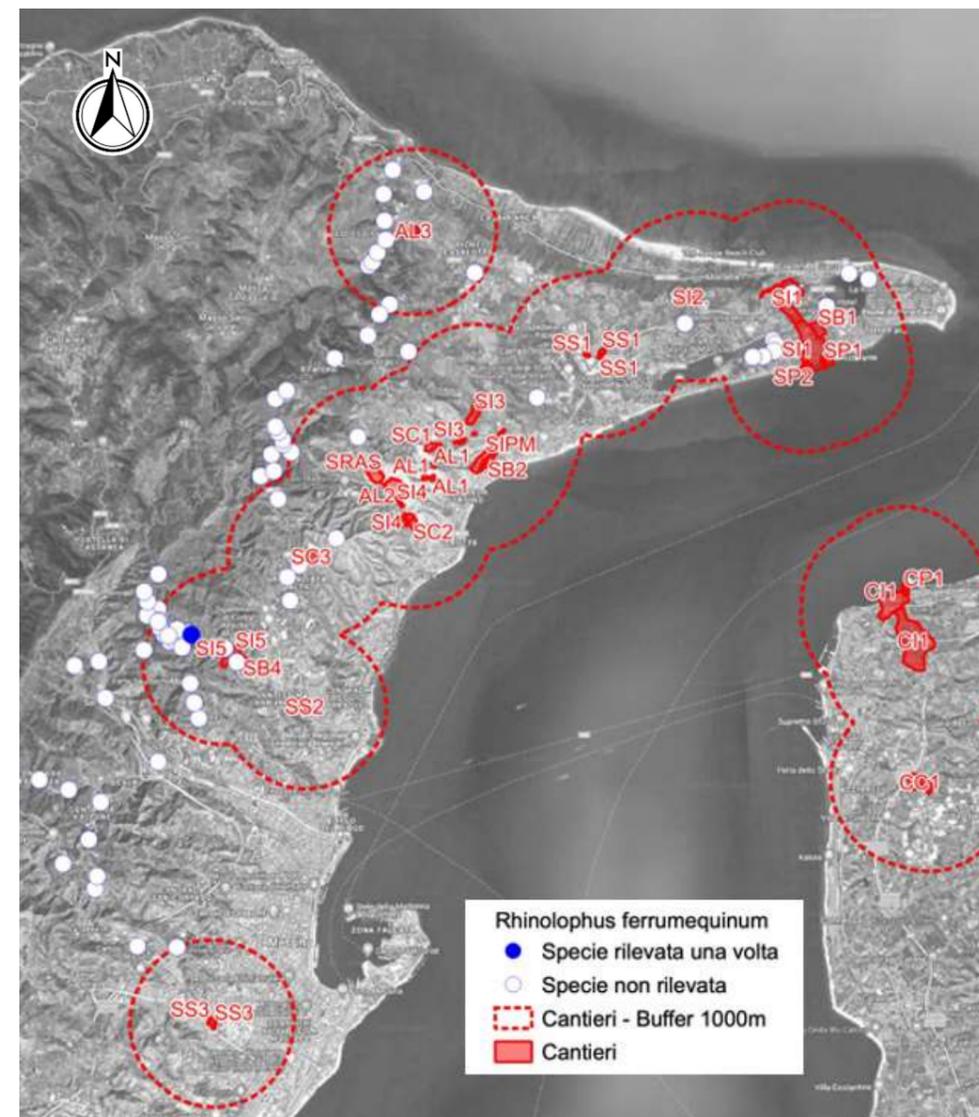
La verifica delle informazioni raccolte durante le campagne di rilevamento del 2011 e del 2012 ha permesso di appurare che negli ambienti naturali a monte del Cantiere operativo Annunziata (SI5) vi è una concentrazione di osservazioni di specie di interesse per la conservazione, potenzialmente interferita dall'illuminazione notturna (Chiroteri) e da rumore e polveri prodotti dalle attività di cantiere (Uccelli).

Si prevede di a) verificare la presenza attuale della popolazioni; b) prevedere l'eventualità di installare una barriera di alberi ad alto fusto (o in alternativa barriere fonoassorbenti) per schermare la sorgente delle interferenze. La pianificazione delle misure di mitigazione secondo la seguente prescrizione verrà effettuata in fase di P.E.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap. 4.3.4	
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza	Cap 6.2.4	
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



Osservazioni di Rinolofo maggiore *Rinolophus ferrum-equinum* durante i rilievi del 2011-2012 e interferenze con le aree di cantiere. Nell'area sono stati rilevati tra i Chiroteri anche *R. hipposideros*, e *Plecotus* sp. Tra le specie di uccelli rilevati nello stesso intorno Torricolo *Jynx torquilla*, Cuculo *Cuculus canorus*, Magnanina *Sylvia udata*.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
TITOLO DEL DOCUMENTO	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-020_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

<b>Descrizione metodologica</b>
<b>Modalità di esecuzione</b>
Previa verifica delle condizioni ambientali, della conferma della presenza delle specie indicate dai rilievi sulla fauna e della distribuzione della vegetazione arborea, si individueranno l'ubicazione e la tipologia di barriera antirumore necessaria e si effettuerà la progettazione esecutiva dell'intervento.

<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<b>Componente ambientale 1 Fauna</b>
<p>L'illuminazione artificiale può provocare un impatto negativo sulle popolazioni di fauna selvatica anticipando il periodo riproduttivo e prolungando i periodi giornalieri di attività di diverse specie di uccelli nidificanti, diminuendo il periodo di attività e la disponibilità di habitat per la fauna notturna (diverse specie di roditori, anfibi, chiroteri), oppure agendo da attrattore verso la fauna invertebrata (Lepidotteri notturni, Coleotteri, Neuroterroidei), aumentandone la mortalità per il contatto con le fonti luminose incandescenti, alterandone in modo rilevante la densità, e in questo modo provocando a cascata una modificazione nella composizione della comunità dei Chiroteri, con sostituzione delle specie forestali e lucifughe (di generale maggiore interesse per la conservazione) con specie più comuni e antropofile.</p> <p>In fase di occupazione dei territori riproduttivi, il disturbo acustico può comportare negli uccelli l'abbandono dell'area o la diminuzione del successo riproduttivo. Polveri e inquinanti atmosferici possono modificare la disponibilità di prede per entrambi i gruppi.</p> <p>La misura di mitigazione descritta è normalmente sufficiente a minimizzare gli impatti sulle popolazioni indicate.</p>
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<b>Componente ambientale n</b>
Non pertinente

<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<b>Chiroteri</b>
<p>Dalla fase ante-operam fino alla chiusura del cantiere si applicherà la metodologia già indicata nel precedente Piano di Monitoraggio (Documento MA0066_F0):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• campionamento mediante transetto nel periodo di attività extra invernale (maggio-ottobre) con cadenza bisettimanale.</li> <li>• verifica dell'esistenza di rifugi invernali nel periodo invernale di inattività (dicembre – gennaio)</li> </ul>
<b>Uccelli nidificanti</b>
<p>Dalla fase ante-operam fino alla chiusura del cantiere si applicherà la seguente metodologia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rilievo quantitativo lungo transetto a intervalli bisettimanali nel periodo riproduttivo (8 ripetizioni da inizio aprile a fine giugno).</li> </ul>

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-021** Salvaguardia Discoglossus dipinto nella Fiumara di Tono

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAS054d

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Poiché le specie rilevate nel SIA non hanno un contesto territoriale di riferimento sia di area vasta che di area di sito ("sistema ambientale di diretto interesse dell'opera"), nella descrizione dello stato attuale della fauna si dovrà specificare per ogni gruppo faunistico l'area in cui sono state rilevate le specie analizzate

Obiettivi della prescrizione:

Dettagliare per tutte le aree di interferenza dell'opera in progetto il popolamento faunistico, per poter valutare l'impatto su questa componente.

Descrizione dell'azione prescrittiva

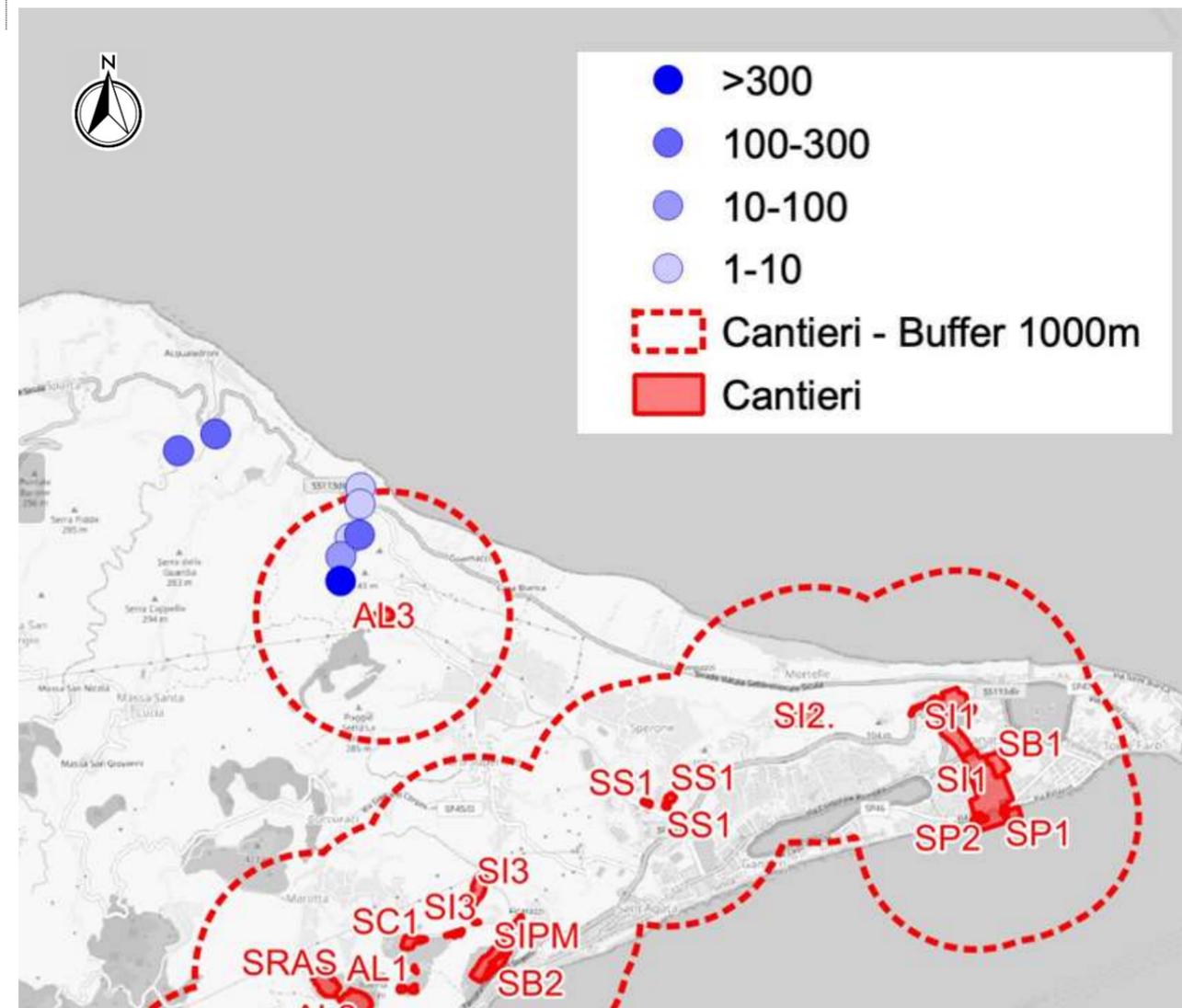
La verifica delle informazioni raccolte durante le campagne di rilevamento del 2011 e del 2012 ha permesso di appurare che una popolazione rilevante di Discoglossus, specie di anfibio di interesse per la conservazione, è potenzialmente interferita dall'area di lavorazione AL3, nel Comune di Messina sul lato tirrenico in prossimità della località Tono.

Si prevede di a) verificare la presenza attuale della popolazione; b) valutare il percorso dei mezzi di cantiere da e per l'area; c) prevedere l'eventualità di installare barriere e sottopassi per il passaggio degli anfibii. La pianificazione delle misure di mitigazione secondo la seguente prescrizione verrà effettuata in fase di P.E.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap. 4.3.4	
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza	Cap 6.2.4	
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



Osservazioni di Discoglossus *Discoglossus pictus* durante i rilievi del 2011-2012 e interferenze con le aree di cantiere

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento P.CA.BI-021_rev	Rev	Data
----------------------	-------------------------------------	-----	------

**Descrizione metodologica**

**Modalità di esecuzione**

La misura è diretta ad evitare l'investimento degli anfibio da parte dei mezzi diretti o provenienti dall'Area di lavorazione.  
Le barriere per la protezione degli anfibio sono un mezzo tradizionalmente utilizzato nella prevenzione di investimenti massicci su strada nei periodi di migrazione da e per i siti riproduttivi. La lunghezza e la disposizione necessaria dello strumento di prevenzione verrà stabilita mediante apposito sopralluogo in fase di P.E, durante la stagione riproduttiva degli anfibio, prima dell'apertura del cantiere.



La disposizione delle barriere deve essere accompagnata dalla predisposizione di tunnel (aperti o chiusi) per consentire agli anfibio lo spostamento naturale nella direzione voluta. Il numero e l'ubicazione dei tunnel, con la tipologia costruttiva più idonea, verranno definiti in fase di P.E. e eventualmente predisposti prima dell'inizio delle attività di cantiere.



**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale 1 Fauna**

Il Discoglossio dipinto in Sicilia presenta 2-3 riproduttivi all'anno, spesso con un gran numero di metamorfosati in uscita simultanea dai corpi idrici (AA.VV. 2008: Atlante della Biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. Studi e Ricerche 6, Arpa Sicilia, Palermo). La tendenza a spostarsi in ambienti asciutti al di fuori della stagione della riproduzione lo rende vulnerabile (come altre specie di anfibio) all'attraversamento stradale e richiede quindi l'adozione, ove il rischio si presenti, di misure di prevenzione.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale n**

Non pertinente

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Discoglossio dipinto (e altri anfibio nell'area)**

La metodologia precedentemente utilizzata (Documento MA0066\_F0) prevede:

- Campionamento delle popolazioni lungo transetti attraverso osservazione diretta di individui adulti, larve e ovature e localizzazione attraverso il canto.
- Campionamento delle popolazioni attraverso cattura con barriere di polietilene e trappole a caduta in prossimità dei siti riproduttivi, integrato da eventuali sessioni di cattura in acqua mediante retino e successiva ricattura.

Sono previste campagne di rilevamento mensili per tutta la fase di cantiere.

Gli esemplari catturati verranno identificati a livello di specie e se Discoglossi caratterizzati attraverso il pattern cromatico mediante fotografia digitale del dorso, del ventre e di eventuali dettagli morfologici e schedati per il successivo univoco riconoscimento; dopo marcatura verranno effettuate le ricatture e l'identificazione degli individui, sempre mediante i transetti e le trappole a caduta poste per la cattura iniziale (metodo del "Pattern Recognition", cfr. Faber, 2001). Sugli esemplari catturati verranno rilevati sesso e peso, dati morfometrici e stato sanitario generale

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA-BI-022 Salvaguardia di popolamenti sensibili di Rospi e Carabidi**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- o VIAS054d

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- o -

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- o -

**Oggetto della prescrizione:**

Poiché le specie rilevate nel SIA non hanno un contesto territoriale di riferimento sia di area vasta che di area di sito ("sistema ambientale di diretto interesse dell'opera"), nella descrizione dello stato attuale della fauna si dovrà specificare per ogni gruppo faunistico l'area in cui sono state rilevate le specie analizzate

**Obiettivi della prescrizione:**

Dettagliare per tutte le aree di interferenza dell'opera in progetto il popolamento faunistico, per poter valutare l'impatto su questa componente.

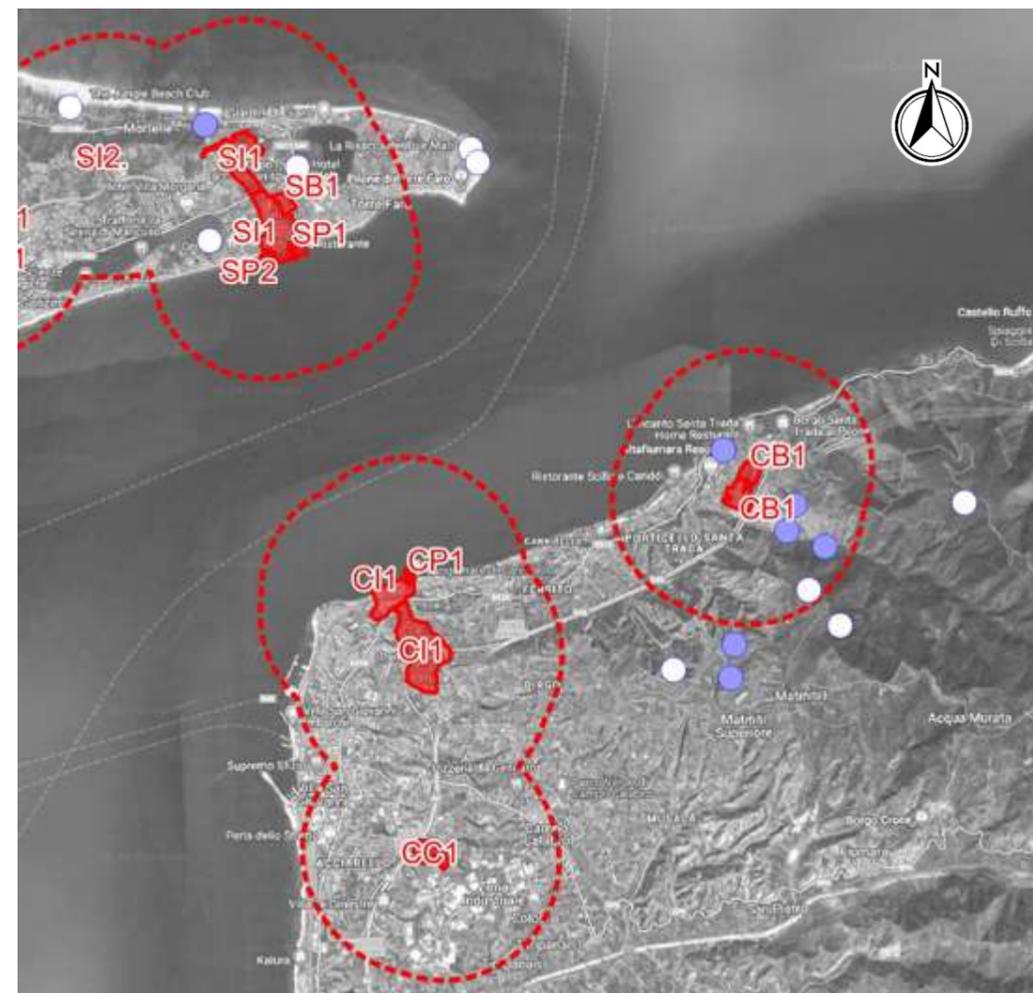
**Descrizione dell'azione prescrittiva**

In prossimità dell'area destinata al Cantiere logistico di Santa Trada (CB1) sono stati però rinvenuti popolamenti di interesse tra i Coleotteri Epigei (*Carabus morbillosus alternans* e *Cychrus italicus*), Carabidi endemici dell'Italia meridionale considerati in buono status di conservazione. In corrispondenza di una vasca della Fiumara di Santa Trada sono stati osservati anche larve e individui metamorfosati di rospo comune. È possibile che il traffico veicolare legato al cantiere logistico rappresenti un effettivo impatto sia per l'investimento diretto sia per la ricaduta di polveri. Si prevede di a) verificare la presenza attuale della popolazione; b) valutare il percorso dei mezzi di cantiere da e per l'area; c) prevedere l'eventualità di installare barriere e sottopassi per il passaggio degli anfibii. La pianificazione delle misure di mitigazione secondo la seguente prescrizione verrà effettuata in fase di P.E.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap. 4.3.4</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>	<b>Cap 6.2.4</b>	
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



Popolamento del Carabide *Carabus morbillosus* interferito dal Cantiere logistico di Santa Trada

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento P.CA.BI-022_rev	Rev	Data
----------------------	-------------------------------------	-----	------

#### Descrizione metodologica

##### Modalità di esecuzione

La misura è diretta ad evitare l'investimento degli anfibio da parte dei mezzi diretti o provenienti dall'Area di lavorazione.  
Le barriere per la protezione degli anfibio sono un mezzo tradizionalmente utilizzato nella prevenzione di investimenti massicci su strada nei periodi di migrazione da e per i siti riproduttivi. La lunghezza e la disposizione necessaria dello strumento di prevenzione verrà stabilita mediante apposito sopralluogo in fase di P.E, durante la stagione riproduttiva degli anfibio, prima dell'apertura del cantiere.



La disposizione delle barriere deve essere accompagnata dalla predisposizione di tunnel (aperti o chiusi) per consentire agli anfibio lo spostamento naturale nella direzione voluta. Il numero e l'ubicazione dei tunnel, con la tipologia costruttiva più idonea, verranno definiti in fase di P.E. e eventualmente predisposti prima dell'inizio delle attività di cantiere.



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Componente ambientale 1 Fauna

Il Discoglossio dipinto in Sicilia presenta 2-3 riproduttivi all'anno, spesso con un gran numero di metamorfosati in uscita simultanea dai corpi idrici (AA.VV. 2008: Atlante della Biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. Studi e Ricerche 6, Arpa Sicilia, Palermo). La tendenza a spostarsi in ambienti asciutti al di fuori della stagione della riproduzione lo rende vulnerabile (come altre specie di anfibio) all'attraversamento stradale e richiede quindi l'adozione, ove il rischio si presenti, di misure di prevenzione.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### Componente ambientale n

Non pertinente

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Discoglossio dipinto (e altri anfibio nell'area)

La metodologia precedentemente utilizzata (Documento MA0066\_F0) prevede:

- Campionamento delle popolazioni lungo transetti attraverso osservazione diretta di individui adulti, larve e ovature e localizzazione attraverso il canto.
- Campionamento delle popolazioni attraverso cattura con barriere di polietilene e trappole a caduta in prossimità dei siti riproduttivi, integrato da eventuali sessioni di cattura in acqua mediante retino e successiva ricattura.

Sono previste campagne di rilevamento mensili per tutta la fase di cantiere.

Gli esemplari catturati verranno identificati a livello di specie e se Discoglossi caratterizzati attraverso il pattern cromatico mediante fotografia digitale del dorso, del ventre e di eventuali dettagli morfologici e schedati per il successivo univoco riconoscimento; dopo marcatura verranno effettuate le ricatture e l'identificazione degli individui, sempre mediante i transetti e le trappole a caduta poste per la cattura iniziale (metodo del "Pattern Recognition", cfr. Faber, 2001). Sugli esemplari catturati verranno rilevati sesso e peso, dati morfometrici e stato sanitario generale

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-023** Barriere antiluce/antirumore per avifauna di interesse conservazionistico

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAS054d

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Poiché le specie rilevate nel SIA non hanno un contesto territoriale di riferimento sia di area vasta che di area di sito ("sistema ambientale di diretto interesse dell'opera"), nella descrizione dello stato attuale della fauna si dovrà specificare per ogni gruppo faunistico l'area in cui sono state rilevate le specie analizzate

Obiettivi della prescrizione:

Dettagliare per tutte le aree di interferenza dell'opera in progetto il popolamento faunistico, per poter valutare l'impatto su questa componente.

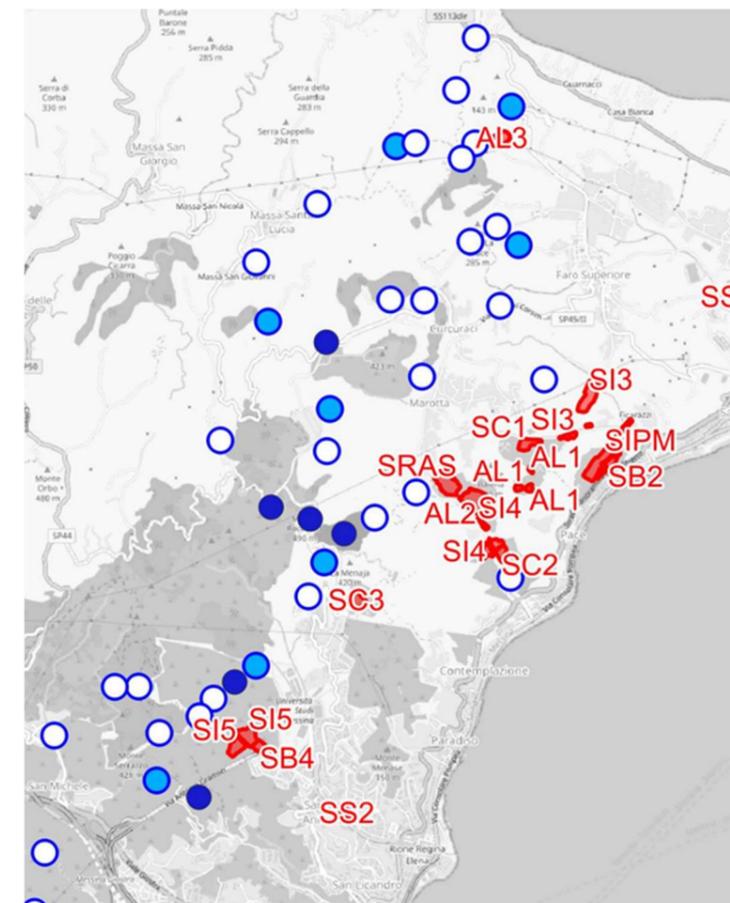
Descrizione dell'azione prescrittiva

In corrispondenza della cava di prestito SC3 (Ambito di impatto 4) è stata rilevata la presenza di specie prioritarie per la conservazione tra gli uccelli (Magnanina, Saltimpalo e Zigolo nero, oltre alla specie ombrello Picchio rosso maggiore) e di un campione rappresentativo di Coleotteri epigei (*Percus corrugatus*, *Carabus morbillosus*, *Carabus lefebvrei*, *Pseudomasoreus canigoulensis*). La presenza contemporanea di tali elementi suggerisce l'adozione di misure di mitigazione pre la fase di cantiere. La pianificazione delle misure di mitigazione secondo la seguente prescrizione verrà effettuata in fase di P.E.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap. 4.3.4	
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>	Cap 6.2.3	
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

Localizzazione



Osservazioni di Saltimpalo *Saxicola torquatus* durante i rilievi del 2010-2011.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-023_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**Descrizione metodologica**

**Modalità di esecuzione**

Previa verifica delle condizioni ambientali, della conferma della presenza delle specie indicate dai rilievi sulla fauna e della distribuzione della vegetazione arborea, si individueranno l'ubicazione e la tipologia di barriera antirumore necessaria e si effettuerà la progettazione esecutiva dell'intervento. Nell'area di cantiere si applicheranno le indicazioni illuminotecniche per la minimizzazione degli effetti della luce sulla fauna. Si limiterà la velocità dei mezzi di cantiere a 30 km/h anche lungo le piste di accesso. La dispersione delle polveri verrà limitata attraverso bagnatura o con l'adozione di soluzioni tecniche alternative.

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale 1 Fauna**

L'illuminazione artificiale può provocare un impatto negativo sulle popolazioni di fauna selvatica anticipando il periodo riproduttivo e prolungando i periodi giornalieri di attività di diverse specie di uccelli nidificanti, diminuendo il periodo di attività e la disponibilità di habitat per la fauna notturna (diverse specie di roditori, anfibi, chiroteri), oppure agendo da attrattore verso la fauna invertebrata (Lepidotteri notturni, Coleotteri, Neuroterioidei), aumentandone la mortalità per il contatto con le fonti luminose incandescenti, alterandone in modo rilevante la densità, e in questo modo provocando a cascata una modificazione nella composizione della comunità dei Chiroteri, con sostituzione delle specie forestali e lucifughe (di generale maggiore interesse per la conservazione) con specie più comuni e antropofile.

In fase di occupazione dei territori riproduttivi, il disturbo acustico può comportare negli uccelli l'abbandono dell'area o la diminuzione del successo riproduttivo. Polveri e inquinanti atmosferici possono modificare la disponibilità di prede per entrambi i gruppi.

Il traffico veicolare aumenta il rischio di collisioni con la fauna, soprattutto nel periodo riproduttivo, dopo l'involto dei nati nell'anno.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale n**

Non pertinente

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Chiroteri**

Dalla fase ante-operam fino alla chiusura del cantiere si applicherà la metodologia già indicata nel precedente Piano di Monitoraggio (Documento MA0066\_F0):

- campionamento mediante transetto nel periodo di attività extra invernale (maggio-ottobre) con cadenza bisettimanale.
- verifica dell'esistenza di rifugi invernali nel periodo invernale di inattività (dicembre – gennaio)

**Uccelli nidificanti**

Dalla fase ante-operam fino alla chiusura del cantiere si applicherà la seguente metodologia:

- rilievo quantitativo lungo transetto a intervalli bisettimanali nel periodo riproduttivo (8 ripetizioni da inizio aprile a fine giugno).

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.CA-BI-024** Azioni a favore di Chirotteri e Uccelli in corrispondenza del Viadotto Pantano

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o VIAS054d

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o 10a-

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Poiché le specie rilevate nel SIA non hanno un contesto territoriale di riferimento sia di area vasta che di area di sito ("sistema ambientale di diretto interesse dell'opera"), nella descrizione dello stato attuale della fauna si dovrà specificare per ogni gruppo faunistico l'area in cui sono state rilevate le specie analizzate

Obiettivi della prescrizione:

Dettagliare per tutte le aree di interferenza dell'opera in progetto il popolamento faunistico, per poter valutare l'impatto su questa componente.

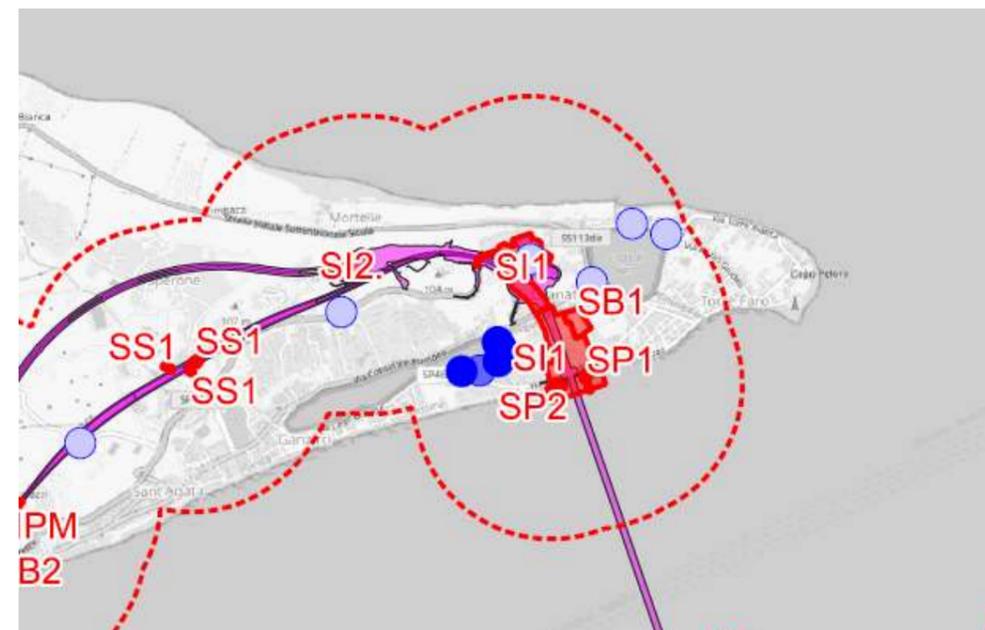
Descrizione dell'azione prescrittiva

Si può supporre un potenziale impatto per l'interruzione di continuità dovuta alle attività di posa del Viadotto Pantano e alla sua stessa presenza in fase di esercizio, considerando il Canale Margi che connette i due specchi d'acqua il sentiero di volo principalmente seguito dai Chirotteri. È altresì possibile che il traffico sul viadotto dia adito a collisioni con Chirotteri e Uccelli. L'interferenza richiede l'adozione di misure di mitigazione e di misure di compensazione.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap. 4.3.4.7	
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>	Cap 6.2.3	
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

Localizzazione



Osservazioni di Pipistrello di Savi nel corso dei monitoraggi (l'intensità di colore dei cerchi indica la frequenza di rilevamento, da 1 a 4, su quattro visite).

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento <i>P.CA.BI-024_rev</i>	Rev	Data
----------------------	--	-----	------

**Descrizione metodologica**

Modalità di esecuzione

Il Cantiere operativo (S11) e il Cantiere logistico (SB1) di Ganzirri (Ambito di impatto SF1) sono potenzialmente un fattore che gioca a favore dell'aumento di densità dei Chiroteri antropofili come le tre specie rilevate tra il Lago di Ganzirri e il lago di Faro (Pipistrello di Savi, Pipistrello albolimbato, Pipistrello nano), a causa dell'illuminazione artificiale nelle ore notturne. La densità di osservazioni nella parte orientale del Lago di Ganzirri lascia supporre la presenza di roost diurni, che sono invece potenzialmente disturbati (fino a venire abbandonati) dal rumore. Rumori intensi e continui nelle ore notturne diminuiscono l'efficacia della caccia per mezzo di ecolocalizzazione.

Si può supporre un potenziale impatto per l'interruzione di continuità dovuta alle attività di posa del Viadotto Pantano e alla sua stessa presenza in fase di esercizio, considerando il Canale Margi che connette i due specchi d'acqua il sentiero di volo principalmente seguito dai Chiroteri.



*Pantano Grande e Pantano piccolo (Laghi di Ganzirri e Faro)*

Per non alterare l'ambiente luminoso, l'illuminazione di cantiere utilizzerà luci con tono di colore ambra, dirette verso il basso, con adeguata sensoristica. Il viadotto nel tratto tra i due laghi verrà dotato di barriere antirumore e anticollisione. Nella risistemazione a verde dell'area si manterrà un corridoio di vegetazione libero, parallelo al Canale Margi, come sentiero di volo per i Chiroteri. In fase esecutiva si valuterà il modo più opportuno di dislocare cassette nido per Chiroteri in corrispondenza delle strutture del viadotto. In corrispondenza dell'attraversamento dell'area dei Pantani, il viadotto verrà dotato di barriere anticollisione (adeguate al sistema visivo degli uccelli, v. Seewagen, Chad. L. and Christine Sheppard. 2022. Bird Collisions with Glass: an annotated bibliography. American Bird Conservancy, Washington, DC. 98 pages.).

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale n**

Non pertinente

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale n**

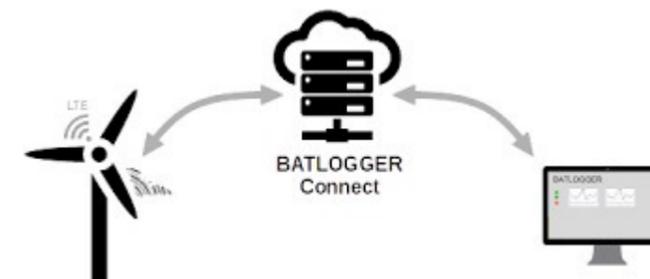
Non pertinente

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Chiroteri – bat logger**

Per monitorare in continuo l'attività dei Chiroteri e ottenere informazioni sulle abitudini migratorie delle specie di Chiroteri nell'area, si posizioneranno bat-detector statici con rilevamento remoto in corrispondenza

- del passaggio del canale Margi al di sotto del viadotto (dalla fase di cantiere),
- in tre punti a intervalli di distanza regolari sulla struttura del ponte (in fase di esercizio).



**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.CA-BI-025 Sistema automatico di dissuasione acustica**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- o VIAS054d

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- o -10a

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- o -

**Oggetto della prescrizione:**

Attività di controllo per i vari gruppi faunistici e in prossimità dei vari punti di interazione del progetto, definiti nell'ambito del SIA

**Obiettivi della prescrizione:**

Al momento non sono stati individuati strumenti di gestione o disciplinari predisposti in cui vengono dettagliati comportamenti ed azioni di gestione degli impianti di illuminazione, di monitoraggio e dissuasione, che il Proponente si impegna a far rispettare. Riguardo all'installazione dell'Avion radar e dei sistemi dissuasivi, considerata dallo stesso Proponente un mezzo "insostituibile", non viene ipotizzata (nemmeno nella fase di sperimentazione) una localizzazione dei radar e dei punti di emissione dei segnali di dissuasione.

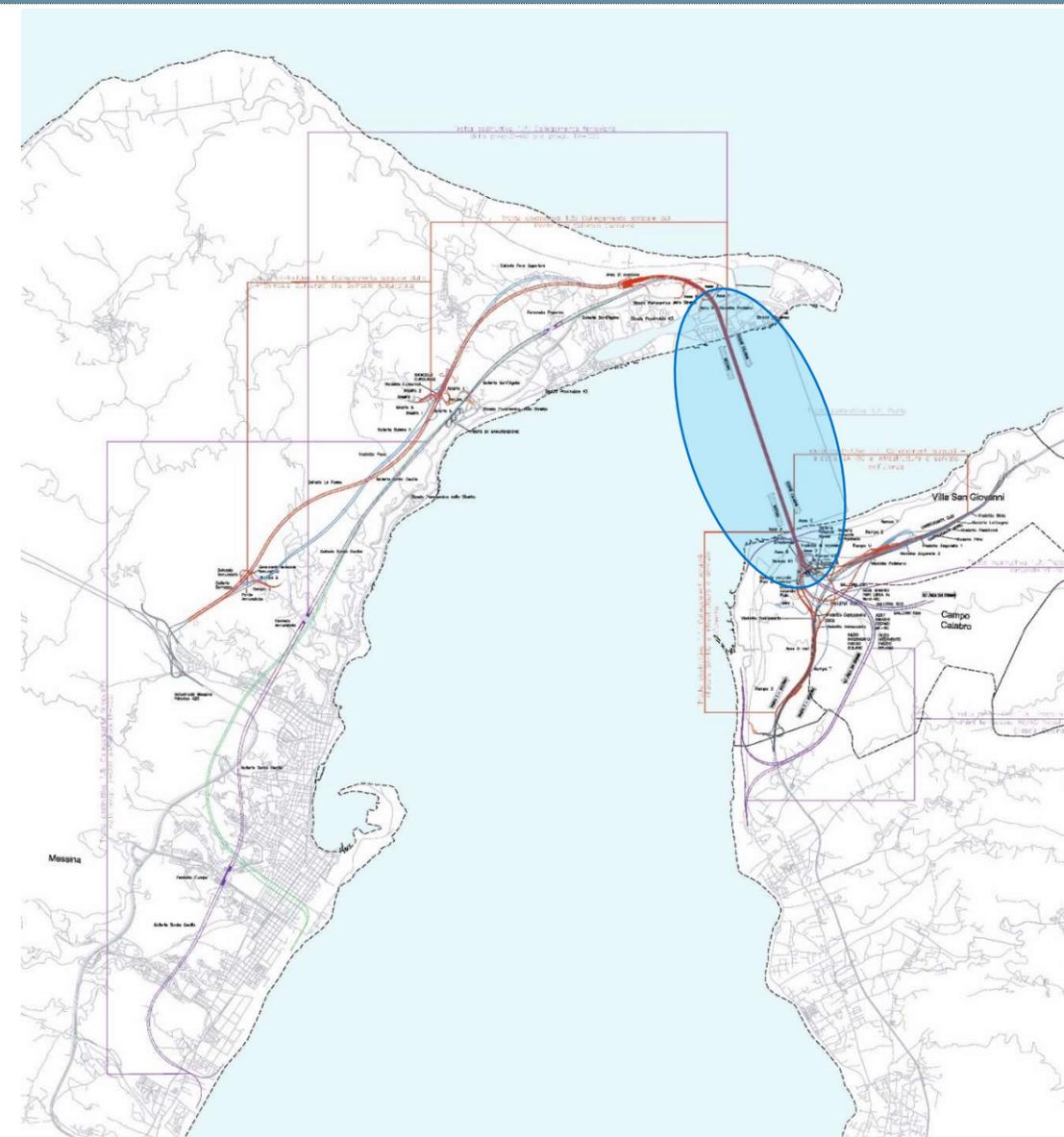
**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Aggiornando la misura prevista all'interno del SIA del 2012, per minimizzare i possibili impatti in condizioni di scarsa visibilità e tempo avverso, si prevede in fase di progetto esecutivo di valutare le caratteristiche tecniche della tecnologia disponibile per la predisposizione di un **sistema automatizzato di dissuasione acustica** sulle strutture del ponte che non richieda una sovrastruttura radar né l'intervento di operatori umani, attraverso: 1) la ricerca dei produttori presenti sul mercato e la raccolta di materiale tecnico, 2) la definizione delle caratteristiche generali degli impianti necessari (sensoristica, numero, disposizione, ciclo di attività), 3) la valutazione della fattibilità e il dimensionamento fonometrico.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap. 4.3.4.7	
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>	Cap. 7.3.1	
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.CA.BI-025_rev	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**Descrizione metodologica**

**Modalità di esecuzione**

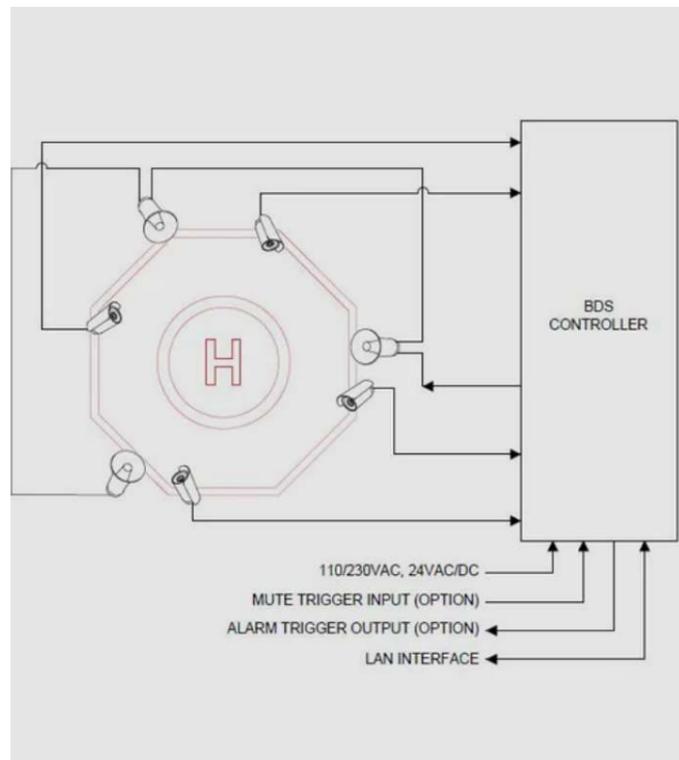
Il mercato mette oggi a disposizione sistemi interamente automatizzati per il rilievo degli uccelli in avvicinamento a strutture off-shore, l'identificazione mediante algoritmi di riconoscimento e la risposta codificata in un sistema informatico, quale l'attivazione di un sistema di dissuasione sonora (v. ad esempio <https://www.semcomaritime.com/bird-deterrent-system-product-information>).

Si prevede in fase di progetto esecutivo di valutare le caratteristiche tecniche della tecnologia disponibile per la predisposizione di un sistema automatizzato di dissuasione acustica sulle strutture del ponte, attraverso:

- 1) la ricerca degli operatori presenti sul mercato e la raccolta di materiale tecnico,
- 2) la definizione delle caratteristiche generali degli impianti necessari (sensoristica, numero, disposizione, ciclo di attività),
- 3) la valutazione della fattibilità e il dimensionamento fonometrico.

Si prevede di terminare la fase di progettazione entro il terzo anno di cantiere.

La contemporanea esecuzione delle attività di monitoraggio attraverso le osservazioni visuali e la raccolta di dati radar, per metterla aggiornare le valutazioni sulla frequenza di volo alle diverse quote e nelle diverse condizioni meteorologiche, così da programmare nel modo più efficiente possibili la sensoristica necessaria e la sua programmazione.



Configurazione del sistema: il sistema automatico di dissuasione acustica contiene un *detection module*, uno *scare module*, un *control module*, così da limitare l'intervento umano alla fase di progettazione e implementazione.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale n**

Non pertinente

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Tempistica**

L'impatto residuo dovuto alla morte per collisione degli animali verrà valutato con il programma di monitoraggio descritto nella scheda progettuale P.CA-BI-011.

Attraverso il sistema verrà automaticamente monitorato il numero di attivazioni, la cui efficacia sarà poi valutata grazie al dettaglio temporale del programma di monitoraggio appena citato.

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale 1 Fauna**

Obiettivo della prescrizione è mitigare l'effetto della presenza fisica del Ponte in termini di collisioni dirette. L'efficacia della mitigazione verrà valutata nel complesso delle mitigazioni previste, in primo luogo in merito all'illuminazione

L'impatto residuo dovuto alla morte per collisione degli animali verrà valutato con il programma di monitoraggio descritto nella scheda progettuale P.CA-BI-011.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

**P.CA.AN-001 Impatti trasporto materiale su traffico navale**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- ID G7a

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Modifiche temporanee della navigazione con la chiusura dello Stretto parziale e totale.

**Obiettivi della prescrizione:**

Approfondimenti e/o adempimenti nelle successive fasi di progettazione e realizzazione relativamente alle modalità alternative della navigazione dello Stretto nel corso delle fasi di realizzazione e valutare gli impatti indotti dalla circolazione alternativa.

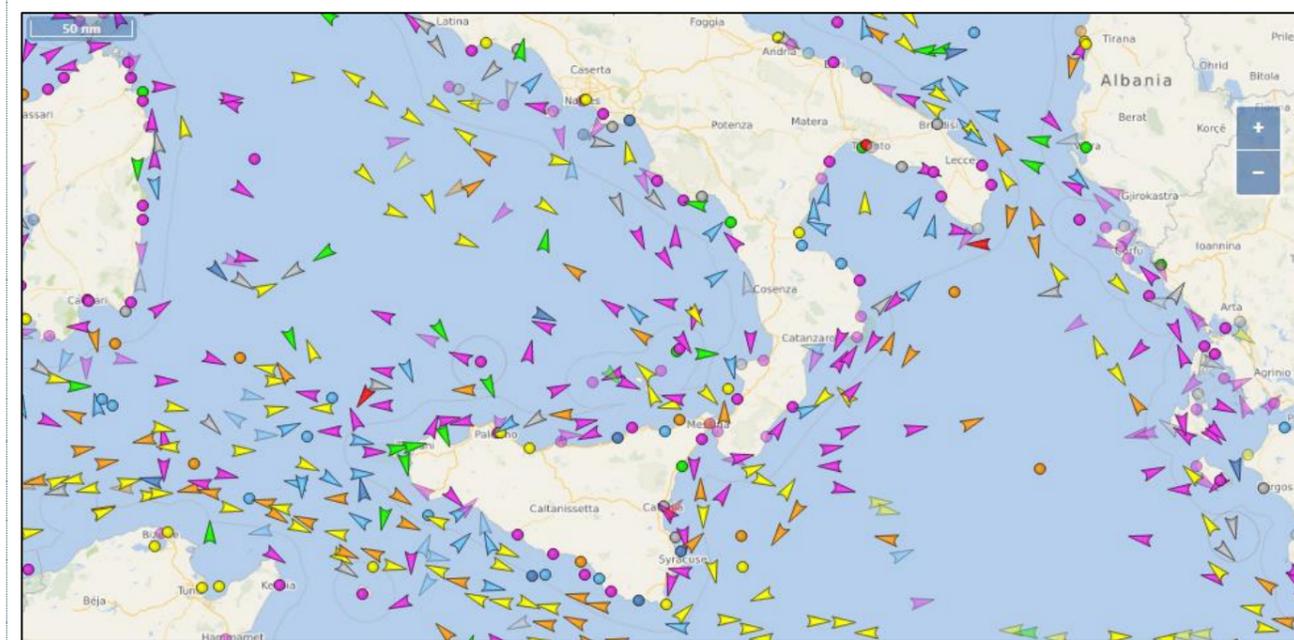
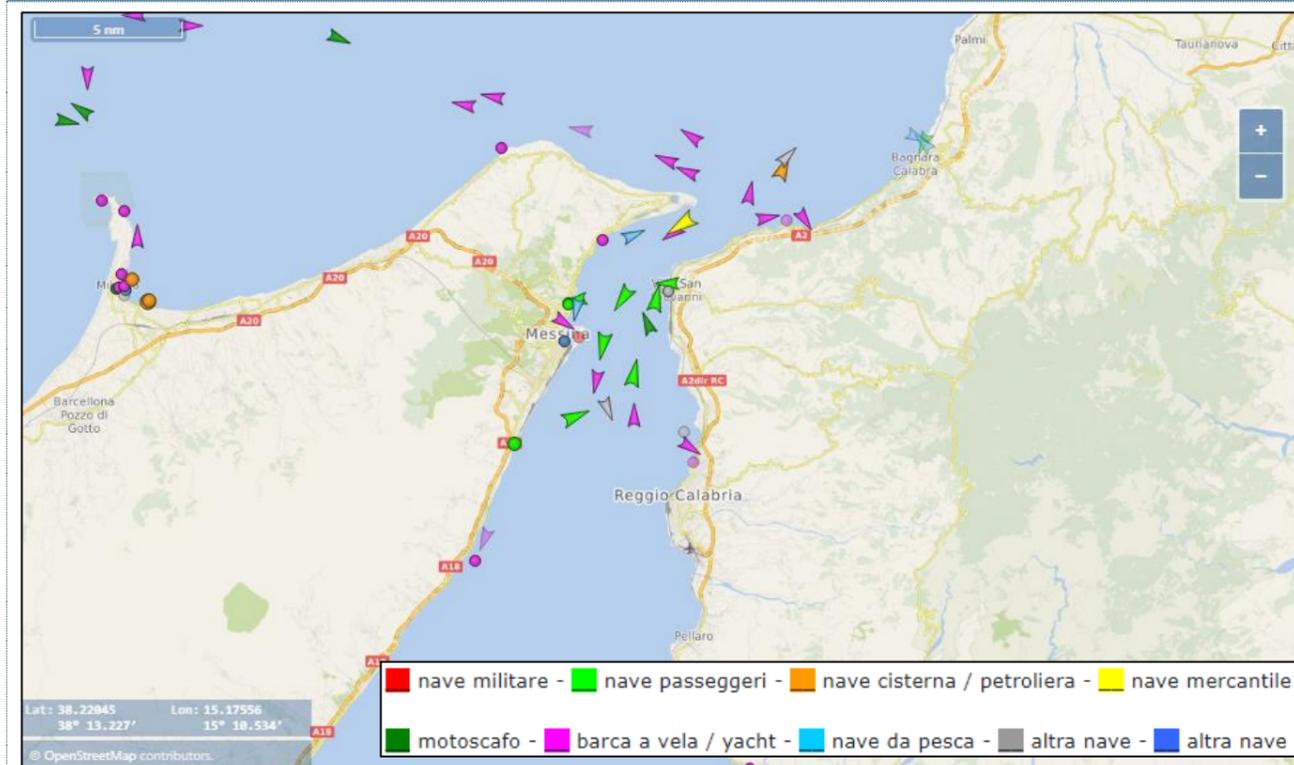
**Descrizione dell'azione prescrittiva**

L'azione prescrittiva è descritta nel seguito della presente scheda e si articola a partire da un'analisi del traffico navale nello stretto di Messina correlato al cantiere dell'opera e la relazione con il traffico navale ordinario.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>	GE0322	
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>	Par. § 3.4.4.3.1	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



**Localizzazione litorali**

## 1. Analisi del traffico navale nello Stretto di Messina

**REGOLE DI NAVIGAZIONE SPECIFICHE PER LO STRETTO DI MESSINA**

Lo Stretto di Messina dispone di 3 porti (Messina, Reggio e Villa San Giovanni) oltre altri due approdi localizzati nel comune di Messina (Tremestieri e San Francesco), di norma utilizzati per l'approdo dei traghetti delle società private. La navigazione nello Stretto di Messina è regolata da apposite norme stabilite dal **Comando generale del corpo delle Capitanerie**, cui tutte le navi passeggeri e le navi di stazza superiore a 300 GT devono attenersi durante il transito. Sono previsti dei servizi specifici per i natanti in transito (*Vessel Traffic Services – VTS*) erogati da un apposito centro VTS con sede nel porto di Messina. In caso di avaria del centro VTS di Messina, limitatamente al servizio informazioni (InS), i servizi VTS vengono erogati dal Porto di Reggio.

Le unità navali escluse dall'obbligo di partecipazione ai servizi, ma che possono facoltativamente richiedere l'ausilio del Centro VTS di Messina, sono:

- le navi da guerra;
- le navi da guerra ausiliarie;
- le altre navi appartenenti a uno Stato membro o da questo esercitate e utilizzate per un servizio pubblico non commerciale;
- navi da pesca, navi tradizionali e imbarcazioni da diporto inferiori a 45 metri.

Nello Stretto di Messina non possono transitare, inoltre, le navi che trasportano prodotti petroliferi o altre sostanze nocive all'ambiente marino, di stazza lorda maggiore o uguale alle 50.000 tonnellate.

L'area in cui operano i servizi VTS è delimitata, a Nord da due linee che – con origine nel punto di coordinate Lat. 38°22'.3 N – Long. 015°31' E – corrono in direzione Est (costa calabrese) e Sud (costa Siciliana); a sud dal Parallelo 38°01' N, congiungente punta Pellaro (costa calabrese) con Capo Ali (costa siciliana).

Un'ulteriore area, denominata AREA PRECAUZIONALE / DI PRIMO CONTATTO VTS, si estende tre miglia nautiche a nord e a sud dai limiti dell'area VTS. In questa area viene stabilito il primo contatto tra la nave e il centro VTS. I servizi erogati dal centro VTS consistono in: *SERVIZIO INFORMAZIONI (InS)*; *SERVIZIO ORGANIZZAZIONE DEL TRAFFICO (TOS)*; *SERVIZIO ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE (NAS)*.

Le norme di navigazione nello Stretto impongono, inoltre, il pilotaggio obbligatorio per tutte le navi di stazza lorda maggiore o uguale a 15.000 T e per le navi di stazza lorda maggiore o uguale a 6.000 T che trasportano idrocarburi o altre sostanze nocive e/o inquinati. Tali navi, devono, quindi, transitare nello Stretto con l'ausilio di un pilota fornito dal Centro VTS, trasportato a bordo del natante in navigazione, che gestirà le attività di navigazione durante l'attraversamento.

I punti di salita e discesa da bordo del pilota sono:

- stazione di pilotaggio per le navi provenienti da nord:
  - Capo Peloro
  - Faro di S. Raineri
- stazione di pilotaggio per le navi provenienti da sud:
  - Faro di S. Raineri
  - Faro di Scilla

L'ancoraggio dei natanti è consentito solo, previa autorizzazione del Centro VTS, nei seguenti punti:

- Costa messinese: Rada Paradiso; Capo Rasocolmo
- Costa reggina: Rada Giunchi; Rada Pentimele

Nell'ambito dell'area VTS è, inoltre, in vigore uno schema di separazione del traffico per l'attraversamento longitudinale che divide idealmente lo stretto in due *corsie*. Le imbarcazioni che attraversano lo Stretto in direzione sud sono tenute a mantenersi a ovest della linea virtuale che separa le due corsie (navigando, quindi, più vicino alla costa siciliana); mentre, le imbarcazioni che si spostano verso nord devono mantenersi a est della linea immagina navigando più vicino alla costa calabrese. L'unico modo per invertire il senso di marcia e passare da una corsia all'altra è *girare in senso antiorario*, intorno a una *rotatoria* virtuale (percorso *rotatorio* per il traffico trasversale tra le due sponde). Vedi immagine sopra riportata.

All'interno delle due *corsie di traffico* le navi devono tenersi discostate dalla linea di separazione del traffico e procedere mantenendo rotte dirette evitando, per quanto possibile, cambiamenti improvvisi.

In presenza di condizioni meteo-marine particolarmente avverse (venti forti provenienti dai quadranti settentrionali e meridionali) che possono rendere difficoltosa la navigazione, potranno essere autorizzate, in deroga e previa richiesta al Centro VTS, *rotte di sicurezza*. Tutte le unità in navigazione all'interno delle corsie di traffico, nella *rotatoria* e nelle zone di traffico costiero, devono procedere a velocità di sicurezza (salvo esigenze connesse a emergenze e/o sicurezza nave/navigazione e previa informazione al Centro VTS) in modo da evitare incidenti e pericolo di collisione durante le operazioni di manovra.



Figura 1.1 Percorsi transiti navali dello Stretto

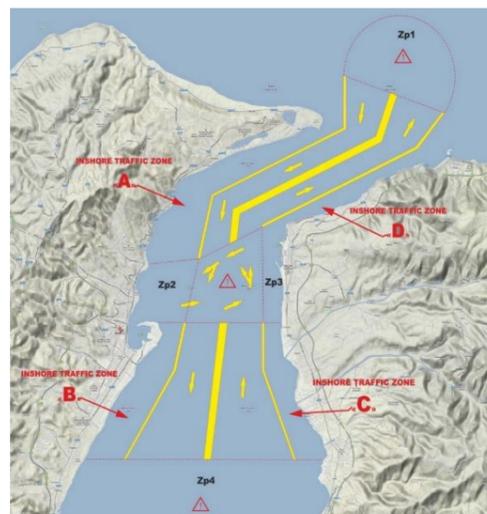


Figura 1.2 Regolamentazione transiti, Rotatoria dello Stretto

Dal 01 giugno al 30 settembre di ogni anno, dall'alba al tramonto, le unità di cui sopra devono mantenere una velocità non superiore a 16 (sedici) nodi. Le unità veloci e gli aliscafi sono esclusi dai limiti di velocità sopra indicati fermo restando l'obbligo di mantenere una velocità di sicurezza adeguata.

Gli aliscafi, dal tramonto all'alba o in condizioni di scarsa visibilità durante la navigazione all'interno dell'area delimitata a Nord da Capo Peloro e la congiungente l'approdo di Tremestieri (costa siciliana) e il porto di Reggio Calabria (costa calabrese), devono navigare con scafo in dislocamento. Per le imbarcazioni da diporto è conveniente navigare il più possibile vicino alla costa alla propria dritta, prestando attenzione ai traghetti che attraversano trasversalmente lo stretto. Per ordinanza della Capitaneria di Porto, i traghetti hanno precedenza su tutte le navi e imbarcazioni.

Inoltre, a scopo preventivo (almeno nel tratto tra Capo Peloro e Messina) è opportuno che le imbarcazioni a vela navigino con il fiocco ammainato, evitando in ogni caso andature di bolina a zig zag con frequenti e improvvisi cambi di rotta.

**ANALISI DEL TRAFFICO NAVALE TRASVERSALE "LOCALE" FRA LE DUE SPONDE**

L'analisi del traffico navale trasversale "locale" nello Stretto di Messina risulta complessa e articolata a causa della posizione strategica dello Stretto, che si configura quale *spazio filtro* tra la Sicilia e la parte continentale dell'Italia, e delle diverse tipologie di trasporto che interessano i flussi di traffico fra le due sponde: traffico navale ferroviario; gommato; passeggeri; merci; turistico.

Le realtà portuali che caratterizzano i porti Stretto di Messina e le portualità immediatamente limitrofe sono contraddistinte da specifiche identità di cui, a seguire, se ne riporta una sintesi.

**Porti di Messina e Tremestieri:** gestione dei flussi passeggeri e RO-RO per le movimentazioni da e verso il continente e dei pendolari che quotidianamente si muovono tra le due sponde dello stretto. Non si registrano ulteriori movimentazioni merci rilevanti. Messina attualmente è l'unico porto tra quelli dell'autorità portuale a movimentare croceristi, ma dal 2023, a seguito di una mirata azione di promozione e marketing del Porto di Reggio Calabria e del territorio provinciale reggino sono previsti alcuni scali di navi da crociera, inoltre il mercato internazionale del crocierismo settore *luxury* sta valutando con interesse il porto come nuova destinazione per gli scali per gli anni 2024 e successivi.

**Reggio Calabria:** si caratterizza per una discreta movimentazione legata alle rinfuse solide, in particolare di tipo minerario, di cementi e di calci, e una ridotta movimentazione RO-RO e passeggeri legata in prevalenza al pendolarismo quotidiano da e per Messina e, durante il periodo estivo, ai collegamenti con le Isole Eolie.

**Villa San Giovanni:** gestione dei flussi passeggeri e dei pendolari che quotidianamente si muovono tra le due sponde dello stretto, e RO-RO per le movimentazioni da e verso il continente, non si rilevano ulteriori movimentazioni merci tranne quelle all'interno dei mezzi pesanti e dei carri ferroviari che utilizzano i servizi di traghettamento.

Il traffico marittimo nello Stretto di Messina è costante e molto intenso in entrambe le direzioni con flussi significativi anche in senso longitudinale. Ne deriva la necessità di un'attenta gestione dei traffici al fine di regolamentare gli spostamenti a favore delle condizioni di sicurezza durante la navigazione, sia in considerazione dell'intensità di traffico, sia in considerazione delle condizioni meteorologiche che caratterizzano lo stretto (correnti, venti, presenza di piccole isole e promontori lungo le coste siciliana e calabrese).

## TRAFFICO NAVALE LOCALE - FERROVIARIO

Il traffico navale ferroviario nello Stretto di Messina, è garantito attraverso il servizio di traghettamento, tra la Sicilia e la Calabria, dei convogli ferroviari su navi appositamente attrezzate. Dal 1901 i treni proseguono la loro corsa dalla Calabria verso la Sicilia (e viceversa) grazie alle originarie *ferry-boat*. Il *ferry boat* trasportava attraverso lo Stretto di Messina convogli ferroviari, carri merci, passeggeri e passeggeri con veicoli al seguito espletando un servizio di traghettamento prevalentemente rivolto al vettore ferroviario per garantire l'interesse pubblico all'unificazione della rete ferrata, pur assicurando, al contempo, l'interesse generale alla continuità territoriale a veicoli e passeggeri fungendo da traghetto che collegava le due rive dello Stretto.

Nel riordino della materia, a seguito del passaggio dal monopolio di Ferrovie dello Stato al libero mercato del trasporto ferroviario, il traghettamento dei treni (carrozze passeggeri e carri merce) è rimasta attività riservata al gestore di RFI (partecipata al 100% da Ferrovie dello Stato) e delle stazioni ferroviarie marittime dei porti di Messina e di Villa S. Giovanni; mentre il traghettamento, con lo stesso servizio di nave traghetto di passeggeri e mezzi gommati è stato trasferito alla nuova società del gruppo Ferrovie dello Stato, *Bluferries srl* che, in regime di libera concorrenza effettua il traghettamento di passeggeri e veicoli gommati nello Stretto di Messina.

Nella seconda metà del secolo scorso, l'erompere del fenomeno della motorizzazione di massa, lo sviluppo tecnologico di mezzi e infrastrutture di trasporto (imposte dalla liberalizzazione dei servizi e dalla globalizzazione dei mercati), hanno sollecitato adeguamenti normativi e interpretazioni evolutive di istituti giuridici acquisiti.

La qualifica di nave-traghetto riconosciuta al *ferry boat* per collegamenti marittimi brevi tra le due sponde (capolinea di terminali ferroviari e di vie di traffico terrestre), si estende quindi a nuove tipologie di navi (RO-RO e RO-PAX) adibite al trasporto di mezzi gommati e passeggeri con veicoli al seguito e ai mezzi veloci per il trasporto passeggeri fra la Sicilia e la Calabria e verso le isole. I traghetti ferroviari attraversano lo Stretto di Messina da Messina (costa siciliana) a Villa San Giovanni (costa calabrese) e viceversa. La Rotta Messina-Villa S. Giovanni (e viceversa) rappresenta una delle più importanti connessioni ferroviarie tra la Sicilia e la penisola italiana. Sia il porto di Messina che quello di Villa San Giovanni sono, quindi, dotati di apposite insenature e piattaforme dedicate all'attracco dei traghetti adibiti al trasporto dei convogli ferroviari.

I traghetti ferroviari possono trasportare sia passeggeri sia automobili, camion, e convogli ferroviari.

Gli stessi operano con frequenza regolare e numerose corse giornaliere correlate, sia con le coincidenze dei treni in arrivo/partenza, sia con la più generale domanda dei passeggeri e delle società di trasporto merci, al fine di fornire una risposta adeguata alle esigenze di traffico.

Nel corso degli anni, sono state discusse diverse iniziative progettuali finalizzate a implementare il collegamento ferroviario tra la Sicilia e la Calabria tra cui, appunto, la realizzazione del collegamento stabile fra le due sponde.

### Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

Tuttavia, in attesa della definizione della vicenda legata alle citate iniziative progettuali di cui sopra, al fine di far fronte alla necessaria implementazione dei servizi di trasporto navale ferroviario, nel marzo del 2022 è stato varato a Messina il nuovo traghetto *Iginia* (finanziati dal Pnrr), di Rete Ferroviaria Italiana, destinato al trasporto di treni merci e passeggeri attraverso lo Stretto di Messina in sostituzione del traghetto *Villa*, varato nel 1983 sulla rotta tra Messina e Villa San Giovanni.

#### TRAFFICO NAVALE LOCALE – GOMMATO (RO-RO E RO-PAX)

Il traffico navale locale gommato comprende navi RO-RO (roll-on/roll-off) e RO-PAX (roll-on/roll-off passeggeri) e rappresenta un settore importante dell'infrastruttura di trasporto marittimo nello Stretto di Messina.

La categoria *RO-RO* (trasporto merci a caricazione orizzontale o rotabile – auto e mezzi pesanti) comprende navi traghetto con modalità di carico dei mezzi gommati in modo autonomo e senza l'ausilio di mezzi meccanici esterni; sono, infatti, dotate di rampe che consentono l'agevole imbarco/sbarco dei veicoli, rendendo il trasporto efficiente e veloce. Le navi RO-RO sono ampiamente utilizzate per scopi commerciali (trasporto merci su mezzi gommati).

Le navi RO-PAX sono progettate, invece, per il trasporto combinato di passeggeri, auto e mezzi pesanti gommati. In questo caso la configurazione dei ponti di carico è caratterizzata da corsie e spazi di sosta che favoriscono il trasporto di mezzi e passeggeri in condizioni di sicurezza e confort.

Nei porti di Messina e di Villa San Giovanni, una netta predominanza del flusso passeggeri e RO/RO; nel porto di Reggio Calabria, principalmente un traffico collegato a navi ro/ro oltre che quello dei passeggeri operati con i mezzi veloci sulla tratta di collegamento con Messina e durante il periodo estivo con le Isole Eolie.

#### TRAFFICO NAVALE LOCALE – PEDONALE (PAX)

Tra i Porti di Messina, Villa San Giovanni e Reggio Calabria transitano ogni anno oltre 10.000.000 di passeggeri, sia a piedi che a bordo di circa 1.800.000 autovetture e 400.000 mezzi pesanti ai quali si aggiungono più di 1.500.000 di passeggeri e 800.000 tra mezzi pesanti e autovetture sulle tratte Tremestieri-Villa San Giovanni-Reggio Calabria.

Per tutti questi trasferimenti vengono effettuate circa 100.000 corse tra traghetti, navi ferroviarie e mezzi veloci/aliscafi con una media giornaliera di una partenza di una nave ogni 5 minuti fra i vari porti.

Mediamente, quindi, al netto del traffico merci, sullo Stretto di Messina ogni giorno transitano non meno di 20.000 passeggeri di cui circa un quarto pendolari che si spostano quotidianamente tra le provincie di Messina e Reggio Calabria. Nei periodi estivi, in corrispondenza ai massicci spostamenti dei turisti verso la Sicilia, i flussi di passeggeri e mezzi possono anche raddoppiare.

Dal punto di vista trasportistico, lo Stretto di Messina è un nodo di rilevanza nazionale. Negli ultimi anni sono aumentati anche i collegamenti ferroviari Nord/Sud sulla linea tirrenica, con un conseguente aumento dei collegamenti operati con i mezzi veloci tra Villa San Giovanni e Messina che presto riguarderà anche quelli con le Isole Eolie.

#### ANALISI DEL TRAFFICO NAVALE DA E PER I PORTI DELLO STRETTO

L'analisi del traffico che interessa i porti del sistema portuale dello Stretto deve necessariamente tenere conto delle tipologie di utilizzatori afferenti ai diversi segmenti di traffico che, quasi sempre, utilizzano in maniera esclusiva gli specifici mezzi navali.

Dalla varietà di mezzi navali che circolano nello stretto e dai modesti tempi di navigazione (correlati sia dal mezzo navale che dalla tratta servita) si rileva un numero molto alto di movimenti con partenze/arrivi nei porti gestiti dall'AdSP che in alcuni periodi dell'anno e della giornata possono arrivare anche a frequenze di un'operazione ogni 5/10 minuti.

I principali dati di traffico (anno 2022) relativi ai porti del Sistema confermano le seguenti tipologie di traffico ormai consolidate:

- **Porto di Messina:** significativo flusso di passeggeri crocieristi che testimonia la rilevante vocazione crocieristica dell'infrastruttura. Nel corso del 2023 si registra un nascente flusso di crocieristi anche nel Porto di Reggio Calabria che è destinato a crescere negli anni futuri.
- **Porti di Messina e Villa San Giovanni:** netta predominanza del flusso passeggeri e ro/ro;
- **Porto di Reggio Calabria:** traffico correlato, principalmente, a navi ro/ro oltre che al trasporto dei passeggeri operati con i mezzi veloci sulla tratta di collegamento con Messina e con le Isole Eolie (durante il periodo estivo).

I dati sopra riportati sono sostanzialmente in linea, anche se in molti casi in crescita, con quelli degli anni precedenti al 2020 quando,

	MOVIMENTAZIONE MERCI PORTI ADSP ANNI 2019 E 2022			
	Totale navi (n)	Merchi varie Ro-Ro (t)	Rinfuse solide (t)	Rinfuse liquide (t)
Porto di Messina-Tremestieri 2019	97,438	6,119,264	0	0
Porto di Messina-Tremestieri 2022	103,263	6,554,607	0	0
Differenza Percentuale 22-19	6%	7%	0%	0%
Porto di Villa San Giovanni 2019	80,726	5,039,904	0	0
Porto di Villa San Giovanni 2022	85,703	5,435,880	0	0
Differenza Percentuale	6%	8%	0%	0%
Porto di Milazzo 2019	9,239	259,738	154,808	17,856,829
Porto di Milazzo 2022	11,054	274,553	53,248	17,017,423
Differenza Percentuale	20%	6%	-66%	-5%
Porto di Reggio Calabria 2019	16,002	688,706	42,921	0
Porto di Reggio Calabria 2022	16,874	709,459	57,854	0
Differenza Percentuale	5%	3%	35%	0%
<b>Totale 2019</b>	<b>203,405</b>	<b>12,107,612</b>	<b>197,729</b>	<b>17,856,829</b>
<b>Totale 2022</b>	<b>216,894</b>	<b>12,974,499</b>	<b>111,102</b>	<b>17,017,423</b>
Differenza Percentuale	7%	7%	-44%	-5%

	Autostrade del Mare		
	2019	2022	Diff. %
Milazzo-Isole Eolie-Napoli	259,738	274,553	5.7%
Messina-Salerno	384,685	409,268	6.4%

Figura 1.3 Movimentazione Merci Porti Autorità di Sistema Portuale dello Stretto anni 2019 e 2022

### Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

con l'emergenza sanitaria da COVID-19, si sono registrati considerevoli flessioni. Terminata ufficialmente l'emergenza sanitaria nei primi mesi del 2023, anche dal punto di vista dei traffici portuali nei Porti dello Stretto si è registrato un ritorno ai valori di traffico pre-COVID evidenziando, diversamente da quanto avvenuto in porti nazionali con tipologie di traffico similari, una evidente ripresa (come testimoniano i dati relativi al crocierismo).

Il 2022, seppur ancora condizionato da fattori negativi influenzati dal contesto internazionale seriamente toccato dalla guerra in Ucraina, così come dagli effetti post pandemici, ha comunque registrato una ripresa dei traffici dei porti dello Stretto.

Al fine di effettuare un'analisi più equilibrata i dati 2022 sono stati confrontati con quelli delle movimentazioni registrate nel corso del 2019 (pre-pandemia).

Dall'analisi dei dati complessivi del sistema portuale è evidente la tendenza alla ripresa del traffico merci del settore RO-RO, che da sempre rappresenta il segmento trasportistico di naturale vocazione dei porti dello Stretto, sia per l'attraversamento da e per il continente, sia per i collegamenti della Sicilia con le Isole minori e per le autostrade del mare Messina-Salerno e Milazzo-Napoli.

La ripresa degli spostamenti pre-pandemici è evidente anche nella tabella che segue relativa ai dati sull'attraversamento dello Stretto.

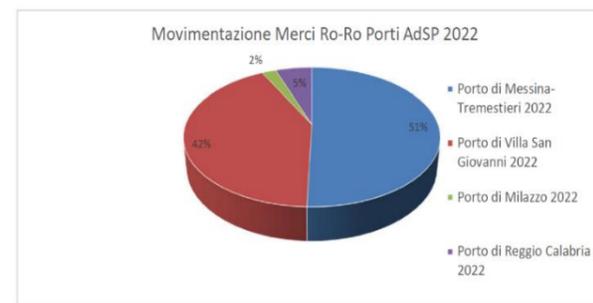


Figura 1.4 Movimentazioni Merci RO-RO, Porto di Messina e Villa S. Giovanni, Autorità di Sistema Portuale dello Stretto anni 2019 e 2022

	DATI ATTRAVERSAMENTO DELLO STRETTO ANNI 2019 E 2022		
	Merchi varie in colli (t)	Veicoli Privati (n)	Veicoli Commerciali (n)
Porto di Messina- Tremestieri 2019	6,119,264	1,807,571	886,930
Porto di Messina- Tremestieri 2022	6,554,607	1,835,586	950,306
Differenza Percentuale	7%	2%	7%
Porto di Villa San Giovanni 2019	5,039,904	1,786,345	730,277
Porto di Villa San Giovanni 2022	5,435,880	1,725,806	784,689
Differenza Percentuale	8%	-3%	7%
Porto di Reggio Calabria 2019	688,706	8,282	98,960
Porto di Reggio Calabria 2022	709,459	7,678	101,683
Differenza Percentuale	3%	-7%	3%
<b>Totale 2019</b>	<b>11,847,874</b>	<b>3,602,198</b>	<b>1,716,167</b>
<b>Totale 2022</b>	<b>12,699,946</b>	<b>3,569,070</b>	<b>1,836,678</b>
Differenza Percentuale	7%	-1%	7%

Figura 1.5 Dati di attraversamento dello Stretto anni 2019 e 2022

Grazie ai dati di traffico rilevati (come riportato sulla stampa specializzata), i porti di Messina e Villa San Giovanni confermano, il proprio primato italiano sulla movimentazione di rotabili seguiti dai porti di Livorno, Genova, Trieste, Palermo, Catania, Olbia e Civitavecchia. Tutti porti per i quali è stato registrato un decremento dei traffici rispetto al 2021 fatta eccezione per il porto di Messina che ha registrato un incremento del 3,5% e del 3,4% rispetto al 2019.

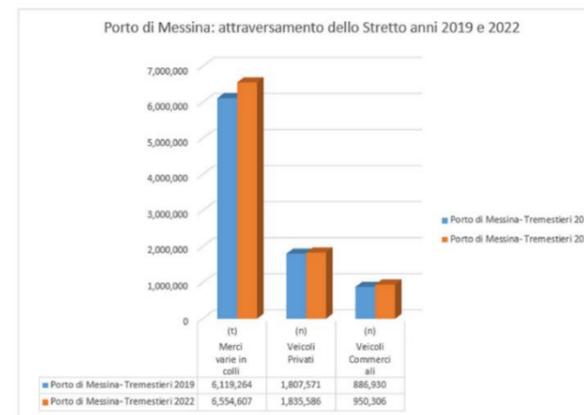
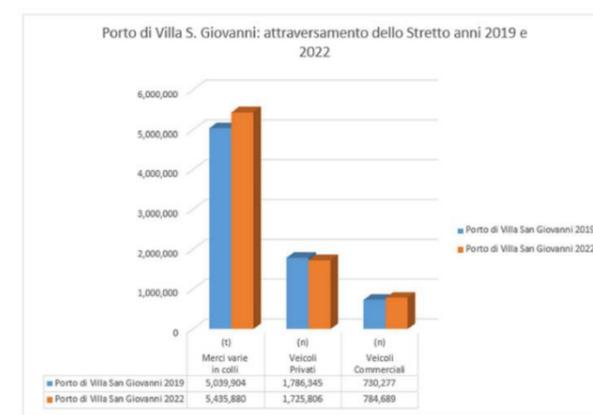


Figura 1.6 Dati di attraversamento dello Stretto anni 2019 e 2022 nel Porto di Messina (a sinistra) e Villa S. Giovanni (a destra)



## Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

Altro primato assoluto da sempre riconosciuto ai porti dello Stretto è quello relativo al traffico passeggeri che, nell'anno 2022, ha fatto registrare più di 20 milioni di persone nell'intero sistema portuale. Messina e Villa San Giovanni rappresentano, infatti, rispettivamente il primo e il secondo porto in Europa secondo le ultime rilevazioni Eurostat (anni 2019, 2020, 2021).

Tale primato è confermato anche per il 2022 seppur con un decremento totale dell'11% (probabilmente legato al mancato recupero, nel corso dell'anno in esame, della quota di traffico persa a causa della pandemia).

Con riferimento al crocierismo, Messina si è attestata al decimo posto nella classifica italiana. Il dato, ancora non ai livelli del 2019, è certamente motivato da un tasso di riempimento delle navi da crociera più basso rispetto agli standard precedenti che, nel corso del 2022 ha caratterizzato il comparto a livello internazionale per gli effetti psicologici ed economici post covid. Il porto è comunque in netta ripresa avendo segnato una crescita del 148% rispetto al 2021, con previsioni di incremento promettenti.

MOVIMENTAZIONE PASSEGGIERI PORTI ADSP ANNI 2019 E 2022			
	Toccate navi	Passeggeri di linea	Passeggeri crocieristi
Porto di Messina-Tremestieri 2019	97,438	10,755,431	422,732
Porto di Messina-Tremestieri 2022	103,263	9,562,749	387,632
Differenza Percentuale	6%	-11%	-8%
Porto di Villa San Giovanni 2019	80,726	9,875,455	0
Porto di Villa San Giovanni 2022	85,703	8,847,511	0
Differenza Percentuale	6%	-10%	0%
Porto di Reggio Calabria 2019	16,002	793,045	0
Porto di Reggio Calabria 2022	16,874	649,266	0
Differenza Percentuale	5%	-18%	0%
Porto di Milazzo 2019	9,239	1,116,763	0
Porto di Milazzo 2022	11,054	1,020,385	0
Differenza Percentuale	20%	-9%	0%
<b>Totali 2019</b>	<b>203,405</b>	<b>22,540,694</b>	<b>422,732</b>
<b>Totali 2022</b>	<b>216,894</b>	<b>20,079,911</b>	<b>387,632</b>
Differenza Percentuale	7%	-11%	-8%

Figura 1.7 Movimentazione passeggeri anni 2019 e 2022 nei Porti di competenza dell'AdSP

## AUTOSTRADE DEL MARE (RO-RO E RO-PAX)

Le Autostrade del Mare rappresentano un importante elemento nell'ambito della politica dei trasporti dell'UE per promuovere la connettività regionale e migliorare l'accessibilità tra le diverse aree geografiche dell'Unione Europea attraverso un sistema di trasporto marittimo (merci e passeggeri) efficiente e sostenibile lungo specifiche rotte opportunamente individuate.

Questo sistema prevede l'impiego di navi RO-RO (roll-on/roll-off) e RO-PAX (roll-on/roll-off passeggeri) per collegare le regioni costiere e insulari dell'Europa. Uno degli obiettivi principali delle Autostrade del Mare è promuovere il trasporto sostenibile, contribuendo alla riduzione delle emissioni di Co2 e della congestione stradale. Il trasporto marittimo, infatti, è spesso considerato un sistema di trasporto più ecologico rispetto al trasporto su strada, soprattutto nelle lunghe distanze. Grazie alle Autostrade del Mare sono state risparmiate 680.000 tonnellate di Co2 equivalente alle emissioni annue di una città di 1 milione di abitanti.

Oggi l'Italia è prima al mondo per principali flotte di navi ferry e Ro-Ro Pax, con oltre 250 unità per più di 5 milioni di tonnellate di stazza, e seconda in Europa per traffico merci RO-RO. Mentre sul fronte del trasporto passeggeri, il mercato italiano è primo tra i paesi UE con 24,8 Mln di passeggeri.

per il quinquennio 2023-2027, ai sensi delle norme sugli Aiuti di Stato dell'UE); Ferrobonus (il Ministero dell'Economia e delle Finanze ha approvato il testo definitivo per l'erogazione del contributo al trasporto combinato strada-rotaia per il triennio 2023-2026); incentivi per terminalisti e sconto pedaggio, con particolare attenzione allo sviluppo della logistica dell'ultimo miglio. A questo si aggiungono investimenti in semplificazioni e digitalizzazione, che hanno portato l'Italia al primo posto nel mondo per tempi e costi delle dogane. Nel 2019, considerando tutte le modalità di trasporto disponibili, il flusso medio giornaliero di passeggeri che si spostava tra Sicilia e continente si attestava sulle 55.000 unità, di cui circa un terzo tra le province di Messina e Reggio Calabria, mentre i restanti riguardavano spostamenti di media e lunga distanza. Gli effetti della pandemia da COVID-19 hanno portato ad un drastico calo dei flussi passeggeri nel 2020, ma i dati del 2022 confermano il trend di ripresa, anche se i numeri sono ancora leggermente inferiori a quelli pre-pandemici.

Si evidenzia, infine, che il porto di Messina è inserito nella rete europea Ten-T dei porti comprehensive, lungo il Corridoio scandinavo-mediterraneo. Le funzioni portuali primarie a Messina si sostanziano prevalentemente nel traghettamento dello Stretto di Messina di passeggeri e di merci su gommato pesante, nel crocierismo, nella movimentazione LO/LO, nelle Autostrade del mare (Linea Messina-Salerno).

## CROCIERE E GRANDI YACHTS

Negli ultimi anni, al netto del biennio maggiormente colpito dalla pandemia da COVID-19 (2020-2021), si è registrata una forte crescita del settore crocieristico nel Mediterraneo. Una delle conseguenze legate a questa crescita è stato l'aumento delle richieste di navi con dimensioni sempre maggiori con conseguente segmentazione del mercato poiché non tutti i porti, specialmente in Italia, dispongono di banchine e fondali adeguati. Molti porti nascono, infatti, a stretto contatto con i centri storici cittadini di grande valore architettonico e paesaggistico e hanno limitate possibilità di espansione.

A oggi, tra i porti del Sistema dello Stretto, solo Messina ospita la tipologia di traffico crocieristico. Nel 2022 il porto ha fatto registrare circa 17.900 passeggeri "home port" e 264.000 passeggeri "in transit", riuscendo a inserirsi nel circuito dei principali player mondiali. Fatta eccezione per Messina, però, per gli altri Porti dell'Autorità si riscontrano non poche difficoltà nella gestione di questa tipologia di natante e nell'offerta di servizi all'utenza anche se, nel corso del 2023 è stato registrato un nascente flusso di crocieristi anche nel Porto di Reggio Calabria destinato a crescere negli anni futuri.

## MERCI

I porti dello stretto di Messina non hanno una vocazione legata alla movimentazione dei traffici containerizzati in quanto la presenza a poca distanza del porto di Gioia Tauro hub transhipment per il mediterraneo catalizza tale tipologia di traffico.

La movimentazione di merci dei Porti del Sistema dello Stretto ha assistito, nell'ultimo anno (2022), a un riallineamento ai traffici pre-

## Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

pandemia (2019), con oltre 30 milioni di tonnellate complessivamente movimentate tra merce in ingresso e in uscita.

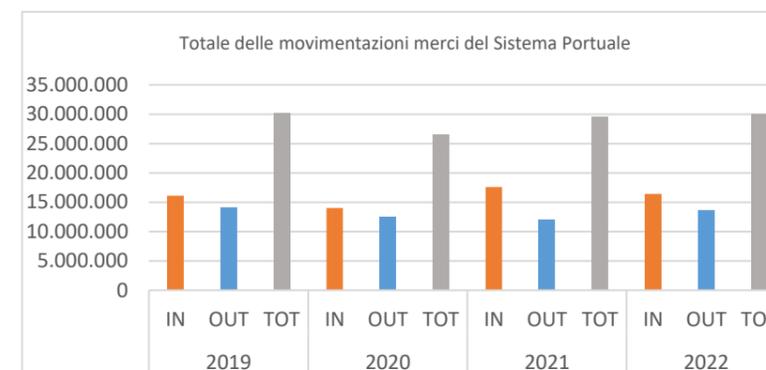


Figura 1.8 Tabella delle movimentazioni merci del Sistema Portuale

Di questi traffici, quello rotabile ha registrato un andamento leggermente superiore sia in termini di tonnellate movimentate che in termini di mezzi commerciali (guidati e semirimorchi), ovvero circa 13 milioni di tonnellate del 2022 rispetto ai 12.1 milioni del 2019; quelle del 2022 sono però leggermente inferiori all'anno 2021, che ha fatto registrare invece una movimentazione merci rotabili che si è attestata sulle 14.1 milioni di tonnellate circa. Le movimentazioni RO-RO interessano prevalentemente i porti di Messina e Villa San Giovanni, che insieme hanno movimentato quasi 12 milioni nel 2022, che come già detto superano i circa 11,1 milioni del periodo pre-pandemico ma sono leggermente in calo rispetto ai circa 13,1 milioni del 2021.

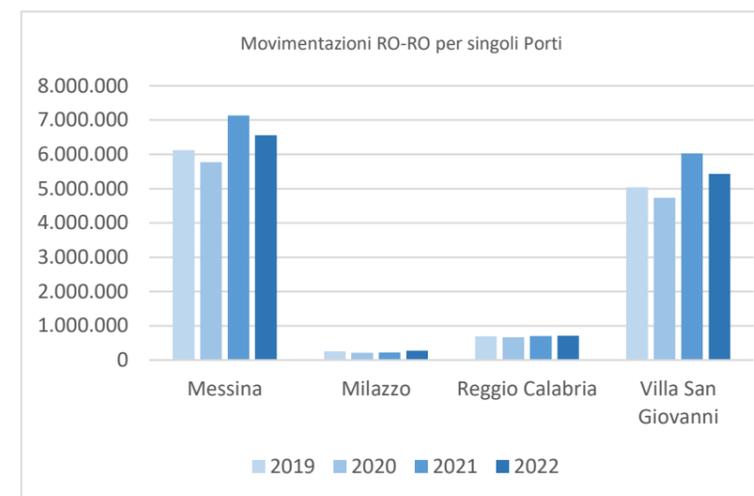


Figura 1.9 Movimentazioni Ro-Ro per singoli Porti

Le previsioni di lungo periodo paiono particolarmente incerte, potendosi solo confermare alcune delle caratteristiche tipiche del comparto che vedono volumi relativamente costanti durante tutto l'anno con rapide crescite durante i periodi estivi, concentrati particolarmente nei segmenti di naviglio di dimensioni più ridotte e in quelle a trasporto misto merce e passeggeri.

Il mercato dei rotabili, con l'esclusione dei traffici di car carrier, mantiene tendenzialmente dimensioni locali con tratte prevalentemente intra-regionali.

Il mercato mediterraneo si conferma uno tra i più attivi per questo settore, soprattutto per quello che riguarda i collegamenti con le isole maggiori e quelli tra le sponde nord e sud di questo mare.

Nel settore delle merci, la rilevanza dei traffici sullo Stretto è ancora più importante in termini di volume scambio merci tra la Sicilia e il Continente che risulta pari a circa 45.000 tonnellate al giorno di cui, circa il 20%, diretto all'estero. La maggior parte delle merci, tutta su rotabili, viene movimentata con i traghetti e solo una quota non superiore al 25% utilizza le navi RO-RO anche dagli altri porti siciliani.

Per quanto concerne il traffico rinfuse (solide e liquide), nel 2022 i porti sullo stretto di Messina hanno movimentato rinfuse solide per 111.102 tonnellate (in diminuzione rispetto al trend crescente degli anni precedenti). Tali movimentazioni, principalmente legate alle attività industriali presenti in ambito portuale, si sono concentrate prevalentemente nel porto di Milazzo e, per una parte minore, nel porto di Reggio Calabria, e sono.

Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

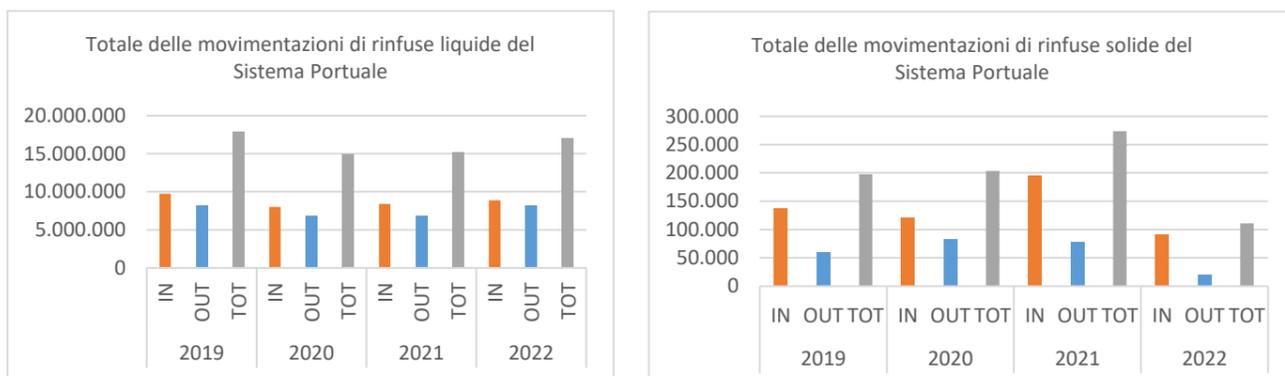


Figura 1.10 Totale delle movimentazioni di rinfuse solide e liquide del Sistema Portuale

La domanda di trasporto di rinfuse liquide è stata pari a 17 milioni di tonnellate ed è prevalentemente influenzata dalla movimentazione di petrolio greggio e dei suoi raffinati, mentre i mercati dei prodotti chimici, degli oli vegetali e delle altre rinfuse liquide alimentari rappresentano volumi relativamente ridotti. La movimentazione è gestita esclusivamente dal Porto di Milazzo.

Per quanto attiene lo sviluppo dei traffici commerciali, occorre rilevare una sostanziale staticità delle tipologie di traffico con segnali tutt'altro che incoraggianti per il futuro.

Il tessuto produttivo nelle aree urbane di riferimento dei porti è molto ridotto e sostanzialmente si rilevano da anni traffici commerciali esclusivamente riferiti alle necessità di alcuni ben individuati insediamenti produttivi.

Per il Porto di Reggio Calabria gli inerti e le rinfuse solide destinate al cementificio di Saline Joniche; per il resto dei porti le merci in transito sui rotabili collegate al traghettamento e alle autostrade del mare.

Gli effetti del conflitto Russia-Ucraina sembrano rappresentare serie criticità per il futuro della produzione dell'impianto siderurgico di Giammoro, così come le politiche europee di transizione energetica potrebbero cambiare, a breve, i programmi della raffineria di Milazzo. Per non parlare della realizzazione del ponte sullo Stretto che, a regime, potrebbe ridurre sensibilmente le necessità di servizi di traghettamento.

Con riferimento ai traffici commerciali, un obiettivo di medio e lungo termine che appare prioritario in tal senso è quello di rendere i porti dello Stretto hub logistici a supporto del sistema europeo delle autostrade del mare rifunzionalizzando adeguatamente le banchine e cercando di intercettare, non solo i flussi diretti dalla Sicilia verso il Continente, ma anche quelli (in previsione futura) dal Continente verso la sponda sud del Mediterraneo e il Medio Oriente.

**2. Analisi del traffico navale correlato al cantiere del Ponte sullo Stretto e interferenze con il traffico navale ordinario**

**ESIGENZE DI TRASPORTO NAVALE CONNESSE CON IL CANTIERE**

La localizzazione delle aree di cantiere lungo il tracciato del ponte è funzione delle tipologie di opere da realizzare (torri e blocchi d'ancoraggio, gallerie naturali e artificiali, rilevati, stazioni metropolitane e viadotti), alle esigenze legate alla realizzazione delle stesse, all'esame della viabilità (in particolare in rapporto ai siti di approvvigionamento inerti e deposito materiali di scavo) nonché ai vincoli e alle destinazioni d'uso degli strumenti urbanistici.

Per l'esecuzione dei lavori di una commessa così complessa e articolata, il progetto della cantierizzazione è stato articolato idealmente in sei aree principali distinte per tipologia di attività:

1. infrastrutture e sovrastrutture del Ponte sospeso sul versante siciliano;
2. infrastrutture e sovrastrutture del Ponte e opere stradali e ferroviarie in Calabria;
3. opere ferroviarie in Sicilia;
4. opere autostradali che insistono nell'area Curcuraci - Pace - Annunziata in Sicilia;
5. stazioni di Metropolitana.
6. ripascimento delle coste

I cantieri previsti per la costruzione dell'opera di attraversamento e dei suoi collegamenti stradali e ferroviari si dividono, inoltre, nelle seguenti categorie: **cantiere logistico; cantiere operativo; sito remoto; area intermodale; pontili; siti per la lavorazione degli inerti; depositi definitivi dei materiali di scavo; itinerari.**

I criteri con cui vengono localizzati i cantieri in corrispondenza del tracciato, sono condizionati da esigenze tecniche (in prossimità degli imbocchi per le tratte in galleria e, per le altre tratte, in vicinanza delle opere d'arte di maggiore impegno da realizzare) opportunamente mediate da esigenze ambientali con particolare attenzione alle caratteristiche di accessibilità, alla lontananza da aree ad alta intensità abitativa, alla possibilità di collegamenti ai depositi dei materiali di scavo e ai siti di produzione di inerti e calcestruzzi attraverso la viabilità principale extra-urbana o a nuove viabilità compatibili con la pianificazione urbanistica.

Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

In tale prospettiva, per effetto della richiesta di prevedere il ripascimento di parte delle coste nel versante orientale della Sicilia, al fine di non creare ulteriore impatto non sostenibile sulla circolazione stradale messinese, si è reso necessario considerare il **trasporto marittimo** per le sabbie di ripascimento e per le terre di scavo.

Su questa base, ai pontili SP1 e CP1 previsti rispettivamente in Sicilia e Calabria, si sono aggiunti due nuovi pontili (SP2 e SP3 in Sicilia) con geometria idonea all'attracco del naviglio previsto per il trasporto delle terre di scavo e degli inerti.

I pontili **SP1 e CP1** sono posizionati in corrispondenza delle torri per consentire il rapido trasferimento a piè d'opera dei concetti delle torri, mantenendo in posizione di ormeggio i mezzi navali di trasporto tipo "open deck". Tali mezzi dispongono di sistemi di compensazione idraulica per bilanciare i pesi durante le fasi di trasferimento del carico a terra.

I criteri di progettazione si basano sulla concezione di pontili di tipo *a giorno* su pali trivellati con camicia in acciaio e impalcati prefabbricati in calcestruzzo, facilmente rimovibili al termine dei lavori (in ottemperanza alle misure di protezione ambientale).

I pontili, su entrambi i versanti, sono predisposti per l'attracco e l'ormeggio del naviglio con capacità di trasporto dell'ordine di 3.000-6.000 tonnellate delle navi cementiere e dei supply vessel per materiali diversi. Allo scopo, in prossimità dei pontili sono previsti grossi depositi composti da silos per lo stoccaggio di cemento e di additivi.

TRASPORTI MARITTIMI

Relativamente ai **trasporti marittimi**, a seguire si riporta una sintesi delle fasi di trasporto navale delle diverse tipologie di materiali attraverso lo Stretto:

- Trasporto dei componenti del ponte che si sviluppa nel primo periodo e, in parte, contemporaneamente alla costruzione del ponte: concetti per l'impalcato, pendini, cavi, ecc. che vengono stoccati nel sito di Gioia Tauro che risulta porto di destinazione con annessa area di deposito anche per le forniture da paesi remoti.
- Trasporto diretto dei concetti delle torri (nel periodo di montaggio delle torri), dal porto utilizzato dal costruttore fino ai pontili di Ganzirri e Cannitello.
- Trasporto e montaggio dei cavi e, successivamente, dei concetti dell'impalcato, da Gioia Tauro.
- Trasporto dei materiali quali inerti, sabbie, cemento e terre di scavo, effettuato con naviglio specificamente attrezzato, in periodi precedenti, contemporanei e successivi ai trasporti per l'opera di attraversamento.

Il traffico marittimo generato impegnerà lo Stretto nel lungo periodo di costruzione delle opere a terra e delle infrastrutture dell'opera di Attraversamento. I trasporti seguono rotte che collegano i pontili di Cannitello, Ganzirri e il nuovo pontile da realizzare in località Villafranca Tirrena.

Tipologia dei materiali da trasportare:

- a. Terre e rocce di scavo provenienti dagli scavi sul versante Sicilia
- b. Inerti classificati
- c. Materiali di scarto da lavorazione inerti (limi e fanghi).

Per la visualizzazione del traffico navale, si riportano di seguito:

- la tabella di sintesi che riepiloga la ripartizione dei trasporti dei materiali dai pontili previsti: SP2 di Ganzirri; SP3 Villafranca e CP1 Cannitello (Calabria);
- I diagrammi rappresentativi del flusso generale di traffico settimanale sullo Stretto per tipologia di trasporto nel relativo periodo di attività della costruzione

Descrizione	Riepilogo trasporti marittimi		Origine		Destinazione	
	Peso Ton	Volume m3 (sciolti)	Ganzirri	Villafranca	Villafranca	Cannitello
a) Terre e rocce provenienti dagli scavi	5.727.719	3.918.966	SP2			SP3
b) Inerti classificati 0 - 5	1.048.289	717.250	SP2			CP1
b) Inerti classificati 5 - 20	767.466	525.108		SP3		CP1
c) Materiali di scarto da lavorazione inerti per cls	634.731	446.365	SP2			SP3
<b>Totale</b>	<b>8.178.206</b>	<b>5.607.690</b>				

Figura 2.1 Riepilogo trasporti marittimi

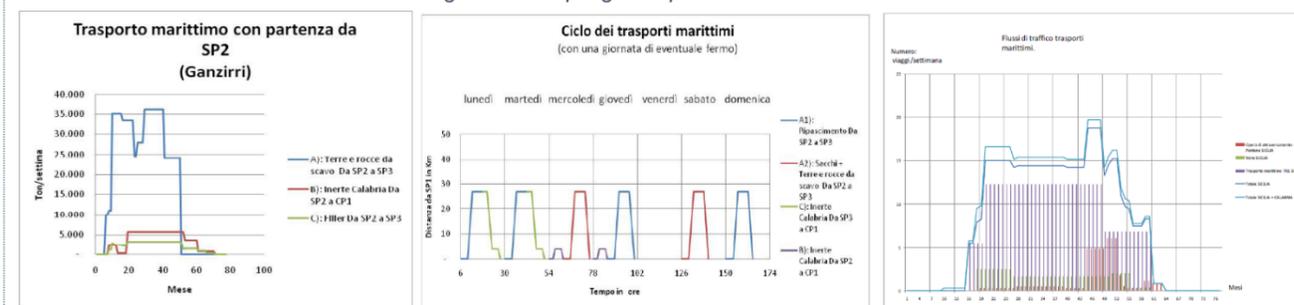


Figura 2.2 Trasporto marittimo da Ganzirri, ciclo dei trasporti marittimi e flussi di traffico trasporto marittimi

#### Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

L'esame dei dati riportati fornisce la misura del possibile impatto sulla navigazione nello Stretto e, di conseguenza, le indicazioni per l'iter autorizzativo e per le eventuali azioni che verranno adottate dagli organi competenti.

La costruzione del ponte comporta trasporti e operazioni di montaggio che comportano interferenze con il traffico marittimo nello stretto.

La fornitura degli elementi prefabbricati del ponte avviene, infatti, via mare così come una parte delle forniture di cemento e le eventuali ulteriori forniture minori.

Si verificano tre tipi di interferenza in rapporto alle fasi di montaggio delle strutture:

1. operazioni di trasporto dei conci per le torri, dei conci per l'impalcato dell'Attraversamento e delle bobine dei cavi di sospensione;
2. operazioni di messa in opera dei cavi di sostegno della passerella (Catwalk) che richiede la chiusura totale del passaggio marittimo per periodi limitati e ripetuti;
3. montaggio degli elementi di impalcato che comporta la chiusura parziale per periodi limitati e ripetuti di corridoi dedicati alle zone di sollevamento e montaggio.

#### INTERFERENZE FRA IL TRAFFICO NAVALE CONNESSO CON IL CANTIERE E IL TRAFFICO ORDINARIO NELLO STRETTO E MODALITÀ DI RISOLUZIONE DELLE STESSE (MODALITÀ ALTERNATIVE)

##### DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERAZIONI INTERFERENTI CON IL TRAFFICO MARITTIMO

**PONTILI.** Sulle due sponde, sia in Sicilia che in Calabria, è prevista la costruzione di due pontili a servizio dei cantieri, da rimuovere a fine lavori. I pontili sono dimensionati per l'attracco di chiatte di diverse tipologie per la durata dei lavori dell'opera di attraversamento. I pontili sono strutturalmente dimensionati per consentire lo scarico dei conci di torre, del peso di circa 1200 t ciascuno.

**TRASPORTO DI CONCI DI TORRE.** Ogni torre è formata da 24 conci più tre trasversi e strutture minori, assemblati in siti remoti e trasportati con *open deck barge* fino ai pontili corrispondenti. Allo stesso modo vengono trasportate altre forniture come giunti, strutture provvisorie, pendini, ecc.

**TRASPORTO DEI CAVI PRINCIPALI DEL PONTE.** Vengono trasportati dal paese di provenienza al deposito provvisorio di Gioia Tauro, avvolti in 1350 bobine di circa 150 t di peso. Dal deposito vengono trasportate con *open deck barge* al pontile di Ganzirri dove è previsto un ulteriore stoccaggio provvisorio per circa 130 bobine, eventualmente implementabile con stoccaggi in vicinanza del blocco di ancoraggio.

**CAVI DI SUPPORTO DELLA PASSERELLA.** Ciascuna passerella è supportata da 16 cavi ad alta resistenza di cui il 50% è trasportato via mare.

**CONCI DELL'IMPALCATO.** L'impalcato del ponte è costituito da conci di 60 m di lunghezza, che vengono stoccati temporaneamente a Gioia Tauro (CO.05) e trasportati sotto i cavi con *open deck barge* rimorchiate. Il sollevamento avviene attraverso funi sospese.

**FORNITURA DI CEMENTO.** Per l'esecuzione dei getti massivi sono necessari cementi speciali e additivi trasportabili via mare. Allo scopo, sono previsti silos di stoccaggio in corrispondenza dei pontili

##### TRAFFICO MARITTIMO ASSOCIATO AI PONTILI DI SERVIZIO

Allo stato attuale, i contratti di fornitura risultano, ancora, in corso di definizione. Pertanto, in questa fase è possibile fornire indicazioni non vincolanti sulle modalità di trasporto.

**CONCI DI TORRE:** sono formati da  $24 \times 2 = 48$  elementi di circa 1200 t ciascuna. Si prevede di utilizzare *open deck barge* adatte al trasporto di 4 conci per un periodo dell'ordine di circa un anno.

**TRASVERSI DELLE TORRI:** n. 3 elementi del peso di circa 1000 t ciascuno con trasporto effettuato nello stesso periodo di montaggio dei conci per le torri.

Per il versante siciliano, occorre aggiungere il trasporto dei cavi per un totale di circa 1350 bobine di circa 150 t di peso ciascuna, per un totale di 175.000 t.

**CEMENTO:** quantità previste 5.000T/settimana per un periodo di circa 30 mesi. Eventuali ulteriori forniture per quantità minori fino al termine del cantiere. Oltre a queste attività, è previsto il trasporto fra le due sponde del personale di cantiere in piccole imbarcazioni.

##### CHIUSURA TOTALE DELLO STRETTO PER LANCIO CAVI PORTANTI DELLA PASSERELLA DI SERVIZIO

In funzione di quanto indicato nello schema di montaggio, si prevedono 8 operazioni di lancio in giornate non consecutive.

Per ogni giornata sarà necessaria la chiusura del traffico marittimo per una durata massima di 8 ore. I cavi arriveranno in Calabria in bobine. Una nave trainante svolgerà le bobine attraversando lo Stretto. Raggiunta la costa siciliana il cavo sarà sollevato fino alla sommità della torre secondo la geometria di catenaria prevista.

##### CHIUSURA PARZIALE DELLO STRETTO PER POSIZIONAMENTO E SOLLEVAMENTO CONCI DELL'IMPALCATO

Si prevede che il trasporto dei conci d'impalcato sia fatto con *open deck barge*, rimorchiate, del tipo impiegato per il trasporto dei conci torre. Il posizionamento sarà fatto con l'aiuto del sistema GPS.

Il trasporto tipico è effettuato con due conci sovrapposti di 60 m di lunghezza con un peso di ciascun elemento di circa 1150 t. L'operazione di montaggio prevede le seguenti fasi:

- Avvicinamento della chiatte nella posizione di sollevamento;
- Posizionamento nell'asse di sollevamento con ausilio del sistema GPS;

#### Stima numero viaggi per Trasporto Materiale

- Abbassamento della fune e aggancio del concio;
- Sollevamento del concio.

Si applica la stessa sequenza per tutti i conci. Tali operazioni richiedono otto ore diurne e un'area quadrata di 250 m di lato con centro nell'asse del concio da montare. Poiché devono essere montati 75 conci, la durata complessiva delle operazioni è dell'ordine di 5 mesi di lavoro in condizione meteo-marine favorevoli.

#### VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL TRAFFICO NAVALE CONNESSO CON IL CANTIERE SUL TRAFFICO ORDINARIO NELLO STRETTO

Le lavorazioni connesse con la realizzazione del ponte, e dei collegamenti stradali e ferroviari tra lo stesso e le reti infrastrutturali esistenti, comportano una molteplicità di movimenti di mezzi pesanti tra i diversi punti del territorio ove sono localizzati i cantieri ed i vari impianti accessori occorrenti.

Dai cantieri previsti per l'esecuzione delle opere vengono trasportati alle cave i volumi di terre idonee; dalle cave, dopo la lavorazione, gli inerti vengono trasportati agli impianti di betonaggio; a partire dagli impianti di betonaggio, vengono trasportati in cantiere i quantitativi di calcestruzzo occorrenti presso i cantieri.

Gli scavi non utilizzabili per inerti, i residui delle relative lavorazioni, i fanghi derivanti dai processi di consolidamento sono trasportati ai siti di recupero ambientale attraverso la viabilità esistente e per alcuni percorsi di nuova costruzione. Quota parte dei materiali raggiunge i depositi definitivi con trasporti via mare, pertanto, gli itinerari collegano cantieri, cave, siti di deposito e lavorazione con i pontili di carico e scarico.

La traduzione dei quantitativi di materiale da trasportare in numero di mezzi pesanti impiegati corrisponde all'individuazione del traffico veicolare aggiuntivo che insisterà sulla viabilità, in particolare quella messinese.

I quantitativi da trasportare sono il risultato del volume di scavo giornaliero sciolto diviso per il numero di ore di transito (l'ipotesi è di 16 ore giornaliere) diviso la capacità di trasporto dei camion con capacità di 20 mc per gli inerti o 14 mc per le terre (es. 1000 mc banco corrispondono a circa 1200 mc sciolti quindi 1200 mc/giorno: 16 ore: 14 = circa 5 viaggi/giorno andata + 5 viaggi/giorno ritorno).

Prevalentemente, si tratta di strade extraurbane a scarso traffico; nel complesso i flussi di traffico aggiuntivi costituiscono un aggravio trascurabile per la rete stradale cittadina. Si sono considerate le situazioni più sfavorevoli nei periodi di massima contemporaneità fra le diverse lavorazioni, con conseguente contemporaneità dei flussi di mezzi pesanti sulla rete stradale. Questa ipotesi di lavoro è stata assunta perché ha il vantaggio di rendere le verifiche di impatto sulla circolazione indipendenti da eventuali modifiche dell'articolazione temporale dei lavori. Per le verifiche di capacità della rete stradale, si è fatto riferimento all'ora di punta della circolazione, derivando le necessarie informazioni dalle analisi contenute nel PUM di Messina, redatto nel 2006 e dunque sufficientemente aggiornato; in particolare, l'ora di maggior traffico veicolare in città è quella compresa tra le 7:00 e le 8:00 del mattino.

Si rende, quindi, necessario rivalutare il traffico generato dalle attività di cantiere considerando che lavorazioni connesse con la realizzazione dell'opera di attraversamento dei collegamenti stradali e ferroviari sul versante Sicilia, determinano un flusso di traffico di mezzi pesanti tra i diversi punti del territorio ove sono localizzati i cantieri, i depositi di terre e rocce di scavo, il nuovo sito per la produzione e il deposito delle sabbie per il ripascimento di un tratto della costa tirrenica e gli impianti per la classificazione degli inerti e il confezionamento del calcestruzzo.

Il flusso di traffico generato dalle attività di cantiere interessa sia le piste appositamente realizzate e dedicate esclusivamente al transito dei mezzi d'opera, sia la viabilità esistente. In quest'ultimo caso si tratta di strade extraurbane e di alcune tratte di viabilità urbana.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DEL PROGETTISTA		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

### 3.5 e) Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo ai fini dell'adeguamento agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali ritenuti indispensabili anche in relazione all'evoluzione tecnologica e all'utilizzo dei materiali di costruzione

Le prescrizioni da sviluppare nel progetto esecutivo ai fini dell'adeguamento agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali ritenuti indispensabili anche in relazione all'evoluzione tecnologica e all'utilizzo dei materiali di costruzione sono riconducibili alle seguenti macro-tematiche:

- nel paragrafo 3.5.1, le prescrizioni da sviluppare in PE per allineare il progetto agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali ritenuti indispensabili, non trattati nei precedenti capitoli della presente relazione. Questa sezione può riguardare adeguamenti che prendono le mosse da adeguamenti normativi o di natura ambientale;
- nel paragrafo 3.5.2, le prescrizioni da sviluppare in PE in relazione all'evoluzione tecnologica occorsa negli anni trascorsi tra il PD e il presente rapporto;
- nel paragrafo 3.5.3, le prescrizioni da sviluppare in PE in relazione alle modifiche legate specificatamente ai materiali di costruzione.

#### 3.5.1 Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo ai fini dell'adeguamento agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali

##### 3.5.1.1 Progettazione impiantistica

###### 3.5.1.1.1 Adeguamenti impianti nei collegamenti stradali

###### Impianti a servizio dei tunnel

- dimensionamento degli impianti di ventilazione secondo gli standard più recenti, con eventuale utilizzo di ventilatori ad alta

efficienza energetica e/o con maggiori performance, anche a mezzo di simulazioni fluidodinamiche (secondo prescrizione lato Calabria della Commissione gallerie – vedasi anche scheda P.PRO-019)

- eventuale inserimento di sistemi automatici di mitigazione incendi a protezione delle persone e delle strutture (qualora richiesto dall'analisi del rischio)
- adeguamento degli impianti idrici antincendio agli ultimi standard.

###### 3.5.1.1.2 Adeguamenti impianti nei collegamenti ferroviari

- progettazione Punti di Evacuazione e Soccorso (PES) esterni con impianto ad idranti
- progettazione di punti di evacuazione e soccorso in galleria in corrispondenza delle stazioni ferroviarie
- inserimento di pozzi di disconnessione per i cameroni ai portali e per i punti di divisione/unione della linea

###### 3.5.1.1.3 Adeguamenti impianti nelle stazioni ferroviarie

- Revisione progettuale generale sulla base del D.M. 21/10/2015, e, limitatamente ai dati relativi all'affollamento, sulla base della NFPA 130/2023 (Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems), per quanto concerne l'esodo i criteri saranno valutati in accordo con SdM e RFI per tenere conto degli standard del gestore.
- Incremento della potenzialità dei pozzi delle stazioni ai fini della gestione di eventi con merci pericolose
- rimozione dell'impianto a lame d'acqua, sostituendolo con un impianto a lame d'aria (prescrizione VVF di Messina e D.M. 21/10/2015)
- inserimento di filtri a prova di fumo, a livello banchina, per la separazione del piano binario dalla stazione (richiesta VVF di Messina)
- locali di pompaggio a servizio delle stazioni da prevedersi in

conformità alla norma 11292 (richiesta VVF di Messina).

- ventilazione di galleria e di stazione ( D.M. 21/10/2015),
- revisione della progettazione degli ascensori,
- progettazione alimentazione elettrica ( D.M. 21/10/2015),

###### 3.5.1.1.4 Adeguamenti impianti di segnalamento

Per l'impianto di segnalamento e sicurezza saranno necessari adeguamenti conseguenti a quanto prescritto dal comparto normativo già elencato al precedente §**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

In particolare, data la presenza di un Posto di Manutenzione che si dirama dal binario di corsa dispari, realizzato da una serie di binari tronchi dedicati alla manutenzione dei rotabili e al ricovero dei carrelli, dovranno essere opportunamente applicati i contenuti delle seguenti lettere e note tecniche:

- Lettere Fasci/Aste/Raccordi
  - ANSF 001766/2017 del 17.02.2017 – “Tipologie di movimenti ammesse nel sistema ferroviario italiano”.
  - Nota RFI-DTC\A0011\P\2018\0002882 del 27/12/2019 – “Tipologie di movimenti ammesse nel sistema ferroviario italiano. Piani di attrezzaggio dei collegamenti tra fasci di binari della stessa località di servizio e con impianti raccordati all'IFN”;
  - Aggiornamento delle specifiche di riferimento per lo sviluppo delle Progettazioni Esecutive dei Contratti Applicativi 1° AQ ERTMS L2 stand alone. 08/06/2022 – RFI-DTC-PNE\A0011\P\2022\0000137;
- Ritorni di esperienza delle RAPP analizzate per la classificazione dell'intervento 09/08/2022 – RFI-SVS.DTC.ST\A0011\P\2022\0000104.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Si indica già da ora che la soluzione prevista nel PD di allacciare i suddetti binari del Posto di Manutenzione al binario di corsa dispari per mezzo di una comunicazione a manovra a mano, non trova applicazione nelle norme e lettere citate nel presente paragrafo.

Ulteriori valutazioni e approfondimenti dovranno essere sviluppati in fase di Progettazione Esecutiva circa la possibilità di installare Boe ERTMS sull'impalcato.

### 3.5.1.2 Progettazione paesaggistica

Come già riportato nel precedente paragrafo 3.4.4.2, in riferimento agli aspetti di progettazione paesaggistica, con la presente relazione si individua la suddivisione tematica degli interventi tipologici aggiornati che saranno base comune per l'aggiornamento di dettaglio progettuale in fase di Progettazione Esecutiva. In particolare in merito ai seguenti punti:

1. Recupero morfologico e vegetazionale delle cave dismesse;
2. Interventi di ripristino e recupero ambientale delle aree di deposito. I casi in esame sono rappresentati dalle aree che vengono a formarsi a seguito dell'abbancamento di materiali di deposito. Ciò determina variazioni dal punto di vista estetico (modifiche della morfologia nel contesto orografico delle zone interessate) e trasformazioni delle attuali modalità di uso del suolo (di tipo agronomico, silvo-pastorale o naturale). Gli interventi che si propongono hanno un duplice obiettivo:
  - recupero delle superfici di deposito mediante rimboschimenti e inerbimenti;
  - recupero dei versanti adiacenti in un'ottica di incrementare la contiguità tra habitat naturali e di attenuare il rischio di desertificazione.
3. Per il versante calabro si tratta dei siti CRA3 Limbadi, CRAS Bizzola, CRA4 Marro e CRA5 Foresta. Per il versante siciliano si elencano tutti i siti dal SRA4 al SRA10
4. Sistemazione delle aree limitrofe a corsi d'acqua.

Le suddette tematiche sono trattate all'interno delle schede progetto

da P.PRO-001 alla P.PRO-009.

### 3.5.1.3 Progettazione idraulico-marittimo-costiera

#### 3.5.1.3.1 Ambiente marino costiero: ripascimento Costiero

La prescrizione afferente a questo paragrafo si è resa necessaria al fine di ottemperare alla richiesta di integrazioni contenuta nel Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS n.1185 del 15-03-2013 (Delibera CIPE n. 66 del 01-08-2003). In particolare, in relazione alla prescrizione di cui a pag 74 del suddetto parere (cfr. § 5.2.6 Quadro di Riferimento Progettuale) – che analizza la tematica **Ambiente Marino Costiero: Ripascimento costiero** – si fornisce in questa sede una prima sequenza di attività e azioni metodologiche da intraprendere, da approfondirsi nei successivi sviluppi in seno alla Progettazione Esecutiva. Il dettaglio della presente prescrizione da sviluppare in fase di PE è contenuto all'interno dell'elaborato allegato CZR1158.

#### 3.5.1.3.2 Ambiente marino costiero: realizzazione pennelli e scogliere

La prescrizione afferente a questo paragrafo si è resa necessaria al fine di ottemperare alla richiesta di integrazioni contenuta nel Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS n.1185 del 15-03-2013 (Delibera CIPE n. 66 del 01-08-2003). In particolare, in relazione alla prescrizione **VIAS020** del suddetto parere (cfr. § 5.2.6 Quadro di Riferimento Progettuale) – che analizza la tematica **Ambiente Marino Costiero: Realizzazione pennelli e scogliere** – si fornisce una prima sequenza di attività e azioni metodologiche da intraprendere, da approfondirsi nei successivi sviluppi in seno alla Progettazione Esecutiva. Il dettaglio della presente prescrizione da sviluppare in fase di PE è contenuto all'interno dell'elaborato allegato CZR1158.

#### 3.5.1.3.3 Dinamica del litorale: studio evoluzione linea di costa

La prescrizione afferente a questo paragrafo si è resa necessaria al fine di ottemperare alla richiesta di integrazioni contenuta nel Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS n.1185 del 15-03-2013 (Delibera CIPE n. 66 del 01-08-2003). In particolare, in relazione alla prescrizione **VIAC027** del suddetto parere (cfr. § 5.2.6 Quadro di Riferimento Progettuale) – che analizza la tematica **Dinamica del litorale – Studio evoluzione linea di costa** – si fornisce una prima sequenza di attività e azioni metodologiche da intraprendere, da approfondirsi nei successivi sviluppi in seno alla Progettazione Esecutiva. Il dettaglio della presente prescrizione da sviluppare in fase di PE è contenuto all'interno dell'elaborato allegato CZR1158.

#### 3.5.1.3.4 Trasporto dei sedimenti: studio evoluzione linea di costa

La prescrizione afferente a questo paragrafo si è resa necessaria al fine di ottemperare alla richiesta di integrazioni contenuta nel Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS n.1185 del 15-03-2013 (Delibera CIPE n. 66 del 01-08-2003). In particolare, in relazione alla prescrizione **VIAC029** del suddetto parere (cfr. § 5.2.6 Quadro di Riferimento Progettuale) – che analizza la tematica **Trasporto dei sedimenti – studio evoluzione linea di costa** si fornisce una prima sequenza di attività e azioni metodologiche da intraprendere, da approfondirsi nei successivi sviluppi in seno alla Progettazione Esecutiva. Il dettaglio della presente prescrizione da sviluppare in fase di PE è contenuto all'interno dell'elaborato in allegato CZR1158.

### 3.5.1.4 Progettazione idraulica e idrologia

Le analisi idrologiche ed idrauliche condotte nell'ambito del Progetto Definitivo saranno aggiornate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva, con particolare riferimento ai seguenti aspetti: analisi idrologiche, analisi idrauliche, interferenze dei siti di recupero

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

ambientale con le acque superficiali, adeguamento delle opere per il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica; assetto idraulico dei cantieri logistici e operativi.

#### 3.5.1.4.1 Analisi idrologiche

Nel Progetto Esecutivo verranno aggiornate i seguenti approfondimenti delle analisi idrologiche, descritti anche nella scheda P.PRO-015:

- a) integrazione dei dati pluviometrici già considerati nel P.D. con quelli relativi al periodo 2009-2022
- b) aggiornamento delle analisi statistiche dei dati pluviometrici disponibili per la definizione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza di ciascun pluviometro, per durate maggiori e minori di 1 ora
- c) definizione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica di riferimento per ciascun sottobacino applicando metodi di interpolazione spaziale dei valori associati ai singoli pluviometri
- d) verifica ed aggiornamento dei calcoli effettuati nel P.D. relativamente alla metodologia VA.PI.
- e) raccolta e analisi dei valori delle curve di possibilità pluviometrica definiti nell'ambito del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) e in altri atti di pianificazione di bacino vigenti e studi scientifici aggiornati
- f) confronto tra i valori delle altezze di pioggia ottenute con i diversi metodi e individuazione dei parametri di riferimento da utilizzare nell'ambito del progetto per la definizione delle portate di piena
- g) aggiornamento dello studio idrologico di ciascun sottobacino, attraverso l'applicazione di un modello di trasformazione afflussi – deflussi, che prevede le seguenti fasi: definizione degli eventi di precipitazione lordi, definizione del coefficiente di deflusso in funzione delle caratteristiche sito specifiche (uso del suolo, permeabilità del suolo, ...), definizione degli eventi di precipitazione al netto delle

perdite idrologiche, definizione degli idrogrammi di piena associati al tempo di ritorno di riferimento e del conseguente valore della portata di piena al colmo.

#### 3.5.1.4.2 Analisi idrauliche

Nel Progetto Esecutivo verranno aggiornate le modellazioni idrauliche, descritti anche nella scheda P.PRO-016:

- a) Aggiornamento delle analisi idrauliche dei corsi d'acqua interessati dalle opere in progetto inserendo l'effettiva geometria dei manufatti di attraversamento.
- b) Aggiornamento delle simulazioni idrauliche condotte nel P.D. con riferimento ai progetti di sistemazione dei corsi d'acqua, attraverso l'inserimento nello schema di calcolo anche le portate meteoriche scaricate dai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma, considerando anche gli effetti delle eventuali opere che verranno inserite nel P.E. per il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica non previsto nel P.D., in quanto non cogente all'epoca della redazione dello stesso
- c) Rappresentazione di dettaglio degli scarichi dei sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma nei corpi idrici ricettori, soprattutto in termini di quota effettiva.
- d) Analisi idrauliche di dettaglio finalizzate ad approfondire le modalità di deflusso di alcuni corsi d'acqua interferenti in relazione alle opere previste in progetto e al posizionamento di eventuali immissioni di scarichi in alveo. In particolare, per la Regione Calabria: T. Serro La Torre, Fosso Contrada Pirgo, T. Polistena, T. Lupo, T. Femia, T. Campanella. Per la Regione Sicilia: fiume Ciccica, Venedda Minissale e Venedda Vetro (non considerati nella relazione idraulica del P.D.)

Tutte le analisi idrauliche condotte nell'ambito del P.D. verranno aggiornate con i valori di portata di riferimento definiti in seguito all'aggiornamento delle analisi idrologiche, in funzione dei dati pluviometrici relativi al periodo 2009-2023 e di nuovi studi già condotti e finalizzati a definire le precipitazioni di riferimento per la verifica ed

il dimensionamento delle opere idrauliche.

I modelli idraulici che verranno implementati per eseguire le analisi suddette saranno di tipo bidimensionale. Occorrerà pertanto effettuare rilievi Lidar (da aereo o da drone) con cui ottenere modelli digitali del terreno (DTM) della regione fluviale da utilizzare per poter effettuare la modellazione bidimensionale.

Per quanto riguarda il T. Zagarella verrà implementato un modello bidimensionale a fondo mobile, per verificare se eventuali sovralluvionamenti possano ridurre il valore del franco idraulico di sicurezza al di sotto del viadotto Zagarella 1, caratterizzato, in base ai dati del PD, da un franco idraulico minimo pari a 2 m.

Verranno anche effettuate analisi idrauliche che terranno in conto del trasporto solido delle fiumare per tarare e meglio definire i modelli idrodinamici costieri.

#### 3.5.1.4.3 Siti di recupero ambientale

In riferimento ai siti di recupero ambientale e alle loro interferenze con le acque superficiali, verranno effettuati i seguenti approfondimenti descritti anche nella scheda P.PRO-014:

- a) integrazione del quadro dei vincoli presenti nei siti di recupero ambientale, con particolare riguardo a quelli non considerati all'interno della Relazione Paesaggistica e dalla Vinca, tra i quali quelli derivanti dal PAI ed il vincolo idrogeologico ai sensi dell'art.7 – R.D. 3267/23;
- b) aggiornamento delle valutazioni idrologico-idrauliche per il sito SRAS in modo maggiormente cautelativo rispetto a quanto considerato nel P.D., considerando coefficiente di afflusso pari a 1 (a seguito del previsto intervento di impermeabilizzazione) e minori tempi di corrivazione;
- c) caratterizzazione qualitativa delle acque dei siti di recupero ambientale SRA4, SRA5, SRA6, SRA7, relazionando nel dettaglio, per ciascun sito, sulle modalità di raccolta, trattamento (da valutarne la necessità) e smaltimento delle acque, verificando la compatibilità idraulica del sistema in relazione al corso d'acqua ricettore (T. Senia e T. Caracciolo).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

#### 3.5.1.4.4 Invarianza idrologica e idraulica

Il progetto dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie dovrà essere aggiornato ed integrato per garantire il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa regionale vigente (D.D.G. n. 102 del 23-06-2021 della Regione Sicilia), dal “manuale di progettazione delle opere civili - parte II - sezione 3 - corpo stradale” di RFI e dai principali strumenti di pianificazione di Distretto e di bacino idrografico (PAI, PGRA). La Regione Calabria non ha una specifica normativa relativa a tale tema, quindi, data l'unitarietà del progetto, si applicherà anche alle opere previste in tale regione quanto stabilito nella normativa siciliana.

L'obiettivo dell'invarianza idrologica e idraulica è garantire che il deflusso superficiale causato dalle piogge nella situazione *post operam* rimanga immutato rispetto alla situazione *ante operam*, ossia in condizioni preesistenti all'urbanizzazione. Tale obiettivo si può raggiungere, tecnicamente, attraverso la realizzazione di opere di laminazione e di infiltrazione del terreno.

La norma regionale siciliana assume, come parametro per il dimensionamento delle opere di laminazione e di infiltrazione, un valore limite del contributo unitario al deflusso superficiale causato dalle piogge pari a 20 l/s per ogni ettaro impermeabile. In funzione della superficie impermeabile dell'intervento di trasformazione e di tale limite unitario si definisce il valore della portata allo scarico nel ricettore finale che non deve essere superato.

In ogni caso, il valore della portata scaricata nei ricettori non deve pregiudicare l'attuale capacità idraulica del corpo idrico, rispettando i parametri di sicurezza (franco idraulico) ed i limiti di qualità delle acque.

Il P.D., elaborato precedentemente all'entrata in vigore della suddetta normativa, non rispetta il principio di invarianza idrologica e idraulica. Infatti, in corrispondenza dei punti di scarico del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma nei ricettori, sono previste solo opere di trattamento qualitativo delle acque di prima pioggia e non

sono previste opere di laminazione e/o infiltrazione in grado di ridurre la portata scaricata nei corpi idrici superficiali a valori inferiori a 20 l/s per ogni ettaro impermeabile di superficie di intervento.

Nell'ambito del P.E. si procederà all'aggiornamento ed integrazione delle opere costituenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie, comprese le loro pertinenze, affinché il progetto possa rispettare quanto previsto dalla normativa vigente. Il principio di invarianza si applica solo alle infrastrutture interessate direttamente dalle precipitazioni (strade e ferrovie in trincea, in rilevato o in viadotto), mentre non si applica ai tratti in galleria, in quanto non concorrono ad aumentare l'impermeabilità dei suoli e quindi le portate scaricate nei ricettori.

Considerando i dati contenuti nelle relazioni idrauliche del P.D., relative al progetto dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma, si ha il seguente quadro di sintesi delle superfici impermeabili, suddivise per macro-interventi:

- Opere viarie Calabria: 18.64 ha impermeabili
- Opere ferroviarie Calabria: 0.63 ha impermeabili
- Centro direzionale: 5.3 ha impermeabili
- Opere viarie Sicilia: 13.08 ha impermeabili
- Opere ferroviarie Sicilia: 3.33 ha impermeabili

Il totale della superficie impermeabile è quindi pari a circa 41 ha.

La normativa siciliana indica come parametro di riferimento per la determinazione dei volumi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque, il valore di 500 m<sup>3</sup> di volume per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile. Quindi, indicativamente, il volume complessivo delle opere che dovrà essere previsto per rispettare il principio di invarianza idrologica e idraulica sarà pari a circa 20'500 m<sup>3</sup>, da suddividere nei diversi punti di scarico, dove attualmente sono previste le vasche di trattamento delle acque di prima pioggia, con volumi delle singole opere proporzionali alle superfici drenate e afferenti allo specifico punto di scarico.

Nel caso in oggetto, dato il contesto territoriale e morfologico, si ha che la maggioranza delle opere di laminazione saranno da prevedere

mediante vasche interrato. Infatti, sono limitate le aree in prossimità dei terminali di scarico delle reti di smaltimento delle acque di piattaforma che potrebbero essere utilizzate per realizzare dei bacini di laminazione a cielo aperto (es. aree interne agli svincoli autostradali).

Per maggiori dettagli si rimanda alla scheda P.PRO-018.

#### 3.5.1.4.5 Impianti idraulici di cantiere

Con riferimento all'assetto idraulico dei cantieri, saranno eseguiti i seguenti approfondimenti, descritti anche nella scheda P.PRO-017:

- analisi dell'attuale stato delle reti acquedottistiche, con particolare riferimento alla verifica delle portate disponibili, nel rispetto delle necessità delle utenze attualmente servite;
- analisi dell'attuale stato del sistema di collettamento e depurazione degli ambiti di interesse, con particolare riferimento alla definizione della capacità idraulica del sistema di collettamento fognario e della capacità depurativa degli impianti esistenti;
- definizione del bilancio idrico di cantiere, comprendente la valutazione dei fabbisogni idrici per gli usi civili ed industriali e delle portate da smaltire all'esterno, associate agli scarichi civili, industriali e alle acque meteoriche, di prima e seconda pioggia, relative alle aree di cantiere. Il bilancio idrico verrà elaborato applicando il principio di sostenibilità idrica dei cantieri, prevedendo la massimizzazione dei riutilizzi delle acque, del trattamento depurativo degli scarichi all'interno del cantiere e dello smaltimento in dispersione, al fine di ridurre le necessità di approvvigionamento dalle reti acquedottistiche e l'entità delle portate da scaricare nei ricettori (reti fognarie, sistemi depurativi, corsi d'acqua).
- aggiornamento ed integrazione della progettazione delle opere idrauliche costituenti il sistema di approvvigionamento, collettamento, depurazione, riutilizzo, scarico delle aree di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

cantiere e delle relative piste di accesso dalla viabilità ordinaria;

- individuazione delle azioni da intraprendere, in caso di carenza della risorsa idrica, per garantire la continuità lavorativa del cantiere senza compromettere l'utilizzo della risorsa da parte della popolazione servita dagli acquedotti.

Focalizzando l'attenzione sulle tematiche di bilancio idrico di cantiere, in risposta ai dettami prescrittivi si ricercheranno soluzioni di cantierizzazione sostenibili ed innovative, che implementino il risparmio idrico mediante la gestione delle acque dell'intero sistema di cantierizzazione con il fine di massimizzare l'efficienza ed il riutilizzo delle risorse.

L'approccio metodologico si basa sulla gestione sostenibile della risorsa idrica, individuando per ciascuna tipologia di area di cantiere le principali lavorazioni previste, le tipologie di macchinari e tecnologie adottate e gli apprestamenti di cantieri necessari. A seguito di queste considerazioni, dell'analisi pluviometrica e del calcolo dei fabbisogni civili ed industriali dei cantieri, si svilupperà una proposta volta alla tutela della risorsa idrica articolata secondo i principi di minimizzazione l'approvvigionamento idrico e la massimizzazione del recupero di tutte le acque di cantiere (civili, meteoriche e di lavorazione) al fine di ridurre e potenzialmente annullare la richiesta di approvvigionamento esterno, rendendo, di conseguenza, i cantieri quanto più possibile autosufficienti.

L'insieme degli studi, delle analisi e delle individuazioni di soluzioni e interventi specificatamente finalizzati a garantire la massima sostenibilità idrica possibile per l'intero sistema di cantierizzazione ha come ricaduta indiretta anche quella di rendere meno pressante le criticità relative all'attuale assetto impiantistico e fognario in quanto l'attuazione di un progetto di sostenibilità idrica minimizza i volumi di acque in uscita dai cantieri e ne garantisce il corretto trattamento nel corso dei vari passaggi di depurazione e riutilizzo interno al cantiere stesso.

La proposta sarà infatti sviluppata al fine dell'ottenimento di un

cantiere sostenibile dal punto di vista idrico ed ambientale, in linea con le normative e i principi progettuali a livello nazionale ed europeo volti a tutelare, per quanto possibile, l'applicazione di un approccio "green" anche ai grandi cantieri infrastrutturali.

### 3.5.1.5 Esecuzione delle strutture metalliche e trattamenti protettivi – OdA

Per l'Opera di Attraversamento, l'esecuzione delle strutture metalliche e i trattamenti protettivi sono dettagliati nel documento di Progetto Definitivo cod. CG0000 P KT C G TC T8 G0 00 00 00 02 A *Capitolati tecnici per la costruzione - Opere in Carpenteria metallica e trattamenti protettivi*. Tale documento rappresenta a sua volta l'aggiornamento dell'omonima specifica contrattuale CGC.G.03.02 datata 22/7/2004.

#### 3.5.1.5.1 Quadro normativo di riferimento

Il prospetto che segue riporta le normative di riferimento, come riportate nella specifica di Progetto Definitivo, e le corrispondenti che saranno implementate in Progetto Esecutivo. Le modifiche sono riportate in azzurro. Ove l'intero testo sia evidenziato si intende che la norma eventualmente referenziata in Progetto Definitivo sia stata integralmente ritirata e sostituita. In rosso i commenti.

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
<b>NORME DI VALENZA GENERALE</b>	
UNI EN ISO 9000:2005	UNI EN ISO 9000:2015
UNI EN 1090-2 2008	UNI EN 1090-2:2018 [a rigore NTC 2018 richiamano l'edizione 2011]
EN 1993-1-8:2005	=
ASTM E 112 :2003	=
BS 7371-12:2008	=
ISO 4892-3	UNI EN ISO 4892-3:2016
BS 7371-12:2008	=
BS PD 970:2005	=
DM 26 giugno 1985	=

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
UNI EN 1991-2:2005	=
UNI EN 1993-2:2007	=
<b>DIVISIONE INFRASTRUTTURA delle Ferrovie (FS / RFI):</b>	
Istruzione n. 44/M (2000)	RFI DTC SI SP IFS 001 F [Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili 2022, Le istruzioni 44/B e 44/F sono in parte confluite nel Manuale di Progettazione (per quanto alle prescrizioni progettuali)]
Istruzione n. 44/S (1999)	
Istruzione n. 44/B (1996)	
Istruzione n. 44/F (1992)	
Istruzione per la protezione dei cantieri FS (2004)	=
<b>NORME RELATIVE AI PROCESSI DI SALDATURA</b>	
UNI EN 287-1:2007	UNI EN ISO 9606-1:2017
EN ISO 15614:2004	UNI EN ISO 15614: 2019
EN ISO 14341:2010	UNI EN ISO 14341:2021
UNI EN 14731:2007	UNI EN 14731:2019
UNI EN 3834:2006	UNI EN 3834:2021
<b>UNI EN 1011</b>	
UNI EN 1011-1:2009	=
UNI EN 1011-2:2005	=
UNI EN 1011-3:2005	UNI EN 1011-3:2019
BS EN 1011-8:2004	UNI EN 1011-8:2018
UNI EN 970:1997	UNI EN ISO 17637:2017
UNI EN 571-1:1998	UNI EN ISO 3452-1:2021
UNI EN 1290:2003	UNI EN ISO 17638:2016
UNI EN 1435:2004	UNI EN ISO 10675-1/2:2022
UNI EN 1714:2003	UNI EN ISO 17640:2019
UNI EN 1321:1997	UNI EN ISO 17639:2022
UNI EN ISO 13918:2009	UNI EN ISO 13918:2021
UNI EN 12072:2001	UNI EN ISO 14343:2017
UNI EN 12535:2001	UNI EN ISO 14171:2016
<b>ACCIAIO E ACCIAIO INOSSIDABILE</b>	
UNI EN 10021:2007	=
<b>UNI EN 10025</b>	
UNI EN 10025-1:2005	=
UNI EN 10025-2:2005	UNI EN 10025-2:2019
UNI EN 10025-3:2005	UNI EN 10025-3:2019
UNI EN 10025-4:2005	UNI EN 10025-4:2023
UNI EN 10025-5:2005	UNI EN 10025-5:2019
UNI EN 10029:1992	UNI EN 10029:2011

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo	Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo	Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
UNI EN 10048:1998	=	UNI EN 22063:1995	UNI EN ISO 14919:2015		UNI EN ISO 12944-9:2018
<b>UNI EN 10083</b>	<b>UNI EN 683</b>	UNI EN ISO 1461:2009	UNI EN ISO 1461:2022	ISO 15184:1998	UNI EN ISO 15184:2020
UNI EN 10083-1 :1998	UNI EN 683-1:2018	UNI EN ISO 1513:1996	UNI EN ISO 1513:2013	EN ISO 2409:2007	UNI EN ISO 2409:2020
UNI EN 10083-2 :1998	UNI EN 683-2:2018	UNI EN ISO 1514:2000	UNI EN ISO 1514:2016	ISO 19840:2004	ISO 19840:2012
UNI EN 10083-3 :1997	UNI EN 683-3:2018	UNI EN ISO 1520:2007	=	UNI EN ISO 14713-1:2010	UNI EN ISO 14713-1:2017
UNI EN 10087 :2000	UNI EN 683-4:2018	UNI EN ISO 2811-1:2003	UNI EN ISO 2811-1:2023	UNI EN ISO 14713-2:2010	UNI EN ISO 14713-1:2020
<b>UNI EN 10088</b>		UNI EN ISO 3251:2008	UNI EN ISO 3251:2019	<b>ISO 4628</b>	
UNI EN 10088-1:2005	UNI EN 10088-1:2014	EN 15773:2009	UNI EN 15773:2018	ISO 4628-1:2003	UNI EN ISO 4628-1:2016
UNI EN 10088-2:2005	UNI EN 10088-2:2014	UNI EN ISO 6270-1:2001	UNI EN ISO 6270-1:2018	ISO 4628-2:2003	UNI EN ISO 4628-2:2016
UNI EN 10088-3:2005	UNI EN 10088-3:2014	UNI EN ISO 7253:2002	UNI EN ISO 9227: 2022	ISO 4628-3:2003	UNI EN ISO 4628-3:2016
UNI EN 10160:2001	=	UNI EN ISO 7384:1997	=	ISO 4628-4:2003	UNI EN ISO 4628-5:2016
<b>UNI EN 10163</b>		<b>ISO 8501</b>		ISO 4628-5:2003	UNI EN ISO 4628-5:2023
UNI EN 10163-1: 2005	=	ISO 8501-1:2007	UNI EN ISO 8501-1:2012	ISO 4628-6:2003	UNI EN ISO 4628-6:2011
UNI EN 10163-2: 2005	=		UNI EN ISO 8501-2:2012		UNI EN ISO 4628-7:2016
UNI EN 10163-3: 2005	=	ISO 8501-3:2007	UNI EN ISO 8501-3:2008		UNI EN ISO 4628-8:2013
UNI EN 10204: 2005	=		UNI EN ISO 8501-4:2021	UNI EN ISO 4624:2006	UNI EN ISO 4624:2016
<b>UNI EN 10250</b>		<b>ISO 8502</b>		ISO 11507:2007	UNI EN ISO 16474-1:2014
UNI EN 10250-1:2001	UNI EN 10250-1:2022	[la specifica di PD cita genericamente la ISO 8502]	UNI EN ISO 8502-3:2017		UNI EN ISO 16474-3:2014
UNI EN 10250-2:2001	UNI EN 10250-2:2022		UNI EN ISO 8502-4:2017		
UNI EN 10250-4:2001	UNI EN 10250-4:2021	<b>UNI EN ISO 8503</b>		<b>PUBBLICAZIONI DELL' EUROPEAN COIL COATING ASSOCIATION:</b>	
UNI EN 10277-1 :2000		UNI EN ISO 8503-1:1997	UNI EN ISO 8503-1:2012	ECCA T2:1995	=
UNI EN 10277-2 :2000		UNI EN ISO 8503-2:1997	UNI EN ISO 8503-2:2012	ECCA T5:1995	=
UNI EN 10277-3 :2008	UNI EN 10277:2018	UNI EN ISO 8503-3:1997	UNI EN ISO 8503-3:2012	ECCA T7:1996	=
UNI EN 10277-4 :2008		UNI EN ISO 8503-4:1997	UNI EN ISO 8503-4:2012	ECCA T10:1996	=
UNI EN 10277-5 :2008			UNI EN ISO 8503-5:2017		
UNI EN 10278 :2002	=	<b>UNI EN ISO 11124</b>			<b>CONNESSIONI BULLONATE</b>
EN 10225:2009	UNI EN 10225:2019	UNI EN ISO 11124-3:1999	UNI EN ISO 11124-3:2019	UNI ISO 888:1986	UNI EN ISO 888:2012
UNI EN ISO 1127:1998	=	UNI EN ISO 11124-4:1999	UNI EN ISO 11124-4:2019	<b>UN EN 14399</b>	
EN 10296-2: 2006	=	ISO 9013:2002	UNI EN ISO 9013:2017	UNI EN 14399-1:2005	UNI EN 14399-1:2015
EN 10293:2005	UNI EN 10293:2015	<b>UNI EN ISO 12944</b>		UNI EN 14399-2:2005	UNI EN 14399-2:2015
<b>UNI EN ISO 6507</b>		UNI EN ISO 12944-1:2001	UNI EN ISO 12944-1:2018	UNI EN 14399-3:2005	UNI EN 14399-3:2015
UNI EN ISO 6507-1: 2006	UNI EN ISO 6507-1: 2018	UNI EN ISO 12944-2:2001	UNI EN ISO 12944-2:2018	UNI EN 14399-4:2005	UNI EN 14399-4:2015
UNI EN ISO 6507-2: 2006	UNI EN ISO 6507-2: 2018	UNI EN ISO 12944-3:2001	UNI EN ISO 12944-3:2018	UNI EN 14399-5:2005	UNI EN 14399-5:2015
UNI EN ISO 6507-3: 2006	UNI EN ISO 6507-3: 2018	UNI EN ISO 12944-4:2001	UNI EN ISO 12944-4:2018	UNI EN 14399-6:2005	UNI EN 14399-6:2015
	UNI EN ISO 6507-4:2018	UNI EN ISO 12944-5:2008	UNI EN ISO 12944-5:2019	UNI EN 14399-7:2007	UNI EN 14399-7:2018
EN ISO 12737:1999	UNI EN 12135:2022	UNI EN ISO 12944-6:2001	UNI EN ISO 12944-6:2018	UNI EN 14399-8:2007	UNI EN 14399-8:2018
EN ISO 3887:2003	UNI EN ISO 3887:2018	UNI EN ISO 12944-7:2001	UNI EN ISO 12944-7:2018	UNI EN 14399-9:2009	UNI EN 14399-9:2018
		UNI EN ISO 12944-8:2002	UNI EN ISO 12944-8:2018	UNI EN 14399-10:2009	UNI EN 14399-10:2018
	<b>VERNICIATURA</b>			UNI EN 20225-2	UNI EN ISO 225:2010
				UNI EN ISO 898-1	UNI EN ISO 898-1: 2013

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
UNI EN ISO 6507-1	UNI EN ISO 6507-1:2018
<b>UNI EN 15048</b>	
UNI EN 15048-1	UNI EN 15048-1:2016
UNI EN 15048-2	UNI EN 15048-2:2016
UNI EN 26157-1:1993	=
UNI EN ISO 3269	UNI EN ISO 3269:2019
UNI EN ISO 10684:2005	=
UNI EN 20898-7:1996	=
UNI EN ISO 887:2002	=
<b>UNI EN ISO 898</b>	
UNI EN ISO 898-1:2009	UNI EN ISO 898-1:2013
UNI EN ISO 898-5:2000	UNI EN ISO 898-5:2012
UNI EN ISO 898-6:1996	UNI EN ISO 898-2:2023
UNI EN ISO 4759-1:2001	=
UNI EN ISO 4762: 2007	=
UNI EN ISO 7089:2001	=
UNI EN ISO 7090:2001	=
UNI EN ISO 7091:2001	=
<b>UNI EN ISO 3506</b>	
UNI EN ISO 3506-1:2010	UNI EN ISO 3506-1:2020
UNI EN ISO 3506-2:2010	UNI EN ISO 3506-2:2020

### 3.5.1.5.2 Principali adeguamenti – Esecuzioni delle strutture metalliche

La specifica originale è strutturata prendendo come riferimento principale per l'esecuzione delle strutture metalliche la normativa BS 5400 parte 6, salvo specifici emendamenti previsti, inclusi riferimenti alle Istruzioni ferroviarie 44/M (*Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle travate metalliche miste acciaio-calcestruzzo per ponti ferroviari e cavalcaferrovia*) e 44/S (*Specifica tecnica per la saldatura ad arco di strutture destinate ai ponti ferroviari*), ove maggiormente restrittive. La versione revisionata in Progetto Definitivo, recependo le normative nel frattempo intervenute, mantiene l'impianto originale, che ripropone anche nella divisione e

denominazione dei paragrafi quello della norma predetta, modificando sostanzialmente i riferimenti alla BS 5400 con altrettanti alla UNI EN 1090-2:2008. I due *standards*, tuttavia, presentano approcci differenti nella forma ma anche nella sostanza, su tutti la mancanza del concetto di Classe di Esecuzione nella BS 5400, con la conseguenza che la stessa non risulta definita per l'Opera di Attraversamento, nonostante gli espliciti richiami alla UNI EN 1090-2.

Come precedentemente menzionato al §3.1 della presente, l'aggiornamento 2018 delle Norme Tecniche delle Costruzioni (di seguito "NTC2018"), di cui all'art. 21 della legge 5 novembre 1971 n. 1086, ha apportato modifiche consistenti alla precedente edizione del 2008, in particolare con riferimento alle opere in acciaio ed ancora più con riferimento al processo di esecuzione delle medesime, per l'attuazione del quale è stata introdotta (paragrafo 4.2) la cogenza dei requisiti individuati dalla norma UNI EN 1090-2: 2011. Il paragrafo 4.2 riporta testualmente:

*"I requisiti per l'esecuzione di strutture di acciaio, al fine di assicurare un adeguato livello di resistenza meccanica e stabilità, di efficienza e di durata, devono essere conformi alle UNI EN 1090-2:2011, "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio", per quanto non in contrasto con le presenti norme".*

Il concetto viene ribadito anche al paragrafo 4.2.9. (Requisiti per la progettazione e l'esecuzione):

*"L'esecuzione delle strutture in acciaio deve essere conforme alla UNI EN 1090-2:2011, per quanto non in contrasto con le presenti norme."*

La UNI EN 1090-2 deve, pertanto, essere applicata integralmente, anche per gli aspetti non direttamente legati alla marcatura CE:

cantiere, tolleranze di montaggio, trattamenti protettivi, controlli su bullonature, ecc.

In conclusione, le NTC2018 prescrivono le UNI EN 1090-2:2011 non solo come compendio tecnico della UNI EN 1090-1, che consente *l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali* (così in 11.3.4.1) ai fini della marcatura CE, ma anche come norma di buona pratica che copre tutto l'iter realizzativo.

Nel richiamare la 1090-2 le NTC 2018 fanno menzione esplicita dell'edizione 2011, non specificando nulla circa le successive modificazioni della stessa. In altre parole, *de jure*, le NTC 2018 non prevedono l'applicazione della più recente UNI EN 1090-2:2018; tuttavia, la stessa ha assunto lo status di norma nazionale italiana il 19 luglio 2018 sostituendo la precedente UNI EN 1090-2:2011, che peraltro non costituiva altro che il recepimento in Italia della EN 1090-2:2008 (già cogente per il Progetto Definitivo) con l'emendamento CEN A1 dell'Agosto 2011. A ulteriore favore dell'applicazione della versione più recente il fatto che la stessa sia concettualmente complementare alla UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3), che nelle versioni più recenti ha incorporato aspetti precedentemente presenti nella 1090-2 (determinazione della Classe di Esecuzione), ovvero operando altrimenti si determinerebbe un potenziale conflitto fra le due.

Appare in ogni caso opportuno entrare nel merito delle principali revisioni che vengono di seguito esaminate:

1. È stato eliminato l'Appendice B "Guida per la determinazione delle classi di esecuzione", ed il suo contenuto è stato spostato nell'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1:2005 / A1:2014, Appendice C) (Tabella 1). La determinazione delle classi di esecuzione (EXC)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">20/01/2024</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	E	20/01/2024
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
E	20/01/2024						

infatti, è un compito del progettista, e come tale trova una collocazione più consona in una norma relativa alla progettazione piuttosto che in una relativa alla realizzazione. L' determinazione della classe EXC è stata semplificata, essendo state eliminate le categorie di produzione PC1 e PC2 (le strutture bullonate e saldate sono considerate della medesima affidabilità), mentre le categorie di servizio SC1 e SC2 sono state esplicitate come:

- a) SC1: Carichi statici o quasi statici o struttura sismica DCL (bassa duttilità);
- b) SC2: Struttura soggetta a fatica, o sismica classificata DCM o DCH (duttilità media o alta).

2. È stato introdotto un nuovo criterio per determinare i controlli non distruttivi (CND) da effettuare sulle saldature, tramite la nuova appendice L (informativa) "Guida alla selezione delle classi di ispezione della saldatura" (prospetto L.1). Alle saldature va associata un valore di Classe di ispezione (WIC) che va dalla WIC1 (controlli minori) alla WIC5 (controlli maggiori). Per assegnare la WIC si deve tener conto di 3 fattori:

- a) il livello di fatica (alta o bassa) al quale è assoggettata la saldatura;
- b) il livello delle conseguenze (sostanziali o non sostanziali) in seguito all'eventuale rottura della saldatura in oggetto;
- c) l'intensità e la direzione degli sforzi ai quali è assoggettata la saldatura.

Da notare che il vecchio criterio per determinare l'entità dei CND legato alla classe di esecuzione (EXC) della parte di struttura interessata, non è stato abbandonato ma è usabile in alternativa (o insieme) al nuovo prospetto 24 della UNI EN 1090-2. Ci sono però delle modifiche rispetto alla edizione precedente della norma:

- a) È stata eliminata la dipendenza dal livello di sforzo a cui è soggetta

la saldatura, per saldature a completa penetrazione, trasversali all'asse dell'elemento saldato e soggette a trazione;

- b) Non vengono più prescritti valori percentuali di saldature da controllare per la classe di esecuzione EXC4, per la quale si afferma: "per le saldature EXC4, lo scopo e campo di applicazione della NDT supplementare deve essere specificato in relazione a ciascuna saldatura identificata;
- c) L'entità dei controlli per EXC2 ed EXC3 è rimasta inalterata.

Seguendo le prescrizioni della nuova Appendice L, si vede come, per esempio, una saldatura a completa penetrazione, trasversale all'asse dell'elemento saldato e soggetta a trazione, in una struttura classificata EXC3, quindi, soggetta a fatica o progettata come duttile in zone ad alta sismicità, debba essere considerata "elevato utilizzo a fatica". Se le conseguenze di un cedimento sono giudicate "sostanziali", essa viene classificata WIC5, il che comporta i seguenti controlli minimi: 10% RT, 100% UT, 100% MT/PT, ben maggiori di quelli del prospetto 24. Ma se le conseguenze di un cedimento della saldatura sono giudicate "non sostanziali" (siamo quindi in presenza di una saldatura di elemento secondario), la saldatura è classificata WIC3 e le percentuali di controlli scendono: 0% RT, 20% UT, 20% MT/PT, praticamente in linea con le prescrizioni del prospetto 24 -Entità della NDT supplementare ordinaria. Quindi:

- d) Le percentuali di controlli del prospetto 24 devono interpretarsi come un minimo da effettuare per tutte le saldature, importanti o no, e l'attribuzione di tali controlli può essere effettuata autonomamente dal Costruttore (e controllata dal Direttore Lavori) senza l'intervento del Progettista, perché dipende solo dalla classe EXC;
- e) Le percentuali di controlli per le saldature "importanti" (con riferimento ad impegno a fatica, livello di sforzo e conseguenze di un cedimento) sono maggiori ma vanno prescritte saldatura per saldatura, servendosi delle classi WIC e dell'Allegato L, e tale

scelta non può che essere fatta dal Progettista.

- 3. Circa i coefficienti di attrito da adottare nel calcolo delle connessioni ad attrito con bulloni pretesi, è stata aggiunta una nuova categoria: "Surfaces hot dip galvanized to EN ISO 1461 and flash (sweep) blasted (or equivalent abrasion method)", per la quale si prescrive un coefficiente di attrito pari a 0,35. Le norme europee accettano dunque adesso le connessioni ad attrito con strutture zincate, purché le superfici siano rese opportunamente ruvide, e si allineano alle norme americane AISC 360 che già lo consentivano (con lo stesso coefficiente di attrito). Ciò però contrasta con quanto prescritto dalle NTC2018 che riportano esattamente i coefficienti d'attrito della vecchia UNI EN 1090-2:2011, e quindi implicitamente non contemplano unioni ad attrito con strutture zincate a caldo.
- 4. È stato inoltre aggiunto una nuova Appendice I (informativa), intitolato: "Determinazione della perdita di carico per rivestimenti superficiali spessi". L'Appendice sottolinea come, con spessori di verniciatura superiori ai 100 micron si ha un rilassamento del 30% circa della forza di pre-trazione dei bulloni (e quindi della portata delle unioni ad attrito) e fornisce le regole per la verifica sperimentale di ciò. Le unioni ad attrito con tali valori di spessore dello strato di vernice non sono consentite né dalle NTC2018 né dalla stessa UNI EN 1090-2. Però, osservando il Prospetto I.1 (cfr. allegato), si vede come, sia per superfici zincate a caldo che per superfici con una mano di primer di spessore 60 micron, sia da ipotizzare una riduzione del 10% della pre-trazione dei bulloni, e nella nota si suggerisce di tenerne conto per le unioni ad attrito (categorie B, C ed E secondo UNI EN 1993-1-8), sostanzialmente riducendo del 10% la pre-trazione di progetto e quindi la portata dell'unione stessa.
- 5. Tutti i riferimenti agli elementi in acciaio piegato a freddo sono stati tolti dalla UNI EN 1090-2 e inseriti nella UNI EN 1090-4:2018.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

In conseguenza di quanto sopra, non si attendono impatti significativi sul Capitolato tecnico di costruzione delle strutture metalliche, in forza dell'adozione della più recente edizione 2018 della UNI EN 1090, come sottolineato in principio del paragrafo l'impianto della specifica progettuale risulta a tutt'oggi datato, sebbene compatibile con la 1090. In sede di Progetto Esecutivo si propone pertanto di aggiornare il documento con maggiore incisività rispetto a quanto fatto in sede di Progetto Definitivo, andando in primis a sanare il vulnus maggiore rappresentato dall'assenza della definizione di Classe di Esecuzione. Circa quest'ultima si ribadisce come la scelta della stessa venga operata del progettista, in funzione della Classe di Conseguenza e del tipo di carico (così in UNI EN 1993-1-1:2022 piuttosto che nella UNI EN 1090:2011). Il prospetto A1 dell'Eurocodice 3, parte 1, stabilisce in generale come classe maggiormente restrittiva la EXC3. L'adozione della EXC4 è demandata a "casi speciali, inclusi quelli tipicamente coperti dalla CC4". L'attuale ponte sospeso più lungo al mondo, il ponte 1915 di Çanakkale in Turchia, è stato realizzato in accordo alla Classe di Esecuzione EXC3 per le strutture principali di impalcato e torri (EXC2 per le strutture secondarie). Si ritiene pertanto opportuno e tecnicamente giustificabile l'adozione di tali ipotesi per l'Opera di Attraversamento, ritenendo possibile l'adozione della più restrittiva EXC4 per limitati componenti particolarmente delicati ai fini della circolazione ferroviaria (i piatti costituenti la vasca dell'armamento ferroviario e la controrotaia, gli irrigidenti sotto binario, come evidenziato in rosso figura).

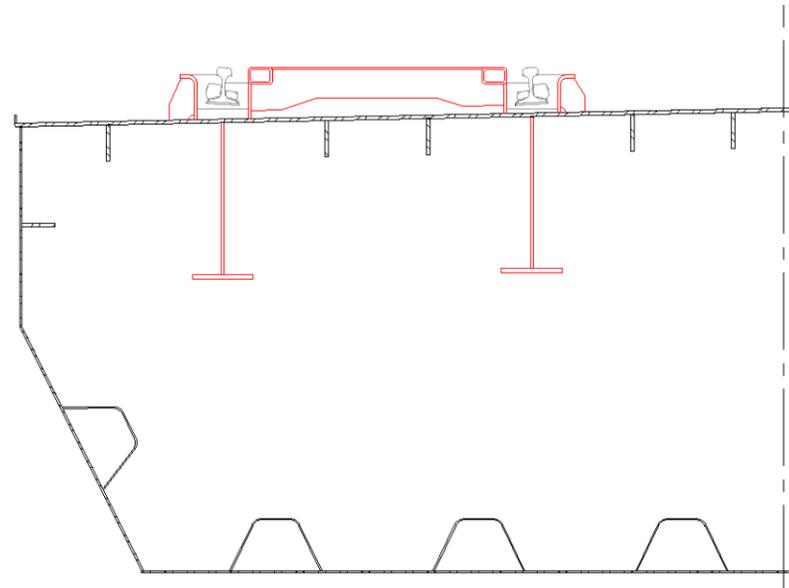


Fig. In rosso le porzioni EXC4 del cassone ferroviario (le restanti si intendono EXC3).

Saranno eseguite in classe EXC3 le restanti carpenterie metalliche dell'impalcato e le torri. Per strutture secondarie da eseguire in EXC2 si intendono le componenti prive di funzioni portanti quali scale, ascensori, carriponte, grigliati etc.

#### 3.5.1.5.3 Trattamenti protettivi

La definizione del ciclo di protezione alla corrosione è principalmente debitrice, tanto nella specifica CGC.G.03.02 quanto nella versione revisionata in PD, della normativa UNI EN ISO 12944 "Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura". Tale normativa (specificatamente la parte 5) è esplicitamente richiamata nelle tabelle 5 e 6 del Capitolato, dove vengono esplicitati i cicli protettivi. In particolare è prevista:

- Una prima distinzione tra superfici interne (non esposte a UV) e superfici esterne. Per le prime è prevista una classe di corrosività C4, per le seconde la classe C5-M.
- Per ciascun tipo di superfici è fatta la distinzione tra Acciaio al

carbonio, acciaio zincato, acciaio spruzzato termicamente, acciaio inossidabile.

- I cicli riportati in tabella, con relativa codifica, sono compatibili con una durabilità "h" (alta) come da UNI EN ISO 12944-1.

È da notare che la revisione di Progetto Definitivo del Capitolato, pur facendo riferimento a una versione successiva della 12944 (2008), riporti inalterati i cicli (codifiche, componenti, spessore, numero di mani, etc) dell'originale. Sebbene questo possa apparire in prima istanza come un refuso, è opportuno sottolineare come la 12944-5 si configuri come uno *standard* di tipo informativo e che i sistemi di verniciatura proposti hanno lo scopo di ottemperare ai requisiti, ovvero proteggere la superficie metallica esposta a determinati agenti corrosivi in un dato lasso temporale, "prima che sia necessario un importante intervento di manutenzione". La norma stessa afferma pertanto che "... l'idoneità e/o la durabilità del sistema di verniciatura devono essere dimostrate dall'esperienza e/o da prove di invecchiamento artificiale..." e tanto è riflesso nel Capitolato dell'Opera di Attraversamento, inclusa specifica di dette prove. In altre parole, l'evoluzione normativa della 12944-5 non implica necessariamente una revisione dei cicli di verniciatura, posto che si dimostri che li stessi siano atti a garantire la prestazione. L'evoluzione normativa ha visto una generale riduzione dello spessore nominale del film secco, a parità di corrosività e durabilità.

La revisione 2018 della 12944-1 ha infatti visto l'introduzione di una nuova categoria di durabilità, "vh" ("molto alta") definita come "superiore a 25 anni" (pertanto la categoria "h", precedentemente definita superiore a 15 anni è ora inclusa nell'intervallo 15 anni < h < 25 anni). Pertanto, d'accordo con il Committente, saranno adottati cicli maggiormente performanti in termini di durata con lo scopo di allungare la vita utile dei trattamenti e ridurre gli oneri di manutenzione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Quanto alla corrosività, la revisione della 12944-2 ha visto l'accorpamento delle due classi C5-m (marina) e C5-i (industriale) in un'unica classe C5, accanto alla definizione di una ulteriore categoria CX (off-shore) la quale non si ritiene applicabile all'Opera di Attraversamento stante la distanza delle componenti dalla superficie marina (60 m l'impalcato). Di conseguenza sotto questo aspetto non sono previste variazioni del Progetto Esecutivo rispetto a quanto a Progetto Definitivo.

Quanto alle ulteriori novità introdotte dalla normativa, e che verranno recepite, si sottolinea in particolare l'espressa richiesta di utilizzo di pitture idrosolubili, al fine della salvaguardia ambientale e della salute dei lavoratori.

### 3.5.1.6 Capitolati di costruzione dei calcestruzzi – OdA

#### 3.5.1.6.1 Quadro normativo di riferimento

Il prospetto che segue riporta le normative di riferimento, come riportate nella specifica di Progetto Definitivo, e le corrispondenti che saranno implementate in Progetto Esecutivo. Le modifiche sono riportate in azzurro. Ove l'intero testo sia evidenziato si intende che la norma eventualmente referenziata in Progetto Definitivo sia stata integralmente ritirata e sostituita. In rosso i commenti.

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
<b>CONFEZIONAMENTO, POSA IN OPERA, GETTO E STAGIONATURA DEL CALCESTRUZZO</b>	
UNI EN 206-1:2006	UNI EN 206:2021
UNI 11104:2004	UNI 11104:2016
UNI EN ISO 15630-1:2010	UNI EN ISO 15630-1:2019
UNI EN ISO 15630-2:2010	UNI EN ISO 15630-2:2019
UNI EN ISO 15630-3:2010	UNI EN ISO 15630-3:2019
UNI EN 197-1:2007	UNI EN 197-1:2011
UNI 9156:1997	UNI 9156:2015
UNI 7208:1973	UNI EN 196-8:2010

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
UNI EN 12620:2008	=
UNI 8520-1:2005	UNI 8520-1:2022
UNI 8520-2:2005	UNI 8520-2:2022
UNI 8520-8:1999	Ritirata senza sostituzione
UNI 8520-21:1999	UNI 8520-21:2018
UNI 8520-22:2002	UNI 8520-22:2020
UNI 7044-1972	=
UNI 8656-1984	Ritirata senza sostituzione
UNI 8866-1:1966	Ritirata senza sostituzione
UNI 8866-2:1986	Ritirata senza sostituzione
UNI EN 934-2:2009	UNI EN 934-2:2012
UNI EN 12878:2005	UNI EN 12878:2014
UNI EN 450-1:2007	UNI EN 450-1:2012
UNI EN 450-2:2005	=
UNI EN 480-1:2007	UNI EN 480-1:2023
UNI 8993:1987	Ritirata senza sostituzione
UNI 8981-7:1989	Ritirata senza sostituzione
UNI 8981-8:1999	UNI 11417-1:2022
	UNI 11417-2:2022
UNI 7122:2008	UNI 7122:2017
UNI EN 12350-1:2009	UNI EN 12350-1:2019
UNI EN 12350-2:2009	UNI EN 12350-2:2019
UNI EN 12350-3:2009	UNI EN 12350-3:2019
UNI EN 12350-4:2009	UNI EN 12350-4:2019
UNI EN 12390-3:2009	UNI EN 12390-3:2019
UNI EN 12390-8:2002	UNI EN 12390-8:2019
UNI 8147:2008	UNI 8147:2017
UNI 6135:1972	Ritirata senza sostituzione
UNI EN 196-2:2005	UNI EN 196-2:2013
UNI 6393:1988	Ritirata senza sostituzione
UNI 7699:2005	UNI 7699:2018
UNI EN ISO 1461:2009	UNI EN ISO 1461:2022
UNI EN ISO 4066:2002	UNI EN ISO 3766:2005
BS 4652:1995	=
BS 8666:2005	BS 8666:2020
BS 4027:1996	Ritirata senza sostituzione
BS 3892-1:1997	BS EN 450-1:2012
BS 6699:1992	BS EN 15167-1:2006

Progetto Definitivo	Progetto Esecutivo
	BS EN 15167-2:2006
BS 6089:2010	BS EN 13791:2019
BS 1881-124:1988	BS 1881-124:2015 + A1:2021
BS 812-117:1988	BS EN 1744-1:2019 + A1:2012
BS 2648:1955	=
BS 718:1991	=
ASTM C494/C494M-04	ASTM C494/C494M-19e1

#### 3.5.1.6.2 Principali adeguamenti – Esecuzioni delle strutture in calcestruzzo

Da un punto di vista normativo, il riferimento principale della specifica originale risulta essere la Legge 5.11.1971 n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica” e i suoi successivi aggiornamenti ministeriali, l'ultimo dei quali è il D.M. LL.PP. 9.1.1996 “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

È altresì presente un sostanzioso quadro normativo di riferimento: “Standards e codici extranazionali, dove espressamente richiamati, potranno essere utilizzati come riferimento a condizione che soddisfino i requisiti specificati e che siano equivalenti alla normativa nazionale od a quella europea espressamente citata”. Nella versione revisionata nel Progetto Definitivo - il quale ovviamente recepisce le normative introdotte nel frattempo - la struttura originale viene praticamente mantenuta senza grosse variazioni.

Per quanto concerne la classificazione delle miscele del calcestruzzo, è importante sottolineare che quanto definito nel Progetto Definitivo risulta pienamente conforme sia alla UNI EN 206-1:2006 - all'epoca in vigore - sia al suo ultimo aggiornamento (UNI EN 206:2021). Infatti, vi è un'assoluta coerenza nella scelta delle classi di resistenza minima (dedotte in base alla relazione tra il rapporto acqua/cemento e la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

classe di resistenza del calcestruzzo confezionato della classe di resistenza 32,5) rispetto alle diverse classi di esposizione previste.

Un aspetto particolare riguarda il contenuto di cemento minimo per calcestruzzo per i diaframmi temporanei. Si precisa che la classe di resistenza del conglomerato prevista dalle specifiche tecniche è la C25/30 e la dimensione massima degli aggregati sarà inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 25 mm.

In termini normativi l'attuale riferimento risulta essere, come già sottolineato, la UNI EN 206:2021, richiamata peraltro - nella sua versione precedente risalente al 2016 - nell'aggiornamento 2018 delle Norme Tecniche delle Costruzioni. La UNI EN 206:2021 riporta, nell'appendice D, indicazioni relative al contenuto minimo cementizio nei calcestruzzi dei diaframmi differenti rispetto alla normativa vigente al momento della stesura del Progetto Definitivo.

Entrando nel merito, i calcestruzzi previsti a progetto definitivo e qui confermati saranno "a prestazione garantita" secondo norma UNI EN206. Pertanto con riferimento a quanto riportato al paragrafo 6.2 della stessa norma verranno applicati tutti i "Requisiti Base" (diametri aggregati, rapporti a/c, contenuti di cemento minimo secondo prescrizioni tabellari...), ma non troveranno invece applicazione i "requisiti aggiuntivi" di cui al paragrafo 6.2.3. Pertanto, le indicazioni riportate nell'allegato D della UNI EN 206:2021 riferiti ai mix design destinato ai diaframmi si intendono come da NON applicare sui diaframmi temporanei previsti a progetto, anche in considerazione del fatto che la stessa prescrizione sui mix presente nell'allegato D era già all'epoca presente nella norma EN 1538, che però non ha mai trovato riferimento né applicazione nel corpo dei requisiti per la stesura del progetto dell'opera.

In definitiva, per le succitate motivazioni, non risulta necessaria una

quantità aggiuntiva di cemento nel conglomerato e dunque vale di conseguenza quanto prescritto in relazione alle classi di esposizione dalla UNI EN 206:2021, a meno che il Cliente non richieda espressamente l'applicazione di criteri aggiuntivi della UNI EN 206:2021 alla norma ovvero se chiedo l'applicazione dalla più restrittiva norma nazionale UNI 11104, la quale indica in qualche caso contenuti di cemento minimo superiore a quanto previsto per i calcestruzzi a Progetto Definitivo.

In riferimento a quanto contenuto nella versione revisionata del Progetto Definitivo, è importante notare che l'aggiornamento 2011 della norma UNI EN 197-1 ha predisposto il cambiamento della composizione di alcune categorie di cementi comuni, come ad esempio il Portland composito (CEM II/A-M) o il composito (CEM V/B), in termini di percentuale di massa dei loro costituenti principali.

Tuttavia, i materiali oggetto di tale modifica normativa non rivestono alcuna rilevanza per l'esecuzione delle sottostrutture: la conformità alle norme vigenti rimane garantita attraverso l'impiego di cementi la cui composizione resta inalterata rispetto agli standard legali in vigore al momento della redazione del Progetto Definitivo. Pertanto, tali aggiornamenti normativi non comportano alcuna necessità di adattamento della composizione dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera in questione.

In ambienti severi, la scelta del tipo di cemento ha certamente un impatto significativo sulla durabilità del calcestruzzo. La succitata norma UNI EN 197-1:2011, rispetto alla versione precedente (2007) in vigore al momento della stesura del Progetto Definitivo, fornisce maggiori dettagli riguardo ai requisiti di durabilità.

In particolar modo, al §7.4.2, viene specificato che il cemento comune "deve soddisfare i requisiti chimici aggiuntivi specificati nel prospetto 5" relativi a proprietà come il tenore in solfato (come SO<sub>3</sub>), il C<sub>3</sub>A del

clinker e la pozzolanicità.

Tuttavia, è importante notare che questi requisiti aggiuntivi si applicano a tipologie di cemento chiaramente differenti rispetto al tipo CEM III/B, di interesse per la miscelazione del conglomerato strutturale delle sottostrutture.

In conseguenza di quanto detto sopra, l'analisi dettagliata delle normative e degli standard pertinenti indica che l'adeguamento normativo non recherà impatti significativi sul Capitolato tecnico di costruzione delle sottostrutture. Tale coerenza normativa garantisce una sorta di continuità delle specifiche tecniche in sede di Progetto Esecutivo, indipendentemente dagli aggiornamenti normativi intervenuti nel corso del tempo.

Anche se di non stretta attinenza con il Capitolato, si sottolinea che il documento del Progetto Definitivo, CG1000PSXDPST00000000001FO Nome file PF0001\_FO titolo SOTTOSTRUTTURE ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE del 20/06/2011, classifica le miscele di calcestruzzo in conformità alla EN 206 del 2001 ed elenca i requisiti aggiuntivi. Si evidenzia che i requisiti aggiuntivi delle miscele elencate risultano per la gran parte ancora valide ad eccezione della classe di resistenza delle "Fondazioni Torri - Parti Rimanenti" la quale, vista l'appartenenza della classe di esposizione XS3 quest'ultima impone una classe di resistenza C35/45 anziché la classe C30/37 del PD del 2011. Nella tabella si indica in giallo la modifica necessaria.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">20/01/2024</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	E	20/01/2024
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
E	20/01/2024						

TIPO DI CALCESTRUZZO	REQUISITI ADDIZIONALI DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE DELLE SOTTOSTRUTTURE									
	FONDAZIONI TORRI		BLOCCHI DI ANCORAGGIO				STRUTTURE TERMINALI			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CLASSE DI RESISTENZA	C60/75	C60/75 C35/45	C40/50	C30/37	C35/45	C45/55	C32/40	C40/50	C35/45	C12/15
TEMPO PER SVILUPPARE LA RESISTENZA NOMINALE	60 GIORNI	60 GIORNI	60 GIORNI	60 GIORNI	60 GIORNI	28 GIORNI	28 GIORNI	28 GIORNI	28 GIORNI	28 GIORNI
CLASSE AMBIENTALE	XC4+XS3	XC4+XS3	XC4+XS3	XC4+XS1	XC4+XS1	XC4+XS1	XC4+XS1	XC4+XS1	XC4+XS1	X0
ARMATURA ESTERNA IN ACCIAIO INOSSIDABILE	S1	S1	S1	NO	NO	NO	NO	NO	NO	-
CLASSE DI CONSISTENZA	S4/S5	S4/S5	S4/S5	S2/S3	S4/S5	S4/S5	S4/S5	S4/S5	S4/S5	-
MASSIMA DIMENSIONE DEGLI INERTI	38mm	38mm	38mm	30mm	38mm	32mm	25mm	25mm	25mm	20mm
TIPO DI CEMENTO	CEM III/B CONFORMEMENTE A EN 157-1									
MASSIMO CONTENUTO DI ALCALI NEL CEMENTO	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	-
MINIMO CONTENUTO DI CEMENTO IN kg/m <sup>3</sup>	360	360	360	320	340	340	360	360	360	-
MASSIMO RAPPORTO ACQUA/CEMENTO	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	-
CLASSE DI CONTENUTO DI CLORURO	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-
MASSIMO CONTENUTO DI ALCALI NEL CLS	3kg EQUIVALENTI Na <sub>2</sub> O PER M <sup>3</sup> DI CALCESTRUZZO									
MASSIMO CONTENUTO DI SOLFATO NEL CLS	4% SO <sub>3</sub> PER PESO DI CEMENTO									
COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO	TESTING INIZIALI PER DOCUMENTARE LA CONFORMITA' CON I REQUISITI DI DURABILITA'/RESISTENZA									
ACQUA	DALLA RETE DI DISTRIBUZIONE PUBBLICA									
INERTI	SABBIA NATURALE, GHIAIA NATURALE O ROCCIA FRANTUMATA CONFORME A EN 12620									
MASSIMA ESPANSIONE DEGLI INERTI	0,10% DOPO 14 GIORNI CONFORME A ASTM C 1260									
MASSIMO CONTENUTO DI SOLFATO ACIDO SOLUBILE NEGLI INERTI	0,2% IN ACCORDO CON EN 1744-1									
ADDETTI	L'USO DI ADDITTIVI CONTENENTI CLORURI NON E' AMMESSO									
MASSIMO COEFFICIENTE DI MIGRAZIONE DEL CLORURO, D <sub>g</sub>	4x10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /sec DOPO 60 GIORNI IN ACCORDO NT BUILD 492									
COPRIFERRO NOMINALE PER ACCIAIO AL CARBONE (mm)	100	100	100	75	75	75	75	75	100	-
COPRIFERRO NOMINALE PER ACCIAIO INOSSIDABILE (mm)	50	50	50	-	-	-	-	-	50	-
REQUISITO DI ROTTURA PREMATURA E CONTROLLO	L'ANALISI TEMPERATURA/TENSIONE DOVRA' ESSERE ESEGUITA AL FINE DI DOCUMENTARE CHE LE MISURE DI CONTROLLO DELLA TEMPERATURA ASSICURERANNO L'ASSENZA DI CREPE NEL CALCESTRUZZO I PARAMETRI DI INPUT PER L'ANALISI DOVRANNO ESSERE BASATI SULLA PROPRITA' TRANSITORIE ATTUALI DOCUMENTATE (TEMPO/ETA' DIPENDENTI) IL MASSIMO RAPPORTO TENSIONE DI TRAZIONE/RESISTENZA A TRAZIONE DEVE ESSERE PARI A 0,9									
MASSIMA TEMPERATURA DEL CALCESTRUZZO DURANTE LA REAZIONE DI IDRATAZIONE	65°C									
MASSIMO RISCALDAMENTO IN CONDIZIONE ADIABATICHE DOPO 3 GIORNI	300 kJ/KG CEMENTO									
MINIMO PERIODO DI POLIMERIZZAZIONE	14 GIORNI (IN ALTERNATIVA USARE UN COMPOSTO DI POLIMERIZZAZIONE, CON UN INDICE DI EFFICIENZA DI RITENZIONE IDRICA >75% DOPO 72h)									
GIUNTI DI COSTRUZIONE	I GIUNTI DI COSTRUZIONE DEVONO ESSERE PULITI, LIBERI DA POLVERE E EQUAMENTE E SATURATI ACCURATAMENTE CON ACQUA. GLI INERTI GROSSOLANI DEVONO ESSERE VISIBILI FINO A UNA PROFONDITA' DI 5 - 10 mm									

### 3.5.1.7 Bonifica degli Ordigni Bellici (BOE)

#### Inquadramento normativo

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello stato e dei regolamenti militari vigenti, con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone e alle cose.

Si richiamano, a titolo non esaustivo, le principali normative di riferimento:

- le particolari norme tecniche specificate nel capitolato del "Ministero della Difesa Esercito – Direzione Generale dei Lavori, del demanio e dei materiali del Genio per la bonifica da ordigni esplosivi residuati esplosivi del 1984";
- le vigenti prescrizioni di pubblica sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in

particolare gli artt. 46 e 52 del testo unico delle leggi di pubblica sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18/6/1931 n. 773;

- la circolare n. 300/46 del 24/11/52 del Ministero degli Interni inerente a tutelare la pubblica incolumità e la sicurezza della circolazione dei treni.
- Le precedenti norme valgono per come modificate ed integrate dalla "DIRETTIVA N. 001/B.TER./2015:Bonifica Bellica Sistemática Terrestre" del Ministero della Difesa – Segretariato Generale della Difesa e Direzione nazionale armamento – Direzione dei lavori e del Demanio"
- Capitolato B.C.M., Ministero della Difesa, edizione 1984
- Bonifica da ordigni Bellici (B.O.B.) dell'area di lavoro posto a disposizione dalla S.A. Prescrizioni tecnico-operative impartite dall'Autorità Militare competente, Nota dd. 18.12.2008 prot. N°3511 del 5° Reparto Infrastrutture Ufficio B.C.M. di Padova e 10° Reparto Infrastrutture di Napoli.
- D.L. luogotenenziale 12/04/46, n. 320 modificato dal D.L.C. PS del 01-11-1947 n.ro 1768.
- R.D. 18/06/31 n° 773 T.U. leggi Pubblica Sicurezza Artt.46 e 52 e leggi successive
- D. Lgs. 81/2008 – Testo Unico Sicurezza
- D.L.vo n°66 del 15 Marzo 2010 Codice dell'Ordinamento Militare
- D.L.vo n°20 del 24 Febbraio 2012 – Modifiche ed integrazioni al D.L.vo n°66 del 15 Marzo 2010

#### Aggiornamento per le intervenute normative

- Ai sensi dell'art 4, comma 2 del D.M. 28 febbraio 2017, e' stata pubblicata la Direttiva Tecnica GEN BST 001 Edizione 2020 2^ serie AA. VV aggiornata al 20 gennaio 2020, inerente il settore della Bonifica Bellica Sistemática Terrestre, recante le nuove procedure tecnico amministrative cui attenersi per l'esecuzione delle attività di Bonifica Bellica Sistemática

Terrestre, da ordigni esplosivi residuati bellici sul territorio nazionale.

- Ai sensi dell'art 4, comma 2 del D.M. 28 febbraio 2017, e' stata pubblicata la Direttiva Tecnica GEN BSS 001 in vigore dall' 23 Ottobre 2017, inerente il settore della Bonifica Bellica Sistemática Subacquea, recante le nuove procedure tecnico amministrative cui attenersi per l'esecuzione del servizio di ricerca e scopimento di ordigni esplosivi residuati bellici.
- Ai sensi dell'art 4, comma 2 del D.M. 28 febbraio 2017, e' stata pubblicata la Direttiva tecnica GEN BST 001 1^ serie AA VV aggiornata al 06 Ottobre 2017, inerente il settore della Bonifica Bellica Sistemática Terrestre, recante le nuove procedure tecnico amministrative cui attenersi per l'esecuzione del servizio di ricerca e scopimento di ordigni esplosivi residuati bellici.
- Ad integrazione del comunicato datato 3 maggio 2016, e' stato pubblicato nella sezione Comunicati Bonifiche il comunicato datato 5 Ottobre 2017 con oggetto: "Precisazioni sulla differenza tra bonifica sistemática da ordigni esplosivi residuati bellici e indagini geofisiche finalizzate alla valutazione del rischio bellico."
- Direttiva Bonifica Bellica Sistemática Terrestre 001 BTER 2015 Edizione 18 settembre 2015

#### Metodologia di esecuzione delle bonifiche belliche in PE

La Bonifica Ordigni Bellici è stata prevista per tutte le aree interessate dai lavori di realizzazione delle opere. Per la realizzazione del corpo ferroviario e per il corpo stradale si prevede la realizzazione di una bonifica superficiale e di una bonifica profonda nelle aree dove le opere e le lavorazioni superano 1 m di scavo con perforazione di ml 3 (oltre alla bonifica superficiale) oppure bonifica profonda con perforazioni di ml 5 (oltre alla bonifica superficiale) oppure bonifica profonda con perforazioni di ml 7 (oltre alla bonifica superficiale) a seconda della profondità di scavo prevista per le opere in progetto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Per i lavori di bonifica esplosiva, sono stati predisposti degli elaborati in cui sono state indicate, planimetricamente, le aree da assoggettare alla bonifica esplosiva secondo le modalità previste dal Capitolato B.C.M.; in particolare sono state individuate e campite in maniera diversa le otto seguenti tipologie di aree:

- Aree interessate da lavori in cui non sono richiesti scavi e non è previsto il passaggio di mezzi d'opera o mezzi meccanici di qualunque tipo: Tali aree saranno sottoposte a sola bonifica superficiale;
- Aree interessate dalla sede stradale in rilevato o in trincea con scavi inferiori a ml 1.00, dalla sede ferroviaria in rilevato o in trincea con scavi inferiori a ml 1.00, dai tombini, dalle fondazioni superficiali di muri o fabbricati: Su tali aree le lavorazioni previste non interessano mai profondità di scavo inferiori a 1 mt sotto il p.d.c. pertanto, in conformità a quanto previsto dal Capitolato B.C.M., verranno sottoposte sia a bonifica superficiale che a bonifica profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 3,00 mt dal p.d.c. con garanzia di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m. La seguente tipologia di bonifica profonda verrà effettuata anche per le aree interessate dal solo passaggio di mezzi di cantiere (es piste, aree di cantiere, aree di stoccaggio ecc) seppure non interessate da scavi di profondità maggiore di 1 m l di sotto del p.d.c.
- Aree interessate dalla realizzazione di sede stradale e ferroviaria con scavi superiori a ml 1.00, per le superfici di impronta delle fondazioni delle opere come viadotti, ponti e cavalcavia, delle opere di sostegno, imbocchi gallerie e similari, per le trincee profonde, per le opere in sotterraneo. Per tener conto della necessaria apertura degli scavi attorno al piano di fondazione, per quest'ultime si è prevista l'estensione di questa tipologia di intervento anche per una fascia opportuna attorno all'impronta della fondazione. Su tali

aree sono previsti scavi con profondità superiori a ml 3.00, pertanto in conformità a quanto previsto dal Capitolato B.C.M., verranno sottoposte sia a bonifica superficiale che a bonifica profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 5,00 mt dal p.d.c. con garanzia di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m.

- Aree interessate dalla realizzazione di sede stradale e ferroviaria con scavi superiori a ml 1.00, delle opere di sostegno, dei plinti dei viadotti e similari Su tali aree sono previste delle fondazioni profonde e/o su pali, oppure scavi con profondità superiori a ml 5.00, pertanto in conformità a quanto previsto dal Capitolato B.C.M., verranno sottoposte sia a bonifica superficiale che a bonifica profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 7,00 mt dal p.d.c. con garanzia di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m.
- Aree interessate da lavori senza scavi in presenza di acqua e ove non è previsto il passaggio di mezzi d'opera o mezzi meccanici di qualunque tipo: Tali aree saranno sottoposte a bonifica superficiale in presenza di acqua
- Aree interessate da lavori con scavi in presenza di acqua e/o ove è previsto il passaggio di mezzi d'opera o mezzi meccanici di qualunque tipo: tali aree saranno sottoposte a bonifica profonda in presenza di acqua – Tali aree saranno ulteriormente, suddivise in base alla profondità di scavo
  - Per aree interessate da scavi di profondità maggiore di 1 m o da passaggio di mezzi meccanici è prevista una Bonifica Profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 3,00 mt dal p.d.c. con garanzia di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m
  - Per aree interessate da scavi di profondità maggiore di 3 m è prevista una Bonifica Profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 5,00 mt dal p.d.c. con garanzia

di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m

- Per aree interessate da scavi di profondità maggiore di 5 m è prevista una Bonifica Profonda mediante trivellazioni spinte fino alla profondità di 7,00 mt dal p.d.c. con garanzia di 1 mt oltre la profondità di perforazione, realizzate su maglia quadrata di lato 2.80 m

Sulle planimetrie relative è riportata anche la perimetrazione delle aree soggette a BOE che saranno recintate. Per il materiale di risulta delle operazioni (vegetazione rimossa, materiali e macchine, eventuali ritrovamenti da stoccare temporaneamente prima del loro conferimento a discarica) verranno utilizzate le aree previste per l'impianto dei cantieri provvisori, che pertanto andranno bonificati per primi rispetto allo sviluppo lineare delle opere.

#### Conseguenze dell'adeguamento normativo

In conclusione, la principale ricaduta dell'adeguamento normativo sulle quantità di progetto, riguarda il fatto che, per le aree oggetto degli interventi legate alle aree di cantiere, comprese le aree tecniche e logistiche temporanee interessate dalle cantierizzazioni, campi base, campi operativi e viabilità nuove saranno soggette a bonifiche superficiali integrate da quelle profonde fino a mt -3 dal p.c., anche in quelle aree per le quali il PD prevedeva la sola bonifica superficiale (1m).

#### **3.5.1.8 Risoluzione delle interferenze**

Il presente paragrafo riguarda le modifiche che dovranno essere implementate in fase di Progettazione Esecutiva al fine di tener conto delle nuove o variate interferenze con reti elettriche, telefoniche, idriche e del gas.

EuroLink ha contattato tutti gli enti gestori interferiti chiedendo di notificare eventuali variazioni intervenute rispetto al progetto definitivo approvato.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">20/01/2024</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	E	20/01/2024
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
E	20/01/2024						

Alla data di consegna della presente relazione, dei 29 enti gestori contattati 17 hanno fornito un riscontro e 12 non hanno dato alcuna risposta.

Dei 17 enti gestori che hanno fornito un riscontro, 3 hanno segnalato la presenza di una nuova interferenza non censita nel Progetto Definitivo.

**E-Distribuzione S.p.A. CALABRIA** ha segnalato l'interferenza con la nuova linea interrata in bassa tensione denominata "Liberta e Leracari", non sono state fornite ulteriori informazioni a riguardo.

**Infrastrutture Wireless Italiane S.p.A.** ha puntualmente individuato l'interferenza dell'opera con 5 nuovi impianti della propria rete come riepilogato nella tabella seguente:

Site Code	Site Name	Tipologia Struttura
I013RC	VILLA SAN GIOVANNI	Poligonale 24 m con doppio ballatoio
I156ME	ME DUE TORRI	ROOFTOP hba 24 m
I336ME	MORTELLE	Flangiato 18 m
I204RC	PIALE A3	Fornice galleria Piale
I152RC	PIALE	Poligonale 30 m con ballatoio

**Sorical S.p.a.** ha ribadito la presenza già segnalata in sede di Conferenza dei Servizi del Novembre 2011 di un'ulteriore interferenza in più nodi con gli impianti idropotabili di proprietà della Regione Calabria, affidate in esercizio a Sorical SpA in qualità di concessionario. In particolare, dal censimento delle interferenze risulta che l'acquedotto interessato è quello di "Catona", funzionale all'approvvigionamento dei comuni di:

- Campo Calabro;
- Villa San Giovanni;
- Scilla.

In sede di redazione dei successivi livelli di progettazione dovranno pertanto essere previsti i necessari interventi per la risoluzione dei tratti interferenti a mezzo della realizzazione di nuove opere

idropotabili in sostituzione, la cui attuazione sarà normata sulla base di specifici accordi e che comprenderanno l'adozione di opportuni provvedimenti per l'acquisizione delle nuove aree di sedime e delle rispettive fasce di rispetto sia per le opere a rete che per quelle in superficie, da volturare successivamente in favore del demanio idrico della Regione Calabria.

### 3.5.1.9 Archeologia preventiva

A partire dai documenti di riferimento del PD lato Calabria e Sicilia (rif. doc. AC0001, AS0001 e documenti correlati inerenti agli studi archeologici), in progetto esecutivo si darà corso alle attività archeologiche coerentemente con quanto prescritto dal MiBAC (oggi MiC) nel parere num. 6933 del 5 marzo 2013.

### 3.5.1.10 Progetto Architettonico del Belvedere

Come da richiesta di Società Stretto di Messina, espressa in riunione del 27 novembre 2023 di cui il verbale CS\_005, il Contraente Generale approfondirà in fase di Progettazione Esecutiva uno studio di fattibilità avente come oggetto l'accesso panoramico al pubblico in entrambe le torri dell'Opera di Attraversamento. Il concept prevederà l'accesso dei visitatori all'interno della struttura, mediante ascensori di servizio riconfigurati allo scopo o tramite ascensori aggiuntivi. Il punto di accesso panoramico sarà collocato al secondo o al terzo trasverso. Lo studio di fattibilità non potrà prescindere da parametri quali il comfort dei visitatori (vibrazioni), la sicurezza dell'infrastruttura e del pubblico, valutazioni paesaggistiche nonché da aspetti strutturali e funzionali. In ogni caso rimarranno immutate le condizioni al contorno quali le caratteristiche fondamentali (geometria e materiali) delle gambe delle torri. Valutazioni di tipo economico saranno demandate alla fase Esecutiva.

In base alle considerazioni di cui sopra, si propone in via preliminare la seguente idea progettuale.

### 3.5.1.10.1 Il concept

La realizzazione di "monumenti abitabili" di ingegneria, come le torri o le ruote panoramiche, si è ripetuta negli anni recenti in occasione di grandi eventi internazionali, specie in città a forte attrattività turistica, permanendo poi come landmark.

La realizzazione del Ponte sullo Stretto può istituire una nuova condizione urbana, oltre che percettiva e culturale, della quale il ponte rappresenta causa ed effetto.

Per via della sua scala territoriale, un progetto di infrastruttura monumentale, come il Ponte sullo Stretto, è potenzialmente, oltre che un manufatto geografico, un atto di costruzione della storia che custodisce valori sia rappresentativi ("simbolo") sia identitari ("logo"). In ossequio al concept già esplicitato nel naming, il progetto "Bel/Vedere" corrisponde a un desiderio estetico ("bel") mediante un'azione percettiva ("vedere"), che introduce una lettura "romantica" nell'immagine "classica" del manufatto tecnologico.

### 3.5.1.10.2 Il progetto

L'esperienza di visita si predispone attraverso tre direttrici e altrettanti spazi (e momenti): esterno all'aperto (avvicinamento), interno al chiuso (salita), trasverso (interno aperto).

La scala del manufatto amplifica dinamicamente il coinvolgimento percettivo ed emozionale del visitatore, introducendo a una nuova immagine attraverso l'esperienza di visita.

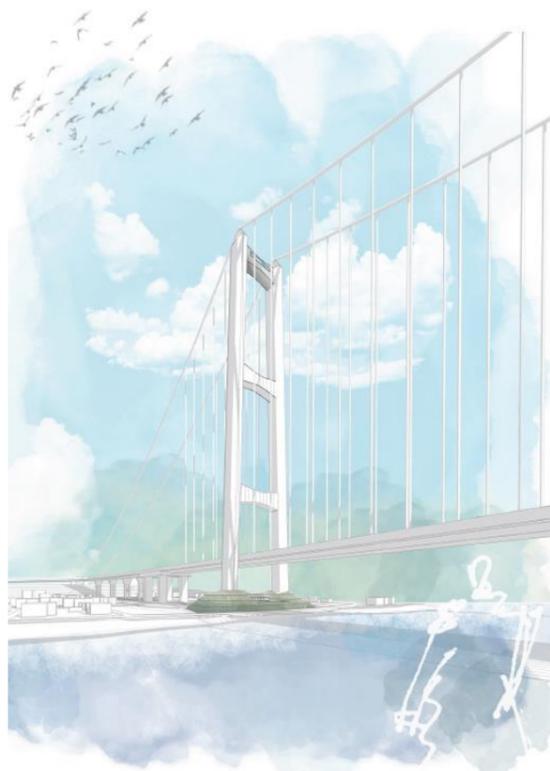
Già dall'esterno con l'approssimarsi al ponte potrà essere individuata la presenza di elementi di variazione: aperture nel trasverso che introducono al viaggio nel corpo dell'infrastruttura.

L'esperienza del visitatore ha inizio dal basamento dei piloni, che acquista un'altra dignità legata alla sua funzionalizzazione, passando da spazio di servizio a luogo vissuto. Una copertura verde integra l'accesso principale al progetto con il parco sottostante e nasconde un volume che funge da ingresso, accoglienza, e da spazio espositivo.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Nell'ottica di generare sorpresa nei visitatori, gli ascensori vengono integrati all'interno della struttura esistente. Il monumento stesso viene vissuto, adattato per diventare landmark. Nessun elemento estraneo di contaminazione viene integrato e il Ponte sullo Stretto riesce a manifestarsi nella sua totale purezza.

Attraverso un viaggio nel cuore tecnologico del ponte, il visitatore riesce a raggiungere un punto alto del landmark che si apre per consentire di osservare ciò che in passato si pensava di non poter raggiungere.



### 3.5.2 Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo in relazione all'evoluzione tecnologica

Si ritiene corretto associare al termine "evoluzione tecnologica" sia quello di tecnologie informatiche e di conoscenza che quello di tecnologie costruttive e di produzione. I paragrafi che seguono illustrano aspetti considerati in questo ambito indispensabili in un

progetto attuale per un'opera unica come l'Attraversamento dello Stretto.

Si aggiunge che nel PE verranno in generale adottati i metodi di analisi e i modelli computazionali più avanzati oggi disponibili, sia in termini di software che di capacità di calcolo e cyber security, che non si ritiene utile dettagliare in questa sede e che verranno esposti ed esaminati nello sviluppo delle attività.

#### 3.5.2.1 Redazione del progetto con metodologie BIM

In linea con l'evoluzione tecnologica in merito agli strumenti e metodi di progettazione delle infrastrutture, il progetto esecutivo sarà redatto con metodologia BIM, secondo gli standard tecnici e normativi in uso oggi in ambito nazionale ed internazionale per la progettazione, realizzazione e gestione delle grandi opere. Una sintesi riepilogativa dei vantaggi riconducibili all'introduzione della metodologia BIM è riportata nella scheda di progetto P.ET-014 allegata alla presente relazione. Per lo sviluppo del PE si propone che le indicazioni generali relative alle specifiche informative finalizzate alla gestione digitale del progetto, vengano definite prendendo a riferimento la "Specificativa Informativa BIM" attualmente in uso nei progetti definitivi dei più recenti appalti ferroviari RFI. Tale Specificativa Informativa BIM costituisce in genere atto propedeutico alla redazione del Piano di Gestione Informativa "pGI" redatto dall'Appaltatore in sede di avvio della progettazione esecutiva.

##### 3.5.2.1.1 Struttura della Specificativa Informativa BIM

La Specificativa Informativa BIM RFI prende le mosse dal D.Lgs. 50/2016 ed è ispirato alle indicazioni della Norma UNI 11337:2017 ed è articolato nelle parti qui di seguito riepilogate:

#### RIFERIMENTI NORMATIVI

L'elenco normativo completo su cui si basa la Specificativa Informativa BIM, incluse le due norme sopra citate, è il seguente:

- D.Lgs. 50/2016: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto [...];
- D.M. 560/2017: Modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici [...];
- D.M. 312/2021: Modifiche al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 1° dicembre 2017, n. 560 che stabilisce le modalità e i tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture;
- UNI 11337:2017: Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi
- UNI EN ISO 19650:2019: Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il Building Information Modelling (BIM);
- UNI EN ISO 16739:2016: Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management;
- D.Lgs. 196/2003 e s.m.i.;
- GDPR 2016/679: Regolamento Europeo sulla Protezione Dati.

#### SEZIONE TECNICA

In tale sezione vengono definite le specifiche minime e/o vincolanti della strumentazione hardware e software di cui è richiesta la messa a disposizione da parte dell'Appaltatore e che dovrà essere garantita per tutta la durata del contratto. Le dotazioni hardware e software che l'Appaltatore metterà a disposizione saranno poi dichiarate nel pGI in fase di PE. Vengono inoltre specificati in questa parte i requisiti tecnici di sistema per l'informatizzazione in termini di formati di scambio delle informazioni e i livelli di sviluppo degli oggetti. La Sezione Tecnica del documento è articolata secondo i seguenti contenuti:

- Strutturazione dei modelli informativi;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

- Indicazione della strutturazione dei modelli disciplinari delle opere infrastrutturali;
- Caratteristiche tecniche e prestazionali dell'infrastruttura hardware e software;
- Infrastruttura hardware;
- Infrastruttura software;
- Infrastruttura della Stazione Appaltante interessata e/o messa a disposizione;
- ACDoc – Archivio di Condivisione di Documenti;
- Infrastruttura richiesta al Concorrente per l'intervento specifico;
- Fornitura e scambio dei dati;
- Formati ammessi;
- Specifiche aggiuntive per garantire l'interoperabilità;
- Sistema comune di coordinate e standard di riferimento;
- Modello del Terreno (DTM);
- Sistemi di riferimento dell'evoluzione informativa del processo dei modelli e degli elaborati;
- Livello di Sviluppo Geometrico (LOG)
- Livello di Sviluppo Informativo (LOI)

#### SEZIONE GESTIONALE

Questa sezione della Specifica Informativa BIM fa riferimento alle indicazioni normative riportate nella UNI 11337 – parti 4, 5 e 7, e definisce sia gli obiettivi minimi che i modelli informativi prodotti in PE dovranno garantire, sia le modalità e specifiche di gestione del progetto e delle piattaforme digitali tramite cui lo stesso è sviluppato. La sezione si conclude indicando le modalità di gestione delle informazioni anche in relazione alla fase realizzativa e di gestione dell'infrastruttura (implementazione 4D, 5D e predisposizione 6D, il cui sviluppo sarà cura del Gestore dell'Opera). La Sezione Gestionale del documento si articola secondo i seguenti contenuti:

- Obiettivi informativi strategici e usi dei modelli e degli elaborati;
- Obiettivi del modello in relazione alle fasi del processo;
- Usi del modello in relazione agli obiettivi definiti;

- Elaborato grafico digitale;
- Definizione degli elaborati informativi;
- Elaborati tradizionali;
- Comunicazione del progetto;
- Livelli di sviluppo degli oggetti e delle schede informative;
- Definizione del flusso informativo dell'intervento;
- Ruoli, responsabilità e autorità ai fini informativi;
- Definizione della struttura informativa interna della Stazione Appaltante;
- Definizione della struttura informativa del Concorrente e della sua filiera;
- Identificazione dei soggetti professionali;
- Prescrizioni aggiuntive;
- Caratteristiche informative di modelli, oggetti e/o elaborati messi a disposizione dalla Stazione Appaltante;
- Strutturazione e organizzazione della modellazione digitale;
- Strutturazione dei modelli disciplinari;
- Programmazione temporale della modellazione e del processo informativo;
- Controllo e clash detection dei modelli;
- Riunioni di coordinamento;
- Dimensione massima dei file di modellazione;
- Politiche per la tutela e la sicurezza del contenuto informativo;
- Riferimenti normativi;
- Proprietà del modello;
- Modalità di condivisione di dati, informazioni e contenuti informativi (Caratteristiche delle infrastrutture di condivisione);
- Denominazione dei file;
- Procedure di verifica, validazione di modelli, oggetti e/o elaborati;
- Definizione delle procedure di validazione;
- Definizione dell'articolazione delle operazioni di verifica;
- Modalità di gestione delle informazioni;
- Programma lavori esecutivo e operativo (4D);

- Monitoraggio avanzamento lavori;
- Rilievi, laser scanner e nuvole di punti;
- Estrazione quantità finalizzate al computo (5D);
- Modalità di gestione informativa (6D - uso, gestione, manutenzione e dismissione), a cura del Gestore;
- Modalità di archiviazione e consegna finale di modelli, oggetti e/o elaborati informativi.

#### ALLEGATI

Alla specifica informativa BIM sono in genere allegate le "Schede del livello di sviluppo dei modelli", in cui vengono definiti i livelli di dettaglio (LOD) della modellazione delle singole componenti di progetto per le varie fasi di sviluppo della progettazione dal progetto esecutivo fino all'As-built.

#### 3.5.2.1.2 Piano di gestione Informativa (pGI) in fase di PE

Come anticipato in premessa, si prescrive quindi che in fase di PE venga redatto un Piano di Gestione Informativa (pGI) per l'opera in oggetto al fine di definire modalità e obiettivi dell'utilizzo della progettazione in BIM. Relativamente agli aspetti di Cyber Security il piano di gestione Informativa implementerà le policy di gruppo che si rifanno ai principali standard internazionali quali il framework NIST e la ISO27001 e che sono già applicati nei progetti Webuild in essere quali ad esempio Terzo valico, Diga Foranea di Genova, AV Verona Padova etc. Non essendo disponibile per questo specifico Appalto, una Specifica Informativa BIM in sede di progetto definitivo, il Contraente svilupperà il pGI di progetto esecutivo nelle primissime fasi della redazione del PE, in modo da consentire il necessario confronto con la Stazione Appaltante. Il pGI di PE, redatto sulla base delle prescrizioni incluse in una tipica Specifica Informativa BIM RFI - come descritta nel paragrafo precedente - sarà corredato dagli allegati usualmente previsti nei più recenti appalti ferroviari, in particolare:

- Elenco modelli;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

- Planimetria modelli;
- Livello di dettaglio grafico degli oggetti;
- Modello dati;
- Indicazioni per la produzione Elaborati di Progetto
- Standard di nomenclatura;
- Procedure di verifica e validazione modelli ed elaborati;
- Matrici di verifica dei modelli;
- Matrice di interoperabilità;
- Sistema comune di coordinate e standard di riferimento;
- Struttura cartelle ACDat;
- Indicazioni per l'estrazione delle quantità dai modelli per il computo;
- Tabella di esempio dei parametri per il computo;
- Rappresentazione dello Stato di Avanzamento Lavori SAL;
- Simulazioni 4D.

### 3.5.2.2 Sistemi di monitoraggio, gestione e manutenzione

#### 3.5.2.2.1 Opera di Attraversamento

##### 3.5.2.2.1.1 SHMS

Per il monitoraggio delle grandezze associate al comportamento di un'opera di così grandi dimensioni, come il Ponte sullo Stretto di Messina dovranno essere raccolti, ordinati ed analizzati, un gran numero di dati. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva, è di grande importanza sostituire l'hardware e i software con altri di ultima generazione più veloci e performanti, e automatizzare le procedure di elaborazione dati per assistere gli ingegneri nell'interpretazione delle risposte misurate. L'aggiornamento del sistema di monitoraggio permette di avere rapide informazioni sui comportamenti della struttura soggetta alle diverse condizioni di esercizio, carichi, etc, e di avere le informazioni che portano ad azioni specifiche di Operazione e Manutenzione.

Alcuni dei principali sviluppi tecnologici nel campo dell'SHMS sono

evidenziati di seguito e saranno considerati durante lo sviluppo del progetto esecutivo. Si privilegerà la implementazione di:

- Uso di sensori wireless (ad esempio accelerometri, trasduttori di spostamento, ecc.), sviluppati nell'ultimo decennio consente anche il monitoraggio con strumenti portatili, più facili da utilizzare per configurazioni temporanee e offrono allo stesso tempo adeguati livelli di affidabilità e accuratezze.
- Utilizzo di sensori e sistemi per emissioni acustiche. La formazione di fessura da fatica genera un rilascio di onde elastiche ad alta frequenza che possono essere rilevate al fine di notificare eventi di rottura anche a livello microscopico. Questa tecnologia è utilizzata in ponti in acciaio di grande luce ma anche in impianti di processo (reattori in pressione) ed in ambito aeronautico. La segnalazione di rotture a fatica aumenta grandemente la sicurezza del ponte e l'efficacia della manutenzione in quanto consente l'individuazione di ispezioni mirate in punti specifici della struttura.
- Tecniche di correlazione dell'immagine digitale (DIC), sviluppate durante l'ultimo decennio, sono strumenti che permettono di misurare gli spostamenti relativi e i campi di deformazione relativi delle aree coperte dai pixel di una data immagine. L'implementazione di tale tecnica, per i dati acquisiti con le videocamere portatili, migliorerebbe la strategia di monitoraggio portatile a breve termine.
- Progressi nel campo dell'elaborazione dei segnali, come ad esempio approcci basati sulle varianti degli algoritmi Stochastic Subspace Identification (SSI), adottati per analisi modali operative (OMA), aumenterebbe l'affidabilità e

l'accuratezza delle stime dei parametri modali (forme e frequenze)

- Adozione di sensori a fibra ottica per il monitoraggio delle grandezze in gioco (i.e. umidità, temperatura, stress all'interno dei cavi principali). Facciamo notare che, per quanto riguarda la installazione dei sensori/fibre all'interno dei Cavi principali, questa è soggetta a progettazione/definizione/sviluppo in anticipo, rispetto ai tempi di realizzazione. Infatti, si dovrà garantire, con opportuno approccio progettuale e di installazione, l'integrità delle fibre durante la installazione stessa, di concerto con la posa dei cavi, nonché la durata e affidabilità delle misurazioni nel tempo, nonostante la fisica interferenza con i Cavi di sospensione. Considerati gli attuali progressi nel campo del monitoraggio con fibra ottica, l'uso di sensori discreti (ad esempio, reticoli in fibra di Bragg – FBG) rispetto a sensori continui (ad esempio basati sull'analisi del dominio della frequenza ottica di Brillouin) sarà rivisto per garantire un monitoraggio all'avanguardia dei cavi di sospensione principali.
- Strumentazione delle articolazioni principali, con particolare riguardo ai giunti ferroviari.

Il monitoraggio del traffico stradale si realizzerà con l'uso di sensori di ultima generazione più affidabili ed efficienti. Potranno essere sia integrati nella struttura che remoti (misure ottiche) per rilevare le condizioni del manto stradale i.e. umidità, acqua, attrito, temperatura, etc... del manto stradale. L'adozione di queste tecnologie come parte dell'SHMS fornirà più informazioni sulle condizioni stradali per l'utilizzo del ponte e sarà presa in considerazione nella prossima fase del progetto.

##### 3.5.2.2.1.2 Digital twin

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Negli ultimi dieci anni, lo sviluppo di nuove tecnologie (ad es. il BIM), una maggiore potenza computazionale, e nuove metodologie per elaborare ed interpretare grandi quantità di dati anche con l'ausilio dell'intelligenza artificiale, hanno permesso la definizione di tecnologie tipo digitali modelli o "digital twin".

L'implementazione del digital Twin, nella fase di Progetto Esecutivo del Ponte di Messina, migliorerà le strategie di gestione e manutenzione e contribuirà a un notevole incremento della sicurezza durante l'esercizio del ponte. In particolare, si prevede di implementare i seguenti modelli:

- **Structural Digital Twin:** Il modello numerico fornisce informazioni aggiornate sul comportamento strutturale dell'opera e una analisi dei carichi ambientali, del traffico e dei terremoti. Il Digital Twin, quale replica digitale della Opera di attraversamento, sarà oggetto di continuo aggiornamento per rappresentare fedelmente il comportamento reale della struttura in base ai dati provenienti dal monitoraggio, ed agli elaborati As-Built. I modelli di calcolo saranno aggiornati in base ai dati del monitoraggio.
- **Service life Digital Twin:** fornendo uno stato aggiornato delle condizioni e dello stato del ponte consentirà la valutazione della vita utile residua dei diversi componenti e di programmare l'attività manutentiva. Il Digital Twin può essere progettato come un modello di ponte virtuale 3D che fornisce accesso alle immagini ad alta risoluzione delle superfici esterne ed interne al ponte, ai risultati di ispezioni, di test, ecc. Il modello virtuale può consentire l'identificazione e la classificazione automatica dei danni, difetti o anomalie insorte durante l'esercizio. Il modello permetterà, a valle dei dati registrati ed analizzati, la pianificazione della manutenzione, riparazioni e sostituzioni.

- **Operational Digital Twin:** Il Digital Twin avrà un ruolo effettivo nella fase operativa e decisionale a valle delle analisi delle condizioni effettive/previste. Ad esempio, permetterà di ottimizzare il flusso del traffico, di decidere sulle limitazioni delle corsie di traffico in caso di incidenti o condizioni di vento, di gestire gli incidenti stradali, ecc.

Lo sviluppo dei Digital Twins richiederà la definizione e la gestione di interfacce con una serie di sistemi, tra cui BIM, modelli a elementi finiti, dati SHMS, dati da ispezione e manutenzione, dati dai vari test, dati di traffico e meteorologici, sistemi di deumidificazione, pedaggi, ecc. Il Progetto Definitivo già prevedeva molti dei moduli che sarebbero necessari per creare i gemelli digitali (ad esempio SHMS, piano di ispezione e manutenzione, ecc.). Tuttavia, sarà necessaria una revisione dell'architettura del sistema di gestione del ponte (BMS) e dei processi di calcolo, simulazioni e previsioni (CSP) per integrarli con i nuovi modelli digitali. Nuovi elementi saranno anche i modelli BIM e i modelli 3D basati su foto per la geometria e il monitoraggio dei difetti.

In definitiva l'introduzione del Digital Twin introduce notevoli vantaggi durante le fasi di esercizio dell'infrastruttura in termini di sicurezza, gestione e manutenzione dell'opera.

#### 3.5.2.2.1.3 *Bridge management systems (BMS)*

Il sistema di gestione della manutenzione del ponte (BMS), come definito nel Progetto Definitivo, segue fundamentalmente lo stato dell'arte con alcune necessarie aggiunte che saranno prese in considerazione nelle fasi successive del progetto, come:

- collegamento al modello BIM, che dovrà comprendere un'interfaccia utente che lo rende usufruibile anche per l'ispezione e la manutenzione. L'interfaccia utente del

modello BIM di progettazione dovrà quindi inglobare le informazioni in modo che possano essere utilizzate anche per l'ispezione e la manutenzione.

- collegamento ai documenti dello stato di fatto e messa in servizio del ponte, incluso lo stato di fatto di tutte le superfici ottenute dalla fotogrammetria di droni/UAV, archiviata come modello 3D del ponte. L'interfaccia utente avrà accesso a tutte le condizioni di tutte le superfici del ponte. L'interfaccia utente dovrebbe essere supportata dall'intelligenza artificiale (AI) che consenta il rilevamento automatico delle anomalie.

#### 3.5.2.2.1.4 *Management and control system (MACS)*

Il sistema di gestione e controllo, MACS, contiene diversi sottosistemi che si scambiano un notevole quantitativo di dati per la stesura di rapporti, il monitoraggio, ecc. Un aggiornamento dell'architettura del sistema, basate su microservizi e data warehouse, permetterebbe di progettare una struttura più adatta ad integrare i sottosistemi rispetto all'architettura ESB, attualmente prevista nel progetto definitivo, oltre ad essere più economica e flessibile. In una architettura basata su microservizi, ciascun sottosistema costituirà il proprio microservizio che implementa una specifica capacità di dominio/aziendale, compresa la propria base di dati. I dati da passare ad altri sottosistemi o da consumare da altri sottosistemi vengono raccolti in un data-lake secondo un modello Ingest-Transform-Publish-Consume.

Il MACS deve fornire una rappresentazione grafica dello stato attuale/previsto dei singoli elementi costruttivi. Pertanto, nel progetto Definitivo, era pertanto previsto un modello GIS. L'adozione di un sistema BIM fornirebbe una soluzione di gran lunga migliore per soddisfare i requisiti di progetto. Infatti, il modello BIM fornisce questa funzionalità direttamente e di conseguenza una soluzione meno

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

costosa e di miglior qualità.

Il GIS è il componente centrale del sistema di gestione del cantiere (WSMS). Durante l'ultimo decennio, le funzionalità dei sistemi GIS sono state notevolmente ampliate, includendo anche raccolta, integrazione, distribuzione e presentazione di informazioni geografiche su diverse piattaforme diverse come client desktop, web, telefoni cellulari e tablet. Ad esempio, sono incluse anche funzionalità per la creazione di reti stradali e pianificazione dei percorsi durante la costruzione. Di conseguenza, l'adozione di una piattaforma GIS moderna, come ArcGIS Online, che fornisce molte delle funzionalità richieste, permetterebbe di semplificare lo sviluppo del sistema di gestione. Tale approccio porterà a minori costi di implementazione e manutenzione, e sarà pertanto considerato nella progettazione esecutiva. Utilizzare le funzionalità disponibili del BIM anche in relazione al WSMS, potrebbe rappresentare un progresso naturale. In questo modo, i requisiti per il monitoraggio dello stato di avanzamento dei lavori possono essere soddisfatti dal sistema BIM invece di sviluppare una soluzione GIS personalizzata come quella descritta nell'attuale Progetto Definitivo. Il risultato sarà un risparmio nei costi di implementazione e manutenzione, nonché una migliore funzionalità per l'utente.

La larghezza di banda di comunicazione delle reti basate su TETRA, come specificato per la progettazione del Progetto Definitivo, è molto limitata rispetto all'attuale 4/5G, rendendola quindi insufficiente come supporto dati, ad esempio, per le moderne applicazioni mobili che si basano su grafica e aggiornamenti di informazioni online. Si intende pertanto utilizzare e aggiornare le specifiche al 4/5G per la comunicazione dei dati. Rapporti recenti suggeriscono inoltre che le reti TETRA per uso commerciale presentano alcuni problemi di sicurezza riguardanti la crittografia dei messaggi (TEA1).

### 3.5.2.2.2 Viadotti collegamenti a terra

### 3.5.2.2.1 SHMS e Digital twin

In linea con le attuali richieste delle principali stazioni appaltanti nazionali ed internazionali in ambito infrastrutturale, in fase esecutiva sarà indispensabile progettare ed installare sistemi di monitoraggio permanenti mirati a fornire informazioni in continuo sul comportamento sia statico che dinamico dei viadotti presenti lungo i collegamenti stradali e ferroviari.

In ambito normativo ciò risulta peraltro in linea con quanto prescritto dal DM. 204/2022 al §7.6.3 - *“L'adozione di una strategia di monitoraggio permanente, in cui il sistema hardware/software è concepito per rimanere operativo per lunghi periodi sino a coprire tutta la vita di servizio di una struttura, realizza compiutamente gli scopi dello Structural Health Monitoring etc...”*.

I dati registrati con la strumentazione saranno oggetto di elaborazione ed interpretazione per un lasso di tempo da concordare con la Stazione Appaltante, con la quale andranno definite le procedure di formazione del proprio personale e successivo “handover” per la gestione del monitoraggio.

Per i viadotti di collegamento a terra sarà previsto un digital twin strutturale. I dati registrati costituiscono la base per l'attività di *“model updating”* e l'identificazione dinamica al tempo zero di fine costruzione. Disponendo di un modello numerico calibrato è possibile interpretare e predire le prestazioni strutturali e simulare scenari d'interesse, quale ad esempio il transito di un carico eccezionale, la valutazione dello stato di cemento strutturale a seguito di eventi sismici, gli urti di veicoli in svio o altre azioni eccezionali, o l'analisi di ammaloramenti e degradi in genere. Esaminando l'evoluzione temporale dei parametri identificati si ha un pronto rilievo delle variazioni prestazionali della struttura e, quindi, degli eventuali danneggiamenti in atto nel materiale, negli elementi strutturali o nei sistemi di connessione. Il digital twin introduce dunque notevoli vantaggi durante l'esercizio dell'infrastruttura in termini di sicurezza, gestione e manutenzione dell'opera.

Il sistema di monitoraggio offerto prevede l'impiego della seguente sensoristica:

- Accelerometro triassiale per il monitoraggio delle vibrazioni degli impalcati;
- Servo inclinometro biassiale per la correlazione dei dati, come la deformata, con i dati ottenuti dai sistemi “WiM”;
- Clinometro biassiale ai fini del monitoraggio delle rotazioni delle sottostrutture e opere di sostegno;
- Sensore di deformazione in fibra ottica per lo studio dello stato tenso-deformativo di impalcati e soletta;
- Sensore di temperatura in fibra ottica ai fini della correlazione degli effetti termici sulle strutture con i dati rilevati;
- Stazione meteo al fine di avere una visione d'insieme delle condizioni ambientali al contorno di ciascuna opera;
- Tubo inclinometrico per il monitoraggio di fenomeni franosi, erosivi, ecc.;
- Idrometro a ultrasuoni ove presenti corsi d'acqua intercettati dal tracciato dei viadotti;
- Piezometro a tubo aperto in corrispondenza delle falde ai fini del monitoraggio del livello delle stesse.

#### Monitoraggio impalcati: vibrazioni, deformata e stato tenso-deformativo.

Si prescrive l'installazione di accelerometri triassiali ad alta sensibilità sugli impalcati distribuiti in modo esteso e sincronizzati tra loro; ciò permette la caratterizzazione dinamica evolutiva del viadotto a partire dall'analisi della risposta della struttura alle azioni ambientali e antropiche quali traffico, vento, ecc. Tale sensoristica consente inoltre di effettuare il monitoraggio in caso di eventi sismici e di ricavare le forme modali ed i coefficienti di smorzamento dell'opera.

Relativamente alla valutazione della deformata degli impalcati in *“real-time”* (ad alta frequenza di acquisizione) si prevede l'installazione di servo inclinometri biassiali posti sugli impalcati.

Al fine di avere una piena comprensione del comportamento dell'opera oggetto di monitoraggio si prevede l'installazione di sensori

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">20/01/2024</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	E	20/01/2024
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
E	20/01/2024						

di deformazione in fibra ottica già dalle fasi di realizzazione e varo degli impalcati; in tal modo sarà possibile risalire allo stato tenso-deformativo permanente effettivo prevedendo di installare i sensori antecedentemente l'esecuzione. Grazie all'impiego della tecnologia a fibre ottiche si garantisce una maggiore affidabilità e migliore interpretazione delle misure effettuate nel tempo.

Si prevede infine l'installazione di accelerometri triassiali posti in corrispondenza delle sezioni di mezzera di ciascun viadotto e posizionati all'estradosso dei cordoli al fine di monitorare lo stato degli stessi nel caso di urto da veicoli in svio.

#### Monitoraggio sottostrutture: inclinazioni, rotazioni e spostamenti relativi

Si prevede l'installazione di clinometri biassiali in sommità delle pile e delle spalle al fine di monitorare eventuali rotazioni subite dalle sottostrutture; tale strumentazione permette di conoscere eventuali anomalie nel comportamento delle sottostrutture e di monitorare lo stato post-eventi eccezionali dei suddetti elementi.

Ai fini della misura degli spostamenti relativi tra impalcato e sottostrutture si prevede l'installazione di trasduttori di spostamento in corrispondenza dei dispositivi di appoggio, potendo così valutare gli effetti di eventuali eventi accidentali (sisma, incidenti, ecc).

#### Monitoraggio condizioni al contorno e ambientali

Al fine di effettuare la correlazione tra gli effetti delle condizioni meteorologiche notevoli del sito e le misure effettuate, così come tra le stesse e gli effetti termici sull'opera, si prescrive l'installazione di termocoppie in fibra ottica sia sull'impalcato che sulle sottostrutture e di stazioni meteo ad alte prestazioni; quest'ultime sono in grado di effettuare la misura di temperatura dell'aria, umidità relativa, intensità e tipologia di precipitazioni, pressione atmosferica, direzione e velocità del vento.

#### Monitoraggio fondazioni, pile e spalle

Saranno installati sensori di deformazione e termocoppie in fibra ottica all'interno dei pali di fondazione in specifiche sezioni individuate per ciascuna opera consentendo il monitoraggio dello stato tenso-

deformativo dei pali di fondazione così come la ricostruzione dell'andamento delle tensioni lungo il palo.

Inoltre, ove presenti, si prevede il monitoraggio dei muri d'ala delle spalle tramite l'installazione di clinometri biassiali posti in testa agli stessi.

Per il monitoraggio dei fenomeni erosivi (e.g. scalzamento delle pile) ed eventuali frane in prossimità dei viadotti sarà necessaria l'installazione di tubi inclinometrici, monitorati in continuo, posti in prossimità delle fondazioni interessate dai suddetti fenomeni.

Relativamente al regime idraulico dei corsi d'acqua intercettati dai viadotti in oggetto, si prevede l'installazione di un idrometro a ultrasuoni in prossimità degli stessi, provvedendo ad inviare un allarme nel caso in cui si dovessero manifestare eventi di piena.

Per il monitoraggio delle falde individuate con i sondaggi effettuati in prossimità delle opere di fondazione dei viadotti saranno installati piezometri a tubo aperto in corrispondenza delle stesse al fine di monitorare in continuo il livello di falda.

Si specifica infine che in PE sarà fatto esplicito riferimento al Manuale di Progettazione RFI 2023 per quel che concerne il monitoraggio delle opere per la parte ferroviaria.

Per ulteriori indicazioni sugli strumenti adottati, e la loro contestualizzazione per i viadotti lungo i collegamenti stradali e ferroviari, si veda la scheda di sintesi di progetto P.ET-006 riportata nel seguito del documento.

#### 3.5.2.2.3 Supporto alla gestione della fase di esecuzione e del cantiere

Per fornire alla Stazione Appaltante e al Contraente Generale la possibilità di controllare l'andamento del cantiere e l'avanzamento generale dei lavori, si prescrive per la fase di PE la predisposizione di una piattaforma informativa per incrementare gli strumenti di gestione del cantiere e consentire un monitoraggio in continuo e da remoto delle attività in corso. Tale sistema sarà gestito mediante software in cloud di raccolta ed elaborazione dati, atto a registrare ed archiviare

tutte le informazioni inerenti all'avanzamento delle lavorazioni.

Sarà adottata una piattaforma di progetto integrata con software tipo Team Systems Vision CPM per aggiornamento e condivisione giornaliera dell'avanzamento dei lavori eseguiti, l'avanzamento della contabilità, i registri delle non conformità (tipo sistema GLAASS), registri prove su materiali, report fotografici bisettimanali da terra presso le principali zone di lavoro in attività. Si prevede inoltre la predisposizione di n.1 volo con drone trimestrale aggiuntivo lungo il cantiere per il monitoraggio dei lavori con la raccolta di foto aeree e video riprese. La piattaforma software sarà accessibile dagli stakeholder abilitati e definiti di concerto con la Stazione Appaltante. Sulla medesima piattaforma potranno anche essere rese disponibili le videoriprese effettuate con drone, sia quelle già previste in Appalto, sia quelle trimestrali aggiuntive, oltre che eventuali elaborazioni di tipo "time-lapse".

La piattaforma sarà integrata con la metodologia BIM di sviluppo del PE, con possibilità di visualizzare e commentare i modelli federati e aggregati BIM redatti in fase di progetto esecutivo e costruttivo, con aggiornamento settimanale dei modelli stessi durante l'avanzamento dei lavori e con un livello di approfondimento delle fasi esecutive aggiornato ai programmi lavori operativi di dettaglio.

La piattaforma informativa gestita da opportuno software e sistema di archiviazione, consente una verifica da remoto dell'evoluzione del cantiere, e permette una visione "real-time" della qualità di particolari lavorazioni, anche ottimizzando le necessità di spostamento in cantiere del personale della direzione lavori. Si dovrà quindi prevedere la possibilità di verificare anche da remoto la congruenza tra lo stato di avanzamento del cantiere ed il cronoprogramma dei lavori, soprattutto sulle opere principali e sulle lavorazioni più critiche per i tempi di esecuzione.

#### 3.5.2.2.4 Installazione di stazioni permanenti tipo "LiDAR"

In accordo alle osservazioni del Comitato Scientifico della Società Stretto di Messina s.p.a., Gruppo Istruttorio n.2, espresse

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

verbalmente nella riunione del 2 novembre 2023 e in forma scritta nel verbale di riunione trasmesso a mezzo posta elettronica il successivo 9 novembre, il Progetto Esecutivo prevederà la realizzazione di due stazioni permanenti tipo LiDAR (Light Detection and Ranging), una su ciascuna sponda dello Stretto, in modo da potenziare il monitoraggio meteo-climatico, con particolare riguardo a fenomeni atmosferici quali burrasche, wind shear, raffiche, turbolenze e vortici. Il sistema potrà essere collegato con il Traffic Management System (TMS) in modo da fornire in tempo reale le informazioni necessarie a una gestione sicura del traffico stradale e ferroviario.

Il sistema LiDAR è in grado di effettuare misurazioni tridimensionali ad ampio raggio estremamente precise: il funzionamento si basa sull'emissione di impulsi laser e successiva rilevazione della luce riflessa per determinare, con la massima accuratezza e in 3D, i valori relativi alle velocità radiali del vento.

Il sistema ha applicazioni importanti anche nel campo del monitoraggio della qualità dell'aria, in quanto permette di misurare i coefficienti di retrodiffusione degli aerosol nell'atmosfera, cioè i parametri ottici influenzati dalle proprietà delle particelle, come la densità e le dimensioni.

### 3.5.2.3 Progettazione strutturale e geotecnica

Gli anni intercorsi dall'approvazione del Progetto Definitivo dell'Opera di Attraversamento hanno visto la realizzazione di diversi ponti sospesi di grande luce come l'Ozman Gazi (ponte sulla baia di Izmit) o il ponte 1915 (ponte di Canakkale o ponte dei Dardanelli), oltre alla progettazione di numerosi ponti in Cina di luce superiore ai 2000m. Di conseguenza negli ultimi 12 anni si è assistito ad avanzamenti tecnici e di approccio progettuale. Ci si propone pertanto di portare il progetto dell'Opera di Attraversamento allo stato dell'arte corrente, incorporando tali avanzamenti in fase di Progetto Esecutivo, ove fattibile e qualora vi siano benefici significativi.

#### 3.5.2.3.1 Configurazione alternativa del sistema di ancoraggio dei cavi principali

L'attuale PD prevede come sistema di connessione delle funi che costituiscono il cavo principale alla massa del blocco di ancoraggio l'utilizzazione di cavi da precompressione continui che si ancorano nel corpo in calcestruzzo e tornano nella camera di ancoraggio con curve di ritorno ("loop"). Tale configurazione è già migliorativa rispetto a quelle tradizionali per ponti sospesi sino alla fine del secolo scorso, che vedevano, con poche eccezioni, l'adozione di ancoraggi in barre passive di acciaio ordinario di grande diametro annegate nel getto di calcestruzzo e quindi certamente non sostituibili e non ispezionabili. Un esempio di questo si ritrova ancora nel ponte sull'Akashi in Giappone che è stato, come noto, il più grande del mondo sino al 2022. La precompressione garantisce rispetto ad esse un miglior comportamento per fenomeni lenti nel calcestruzzo, soprattutto con riferimento al ritiro che in strutture massive è aspetto di grande rilevanza, oltre che la minore dimensione grazie alle migliori caratteristiche meccaniche degli acciai da precompressione rispetto a quelli ordinari. Nella soluzione adottata nel PD questi aspetti positivi sono presenti, mentre non è garantita l'ispezionabilità degli ancoraggi profondi e non semplice la sostituzione, anche ove si adottassero dei materiali di iniezione adatti (grassi siliconici o simili), causa l'elevato attrito nei detti loop.

Nelle realizzazioni più recenti in campo internazionale si è tuttavia presentata una soluzione più evoluta, che vede la presenza di una camera posteriore all'interno della parte inferiore dei blocchi di ancoraggio, con l'utilizzazione di cavi o barre di precompressione rettilinei, che si ancorano nella camera posteriore stessa, cosa che rende completamente ispezionabili e manutenibili tutti gli ancoraggi dei cavi, nonché assai più semplice la loro sostituzione anche individuale, grazie alla geometria priva di curve. A fronte di questo sussiste indubbiamente una maggiore complessità geometrica interna ai blocchi, vista la necessità di discenderie, accessi e impianti per la camera posteriore, ma i vantaggi in termini di ispezionabilità,

manutenibilità e quindi durabilità e robustezza della soluzione sono tali da renderla imprescindibile per un'opera attuale ed essa verrà quindi messa in essere nel PE. Inoltre, in analogia a quanto previsto per il ponte di Canakkale le guaine per i cavi/ barre non saranno iniettate ma deumidificate con sistema dedicato, in modo da migliorarne ulteriormente la durabilità.

#### 3.5.2.3.2 Utilizzo di smorzatori attivi per le torri

Le prove in galleria del vento svolte in fase di Progetto Definitivo hanno evidenziato la necessità di mitigare le vibrazioni indotte da distacco di vortici incrementando lo smorzamento strutturale tramite appositi dispositivi, tanto in fase di esercizio quanto in fase realizzativa. Il Progetto Definitivo prevede pertanto l'impiego di smorzatori a massa accordata o TMD. Tali dispositivi, di tipo passivo, sono generalmente composti da un sistema massa-molla, e vengono calibrati pertanto per avere efficacia in un determinato intervallo di frequenze. A cagione di questo, è necessario introdurre dispositivi diversi per la fase costruttiva, e in aggiunta la progressiva modifica delle proprietà dinamiche delle torri comporta in ogni caso la necessità di ricalibrare più volte i dispositivi. Pertanto, con il fine di elevare il contenuto tecnologico dell'Opera di Attraversamento allo stato dell'arte e di eliminare le limitazioni insite dei dispositivi TMD, il Progetto Esecutivo verrà aggiornato per includere smorzatori di tipo attivo o AMD. Questi sono costituiti di una massa il cui movimento è regolato da un motore lineare a sua volta attivato da un sensore di movimento (della torre). La risposta dell'AMD è pertanto completamente indipendente da quella della torre, ovvero il dispositivo ha efficacia su uno spettro di frequenze più ampio rispetto a un TMD, con un conseguente miglioramento della mitigazione nei confronti delle azioni dinamiche.

#### 3.5.2.3.3 Robustezza strutturale – aggiornamento allo stato dell'arte

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

La attenzione agli aspetti di robustezza strutturale è andata sempre più crescendo nello stato dell'arte internazionale e nei relativi corpi normativi, non ultime le NTC2018 come già presentato e discusso nel par. 3.1.2.1. Appare quindi imprescindibile intervenire in questo senso anche per l'Opera di Attraversamento, portandola ai livelli previsti per le realizzazioni più recenti in questo campo. Allo scopo di incrementare la robustezza strutturale e dunque il livello di sicurezza implicito dell'Opera di Attraversamento si propone di introdurre un ulteriore scenario accidentale per la verifica dei pendini, che si ritiene di individuare come la componente più sensibile da questo punto di vista.

Gli attuali Fondamenti Progettuali contemplano al proposito di verificare:

1. *“lo scenario di contingenza che prevede, nella posizione più sfavorevole, il collasso della sospensione di un'estremità di un trasverso.”*
2. lo scenario di contingenza che prevede, nella posizione più sfavorevole, il collasso di un trasverso e dei componenti di impalcato corrente ad esso collegati.

Il primo scenario si configura come uno Stato Limite Ultimo (SLU), mentre il secondo è uno Stato Limite di Integrità Strutturale (SLIS). Da un punto di vista operativo (cfr. PG0025, *Manuale per l'applicazione dei Fondamenti Progettuali*) le due verifiche si distinguono per l'adozione di coefficienti differenti sui materiali del pendino, ovvero  $\gamma_m = 1.33$  nel caso 1) e  $\gamma_m = 1.00$  nel caso 2). Le azioni sono combinate in entrambi i casi adottando i principi della combinazione eccezionale di normativa (coefficienti unitari sui carichi permanenti, ridotti sui carichi variabili da traffico e sulla temperatura).

Evitando entrare nel merito delle scelte operate, concordate e approvate in sede di Progetto Definitivo, si rileva comunque che le principali realizzazioni degli ultimi anni (Ponte sui Dardanelli, Ponte sulla baia di Izmit, etc.), contemplano tutte scenari di contingenza che prevedono rottura di due pendini (consecutivi) su uno stesso

allineamento, sotto combinazioni di carico concettualmente analoghe a quelle considerate nel PD dell'Opera di Attraversamento.

Si ritiene inoltre opportuno un miglioramento della robustezza strutturale dell'Opera di Attraversamento nei confronti del collasso progressivo, in linea con la maggiore rilevanza assunta nelle NTC 2018 dal concetto di robustezza strutturale (si veda al riguardo il paragrafo citato).

Si propone quindi di:

- introdurre uno scenario di verifica aggiuntivo che contempli la rottura di due pendini consecutivi su un solo allineamento.
- Tale verifica verrà condotta adottando una combinazione SLU che preveda coefficienti unitari sui carichi permanenti e ridotti sui carichi variabili da traffico e sulla temperatura in analogia a quanto considerato in sede di PD (con riferimento alla combinazione SLU n. 19 riportata in PG0025).

Le valutazioni preliminari svolte hanno evidenziato che lo scenario appena descritto risulterebbe essere dimensionante per i pendini tipici dell'Opera.

#### 3.5.2.3.4 Protezione al fuoco

i *Fondamenti Progettuali* (doc. PG0024) prescrivono che le porzioni di torri e cavi fino a un'altezza di 25 m dal piano stradale siano progettate per resistere a un incendio di progetto di 1200°C per una durata di 30 minuti, mediante sistemi di protezione passiva. Anni recenti hanno visto l'applicazione di tali sistemi per la protezione dei cavi principali di ponti sospesi di primaria importanza come lo Storebaelt ed il Lillebaelt in Danimarca, mentre come riferimento per la protezione delle torri è disponibile la recente realizzazione del Ponte sui Dardanelli.

Un importante argomento a favore delle protezioni passive è rappresentato dai risultati di sperimentazioni recenti che hanno messo in risalto un degrado di resistenza per esposizione al calore dei fili costituenti i cavi principali superiore rispetto a quanto assunto in precedenza. Ne consegue che l'approccio tradizionale di adottare una

resistenza ridotta per cavi non protetti esposti al fuoco comporterebbe potenziali criticità.

#### 3.5.2.3.4.1 Protezione al fuoco delle torri

La protezione al fuoco delle torri dovrà limitare la temperatura esterna delle carpenterie metalliche a un massimo di 200°C. Per il Ponte dei Dardanelli tale requisito è stato soddisfatto per una durata di 45 minuti considerando l'incendio di progetto da Eurocodice (idrocarburi). La protezione passiva può essere implementata mediante l'utilizzo di vernici intumescenti.

#### 3.5.2.3.4.2 Protezione al fuoco dei cavi principali

Il criterio di progetto originariamente adottato per la protezione antincendio dei cavi principali del ponte sul Grande Belt prevede di limitare la temperatura massima superficiale del cavo a una temperatura di 400°C durante un evento di incendio capace di sprigionare temperature fino a 1100°C per una durata massima di 50 minuti. Risultati recentemente ottenuti e non ancora pubblicati di prove di carico di fili sottoposti a calore da incendio hanno messo in mostra riduzioni di resistenza superiori a quanto precedentemente ipotizzato. Per l'Opera di Attraversamento si propone quindi di adottare un requisito maggiormente restrittivo, ovvero una temperatura massima superficiale di 300°C, pari cioè al limite proposto nelle Recommendations for Stay Cable Design, Testing, and Installation. PTI DC45.1-18" del Post-Tensioning Institute (PTI, 2018). La protezione del ponte sul Grande Belt è stata realizzata mediante un doppio strato di materiale isolante per uno spessore complessivo di 15 mm, tale da limitare la temperatura superficiale dei cavi a meno di 300°C. I collari dei pendini sono stati trattati con una pittura intumescente atte da garantire prestazioni analoghe.

Allo stesso tempo si propone di abbassare leggermente la temperatura di progetto dai 1200°C attualmente previsti ai 1100°C delle curve di incendio da idrocarburi dell'Eurocodice (§3.2.3 del EN

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

1991-1-2), non essendo peraltro disponibili in commercio materiali testati per tali temperature.

#### 3.5.2.3.5 Diametro colonne di jet-grouting fondazioni delle torri dell'opera di attraversamento

Il progetto dell'Opera di Attraversamento prevede l'esecuzione di massicci trattamenti del terreno mediante jet grouting, in particolare per le fondazioni delle torri (qui anche con funzione di tappo di fondo) nonché per le fondazioni delle strutture terminali. Il Progetto Definitivo riporta dunque diametri delle colonne di JG 160/180 cm, dimensioni di uso di comune all'epoca della redazione dello stesso. Le tecnologie odierne consentono di incrementare sensibilmente tali valori, velocizzando l'esecuzione dei trattamenti e permettendo di ridurre i quantitativi di miscela e di conseguenza l'impatto ambientale. Per maggiori dettagli si rimanda alla relativa scheda P.ET-004.

#### 3.5.2.3.6 Utilizzo di snodi sferici per il sistema dei pendini

Per il sistema dei pendini, oltre all'incremento della robustezza strutturale discusso sopra, si ritiene opportuno anche introdurre un'ulteriore misura sulla base dell'esperienza recente in progetti di ponti sospesi in campo internazionale o, meglio, di estendere ulteriormente l'utilizzo di un dispositivo già previsto a progetto, ovvero gli snodi sferici alla connessione tra pendino e impalcato in sostituzione dei limitatori di flessione previsti nel PD. L'utilizzo di siffatte articolazioni, utilizzati tra gli altri nei ponti Hålogaland in Norvegia, OsmanGazi (Izmit) e Canakkale in Turchia, Braila in Romania, garantisce la sostanziale assenza di effetti di flessione nelle funi costituenti i pendini e sono una soluzione migliorativa rispetto ai limitatori di flessione. In sede di PD l'utilizzo di tali dispositivi era già stato previsto per i pendini in prossimità della mezzera del ponte, ovvero quelli maggiormente prona alla flessione, mentre per ulteriori 20 coppie di pendini su ciascun lato del ponte (tot. 160 elementi) erano stati previsti limitatori di flessione. In fase di PE si sostituiranno

anche per questi pendini i limitatori di flessione con snodi sferici. Oltre a incrementare la vita utile di progetto dei pendini, dall'esperienza accumulata con il ponte Canakkale, si è potuto riscontrare che l'utilizzo di snodi sferici si è rivelato utile anche nel limitare le vibrazioni aerodinamiche dei pendini.

#### 3.5.2.3.7 Dispositivi di controllo della risposta sismica per i viadotti dei collegamenti a terra

Il progetto definitivo prevedeva l'adozione di un sistema di vincolo dell'impalcato che differiva tra i viadotti luogo i collegamenti stradali lato Calabria, dove erano previsti appoggi acciaio-teflon di tipo fisso, mono, e multidirezionali, e quelli lato Sicilia dove sono stati adottati isolatori elastomerici. In linea con la più recente prassi progettuale per impalcati in struttura mista acciaio-calcestruzzo di media-piccola luce, in progetto esecutivo si prevede di adottare l'isolamento sismico per i viadotti lungo i collegamenti stradali sia lato Calabria che lato Sicilia. Conseguentemente il sistema di vincolo lato Calabria verrà aggiornato adottando isolatori elastomerici per lo più analoghi a quelli già previsti lato Sicilia.

#### 3.5.2.3.8 Modifica della configurazione delle selle e pettini di deviazione dei cavi principali

In fase di PD, per le selle di deviazione alle torri e i pettini di deviazione agli ancoraggi era stata prevista una soluzione definibile come "non convenzionale" che vedeva le funi prefabbricate componenti i cavi disposte in celle singole composte da fusioni di acciaio sovrapposte una sull'altra. Tale soluzione era stata introdotta in considerazione della sezione del cavo largamente maggiore per il Ponte di Messina rispetto ai riferimenti disponibili all'epoca in campo internazionale. Attualmente, invece, esistono esempi di progetti di selle di deviazione "convenzionali", ovvero composte da un'unica gola in fusione di acciaio, per cavi con sezione confrontabile con quella prevista per il Ponte di Messina.

La problematica progettuale principale nella progettazione di selle convenzionali è legata alle pressioni trasversali agenti sui fili inferiori. L'entità di tale pressione dipende dal diametro dei fili, dal numero di funi e dal raggio di curvatura della sella. Per il Ponte di Messina si prevedono 19 funi sovrapposte nella scanalatura centrale della sella. Per confronto, il ponte Canakkale ha 14 funi sovrapposte ed il ponte ShiZiYang in Cina (in costruzione) è stato progettato con 22 funi sovrapposte. Entrambi i ponti citati hanno un diametro dei fili maggiore ed un raggio di curvatura più piccolo rispetto a Messina. Si può quindi concludere che non vi siano problematiche progettuali rilevanti nell'adozione di selle di tipologia convenzionale per Messina. Si adotteranno quindi 2 coppie di selle affiancate per ogni coppia di cavi alle torri e nelle camere di sfocco dei blocchi di ancoraggio.

L'adozione di selle di tipologia convenzionale composte da un'unica gola in fusione di acciaio comporta rischi minori rispetto a una soluzione composta da piastre di dimensioni minori sovrapposte una sull'altra, tipologia costruttiva mai applicata in precedenza. Al contrario, le selle di tipologia convenzionale sono una tecnologia consolidata e vi sono innumerevoli riferimenti per la progettazione, fabbricazione e messa in opera di selle simili.

In aggiunta, con la soluzione a celle singole prevista in PD esiste la possibilità che le funi siano soggette a fatica per frizione ("fretting") per via della pressione trasversale minore al contatto fili/sella che potrebbe comportare dei piccoli scorrimenti relativi. L'occorrenza di questo fenomeno dovrebbe essere quindi indagata mediante prove sperimentali, con le tempistiche associate ed eventuali rischi in caso di esito negativo di tali prove. Al contrario, l'adozione di una sella di tipologia convenzionale composta da un'unica gola comporterebbe un aumento delle pressioni trasversali e quindi l'assenza di scorrimenti. Con questa soluzione si potrà quindi evitare la sperimentazione a fatica ed eliminare il rischio associato.

Infine, con la soluzione proposta la sezione del cavo principale in corrispondenza della sella risulterà più compatta rispetto alla soluzione con celle individuali e, di conseguenza, si ridurranno le

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

tensioni secondarie nei fili costituenti il cavo in corrispondenza dei collari terminali. Inoltre, in conseguenza della maggiore compattezza delle funi sulle selle sarà possibile una riduzione dell'ingombro delle stesse.

### 3.5.2.4 Progettazione impiantistica

#### 3.5.2.4.1 Progettazione impiantistica - Inquadramento normativo

In ambito impiantistico si riscontra la presenza di un significativo corpus legislativo e normativo volto ad indirizzare l'evoluzione tecnologica in una ottica di sviluppo sostenibile, con particolare (ma non esclusivo riferimento) ai temi dell'efficienza energetica, della produzione da fonti rinnovabili, nonché della infrastrutturazione delle nuove tecnologie a livello di sistema-paese (es. infrastrutture di ricarica di veicoli elettrici – c.d. “ricarica EV”, reti di comunicazione ad alta velocità – c.d. “banda larga”, infrastrutture tecnologiche a supporto della mobilità – c.d. “smart road”, ecc.).

A seguire si riportano pertanto le nuove leggi / normative applicabili in materia e che comportano la potenziale revisione delle soluzioni di cui al PD (o quantomeno una verifica della loro ottemperanza alle nuove prescrizioni legislative/normative), con eventuale ulteriore suddivisione per ambiti specifici di realizzazione degli impianti.

#### 3.5.2.4.1.1 Normativa di valenza generale

##### Disposizioni legislative

- Regolamento (UE) n. 548/2014 del 21 maggio 2014, per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi

##### Normative tecniche

- Norma CEI EN 50588: **2015** (Trasformatori MT/BT di distribuzione)
- Norma CEI EN 50173-1: **2021** (Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato - Parte 1: Requisiti generali)

- Norma CEI EN 50173-2: **2018** (Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato - Parte 2: Locali per ufficio)
- Norma UNI EN 12464-1: **2021** (Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni)
- Norma UNI EN 12464-2: **2014** (Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno)

#### 3.5.2.4.1.2 Normativa impianti nei collegamenti stradali

##### Disposizioni legislative

- D.M. del 27/09/2017 (Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica)
- Decreto-Legge del 18 Ottobre 2012 n. 179 convertito, con modificazioni, dalla legge 17 Dicembre 2012, n° 221, “Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese”, nell'ambito dell'art 8 – “Misure per l'innovazione dei sistemi di trasporto” (è il decreto con cui l'Italia ha recepito la Direttiva ITS 2010/40/UE)
- Decreto Ministeriale “SMART ROAD” 28/02/2018 - Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica

#### 3.5.2.4.1.3 Normativa impianti nelle stazioni ferroviarie

Per gli impianti nelle stazioni ferroviarie si farà riferimento a quanto riportato nel punto seguente relativo agli edifici, per quanto effettivamente applicabile.

Inoltre saranno presi in considerazione il DM 21/10/2015 e la NFPA 130/2023; da quest'ultima saranno adottati solamente i dati relativi ad affollamento; per quanto concerne l'esodo i criteri saranno valutati, in contraddittorio con RFI.

#### 3.5.2.4.1.4 Normativa impianti negli edifici di servizio

##### Disposizioni legislative

- D.L. n. 63 del 4/06/2013 "recepimento Direttiva 2010/31/UE sulla

prestazione energetica nell'edilizia"

- D.M. del 26/06/2015 (Metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici)
- D.M. del 26/06/2015 (Linee guida per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici)
- D.M. del 27/09/2017 (Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica)
- D.Lgs. n. 48 del 10/06/2020 “sulla prestazione energetica nell'edilizia e sull'efficienza energetica”
- D.Lgs. n. 199 del 8/11/2021 “sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”
- D.M. del 23/06/2022 (Criteri Ambientali Minimi per progettazione e lavori per interventi edilizi “di edifici pubblici”)

##### Normative tecniche

- Norma UNI 9182: **2014** (Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo)
- Norma UNI EN 15193-1: **2021** (Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione)
- Norma UNI EN 16798-3: **2018** Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- Norma UNI EN ISO 52120-1: **2022** (Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure)
- Specifica tecnica UNI/TS 11300-1: **2014** (Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale)
- Specifica tecnica UNI/TS 11300-2: **2019** (Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024	

- Specifica tecnica UNI/TS 11300-4: **2016** (Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria)
- Specifica tecnica UNI/TS 11300-5: **2016** (Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili)
- UNI EN ISO 52016-1: **2018** (prestazione energetica degli edifici – fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti – parte 1: procedure di calcolo)
- UNI EN ISO 6946: **2018** (componenti ed elementi per edilizia - resistenza termica e trasmittanza termica)
- UNI EN ISO 13370: **2018** (prestazione termica degli edifici – trasferimento di calore attraverso il terreno)
- UNI EN ISO 14683: **2018** (ponti termici in edilizia – coefficiente di trasmissione lineica)
- UNI EN ISO 13789: **2018** (prestazione termica degli edifici - coefficiente di perdita per trasmissione e ventilazione)
- UNI EN ISO 13788: **2013** (prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - metodo di calcolo)
- UNI EN ISO 13786: **2018** (prestazione termica dei componenti per edilizia - caratteristiche termiche dinamiche - metodi di calcolo)
- UNI EN ISO 10077-1: **2018** (prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – calcolo della trasmittanza termica)
- UNI 10349-1: **2016** (riscaldamento e raffrescamento degli edifici - dati climatici - medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata)
- UNI 10351: **2021** (materiali da costruzione – proprietà

termoigrometriche – procedura per la scelta dei valori di progetto)

- UNI 8065: **2019** (Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici)

#### 3.5.2.4.1.5 *Normativa impianti di segnalamento*

Relativamente agli impianti di segnalamento e sicurezza, in relazione all'evoluzione tecnologica degli attrezzaggi previsti sulle linee afferenti la tratta ferroviaria del Ponte di Messina, (come da "Piano di sviluppo di ERTMS (ETCS e GSM-R) sulla rete RFI, codifica RFI TC.SCC SR RR AP 01 R05 Rev.P"), sarà previsto il sistema ERTMS/ETCS L2 Oriented.

La normativa di riferimento che sarà adottata per lo sviluppo del Progetto Esecutivo è elencata nei §§ 3.2.1.4 e 3.5.1.1.4.

#### 3.5.2.4.2 *Progettazione impiantistica – Prescrizioni per il PE*

In termini generali, le prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo (PE) saranno primariamente volte a rendere gli impianti conformi rispetto all'attuale quadro di riferimento legislativo e normativo applicabile, sinteticamente riportato nel precedente paragrafo; inoltre, nel contesto degli adeguamenti legati all'evoluzione tecnologica.

A seguire si riportano pertanto i principali adeguamenti attesi rispetto alle soluzioni di cui al PD, elencati con eventuale ulteriore suddivisione per ambiti specifici di realizzazione degli impianti.

#### 3.5.2.4.2.1 *Adeguamenti impianti di valenza generale*

- uso di trasformatori MT/BT a basse perdite (AA0Ak) secondo le richieste del regolamento europeo 548/2014 fase 2 (anno 2021) - vedasi anche scheda P.ET-015
- adeguamento degli impianti ed apparecchiature al fine di garantire il rispetto del nuovo D.M. del 27/09/2017 (Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per

illuminazione pubblica)

#### 3.5.2.4.2.2 *Adeguamenti impianti nei collegamenti stradali*

- installazione di postazioni polifunzionali "smart road" lungo la tratta esterna, ovvero all'interno dei tunnel, per comunicazioni C-V2X/DSRC; le apparecchiature smart potranno essere installate su appositi pali polifunzionali, su portali PMV ovvero alla parete dei tunnel - vedasi anche scheda P.ET-016

#### *Impianti a servizio dei tunnel*

- utilizzo di apparecchi con sorgente a LED di ultima generazione anche per l'illuminazione di rinforzo in ingresso (RI) e uscita (RU), in sostituzione degli apparecchi con lampade al Sodio Alta Pressione (SAP) - vedasi anche scheda P.ET-017
- regolazione e gestione dell'impianto di illuminazione permanente tramite centraline e moduli a onde radio, anziché ad onde convogliate - vedasi anche scheda P.ET-017
- regolazione dell'impianto di illuminazione di rinforzo tramite centraline e moduli a onde radio, anziché tramite regolatori di flusso luminoso - vedasi anche scheda P.ET-017
- saranno contemplati gli aggiornamenti tecnologici verificatesi negli ultimi anni per le diverse apparecchiature costituenti gli impianti; ad es. cavo sensore per rivelazione incendi (fibra ottica e analogico), telecamere su IP con alimentazione POE (laddove possibile) e gestione AID, rete LAN/video a 10 Gbit/s (solo per i tunnel di lunghezza maggiore, caratterizzati da un numero particolarmente elevato di telecamere) - vedasi anche scheda P.ET-018
- modulo di analisi in tempo reale delle condizioni di rischio in galleria comprensivo di analisi di tipo manutenzione predittiva e relativa piattaforma di gestione
- adozione di dispositivi di misura dei parametri di qualità dell'aria in galleria di tipo smart con logica IP
- installazione di centraline meteo ai portali delle gallerie per analisi

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

delle prestazioni degli impianti di ventilazione

- installazione di sistemi di analisi avanzata delle vibrazioni per ventilatori

#### Impianti a servizio delle viabilità esterne

- regolazione e gestione degli impianti di illuminazione esterna tramite centraline e moduli a onde radio, anziché ad onde convogliate
- saranno contemplati gli aggiornamenti tecnologici verificatesi negli ultimi anni per le diverse apparecchiature costituenti gli impianti; ad es. telecamere su IP (con gestione AID), sensori induttivi annegati nell'asfalto da sostituire con apparati, quali telecamere, staffati a strutture/pali (garantendo in tal modo oneri di manutenzione e gestione ridotti), reti WAN a 10 e 100 Gbit/s (in modo da poter gestire i flussi video con gli odierni livelli di risoluzione disponibili e supportare adeguatamente le nuove tecnologie legate alla "smart road") - vedasi anche scheda P.ET-016

#### **3.5.2.4.2.3** *Adeguamenti impianti nei collegamenti ferroviari*

- installazione di dorsali ridondanti in fibra ottica lungo tutta la tratta ferroviaria di progetto, in coerenza con il programma "Gigabit Rail&Road" di RFI, volto a favorire lo sviluppo e la diffusione delle reti ultraveloci in fibra ottica 5G ed incluso nel PNRR "Reti Ultraveloci"
- illuminazione di sicurezza in galleria mediante nuovi apparecchi a LED (secondo specifica LF 612), in sostituzione degli apparecchi con lampade compatte da 18W e in analogia con gli apparecchi di illuminazione generale
- utilizzo di apparecchi con sorgente a LED per i piazzali ed implementazione di sistema di controllo stato e gestione/accensione dell'illuminazione delle punte di scambio mediante sistema ad onde convogliate, del tutto simile a quello utilizzato per l'impianto di illuminazione all'interno della galleria e

normato dalla specifica RFI610

- nell'ambito della supervisione LFM, distinzione dei Front End agli imbocchi per i seguenti sistemi: Sistema MT, Sistema BT, Sistema 1000V
- previsione di una specifica centrale di rivelazione incendi per ogni bypass
- eliminazione della rete antincendio ad idranti lungo lo sviluppo dei forni, prevedendo viceversa l'attrezzaggio con tale tipologia di impianto dei PES (Punti di Evacuazione e Soccorso), i quali possono essere interni od esterni alla galleria, in funzione della sua lunghezza.

#### **3.5.2.4.2.4** *Adeguamenti impianti nelle stazioni ferroviarie*

Per gli impianti nelle stazioni ferroviarie saranno necessari adeguamenti analoghi a quelli conseguenti alle disposizioni legislative e normative di cui al punto precedente (per quanto applicabili), nonché a quanto riportato nel seguito del presente punto.

- previsione di apparecchi illuminanti di sicurezza con sorgenti LED, di tipologia che consenta il monitoraggio centralizzato automatico dell'impianto di sicurezza, secondo CEI EN 62034 (per entrambe le tipologie di alimentazione che saranno adottate, autonoma e centralizzata), preferibilmente con interfacciamento al sistema di supervisione generale di edificio (BMS)
- estensione dell'uso di apparecchi illuminanti con sorgenti LED e driver DALI anche ai locali non accessibili al pubblico, per un miglior controllo dell'illuminazione ai fine del risparmio energetico, con eventuale monitoraggio a scopo manutentivo
- realizzazione del cablaggio strutturato con componenti UTP cat.6A
- realizzazione impianti SOS di tipo digitale su IP
- in termini generali, adeguamento degli apparati alle più recenti soluzioni disponibili sul mercato (ad es. impianto TVCC con telecamere native su IP e/o con DVR virtualizzato)

Inoltre, per le stazioni intese come "edifici civili", vale quanto riportato

nel punto seguente, per quanto effettivamente applicabile allo specifico contesto ed utilizzo di questi particolari edifici.

In particolare, anche nell'ambito delle stazioni ferroviarie, si prevede l'installazione di ulteriori impianti fotovoltaici addizionali, che siano in grado di garantire il rispetto dei minimi prescritti dal D.Lgs. n.199/2021 - vedasi anche scheda P.ET-019:

- Stazione Papardo: impianto previsto su pensiline per 32 posti auto complessivi (circa 400 mq) e potenza di circa 80 kWp (il parcheggio "B" della stazione prevede 39 posti auto)
- Stazione Annunziata: impianto previsto su pensiline per 32 posti auto complessivi (circa 400 mq) e potenza di circa 80 kWp (i parcheggi della stazione prevedono 47+59 posti auto) - alternativamente, si può prevedere la realizzazione dell'impianto sulla copertura piana della stazione
- Stazione Europa: impianto previsto su pensiline per 60 posti auto complessivi (circa 750 mq) e potenza di circa 150 kWp (il parcheggio "Est" della stazione prevede 106 posti auto).

#### **3.5.2.4.2.5** *Adeguamenti impianti negli edifici di servizio*

In termini generali, andrà verificata la rispondenza degli edifici, e dei relativi impianti, ai CAM di cui al Decreto 23 giugno 2022 (si veda lo specifico paragrafo nel seguito della presente relazione).

Inoltre, per gli impianti negli edifici di servizio saranno necessari i principali adeguamenti riportati nel seguito del presente punto.

#### Complesso edificio-impianti

- I pacchetti edilizi opachi e trasparenti, nonché le eventuali schermature solari esterne (se necessarie), saranno adeguate al fine di conseguire la classe energetica A4 – NZEB, così come imposto dalla normativa oggi in vigore; analogamente, le coperture saranno rivestite con guaina o altro materiale riflettente ("cool roof")
- gli spazi tecnici, e la loro collocazione, saranno adeguati per garantirne la compatibilità con le nuove soluzioni impiantistiche

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

(comprese le macchine di climatizzazione conformi alle più recenti disposizioni in tema di efficienza energetica)

#### Impianti elettrici e speciali

- uso di apparecchi illuminanti con sorgenti LED, ad alta efficienza e lunga durata, per tutti gli ambienti interni/esterni (sia illuminazione normale/riserva che di sicurezza), con eventuale monitoraggio a scopo manutentivo
- uso di apparecchi illuminanti di sicurezza con sorgenti LED, di tipologia che consenta il monitoraggio centralizzato automatico dell'impianto di sicurezza, secondo CEI EN 62034 (a prescindere dalla tipologia di alimentazione che sarà adottata), preferibilmente con interfacciamento al sistema di supervisione generale di edificio (BMS)
- impianto "domotico" di supervisione (BMS) rispondente almeno ai requisiti della classe B secondo Norma UNI EN ISO 52120-1:2022
- realizzazione del cablaggio strutturato con componenti UTP cat.6A
- realizzazione impianto videocitofonico digitale su IP
- in termini generali, adeguamento degli apparati alle più recenti soluzioni disponibili sul mercato (ad es. impianto TVCC con telecamere native su IP e/o con DVR virtualizzato)
- implementazione di impianti fotovoltaici (FV) con potenzialità tale da ottemperare ai requisiti minimi di cui al D.Lgs. 199/2021 (oltre che coerente con la classificazione energetica di cui sopra); in particolare, oltre agli impianti fotovoltaici addizionali previsti per le stazioni ferroviarie, si prevede l'installazione di un ulteriore impianto fotovoltaico anche presso il Centro direzionale (vedasi anche scheda P.ET-019): impianto previsto con circa 450 mq di superficie captante e con una potenza di circa 85 kWp (laddove architettonicamente compatibile, sarà valutata la realizzazione di un impianto integrato sulla copertura e/o sulle facciate dell'edificio; alternativamente, l'installazione potrà realizzarsi su

pensiline a copertura di 34 posti auto del parcheggio di pertinenza dell'edificio)

- inoltre, si prevede l'impiego di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, con maggiore efficienza di conversione (indicativamente 350 Wp/cad, se con dimensioni equivalenti ai pannelli da 200/230 Wp/cad del PDE) e questo consentirà un notevole incremento della potenza installata a parità di superficie impegnata nelle diverse collocazioni previste dal PDE - vedasi anche scheda P.ET-019:
  - Fabbricato di stazione esazione: impianto previsto su 2 pensiline, da 8 posti auto ciascuna, per un totale di circa 200 mq captanti - 120 pannelli; la potenza aumenta da 24 a 42 kWp
  - Fabbricato di servizio (ricovero carrelli): impianto previsto su tetto piano, per un totale di circa 340 mq captanti - 205 pannelli; la potenza aumenta da 41 a 72 kWp
  - Fabbricato assistenza sanitaria: impianto previsto su tetto piano, per un totale di circa 140 mq captanti - 84 pannelli; la potenza aumenta da 17 a 29 kWp
  - Blocco di ancoraggio lato Calabria (da porre a servizio dell'opera di attraversamento): impianto previsto a terra, per un totale di circa 3640 mq captanti - 2178 pannelli; la potenza aumenta da 501 a 762 kWp
- in conclusione, la combinazione tra aumento di efficienza ed installazione di impianti addizionali, permette di conseguire un netto aumento della potenza totale di tutti gli impianti installati: da 583 a 1300 kWp (+123%) - vedasi anche scheda P.ET-019
- implementazione e predisposizione di punti di ricarica EV, secondo indicazioni di cui al D.Lgs. n. 48 del 10/06/2020.

#### Impianti meccanici

- preparazione centralizzata dell'acqua calda sanitaria con bollitori alimentati da pompe di calore dedicate, integrate dai pannelli solari termici.

#### **3.5.2.4.2.6 Adeguamenti impianti di segnalamento**

Vedi paragrafo 3.5.2.4.1.5.

#### **3.5.2.4.2.7 Adeguamenti impianti specifici dell'opera di attraversamento**

##### **3.5.2.4.2.7.1 Sistemi Elettromeccanici**

I sistemi elettromeccanici sono stati sviluppati sin dalla fase del Progetto Definitivo con particolare attenzione pur permettendo continui e futuri aggiornamenti relativamente a tematiche di vario genere inclusa la Sostenibilità.

- La maggior parte dei requisiti e delle prescrizioni utilizzate sono ancora applicabili, pur dovendo tener conto di quanto segue:
- L'utilizzo di energie rinnovabili deve essere massimizzato.
- Relativamente alla illuminazione, sia interna che esterna, l'utilizzo delle più recenti tecnologie e apparecchiature LED dovrà essere presa in considerazione, al fine di ridurre i consumi, i tempi di manutenzione necessari e la vita tecnica.
- I sistemi Antintrusione dovranno essere revisionati ed adeguati alle crescenti esigenze in tema di antiterrorismo ed alle più recenti prescrizioni e raccomandazioni dei trattati EU.
- Criteri di sicurezza (marittima, aerea, terrestre) dovranno essere rianalizzati ed aggiornati al fine di ridurre il livello di rischio danni alla infrastruttura.
- Sistemi di protezione fulmini, messa a terra verranno migliorati per considerare anche le condizioni di esercizio e le variazioni climatiche estreme.

##### **3.5.2.4.2.7.2 Distribuzione acqua e antincendio**

- L'aggiornamento degli standards utilizzati (EN12845, UNI10779 e UNI11292) non ha produrrà significativi effetti sul Progetto, nonostante rimanga necessaria la revisione e la approvazione del progetto da parte delle autorità competenti nelle fasi successive,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

al fine di considerare ulteriori potenziali questioni legate principalmente alla sicurezza.

Il sistema idrico per la pulizia è progettato in tre sottosistemi, destinati alla pulizia del ponte, della parte inferiore delle torri e della parte superiore delle torri. Include idranti a una distanza massima di 90 m da due lati e all'interno el torri a diverse altezze.

- Dovrebbe essere verificato se questo sistema sia migliorabile con un sistema automatico di pulizia per le torri. Il dettaglio verrà definito in esecutivo.
- Sistema antincendio per i locali tecnici/sottostazioni. Data la tendenza attuale favorevole all' eliminazione graduale dell'uso di PFAS, si dovrebbe riconsiderare l'uso di Novec1230® come liquido antincendio. Attualmente Novec1230® è disponibile e si presume disponibile almeno fino al 2039", ma la situazione potrebbe cambiare rapidamente. Pertanto, le alternative saranno considerate ed eventualmente adottate nella progettazione esecutiva.
- L'impianto antincendio attualmente a progetto sarà modificato in modo da erogare automaticamente schiuma additivata con acqua, in modo da facilitare e velocizzare le operazioni di spegnimento delle fiamme, riducendo il rischio incendi e migliorando di conseguenza il livello di sicurezza implicito e la resilienza dell'Opera. La modifica dell'impianto lo renderà inoltre conforme a quanto richiesto dai VVF di Messina in sede di Conferenza dei Servizi, ovvero:  
*"... si dovrà provvedere a realizzare idoneo impianto idrico antincendio fisso in grado di erogare anche schiuma a protezione della infrastruttura e velocizzare i soccorsi in caso di incidente".*

#### 3.5.2.4.2.7.3 Correnti vaganti

Relativamente alle correnti vaganti, visti i requisiti e le raccomandazioni specificati nel Progetto Definitivo, occorrerà fare le seguenti considerazioni aggiuntive per la fase di Progetto Esecutivo. I progressi in ambito hardware e software di calcoli e simulazioni

Eurolink S.C.p.A.

permettono, oggi, una migliore modellazione per lo studio della distribuzione e potenziali delle correnti vaganti.

Questo permetterà di meglio identificare le aree dove applicare misure per mitigare la corrosione da correnti vaganti

Particolare attenzione sarà posta all'attenuazione delle correnti vaganti attraverso le schermature dei conduttori dei cavi elettrici di alimentazione. La trasmissione dei dati si baserà invece prevalentemente su sistemi in fibra ottica, contrariamente alle specifiche attuali

#### 3.5.2.4.2.7.4 Sistema di deumidificazione

Con poche integrazioni e modifiche, le specifiche prestazionali del sistema di deumidificazione diventano la base per un sistema di deumidificazione all'avanguardia per la protezione dalla corrosione delle strutture del ponte.

I seguenti elementi dovrebbero essere inclusi nella progettazione del sistema di deumidificazione:

- Possibilità di chiudere individualmente il flusso d'aria ai manicotti di iniezione, ad es. in relazione a riparazioni dei cavi principali, verniciatura, sigillatura, ecc. Cioè, bisogna aggiungere valvole di intercettazione a monte/prima di tutte le scatole dei sensori dei manicotti di iniezione.
- Possibilità di bilanciare individualmente la pressione minima dell'aria richiesta sui manicotti di scarico. Cioè, aggiunta di valvole di bilanciamento motorizzate a valle/dopo tutti i manicotti di scarico
- Monitoraggio della pressione dell'aria minima richiesta sui manicotti di scarico. Cioè, aggiunta di trasmettitori di pressione in tutte le scatole dei sensori dei manicotti di scarico

Oltre a quanto sopra, i seguenti elementi dovrebbero essere considerati inclusi nella progettazione del sistema di deumidificazione per migliorare la funzionalità dell'attuale sistema specificato:

- Riutilizzo dell'aria restituendo l'aria secca dai manicotti di scarico alle strutture e riducendo così il consumo energetico per la

produzione di aria secca dei deumidificatori.

- Nella misura più ampia possibile, gli strumenti di monitoraggio della deumidificazione/le scatole dei sensori devono essere posizionati all'interno delle strutture del ponte. Ciò consentirebbe un facile accesso e una migliore protezione, ovvero il minor numero possibile di strumenti posizionati all'esterno sui cavi principali dove è difficile la manutenzione. Ciò ridurrebbe i costi operativi e di manutenzione e aumenterebbe la sicurezza per il personale di manutenzione riducendo l'esposizione al traffico e il lavoro in quota.

#### 3.5.2.4.2.7.5 Protezione ai fulmini

L'estensione del sistema di protezione ai fulmini sarà ri-analizzato ed eventualmente rivisto.

#### 3.5.2.4.2.7.6 Opera di attraversamento impianti di illuminazione

Per la trattazione si rimanda alle schede predisposte sul tema, ovvero le schede P.CA.BI-001 sul contenimento della dispersione del flusso luminoso prodotto dagli impianti di illuminazione delle opere di attraversamento e delle opere a terra in fase di esercizio; la P.CA.BI-002 dove sono stati trattati gli interventi correttivi, alcuni conseguenza delle nuove tecnologie presenti oggi sul mercato, altri di vere e proprie azioni migliorative, delle soluzioni proposte in precedenza, volti a contenere l'illuminazione degli edifici del Centro Direzionale; infine la P.CA.BI-003 in merito alle modalità di contenimento dell'inquinamento luminoso dovuto alla presenza delle aree di cantiere relativamente all'impatto dell'illuminazione sulla componente fauna.

Gli argomenti sono altresì ampiamente trattati nel presente documento ai paragrafi 3.4.2.4.6 "Inquinamento Luminoso", 3.4.3.2.1 e 3.4.3.2.2.

#### 3.5.2.5 Sistema di esazione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Come da richiesta di Società Stretto di Messina, espressa in riunione del 27 novembre 2023 di cui il verbale CS\_005, il Contraente Generale, in fase di Progettazione Esecutiva, adeguerà il sistema di esazione di Progetto Definitivo, composto da 11 porte, di cui 3 centrali reversibili e due esterne per il transito dei trasporti eccezionali, alle più recenti tecnologie già esistenti in alcune autostrade italiane, come il Free Flow.

L'adeguamento al nuovo sistema di esazione comporterà l'eliminazione della barriera di esazione e alla riprogettazione del piazzale con relative opere civili, pertanto, valutazioni di tipo economico saranno demandate alla fase Esecutiva.

### 3.5.3 Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo in relazione all'utilizzo dei materiali di costruzione

#### 3.5.3.1 Prescrizioni volte all'incremento di resistenza dei materiali

##### 3.5.3.1.1 Acciaio armonico per cavi

Per quanto riguarda l'acciaio costituente i cavi si ritiene opportuno incrementare la resistenza dei cavi principali dagli attuali 1860 MPa ai 1960 MPa già in uso sul Ponte dei Dardanelli, con conseguenti benefici nella riduzione dell'area e del peso degli stessi, a parità di livello di sicurezza. Come conseguenza diretta della riduzione del materiale, ci sarà una diminuzione delle emissioni di carbonio legate alla fabbricazione del cavo principale. Inoltre, è prevedibile una leggera riduzione del tempo necessario per installare le funi del cavo principale, nonché una leggera diminuzione della durata delle operazioni di compattazione dei cavi.

In aggiunta a quanto sopra, in conseguenza di questa modifica sono previste riduzioni secondarie nelle selle, nelle torri e nelle strutture di ancoraggio.

Si prevede inoltre che ci sarà un lieve miglioramento delle prestazioni aerodinamiche del ponte, poiché una diminuzione della massa del

cavo principale comporterà un aumento della stabilità nei confronti del flutter. Si precisa che l'entità della modifica è comunque sufficientemente limitata da non modificare sostanzialmente il comportamento globale dell'opera. Non si ritiene pertanto necessario ripetere estensive campagne di indagini in galleria del vento tali da incidere sul cronoprogramma della progettazione esecutiva e comportare dunque ritardi.

Analogamente per i pendini, si propone il riclassamento dell'acciaio dall'attuale 1770 MPa a 1860 MPa, nel quadro della revisione degli aspetti di robustezza strutturale di cui al par. 3.5.2.4.3. Si ritiene comunque che la modifica della resistenza dell'acciaio costituente i pendini possa essere implementata in sede di PE indipendentemente da quella dell'acciaio costituente i cavi principali.

In entrambi i casi, l'approvvigionamento delle quantità necessarie di acciaio con resistenza di 1960 MPa per i cavi principali e 1860 MPa per i pendini non rappresenta un ostacolo, come confermato recentemente nelle interazioni con potenziali fornitori.

#### 3.5.3.2 Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo in relazione ai Criteri Ambientali Minimi (CAM)

Si riportano nel presente paragrafo le prescrizioni per la redazione del progetto esecutivo in relazione alla necessità di aggiornare il PD ai requisiti prestazionali dei materiali e al comfort acustico degli spazi occupati da persone in accordo ai CAM "Criteri Ambientali Minimi" indicati dal Decreto 23/06/2022.

##### 3.5.3.2.1.1 Prescrizioni relative a prestazioni e comfort acustico

La prescrizione interviene con l'aggiornamento del PD ai requisiti prestazionali dei materiali e al comfort acustico degli spazi occupati da persone in accordo ai CAM "Criteri Ambientali Minimi" indicati dal Decreto 23/06/2022 ma estende, in forma sinergica e integrativa, le

analisi, le valutazioni e le soluzioni tecniche ad un confine di maggiore respiro rappresentato dall'acustica architettonica e dal sound design. Per i fabbricati Tecnologici, Fabbricati Servizi e Fabbricati Assistenza Sanitaria la trattazione di PE si esaurisce con i CAM.

Viceversa, per i locali delle Stazioni Europa, Papardo e Annunziata (atrio delle stazioni, discenderie – gruppi scale ed ascensori - banchine, ecc.) e per il Centro Direzionale (atrio, sale riunioni, uffici, sale di controllo stradale e ferroviario, aree tecniche-amministrative, ecc.) l'acustica Architettonica e il Sound Design rappresentano efficaci strumenti con cui poter affinare il controllo del rumore all'interno dei locali al fine di garantire le migliori condizioni di fruizione da parte degli utenti e degli addetti.

La progettazione acustica delle stazioni e degli spazi ipogei di raccordo con gli spazi esterni permette infatti di intervenire in modo rilevante sulla percezione sensoriale dello spazio fisico e di migliorare la qualità estetica del paesaggio sonoro, nonché l'esperienza uditiva dei passeggeri in transito nelle aree interne alla stazione ferroviaria o "passenger experience". A titolo esemplificativo, il sound design degli ambienti ipogei consente di restituire una sensazione di maggiore ampiezza, di maggiore altezza, di minore affollamento, di ambiente con confini fisici più lontani e accogliente anche nelle condizioni di affollamento, riducendo-evitando che si manifestino situazioni di discomfort nei soggetti predisposti a claustrofobia e agorafobia.

##### 3.5.3.2.1.2 Prescrizioni relative agli impianti tecnologici

Come già espresso nel paragrafo dedicato al tema "evoluzione tecnologica", si prevede l'adeguamento degli impianti a servizio degli edifici ai CAM di cui al DM 23 giugno 2022 (Criteri Ambientali Minimi per progettazione e lavori per interventi edilizi "di edifici pubblici"); peraltro, alcune delle prestazioni richieste dai CAM erano già state previste dal PDE, mentre altre sono state prospettate in termini di evoluzione tecnologica.

In particolare si ricordano dunque a seguire, in modo indicativo e non esaustivo, alcuni dei principali aspetti regolamentati dai CAM in tema

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

impianti e, a seguire, le relative previsioni di progetto.

Prescrizioni CAM impianti:

- Impianti di illuminazione per interni:
  - dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo automatico su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali; regolazione basata su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria
  - lampade a LED per utilizzi in uffici con durata minima di 50.000 ore
- Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento (spazi minimi obbligatori, punti di accesso ai fini manutentivi, ecc.)
- Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria:
  - è necessario garantire l'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili, anche tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica (fermo restando il rispetto dei requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone, anche per intervalli temporali ridotti)
  - per tutte le nuove costruzioni devono essere garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339 oppure è garantita almeno la Classe II della UNI EN 16798-1, *very low polluting building*
  - devono essere rispettati i requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione; a tale scopo, gli impianti di ventilazione meccanica prevedono anche il recupero di calore
- Benessere termico e qualità dell'aria interna, prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730

- Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni (ridotta esposizione a campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori, ecc.)
  - Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione degli impianti: isolanti termici ed acustici, nonché tubazioni in PVC e polipropilene, che devono rispettare determinati requisiti riguardanti la loro composizione
- Previsioni progetto impianti:
- Impianti di illuminazione per interni:
    - il PDE già prevedeva dei sistemi di gestione conformi, soprattutto per gli edifici di maggiore rilievo (quali il Centro Direzionale, le Stazioni Ferroviarie ed il Fabbricato di stazione esazione); laddove opportuno, in esecutivo tali sistemi saranno estesi anche agli altri edifici di servizio
    - il PDE già prevedeva un utilizzo piuttosto diffuso di apparecchi con lampade a LED; come già detto, in esecutivo saranno previsti apparecchi a LED, ad alta efficienza e lunga durata, per tutti gli ambienti interni/esterni
  - Il PDE già prevedeva una corretta ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento; tale aspetto sarà comunque ulteriormente approfondito nell'ambito della progettazione esecutiva
  - Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria:
    - fermo restando il rispetto dei requisiti di aerazione diretta, il PDE già prevedeva la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica volti a garantire l'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili
    - inoltre, in sede di progettazione esecutiva, saranno garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339 (o garantita almeno la Classe II della UNI EN 16798-1, *very low polluting building*) e rispettati i requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione (a tale scopo, gli impianti di ventilazione meccanica prevederanno anche il recupero di calore)

- Nell'ambito della progettazione esecutiva sarà posta rinnovata attenzione ai temi del benessere termico e qualità dell'aria interna, prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730
- In modo analogo, saranno monitorati gli aspetti legati all'inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni, mediante idoneo posizionamento delle possibili sorgenti di campi magnetici a bassa frequenza (es. quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori, ecc.)

Infine, nelle specifiche tecniche di progetto esecutivo saranno inserire le prescrizioni relative alla composizione dei prodotti da costruzione degli impianti, con particolare riferimento agli isolanti termici ed acustici, nonché alle tubazioni in PVC e polipropilene

#### 3.5.3.2.2 Illuminazione pubblica

Come già precedentemente espresso, si prevede l'adeguamento degli impianti e delle apparecchiature al fine di garantire il rispetto del nuovo D.M. del 27/09/2017 (Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica); in particolare, in modo indicativo e non esaustivo, si ricordano a seguire alcuni dei principali aspetti regolamentati in tema di illuminazione pubblica:

- Sorgenti luminose per illuminazione pubblica:
  - efficienza luminosa ed indice di posizionamento cromatico dei moduli LED
  - fattore di mantenimento del flusso luminoso e tasso di guasto dei moduli LED
  - rendimento degli alimentatori per moduli LED
- Apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica:
  - sorgenti luminose e alimentatori per apparecchi di illuminazione (vedi sopra)
  - apparecchi per illuminazione stradale

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

- apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi
- apparecchi per illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclopedonali
- apparecchi per illuminazione di aree verdi
- prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione
- flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore
- sistema di regolazione del flusso luminoso
- trattamenti superficiali

Peraltro, in analogia a quanto espresso nel paragrafo precedente, anche per l'illuminazione pubblica si segnala che le prestazioni richieste dai CAM erano già state in larga parte previste dal PDE, mentre altre sono state prospettate in termini di evoluzione tecnologica; infatti, molte delle aree e viabilità esterne risultano già illuminate secondo i criteri sopra esposti e, anche in chiave di evoluzione tecnologica, si prevede di estendere analoga tipologia di apparecchi ed impianti anche alle restanti aree di progetto.

### 3.5.3.2.3 Verde pubblico

#### 3.5.3.2.3.1 CAM per l'affidamento del servizio di progettazione delle nuove aree verdi e riqualificazione aree verdi esistenti

Il progetto sarà elaborato da un team multidisciplinare di professionisti, con competenze adeguate alla dimensione dell'area oggetto dell'appalto e alla complessità del progetto, in particolar modo in campo paesaggistico-ambientale. A verifica di ciò verrà presentata la documentazione necessaria.

Per quanto riguarda il progetto, si presenterà una scheda tecnica che tratti i seguenti temi:

- criteri di scelta e messa a dimora delle specie vegetali (arboree, arbustive e erbacee);

- soluzioni adottate per la conservazione e la tutela della fauna selvatica ove pertinente;
- migliore gestione delle acque (anche quelle meteoriche);
- eventuali interventi di ingegneria naturalistica atti alla sistemazione idrogeologica di scarpate o alla riqualificazione dei versanti o corsi d'acqua, ove pertinente;
- impianti di illuminazione pubblica;
- eventuali opere di arredo urbano;
- indicazioni per la gestione dei cantieri per la nuova realizzazione o per la riqualificazione di aree verdi;
- piano di gestione e manutenzione delle aree verdi;
- eventuale predisposizione di un'area di compostaggio all'interno del sito al fine di produrre terriccio riutilizzabile come fertilizzante per la cura dell'area verde.

#### 3.5.3.2.3.2 CAM per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico - materiale florovivaistico

##### Caratteristiche delle specie vegetali, imballaggi ed efficienza dell'impianto di irrigazione

Le specie vegetali scelte appartengono preferibilmente alle liste delle specie della flora italiana riconosciute dalla comunità scientifica e sono coerenti con le caratteristiche ecologiche del sito d'impianto, garantendo la loro adattabilità alle condizioni e alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo, con conseguenti vantaggi sia sul piano della riuscita dell'intervento (ecologica, paesaggistica, funzionale) che della sua gestione nel breve, medio e lungo periodo.

La selezione delle piante avverrà:

- contrastando i processi di diffusione incontrollata di specie alloctone invasive e/o allergeniche;
- favorendo l'armonizzazione fra sistemi naturali e/o agroecosistemi periferici e sistemi urbani, permettendo una migliore «ricucitura» dello strappo della copertura vegetale causato dalla dispersione urbana (sprawl) delle nostre città sempre più mutevoli e disordinate.

Le forniture di materiale florovivaistico rispetteranno la normativa vigente in materia e in particolare per le specie forestali il decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386 «Attuazione della direttiva 1999/105/ CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione» e il pertinente art. 13 del decreto legislativo 3 aprile 2018, n. 34 «Testo unico in materia di foreste e filiere forestali». Gli imballaggi del materiale florovivaistico dovranno avere un contenuto minimo di riciclato del 30%, devono essere riutilizzati, ovvero restituiti al fornitore a fine uso, e devono essere riciclabili.

##### Qualità delle piante

Si effettueranno al momento della consegna del materiale florovivaistico, dei controlli alla presenza della stazione appaltante sullo stato di salute delle piante (ad esempio piante sane esenti da attacchi d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni, ferite e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie) e sulla rispondenza delle principali caratteristiche fisiche delle specie come la forma, il portamento e le dimensioni tipici della specie agli standard di qualità previsti dai riferimenti tecnici contenuti in studi database o guide tecniche riconosciuti a livello nazionale.

A verifica di ciò si verificherà che le diverse specie posseggano l'etichettatura per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie sui quali sia stata riportata, in modo leggibile e indelebile, la denominazione botanica (genere, specie, varietà, cultivar) e le indicazioni della provenienza che avviene da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18 giugno 1931, n. 987. Dovrà inoltre essere fornito al momento della consegna della merce, un documento in cui sia registrata la rispondenza delle forniture agli standard di qualità previsti dai riferimenti tecnici contenuti in studi, database o guide tecniche.

L'aggiudicatario dovrà dare garanzia all'amministrazione sul 100% di piante sane e ben sviluppate fino alla data in cui il collaudo delle opere assume carattere definitivo. Tale carattere varia a seconda della

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">20/01/2024</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	E	20/01/2024
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
E	20/01/2024						

tipologia di vegetazione e specie messe a dimora e verrà specificato all'interno del Piano di monitoraggio e manutenzione che verrà redatto in fase di Progettazione esecutiva.

#### Risparmio idrico

Verranno utilizzate tecniche e tecnologie di risparmio idrico e di razionalizzazione della risorsa idrica come l'implementazione di un sistema idoneo per la raccolta, il recupero e la redistribuzione delle acque piovane adeguatamente dimensionato e impianti di irrigazione ad elevata efficienza di distribuzione.

#### **3.5.3.2.3.3** *CAM per l'affidamento del servizio di gestione e manutenzione del verde pubblico*

Il gestore e manutentore delle aree verdi sarà qualificata come competente, avendo almeno il titolare o un altro preposto la qualifica di manutentore del verde, ai sensi dello standard professionale e formativo definito dall'accordo in Conferenza Stato-regioni del 22 febbraio 2018. L'impresa avrà inoltre svolto servizi di gestione e manutenzione del verde con caratteristiche analoghe (in termini di dimensione delle aree verdi) a quelle richieste nel disciplinare di gara — nei tre anni antecedenti la data di pubblicazione del bando in argomento — a favore di amministrazioni pubbliche o di privati e avere consegnato il lavoro a norma. Per ulteriori informazioni relative alle specifiche tecniche dell'impresa manutentrice, si rimanda alla sezione E.b del decreto n.63 del 10 marzo 2020 [...]. Le attività di manutenzione, soprattutto dei parchi suburbani e di aree a forte valenza ambientale, saranno eseguite creando il minore disturbo e danno alla fauna presente nell'area, evitando di danneggiare le specie vegetali presenti nell'area di intervento. Il rapporto periodico conterrà una relazione tecnica/istruzioni operative contenenti la descrizione delle modalità con cui sono svolte le attività di potatura, manutenzione delle superfici prative, prodotti fitosanitari utilizzati.

#### **3.5.3.2.3.4** *CAM per la fornitura di prodotti per la gestione del*

EuroLink S.C.p.A.

#### *verde pubblico - prodotti fertilizzanti*

Verranno utilizzati preferibilmente prodotti contenenti sostanze naturali (letami, residui cornei, e/o materiali minerali come sabbia silicea, materiali vulcanici, cabasite, ecc.) e materiali vegetali di recupero che non causano accertati rischi per animali domestici e potenziali rischi per la salute. Per ulteriori informazioni relative ai prodotti fitosanitari, si rimanda alla sezione G del decreto n.63 del 10 marzo 2020 [...].

#### **3.5.3.2.3.5** *CAM per la fornitura di prodotti per la gestione del verde pubblico - impianti di irrigazione*

L'irrigazione del terreno su cui sono coltivate le piante verrà svolta utilizzando impianti dotati di adeguati sistemi di misurazione del fabbisogno idrico del terreno, di controllo dell'acqua erogata e di allarmi in caso di guasto.

L'impianto di irrigazione:

- consentirà di regolare il volume dell'acqua erogata nelle varie zone;
- sarà dotato di temporizzatori regolabili, per programmare il periodo di irrigazione
- sarà dotato di igrometri per misurare l'umidità del terreno o di pluviometri per misurare il livello di pioggia e bloccare automaticamente l'irrigazione quando l'umidità del terreno sarà sufficientemente elevata.

A verifica di ciò verrà presentato un documento tecnico contenente il tipo e la marca degli impianti accompagnato dalle schede tecniche che dimostrino il soddisfacimento del criterio.

L'impianto sarà integrato con un sistema di raccolta delle acque meteoriche e, ove possibile, di trattamento delle acque grigie per consentirne l'utilizzo.

A verifica di ciò verrà presentata una relazione tecnica sul sistema di raccolta e di utilizzo delle acque elaborata sulla base delle risorse idriche disponibili in relazione al clima locale, alle caratteristiche del

territorio in cui è ubicato l'impianto di irrigazione e alle informazioni fornite dalla stazione appaltante accompagnata dalle schede tecniche del sistema di raccolta e utilizzo delle acque meteoriche e/o, ove possibile, grigie filtrate.

#### 3.5.3.2.4 Arredo urbano

(Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di parchi giochi, la fornitura e la posa in opera di prodotti per l'arredo urbano e di arredi per gli esterni e l'affidamento del servizio di manutenzione ordinaria e straordinaria di prodotti per arredo urbano e di arredi per esterni. Adottati con DM 7 febbraio 2023, pubblicato nella G.U. n. 69 del 22 marzo 2022. In vigore il 20 luglio 2023.). I presenti CAM mirano principalmente a promuovere l'uso efficiente della materia e l'allungamento della vita utile di tali categorie di prodotti, ciò attraverso requisiti che consentono la scelta di prodotti:

- **realizzati con un minor impiego di materie prime**, pertanto con materiali derivanti dalla raccolta dei rifiuti e/o con sottoprodotti, vale a dire con scarti produttivi
- **fabbricati nel rispetto delle prescrizioni del regolamento (CE) n. 1907/2006** concernente la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda i limiti alla presenza di sostanze pericolose;
- **progettati per durare più a lungo** e per essere facilmente disassemblati e recuperati al termine della loro vita utile.

Le attrezzature e gli elementi di arredo urbano e gli arredi per esterni possono diventare pertanto uno strumento capace di:

- condizionare il modo di usufruire dello spazio pubblico e, quindi, di indirizzare la socialità negli spazi di uso collettivo;
- influire sulla sostenibilità ambientale dei luoghi, abbinando la loro posa a soluzioni progettuali integrate, di inserimento paesaggistico-ambientale e di controllo microclimatico dei siti (pavimentazioni drenanti, rain gardens o canali drenanti di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

accumulo, filtro e lento deflusso, alberature e fasce arbustive di protezione ecc.).

#### Progettazione universale e inclusività

Per fare in modo che le aree ludico-ricreative garantiscano l'accessibilità e l'inclusione agli utenti con disabilità e a coloro che esprimono differenti esigenze, tra cui i bambini, i ragazzi con disabilità, i relativi accompagnatori, gli utenti per i quali è necessario considerare le differenti esigenze fisiche-motorie, intellettive, relazionali e sociali specifiche (persone anziane, persone che spingono passeggini, donne in gravidanza, persone con deficit di deambulazione, persone con deficit di orientamento ecc.), saranno progettati con il criterio dell'*Universal design*, dotando tali aree di:

- Percorsi accessibili a tutti nei parchi gioco;
- Assenza di barriere architettoniche, localizzative, visive, uditive, comunicative, intellettive e relazionali;
- Scelta delle attrezzature ludiche mirata non solo al gioco libero e simbolico (la casetta, la nave ecc.), alla sperimentazione e alla scoperta (esperienze sensoriali, scoperta della natura, giochi con acqua, sabbia ecc.) ma anche alla socializzazione, all'incontro e alla relazione tra i bambini con e senza disabilità.

#### Valorizzazione del verde

Il progetto tiene conto di ridurre e limitare il consumo di suolo, valorizzando naturalisticamente l'area da allestire per quanto tecnicamente possibile, secondo quanto di seguito indicato:

- le superfici delle aree di gioco e di sosta saranno ricoperte da manti erbosi e abbellite attraverso la piantumazione di specie arbustive tenendo conto dei criteri di scelta delle specie vegetali
- le aree ludiche e le zone di sosta fissa (vale a dire dove sono collocate panchine e tavoli) sono ombreggiate attraverso la piantumazione di idonee specie arboree, tenendo conto dei criteri di scelta delle specie vegetali arboree da selezionare.

#### Indicazioni generali per la scelta dei materiali

Gli spazi ricreativi ad uso ludico saranno allestiti prevalentemente con prodotti costituiti da materiali naturali rinnovabili (es. legno), eventualmente anche derivanti da operazioni di recupero (quali ad esempio aree superficiali rivestite di cippato o di corteccia, realizzate con granuli di legno o di sughero, per offrire dei percorsi tattili come attività ludica), e rispettano le prescrizioni delle norme delle serie UNI EN 1176 e UNI EN 1177.

#### Idoneità del progetto a fini estetico-paesaggistici

La scelta degli elementi di arredo dell'area ludica e la loro collocazione, è effettuata anche sulla base di considerazioni paesaggistiche. A verifica di ciò entro il termine stabilito nel capitolato di gara, si presenterà un rendering in 3D e una planimetria del progetto di allestimento dell'area ricreativa allegati ad una relazione che riporti: l'elenco e le immagini dei prodotti da posare in opera; i requisiti ambientali previsti dai CAM applicabili a cui tali prodotti selezionati sono conformi e i relativi mezzi di dimostrazione della conformità posseduti.

#### Arredi in materiale rinnovabile o legno e facilmente disassemblabili

Nella scelta degli arredi, sarà cura del progettista prediligere arredi in legno o materiale rinnovabile, possibilmente riparabili nei limiti di quanto tecnicamente possibile. Gli arredi composti da più componenti saranno scelti in modo che siano facilmente disassemblabili e separabili, così da poter essere avviati a fine vita a operazioni di preparazione per il riutilizzo o, in subordine, a recupero presso le piattaforme di recupero e riciclo. A verifica di ciò, verrà presentato in fase di gara il manuale tecnico o la scheda tecnica in formato elettronico, che includa un esploso del prodotto ed istruzioni chiare per lo smontaggio/riparazione.

Per quanto riguarda i prodotti in legno e fibre in legno, avranno una certificazione di durezza. Sarà presentata un'adeguata documentazione tecnica che descriva come sono state effettuate le valutazioni del rischio, i risultati di tali valutazioni e le soluzioni

proposte.

Laddove non sarà possibile l'utilizzo di materiali rinnovabili, si terrà conto di quanto già presente in loco in riferimento al materiale di cui sono composti gli arredi già presenti. A verifica di ciò, in fase di PE verrà presentato un rendering in 3D, con l'elenco e le immagini dei prodotti da posare in opera, con una relazione contenente le informazioni, anche tecniche, utili ad una valutazione di congruità sui requisiti previsti nel criterio.

#### Prodotti e componenti in gomma

I prodotti in gomma, ivi comprese le pavimentazioni ad alte prestazioni, avranno almeno il 10% di gomma riciclata, fatte salve le seguenti categorie di prodotti:

- le superfici sportive multistrato contenenti agglomerato di gomma, che debbono avere un contenuto minimo di gomma riciclata del 30%;
- i prodotti e le superfici in agglomerato di gomma, che debbono avere un contenuto minimo di gomma riciclata del 50%.

A verifica di ciò sarà necessario indicare la denominazione o la ragione sociale del produttore, il modello e il codice dei prodotti offerti in gara, per ulteriori dettagli si rimanda all'art. 5.1.6 del decreto 7 febbraio 2023 [...].

#### Superfici di campi sportivi e di aree in spazi ricreativi realizzate con conglomerati bituminosi o con conglomerati legati tramite resina.

L'asfalto o altro genere di materiale bituminoso o di materiale inerte eventualmente usato come substrato o come superficie per aree da gioco o ricreative, avrà un contenuto di riciclato pari almeno al 60%. A verifica di ciò sarà richiesto indicare la denominazione o ragione sociale del produttore, il modello e il codice dei prodotti offerti e presentare o indicare il link alla scheda tecnica che riporti il contenuto di materiale riciclato, la tipologia e l'origine del medesimo materiale riciclato. Per ulteriori dettagli si rimanda all'art. 5.1.7 del decreto 7 febbraio 2023 [...].

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

#### Prodotti in acciaio

Per i prodotti in acciaio, sarà necessario indicare la denominazione o ragione sociale del produttore, il modello ed il codice dei prodotti offerti, a garanzia che abbiano un contenuto minimo di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotto, inteso come somma delle tre frazioni, almeno pari a quanto di seguito indicato nelle tre frazioni, almeno pari a quanto di seguito indicato: acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%; acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%; acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%. Per informazioni relative alla modalità di dimostrazione del contenuto di materiale riciclato, si rimanda all'art. 5.1.10 del decreto 7 febbraio 2023 [...].

#### Prodotti prefabbricati in calcestruzzo e pavimentazioni

Le pavimentazioni in calcestruzzo e i prodotti prefabbricati in calcestruzzo utilizzati avranno un contenuto di materiale riciclato, ovvero recuperato, ovvero o di sottoprodotto, almeno pari al 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. A garanzia di ciò verrà indicato la denominazione o ragione sociale del produttore, il modello e il codice dei prodotti offerti.

Per informazioni relative alla modalità di certificazione del contenuto di materiale riciclato, si rimanda all'art. 5.1.8 del decreto 7 febbraio 2023 [...].

#### Pietre naturali

Per l'uso di pietre naturali in contesto paesaggistico verrà indicato il tipo di materiale che si intende usare, i siti delle cave, verranno descritte le filiere e verranno indicate le sedi degli stabilimenti e delle imprese coinvolte, nell'attività estrattiva o di escavazione, e, se in paesi a rischio di lesione dei diritti umani, gli audit eseguiti, i risultati di tali audit, anche eventualmente con documentazione fotografica, ed i risultati delle eventuali azioni compiute per ottenere un miglioramento delle condizioni di lavoro.

#### Idoneità all'uso

Per quanto riguarda le norme tecniche di standardizzazione relative alla durabilità, alla sicurezza, all'inclusività, alla resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV, alla non deformabilità in funzione delle temperature esterne, verrà presentata la documentazione prevista nel capitolato tecnico o nella richiesta d'offerta.

#### Imballaggi

I prodotti scelti verranno consegnati all'interno di imballaggi primari e secondari riutilizzati o riutilizzabili, riciclabili e, ove tecnicamente possibile, realizzati con materiali riciclati. Gli imballaggi saranno realizzati in modo tale da ridurre il volume del carico imballato trasportato. Ogni imballaggio utilizzato pertanto soddisferà i seguenti requisiti:

- a. facilmente separabile in parti costituite da un solo materiale (es. legno cartone, carta, plastica ecc.);
- b. riciclabile in conformità alla norma tecnica UNI EN 13430-2005.

Per ulteriori informazioni relative alla natura degli imballaggi, si rimanda all'art. 5.2.1 del decreto 7 febbraio 2023 [...].

#### Garanzia

I prodotti scelti saranno in garanzia per almeno tre anni, a partire dalla data di consegna all'amministrazione esclusi atti vandalici e danni accidentali. [...]

#### **3.5.3.3 Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo in relazione alla gestione materie**

In questo paragrafo saranno trattate e indicate le modalità risolutive nella successiva fase di Progettazione Esecutiva (P.E.), relativamente ad alcune problematiche emerse dal Parere delle CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2) e (Sezioni 7.3.1 e 8) – Delibera CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza, riguardo la gestione delle materie, con i consumi di materie prime, gli scavi e la

destinazione finale ai siti di recupero ambientale. Inoltre, sono state studiate le interazioni che la movimentazione dei materiali nella viabilità di cantiere.

Per descrivere come saranno affrontate e superate le prescrizioni relative a questa tematica, è stato ritenuto opportuno predisporre le seguenti schede tecniche:

- P.MC-001: Versante Calabria e Sicilia opere. Considerazioni su consumo di materie prime e produzione di rilasci nell'ambiente
- P.MC-002: Versante Calabria e Sicilia: opere. Classificazione delle volumetrie di scavo con distinzione della litologia
- P.MC-003: Versante Calabria e Sicilia siti di deposito. Modalità di deposizione e compattazione dei materiali in funzione della litologia di origine
- P.MC-004: Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate
- P.MC-005: Versante Calabria e Sicilia: Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate da attività antropiche
- P.MC-006: Versante Calabria e Sicilia: cantieri. Interazione tra lavorazioni e viabilità di cantiere

Di seguito è riportata una breve descrizione delle schede emesse, alle quali si rimanda per l'esame del dettaglio, anche in termini di autoprescrizioni finalizzate a superare quanto segnalato dalla CT-VIA. P.MC-001: Versante Calabria e Sicilia opere. Considerazioni su consumo di materie prime e produzione di rilasci nell'ambiente. Mediante l'elaborazione di dati in formato tabellare sono stati messi in relazione sia i consumi di materie prime utilizzate che le diverse opere (circa 60) presenti nei lotti di Calabria (2) e Sicilia (6). In questa fase è stata riportata la distribuzione delle materie prime (cemento, rilevati e riempimenti ed inerti) con i dovuti approfondimenti da eseguire in fase di P.E. per fornire le informazioni relative ai rilasci in ambiente di acque reflue e scarti per la lavorazione degli inerti. La prescrizione

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DEL PROGETTISTA		Codice documento GER0326_revE.docx	Rev E	Data 20/01/2024

permette di superare la richiesta di integrazione della CTVA VIAG008a in merito alla suddivisione per opere dei consumi di materie e rilasci in ambiente degli stessi.

P.MC-002: Versante Calabria e Sicilia: opere. Classificazione delle volumetrie di scavo con distinzione della litologia

Tratta la realizzazione di una tabella riassuntiva che mette in relazione le opere di maggior dettaglio con la litologia d'origine in corrispondenza delle stesse, ricavando le volumetrie di scavo attese a seconda della tipologia di scavo previsto ed una stima degli incrementi volumetrici attesi al netto della ricompattazione possibile nei siti di destinazione. Per poter individuare le "opere", si è fatto riferimento alle circa 60 di primo dettaglio indicate nei lotti funzionali, riportate nell'elaborato CZV0002\_F0, sulla base della localizzazione geografica. La prescrizione permette di superare la richiesta di integrazione della CTVA VIAG009a in merito alla suddivisione per opere dei volumi di scavo per litologia di origine.

P.MC-003: Versante Calabria e Sicilia siti di deposito. Modalità di deposizione e compattazione dei materiali in funzione della litologia di origine

Si valuterà di riempire contemporaneamente tutti i depositi, gestendo i flussi di trasporto in modo proporzionale rispetto alla capacità ricettiva dei siti. È evidente che tale ipotesi, potrebbe implicare durante l'esercizio dei depositi, la necessità di regolare i flussi in funzione di eventuali sopravvenute esigenze (es.: limitazioni al traffico locale dovuti a cantieri temporanei o altri impedimenti alla circolazione). Questo comporterà la necessità di monitorare periodicamente i gradi di riempimento e di conseguenza, adeguare le percentuali di indirizzamento dei viaggi in modo da riequilibrare i bilanci.

La prescrizione permette di superare la richiesta di integrazione della CTVA VIAG009c.

P.MC-004: Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo

contaminate

P.MC-005: Versante Calabria e Sicilia: Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate da attività antropiche

Vengono fornite valutazioni e considerazioni sulle potenziali condizioni di contaminazione dei siti, sia dal punto di vista naturale (es. minerali potenzialmente contenenti amianto), che dal punto di vista antropico (es. rilascio di sostanze chimiche nocive per l'uomo). I contributi consentono di superare la richiesta di integrazione della CTVA VIAG010.

P.MC-006: Versante Calabria e Sicilia: cantieri. Interazione tra lavorazioni e viabilità di cantiere

Sono fornite informazioni in maniera schematica relativamente alle eventuali sovrapposizioni che si registrano nei vari tratti di viabilità interessati dalla movimentazione di materiale. Inoltre sono eseguiti i calcoli del numero di viaggi che saranno effettuati nei vari mesi di riferimento, con l'obiettivo di verificare il livello di traffico che si risconterà lungo la viabilità.

Il contributo consente di superare la richiesta di integrazione della CTVA VIAG011.

Inoltre, in fase di PE saranno predisposte delle procedure e sistemi informativi digitali di attuazione per la corretta gestione e tracciabilità delle materie, compresi i siti di cava/deposito/discarda e i relativi collegamenti.

I sistemi informativi digitali avranno il fine di essere interoperabili con gli strumenti digitali del Committente e i responsabili per il controllo e il monitoraggio della tracciabilità delle materie, per la corretta attuazione del PUT, per la verifica delle volumetrie disponibili e per il controllo della corretta attivazione di procedure di gestione delle emergenze ambientali nel caso di verificarsi di impatti negativi per l'ambiente.

### 3.5.4 Quadro sinottico delle schede di sintesi delle prescrizioni progettuali da sviluppare in Progetto Esecutivo ai fini dell'adeguamento agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali ritenuti indispensabili anche in relazione all'evoluzione tecnologica e all'utilizzo dei materiali di costruzione

Si riporta nel seguito in forma di schede sinottiche, una sintesi delle principali prescrizioni da sviluppare in fase progetto esecutivo ai fini dell'adeguamento:

- agli eventuali ulteriori adeguamenti progettuali;
- all'evoluzione tecnologica;
- in relazione ai materiali da costruzione.

#### 3.5.4.1 Quadro sinottico delle schede progettuali sugli ulteriori adeguamenti progettuali

PRESCRIZIONE - SCHEDA		
N°	OGGETTO E DESCRIZIONE	ID - P/R COINVOLTE
P.PRO-001	Tipologici e sestini d'impianto per mitigazione in fase di cantiere	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-002	Tipologici e sestini d'impianto per mitigazione delle opere d'arte	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-003	Tipologici e sestini d'impianto per mitigazione dei siti di deposito lato Calabria	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-004	Tipologici e sestini d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 1 di 3	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-005	Tipologici e sestini d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 2 di 3	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-006	Tipologici e sestini d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 3 di 3	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-007	Tipologici e sestini d'impianto per il recupero ambientale delle aree di deposito e cave dismesse Tav 1 di 2	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-008	Tipologici e sestini d'impianto per il recupero ambientale delle aree di deposito e cave dismesse Tav 2 di 2	VIAC50 - Prescrizioni e Raccomandazioni n.10
P.PRO-009	Tipologici e sestini d'impianto per il recupero ambientale delle aree umide e bacini idrici	VIAC049
P.PRO-010	Ambiente marino costiero - Ripascimento costiero	pag. 74 parere CTVA

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE DEL PROGETTISTA		Codice documento GER0326_revE.docx	Rev E Data 20/01/2024

P.PRO-011	Ambiente marino costiero - Realizzazione Pennelli e Scogliere	VIAS020
P.PRO-012	Dinamica del litorale - Studio evoluzione Linea di Costa	VIAC027
P.PRO-013	Trasporto dei sedimenti - Studio evoluzione Linea di Costa	VIAC029
P.PRO-014	Interferenze dei siti recupero ambientale con le acque superficiali	VIAS018
P.PRO-015	Aggiornamento analisi idrologiche	VIAC018, VIAC019, VIAC020, VIAS016
P.PRO-016	Aggiornamento analisi idrauliche	VIAC021, VIAC024, VIAC025, n. 4.a
P.PRO-017	Sostenibilità idrica dei cantieri	VIAC010d, VIAC015, VIAC016, VIAS021, VIA026, n. 4.b, 9
P.PRO-018	Invarianza idrologica e idraulica	-
P.PRO-019	Gallerie Stradali - Dimensionamento impianto di ventilazione	Parere gallerie stradali 2022-11-28 04_13_11
P.PRO-020	Gestione degli spazi aperti sottostanti l'impalcato del ponte	-

### 3.5.4.2 Quadro sinottico delle schede progettuali sugli adeguamenti all'evoluzione tecnologica

PRESCRIZIONE - SCHEDA	
N°	OGGETTO E DESCRIZIONE
P.ET-001	Configurazione alternativa del sistema di ancoraggio dei cavi principali
P.ET-002	Utilizzo di smorzatori attivi per le torri
P.ET-003	Robustezza strutturale ponte sospeso. Due pendini consecutivi.
P.ET-004	Diametro colonne di jet-grouting fondazioni delle torri
P.ET-005	Sistemi di monitoraggio opera di attraversamento
P.ET-006	Sistemi di monitoraggio viadotti collegamenti a terra
P.ET-007	Protezione al fuoco di cavo e torri
P.ET-008	Utilizzo di schiuma negli impianti antincendio
P.ET-009	Sistema di deumidificazione
P.ET-010	Segnalamento ferroviario ERMTS
P.ET-011	Fibra ottica (Gigabit Rail and Road)
P.ET-013	Utilizzo di snodi sferici per i pendini
P.ET-014	Sviluppo della progettazione in BIM
P.ET-015	Uso di trasformatori MT/BT a basse perdite (AA0Ak)
P.ET-016	Postazioni polifunzionali "smart road"
P.ET-017	Apparecchi con sorgente a LED e regolazione tramite onde radio
P.ET-018	Telecamere su IP con gestione AID di ultima generazione
P.ET-019	Impianti fotovoltaici (FV) integrativi e con potenzialità maggiore
P.ET-020	Modifica della configurazione delle selle
P.ET-021	Installazione stazioni permanenti tipo LIDAR

### 3.5.4.3 Quadro sinottico delle schede progettuali sugli adeguamenti in relazione ai materiali da costruzione

PRESCRIZIONE - SCHEDA		
N°	OGGETTO E DESCRIZIONE	ID - P/R COINVOLTE
P.MC-001	Versante Calabria e Sicilia: opere. Considerazioni su consumo di materie prime e produzione di rilasci nell'ambiente	VIAG08a
P.MC-002	Versante Calabria e Sicilia: opere. Classificazione delle volumetrie di scavo con distinzione della litologia	VIAG09a
P.MC-003	Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Modalità di deposizione e compattazione dei materiali in funzione della litologia di origine	VIAG09c
P.MC-004	Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate	VIAG010
P.MC-005	Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate da attività antropiche	VIAG010
P.MC-006	Versante Calabria e Sicilia: cantieri. Interazione tra lavorazioni e viabilità di cantiere	VIAG011
P.MC-007	Caratteristiche meccaniche del filo per i cavi principali opera di attraversamento	-
P.MC-008	Criteri Ambientali Minimi CAM Rumore, Acustica Architettonica e Sound Design	-

### 3.5.5 Schede inerenti al capitolo 3.5

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-001** Tipologici e sestì d'impianto per mitigazione in fase di cantiere

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Interventi che interessano il versante Sicilia:  
- n.1 lett. d

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di cantiere all'interno delle aree interessate da cantieri. Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1, SP2.1, SP3.1, SS1.1, SS2.1, SS3.1, SIPM, SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1. Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti del cantiere.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

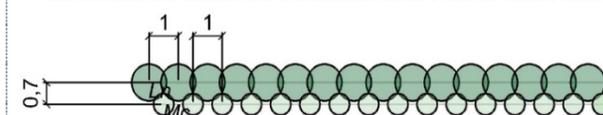
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare in fase di cantiere. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla minimizzazione degli impatti in termini di riduzione dell'inquinamento rumoroso, riduzione dell'inquinamento atmosferico e mitigazione visiva per una maggiore integrazione paesaggistica.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

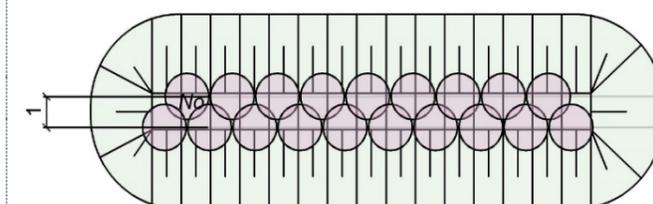
**Localizzazione**

**MASCHERAMENTO ARBUSTIVO ALTO CANTIERE (MAAC)**



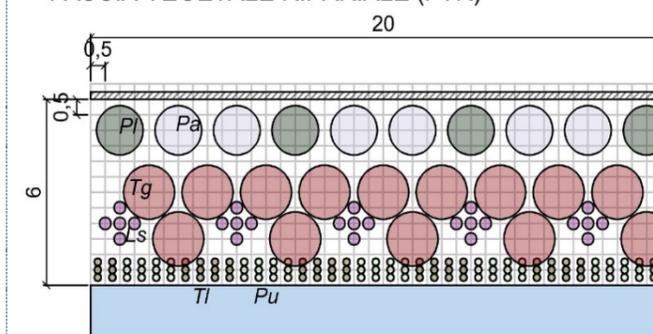
ARBUSTI  
Ln *Laurus nobilis*  
Mc *Myrtus communis*

**BARRIERA ANTIRUMORE VEGETATA (BAV)**



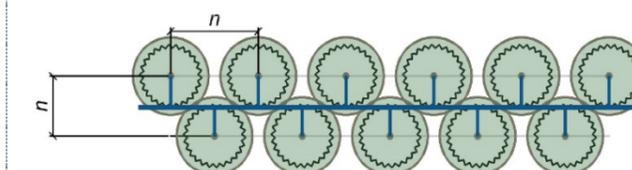
ARBUSTI  
No *Nerium oleander*

**FASCIA VEGETALE RIPARIALE (FVR)**



ARBUSTI  
Tg *Tamarix gallica*  
Pa *Phillyrea angustifolia*  
Pl *Pistacia lentiscus*  
Pu *Phragmites australis*  
Ls *Lythrum salicaria*  
TI *Typha latifolia*

**FASCIA ARBOREA DI STOCCAGGIO VEGETAZIONE**



Lo stoccaggio della vegetazione avviene tramite l'allestimento di una nursery temporanea nella quale *n* varia in base alle alberature scelte e alle loro dimensioni. Ci sarà da prevedere un sistema temporaneo di irrigazione. A cantiere concluso le piante verranno correttamente piantumate nelle aree individuate dal progetto.



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico del cantiere

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti di cantiere: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto del cantiere.

##### Impatto atmosferico del cantiere

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti di cantiere: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città, ma anche le polveri derivanti dall'attività di cantiere.

##### Impatto visivo del cantiere

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti di cantiere: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occultando la visuale verso il cantiere, per la sua intera fase.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

##### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

##### N.3: Meanwhile uses

Stoccaggio all'interno dell'area di cantiere in reparti selezionati e tendenzialmente liberi di piante in vaso (air-pot) che verranno tenute all'interno delle nursery per poi essere piantate in fase di esercizio per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Monitoraggio per intervento in fase di cantiere:

Dovrà intendersi come monitoraggio la verifica della corretta gestione delle opere a verde durante tutto il periodo di cantiere, in modo tale da permettere a tali opere di svolgere il proprio ruolo di mitigazione al meglio. Si dovrà redigere apposito piano di gestione e monitoraggio ed indicazione di dove ricollocare alberi e arbusti alla chiusura dei cantieri.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-002** Tipologici e sestì d'impianto per mitigazione in fase di esercizio

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Interventi che interessano il versante Sicilia:  
- n.1 lett. d

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da cantieri. Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1, SP2.1, SP3.1, SS1.1, SS2.1, SS3.1, SIPM, SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1. Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione durante la fase di esercizio, in quelle che precedentemente erano aree di cantiere.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

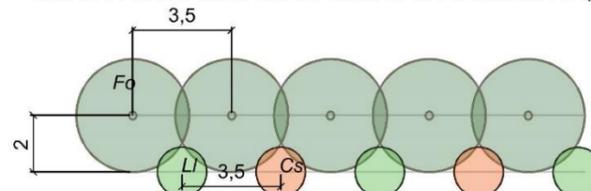
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare in fase di esercizio. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla minimizzazione degli impatti in termini di riduzione dell'inquinamento rumoroso, riduzione dell'inquinamento atmosferico e mitigazione visiva per una maggiore integrazione paesaggistica.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

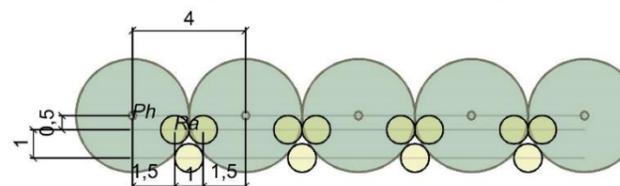
**Localizzazione**

**STRUTTURE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM)**



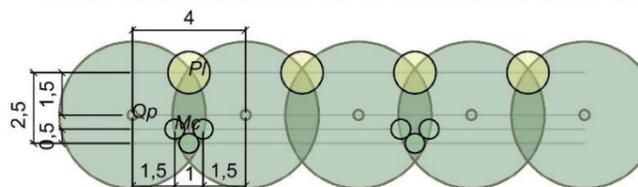
- ALBERATURE  
*Fo Fraxinus ornus*
- ARBUSTI  
*Lv Ligustrum vulgare*  
*Cs Cornus sanguinea*

**STRUTTURE ARBOREE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM1)**



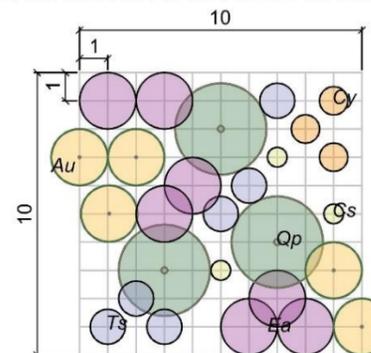
- ALBERATURE  
*Ph Pinus halepensis*
- ARBUSTI  
*Ra Rhamnus alaternus*

**STRUTTURE ARBOREE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM2)**



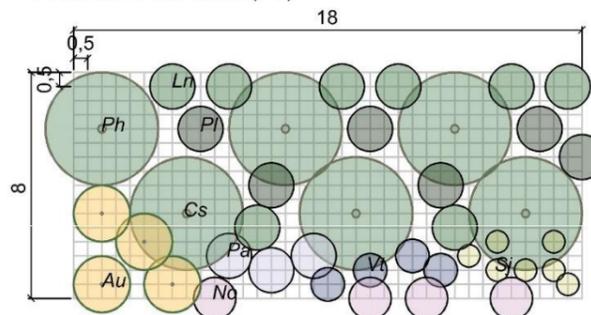
- ALBERATURE  
*Qp Quercus pubescens*
- ARBUSTI  
*PI Pistacia lentiscus*  
*Mc Myrtus communis*

**FASCE ARBOREE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (FAAM)**



- ALBERATURE  
*Qp Quercus pubescens*
- ARBUSTI  
*Cy Cytisus scoparius*  
*Ea Erica arborea*  
*Pa Arbutus unedo*  
*Tc Teucrium siculum*  
*Cs Cistus salviifolius*

**FASCIA TAMPONE (FT)**



- ALBERATURE  
*Ph Pinus halepensis*  
*Cs Ceratonia siliqua*
- ARBUSTI  
*PI Pistacia lentiscus*  
*Lr Laurus nobilis*  
*Au Arbutus unedo*  
*Sj Spartium junceum*  
*No Nerium oleander*  
*Pa Phillyrea angustifolia*  
*Vt Viburnum tinus*



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura.

##### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

##### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occultando la visuale verso l'opera durante la fase di esercizio.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

##### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali miste schermanti costituite da specie miste che consentono una barriera visiva verso i siti che richiedono una schermatura durante la fase di esercizio e ne contribuiscono all'inserimento paesaggistico.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

##### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

##### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari).

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MIBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Interventi che interessano il versante Sicilia:  
- n.1 lett. d

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di cantiere e in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da cantieri.

Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1, SP2.1, SP3.1, SS1.1, SS2.1, SS3.1, SIPM, SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1

Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

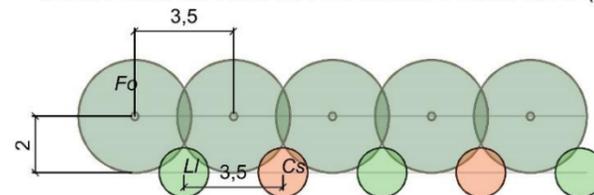
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestri d'impianto da utilizzare in fase di cantiere ed esercizio. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla minimizzazione degli impatti in termini di riduzione dell'inquinamento rumoroso, riduzione dell'inquinamento atmosferico e mitigazione visiva per una maggiore integrazione paesaggistica.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

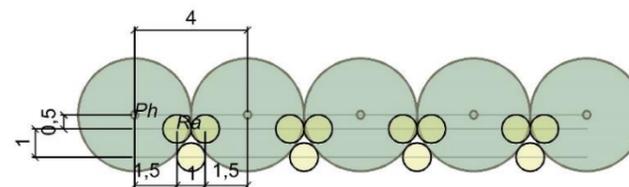
**Localizzazione**

**STRUTTURE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM)**



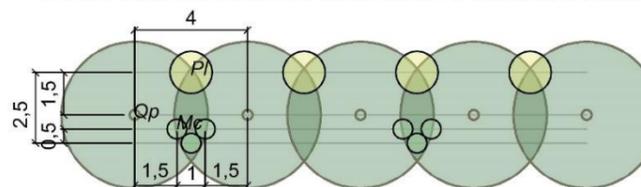
- ALBERATURE  
Fo *Fraxinus ornus*
- ARBUSTI  
Lv *Ligustrum vulgare*  
Cs *Cornus sanguinea*

**STRUTTURE ARBOREE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM1)**



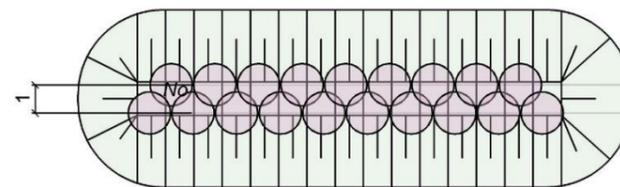
- ALBERATURE  
Ph *Pinus halepensis*
- ARBUSTI  
Ra *Rhamnus alaternus*

**STRUTTURE ARBOREE ARBUSTIVE DI MASCHERAMENTO (SAAM2)**



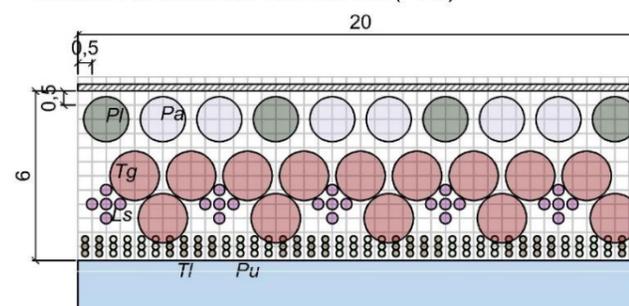
- ALBERATURE  
Qp *Quercus pubescens*
- ARBUSTI  
Pi *Pistacia lentiscus*  
Mc *Myrtus communis*

**BARRIERA ANTIRUMORE VEGETATA (BAV)**



- ARBUSTI  
No *Nerium oleander*

**FASCIA VEGETALE RIPARIALE (FVR)**



- ARBUSTI  
Tg *Tamarix gallica*  
Pa *Phillyrea angustifolia*  
Pi *Pistacia lentiscus*  
Pu *Phragmites australis*  
Ls *Lythrum salicaria*  
Ti *Typha latifolia*



## Sintesi degli eventuali impatti ambientali

### Impatto acustico del cantiere e dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura sia durante il cantiere che durante la fase di esercizio: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione attenua il suono e riducendone l'intensità del rumore. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto del cantiere e dell'infrastruttura in fase di esercizio.

### Impatto atmosferico del cantiere e dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti di cantiere e di esercizio dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città, ma anche le polveri derivanti principalmente dall'attività di cantiere, ma anche da quella di esercizio.

### Impatto visivo del cantiere e dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti di cantiere e dell'infrastruttura durante il suo esercizio: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occultando la visuale verso il cantiere e sull'infrastruttura per la sua intera fase di esercizio.

## Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

## Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

### Monitoraggio per intervento in fase di cantiere ed esercizio:

Dovrà intendersi come monitoraggio la verifica della corretta gestione delle opere a verde durante tutto il periodo di cantiere e la successiva fase di esercizio, in modo tale da permettere a tali opere di svolgere il proprio ruolo di mitigazione al meglio. Si dovrà redigere apposito piano di gestione e monitoraggio ed indicazione di dove ricollocare alberi e arbusti alla chiusura dei cantieri per la successiva fase di esercizio.

### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

#### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

#### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.PRO-004** Tipologici e sestì d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 1 di 3

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al **Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Interventi che interessano il versante Sicilia:

- n.1 lett. d

Oggetto della prescrizione:

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da cantieri. Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1, SP2.1, SP3.1, SS1.1, SS2.1, SS3.1, SIPM, SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1. Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

Obiettivi della prescrizione:

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti del cantiere.

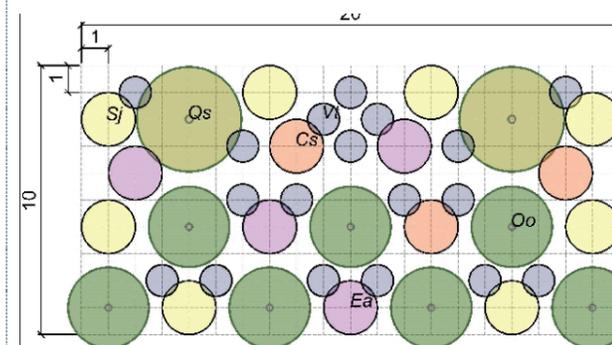
Descrizione dell'azione prescrittiva

Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare per il ripristino delle aree alla chiusura del cantiere. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti dovuti al cantiere ed alle opere d'arte inserite nel contesto paesaggistico.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

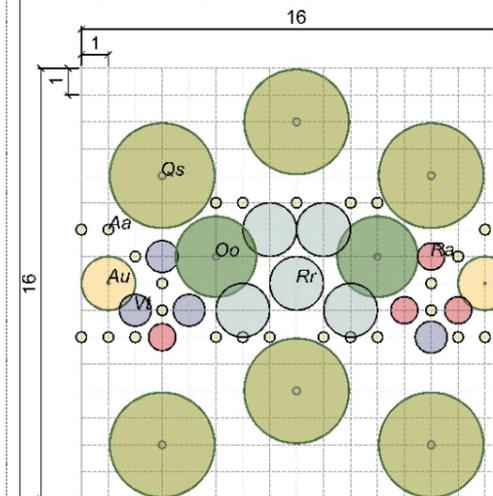
Localizzazione



ALBERATURE  
Qs *Quercus suber*  
Oo *Olea europaea*  
var. oleaster

ARBUSTI  
Vt *Viburnum tinus*  
Cs *Cytisus scoparius*  
Sj *Spartium junceum*  
Ea *Erica arborea*

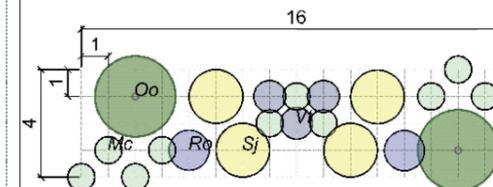
MACCHIA ARBOREO ARBUSTIVA IN CONTESTO NATURALE (MAAN)



ALBERATURE  
Oo *Olea europaea*  
var. oleaster  
Fo *Fraxinus omus*  
Qs *Quercus suber*

ARBUSTI  
Au *Arbutus unedo*  
Ra *Ruscus aculeatus*  
Rr *Retama raetam*  
Vt *Viburnum tinus*  
Ac *Asparagus acutifolius*

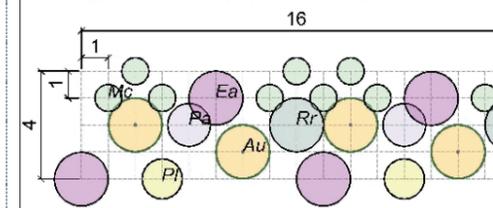
FASCIA ARBOREO ARBUSTIVA IN CONTESTO AGRICOLO (FAAA)



ALBERATURE  
Oo *Olea europaea*  
var. oleaster

ARBUSTI  
Vt *Viburnum tinus*  
Mc *Myrtus communis*  
Sj *Spartium junceum*  
Ro *Rosmarinus officinalis*

FASCIA ARBUSTIVA ALTA IN CONTESTO NATURALE (FAAN)



ARBUSTI  
Au *Arbutus unedo*  
Rr *Retama raetam*  
Pl *Pistacia lentiscus*  
Pa *Phyllirea latifolia*  
Ea *Erica arborea*  
Mc *Myrtus communis*



## Sintesi degli eventuali impatti ambientali

### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occludendo la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

## Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

## Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante-operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpae, da realizzarsi tramite Arpae oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpae e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpae su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

#### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

#### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-005** Tipologici e sestì d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 2 di 3

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Interventi che interessano il versante Sicilia:  
- n.1 lett. d

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da cantieri. Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1,SP2.1,SP3.1, SS1.1,SS2.1,SS3.1,SIPM,SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1. Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti del cantiere.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

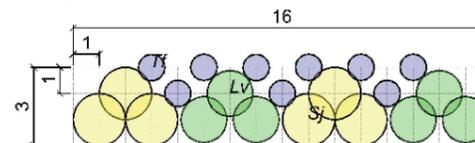
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare per il ripristino delle aree alla chiusura del cantiere. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti dovuti al cantiere ed alle opere d'arte inserite nel contesto paesaggistico.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

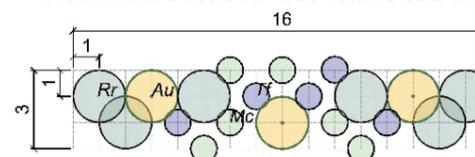
**Localizzazione**

**FASCIA ARBUSTIVA IN CONTESTO AGRICOLO (FAA)**



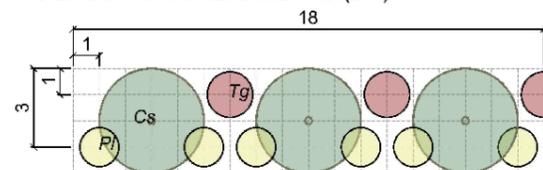
ARBUSTI  
Tf *Teucrium fruticans*  
Sj *Spartium junceum*  
Lv *Ligustrum vulgare*

**FASCIA ARBUSTIVA IN CONTESTO NATURALE (FAN)**



ARBUSTI  
Rr *Retama raetam*  
Au *Arbutus unedo*  
Mc *Myrtus communis*  
Tf *Teucrium fruticans*

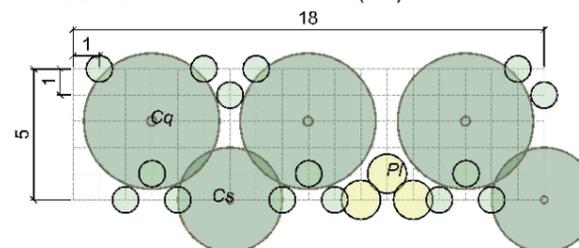
**SIEPE DI MASCHERAMENTO (SM)**



ALBERI  
Cs *Ceratonia siliqua*

ARBUSTI  
Tg *Tamarix gallica*  
Pi *Pistacia lentiscus*

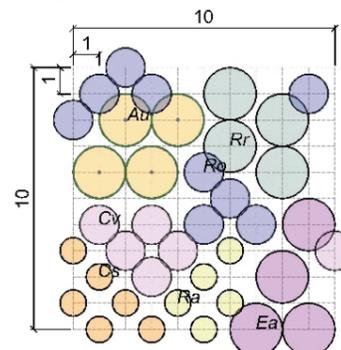
**FASCIA DI MASCHERAMENTO (FM)**



ALBERI  
Cs *Ceratonia siliqua*  
Cq *Cercis siliquastrum*

ARBUSTI  
Pi *Pistacia lentiscus*  
Mc *Myrtus communis*

**MACCHIA ARBUSTIVA Densa (MAD)**



ARBUSTI  
Ea *Erica arborea*  
Cv *Cistus villosus*  
Ro *Rosmarinus officinalis*  
Rr *Retama raetam*  
Cs *Cytisus scoparius*  
Au *Arbutus unedo*  
Ra *Rhamnus alaternus*



## Sintesi degli eventuali impatti ambientali

### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occludendo la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

## Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

## Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpae, da realizzarsi tramite Arpae oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpae e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpae su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

#### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

#### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-006** Tipologici e sestì d'impianto per ripristino ambientale delle aree post cantiere Tav 3 di 3

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione  Monitoraggio  
 Fase di esercizio  Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- VIAC50

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7 - Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Interventi che interessano il versante Sicilia:  
- n.1 lett. d

Oggetto della prescrizione:

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da cantieri.  
 Le azioni indicate riguarderanno le aree di cantiere lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare i cantieri CB1, CP1, CI1, SP1.1,SP2.1,SP3.1, SS1.1,SS2.1,SS3.1,SIPM,SI1, SI da 2.1 a 8.1, SB1, SB2, SB3.1 a 5.1, SIPM.1  
 Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree di cantiere ospiteranno tutti i tipologici definiti.

Obiettivi della prescrizione:

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti del cantiere.

Descrizione dell'azione prescrittiva

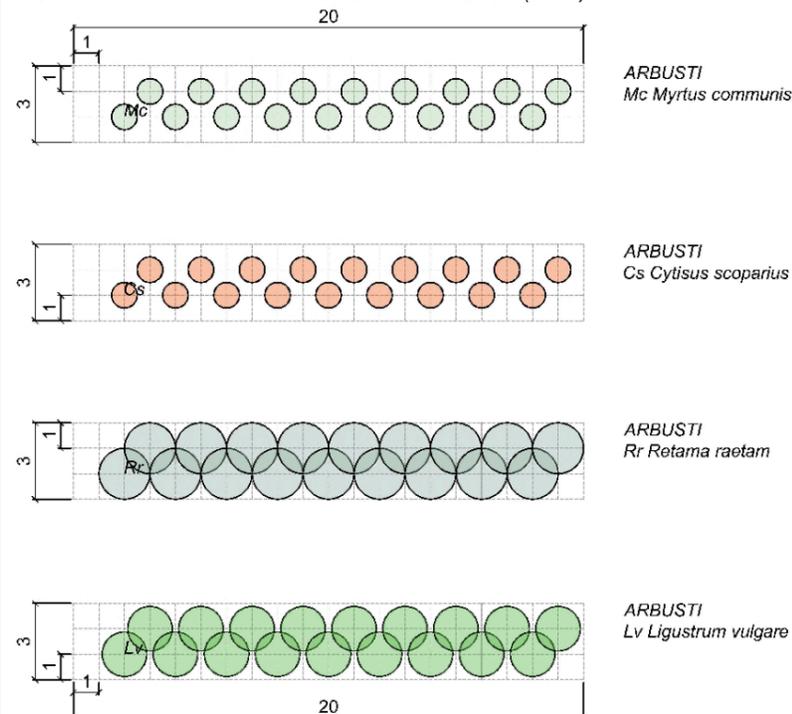
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere previste, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare per il ripristino delle aree alla chiusura del cantiere. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti dovuti al cantiere ed alle opere d'arte inserite nel contesto paesaggistico.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Cap.4.3</b>	
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>Cap. 3.5</b>	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

Localizzazione

SIEPE DI MASCHERAMENTO MONOSPECIFICA (SMM)



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

##### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

##### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, ocludendo la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

##### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

##### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

##### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetativo e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.PRO-007** Tipologici e sestì d'impianto per il recupero ambientale delle aree di deposito e cave dismesse Tav 1 di 2

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC50

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- Interventi che interessano il versante Sicilia:
- n.1 lett. d

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da siti di deposito e cave.

Le azioni indicate riguarderanno le aree adibite a siti di deposito e cave lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare le CRAS.1, CRA3.1, CRA4.1, CRA5.1, CC1.1, SRAS1, SRAS2, SRA da 4.1 a 8.1, SRA8BIS.1, SRA8TER.1, SRA9.1, SRA10.1, AL3, SC1,2,3, AL1, AL2

Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree ospiteranno tutti i tipologici definiti.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti degli interventi in tali aree.

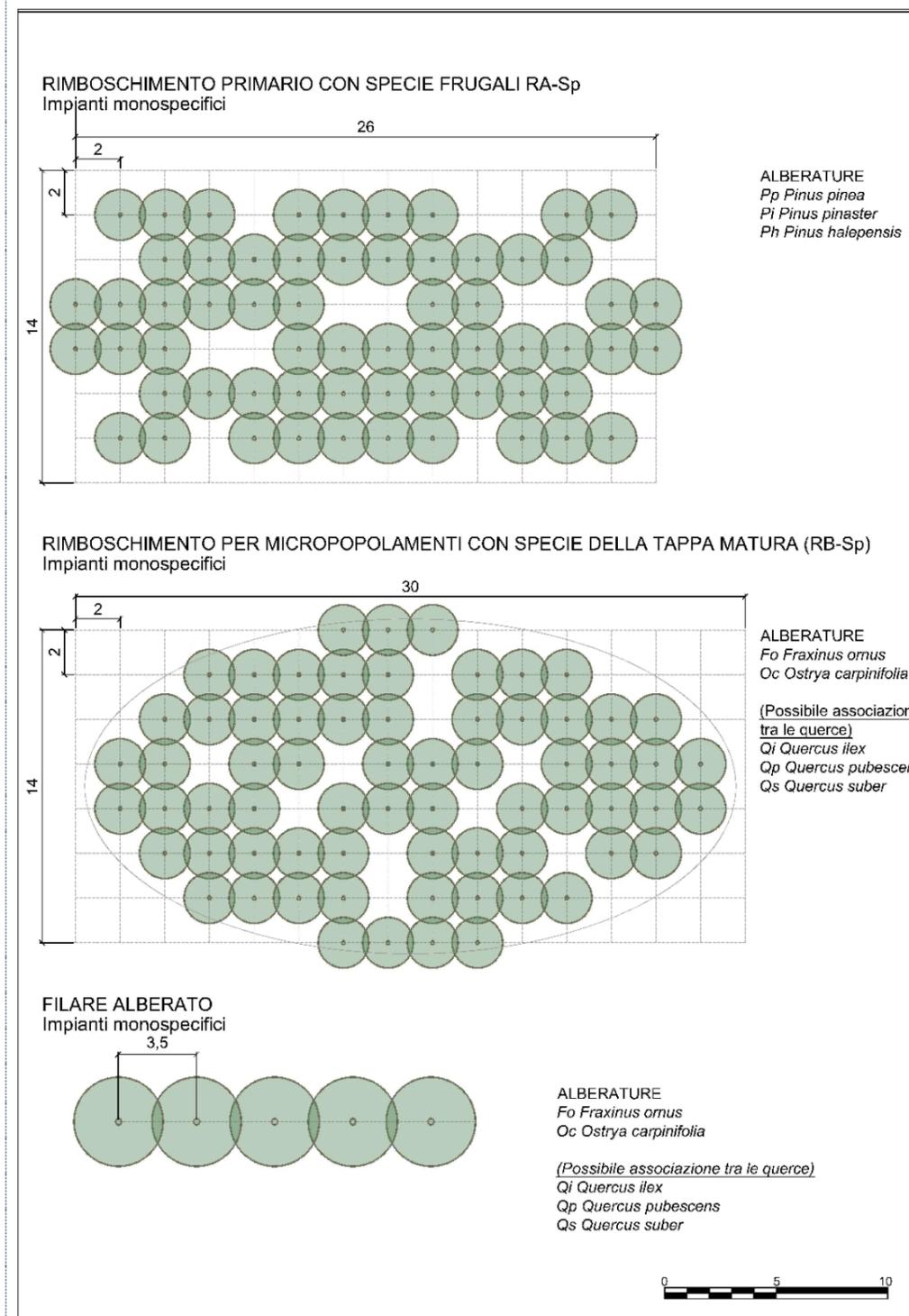
**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di area di deposito e conformazione morfologica generata dagli impatti del cantiere, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare il recupero delle aree destinate a siti di deposito e per le cave dismesse. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti, nell'ottica di un recupero ambientale e della ricostituzione e riconnessione di habitat limitrofi.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap.4.3	
<b>Relazione del Progettista</b>	Cap. 3.5	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

##### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

##### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, ocludendo la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione rumore e inquinamento atmosferico

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno).

##### N.2: Mitigazione visiva

Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una barriera visiva duratura per l'intera fase di cantiere. A cantiere concluso le specie, dove possibile, verranno utilizzate per il completamento degli interventi di inserimento paesaggistico.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

###### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

###### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

###### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.PRO-008** Tipologici e sestri d'impianto per il recupero ambientale delle aree di deposito e cave dismesse Tav 2 di 2

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- VIAC50

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Interventi che interessano il versante Sicilia:

- n.1 lett. d

Oggetto della prescrizione:

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da siti di deposito e cave.

Le azioni indicate riguarderanno le aree adibite a siti di deposito e cave lato Sicilia e lato Calabria. Nello specifico potrebbero riguardare le CRAS.1, CRA3.1,CRA4.1,CRA5.1, CC1.1, SRAS1,SRAS2,SRA da 4.1 a 8.1, SRA8BIS.1, SRA8TER.1, SRA9.1,SRA10.1, AL3 , SC1,2,3, AL1, AL2

Le azioni andranno definite in PE, non tutte le aree ospiteranno tutti i tipologici definiti.

Obiettivi della prescrizione:

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti degli interventi in tali aree.

Descrizione dell'azione prescrittiva

Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di area di deposito e conformazione morfologica generata dagli impatti del cantiere, vengono dettagliati tipologici dei sestri d'impianto da utilizzare il recupero delle aree destinate a siti di deposito e per le cave dismesse. Le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti, nell'ottica di un recupero ambientale e della ricostituzione e riconnessione di habitat limitrofi.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale	Cap.4.3	
Relazione del Progettista	Cap. 3.5	
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione

**MACCHIA ARBUSTIVA MA-Sp**  
Impianti monospecifici

**ALBERATURE**  
Oe *Olea europaea*  
var. oleaster  
Cs *Ceratonia siliqua*

**ARBUSTI**  
Mc *Myrtus communis*  
Ts *Teucrium siculum*  
Pj *Pistacia lentiscus*  
Ln *Laurus nobilis*  
Ra *Rhamnus alaternus*  
Sj *Spartium junceum*

**ARBUSTI**  
Cs *Cistus salviifolius*  
Hi *Helicrysum italicum*

**FASCIA ARBUSTIVA (FA)**

**ARBUSTI**  
Ra *Rhamnus alaternus*  
Au *Arbutus unedo*  
Pj *Pistacia lentiscus*

**RINATURALIZZAZIONE SCARPATE**

**ARBUSTI**  
Af *Anagyris foetida*  
Cm *Crategus monogyna*  
Ed *Euphorbia dendroides*  
Sj *Spartium junceum*  
Cs *Cistus salviifolius*  
Aa *Asparagus acutifolius*  
Cp *Capparis spinosa*

#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

##### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

##### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occultando la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione degli impatti dovuti alla movimentazione di terreno e interferenze varie

Barriere antirumore vegetate fonoassorbenti e quinte arbustive alte e basse (riduzione di emissioni di rumore sia verso l'esterno che filtrazione delle polveri, riduzione Co2 e implementazione ossigeno). Le opere a verde verranno posizionate in modo da ricreare una connessione con il contesto e permettere al sito di riacquisire qualità ambientale ed arricchire l'habitat in cui si trova.

##### N.2: Riconnesione ecosistemica

Le specie vegetali impiegate ed il loro posizionamento saranno studiate in modo dettagliato per permettere una riconnesione paesaggistica ed ambientale volta al benessere di flora e fauna. Su pendii e scarpate, i sestii d'impianto daranno una connotazione naturale alla vegetazione di nuovo inserimento, andandosi ad inserire nel contesto.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

##### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

##### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.PRO-009 Tipologici e sestì d'impianto per il recupero ambientale delle aree umide e bacini idrici**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Monitoraggio
- Fase di esercizio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC49

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opera di attraversamento e suoi collegamenti – raccomandazioni n. 7
- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale – prescrizioni e raccomandazioni n.7 e 10

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Raccomandazioni e prescrizioni inerenti le azioni da svolgere in fase di esercizio all'interno delle aree interessate da azioni che abbiano ripercussioni anche su aree umide e bacini idrici. Per il lato Sicilia le fiumare sulle quali si prevede di intervenire sono quelle ritenute di maggiore importanza in relazione al tessuto attraversato: Fiumara Guardia, Fiumara Curcuraci, Fiumara Pace, Fiumara Annunziata, Fiumara San Filippo. Sul lato calabro i corsi d'acqua oggetto di intervento saranno il t. Gibia, Laticogna, Prestianni, Serro della Torre e Piria. Si interverrà inoltre con i tipologici indicati anche in prossimità delle zone umide all'interno delle aree cantiere/deposito SRA4.1, SRA10.1, CRA5.1.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare gli interventi di mitigazione e ridurre gli impatti del cantiere.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

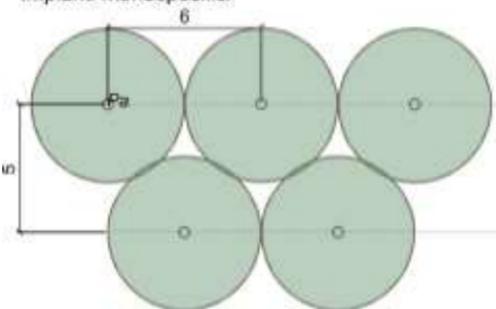
Attraverso la verifica delle associazioni vegetali e della tipologia di aree di cantiere prossime ad aree umide e bacini idrici, vengono dettagliati tipologici dei sestì d'impianto da utilizzare per il recupero e la riqualificazione di tali aree. Data la grande importanza ecosistemica, le specie vegetali selezionate ed il loro posizionamento sono volti alla rinaturalizzazione delle aree ed alla mitigazione degli impatti, nell'ottica di un recupero ambientale e della ricostituzione e riconnessione degli habitat.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap. 4.3	
<b>Relazione del Progettista</b>	Cap. 3.5	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

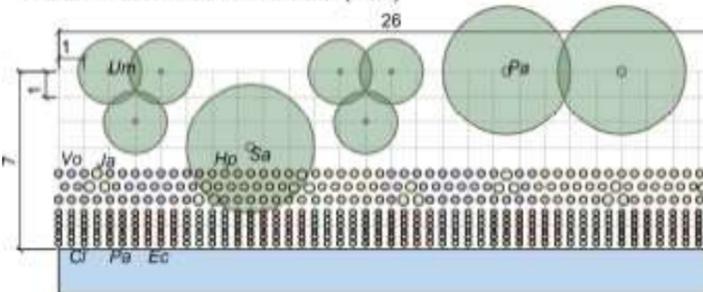
**Localizzazione**

**DOPPIO FILARE ALBERATO**  
 Impianti monospecifici



**ALBERATURE**  
 Pa Populus alba 'Pyramidalis'

**FASCIA VEGETALE RIPARIALE (FVR)**



**ALBERATURE**  
 Um Ulmus minor  
 Sa Salix alba  
 Pa Populus alba

**ARBUSTI**  
 Vo Verbena officinalis  
 Hp Hypericum perforatum  
 Ja Juncus acutus  
 Ci Cyperus longus  
 Pa Phragmites australis  
 Ec Eupatorium cannabinum



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.PRO-009	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Impatto acustico dell'infrastruttura**

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

**Impatto atmosferico dell'infrastruttura**

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

**Impatto visivo dell'infrastruttura**

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occultando la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**N1: Mitigazione degli impatti dovuti alla movimentazione di terreno e interferenze varie**

Le opere a verde verranno posizionate in modo da ricreare una connessione con il contesto e permettere al sito di riacquisire qualità ambientale ed arricchire l'habitat in cui si trova. Queste vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una mitigazione visiva ed inserimento paesaggistico allineato al contesto acquatico.

**N.2: Riconnessione ecosistemica**

Le specie vegetali impiegate ed il loro posizionamento saranno studiate in modo dettagliato per permettere una riconnessione paesaggistica ed ambientale volta al benessere di flora e fauna.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Monitoraggio intervento in fase di esercizio:**

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

DEREDESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

**P.PRO-010 Ambiente Marino Costiero – Ripascimento Costiero**

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- pag. 74/218 sezione 5.2.6 Quadro di riferimento progettuale

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

Oggetto della prescrizione:

Approfondimenti e/o adempimenti nelle successive fasi di progettazione e realizzazione relativamente all' *Ambiente Marino Costiero – Ripascimento Costiero*.

Obiettivi della prescrizione:

È necessario, nella successiva fase progettuale, sviluppare ed approfondire gli aspetti tecnici e ambientali dell'opera relativamente alla tematica "ripascimento", nel rispetto della normativa vigente e in particolare la normativa inerente terre e rocce da scavo.

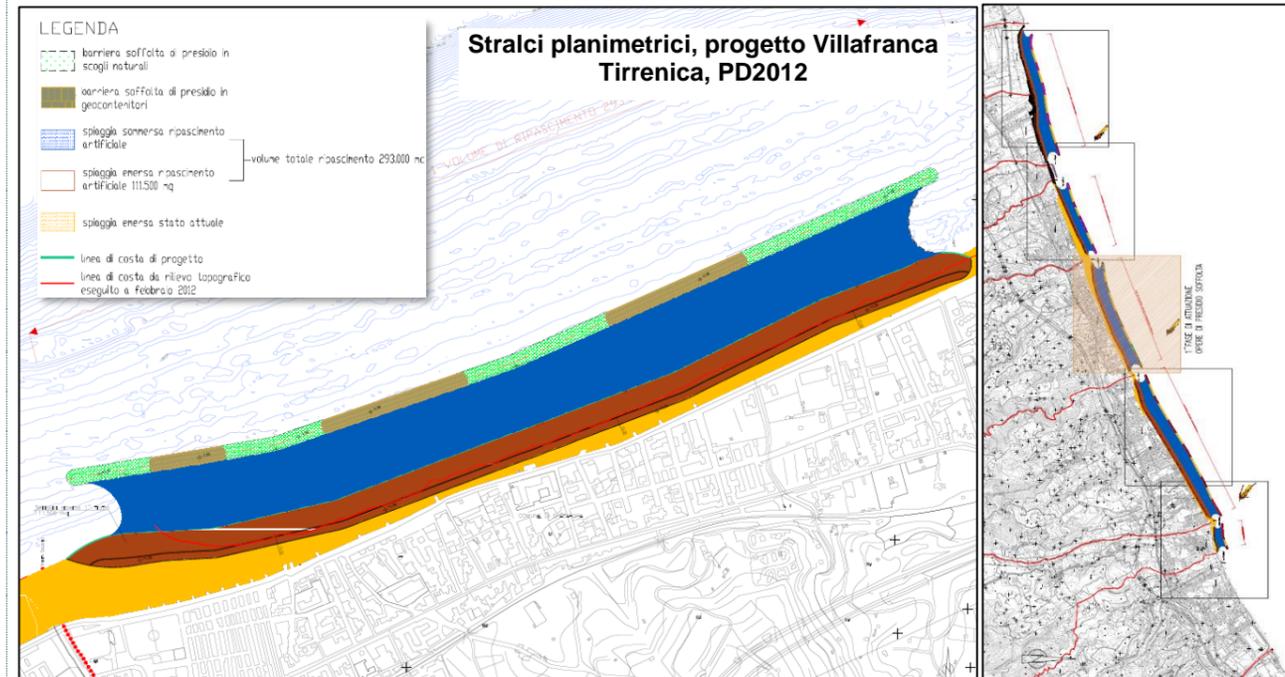
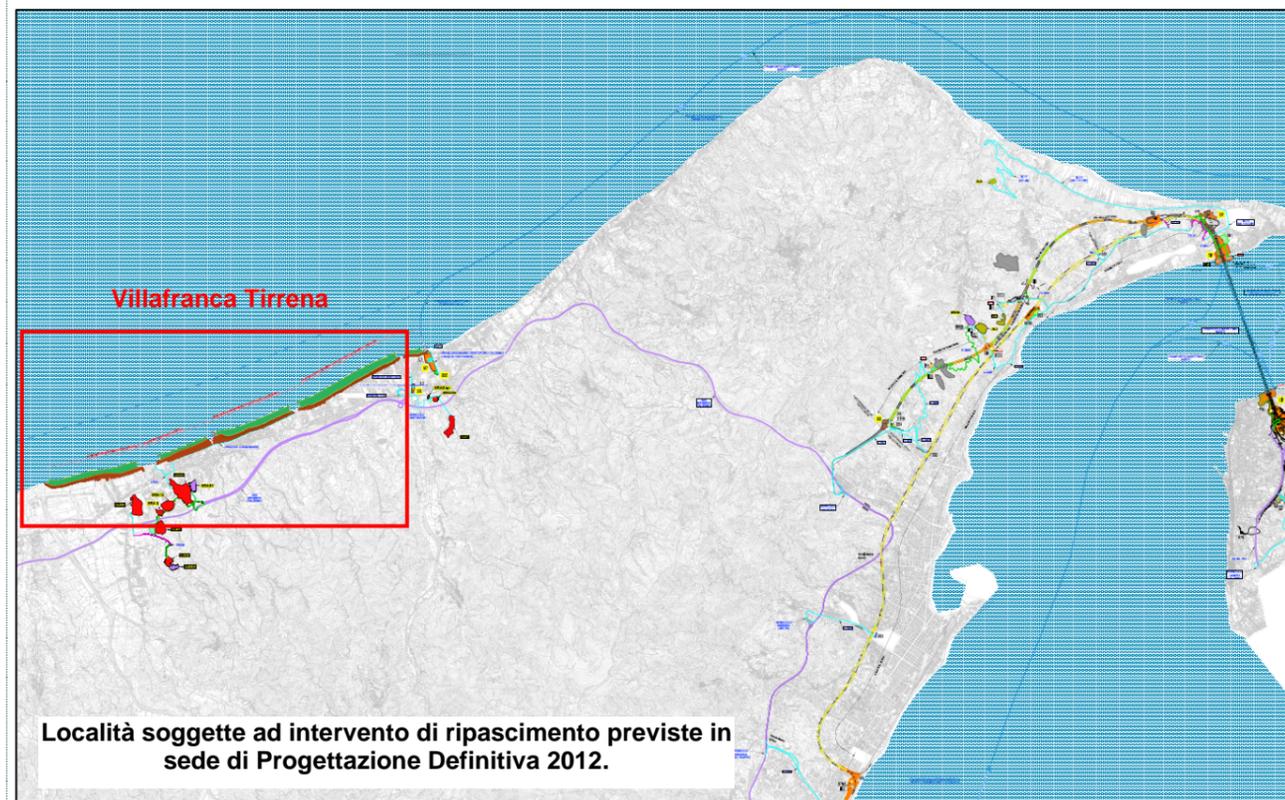
Descrizione dell'azione prescrittiva

In fase di PE verrà eseguito un rilievo topo-batimetrico integrato e ambientale dei siti di oggetto di ripascimento. Si provvederà alla redazione del piano di caratterizzazione ambientale dei materiali da ripascimento. Per ulteriori approfondimenti vedasi anche documento CZR1158 - *Ambiente marino costiero: ripascimenti, scogliere, pennelli, dinamica del litorale e trasporto sedimenti*

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>	Par. 3.5.1.3.1	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>	Elab. CZR1158 AMBIENTE MARINO COSTIERO: RIPASCIMENTI, SCOGLIERE, PENNELLI, DINAMICA DEL LITORALE E TRASPORTO DEI SEDIMENTI)	

Localizzazione



Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero

**1. Disamina delle previsioni del Progetto Definitivo Integrato (2012) in ordine agli interventi di ripascimento costiero**

Si è proceduto alla trattazione delle seguenti tematiche:

**Fonti di provenienza del materiale da ripascimento e relative quantità stimate in sede di progettazione definitiva:**

Nel progetto definitivo 2012 è stato redatto uno studio (cfr. elab. CZV0922 Studi propedeutici per impiego materiali di scavo per ripascimento coste PT. 1.) sui volumi potenzialmente destinati al ripascimento lungo le coste più prossime alle aree di scavo.

Dallo studio è emerso un volume complessivo pari a circa 3.000.000 m<sup>3</sup>, nei tratti costieri tra i Comuni di Monforte Sangiorgio e Saponara per uno sviluppo complessivo di circa 11 Km.

Nell'attuale fase di riavvio, è stato eseguito un analogo studio (cfr. elab. CZR1158 Ambiente marino costiero: ripascimenti, scogliere, pennelli, dinamica del litorale e trasporto sedimenti) che ha sostanzialmente confermato i dati del 2012.

Dall'analisi dei materiali di scavo è risultato reimpiegabile ai fini del ripascimento un volume di circa 1,8 milioni di m<sup>3</sup>.

Sia sui volumi provenienti dagli scavi che sui sedimenti già presenti lungo i litorali oggetto di intervento, nella successiva fase di progettazione esecutiva, si provvederà ad eseguire le indagini di caratterizzazione ambientale al fine di verificare i requisiti di qualità previsti dal Par. 3.1.2 dell'Allegato Tecnico al DM 173/16.

**Caratterizzazione dei materiali da ripascimento effettuata in sede di progettazione definitiva:**

- Analisi condotte sulle terre e rocce da scavo da utilizzare come sottoprodotto. Ai fini del riutilizzo di tali terre e rocce come sottoprodotto, in applicazione al DPR 120/17, i volumi da destinare a ripascimento saranno oggetto di aggiornamento, anche sulla base di analisi chimiche, fisiche, biologiche ed ecotossicologiche da condurre secondo la vigente normativa di settore.
- Ulteriori analisi condotte ai fini del riutilizzo per ripascimento. Per le attività di ripascimento, dovrà essere verificata la loro conformità secondo DM 173/16, in analogia con quanto indicato da ARPAS in contesti simili di riutilizzo. Dovrà a tale scopo essere eseguita una campagna di caratterizzazione integrativa in corrispondenza di tutte le aree di scavo ove è previsto il riutilizzo delle terre e rocce per ripascimento, parallelamente alla caratterizzazione delle aree di destino, secondo le modalità previste dal DM 173/16.

Tabella 1.1 Siti di ripascimento e relative località di ricadenza, ambito costiero e comune di appartenenza individuati in sede di Progettazione Definitiva 2012, elab. CZV0922

Siti di ripascimento			
	Località di ricadenza	Ambito costiero	Comune di appartenenza
1	Valdina	Tirrenico	Valdina
2	Spadafora		Spadafora
3	Rometta		Rometta
4	Villafranca Tirrena		Villafranca Tirrena
5	Ortoliuozzo		Messina
6	Rodia-Giudeo		Messina
7	Calamona-Giudeo		Messina
8	Calamona - Rosocolmo		Messina
9	Spartà		Messina
10	Mezzana-Tono		Messina
11	Tono-Casabianca		Messina
12	Sant'Alessio Siculo	Ionico	Sant'Alessio Siculo

**Siti di ripascimento previsti in sede di progettazione definitiva**

Nel Progetto Definitivo del 2012 sono stati individuati alcuni litorali della costa Tirrenica appartenenti alla provincia di Messina compresi tra il Comune di Valdina e Capo Peloro (Comune di Messina), per quanto riguarda i litorali della costa Ionica, nonché un tratto della località di Sant'Alessio Siculo (sempre provincia di Messina) per il quale è stato già predisposto dall'Amministrazione Comunale un progetto esecutivo di ripascimento protetto.

**Descrizione di dettaglio degli interventi di ripascimento e delle relative opere di stabilizzazione**

A seguito delle indagini e degli studi propedeutici (PD2012) sono state identificate le seguenti opere ritenute necessarie ed indispensabili per la realizzazione dell'intervento nel suo complesso:

- la realizzazione di un pontile (provvisorio) a giorno per il carico e scarico del materiale proveniente dai siti di produzione;
- la realizzazione di n°3 pennelli provvisori sulle spiagge per il carico dei materiali lapidei provenienti dalle cave di prestito necessari per la realizzazione di una parte della scogliera soffolta
- una barriera soffolta come linea di difesa dal moto ondoso, da realizzare sul litorale compreso tra il comune di Monforte San Giorgio e Saponara, costituita in parte da scogli lapidei ed in parte da geocontenitori riempiti con sedimenti provenienti dai siti di scavo, opportunamente selezionato e trattato;
- il salpamento delle opere di difesa costiera esistenti sulla spiaggia;
- il ripascimento delle spiagge emerse e di quelle sommerse nello stesso tratto di litorale con materiale proveniente dagli scavi classificato come sabbie e ghiaie.

Costituisce fattore fondamentale per lo sviluppo progettuale la valutazione accurata del fenomeno del *Sea Level Rise* – ossia l'innalzamento progressivo del livello marino – la cui tematica trova sempre più spazio all'interno delle attività di progettazione e in special modo per infrastrutture di opere portuali e marittime e di difesa costiera, tra cui interventi di ripascimento e relative opere di stabilizzazione

**2. Quadro attuale dei siti di ripascimento previsti in sede di progettazione definitiva**

Si è proceduto alla trattazione delle seguenti tematiche:

**Descrizione sintetica dello stato di fatto attuale dei siti di ripascimento previsti in sede di progettazione definitiva**

Procedendo da Ovest verso Est, il primo tratto, per un'estensione di circa 1600 m, ricade in corrispondenza del Comune di

Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero

**Valdina.** Il litorale ha una forma abbastanza omogenea di spiaggia emersa avente una larghezza media di 30 m, articolata con un minimo di 10 m e un massimo di 40 m. Inoltre, a difesa della costa, sono presenti un pennello, due barriere radenti e una scogliera sommersa. Successivamente troviamo il tratto in ricadente all'interno del Comune di **Spadafora** (circa 1600 m), dove la presenza delle barriere/pennelli divide la zona in ulteriori due parti: nella prima parte, ossia i primi 300 m, si ha una maggiore porzione di spiaggia, mediamente di lunghezza pari a 45 m, rispetto al secondo tratto dove la spiaggia è mediamente di 30 m. Proseguendo verso est, il tratto considerato in sede di progettazione definitiva 2012 è all'interno del Comune di **Rometta**; il litorale appartenente a tale zona si presenta abbastanza disomogeneo in quanto vi sono dei picchi di spiaggia di circa 80 m alternati da tratti di dimensioni modeste, ad esempio in corrispondenza della barriera radente. A difesa della costa, oltre la radente già menzionata, è collocato un numero importante di scogliere emerse. Il quarto tratto, ricadente nel Comune di **Villafranca Tirrena**, è caratterizzato da una costa molto disomogenea; infatti a causa della presenza dei pennelli, si formano zone di sopraflutto dove la spiaggia arriva a circa 80 m di larghezza, mentre nella zona di sottoflutto non supera i 10 m. Inoltre a difesa del litorale sono presenti una barriera sommersa di oltre 1400 m, n.5 pennelli di dimensione variabile, e una radente cementificata a difesa di tutto il lungomare. Il quinto tratto, litorale di **Ortoliuozzo**, è abbastanza omogeneo, con spiagge mediamente larghe 35 m; a difesa della costa troviamo dei pennelli, una radente e qualche barriera emersa e sommersa. Nel tratto che va dal Torrente **Rodia** al Torrente **Giudeo** è evidente la sofferenza del litorale in quanto la larghezza media di spiaggia è approssimabile a circa 10 m, oltre alla presenza di qualche radente a protezione del centro abitato. Nel settimo tratto, che va dal Torrente **Giudeo** al Torrente **Calamona**, la costa risulta omogenea dove sono presenti ben 11 barriere emerse e la spiaggia ha una larghezza media di 45 m. Successivamente il tratto di progetto considerato va dal Torrente **Calamona** a Capo **Rasocolmo** può essere diviso in due parti, separato da una barriera radente dove la spiaggia è praticamente nulla; nella prima parte insistono dei pennelli di modeste dimensioni e la spiaggia arriva a circa 30 m, nella seconda parte invece è presente una barriera sommersa e la spiaggia ha una larghezza media di 60 m. Il tratto successivo ricade all'interno della frazione di **Spartà** dove la spiaggia risulta essere abbastanza omogenea, con una larghezza media di circa 15 m, inoltre sono presenti dei pennelli e delle barriere radenti a protezione del centro abitato. Nel decimo tratto, che rientra all'interno delle frazioni di **Mezzana** e **Tono**, la spiaggia risulta abbastanza omogenea, la cui larghezza media è di circa 15 m. Subito dopo troviamo il tratto che va dal Torrente **Tono** a alla fine della frazione di **Casa Bianca**, dove la larghezza della spiaggia è abbastanza omogenea (mediamente 15 m).



Figura 2.1 Località soggette ad intervento di ripascimento, zona tirrenica previste in sede di PD2012



Figura 2.2 Località soggetta ad intervento di ripascimento, zona ionica prevista in sede di PD2012

**Quadro programmatico e progettuale aggiornato dei siti di ripascimento previsti in sede di progettazione definitiva**

- Analisi dei contenuti e delle previsioni del PAI Coste per i siti di interesse. I siti di interesse ricadenti nel progetto definitivo, tranne per il tratto di costa ricadente nel comune di Sant'Alessio Siculo, sono posizionati nella porzione nord-orientale della Sicilia. I litorali di interesse sono: Valdina; Spadafora; Rometta; Villafranca Tirrena; Ortoliuzzo; Rodia – Giudeo; Calamona – Giudeo; Calamona – Rosocolmo; Spartà;

**Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero**

Mezzana – Tono; Tono – Casabianca. Essi fanno parte dell'Unità Fisiografica 1 (U.F.), si estendono per una lunghezza di circa 20 km, e sono composti per la maggior parte da sabbia mista a ciottoli (73%). In relazione alla configurazione costiera e all'esposizione del tratto di costa di tale unità fisiografica le mareggiate sono prevalentemente legate ai venti provenienti dal I e dal IV quadrante (grecale, tramontana, maestrale). Gli eventi estremi e i moti ondosi più intensi sono generalmente legati al vento di maestrale (NO), pertanto la deriva netta dei sedimenti dei tratti di costa esposti in tale unità fisiografica è verso levante (est).

- Analisi delle previsioni del PRCEC (Piano Regionale Contro l'Erosione Costiera – D.G.R. n. 290/2020) in merito ai litorali di progetto

Lungo il versante tirrenico, lo smantellamento della catena peloritana ha favorito la formazione di pianure alluvionali che si raccordano al mare, passando per ampie spiagge, interrotte da promontori piuttosto prominenti (capi Rasocolmo, Milazzo, Tindari, Calavà e d'Orlando).

Il versante orientale (ionico) dei Monti Peloritani è caratterizzato da ampie spiagge interrotte da promontori aggettanti (Taormina, Sant'Andra, Sant'Alessio e Scaletta), ma con una piattaforma continentale, limitata da una scarpata tettonogenica.

In relazione alle tendenze evolutive, il morfotipo che caratterizza il Messinese, è costituito da spiagge ciottolose, formatesi a diretto o indiretto contatto con depositi alluvionali fluviali; attualmente sono sottoposte a processi di erosione accelerata a causa della diminuzione dell'originale fonte di approvvigionamento, del susseguirsi di strutture portuali e di opere di difesa e lungomare e ulteriormente favoriti da una limitata piattaforma continentale. I primi segni di erosione costiera furono registrati agli inizi degli anni '70, con la crescita degli agglomerati costieri che hanno portato all'irrigidimento della fascia costiera, e la distruzione di quella dunale. Iniziò, dunque l'attività protettiva delle coste nel decennio '80- '90, che fu eseguita in maniera sommaria e di urgenza, con costruzione di opere rigide senza una corretta caratterizzazione dei paraggi, e portò ad uno spostamento del processo erosivo nelle aree sottoflutto. In questo modo la costa ciottolosa messinese, sia tirrenica che ionica, furono interessate dalla realizzazione di opere a protezione del litorale, progettate per contrastare l'emergenza, ma che hanno innescato un processo di erosione e di costruzione a catena.

Comune	Tipo di spiaggia	Nome del progetto	Tipo di Difesa	Finanziamento (in lire)	Note
Giardini Naxos	sabbiosa	Ricostruzione e difesa delle spiagge finalizzata al riequilibrio del litorale lungo la fascia costiera comunale	Barriera soffolta Ripascimento	6.100.000.000	vedi testo
Messina (S. Margherita)	sabbiosa	Opera di tutela integrata della fascia costiera e salvaguardia della s.s.114 e del prospiciente abitato del Villaggio di S. Margherita del comune di Messina	Barriera soffolta Ripascimento Massicciata	24.964.378.000	Buon risultato nonostante il mancato completamento e l'assenza di manutenzione
Sant'Alessio	sabbiosa ciottolosa	Opere a salvaguardia della costa e dell'abitato	Barriera soffolta Ripascimento Massicciata	32.000.000.000	Susseguirsi di errori. Attualmente la spiaggia è presente per un effimero intervento di ripascimento (2018)
S. Agata di Militello	sabbiosa	Progetto dei lavori urgenti di difesa costiera del litorale ricadente in località lungomare del comune di S. Agata Militello	Barriera soffolta Ripascimento 3 pennelli	5.850.000.000	L'opera è letteralmente scomparsa
Brolò	sabbiosa ciottolosa	Progetto per la ricostruzione delle spiagge da Testa di Monaco alla Torre delle Ciavole	Ripascimento 3 pennelli 2 secche sommerse 6-7 pennelli sommersi	33.270.000.000	Strutture rigide ancora presenti sebbene ammalorate
Gioiosa Marea (S. Giorgio)	ciottolosa	Progetto esecutivo dei lavori urgenti di difesa costiera del litorale ricadente in località S. Giorgio nel Comune di Gioiosa Marea	Ripascimento Pennelli	7.550.000.000	L'opera ha innescato un processo erosivo più a valle. Il materiale perso ha contribuito a creare la spiaggia di Patti Marina
Gioiosa M. Piraino	ciottolosa	Progetto per la ricostruzione delle spiagge di Gioiosa Marea e di Piraino, dal	Ripascimento Pennelli	11.700.000.000	Strutture rigide ancora presenti sebbene ammalorate

Figura 2.3 Interventi finanziati nell'ambito della Misura 1.2.4. - Tutela Integrata delle Aree Costiere" del P.O.R. Sicilia 2000-2006. (Fonte: PRCEC)

**Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero**

La metodologia utilizzata dal PRCEC, si basa sull'organizzazione degli ambiti delle Linee Guida TNEC del MATTM - Regioni per la suddivisione dei litorali siciliani, e si sviluppa in Unità Fisiografiche (UF) principali (I ordine), secondarie (II ordine) e gestionali (III ordine).

Figura 2.4 Proposta di suddivisione in unità fisiografiche costiere di II e III ordine dell' UF 1 e 10 (Fonte: PRCEC)

UF II ordine	UF III ordine	Tratti di costa/spiaggia	Comuni
UF 1.1 Capo San Raineri -Capo Scaletta	1.1.1 Capo San Raineri -Capo Scaletta	Falce esterna (da Capo San Raineri al T. Taglialeghe) Maregrossa - Contesse (da T. Taglialeghe a Porto Tremestieri N) Galati (da Porto Tremestieri N a T. Briga) S. Margherita - Giampitteri (da T. Briga a Capo Scaletta)	Messina pp
UF 1.2 Capo Scaletta -Capo Schiò	1.2.1 Capo Scaletta - Capo Sant'Alessio	Spiaggia di Scaletta e di Italia "marine" Spiaggia di Ab Terme Spiaggia di Nizza di Sicilia e Roccalumera Spiaggia di Furci Spiaggia di Santa Tera Riva Spiaggia di Sant'Alessio	Scaletta Zanclea, Italia, Ab Terme, Nizza di Sicilia, Roccalumera, Furci Siculo, Santa Teresa di Riva, Sant'Alessio Siculo pp.
	1.2.2 Capo Sant'Alessio -Capo Sant'Andrea	Spiaggia di Forza d'Agro, Letojanni e Mazzeo (Taormina)	Sant'Alessio Siculo pp., Forza d'Agro, Letojanni e Taormina pp.
	1.2.3 Capo Sant'Andrea -Capo Schiò	Due pocket beaches dell'Isola Bella (Taormina) Spiagge di Villagonia (Taormina) e Giardini Naxos	Taormina pp. e Giardini Naxos pp.
UF 10.1 Capo Milazzo - Capo San Raineri	10.1.1 Capo Milazzo - Capo Rasocolmo	pocket beach della Penisola di Milazzo Est	Milazzo, San Filippo del Mela, Pace del Mela, San Pier Niceto, Monforte San Giorgio, Torregrotta, Valdina, Venetico, Spadafora, Rometta, Saponara, Villafranca Tirrena, Messina
	10.1.2 Capo Rasocolmo - Capo San Raineri		Messina
	UF 1.3 Capo Schiò - Porto di Catania	1.3.1 Capo Schiò - Porto di Riposto	Spiaggia di Recanati (Giardini Naxos) Spiaggia di Fiumefreddo e Fondachello (Giarre)
		1.3.2 Porto di Riposto - Porto di Catania	Costa rocciosa con pocket beach

Sono previste ulteriori suddivisioni delle unità costiere gestionali o sub-unità gestionali che vengono definite e denominate dalle Regioni (ovvero ambiti costieri di IV ordine) in base alle proprie esigenze di studi, monitoraggi, manutenzioni e attività di gestione ordinaria della costa.

Per quanto concerne la suddivisione in sub-unità fisiografiche, si riportano di seguito soltanto le gli stralci tabellari all'interno dei quali ricadono i paraggi oggetto di studio, ovvero, UF1 e 10.

Successivamente si è effettuato lo studio sui sedimenti delle spiagge siciliane, il censimento delle opere a mare, sono state individuate le aree di particolare pregio ambientale, nonché le Prateria di *Posidonia Oceanica* e di *Cymodocea Nodosa*.

**3. Aggiornamento e adeguamento delle previsioni progettuali in ordine agli interventi di ripascimento costiero**

Si è proceduto alla trattazione delle seguenti tematiche:

- Fonti di provenienza del materiale da ripascimento e relative quantità da stimarsi in sede di progettazione esecutiva**  
Per la realizzazione dell'opera verranno utilizzate tecniche di scavo in funzione delle formazioni geologiche da attraversare e delle indicazioni progettuali.

Per quanto attiene agli scavi si distinguono le seguenti principali tipologie di opere:

- scavi all'aperto, blocchi di ancoraggio, fondazioni torri e fermate di metropolitane in stazione;
- gallerie naturali autostradali e ferroviarie con scavo tradizionale;
- gallerie naturali a singolo binario con scavo meccanizzato;
- gallerie artificiali.

I materiali che si originano dagli scavi per la realizzazione delle suddette opere si possono pertanto raggruppare nelle seguenti tipologie:

- terre e rocce provenienti dagli scavi all'aperto;
- terre e rocce provenienti dagli scavi in sotterraneo eseguiti in tradizionale;
- terre e rocce provenienti da scavi meccanizzati in sotterraneo eseguiti con TBM;
- materiali fini derivanti dal processo di classificazione e lavaggio degli inerti per calcestruzzi e delle sabbie per il ripascimento;
- materiali derivanti da scavi di opere di consolidamento (diaframmi, jet grouting);
- reflui da trattamento delle acque di lavaggio e da filtopresse ovvero fanghi;
- materiali provenienti da demolizioni di manufatti (macerie);
- scotico superficiale ovvero strato vegetale.

- Aggiornamento dei siti di ripascimento**

In sede di progettazione definitiva e in ordine alla possibilità di reimpiego dei materiali di scavo provenienti dalle opere di collegamento al Ponte per il ripascimento di tratti di costa, sono state definite le seguenti località: Valdina; Spadafora; Rometta; Villafranca Tirrena; Ortoliuzzo; Rodia - Giudeo; Calamona - Giudeo; Calamona - Rosocolmo; Spartà; Mezzana - Tono; Tono - Casabianca; Sant'Alessio Siculo

- Rilievo topo-batimetrico integrato e ambientale dei siti di oggetto di ripascimento**

Il rilievo di dettaglio integrato terra-mare SAPR-MBES (drone aereo + multi beam echo sounder) sarà così strutturato:

- Rilievo topografico aree emerse.**  
Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo, pianificazione ed esecuzione del volo, elaborazione dati fotogrammetrici, creazione modello digitale ed estrazione nuvola di punti
- Rilievo batimetrico aree sommerse.**  
Sistema di posizionamento superficiale e piattaforma inerziale, Sistema MultiBeam e choSounders (MBES), Sistema Autonomo di Superficie (ASV).
- Rilievo SBP (sub-bottom profiler) dei fondali di progetto.**
- Rilievo SSS (side-scan sonar) dei fondali di progetto e implementazione della mappatura delle biocenosi costiere.**
- Rilievo ROV (remote-operate vehicle) dei fondali di progetto con esecuzione di video-transetti (per verifica visiva mappatura biocenosi).**
- Prelievi di campioni di benthos e relative analisi di laboratorio per la caratterizzazione ambientale delle biocenosi costiere.**
- Caratterizzazione chimico-fisica della colonna d'acqua.**

- **Piano di caratterizzazione ambientale dei materiali da ripascimento da effettuarsi in sede di progettazione esecutiva**

- **Aspetti normativi**

La natura dell'intervento è riconducibile al riutilizzo di terre e rocce da scavo, da qualificare come sottoprodotto, e pertanto il contesto normativo di riferimento è il seguente:

- D.Lgs. 03/04/2006, n. 152 e s.m.i.: "Norme in materia ambientale"; con particolare riferimento all'art. 184-bis;
- D.P.R. 13/06/2017 n. 120: "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), 2019 - "Linee Guida (LG) sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo di terre e rocce da scavo (TRS)".

Inoltre, poiché tali terre e rocce dovranno essere riutilizzate ai fini di ripascimento, dovrà altresì essere verificata l'ulteriore normativa di settore:

- D.M. 15/07/2016 n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini"
- ISPRA - Manuali e Linee Guida, 2017 - "Aspetti metodologici finalizzati all'applicazione dei saggi biologici previsti dall'allegato tecnico al D.M.173/16: Protocollo per la preparazione dell'elutriato. Quaderni di Ecotossicologia";
- Analisi comparativa dei siti di provenienza e dei siti di destinazione dei materiali da ripascimento**  
In base a quanto indicato dal Progetto Definitivo, il materiale destinato a ripascimento proverrà da una parte degli scavi e dallo smarino di gallerie; in particolare si era previsto il riutilizzo di un quantitativo di ca. 3.000.000 m<sup>3</sup> di terreni sabbiosi provenienti dagli scavi del blocco di ancoraggio (394.000 m<sup>3</sup>), dalle fondazioni del pilone (268.000 m<sup>3</sup>) e del viadotto Pantano (95.800 m<sup>3</sup>) e, soprattutto, dagli scavi all'aperto in corrispondenza della futura barriera di controllo del traffico (1.700.000 m<sup>3</sup>) e del tratto compreso tra le gallerie Faro e Balena (587.200 m<sup>3</sup>). Tali materiali, secondo il PD2012, andrebbero riutilizzati ai fini di ripascimento in un tratto di litorale compreso tra i Comuni di Monforte Sangiorgio e Saponara per uno sviluppo complessivo di circa 11 Km, una volta terminate le opere di presidio e difesa costiera. L'avanzamento di spiaggia previsto è pari a 40 m. Dovranno quindi essere condotte le indagini di caratterizzazione sia dell'area di escavo che di quella di ripascimento, al fine di verificare i requisiti di qualità previsti dal par. 3.1.2 dell'allegato del DM 173/16.
- Approccio metodologico per l'elaborazione del Piano di Caratterizzazione Ambientale dei materiali da ripascimento**  
Disegni di campionamento, analisi di laboratorio (analisi chimiche, analisi fisiche, analisi ecotossicologiche, analisi microbiologiche):

Tabella 3.1 Set chimico-analitico

Parametri chimici obbligatori	Specifiche	Limite di quantificazione
Metalli e metalloidi	As, Cd, Co, Cr <sub>tot</sub> , Cr <sup>VI</sup> , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	0,03 mg/kg (Cd e Hg); 1 mg/kg (altri)
Idrocarburi Policiclici Aromatici	Acenafilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria	1 □g/kg
Idrocarburi C>12		5 mg/kg
Pesticidi Organoclorurati	Clordano, Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-HCH, β-HCH, γ-HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido	0,1 □g/kg
Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria	0,1 □g/kg
Composti organostannici	Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro sommatoria	1 □g/kg
Carbonio organico totale		0,1 %
Altri parametri	BTEXS, amianto	
<b>Parametri chimici aggiuntivi</b>		
da eseguirsi solamente nei campioni in cui il valore del parametro idrocarburi C>12 risulta superiore a 100 mg/kg		
Sommatoria T.E., PCDD, PCDF (Diossine e Furani) e PCB (Diossina simili)	Elenco di cui alle note della tabella 3/A di cui al D.lgs 172/2015	D.lgs. 172/2015

- **Metodologia di progettazione integrata degli interventi di ripascimento e delle relative opere di stabilizzazione**

- **Aspetti normativi**

La normativa da considerare nella progettazione degli interventi di ripascimento può essere suddivisa in due tipologie: le norme di natura cogente, e in quanto tali di obbligata applicazione, e le norme di natura non cogente, quali linee-guida, best practices etc. che, seppur non di obbligata applicazione, si ritiene di dover tenere in debita considerazione al fine di elaborare una progettazione allo stato dell'arte.

- Normativa cogente:

- D.M. n. 152 del 27 settembre 2022 - "Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152"
- C.S.LL.PP., Circolare n. 7 del 21-01-2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018";

- D.M. Ministero Infrastrutture del 17-01-2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
  - L.R. 21 dicembre 2005, n. 17 della Regione Calabria. "Norme per l'esercizio della delega di funzioni amministrative sulle aree del demanio marittimo".D.P.R. 13/06/2017 n. 120. "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"
  - D.M. 15/07/2016 n. 173. "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini"
  - D.Lgs. 03/04/2006, n. 152 e s.m.i. - "Norme in materia ambientale";
  - UNI EN 1997-1:2005 - "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Regole generali";
  - UNI EN 1998-5:2005 - "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"Ministero dei LL.PP. - CSSLPP e Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1996 - "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime".
- b) Normativa non cogente:
- Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), 2019 - "Linee Guida (LG) sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo di terre e rocce da scavo (TRS)"
  - Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera (TNEC - MATTM-Regioni, con il coordinamento tecnico di ISPRA), 2018 - "Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Versione 2018";
  - ISPRA - Manuali e Linee Guida, 2017 - "La modellistica matematica nella valutazione degli aspetti fisici legati alla movimentazione dei sedimenti in aree marino-costiere";
  - ISPRA - Manuali e Linee Guida, 2017 - "Aspetti metodologici finalizzati all'applicazione dei saggi biologici previsti dall'allegato tecnico al D.M.173/16: Protocollo per la preparazione dell'elutriato. Quaderni di Ecotossicologia";
  - Danish Hydraulic Institute (DHI), 2017 - "Shoreline Management Guidelines";
  - CIRIA-CUR-CETMEF-C683, 2007 - "The Rock Manual. The use of Rock in hydraulic engineering (2nd edition)";
  - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT), 2007 - "Atlante delle opere di sistemazione costiera"
  - Associazione Geotecnica Italiana (AGI), 2005 - "Linee Guida agli aspetti geotecnici della progettazione in zone sismiche"
  - U.S. Army Corps of Engineers (USACE), 2007 - "Coastal Engineering Manual".
- Costituisce fattore fondamentale per lo sviluppo progettuale la valutazione accurata del fenomeno del *Sea Level Rise* – ossia l'innalzamento progressivo del livello marino – la cui tematica trova sempre più spazio all'interno delle attività di progettazione e in special modo per infrastrutture di opere portuali e marittime e di difesa costiera, tra cui interventi di ripascimento e relative opere di stabilizzazione

- **Studio di dettaglio delle Unità Fisiografiche di ricadenza dei litorali oggetto di ripascimento**

Metodologia da attuare:

- Definizione topo-batimetrica dell'Unità Fisiografica di appartenenza di ciascun litorale oggetto di ripascimento
- Analisi dei contenuti e delle previsioni del PAI Coste per l'U.F. di appartenenza
- Analisi delle previsioni del PRCEC (Piano Regionale Contro l'Erosione Costiera, apprezzato con D.G.R. n. 290/2020) in merito ai litorali di progetto
- Analisi storica delle linee di riva dell'U.F. e identificazione dei tratti in erosione e dei tratti in avanzamento su base cartografica
- Caratterizzazione meteo-marina dell'Unità Fisiografica di appartenenza di ciascun litorale oggetto di ripascimento
- Caratterizzazione idraulico-marittima dei litorali oggetto di ripascimento
- Modellazione numerica della dispersione e trasporto dei sedimenti anche a grandi distanze dai siti di conferimento

Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero



Identificazione dell'Unità Fisiografica 1, primo tratto

Risultati Ricerca				
RISCHIO BENI ESPOSTI	UNITA FISIOGRAFICHE	VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1960 2012		
		VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1994 2012		VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1960 1994
Record trovati: 12				
OBJECTID	REGIONE	TIPO	AREA	LUNGHEZZA
6984	SICILIA	avanzamento 94_12	1278	178
6985	SICILIA	avanzamento 94_12	310	75
6988	SICILIA	avanzamento 94_12	8332	372
6991	SICILIA	avanzamento 94_12	3855	716
6992	SICILIA	avanzamento 94_12	1749	326
6993	SICILIA	avanzamento 94_12	945	197
6994	SICILIA	avanzamento 94_12	20196	696
7342	SICILIA	arretramento 94_12	18168	1234
7343	SICILIA	arretramento 94_12	741	128
7345	SICILIA	arretramento 94_12	850	76
7346	SICILIA	arretramento 94_12	4118	218
7347	SICILIA	arretramento 94_12	1082	161

Risultati Ricerca				
RISCHIO BENI ESPOSTI	UNITA FISIOGRAFICHE	VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1960 2012		
		VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1994 2012		VARIAZIONI LINEA DI COSTA > VARIAZIONE 1960 1994
Record trovati: 6				
OBJECTID	REGIONE	AREA	LUNGHEZZA	TIPO
2908	SICILIA	24510	1552	arretramento 60_94
2909	SICILIA	5155	254	arretramento 60_94
3948	SICILIA	4538	258	avanzamento 60_94
3949	SICILIA	9974	793	avanzamento 60_94
3950	SICILIA	140926	2951	avanzamento 60_94
3951	SICILIA	5735	418	avanzamento 60_94

Figura 3.1 Identificazione dell'UF 1, con particolare del primo tratto di costa)

Figura 3.2 Valori delle elaborazioni eseguite su base regionale per i periodi di riferimento: 1960- 1994, 1994- 2012, 1960- 2012. UF 1, con particolare del primo tratto di costa

- o **Progettazione concettuale degli interventi di ripascimento, delle relative opere di stabilizzazione e delle modalità realizzative**  
**Metodologia da attuare:**
  - definizione aree di intervento per la realizzazione dei ripascimenti: spiaggia emersa, spiaggia sommersa;
  - possibili tipologie di intervento: opere morbide e le opere rigide (ripascimenti, difese radenti, pennelli, barriere frangiflutti, difese a celle, dune armate, secche sommerse);
  - Considerazioni generali sulla applicabilità delle diverse tipologie di intervento

TIPOLOGIA	CONSIDERAZIONI SINTETICHE	IMPATTO SOTTOFLUTTO	COSTI DI REALIZZAZIONE	COSTI DI MANUTENZIONE
RIPASCIMENTO	idoneo, con lo scopo di compensare il deficit sedimentario	positivo	medio	medio
DIFESA RADENTE	idoneità condizionata alla locale perdita definitiva della spiaggia emersa	negativo	alto	basso
PENNELLI	idoneità condizionata alla garanzia di parziale bypass e ad interventi compensativi con ripascimento sottoflutto	negativo, compensabile	alto	medio
BARRIERE	idoneità condizionata alla garanzia di parziale bypass e ad interventi compensativi con ripascimento sottoflutto	negativo, compensabile	alto	medio
DIFESA A CELLE	non idoneo	pesantemente negativo	molto alto	medio
DUNA ARMATA	idoneo, con il solo scopo di aumentare la resilienza della spiaggia	positivo	medio	basso
SECHE SOMMERSE	idoneità condizionata all'esecuzione di modesti interventi compensativi con ripascimento sottoflutto	negativo, compensabile	molto alto	basso

Figura 3.3 Considerazioni generali sull'applicabilità delle diverse tipologie di difesa all'area di studio

- o **Piano di Monitoraggio Ambientale degli interventi di ripascimento**  
Si prevede l'aggiornamento del Piano di Monitoraggio Ambientale – in ottemperanza alla prescrizione del CTVA *Estensione del periodo di monitoraggio post operam ad una durata di 5 anni – ante, durante, post operam* degli interventi di ripascimento in funzione della normativa vigente e delle Componenti Ambientali coinvolte, la durata del monitoraggio *post operam* sarà ridefinita ed estesa a 5 anni (come richiesto) per le CA significative. Inoltre, il PMA potrà o meno essere integrato nel PMA generale in sede di Progettazione Esecutiva.
- o **Programmazione temporale dei lavori e individuazione degli interventi limitativi degli impatti a carico della popolazione.**  
Il Progetto Esecutivo dei Ripascimenti – in ottemperanza alla prescrizione del CTVA *Programmazione temporale dei lavori e individuazione degli interventi limitativi degli impatti a carico della popolazione* - sarà corredato da apposito specifico Cronoprogramma dei Lavori (ovviamente connesso al Cronoprogramma Generale dei Lavori

Ambiente marino costiero – Ripascimento costiero

del Ponte). Il P.E.R. prevederà adeguati accorgimenti operativi tesi a minimizzare gli impatti a carico della popolazione connessi con la realizzazione dei ripascimenti

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

**P.PRO-011 Ambiente Marino Costiero – Realizzazione pennelli e scogliere**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAS020

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MIBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Valutazione ed eventuale idoneità progettuale della realizzazione dei pennelli trasversali.

**Obiettivi della prescrizione:**

Studi e approfondimento degli aspetti relativi alle interazioni delle opere previste con la dinamica costiera

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

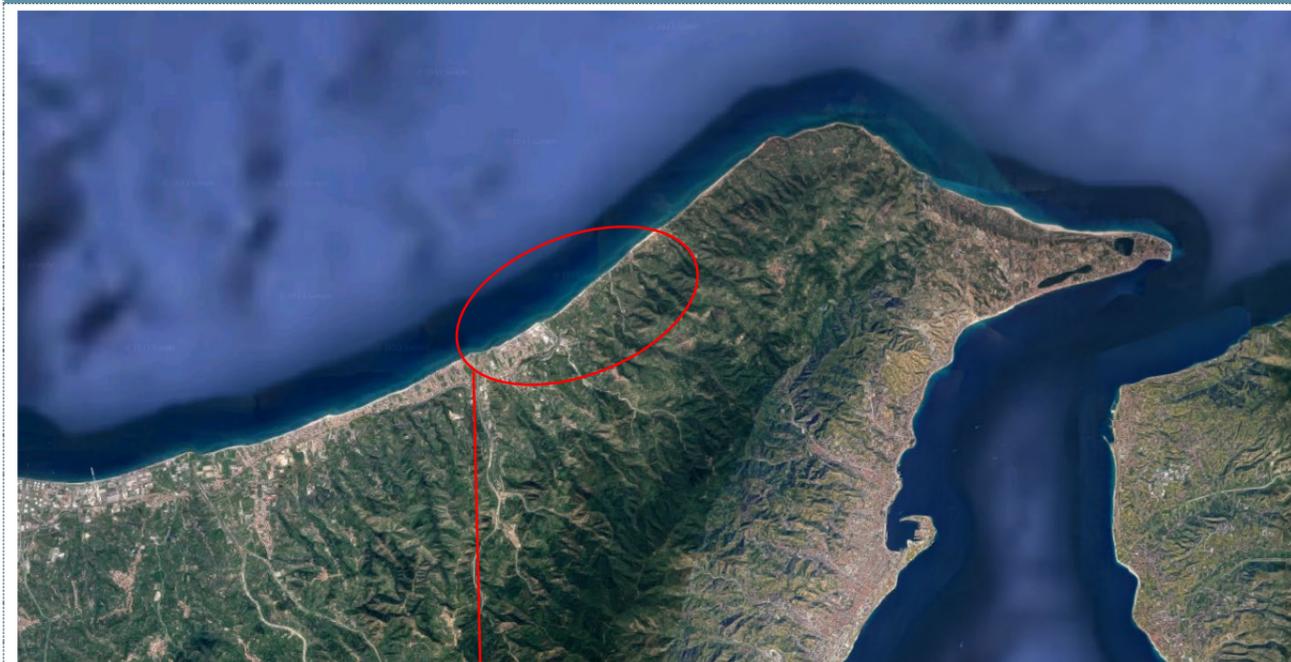
Attività di studio e modellazione numerica da eseguire in fase di PE con l'obiettivo di prevedere un eventuale ottimizzazione delle opere di stabilizzazione, valutando l'opportunità di inserire pennelli trasversali in aggiunta o in alternativa alla soluzione prevista nel PD.

Per ulteriori approfondimenti vedasi anche documento CZR 1158 - *Ambiente marino costiero: ripascimenti, scogliere, pennelli, dinamica del litorale e trasporto sedimenti*

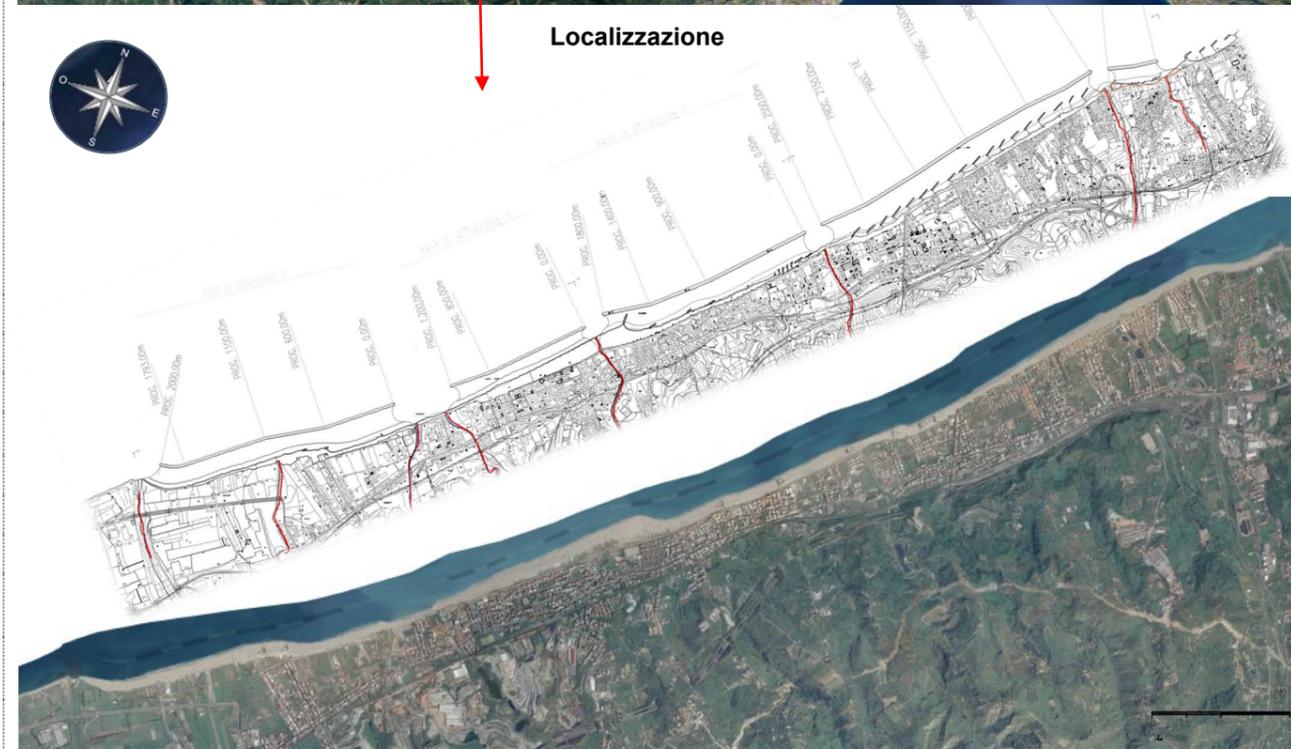
**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>	AMV00069 – CZV0921	CZV1007 – CZV1042 – CZV1152
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>	Par. § 3.5.1.3.2	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>	Elab. CZR1158 AMBIENTE MARINO COSTIERO: RIPASCIMENTI, SCOGLIERE, PENNELLI, DINAMICA DEL LITORALE E TRASPORTO DEI SEDIMENTI)	

**Localizzazione**



**Localizzazione**



**Stralci planimetrici – Simulazione opere di progetto**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.PRO-011	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

Ambiente marino costiero – Realizzazione pennelli e scogliere

**1. Verifica e ottimizzazione delle soluzioni progettuali previste in sede di progettazione definitiva**

Le attività di studio e modellazione numerica descritte in dettaglio all'interno della scheda tematica P.PRO-010 e anche al paragrafo 3.4.2.4.1. relativi all'*Ambiente marino costiero - Ripascimento costiero* (Relazione del Progettista) si pongono l'obiettivo, tra gli altri, proprio di verificare l'efficacia della soluzione progettuale prevista nell'ambito del Progetto Definitivo (ripascimento strutturale protetto da una scogliera sommersa lunga circa 8 km con numerosi varchi in corrispondenza delle foci dei torrenti) prevedendone un'eventuale ottimizzazione.

La necessità di prevedere eventuali opere di stabilizzazione (scogliere, pennelli, etc..) sarà verificata in sede di pre-progettazione del PE. Le modalità di identificazione della topologia di tali opere scaturisce da una **progettazione concettuale** (layout e refluenze di tipo idraulico-marittimo tramite apposita modellistica morfologica) e **specificata** (stabilità globale, stabilità idraulica, stabilità geotecnica, sismica, etc.).

In particolare, l'opportunità dell'inserimento di pennelli trasversali (ad oggi previsti esclusivamente come opere temporanee per la cantierizzazione dell'opera longitudinale) potrà essere valutata in aggiunta o in alternativa alla soluzione prevista, qualora le verifiche di settore dovessero evidenziare particolari criticità nella stabilizzazione dell'arenile.

**2. Modellazione numerica finalizzata alla quantificazione del ricambio idrico**

La soluzione ottimizzata sarà infine verificata mediante l'implementazione di un ulteriore modello numerico (**MIKE 21 AD di DHI**) finalizzato alla quantificazione del ricambio idrico, aspetto particolarmente delicato in caso di opere trasversali a costa che possano ridurre l'idrodinamismo nella porzione di spiaggia compresa tra la battigia e l'opera stessa.  
Per una trattazione più dettagliata, si rimanda al paragrafo *Modellazione numerica della dispersione e trasporto dei sedimenti anche a grandi distanze dai siti di conferimento* della Relazione del Progettista.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

P.PRO-012 Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione  
 Fase di esercizio  
 Monitoraggio  
 Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- VIAC027

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

Parere MIBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Oggetto della prescrizione:

Assenza dello studio dell'evoluzione della linea di costa e del calcolo del trasporto solido.

Obiettivi della prescrizione:

Esecuzione di uno studio della dinamica del litorale mediante utilizzo di modelli di previsione del trasporto solido e della variazione della linea di costa in assenza e in presenza dell'opera, sia nell'area di realizzazione del pontile che nelle aree limitrofe

Descrizione dell'azione prescrittiva

In fase di PE verranno eseguite le seguenti attività: rilievo topo-batimetrico nell'area di ricadenza dei pontili e delle relative aree limitrofe significative; prelievi di sedimenti al fine di caratterizzare il litorale dal punto di vista granulometrico e utilizzo del modulo MIKE 21 ST; implementazione di specifico sistema modellistico integrato per la valutazione degli effetti della realizzazione dei pontili.

Per ulteriori approfondimenti vedasi anche documento CZR 1158 - *Ambiente marino costiero: ripascimenti, scogliere, pennelli, dinamica del litorale e trasporto sedimenti*

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	AMV0243	
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista	Par. § 3.5.1.3.3	
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro	Elab. CZR1158 AMBIENTE MARINO COSTIERO: RIPASCIMENTI, SCOGLIERE, PENNELLI, DINAMICA DEL LITORALE E TRASPORTO DEI SEDIMENTI)	

Localizzazione



Localizzazione litorali

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

**1. Premessa metodologica**

Di seguito si caratterizzano i siti di Ganzirri e Cannitello, sede dei futuri pontili che permetteranno la movimentazione via mare dei conci prefabbricati che costituiranno le torri.

L'obiettivo è quello di delineare la metodologia di intervento della fase di Progetto Esecutivo, in quanto le analisi ed i rilievi corrispondono alla fase di progetto definitivo del 2012.

**2. Analisi descrittiva dello stato di fatto delle aree potenzialmente influenzate dalla realizzazione dei Pontili**

La fascia costiera, nella quale ricade Ganzirri, è delimitata nell'immediato retroterra dai versanti spesso molto ripidi interrotti da spazi collinari ridotti che, nelle zone più acclivi, possono anche non essere presenti. In generale, in questo settore le fasce pedemontane e collinari si sviluppano, a varie quote, secondo superfici variamente estese sub-pianeggianti degradanti che conferiscono ai versanti una struttura a gradinate

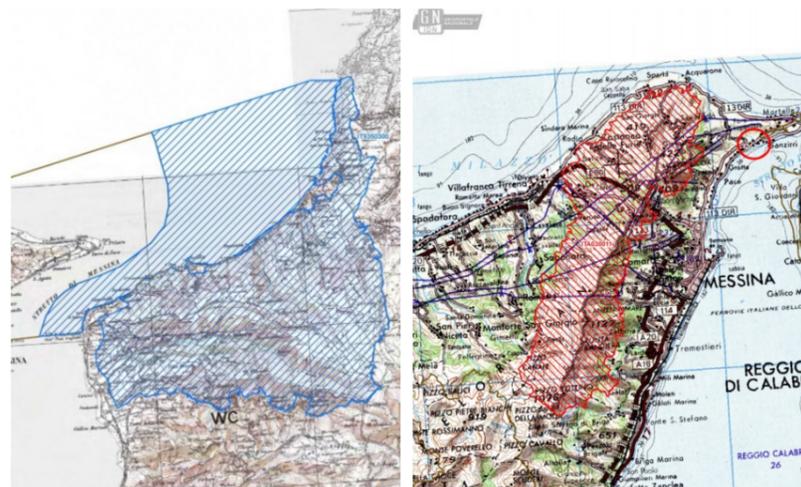


Figure 1 e 2 Rete Natura 2000 sito di Cannitello (a sinistra) e di Ganzirri (a destra)

Ganzirri ricade nell'area della "Rete Natura 2000", come area ZPS ITA030042 "Monti Peloritani, Dorsale Curcuraci, Antennamare e Area Marina dello Stretto di Messina".

Il paraggio di Cannitello ricade all'interno dell'area denominata "Costa Viola", appartenente al territorio della Città Metropolitana di Reggio Calabria, che si estende dal territorio comunale di Villa San Giovanni fino a quello di Palmi. L'intera "Costa Viola" è caratterizzata da una percentuale elevata di costa alta e rocciosa, con fondali di pendenza molto elevata, arricchita dalla presenza di spiagge sabbiose o ghiaiose che si insinuano all'interno dei costoni rocciosi anzidetti, caratterizzando fortemente il tratto costiero. Si sottolinea che il territorio comunale ha una forte valenza paesaggistica ed ambientale, in quanto è caratterizzato dalla presenza di siti naturalistici facenti parte della Rete Natura 2000: SIC IT9350172 "Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi" e ZPS IT9350300 "Costa Viola".

Lo stato di fatto dell'area ricadente nei due paraggi, può essere dedotto da studi pregressi riferiti al progetto definitivo (2012). Essi mostrano che il terreno è costituito da depositi della piana costiera e ghiaie di Messina. Dal lato siciliano il fondale marino è meno ripido rispetto al lato calabrese e la coltre di depositi superficiali appare di potenza inferiore.

Non risultano indagini a mare in corrispondenza delle future aree di costruzione dei pontili, a tal proposito non è possibile dedurre la profondità di transizione tra i vari strati e soprattutto quella del substrato roccioso. Ne consegue che, per entrambi i siti dovrà essere predisposta una campagna di indagini geognostiche e geofisiche ad hoc, che preveda prove specifiche per la caratterizzazione dei terreni in sito. Viste le conoscenze pregresse si stima che le prove possano consistere in: Prove SPT e di laboratorio sui terreni di fondale e ad altre prove necessarie per caratterizzare l'ammasso roccioso costituente il substrato (compressione semplice uniassiale, prove di trazione indiretta, Point Load Test, ecc.), nonché qualora possibile, l'esecuzione di prove sismiche al fine di indagare la potenziale liquefacibilità dei terreni superficiali e l'esatta profondità del *bedrock* lungo l'intero sviluppo delle nuove opere.

**3. Esecuzione rilievo topo-batimetrico di dettaglio delle aree di realizzazione dei Pontili**

Al 2012 risultano indagini morfo-batimetriche eseguite con ecoscandaglio *Multibeam* fino alla batimetrica -10 m. Si predisporrà l'esecuzione dei rilievi topo - batimetrici dell'area di ricadenza sia del Pontile di Cannitello che dei Pontili di Ganzirri e delle relative aree limitrofe significative per la valutazione degli effetti litoralistici dei pontili stessi.

**4. Esecuzione di prelievi di sedimenti lungo le aree rilevate per la caratterizzazione granulometrica dei litorali**

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

L'esecuzione di prelievi di sedimenti è utile al fine di caratterizzare il litorale dal punto di vista granulometrico (la granulometria è uno dei dati di input del modello di evoluzione della linea di riva).

Per tale scopo viene impiegato il modulo *MIKE 21 ST* (Sand Transport). Il modello, una volta introdotte le caratteristiche dei sedimenti in termini di granulometria media (d50) e di variabilità del fuso (*sediment grading*) è in grado di fornire la distribuzione della capacità di trasporto nel dominio di calcolo in termini di trasporto combinato della componente longitudinale (*long-shore*) e trasversale (*cross-shore*). Il modello viene forzato dai campi di altezza e periodo d'onda, ottenuti attraverso l'applicazione del modello *MIKE 21 SW* e dai campi di corrente litoranea, ottenuti attraverso l'applicazione del modello idrodinamico *MIKE 21 HD*.

Le attività permetteranno, anche attraverso opportune analisi di sensibilità, di quantificare la dipendenza attesa del sistema costiero dagli apporti solidi fluviali, di identificare i tratti di costa potenzialmente critici ed, eventualmente, di proporre le necessarie mitigazioni.

La società DHI, permette l'utilizzo di modelli più semplificati come *LITPACK*, modello ad una linea la cui versatilità permette, tra l'altro l'individuazione delle onde che maggiormente contribuiscono al bilancio del trasporto sedimentario annuo (utile ai fini della determinazione degli scenari da simulare con i modelli 2D di dettaglio) ed una valutazione rapida della cosiddetta orientazione di equilibrio locale della linea di costa, di grande utilità a supporto degli interventi di ripascimento, in modo da orientare quanto più possibile la nuova spiaggia verso una configurazione stabile già in partenza.

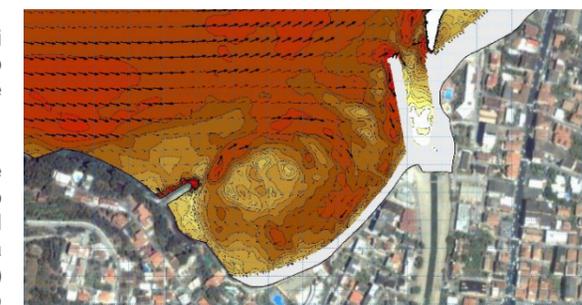


Figura 3 Esempio di risultati del modello di trasporto MIKE 21 ST. Distribuzione delle capacità di trasporto con indicazione vettoriale delle direzioni del flusso.

**5. Implementazione di specifico sistema modellistico integrato per la valutazione degli effetti della realizzazione dei pontili**

Gli eventuali effetti della realizzazione del pontile di supporto ai mezzi navali lato Calabria – zona Cannitello verranno opportunamente testati mediante la predisposizione di uno specifico sistema modellistico integrato. In particolare, verrà implementato un modello bidimensionale di onda e corrente (*MIKE 21 SW+HD*) e saranno predisposte simulazioni in riferimento ad una serie di condizioni d'onda rappresentative, in assenza e presenza del pontile. Qualora la distribuzione del moto ondoso e/o delle correnti dovesse risultare impattata in misura non trascurabile dalla presenza delle opere di fondazione della struttura, il modello di evoluzione della linea di riva sarà implementato localmente anche in riferimento alla configurazione di presenza del pontile, al fine di quantificare gli effetti dell'opera sulle dinamiche di trasporto sedimentario sopraflutto e sottoflutto.

**CARATTERIZZAZIONE METEO-MARINA DEI LITORALI OGGETTO DI STUDIO**

I dati batimetrici sono disponibili nella cartografia nautica digitale a livello globale, che ricomprende tutte le carte alle differenti scale spaziali oggi disponibili. Il database (*CMAP*) è continuamente aggiornato e integra nuove carte non appena queste vengono rese disponibili dagli uffici idrografici dei vari paesi. L'applicativo che permette di accedere al database è tuttavia vincolato ad un utilizzo dei dati in ambito modellistico numerico (i dati sono criptati) e le mappe non possono essere esportate per un utilizzo diverso.

Il regime di corrente nello Stretto di Messina è ampiamente studiato ma non sono presenti, a conoscenza degli scriventi, reti di monitoraggio fisse (ADCP o simile) in grado di fornire lunghe serie storiche di dati osservati.

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

Tra le pubblicazioni più recenti e complete sulla circolazione nello Stretto di Messina vi è senz'altro il paper "Hydrodynamic modeling of coastal seas: the role of tidal dynamics in the Messina Strait, Western Mediterranean Sea" (Cucco et al., 2016), che oltre a contenere un'analisi dettagliata della genesi della circolazione dello Stretto, riporta i risultati di un'applicazione modellistica 3D in riferimento all'intensità e direzione della corrente nelle varie zone dello Stretto, sia per effetto della marea astronomica, sia per effetto della residua circolazione termalina (funzione delle variazioni di temperatura e salinità). I database del Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) contiene oltre 30 anni di dati modellati (3D) della circolazione dei mari europei, ivi compreso il Mar Mediterraneo tuttavia la sua risoluzione spaziale (circa 4 km) non lo rende adeguato per quantificare le correnti alle diverse profondità in corrispondenza dello Stretto di Messina.

Tra i modelli idrodinamici ad alta risoluzione dello Stretto di Messina, si ha quello bidimensionale (fonte DHI) che, è particolarmente utile per la quantificazione delle correnti di marea. La proprietà del sistema modellistico contiene anche un database delle condizioni d'onda nello Stretto in quanto già predisposto per il Comune di Messina nella risoluzione di altri progetti.

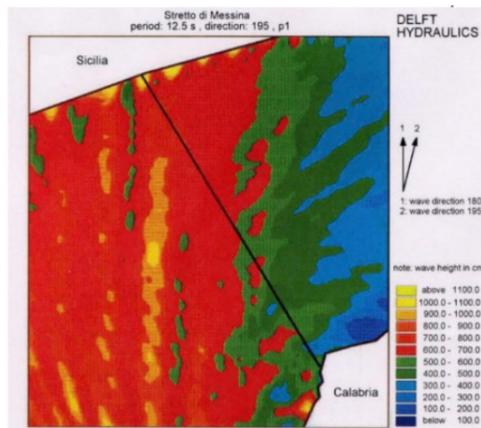


Figura 4 Distribuzione delle altezze d'onda nello Stretto di Messina

CARATTERIZZAZIONE METEO-MARINA DEI LITORALI POTENZIALMENTE INFLUENZATI DALLA REALIZZAZIONE DEL PONTILE DI CANNITELLO

La caratterizzazione meteo - marina del paraggio di Cannitello risulta essere già effettuata al 2012 (sede di progetto definitivo). Per la costa antistante la torre Cannitello è stato individuato un settore di traversia complessivo compreso tra le visuali 255°N (Punta Pezzo) e 65°N (costa calabrese limitrofa) suddivisibile in due settori di traversia. Un settore di traversia, secondario, è compreso tra le visuali 255°N (Punta Pezzo) e 10°N (Punta Sottile) con fetches geografici variabili da 3 a 6 km. Il secondo settore di traversia, principale, è compreso tra le visuali 10°N (Punta Sottile) e 65°N (costa calabrese limitrofa) con fetches geografici variabili da 15 a 140 km.

Utilizzando i dati ondometrici osservati da navi in transito nel Tirreno sudorientale nel periodo compreso tra il 1949 ed il 1988 raccolti ed elaborati dal MET-OFFICE di Bracknell (U.K.) si ha che per la direzione di provenienza 20°N, per  $T_r = 50$  anni,  $H_s = 4,19$  m ( $T_s = 8,46$  s) e, per  $T_r = 200$  anni,  $H_s = 5,40$  m ( $T_s = 9,64$  s). Tale onda arriva sull'opera subendo effetti solo rifrattivi e deve essere confrontata con quella, ben più intensa al largo, proveniente da Maestrale (290°N) per la quale è individuabile per  $T_r = 50$  anni  $H_s = 7,32$  m ( $T_s = 11,27$  s), e per  $T_r = 200$  anni, un  $H_s = 9,19$  m ( $T_s = 12,67$  s), che però poi subisce cospicui effetti diffrattivi su Capo Peloro - Punta Sottile prima di giungere sull'area di Cannitello ( $K_d$  circa = 0,11). Sarà solo nelle successive fasi progettuali e di studio che, scaturirà l'altezza d'onda di progetto delle opere marittime previste.

CARATTERIZZAZIONE METEO-MARINA DEI LITORALI POTENZIALMENTE INFLUENZATI DALLA REALIZZAZIONE DEI PONTILI DI GANZIRRI

La caratterizzazione meteo - marina del paraggio di Ganzirri risulta essere già effettuata al 2012 (sede di progetto definitivo). Per la costa antistante la torre Ganzirri è stato individuato un settore di traversia complessivo compreso tra le visuali 75°N (Punta Sottile-Bagnara Calabria) e 205°N (costa siciliana vicino Messina) suddivisibile in due settori di traversia secondari che comprendono un settore principale.

Il primo settore di traversia secondario è compreso tra le visuali 75°N (Punta Sottile-Bagnara Calabria) e 180°N (Punta Pezzo) con fetches geografici variabili da 3 a 15 km. Il settore di traversia principale è compreso tra le visuali 180°N (Punta Pezzo-Golfo della Sirte) e 190°N (Penisola Ortigia-Siracusa-costa africana) con fetches geografici variabili da 620 a 720 km. Il secondo settore di traversia secondario è compreso tra le visuali 190°N (Penisola Ortigia-Siracusa) e 205°N (costa siciliana vicino Messina) con fetches geografici variabili da 9 a 130 km.

Utilizzando i dati ondometrici rilevati presso l'ondametro direzionale di Catania nel periodo compreso tra il Luglio 1989 ed il Novembre 2002 e sottoponendo la serie tronca di altezze d'onda superiori a 2,5 m di soglia comprese in un settore di provenienza di "Ostro" allargato (direzioni comprese tra 150°N e 205°N) all'elaborazione statistica mediante la funzione di distribuzione di Fuller-Coutagne si è ottenuto che, per  $T_r = 50$  anni,  $H_s = 4,80$  m ( $T_s = 8,42$  s,  $T_p = 10,70$  s) e, per  $T_r = 200$  anni,  $H_s = 5,47$  m ( $T_s = 8,76$  s,  $T_p = 11,14$  s). Tale fonda arriva sulle opere a Ganzirri, subendo poche o nulle riduzioni.

Sarà solo nelle successive fasi progettuali e di studio che, scaturirà l'altezza d'onda di progetto delle opere marittime previste.

**IMPLEMENTAZIONE DI APPOSITO MODELLO BIDIMENSIONALE DI ONDA E CORRENTE  
PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA REALIZZAZIONE DEI PONTILI**

Le fasi di studio mediante modello numerico sono sempre precedute da un'attività di raccolta e processamento di tutti i dati disponibili.

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

I dati di input comunemente necessari per la predisposizione di uno studio delle dinamiche del litorale finalizzato alla difesa della costa dall'erosione ed all'individuazione delle soluzioni ottimali di intervento si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

- **dati relativi all'evoluzione storica della linea di riva:** le immagini satellitari risultano un utilissimo strumento per la ricostruzione dell'andamento storico della linea di riva. La loro interpretazione, unita alla conoscenza della storia delle opere costiere eventualmente già presenti a difesa del litorale, permette indirettamente di sopperire all'eventuale assenza di campagne di misure relative alla correntometria ed al trasporto di sedimenti lungo la costa;
- **dati relativi al moto ondoso:** generalmente i dati relativi al clima ondoso al largo del sito in esame; sono ottenibili in forma di registrazioni dei principali parametri che caratterizzano l'onda (altezza significativa, periodo medio o di picco e direzione di provenienza), effettuate dagli ondometri. Tali informazioni non sono sempre reperibili con facilità. In caso di impossibilità di utilizzo dei dati di boa ondometrica, si procede generalmente acquisendo ed elaborando i dati provenienti da modelli d'onda globali (quello di Met-Office, per esempio), che forniscono fino a 20 anni di risultati dei loro modelli nel Mar Mediterraneo, a risoluzione spaziale di alcune decine di Km, in termini di altezza d'onda significativa, direzione media di provenienza e periodo associato
- **dati relativi alla batimetria del sito:** si riferiscono sia ai rilievi di dettaglio del fondo marino sottocosta (approssimativamente fino all'isobata -15), per cui necessario prevedere campagne di rilievo specifiche, preferibilmente con tecnologia *Multibeam*, sia ai rilievi relativi a profondità maggiori, di minor dettaglio ed ottenibili da carte nautiche o da database con informazioni digitalizzate delle stesse. A tal fine risulta molto utile fare riferimento al database CM-93 di C-MAP. CM-93 è un database globale di cartografia nautica digitale realizzato e costantemente aggiornato dalla società norvegese C-MAP.
- **dati relativi alle caratteristiche dei sedimenti:** fanno riferimento alle informazioni sulla granulometria media e sulla varianza dei sedimenti costituenti sia le spiagge sia il fondale sottocosta del sito in esame e sono necessari indicativamente fino ad una profondità non inferiore ai 7-8 metri. Può risultare utile una caratterizzazione geomorfologica del fondale, resa possibile mediante comparazione tra il rilievo batimetrico, attraverso il quale è possibile individuare le caratteristiche forme di fondo, e le risultanze di una campagna di indagini geofisiche (*sub-bottom profiler*), attraverso le quali è possibile individuare la profondità del substrato roccioso e stimare la successione stratigrafica dei materiali costituenti il fondale. In particolare, i risultati di tali indagini risultano significativi qualora il substrato roccioso risulti poco profondo e quindi rilevante ai fini degli studi della dinamica di trasporto costiero. Partendo dai dati di clima ondoso al largo del sito in esame, *MIKE 21 SW (Spectral Waves)* permette la trasposizione del clima ondoso sottocosta, comprendendo le trasformazioni dell'onda per effetto di *shoaling*, rifrazione, attrito sul fondo ed eventualmente vento locale che spira sul dominio di calcolo contribuendo ad incrementare l'altezza d'onda in funzione dell'aumento del fetch. La possibilità offerta dalla maglia flessibile triangolare di aumentare la risoluzione della "mesh di calcolo" in corrispondenza della costa e/o di strutture, permette l'utilizzo del modulo *MIKE 21 SW* anche per studi di elevato dettaglio, in cui sia necessario ad esempio tenere conto dei fenomeni di diffrazione e riflessione semplice esercitati da strutture costiere. Durante la propagazione verso la costa l'onda subisce diverse trasformazioni; una delle trasformazioni più rilevanti ai fini della dinamica costiera è il processo di rifrazione: la rotazione del fronte d'onda che tende a disporsi parallelo alle isobate ed alla linea di costa è in grado di determinare l'insorgenza di sforzi di taglio al fondo (*radiation stress*). I gradienti dei *radiation stress*, massimi in corrispondenza del frangimento, sono i responsabili della generazione delle correnti litoranee. A parità di direzione di incidenza dell'onda, i gradienti di *radiation stress*, e quindi le correnti litoranee, sono tanto più elevati quanto maggiore è l'altezza d'onda al frangimento. A parità di altezza d'onda al frangimento, i gradienti di radiation stress, e quindi le correnti litoranee, sono tanto più elevati quanto maggiore è l'angolo di incidenza tra il fronte d'onda e le isobate. Per studiare in dettaglio i campi di corrente generati dall'azione del moto ondoso è possibile utilizzare il modulo idrodinamico *MIKE 21 HD (Hydrodynamics)*. Il modulo simula la distribuzione dei livelli idrici e dei flussi determinati dai gradienti di radiation stress, (od in alternativa dal vento e/o marea e/o portate fluviali). I risultati forniti sono rappresentati dalle variazioni spazio-temporali dei livelli idrici e dei campi di velocità.



Figura 5 Esempio di evoluzione storica della linea di riva (con linee colorate riferite alla posizione delle linee di riva ai diversi anni)

L'ultimo passo nelle applicazioni dei modelli bidimensionali di dettaglio è quello di determinare la capacità di trasporto di sedimenti nell'area in esame, in modo da verificare le possibili criticità (erosione od eccessiva sedimentazione) su tratti di costa liberi da strutture o caratterizzati dalla presenza di opere costiere (porti, pennelli, barriere).

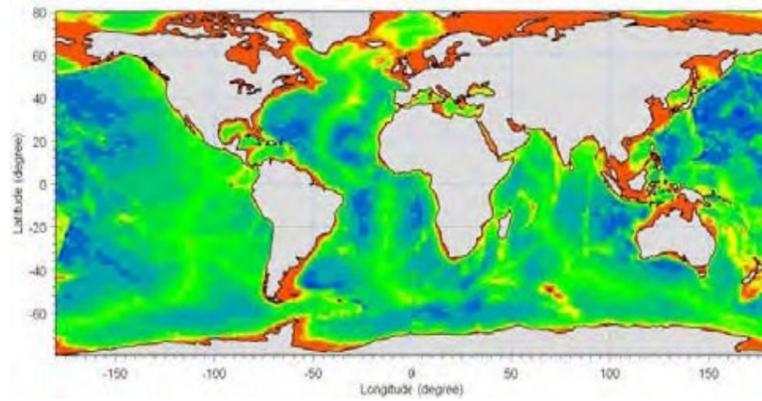


Figura 6 Esempio di evoluzione storica della linea di riva (con linee colorate riferite alla posizione delle linee di riva ai diversi anni)



Figura 7 Esempio di carta nautica digitale da C-MAP

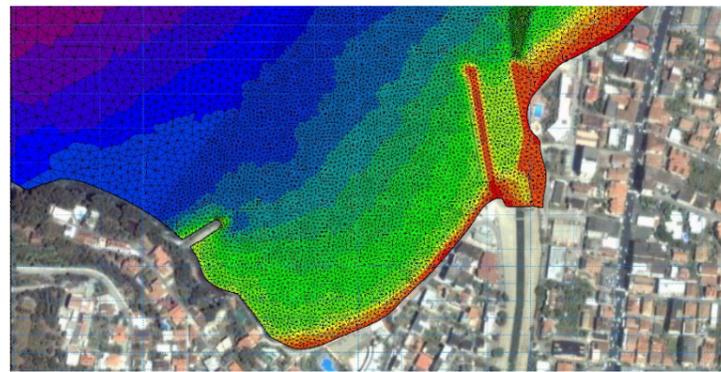


Figura 8 a lato Esempio di risultati del modello idrodinamico MIKE 21 HD. Distribuzione delle velocità di corrente con indicazione vettoriale delle direzioni del flusso.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

P.PRO-013 Trasporto Sedimenti – Studio Evoluzione Linea di Costa

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- VIAC029

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

Parere MIBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Oggetto della prescrizione:

Modifiche del trasporto solido dei sedimenti: studio evoluzione linea di costa

Obiettivi della prescrizione:

Elaborazione di uno studio dell'eventuale modifica nel trasporto solido dei sedimenti a mare per valutare il possibile impatto sulla morfo-dinamica costiera relativamente all'opera di compensazione A1: Sistemazione di tratti di corsi d'acqua.

Descrizione dell'azione prescrittiva

In fase di PE, verranno eseguite analisi, studi rilievi al fine di valutare i possibili seguenti eventuali interventi: riprofilatura e risagomatura del letto dell'alveo; ripristino della pendenza di equilibrio al fine di garantire un apporto solido costante alla foce; ripristino funzionamento idraulico degli elementi rigidi presenti lungo gli alvei.

Per ulteriori approfondimenti vedasi anche documento CZR 1158 - *Ambiente marino costiero: ripascimenti, scogliere, pennelli, dinamica del litorale e trasporto sedimenti*

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	AMV0243	
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista	Par. § 3.5.1.3.4	
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro	Elab. CZR1158 AMBIENTE MARINO COSTIERO: RIFASCIMENTI, SCOGLIERE, PENNELLI, DINAMICA DEL LITORALE E	

Localizzazione



Localizzazione litorali

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

**1. Analisi degli interventi di "Sistemazione di tratti di corsi d'acqua"**

Negli elaborati specialistici si riporteranno gli studi idrologici e gli studi di verifica idraulica avvalendosi degli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolar modo rispetto al P.A.I., Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana e Calabria (dicembre 2004 e successivi aggiornamenti).

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) costituisce un importante strumento conoscitivo, normativo e tecnico mediante il quale sono programmate e pianificate azioni, norme d'uso ed interventi riguardanti l'assetto idrogeologico. Il P.A.I. rappresenta, nel territorio della Regione Siciliana e della Regione Calabria, i livelli di pericolosità e rischio derivanti dal dissesto idrogeologico relativamente alla dinamica dei versanti, alla pericolosità geomorfologica, alla dinamica dei corsi d'acqua, alla pericolosità idraulica e d'inondazione.

Essi avranno il fine di determinare le caratteristiche idrauliche dei Torrenti che insistono nei litorali che saranno selezionati ai fini progettuali, e di verificarne le condizioni di deflusso a seguito delle previsioni progettuali che ne contemplano la pulizia e risagomatura dello stesso.

In generale, lo studio idrologico dovrà essere volto alla determinazione della portata al colmo di piena che transita in corrispondenza della sezione di chiusura per un assegnato tempo di ritorno. Esso riporterà le ipotesi statistiche, i dati e le procedure di calcolo utilizzate, la determinazione dei pluviogrammi di progetto e l'indicazione dei parametri scelti nell'equazione di possibilità pluviometrica adottata.

La stima della portata di piena per un assegnato tempo di ritorno può essere effettuata attraverso metodi diretti, elaborando cioè le misure di portata disponibili per il bacino in esame o per bacini idrologicamente simili, o metodi indiretti, facendo ricorso ad equazioni che permettono di ottenere la sola portata al colmo (formule empiriche, formula razionale) o a modelli di trasformazione afflussi-deflussi che individuano l'idrogramma di piena corrispondente ad un evento meteorico di assegnata durata e tempo di ritorno.

I tempi di ritorno considerati nel presente studio idrologico sono di 5, 50, 100, 200 e 300 anni e la trattazione che segue può essere sinteticamente riassunta nelle seguenti fasi:

- costruzione della curva di probabilità pluviometrica;
- modellazione delle perdite idrologiche e determinazione della pioggia netta;
- modellazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura del bacino e determinazione della portata al colmo di piena per assegnata frequenza.

Lo studio idraulico, partendo dai risultati ottenuti nell'ambito dello studio idrologico dei bacini imbriferi e da un rilievo di dettaglio effettuato in loco, dovrà avere lo scopo di verificare che nelle zone limitrofe all'intervento previsto in progetto non vi siano eventuali problematiche idrauliche.

Tale studio comprende dunque l'analisi degli elementi naturali e artificiali del reticolo idrografico (fiumi, torrenti) a scala di bacino idrografico ed ha il fine di verificare le condizioni di deflusso dopo la sistemazione e la pulizia dei tratti di alveo interessati.

Gli interventi possibili a valle degli studi sopra descritti possono essere:

- riprofilatura e risagomatura del letto dell'alveo.
- ripristino della pendenza di equilibrio al fine di garantire un apporto solido costante alla foce.
- ripristino funzionamento idraulico degli elementi rigidi presenti lungo gli alvei (fossi, canali, traverse, briglie, casse d'espansione, vasche, invasi, dighe, attraversamenti, ponti, ecc.)

**2. Valutazione delle modifiche all'apporto solido in foce connesse agli interventi di "Sistemazione di tratti di corsi d'acqua"**

Le opere che dovranno essere progettate, o gli interventi di sistemazione delle opere idrauliche esistenti dovranno garantire un bilancio neutro nel trasporto dei sedimenti. Dovrà essere necessario adoperarsi affinché non si verifichino riduzioni dell'apporto solido fluviale alle foci, cioè prevedere opere di regimentazione che garantiscono un costante apporto solido in foce. Tutto ciò è necessario in quanto se NON vi è riduzione del trasporto solido in foce ne consegue che NON vi è impatto sulla morfodinamica costiera. Tali interventi possono essere:

- riprofilatura del letto degli alvei dopo eventi estremi di piena del bacino;
- trasformazione delle numerose briglie presenti lungo tutte le aste fluviali, in briglie selettive in grado di captare solo determinati sedimenti di grossa granulometria e rilasciare sedimenti con diametri caratteristici più fini. La sistemazione di

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

tratti di corsi d'acqua prevista nell'ambito dell'opera di compensazione A1 è potenzialmente in grado di determinare un impatto sulla morfodinamica costiera, stante le possibili modifiche all'apporto sedimentario a mare ed il conseguente effetto sul bilancio di trasporto solido dell'Unità Fisiografica di riferimento. Al fine di quantificare tale impatto verrà predisposto un sistema modellistico integrato che comprenda sia lo studio della morfodinamica del litorale sia lo studio del trasporto solido in alveo.

**3. Esecuzione rilievo topo-batimetrico di dettaglio dei litorali sottesi dalle foci dei corsi d'acqua di interesse**

Per l'esecuzione del rilievo topografico aerofotogrammetrico della spiaggia emersa potrà essere impiegato un drone multirottore (Sistema A Pilotaggio Remoto – SAPR) pilotato da operatore accreditato ENAC.

Per l'esecuzione del rilievo batimetrico potrà essere impiegato un ecoscandaglio multifascio (MBES) con caratteristiche tecniche idonee per la tipologia di rilievi in oggetto. Il sistema MBES è costituito da un corpo esterno in titanio che va in acqua e rappresenta la parte acustica dello strumento (installato con l'impiego di una flangia in acciaio su un apposito palo), sul quale sono montati:

- il trasduttore
- l'idrofona
- una unità elettrica rappresentata dalla *Power Unit* (PU) che converte il segnale acustico in impulso elettrico visualizzando sul monitor un sonogramma.

La PU a sua volta è collegata via LAN con un PC sul quale è installato specifico software idrografico, con il compito di gestire i dati acquisiti e interfacciarli con i dati ricevuti dalle altre periferiche, oltre a effettuare la visualizzazione e il controllo dei dati in tempo reale.

Così come per il sistema di posizionamento superficiale, anche per il Sistema MBES è previsto, propedeuticamente all'inizio delle operazioni di rilievo, un controllo metrologico a mezzo Total Station o Laser Scanner.

Il trasduttore del sistema sarà installato, mediante flangia e palo in acciaio inox, in corrispondenza della murata sinistra dell'imbarcazione, utilizzando un sostegno a T realizzato in acciaio inox in grado di garantirne la stabilità nella.

Installato il trasduttore, verrà eseguito un classico bar-check a bordo (a mezzo di apposito peso collegato a rullina metrica al fine di verificare la corretta lettura dei valori di profondità) e un setting dei valori di gain, TVG e range, finalizzati a rendere quanto dettagliati e "puliti" possibile i dati acquisiti.

Il range laterale usato per le operazioni, variabile a seconda della profondità riscontrata, sarà impostato sempre in maniera tale da consentire un overlap di copertura tra linee adiacenti, al fine di garantire la copertura completa di acquisizione dell'intera area di interesse.

All'inizio delle operazioni di misura e a ripetizione con intervalli di almeno 6 ore, sarà misurato il profilo della velocità del suono per la correzione del fascio acustico del sistema MBES (Beam Forming), attraverso un profilatore (CTD-SVP), capace di effettuare la misura acustica diretta con intervallo di profondità pari a 0,50 m e fino alla massima profondità raggiungibile nell'area di interesse.

Inoltre, al fine di avere sempre una correzione in real time del beam forming, in prossimità del trasduttore del MBES verrà installata una sonda svcs che invierà in modo continuo il valore di velocità del suono.

Installati tutti i componenti strumentali ed eseguiti tutti i controlli pre-work a mezzo di apposite "Activity Check List", si potrà procedere alla esecuzione delle operazioni di calibrazione del sistema MBES, necessarie per compensare il disallineamento tra il sensore di orientamento, il sensore di assetto e il trasduttore.

Seguendo le specifiche del costruttore del sistema, le calibrazioni dovranno essere eseguite su una zona con fondale parzialmente piatto e parzialmente inclinato, secondo la seguente fiasistica:

- percorrendo la stessa linea di navigazione in direzione opposta su un fondale piatto e calcolando l'offset come inclinazione relativa tra due profili del fondo in una sezione perpendicolare alla linea si effettuerà la compensazione dell'inclinazione del trasduttore MBES rispetto al piano di rollio (*Figura 1*);
- percorrendo la stessa linea di navigazione in direzione opposta su un fondale inclinato e calcolando l'offset come inclinazione relativa tra due profili del fondo in una sezione parallela alla linea si effettuerà la compensazione dell'inclinazione del trasduttore rispetto al piano di beccheggio (*Figura 2*);
- localizzato un oggetto ben definito sul fondo (outcrop) e percorrendo due linee adiacenti in direzione opposta, il valore di calibrazione risultante rappresenterà la correzione angolare necessaria per ottenere la corrispondenza dell'oggetto nella visione in pianta, ottenendo così la compensazione della deviazione in azimut tra la girobussola ed il trasduttore (*Figura 3*);
- la correzione di marea avverrà in tempo reale, già in fase di acquisizione; a tal fine si registreranno sia i valori di altezza ellissoidica (come richiesto dal disciplinare tecnico dell'Istituto Idrografico della Marina Italiana – I.I. 3176, ed.2016) che i valori stessi di marea, grazie al corretto setting applicato nel software di acquisizione dati impiegato e di cui è riportata una schematizzazione semplificata in *Figura 4*.

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

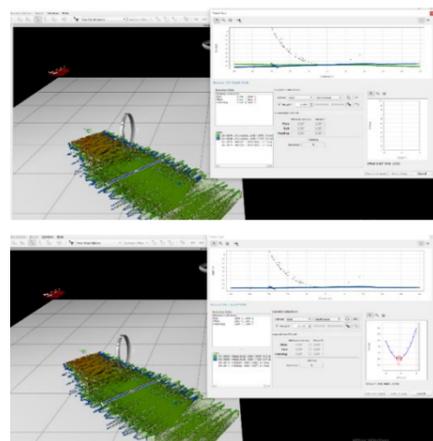


Figura 3.1 Calibrazione rispetto al piano di rollio a sinistra

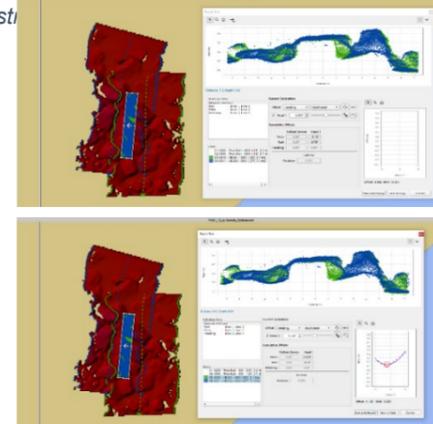


Figura 3.3 Calibrazione del sistema: a sinistra "heading" non corretto e a destra dopo la correzione

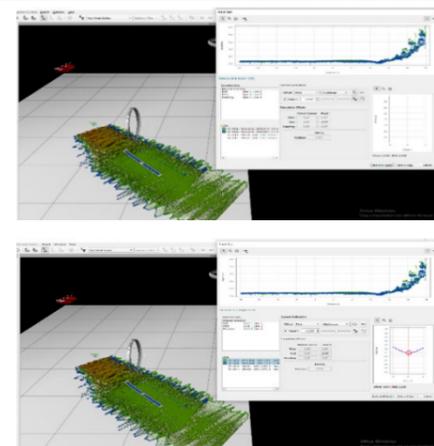


Figura 3.2 Calibrazione rispetto al piano di rollio a destra

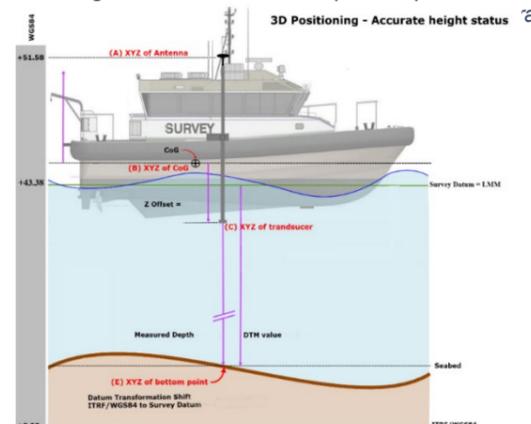


Figura 3.4 Schema della verifica degli offsets con misurazioni degli offset per l'applicazione della correzione di marea in Rtk

L'acquisizione dei dati batimetrici sarà effettuata a copertura completa nell'intera area di indagine con un overlap mai inferiore al 30%, ad eccezione di alcune porzioni in cui il basso fondale potrebbe rendere difficoltoso e non in linea con gli standard di sicurezza l'impiego dell'imbarcazione.

**4. Esecuzione di prelievi di sedimenti lungo i litorali sottesi dalle foci dei corsi d'acqua di interesse**

Il prelievo dei sedimenti superficiali può essere effettuato tramite benna di tipo Van Veen. Tale strumentazione sarà calata nella stazione di campionamento mediante un verricello montato su una imbarcazione. Nel momento in cui lo strumento arriva sul fondo l'operatore deve segnare le coordinate geografiche o chilometriche visualizzate sul monitor del DGPS.

La procedura operativa che verrà seguita durante le attività di prelievo sarà la seguente:

- una volta armato il sistema di campionamento sarà messo in mare ad una velocità adeguata;
- arrivato al fondo, la benna viene chiusa per raccogliere il campione;
- la risalita avverrà avendo l'accortezza di non impartire una velocità troppo elevata
- una volta risalito in superficie, le ganasce saranno aperte e il contenuto del campione sarà posto su di un piano precedentemente preparato e pulito;
- sarà effettuata un'omogeneizzazione del campione mescolando ripetutamente tramite una spatola e successivamente sarà travasato in appropriato contenitore, identificato con apposita etichetta e sigla in maniera leggibile, indelebile e che sia saldamente fissata al contenitore.

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

- Completate tutte le trascrizioni di dati sui registri dei campioni e delle attività in campo, verrà effettuata la decontaminazione dell'attrezzatura di prelievo secondo la procedura prescritta per la specifica attività, in funzione dei parametri da analizzare.

Per ogni stazione di campionamento sarà compilata una scheda dove riportare i dati inerenti il punto (nome della stazione, data e ora, coordinate effettive del punto di prelievo, strumentazione utilizzata, profondità del fondale, ecc.), il numero e la sigla dei campioni prelevati ed infine la descrizione macroscopica del campione (caratteristiche fisiche, colore, ecc.).

La finalità delle indagini è la verifica della compatibilità sedimentologica tra i sedimenti della spiaggia, sia emersa che sommersa, oggetto di intervento e i materiali provenienti dai siti di prestito che dovranno essere impiegati per la realizzazione dell'intervento di progetto.

A valle di tale indagine dovranno essere effettuate delle analisi con specifico riferimento ai seguenti parametri principali:

- composizione granulometrica;
- caratteristiche minero-petrografiche;
- densità dei sedimenti;
- colore caratteristico.

La giacitura dei transetti e la profondità di campionamento scelte permetteranno di avere un quadro esaustivo delle caratteristiche sedimentologiche dell'intera area di intervento. Tali informazioni saranno di fondamentale importanza sia nell'esecuzione degli studi su modello matematico in fase progettuale che sulle future attività di monitoraggio che verranno eseguite nelle fasi ante operam e post operam dei lavori.

**5. Caratterizzazione meteo-marina dei litorali oggetto di studio**

Tra le prime attività necessarie negli studi di dinamica costiera, vi è la caratterizzazione delle condizioni meteomarine di riferimento al largo del tratto di costa interessato, con particolare riferimento al vento e al moto ondoso.

Per quanto riguarda la disponibilità di registrazioni di moto ondoso, la principale fonte di riferimento nel nostro paese è la Rete Ondametrica Nazionale (RON) gestita dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). I dati di boa possono essere utilizzati come riferimento anche ad una certa distanza dal sito di interesse, qualora l'esposizione alle mareggiate per i diversi settori direzionali possa essere considerata simile tra il sito in esame ed il sito che ospita la boa ondametrica.

Frequentemente, tuttavia, per la caratterizzazione meteomarina di un sito non è possibile fare affidamento alle misure. Questo avviene o perché i dati sono troppo frammentati a causa di malfunzionamenti dello strumento o periodi di manutenzione dello stesso, o perché le serie temporali disponibili coprono solo pochi anni (5÷10) oppure ancora perché per il paraggio in esame la boa o l'anemometro non sono disponibili o non sono sufficientemente rappresentativi.

Sempre più spesso, pertanto, si fa ricorso ad una ricostruzione storica delle condizioni meteomarine attraverso modellistica numerica. Tale approccio, comunemente definito come "wind/wave hindcast" permette di disporre di serie temporali, tra l'altro, di intensità e direzione del vento, altezza d'onda, periodo e direzione, nel punto desiderato.

Se da un lato la possibilità di disporre di ricostruzioni di condizioni meteomarine pregresse attraverso un approccio modellistico rappresenta oggi un formidabile supporto nell'ingegneria costiera ed offshore, dall'altro va sottolineata l'importanza di disporre di ricostruzioni modellistiche robuste, accurate e validate.

Tra i database disponibili, un esempio di ricostruzione storica di vento e moto ondoso per l'intero bacino del Mediterraneo è costituito dal database Mediterranean Wind Wave Model (MWM), prodotto da DHI. Questo database MWM deriva dall'implementazione di una catena modellistica che beneficia di due modelli che rappresentano lo stato dell'arte rispettivamente nell'ambito della modellazione atmosferica (WRF-ARW) e della modellazione del moto ondoso (MIKE 21 SW di DHI).

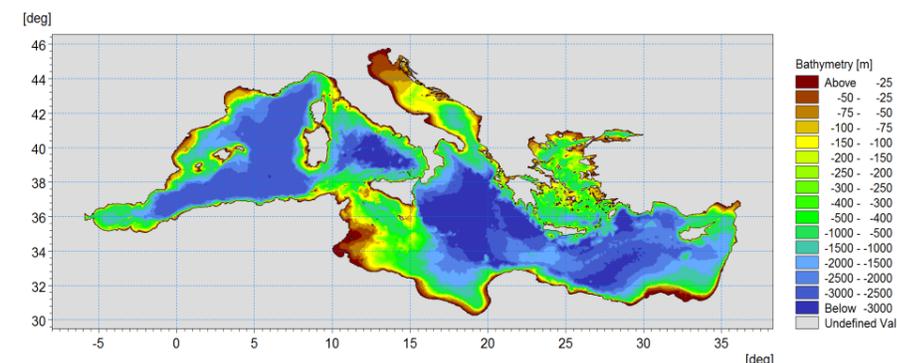


Figura 5.1 Batimetria di riferimento per la componente "onda" del database MWM.

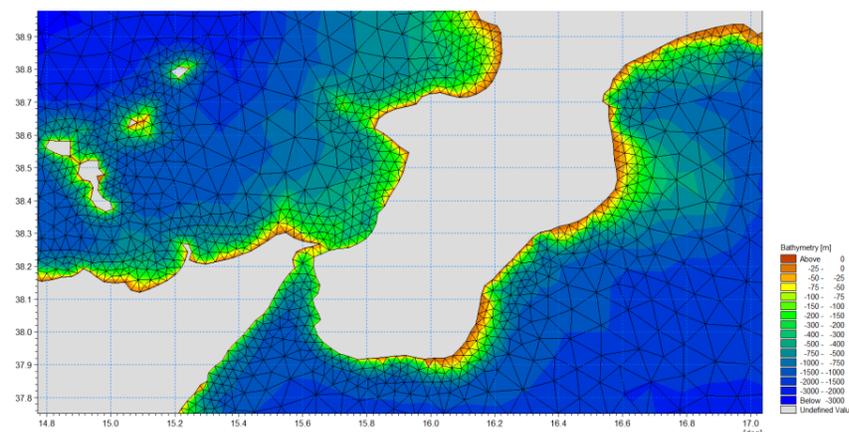


Figura 5.2 Batimetria di riferimento per la componente "onda" del database MWM – dettaglio sulla zona di studio

Per la caratterizzazione meteomarina al largo del sito oggetto di studio si farà riferimento al sopra citato database Mediterranean Wind Wave Model (MWM). La selezione della cella del database MWM più adeguata a rappresentare il clima meteomarina nella zona di studio deve essere effettuata tenendo in considerazione che il punto di estrazione deve essere ben rappresentativo dell'esposizione del sito a vento e onda;

### 6. Propagazione del moto ondoso dal largo verso costa

Definito il clima ondoso a largo, il passo successivo è quello di trasporto sottocosta tramite un modello matematico.

Propagandosi su fondali via via decrescenti, le onde subiscono una serie di trasformazioni geometriche e perdite di energia che ne modificano le caratteristiche (in termini di altezza, lunghezza d'onda e direzione del fronte), indotte essenzialmente dai fenomeni di rifrazione e shoaling.

Il fenomeno della rifrazione consiste essenzialmente in una trasformazione tridimensionale del campo d'onda dovuta alle variazioni del fondale, che comportano contestualmente la rotazione dei fronti d'onda per rallentamento differenziale e la variazione delle altezze, per effetto della conservazione del flusso di energia fra le "ortogonali" vicine.

Il fenomeno dello shoaling, invece, è una trasformazione bidimensionale delle onde che ne provoca il progressivo accorciamento ed incremento in altezza durante l'avanzamento su profondità decrescenti, causata dalla variazione della celerità di gruppo indotta dal fondale.

Di seguito si riporta nel dettaglio lo studio meteomarina che si ha a disposizione, redatto dalla società DHI a supporto della progettazione del prolungamento del molo di sopraflutto del porto di Scilla (RC), previsto nell'ambito degli interventi per l'ammodernamento del porto.

Il processo di trasposizione consta delle seguenti fasi:

- Propagazione del clima ondoso dal largo verso un punto di calcolo sottocosta, posto di fronte al paraggio oggetto di studio;
- Propagazione delle mareggiate estreme (caratterizzate da tempi di ritorno di 25 e 50 anni) dal largo verso il punto di calcolo sottocosta;
- Propagazione locale, dal punto di calcolo al paraggio di interesse, delle mareggiate estreme caratterizzate da tempi di ritorno di 25 e 50 anni.

Nella Fase 1 la propagazione del moto ondoso si basa sulla batimetria del paraggio di riferimento, ricavata sulla base delle carte nautiche disponibili. Il dominio di calcolo dovrà essere discretizzato attraverso una griglia con maglia strutturata o non strutturata in relazione al livello di dettaglio da perseguire.

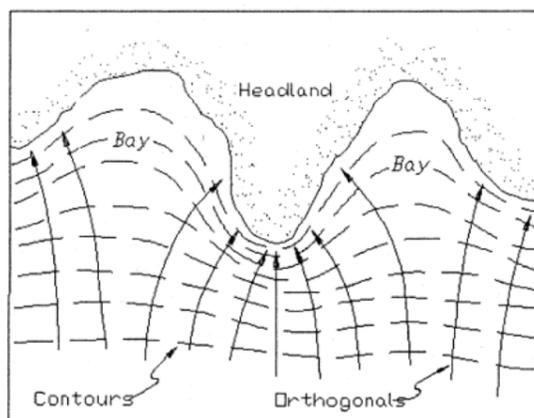


Figura 6.1 Rifrazione delle onde (CEM, USACE 2002)

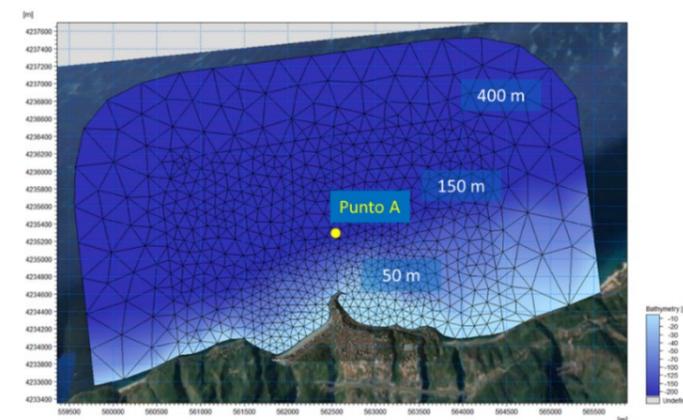


Figura 6.2 Esempio di modello MIKE 21 SW per la propagazione del moto ondoso dal largo a costa.

Il clima locale è ricostruito ordinando i risultati delle propagazioni per classi di altezza significativa e di direzione locale dell'onda. Utilizzando le corrispondenze tra i risultati delle simulazioni (clima locale) e quelli relativi al clima nel punto al largo, è possibile associare a ciascun evento nel punto una percentuale di apparizione e, quindi, ricostruire le rose delle registrazioni e delle energie sottocosta.

La Fase 2, ovvero la propagazione delle mareggiate estreme nel punto di calcolo sottocosta, è fondamentale ai fini di una corretta progettazione degli interventi per la difesa del litorale dal moto ondoso incidente. Nello specifico la propagazione di tali mareggiate può essere articolata in due sottofasi distinte:

inizialmente si esegue una propagazione su larga scala, dal punto al largo fino al punto di calcolo sottocosta;

successivamente si procede alla propagazione locale fino al litorale di interesse.

Le direzioni di provenienza delle mareggiate estreme per i settori considerati sono scelte con riferimento alla rosa delle altezze massime relativa al punto a largo.

Lo studio della propagazione locale del moto ondoso a partire dal punto sottocosta al paraggio di interesse (Fase 3) è finalizzato alla valutazione dell'impatto delle mareggiate che rappresentano condizioni di mare estreme, mediante propagazione degli eventi corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 e 50 anni.

In questa fase la propagazione si basa su una batimetria di dettaglio dell'area di studio ed inoltre la maglia di calcolo viene infittita riducendo la dimensione della singola cella.

I risultati ottenuti dalle simulazioni della propagazione delle mareggiate estreme sottocosta rappresentano, in termini di contour colorati, le altezze d'onda significativa, mentre le direzioni locali dell'onda vengono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

Le simulazioni effettuate con il modello di propagazione del moto ondoso permettono, pertanto, di ottenere la distribuzione delle principali grandezze associate all'onda (altezza significativa, periodo di picco e direzione media di propagazione) in tutti i punti del dominio di calcolo.

Risulta importante evidenziare che lo studio idraulico-marittimo dovrà simulare la propagazione, oltre che degli eventi estremi, anche delle condizioni ordinarie. Tale aspetto risulta fondamentale soprattutto ai fini della valutazione del trasporto solido.

### 7. Studio della morfodinamica costiera in relazione al contributo sedimentario dei corsi d'acqua oggetto di intervento

Per lo studio dell'evoluzione della linea di riva a medio termine è frequente l'utilizzo del codice di calcolo LITLINE del pacchetto LITPACK, al fine di simulare le tendenze evolutive pregresse e, a seguito della calibrazione del modello, poter quantificare la futura evoluzione della costa.

Il modello si basa sulla teoria ad una linea, in cui si assume che il profilo trasversale possa traslare rigidamente in avanti (accrescimento) o indietro (erosione) sulla base del bilancio sedimentario lungo costa, risolvendo l'equazione di continuità della portata dei sedimenti tramite uno schema di soluzione alle differenze finite. LITLINE permette inoltre di introdurre nel calcolo sia l'effetto di strutture (come, ad esempio, pennelli, rivestimenti in massi e scogliere distaccate) sia l'effetto di eventuali apporti di materiale puntuali o distribuiti. Il modello fornisce come risultato la posizione della linea di riva nel corso degli anni ed i tassi di trasporto solido longshore.

Tale modello di calcolo può essere implementato a monte tenendo in considerazione l'apporto solido proveniente dai torrenti infatti attraverso un modello monodimensionale svolto dal codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato dall'Hydrology Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

Tale modello risolve, attraverso il metodo delle differenze finite, l'equazione differenziale del moto permanente unidimensionale gradualmente vario, ed è in grado di mettere in conto fenomeni localizzati come variazioni di pendenza, di forma della sezione e delle caratteristiche di scabrezza dell'alveo e delle aree golenali, la presenza di ostacoli, etc.

Dinamica del Litorale – Studio Evoluzione Linea di Costa

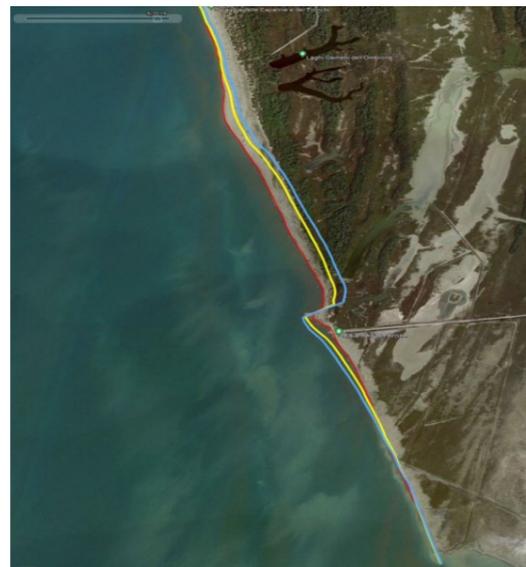
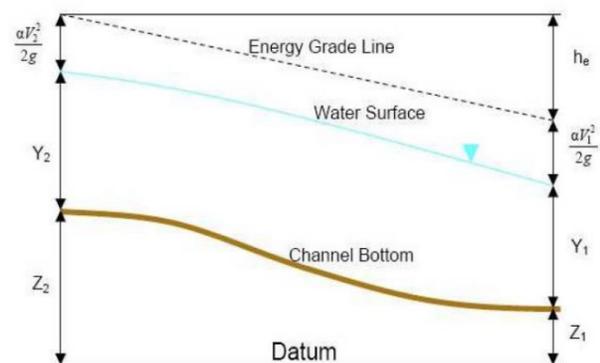


Figura 7.1 Evoluzione della linea di riva modellata con Litline in corrispondenza della costa maremmana alla foce del fiume Ombrone (GR)



Equazione di conservazione dell'energia:

$$y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot U_1^2}{2g} = y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot U_2^2}{2g} + h_e, \text{ con: } h_e = S_f \cdot L + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot U_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot U_1^2}{2g} \right|$$

Equazione di conservazione della quantità di moto:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = \rho \cdot Q \cdot (\beta_1 \cdot U_1 - \beta_2 \cdot U_2)$$

Figura 7.2 Modello impiegato dal codice di calcolo HEC-RAS

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.PRO-014 Interferenze dei siti di recupero ambientale con le acque superficiali**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- o VIAS018

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- o

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- o

**Oggetto della prescrizione:**

La revisione delle valutazioni previsionali di impatto che dovranno essere realizzate in PE, per i siti di recupero ambientale richiede un approfondimento sui possibili impatti di tali aree sui corpi idrici superficiali posti in prossimità dei depositi stessi.

In particolare, è richiesto, per ciascun sito, di fornire maggiori dettagli sul regime vincolistico di tali aree, sulla caratterizzazione della qualità delle acque di drenaggio e sulla modalità di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque dilavanti da tali aree, al fine di valutare, per ciascun sito, l'impatto quali-quantitativo sui corpi idrici superficiali e verificare la compatibilità idraulica del sistema

**Obiettivi della prescrizione:**

Valutare le interferenze dei siti di recupero ambientale con le acque superficiali a valle dell'aggiornamento del quadro dei vincoli paesaggistici e normativi legati alla presenza di corsi d'acqua. L'obiettivo si attua con le seguenti azioni:

- a) Per il sito SARS aggiornamento delle analisi idrologiche
- b) Per i siti SRA4, SRA5, SRA6, SRA7 caratterizzazione della qualità delle acque e definizione delle modalità di raccolta, trattamento e smaltimento delle stesse nei corpi idrici superficiali (T. Senia e T. Caracciolo).

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

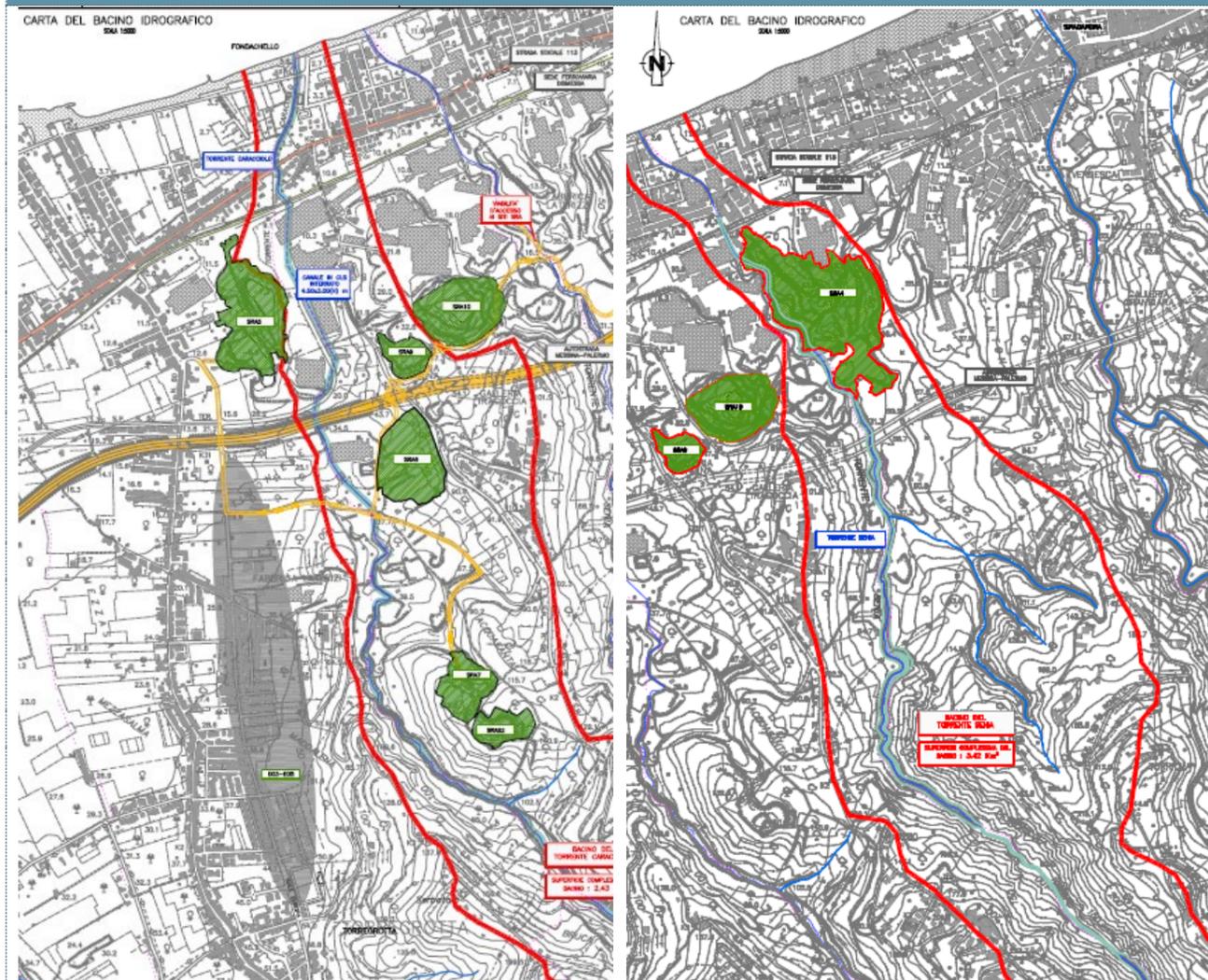
Nel P.E. saranno eseguiti i seguenti approfondimenti

- a) Integrazione del quadro dei vincoli presenti nei siti di recupero ambientale, con particolare riguardo a quelli non considerati all'interno della Relazione Paesaggistica e dalla Vinca, tra i quali quelli derivanti dal PAI ed il vincolo idrogeologico ai sensi dell'art.7 - R.D. 3267/23.
- b) Aggiornamento delle valutazioni idrologico-idrauliche per il sito SRAS in modo maggiormente cautelativo rispetto a quanto considerato nel P.D., considerando coefficiente di afflusso pari a 1 (a seguito del previsto intervento di impermeabilizzazione) e minori tempi di corrivazione.
- c) Caratterizzazione qualitativa delle acque dei siti di recupero ambientale SRA4, SRA5, SRA6, SRA7, relazionando nel dettaglio, per ciascun sito, sulle modalità di raccolta, trattamento (da valutarne la necessità) e smaltimento delle acque, verificando la compatibilità idraulica del sistema in relazione al corso d'acqua ricettore (T. Senia e T. Caracciolo)

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>	CZ0585, CZ0601, CZ0602, CZ0609, CZ0610, CZ0620, CZ0621, CZ0631, CZ0632	CZ0603, CZ0604, CZ0605, CZ0606, CZ0614, CZ0615, CZ0616, CZ0617, CZ0625, CZ0626, CZ0627, CZ0628, CZ0636, CZ0637, CZ0638, CZ0639, CZV0767
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



TITOLO DEL DOCUMENTO

Codice documento  
P.PRO-014.docx

Rev Data

**Descrizione metodologica**

**Quadro dei vincoli**

Verrà aggiornato il quadro dei vincoli eventualmente presenti all'interno o in prossimità delle aree dei siti di recupero ambientale, con particolare riferimento a quelli non considerati all'interno della Relazione Paesaggistica e dalla Vinca, tra i quali quelli derivanti dal PAI ed il vincolo idrogeologico ai sensi dell'art.7 – R.D. 3267/23.

A titolo esemplificativo, si evidenzia che il sito SRA6 è posto all'interno di un'area di dissesto censita nel PAI, caratterizzata da un livello di pericolosità geomorfologica pari a P3 (cod. 003-5VA-002 e 003-5VA-003).



Il cerchio rosso indica l'area di dissesto censita nel PAI, caratterizzata da un livello di pericolosità geomorfologica pari a P3 (cod. 003-5VA-002 e 003-5VA-003) dove è previsto il sito SRA6

**Aggiornamento delle valutazioni idrologico-idrauliche per il sito SRAS**

In relazione all'aggiornamento delle analisi idrologiche (cfr. scheda P.PRO-0xx – Aggiornamento analisi idrologiche) si procederà ad affinare le analisi idrologiche idrauliche relative al bacino idrografico di pertinenza del sito SRAS, tenendo conto che l'intervento prevede l'impermeabilizzazione del fondo e una rete di drenaggio e smaltimento delle acque di drenaggio.

**Caratterizzazione qualitativa delle acque dei siti di recupero ambientale SRA4, SRA5, SRA6, SRA7**

In relazione alla caratterizzazione qualitativa delle acque dei corsi d'acqua interessati dal recapito delle acque di drenaggio dei siti SRA4, SRA5, SRA6 e SRA7, unitamente all'analisi dei terreni che verranno depositati all'interno di tali siti, nell'ambito del P.E. si valuterà la necessità di prevedere dei sistemi di trattamento delle acque di drenaggio, da posizionarsi a monte dello scarico nel corpo idrico superficiale, analogamente a quanto previsto, ad esempio, per il sito SRAS.

**Analisi idrauliche di dettaglio relative modalità di gestione delle acque di drenaggio dei siti recupero ambientale SRA4, SRA5, SRA6, SRA7, con analisi compatibilità idraulica in relazione ai corsi d'acqua ricettori (T. Senia e T. Caracciolo)**

Nell'ambito del P.E. verranno effettuate opportune modellazioni idrauliche finalizzate a verificare la funzionalità del sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di drenaggio dei siti di recupero ambientale, verificandone la compatibilità idraulica anche in relazione alle caratteristiche idrauliche e qualitative dei corsi d'acqua ricettori (T. Senia e T. Caracciolo). In prima analisi verranno verificati i sistemi già previsti nell'ambito del P.D. e qualora si dovessero riscontrare delle criticità si provvederà ad aggiornare il progetto delle opere.

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale acque superficiali**

Le analisi di dettaglio porteranno ad una migliore definizione degli impatti dei suddetti siti di recupero ambientale sui corpi idrici ricettori (T. Senia e T. Caracciolo).

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

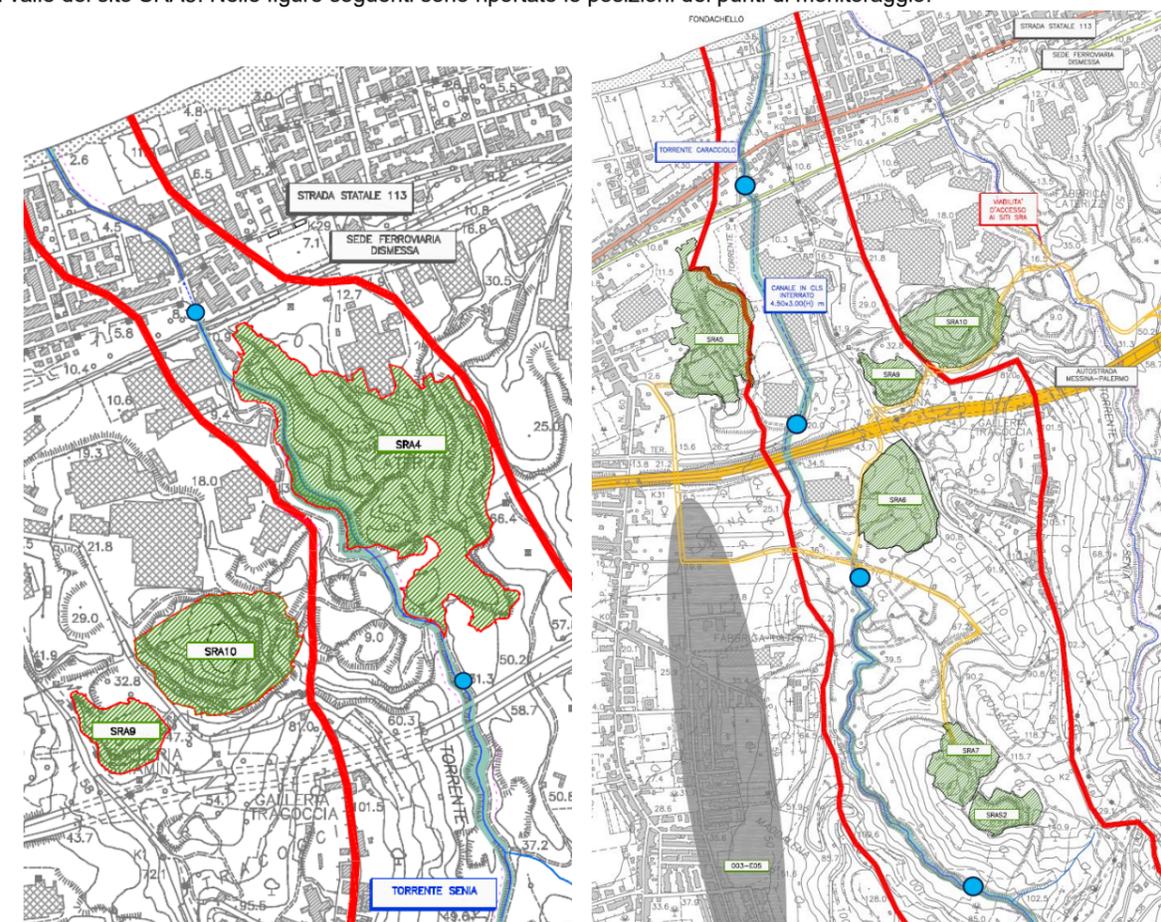
L'aggiornamento delle analisi idrologico-idrauliche, unitamente all'aggiornamento del quadro conoscitivo associato ai vincoli e alla qualità delle acque, consentirà di confermare o di ricalibrare le opere costituenti il sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di drenaggio, in modo da mantenere o ridurre l'attuale valutazione degli impatti su tale componente.

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

Da inserire all'interno del PMA punti di monitoraggio atti a valutare i possibili impatti delle Area di Impatto SRA (Sito di deposito e Recupero Ambientale) sul Torrente Senia (ricettore delle acque di drenaggio del SRA4) e sul T. Caracciolo (ricettore delle acque di drenaggio dei siti SRA5, SRA6, SRA7).

Per il T. Senia si prevede l'installazione di un punto di monitoraggio a monte e uno a valle del sito SRA3; per il T. Caracciolo si prevede l'installazione di un punto di monitoraggio a monte del sito SRA7, uno tra i siti SRA7 e SRA6, uno tra i siti SRA6 e SRA5 e uno a valle del sito SRA5. Nelle figure seguenti sono riportate le posizioni dei punti di monitoraggio.



Punto di monitoraggio per valutare i possibili impatti dei Siti di deposito e Recupero Ambientale sul Torrente Senia (a sinistra) e sul Torrente Caracciolo (a destra)

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-015** Aggiornamento analisi idrologiche

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- o VIAC018, VIAC019, VIAC020, VIAS016

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- o -

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- o -

**Oggetto della prescrizione:**

Verifica e aggiornamento delle analisi idrologiche relative ai bacini idrografici calabresi e siciliani, con particolare riferimento a:

- definizione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica per la stima delle altezze di pioggia di riferimento per diversi valori del tempo di ritorno e per la conseguente definizione degli ietogrammi di pioggia lordi;
- definizione dei coefficienti di deflusso specifici per ciascun sottobacino, necessari al calcolo degli ietogrammi di pioggia netta, da cui poi procedere alla stima degli idrogrammi di piena da utilizzare nelle analisi idrauliche.

**Obiettivi della prescrizione:**

Le prescrizioni si pongono l'obiettivo di definire i più cautelativi valori sito specifici dei parametri da utilizzare nelle analisi idrologiche-idrauliche, necessarie per stimare le portate di piena dei corsi d'acqua interferenti con l'infrastruttura in progetto e le portate per il dimensionamento e la verifica dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma delle opere in progetto

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

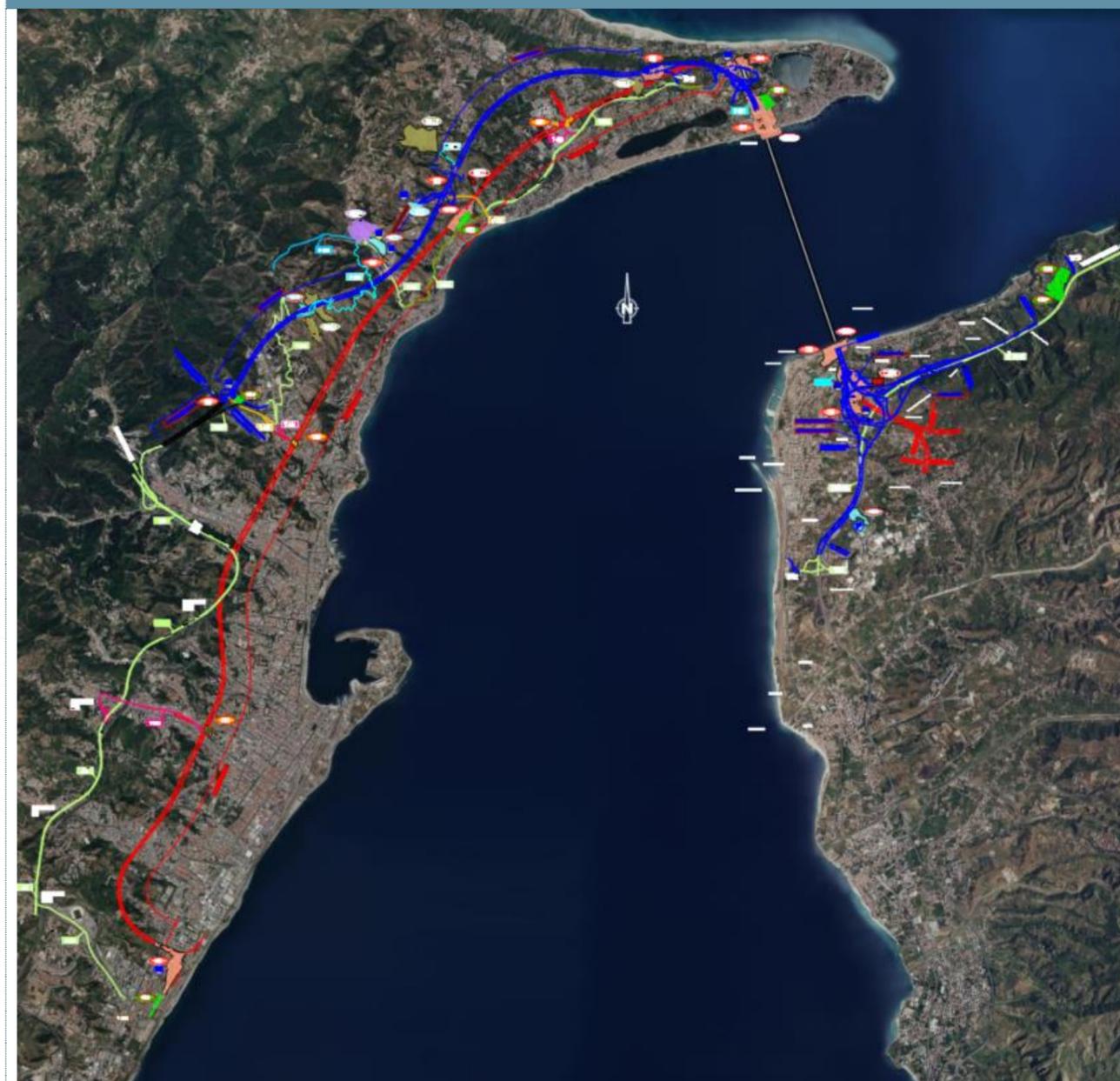
Nel P.E. saranno eseguiti i seguenti approfondimenti:

- a) integrazione dei dati pluviometrici già considerati nel P.D. con quelli relativi al periodo 2009-2022
- b) aggiornamento delle analisi statistiche dei dati pluviometrici disponibili per la definizione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza di ciascun pluviometro, per durate maggiori e minori di 1 ora
- c) definizione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica di riferimento per ciascun sottobacino applicando metodi di interpolazione spaziale dei valori associati ai singoli pluviometri
- d) verifica ed aggiornamento dei calcoli effettuati nel P.D. relativamente alla metodologia VA.PI.
- e) raccolta e analisi dei valori delle curve di possibilità pluviometrica definiti nell'ambito del PAI (Piano Assetto Idrogeologico) e in altri atti di pianificazione di bacino vigenti e studi scientifici aggiornati
- f) confronto tra i valori delle altezze di pioggia ottenute con i diversi metodi e individuazione dei parametri di riferimento da utilizzare nell'ambito del progetto per la definizione delle portate di piena
- g) aggiornamento dello studio idrologico di ciascun sottobacino, attraverso l'applicazione di un modello di trasformazione afflussi - deflussi, che prevede le seguenti fasi: definizione degli eventi di precipitazione lordi, definizione del coefficiente di deflusso in funzione delle caratteristiche sito specifiche (uso del suolo, permeabilità del suolo, ...), definizione degli eventi di precipitazione al netto delle perdite idrologiche, definizione degli idrogrammi di piena associati al tempo di ritorno di riferimento e del conseguente valore della portata di piena al colmo

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>	CB0001, CD0003, CS0763, SB0001, SS0176,	
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0643	
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> P.PRO-015.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

<b>Descrizione metodologica</b>
<b>Integrazione dati pluviometrici</b>
<p>La analisi idrologiche effettuate nel P.D. si basano sui dati pluviometrici registrati fino al 2009, ad eccezione di alcuni pluviometri non più attivi prima di tale anno.</p> <p>Per quanto riguarda la Regione Calabria, i pluviometri utilizzati nel P.D. sono i seguenti:</p> <p>2500 - Villa S. Giovanni, in Comune di Villa S. Giovanni (periodo con presenza di dati: 1928-1977)</p> <p>2510 – Scilla, in Comune di Scilla (periodo con presenza di dati: 1991-2009)</p> <p>2470 - Gambarie d'Aspromonte, in Comune di Scilla (periodo con presenza di dati: 1948-2009)</p> <p>2450 - Reggio di Calabria, in Comune di Reggio Calabria (periodo con presenza di dati: 1918-2009)</p> <p>2460 – Arasi, in Comune di Reggio Calabria (periodo con presenza di dati: 1960-2009)</p> <p>Per quanto riguarda la Regione Sicilia, i pluviometri utilizzati nel P.D. sono i seguenti:</p> <p>3400 – Ganzirri, in Comune di Messina (periodo con presenza di dati: 1953-2009)</p> <p>3380 - Messina, in Comune di Messina (periodo con presenza di dati: 1929-2009).</p> <p>3350 - Camaro, in Comune di Messina (periodo con presenza di dati: 1929-2005, ora non più attiva)</p> <p>Nel P.E. si verificherà la presenza di ulteriori dati registrati successivamente al 2009 in corrispondenza delle suddette stazioni di misura.</p> <p>Inoltre, per affinare la stima dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica inferiori ad 1 ora verranno utilizzati i dati delle precipitazioni registrate ogni 10 minuti dal SIAS – Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano – che ha un pluviometro situato in Comune di Messina, località Curcuraci.</p>
<b>Aggiornamento delle analisi statistiche</b>
<p>In funzione dai dati già disponibili nel P.D. ed integrati in relazione all'effettiva disponibilità di misure di precipitazioni successive al 2009, si procederà ad aggiornare le analisi statistiche per giungere alla stima dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica per ciascun pluviometro, per durate maggiori e minori di 1 ora. Tale aggiornamento verrà effettuato utilizzando le distribuzioni statistiche già considerate nel P.D., integrate con la distribuzione di Frechet.</p> <p>I valori ottenuti dall'aggiornamento dell'analisi statistica, in termini di altezze di precipitazione per diverse durate e per diversi valori del tempo di ritorno, verranno confrontati tra loro e con gli analoghi valori desunti dall'applicazione della metodologia VA.Pl., previa verifica e aggiornamento dei calcoli relativi a tale metodologia. In tale confronto verranno considerati anche gli analoghi valori contenuti nel PAI e in altri atti di pianificazione di bacino vigente. Dall'esito di tale confronto verranno individuati i parametri che risulteranno maggiormente cautelativi, cioè quelli che forniranno valori di altezza di pioggia maggiori per le durate di eventi simili ai tempi di corrvazione dei bacini di interesse per il presente progetto, con riferimento ai tempi di ritorno di riferimento.</p>
<b>Nuovi studi scientifici</b>
<p>Gli eventi di precipitazione straordinaria che negli ultimi anni hanno flagellato il territorio italiano hanno destato l'attenzione sulle tematiche della rarità degli eventi pluviometrici "eccezionali". La comunità scientifica, anche attraverso la Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha da tempo evidenziato la necessità di ridefinire le procedure di stima degli estremi pluviometrici ed idrometrici a scala nazionale. Tali procedure sono disponibili quasi ovunque sul territorio nazionale, a partire dalla redazione del Rapporto VAPI (<a href="http://www.gndci.cnr.it/it/vapi/welcome_it.htm">http://www.gndci.cnr.it/it/vapi/welcome_it.htm</a>) con studi per lo più basati su dati aggiornati agli anni '80. Successivamente a tali studi, alcune Regioni, tra cui la Calabria e la Sicilia, hanno effettuato degli aggiornamenti.</p> <p>In Calabria, nell'ambito di un progetto POR il CAMILab (<a href="http://www.camilab.unical.it">http://www.camilab.unical.it</a>) ha sviluppato uno studio sulle piogge brevi regionali (Biondi et al. 2012, Biondi et al. 2013), che ha riguardato i seguenti aspetti: i) aggiornamento, rispetto al progetto VAPI Calabria, dei parametri della distribuzione TCEV, (curve di crescita KT per ogni sottozona pluviometrica di interesse, invarianti rispetto alla durata); ii) calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica media (CPP), per stazioni con almeno 10 anni di osservazione (134 serie storiche), e spazializzazione degli stessi, tramite tecniche di kriging ordinario, per l'intero dominio regionale discretizzato in celle di risoluzione pari a 20 m.</p> <p>In Sicilia Lo Conti et al. (2007) e Forestieri et al. (2015) hanno aggiornato la procedura VAPI ampliando il database delle precipitazioni estreme. In entrambi i lavori si è utilizzato un approccio gerarchico per la stima dei parametri basato su tre livelli, basato sulla suddivisione della Sicilia in sottoregioni omogenee (secondo quanto definito da Hosking &amp; Wallis, 1997). Nel lavoro di Forestieri et al. (2015) l'identificazione di queste sottoregioni è avvenuta con un criterio oggettivo basato sull'analisi delle componenti principali e sull'algoritmo di clustering k-means. Le distribuzioni di probabilità utilizzate sono la GEV e la TCEV. I valori medi di precipitazione vengono riscalati sulla durata tramite la relazione di potenza a due parametri (a ed n), i quali sono stimati a scala regionale tramite tecniche di analisi spaziale (dipendenza dei parametri dalla pioggia media annua e ordinari kriging dei residui derivanti dalla componente deterministica). Nel 2018, Forestieri et al. hanno pubblicato ulteriori studi di "Analisi regionale della frequenza delle precipitazioni estreme in Sicilia".</p> <p>Nell'ambito del PE verranno raccolti i dati dei studi e di altri che verranno raccolti e analizzati (ad es. gli studi idrologici e le pubblicazioni scientifiche eseguite dai Professori Vito Ferro e Sergio Fattorelli) e verrà effettuato un confronto con i risultati delle analisi descritte nei punti precedenti, al fine di definire i parametri delle curve di possibilità pluviometrica maggiormente cautelativi da utilizzare come dato di ingresso dei modelli afflussi-deflussi, con cui determinare le portate di piena dei corsi d'acqua interessati</p>

<b>Descrizione metodologica</b>
dalle opere in progetto.
<b>Aggiornamento studio idrologico</b>
<p>Lo studio idrologico ha come obiettivo la stima dell'idrogramma di piena e della conseguente portata al colmo associata a diversi valori del tempo di ritorno, in una determinata sezione di chiusura del bacino idrografico considerato. Lo studio idrologico è quindi di natura probabilistica, poiché occorre stimare tale portata di piena a partire da un'analisi probabilistica delle precipitazioni nel bacino di interesse e la successiva trasformazione da afflussi in deflussi.</p> <p>Ci si riferisce quindi a dei metodi per la determinazione delle portate al colmo di piena sulla base di eventi caratteristici di precipitazione, chiamati ietogrammi di progetto, la cui determinazione è effettuata a partire dalle curve di probabilità pluviometrica. Al fine di conoscere la distribuzione delle altezze e delle intensità nel corso dell'evento e quindi l'intensità massima, se ne definisce la forma, attraverso la scelta di uno tra i seguenti ietogrammi: rettangolare, triangolare, Chicago. Nello caso specifico si propone l'utilizzo dello ietogramma Chicago, il quale è caratterizzato da un picco di pioggia indipendente dalla durata totale dell'evento; ne consegue che con esso non è necessario procedere a stime di tutti i molteplici eventi critici necessari per calcolare ogni singola onda di piena generata da ogni singolo sottobacino e per ogni bacino progressivamente sotteso dalle varie sezioni. Inoltre, lo ietogramma Chicago, oltre a includere l'informazione del picco di pioggia, è anche costruito con una procedura che implica il rispetto della curva di possibilità pluviometrica contemporaneamente per tutte le durate parziali; dal punto di vista statistico esso corrisponde ad un evento di tipo cautelativo a parità di tempo di ritorno.</p> <p>Successivamente alla definizione dello ietogramma di precipitazione con il metodo Chicago occorre stimare le perdite idrologiche, in quanto la precipitazione totale nell'intervallo di tempo considerato viene in parte intercettata dalla vegetazione, in parte si infiltra nel suolo, in parte si accumula in piccoli invasi naturali o artificiali (es. pozzanghere o avvallamenti del terreno) ed in parte va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete idrografica seguendo le linee di massima pendenza.</p> <p>Nell'ambito dell'aggiornamento delle analisi idrologiche che verranno effettuate nel P.E. si propone, analogamente a quanto effettuato nel P.D., di utilizzare il metodo SCS-CN (Soil Conservation Service - Curve Number), un modello di tipo concettuale lineare appartenente alla categoria dei metodi indiretti. Tale metodo si basa sulla determinazione di un parametro sintetico e adimensionale che tiene conto delle condizioni di saturazione, di uso del suolo e della sua permeabilità di ogni sottobacino, ovvero il CN (Curve Number) che varia tra 0 e 100 e risulta tanto più alto quanto maggiore è il deflusso prodotto, a parità di precipitazione. Come richiesto in fase di verifica, verranno considerati parametri CN relativi alle condizioni di AMC-II e AMC-III, rispettivamente relative a condizioni iniziali di saturazione dei suoli normali e umide.</p> <p>Una volta definito lo ietogramma e scelto il metodo di trasformazione afflussi-deflussi, si giunge alla definizione degli idrogrammi di piena, che descrivono l'andamento temporale delle portate transitorie durante l'evento, e quindi alla stima della portata al colmo da utilizzare nella analisi idrauliche. Nel caso in oggetto, per la stima dell'idrogramma di piena, a partire dallo ietogramma netto, si propone di utilizzare il metodo della corrvazione. A tale scopo occorre definire per ciascun sottobacino, oltre alla superficie contribuyente, anche il tempo di corrvazione.</p>
<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<b>Componente ambientale acque superficiali</b>
L'aggiornamento delle analisi idrologiche e il conseguente aggiornamento delle analisi idrauliche relative ai corsi d'acqua interferenti con l'infrastruttura in progetto e ai sistemi di smaltimento delle acque di drenaggio e di piattaforma delle opere in progetto, permetterà di confermare ed eventualmente aggiornare il quadro degli impatti sulle acque superficiali, sia per la fase di costruzione che per la fase di esercizio.
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<b>Componente ambientale acque superficiali</b>
L'aggiornamento delle analisi idrologiche, unitamente all'aggiornamento delle analisi idrauliche, consentirà di confermare o di ricalibrare gli interventi di sistemazione dei corsi d'acqua interferenti e le opere costituenti i sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma, nel rispetto delle normative di settore (es. invarianza idrologica e idraulica), in modo da mantenere o ridurre l'attuale valutazione degli impatti su tale componente.
<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<b>Componente ambientale acque superficiali</b>
Si valuterà, congiuntamente con gli uffici regionali competenti in materia di monitoraggio pluvio-idrometrico, l'installazione di ulteriori pluviometri rispetto a quelli esistenti, in modo da poter disporre di maggiori dati utili alla taratura dei modelli idrologico-idraulici.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.PRO-016 Aggiornamento analisi idrauliche**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- o VIAC021, VIAC024, VIAC025, n. 4.a

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- o -

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- o -

**Oggetto della prescrizione:**

Aggiornamento ed integrazione delle analisi idrauliche finalizzate alla verifica del dimensionamento delle opere di sistemazione idraulica previste lungo i corsi d'acqua dei bacini idrografici calabresi e siciliani interferenti con le opere viarie e ferroviarie in progetto, con particolare riferimento a:

- aggiornamento delle analisi idrologiche e dei conseguenti nuovi valori delle portate di piena di riferimento (cfr. scheda P.PRO-015 – Aggiornamento analisi idrologiche);
- schematizzazione di dettaglio dei manufatti di attraversamento, evitando l'utilizzo di un approccio semplificato che non tiene conto, ad esempio, delle perdite di carico concentrate che si verificano in corrispondenza delle pile dei ponti;
- inserimento dei contributi derivanti dagli scarichi che convogliano all'interno dei corpi idrici ricettori le acque di piattaforma, con dettagli sul posizionamento piano-altimetrico degli stessi;
- approfondimenti idraulici delle modalità di deflusso di alcuni corsi d'acqua interferenti con le opere in progetto, non effettuati in modo esaustivo all'interno del P.D..

Inoltre, si richiede di:

- indicare con quale criterio sono stati selezionati i corpi idrici per i quali si è fatto ricorso alla modellistica numerica, specificando quali
- indicare i riferimenti bibliografici dai quali si evinca il livello di attendibilità scientifica della metodologia adottata per definire la portata limite "di riferimento" e il "fattore di sicurezza" attribuito con le valutazioni di compatibilità idraulica, nonché per le valutazioni effettuate per determinare il trasporto solido ed il volume massimo mobilizzabile in caso di debris flow

**Obiettivi della prescrizione:**

Le prescrizioni si pongono l'obiettivo di migliorare ed affinare le analisi idrauliche poste alla base del dimensionamento delle opere idrauliche di sistemazione dei corsi d'acqua interessati dall'intervento in progetto, tenendo conto di:

- nuovi valori di portata derivanti dall'aggiornamento delle analisi idrologiche (cfr. scheda P.PRO-015 – Aggiornamento analisi idrologiche);
- le effettive caratteristiche geometriche dei manufatti di attraversamento presenti e previsti lungo i corsi d'acqua;
- gli apporti degli scarichi provenienti dai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma, tenuto conto anche degli effetti degli interventi da prevedere nello sviluppo del P.E. in relazione all'invarianza idraulica;
- effetti degli interventi di inalveazione sui livelli idrometrici dei corsi d'acqua.

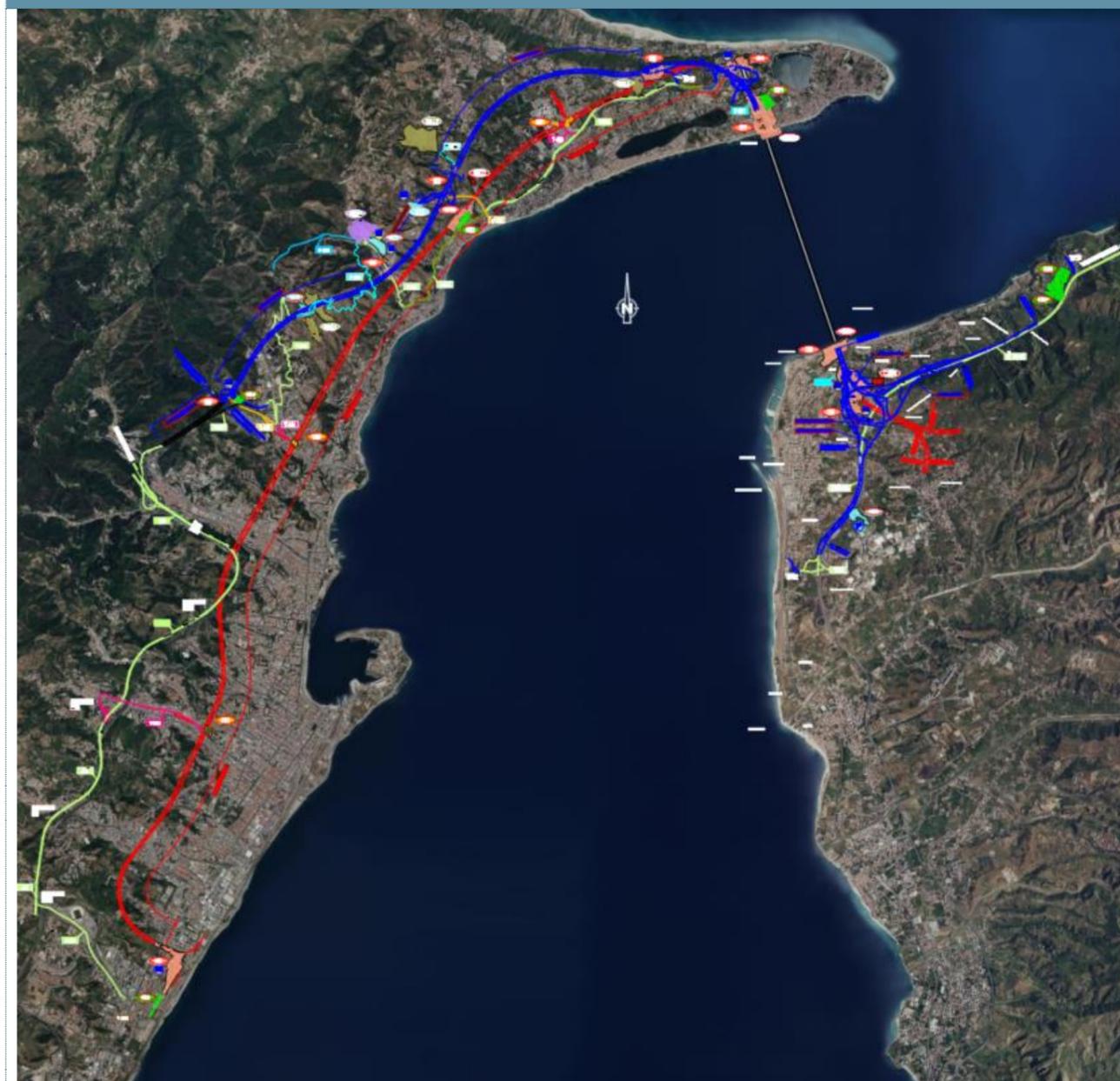
Tutti i suddetti approfondimenti potranno condurre alla modifica/integrazione degli interventi di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua per consentire il rispetto dei principi di compatibilità idraulica e non modificare il quadro degli impatti ambientali già valutati nell'ambito del P.D.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Nel P.E. saranno eseguiti i seguenti approfondimenti:

- a) Aggiornamento delle analisi idrauliche dei corsi d'acqua interessati dalle opere in progetto inserendo l'effettiva geometria dei manufatti di attraversamento.
- b) Aggiornamento delle simulazioni idrauliche condotte nel P.D. con riferimento ai progetti di sistemazione dei corsi d'acqua, attraverso l'inserimento nello schema di calcolo anche le portate meteoriche scaricate dai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma, considerando anche gli effetti delle eventuali opere che verranno inserite nel P.E. per il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica non previsto nel P.D., in quanto non cogente all'epoca della redazione dello stesso
- c) Rappresentazione di dettaglio degli scarichi dei sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma nei corpi idrici ricettori, soprattutto in termini di quota effettiva.
- d) Analisi idrauliche di dettaglio finalizzate ad approfondire le modalità di deflusso di alcuni corsi d'acqua interferenti in relazione alle opere previste in progetto e al posizionamento di eventuali immissioni di scarichi in alveo. In particolare, per

**Localizzazione**



la Regione Calabria: T. Serro La Torre, Fosso Contrada Pirgo, T. Polistena, T. Lupo, T. Femia, T. Campanella. Per la Regione Sicilia: fiumare Ciccica, Venedda Minissale e Venedda Vetro (non considerati nella relazione idraulica del P.D.)

Tutte le analisi idrauliche condotte nell'ambito del P.D. verranno aggiornate con i valori di portata di riferimento definiti in seguito all'aggiornamento delle analisi idrologiche, in funzione dei dati pluviometrici relativi al periodo 2009-2023 e di nuovi studi già condotti e finalizzati a definire le precipitazioni di riferimento per la verifica ed il dimensionamento delle opere idrauliche.

I modelli idraulici che verranno implementati per eseguire le analisi suddette saranno di tipo bidimensionale. Occorrerà pertanto effettuare rilievi Lidar (da aereo o da drone) con cui ottenere modelli digitali del terreno (DTM) della regione fluviale da utilizzare per poter effettuare la modellazione bidimensionale.

Per quanto riguarda il T. Zagarella verrà implementato un modello bidimensionale a fondo mobile, per verificare se eventuali sovralluvionamenti possano ridurre il valore del franco idraulico di sicurezza al di sotto del viadotto Zagarella 1, caratterizzato, in base ai dati del PD, da un franco idraulico minimo pari a 2 m.

Verranno anche effettuate analisi idrauliche che terranno in conto del trasporto solido delle fiumare per tarare e meglio definire i modelli idrodinamici costieri.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>	CB0002, CF0004, CS0775, CS0781, CS0787, CS0794, CS0803, CS0809, CS0815, CS0821, CS0824, CS0830, SB0002, SS0189, SS0197, SS0208, SS0209, SS0217	CB0024÷CB0052, CS0776÷CS0779, CS0782÷CS0786, CS0788÷CS0793, CS0795÷CS0802, CS0804÷CS0808, CS0810÷CS0814, CS0816÷CS0820, CS0822÷CS0823, CS0825÷CS0829, CS0831÷CS0840, SB0032÷SB0047, SS0190÷SS0196, SS0198÷SS0207, SS0210÷SS0216, SS0218
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	AMV0644, AMV0725	AMV0647÷AMV0668, AMV0844÷AMV0860
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Descrizione metodologica**

**Modellazione idraulica con le effettive caratteristiche geometriche dei manufatti di attraversamento**

Le simulazioni idrauliche già condotte nell'ambito del P.D. in corrispondenza degli attraversamenti verranno aggiornate inserendo nel modello la reale geometria dei ponti, pile comprese. Nel caso in cui la quota idrica della piena di riferimento dovesse superare anche la quota dell'estradosso del ponte (situazione eventualmente presente nelle analisi di stato di fatto, ma che non potrà verificarsi per le opere in progetto, in quanto il deflusso della piena deve poter transitare interamente al di sotto del ponte con un adeguato franco di sicurezza – 1,5 m rispetto alla piena con tempo di ritorno duecentennale, in base a quanto stabilito dalle NTC2018), nel modello idraulico verrà inserito uno stramazzone a larga soglia per rappresentare la portata che può transitare al di sopra del manufatto.

**Modellazione idraulica con riferimento all'interazione tra i corsi d'acqua e i sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma**

Le simulazioni idrauliche condotte nel P.D. con riferimento ai progetti di sistemazione dei corsi d'acqua verranno aggiornate inserendo nello schema di calcolo anche le portate meteoriche scaricate dai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma, considerando anche gli effetti delle eventuali opere che si dovessero rendere necessarie nel P.E. per il rispetto del principio di invarianza idraulica (es. opere di laminazione, sistemi di dispersione, ecc.).

A tale scopo, nel modello idraulico verranno inserite opportune schematizzazioni di tali opere per poter simulare l'effetto di riduzione delle portate scaricate nei ricettori rispetto a quelle drenate direttamente dalle piattaforme stradali e ferroviarie interessate dagli eventi meteorici di riferimento.

Inoltre, relativamente agli scarichi finali dei sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma nei corpi idrici ricettori, verranno forniti i dettagli sul posizionamento degli stessi, soprattutto in termini di quota, allo scopo di verificare le loro condizioni di funzionamento (a pelo libero, rigurgitato, in pressione) in relazione al livello idrico presente nel ricettore in condizioni di piena di riferimento.

**Modellazione idraulica di dettaglio di corsi d'acqua minori o non considerati nel P.D.**

Nell'ambito del P.E. verranno aggiornate le analisi idrauliche di dettaglio anche in corrispondenza dei corsi d'acqua interferenti con le opere in progetto.

In particolare, per la Regione Calabria: T. Serro La Torre, Fosso Contrada Pirgo, T. Polistena, T. Lupo, T. Femia, T. Campanella (in relazione alle mutate condizioni morfologiche associate al fatto che le gallerie del progetto DG87 dell'autostrada A2 sono attualmente esistenti e quindi il cantiere interferente all'epoca del P.D., non c'è più).

Per la Regione Sicilia: fiumare Ciccica, Venedda Minissale e Venedda Vetro.

Le analisi idrauliche verranno effettuate attraverso l'implementazione di modelli idraulici bidimensionali, considerando anche i tratti di corpo idrico a monte e a valle delle opere di attraversamento esistenti e in progetto.

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale acque superficiali**

L'aggiornamento e le integrazioni delle analisi idrauliche dei corsi d'acqua dei bacini idrografici calabresi e siciliani interferenti con le opere viarie e ferroviarie in progetto, anche in relazione all'aggiornamento delle analisi idrologiche, permetterà di aggiornare il quadro degli impatti sulle acque superficiali, sia per la fase di costruzione che per la fase di esercizio.

Si segnala che tali aggiornamenti idrologici ed idraulici non comporteranno nessuna modifica alle opere d'arte maggiori, come i viadotti, in quanto gli attuali franchi idraulici sono notevolmente superiori rispetto ai valori minimi richiesti oggi dalla normativa (le NTC 2018 richiedono un franco idraulico minimo pari a 1,5 m rispetto alla piena con tempo di ritorno 200 anni). A dimostrazione di quanto sopra affermato si riporta una tabella con indicati i valori dei franchi idraulici dei viadotti presenti in progetto rispetto al livello idrico della piena duecentennale del corso d'acqua attraversato definito nel PD. Eventuali incrementi di livello idrico nel PE non potranno essere tali da ridurre tali franchi a valori inferiori a 1.5 m.

Denominazione corpo idrico	Opera prevista in progetto	Dati idraulici viadotti
Torrente Gibia	Ampliamento viadotto Gibia	Il livello idrico della piena T200 è pari a circa 81 m e la quota minima di intradosso è pari a circa 110 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 29 m.
Torrente Laticogna	Ampliamento viadotto Laticogna	Il livello idrico della piena T200 è pari a 85.27 m e la quota minima di intradosso è pari a circa 107 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 21.7 m.
Torrente Prestianni	Ampliamento viadotto Prestianni	Il livello idrico della piena T200 è pari a 100.25 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 105 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 4.75 m.
Torrente Piria	Ampliamento viadotto Piria	Il livello idrico della piena T200 è pari a 88.3 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 98 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 9.7 m.
Torrenti Zagarella 1 e 2	Viadotto Zagarella 1 e 2	Zagarella 1: il livello idrico della piena T200 è pari a 92 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 94 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 2 m (in corrispondenza dell'alveo la quota dell'impalcato è maggiore e il franco è di circa 3 m). Zagarella 2: il livello idrico della piena T200 è pari a 79.6 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 86.5 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 6.9 m.
Torrente Polistena	Viadotto Polistena	Il livello idrico della piena T200 è pari a 67 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 78.5 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 11.5 m.
Torrente Campanella	Viadotto Campanella 1 e 2	Campanella 1: il livello idrico della piena T200 è pari a 78.45 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 89 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 10.5 m. Campanella 2: il livello idrico della piena T200 è pari a 83.4 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 91.6 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 8.2 m.

**Descrizione metodologica**

Torrente Immacolata	Viadotto Immacolata	Il livello idrico della piena T200 è pari a 74 m s.m. e la quota minima di intradosso è pari a circa 85.8 m s.m., quindi il franco idraulico è pari a 11.8 m.
Torrente Curcuraci	Viadotto e svincolo Curcuraci	- viadotto rampa 1: livello idrico calcolato per T200 = 94.80 m s.m.; quota intradosso di progetto = 109.10 m s.m.; franco idraulico = 14.30 m - viadotto direzione ME: livello idrico calcolato per T200 = 93.20 m s.m.; quota intradosso di progetto = 108.10 m s.m.; franco idraulico = 14.90 m; - viadotto direzione RC: livello idrico calcolato per T200 = 89.55 m s.m.; quota intradosso di progetto = 103.90 m s.m.; franco idraulico = 14.35 m - viadotto rampa 5: livello idrico calcolato per T200 = 82.40 m s.m.; quota intradosso di progetto = 94.20 m s.m.; franco idraulico = 8.80 m - rampa 3-4: livello idrico calcolato per T200 = 76.25 m s.m.; quota intradosso di progetto = 94.20 m s.m.; franco idraulico = 17.95 m
Torrente Pace	Viadotto Pace	viadotto direzione RC: livello idrico calcolato per T200 = 89.62 m s.m.; quota intradosso di progetto = 93.70 m s.m.; franco idraulico = 4.00 m viadotto direzione ME: livello idrico calcolato per T200 = 89.62 m s.m.; quota intradosso di progetto = 94.50 m s.m.; franco idraulico = 4.80 m
T. Annunziata	Cavalcavia e svincolo Annunziata	- viadotto rampa 3: livello idrico calcolato per T200 = 165.80 m s.m.; quota intradosso di progetto = 171.40 m s.m.; franco idraulico = 5.60 m - viadotto direzione ME: livello idrico calcolato per T200 = 157.87 m s.m.; quota intradosso di progetto = 165.17 m s.m.; franco idraulico = 7.30 m; - viadotto direzione RC: livello idrico calcolato per T200 = 155.78 m s.m.; quota intradosso di progetto = 165.18 m s.m.; franco idraulico = 9.40 m

Gli aggiornamenti idrologico-idraulici potranno, invece, portare a delle eventuali modifiche nelle dimensioni delle opere minori di sistemazione dei corsi d'acqua (inalveamenti, opere di protezione spondale, tombini). Tali modifiche non comporteranno un aumento degli impatti, se non dal punto di vista visivo, seppur limitati (ad es. scegliere più alte, tombini più alti o più larghi). D'altro canto, il ridimensionamento delle opere di sistemazione dei corsi d'acqua consentirà, oltre al rispetto dei franchi di sicurezza richiesti dalle normative di settore, di mantenere o ridurre l'attuale valutazione degli impatti sulla componente acque superficiali.

**Intesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

L'aggiornamento delle analisi idrauliche, unitamente all'aggiornamento delle analisi idrologiche, consentirà di confermare o di ricalibrare gli interventi di sistemazione dei corsi d'acqua interferenti, in modo da mantenere o ridurre l'attuale valutazione degli impatti su tale componente.

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

Si valuterà, congiuntamente con gli uffici regionali competenti in materia di monitoraggio pluvi-idrometrico, l'installazione di strumenti di misura dei livelli e delle portate dei corsi d'acqua, in modo da poter disporre di maggiori dati utili alla taratura dei modelli idrologico-idraulici.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-017** Interventi per la sostenibilità idrica dei cantieri

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- VIAC010d
- VIAC015
- VIAS018a
- VIAS021a
- VIAS021b
- VIAS026
- n4b

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- 

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

- 

Oggetto della prescrizione:

L'insieme delle prescrizioni sopra enunciate può essere ricondotto a tre macro-tipologie:

- prescrizioni riguardanti le analisi e le verifiche sull'attuale stato del sistema di collettamento e depurazione che costituisce il recapito delle acque di cantiere, per avere contezza della sua capienza e della relativa attitudine chimico-fisica rispetto ai reflui di lavorazione e più in generale delle acque di cantiere; questo anche in considerazione che tale sistema possa essere interessato da carichi di inquinamento chimico potenzialmente in grado di mettere in crisi il processo di depurazione
- verificare la compatibilità idraulica del sistema di smaltimento nel caso di rilascio nella rete fognaria delle acque bianche
- valutare la disponibilità della risorsa idrica, tenuto conto dei fabbisogni di cantiere, e la sostenibilità dei prelievi, con particolare riguardo alla tutela delle utenze attualmente servite.

Obiettivi della prescrizione:

Le prescrizioni riguardanti gli interventi di cui alla presente Scheda perseguono obiettivi multipli, come di seguito sintetizzabili:

- Migliorare lo stato del sistema conoscitivo sulle reti e sugli impianti destinati a ricevere i reflui di cantiere
- Analizzare la compatibilità idraulica del sistema depurativo sia dal punto di vista qualitativo, che quantitativo
- Investigare modalità di approvvigionamento idrico aggiuntivo rispetto alla rete acquedottistica esistente, privilegiando azioni da intraprendere in caso di carenza della risorsa idrica, per garantire la continuità lavorativa del cantiere senza compromettere l'utilizzo della risorsa da parte della popolazione servita dagli acquedotti
- Dettagliare gli elementi della gestione delle acque di cantiere al fine di verificare il potenziale rilascio di sostanze pericolose e le relative modalità di trattamento
- Individuare soluzioni finalizzate al perseguimento della sostenibilità dei prelievi, con particolare riguardo alla tutela delle utenze attualmente servite

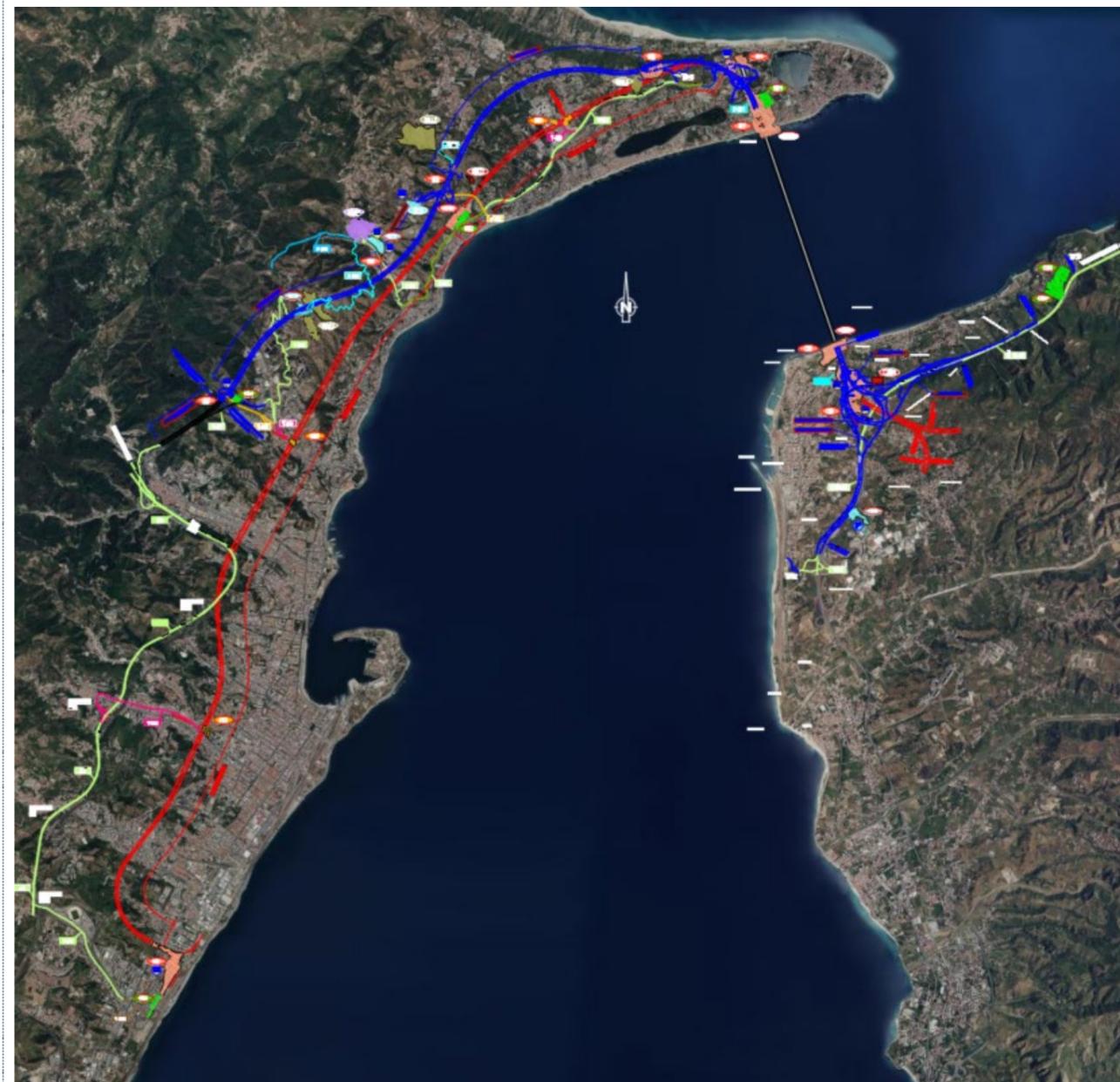
Descrizione dell'azione prescrittiva

Nella successiva fase di P.E., anche in considerazione dello sviluppo del progetto di dettaglio della cantierizzazione, si perseguiranno soluzioni sostenibili ed innovative finalizzate al risparmio idrico, nonché a massimizzare l'efficienza ed il riutilizzo delle risorse idriche.

Il processo logico di sostenibilità idrica durante la fase di cantiere si svilupperà sulla base dei seguenti cinque passaggi operativi:

- studio del progetto di dettaglio con riferimento all'utilizzo delle aree di cantiere;
- conferma dei fabbisogni idrici dei cantieri;
- aggiornamento analisi pluviometrica;
- efficientamento del ciclo idrico dei singoli cantieri;
- approfondimento circa il riutilizzo ed approvvigionamento della risorsa idrica.

Localizzazione



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.PRO-017** Interventi per la sostenibilità idrica dei cantieri

Elaborati di riferimento (eventuali)

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	<b>Quadro di riferimento ambientale – componente ambiente idrico</b>	<b>Relazione SIA</b>
<b>Relazione del Progettista</b>	<b>3.5.1.4</b>	<b>Scheda P.PRO-28</b>
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>		<i>Codice documento</i> P.PRO-017.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

<b>Descrizione metologica</b>
<b>Studio del progetto e della finalità delle aree di cantiere</b>
Le soluzioni migliorative sono individuate a seguito di un'analisi dettagliata del progetto: si prendono in esame tutte le aree di cantiere, associandole alle varie lavorazioni previste in progetto e ubicazione in funzione delle opere da realizzarsi al fine di individuare le installazioni industriali e logistiche presenti al loro interno.
<b>Verifica dei fabbisogni idrici dei cantieri</b>
Si individuano i fabbisogni puntuali delle singole installazioni e il fabbisogno complessivo di ogni area di cantiere in funzione delle lavorazioni previste al fine di eseguire, per ogni cantiere, un primo bilancio idrico al netto delle soluzioni proposte e poter individuare quali lavorazioni, e di conseguenza impianti, gravano maggiormente sul ciclo.
<b>Analisi pluviometrica</b>
Una delle principali fonti di approvvigionamento idrico sostenibile sono le piogge ricadenti sulle aree di cantiere. Al fine di massimizzare il loro rimpiego, è stata eseguita l'analisi pluviometrica della zona così da poter stimare i volumi di acqua meteorica recuperabili ai fini del riutilizzo nelle lavorazioni dei cantieri.
<b>Efficientamento del ciclo idrico dei singoli cantieri</b>
Si procede con la ricerca della migliore proposta tecnologica disponibile sul mercato o innovativa in termini di efficientamento. Si sviluppano delle soluzioni di efficientamento idrico non soltanto in riferimento ai singoli impianti, quanto in relazione all'intero sistema idrico dell'area di cantiere. Generalmente, le soluzioni riguardano l'efficientamento dei consumi idrici sia industriali che potabili, privilegiando al massimo il riutilizzo delle acque di processo e quelle meteoriche.
<b>Riutilizzo ed approvvigionamento della risorsa idrica</b>
Una volta sviluppate tutte le soluzioni riguardanti l'ottimizzazione dei consumi idrici, si provvede ad individuare e dimensionare tutte le soluzioni necessarie per massimizzare quanto più possibile il riutilizzo della risorsa idrica (meteorica, reflua grigia e industriale) così da poter perseguire, ove possibile, l'autosufficienza idrica dei cantieri.
In particolare per quanto concerne il recupero e riutilizzo delle acque civili saranno adottate:
<ul style="list-style-type: none"> <li>o azioni di sensibilizzazione del personale per la riduzione degli sprechi idrici;</li> <li>o Dispositivi per l'efficientamento idrico per usi civili.</li> </ul>
Per quanto riguarda la sostenibilità delle acque industriali saranno adottati i seguenti sistemi di efficientamento idrico:
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Sistema di nebulizzazione;</li> <li>o Impianto di lavaggio ruote;</li> <li>o Impianto di lavaggio betoniere;</li> <li>o monitoraggio del consumo idrico;</li> <li>o Impianto di realizzazione pali;</li> <li>o Interventi di jet grouting;</li> <li>o Raffreddamento TBM;</li> <li>o Acqua drenata in galleria;</li> <li>o Lavaggio nastri trasportatori;</li> <li>o Nebulizzazione fronte scavo con martellone.</li> </ul>

<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<b>Componente ambientale idrico</b>
L'insieme degli studi, analisi, soluzioni e interventi specificatamente finalizzati a garantire la massima sostenibilità idrica possibile per l'intero sistema di cantierizzazione ha come ricaduta indiretta anche quella di rendere meno pressante le criticità relative all'attuale assetto impiantistico e fognario in quanto l'attuazione di un progetto di sostenibilità idrica minimizza i volumi di acque in uscita dai cantieri e ne garantisce il corretto trattamento nel corso dei vari passaggi di depurazione e riutilizzo interno al cantiere stesso.
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<b>Componente ambientale idrico</b>
L'insieme degli interventi previsti nell'ottica della sostenibilità idrica del cantiere confluiscono nel sistema degli interventi di mitigazione ambientale tali da non arrecare criticità ai sistemi presenti al contorno. Conseguentemente le soluzioni proposte non necessitano di particolari procedure di inserimento paesaggistico ed ambientale.
<b>Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale</b>
<b>Componente ambientale idrico</b>
I sistemi proposti, riconducibili all'intero sistema di cantierizzazione, prevedono dei sistemi di monitoraggio dei consumi idrici. In particolare, si utilizzerà per tutta la durata dei lavori un sistema innovativo di monitoraggio e gestione delle acque di cantiere con telecontrollo digitale.
Il sistema consentirà di monitorare in maniera automatica:
<ul style="list-style-type: none"> <li>o le portate di acqua in ingresso (meteorica pulita e sporca, di drenaggio, di lavaggio, ecc.) dalle diverse reti di collettamento;</li> <li>o le portate in uscita dalle vasche di accumulo smistate con rete di distribuzione;</li> <li>o le principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque in uscita dagli impianti di trattamento;</li> <li>o le eventuali perdite nelle diverse reti.</li> </ul>
L'intero sistema sarà connesso, tramite wireless, ad un Database in cloud che, attraverso Software espressamente dedicati e sviluppati, consentirà di:
<ul style="list-style-type: none"> <li>o individuare tempestivamente eventuali disfunzioni degli elementi del Sistema di Gestione Idrico Integrato (es. guasto misuratore, rottura pompe di rilancio, ecc.);</li> <li>o allertare il personale preposto attraverso SMS, e-mail e/o dashboard, per un tempestivo intervento correttivo;</li> <li>o registrare i dati monitorati e le performance di sistema.</li> </ul>
Prima dell'avvio dei lavori, dopo l'analisi dello schema idrico del cantiere, verranno installati misuratori di portata elettromagnetici in modo da poter monitorare il funzionamento della rete idrica dall'adduzione allo scarico finale, e acquisire in automatico i valori delle portate d'acqua e i parametri chimico/fisici compilando automaticamente il registro di monitoraggio idrico.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-018** Invarianza idrologica e idraulica

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Monitoraggio
- Fase di esercizio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Oggetto della prescrizione:

Obiettivi della prescrizione:

Descrizione dell'azione prescrittiva

Il progetto delle infrastrutture stradali e ferroviarie sarà aggiornato ed integrato per garantire il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa regionale vigente (D.D.G. n. 102 del 23-06-2021 della Regione Sicilia), dal "manuale di progettazione delle opere civili - parte II - sezione 3 - corpo stradale" di RFI e dai principali strumenti di pianificazione di Distretto e di bacino idrografico (PAI, PGR). La Regione Calabria non ha una specifica normativa relativa a tale tema, quindi, data l'unitarietà del progetto, si applicherà anche alle opere previste in tale regione quanto stabilito nella normativa siciliana.

L'obiettivo dell'invarianza idrologica e idraulica è garantire che il deflusso superficiale causato dalle piogge nella situazione *post operam* rimanga immutato rispetto alla situazione *ante operam*, ossia in condizioni preesistenti all'urbanizzazione. Tale obiettivo si può raggiungere, tecnicamente, attraverso la realizzazione di opere di laminazione e di infiltrazione del terreno.

La norma regionale siciliana assume, come parametro per il dimensionamento delle opere di laminazione e di infiltrazione, un valore limite del contributo unitario al deflusso superficiale causato dalle piogge pari a 20 l/s per ogni ettaro impermeabile. In funzione della superficie impermeabile dell'intervento di trasformazione e di tale limite unitario si definisce il valore della portata allo scarico nel ricettore finale che non deve essere superato.

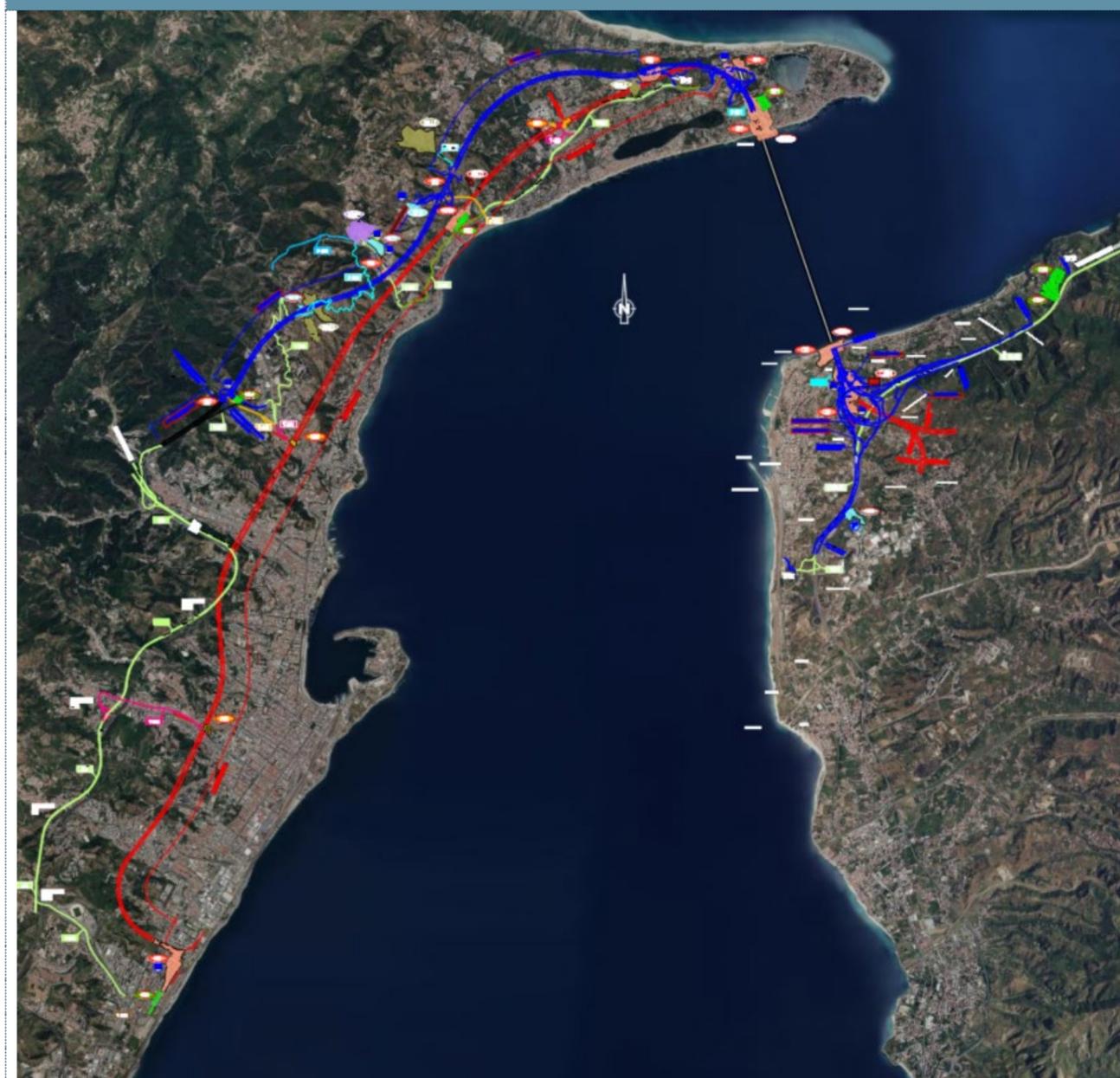
In ogni caso, il valore della portata scaricata nei ricettori non andrà a pregiudicare l'attuale capacità idraulica del corpo idrico, rispettando i parametri di sicurezza (franco idraulico) ed i limiti di qualità delle acque.

Il P.D., elaborato precedentemente all'entrata in vigore della suddetta normativa, non rispetta il principio di invarianza idrologica e idraulica. Infatti, in corrispondenza dei punti di scarico del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma nei ricettori, sono previste solo opere di trattamento qualitativo delle acque di prima pioggia e non sono previste opere di laminazione e/o infiltrazione in grado di ridurre la portata scaricata nei corpi idrici superficiali a valori inferiori a 20 l/s per ogni ettaro impermeabile di superficie di intervento. Nell'ambito del P.E. si procederà all'aggiornamento ed integrazione delle opere costituenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie, comprese le loro pertinenze, affinché il progetto possa rispettare quanto previsto dalla normativa vigente.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo		
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



#### Descrizione metodologica

##### Aggiornamento ed integrazione del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie per il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica

Il progetto delle infrastrutture stradali e ferroviarie sarà aggiornato ed integrato per garantire il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente. In particolare, si procederà ad effettuare una verifica e aggiornamento del progetto del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie, comprese le loro pertinenze. Il principio di invarianza si applica solo alle infrastrutture interessate direttamente dalle precipitazioni (strade e ferrovie in trincea, in rilevato o in viadotto), mentre non si applica ai tratti in galleria, in quanto non concorrono ad aumentare l'impermeabilità dei suoli e quindi le portate scaricate nei ricettori.

Considerando i dati contenuti nelle relazioni idrauliche del P.D., relative al progetto dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma, si ha il seguente quadro di sintesi delle superfici impermeabili, suddivise per macro-interventi:

- Opere viarie Calabria: 18.64 ha impermeabili
- Opere ferroviarie Calabria: 0.63 ha impermeabili
- Centro direzionale: 5.3 ha impermeabili
- Opere viarie Sicilia: 13.08 ha impermeabili
- Opere ferroviarie Sicilia: 3.33 ha impermeabili

Il totale della superficie impermeabile è quindi pari a circa 41 ha.

La normativa siciliana indica come parametro di riferimento per la determinazione dei volumi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque, il valore di 500 m<sup>3</sup> di volume per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile. Quindi, indicativamente, il volume complessivo delle opere che dovrà essere previsto per rispettare il principio di invarianza idrologica e idraulica sarà pari a circa 20'500 m<sup>3</sup>, da suddividere nei diversi punti di scarico, dove attualmente sono previste le vasche di trattamento delle acque di prima pioggia, con volumi delle singole opere proporzionali alle superfici drenate e afferenti allo specifico punto di scarico.

Nel caso in oggetto, dato il contesto territoriale e morfologico, si ha che la maggioranza delle opere di laminazione saranno da prevedere mediante vasche interrato. Infatti, sono limitate le aree in prossimità dei terminali di scarico delle reti di smaltimento delle acque di piattaforma che potrebbero essere utilizzate per realizzare dei bacini di laminazione a cielo aperto (es. aree interne agli svincoli autostradali).

Di seguito si riporta una prima valutazione delle necessità di laminazione per quanto riguarda le infrastrutture autostradali e ferroviarie; altre opere sono necessarie per il centro direzionale e per altre viabilità minori previste in progetto.

##### CALABRIA – AUTOSTRADA

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP1: il volume previsto è pari a circa 180 m<sup>3</sup> (0.36 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP1 o sotto il sedime stradale.

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP2: il volume previsto è pari a circa 260 m<sup>3</sup> (0.51 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP2 o sotto il sedime stradale.

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP3: il volume previsto è pari a circa 470 m<sup>3</sup> (0.94 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP3 o sotto il sedime stradale.

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP4 bassa: il volume previsto è pari a circa 190 m<sup>3</sup> (0.38 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP4 bassa o sotto il sedime stradale

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP4 alta: il volume previsto è pari a circa 1300 m<sup>3</sup> (2.63 ha superficie impermeabile drenata) e si prevede la realizzazione di una vasca interrata, o a cielo aperto, a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP4alta, nell'area compresa tra le due viabilità

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP5: il volume previsto è pari a circa 350 m<sup>3</sup> (0.7 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP5, oppure nell'area all'interno dello svincolo (a cielo aperto e interrata).

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP6+VPP7: il volume previsto è pari a circa 3800 m<sup>3</sup> (7.6 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata in una zona sottostante o in prossimità del ponte.

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP8: il volume previsto è pari a circa 480 m<sup>3</sup> (0.96 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP8, nell'area compresa tra le due viabilità.

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP9: il volume previsto è pari a circa 410 m<sup>3</sup> (0.82 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP9 o al di sotto del sedime stradale

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP10: il volume previsto è pari a circa 480 m<sup>3</sup> (0.96 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP10 o al di sotto del sedime stradale

##### SICILIA – AUTOSTRADA

#### Descrizione metodologica

Opera di laminazione nei pressi della vasca VPP3: il volume previsto è pari a circa 4'100 m<sup>3</sup> (8.16 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata al di sotto delle aree dello svincolo

Opera di laminazione nei pressi delle vasche VPP4+VPP5: il volume previsto è pari a circa 1'100 m<sup>3</sup> (2.24 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP4 VPP5 o all'interno della rotatoria (per bacino afferente alla vasca VPP5)

Opera di laminazione nei pressi delle vasche VPP6: il volume previsto è pari a circa 180 m<sup>3</sup> (0.36 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP6

Opera di laminazione nei pressi delle vasche VPP7: il volume previsto è pari a circa 340 m<sup>3</sup> (0.68 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP7 (eventualmente parte al di sotto del rilevato della rampa 1)

Opera di laminazione nei pressi delle vasche VPP8: il volume previsto è pari a circa 450 m<sup>3</sup> (0.9 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare e la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia VPP8 o nell'area compresa tra la nuova viabilità e l'alveo della fiumara Annunziata

##### CALABRIA – FERROVIA

Opera di laminazione: il volume previsto è pari a circa 320 m<sup>3</sup> (0.63 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, nel piazzale del fabbricato tecnologico

##### SICILIA – FERROVIA

Opera di laminazione nei pressi della vasca zona nord – direzione Messina: il volume previsto è pari a circa 320 m<sup>3</sup> (0.63 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia

Opera di laminazione nei pressi della vasca zona sud – direzione Catania: il volume previsto è pari a circa 680 m<sup>3</sup> (1.35 ha superficie impermeabile drenata) e si può ipotizzare la realizzazione di una vasca interrata a lato dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia.

L'entità dei suddetti volumi di laminazione potrebbe aumentare qualora fosse necessario prevedere dei volumi aggiuntivi per ridurre ulteriormente la portata allo scarico per rispettare la compatibilità idraulica del singolo corpo idrico ricettore. Il calcolo di dimensionamento delle opere verrà condotto nel P.E. mediante l'applicazione di specifici modelli di calcolo idrologico-idraulico.

Di seguito si forniscono alcune indicazioni relative alle tipologie di opere che potranno essere previste nel P.E. per garantire il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica.

##### Opere di laminazione

La classificazione delle opere di laminazione può essere effettuata sulla base di differenti criteri, di seguito brevemente descritti:

- funzione assolta: detenzione o ritenzione;
- posizione rispetto alla rete drenante: in linea o fuori linea;
- posizione rispetto al piano campagna: superficiale o sotterranea.

Detenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono temporaneamente invasati e contemporaneamente rilasciati attraverso gli scarichi nel sistema di drenaggio di valle, con portata limitata nei limiti prescritti dalla normativa. In questo caso il volume invasato è trattenuto solo temporaneamente nell'invaso e l'onda laminata uscente da esso si sviluppa nel corso dello stesso evento meteorico.

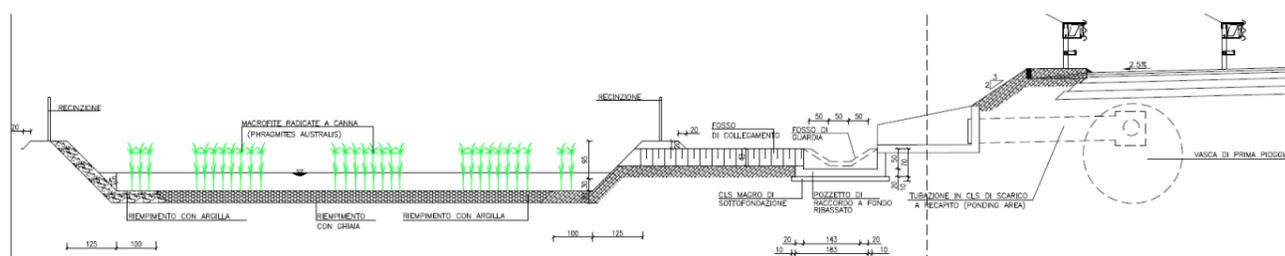
Ritenzione: tutti i deflussi o parte di essi vengono invasati, generalmente per un lungo periodo, e non vengono rilasciati durante l'evento meteorico nel ricettore in quanto le acque accumulate vengono smaltite mediante infiltrazione o riuso. In questo caso quindi il volume invasato è trattenuto a lungo nell'invaso e l'eventuale scarico si sviluppa dopo l'evento meteorico, senza contribuire alla formazione della piena a valle.

Invasi in linea: tutti i deflussi derivanti dall'area scolante entrano direttamente nell'invaso e contemporaneamente escono dallo stesso passando attraverso una o più bocche di scarico limitanti la portata consegnata a valle.

Invasi fuori linea: l'invaso è posto in derivazione rispetto al condotto o canale convogliante i deflussi derivanti dall'area scolante e viene interessato solo per portate in arrivo maggiori di un valore di soglia prefissato.

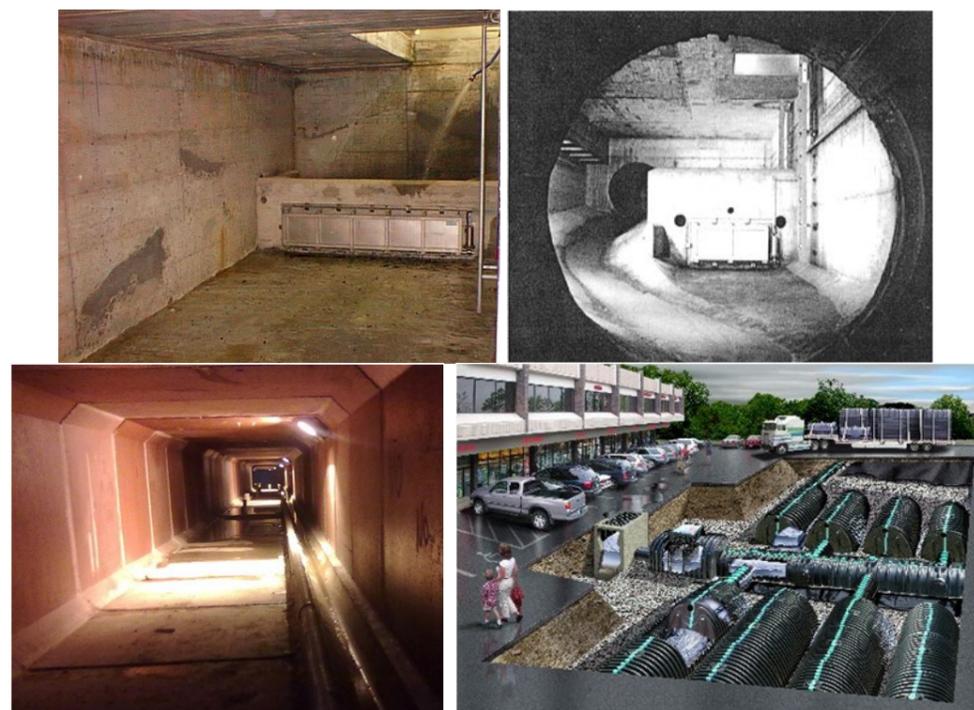
Invaso superficiale: aree aperte già esistenti o adattate o appositamente sbancate per la laminazione, visibili dall'esterno e almeno in parte destinabili ad altre finalità (agricoltura, fruizione pubblica, paesaggio, ecc.) nei periodi di asciutta. Possono essere aree naturali o artificiali o miste e possono anche integrare la funzione idraulica con la depurazione delle acque invase mediante sistemi vegetati (wetlands, cunette vegetate, filter strips). Esse possono essere dotate di scarico di fondo, di scarico di emergenza di superficie, di fondo impermeabile (per particolari condizioni di vulnerabilità dell'acquifero sotterraneo o per altre particolari esigenze o rischio di inquinamento delle acque di drenaggio) o di fondo drenante.

**Descrizione metodologica**



Esempio di sistema di laminazione superficiale

**Invaso sotterraneo:** questo tipo di strutture può essere costituito da serbatoi o vasche in c.a. o altro materiale, prefabbricate o realizzate in opera, di dimensioni e forme differenti in funzione del volume, del materiale utilizzato, dell'ubicazione, del riutilizzo o meno delle acque. I componenti di base di una struttura interrata di laminazione sono: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di filtrazione per evitare l'immissione di materiale grossolano (es. foglie o rifiuti), un tubo di troppo pieno (o, comunque, un'uscita controllata), un sistema di gestione delle emergenze (es. alloggiamento pompe). Una possibile installazione di strutture sotterranee di infiltrazione/ detenzione prevede l'utilizzo di tubazioni di grande diametro in c.a. o di serbatoi prefabbricati in polietilene.



Esempi di sistemi di laminazione sotterranea

Le opere di laminazione devono essere prioritariamente previste a cielo aperto e facilmente accessibili per poter consentire agevolmente le operazioni di pulizia e manutenzione. Prediligere, se funzionali, le aree verdi intercluse all'interno degli svincoli

**Descrizione metodologica**

autostradali.

Inoltre, compatibilmente con le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, prevedere la possibilità di scaricare l'acqua invasata per infiltrazione. In questo caso è importante prevedere, se possibile, anche delle modalità di scarico in emergenza in fognatura o nel reticolo idrico superficiale, per tenere in conto eventuali inefficienze del processo di infiltrazione nel sottosuolo.

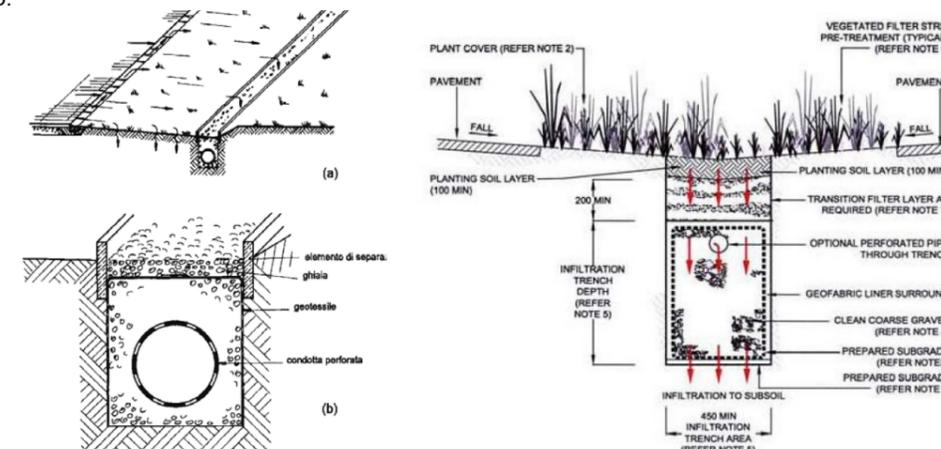
Prevedere, invece, le opere di laminazione interrate solo se strettamente necessario, in funzione dei vincoli presenti e degli spazi a disposizione. In ogni caso, occorre prevedere delle rampe per poter accedere ai manufatti idraulici non accessibili direttamente dalla viabilità esistente o in progetto.

**Opere di infiltrazione**

Le opere strutturali più diffuse che incentivano lo smaltimento per infiltrazione nel terreno di una parte dei deflussi meteorici sono le seguenti: trincee di infiltrazione, pozzi drenanti, bacini di infiltrazione, pavimentazioni permeabili, caditoie filtranti.

**Trincee d'infiltrazione**

La trincea d'infiltrazione può descriversi, schematicamente, come uno scavo lungo e profondo (generalmente la profondità è compresa tra 1 e 3 metri) riempito con materiale ad alta conduttività idraulica, ad esempio ghiaia o ghiaietto. La trincea viene generalmente costruita in corrispondenza di una cunetta ribassata rispetto al terreno da drenare, così che il deflusso superficiale si possa accumulare temporaneamente all'interno della trincea e gradualmente infiltrarsi nel terreno circostante attraverso le superfici laterali e il fondo.

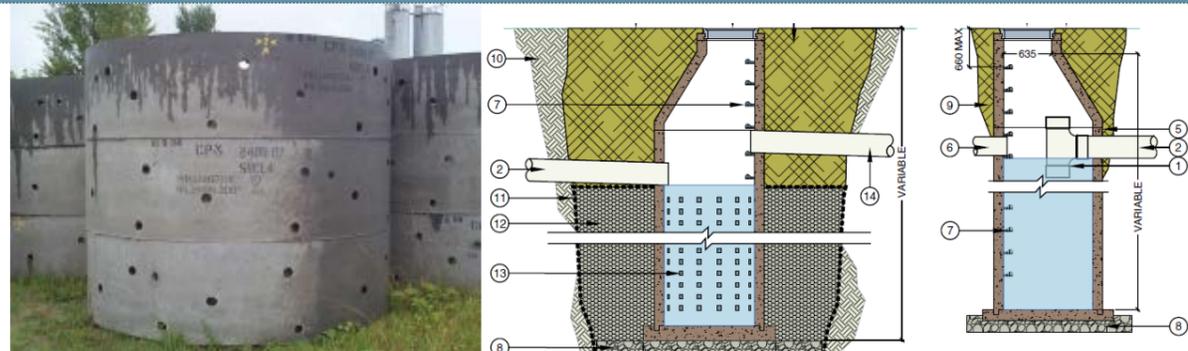


Tipologico di trincea d'infiltrazione

**Pozzi d'infiltrazione**

I pozzi d'infiltrazione sono strutture sotterranee localizzate, utilizzate anch'esse per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia. La struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento), mentre l'interno viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti sono preferibilmente dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo.

**Descrizione metodologica**



*esempi e schemi di pozzi d'infiltrazione*

**Bacini e vasche d'infiltrazione**

Le vasche e i bacini d'infiltrazione sono invasi a fondo permeabile. I primi hanno generalmente i muri di contenimento in calcestruzzo e possono essere strutture anche sotterranee, mentre i secondi sono ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, quindi sempre a cielo aperto.

In entrambi i casi è indispensabile la formazione di una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate.

Nei bacini d'infiltrazione, in genere le pareti e il fondo del bacino sono ricoperte da un tappeto erboso, al fine sia di stabilizzare queste aree sia di esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia, come nutrienti e metalli disciolti. Inoltre, le radici vegetali possono aumentare la capacità di infiltrazione di un terreno poiché creano nello stesso dei condotti preferenziali in cui l'acqua si filtra.

La profondità del bacino viene calcolata tenendo conto di un tempo massimo di ritenzione dell'acqua nel bacino stesso, usualmente posto inferiore alle 48 ore.

**Sintesi degli eventuali impatti ambientali**

**Componente ambientale acque superficiali**

Il rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica consentirà una riduzione degli impatti rispetto a quelli associati alle opere previste nel P.D., in quanto si ridurrà l'apporto idrico nei corsi d'acqua ad opera dei sistemi di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque di piattaforma.

**Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

L'aggiornamento e l'integrazione delle opere costituenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma delle infrastrutture stradali e ferroviarie, finalizzate al rispetto del principio di invarianza idrologica e idraulica, consentirà di ridurre l'attuale valutazione degli impatti su tale componente.

**Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale**

**Componente ambientale acque superficiali**

Non si prevede monitoraggio aggiuntivo rispetto a quanto previsto nel PMA del P.D.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-019** Gallerie Stradali - Dimensionamento impianto di ventilazione

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro .....

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere gallerie stradali 2022-11-28 04\_13\_11

- Parere gallerie stradali 2022-11-28 04\_13\_11

Oggetto della prescrizione:

Raccomandazione, per le gallerie stradali lato Calabria, di effettuare il dimensionamento dell'impianto di ventilazione a mezzo di simulazioni fluidodinamiche.  
Adeguamento impianti di ventilazione agli standard più recenti ed innovazioni tecnologiche.  
Tale dimensionamento andrà effettuato nella fase di PE.

Obiettivi della prescrizione:

Verificare l'impianto di ventilazione delle rampe stradali lato Calabria, a mezzo di un calcolo fluidodinamico in luogo di un calcolo di tipo analitico.

Descrizione dell'azione prescrittiva

In Italia non esiste una norma tecnica sul dimensionamento della ventilazione per le gallerie stradali i riferimenti adottati normalmente sono il PIARC, la NFPA 502 e la norma svizzera ASTRA 13001.

In particolare le ultime due (NFPA ed ASTRA) sono state revisionate rispettivamente nel 2023 e nel 2021 e contengono nuovi standard di calcolo rispetto al progetto definitivo del 2011.

Con l'incremento del traffico pesante i criteri di dimensionamento sono diventati più stringenti ed attualmente si verifica l'efficacia dei sistemi di ventilazione oltre che a 30 MW anche a 50 MW e 100 MW, secondo i nuovi standard di calcolo.

In particolare la NFPA 502 richiede siano effettuate verifiche con CFD tridimensionali al fine di supportare i valori di dimensionamento adottati. Infine i risultati del calcolo prestazionale andranno inseriti nel calcolo del rischio per effettuare in modo corretto l'analisi costi benefici contemplata dal criterio ALARP.

In questa fase si stima un incremento della prestazione della ventilazione pari a circa il 40%÷50% della spinta complessiva, mirata ad incrementare l'efficacia complessiva del sistema per incendi di potenza fino a 50 MW.

Per il fornice di salita, secondo le modalità di sicurezza adottate oggi nel dimensionamento degli impianti di ventilazione, soprattutto nel caso di utilizzo bidirezionale delle canne, a causa di eventi manutentivi straordinari, vengono trascurati gli effetti positivi (tiraggio termico e naturale).

Tale valore può essere ottenuto incrementando il numero di ventilatori, adottando ventilatori aventi una maggiore spinta, ovvero adottando nuove tecnologie che consentano di ridurre il fattore di installazione dei ventilatori riducendo l'effetto Coanda, rispetto alla volta della galleria.

Inoltre un fattore che influisce sul dimensionamento del sistema di ventilazione, e che deve essere verificato a monte del nuovo dimensionamento, è rappresentato dal traffico circolante sulla tratta autostradale, con riferimento anche alla percentuale di veicoli pesanti transitanti sull'opera.

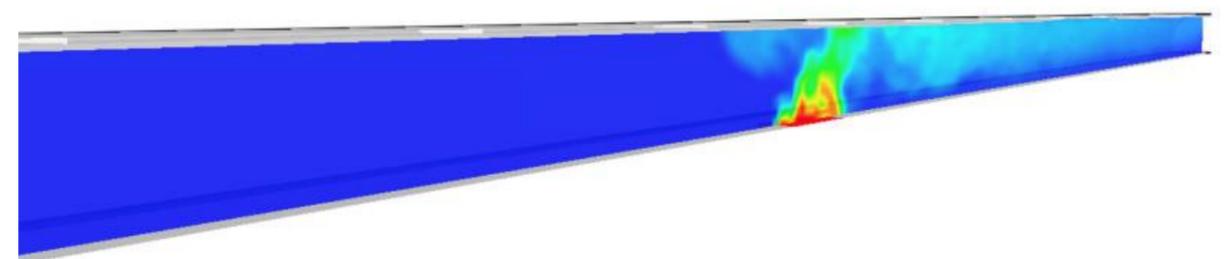
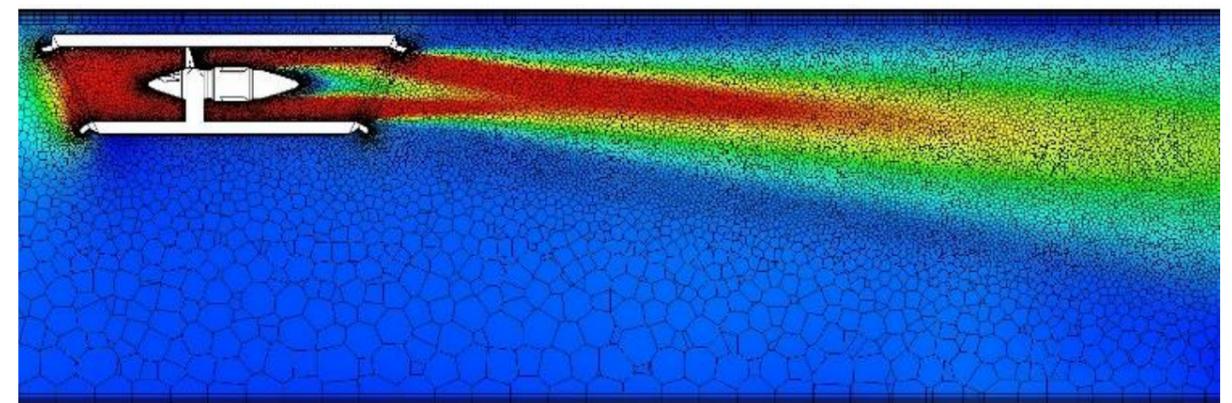
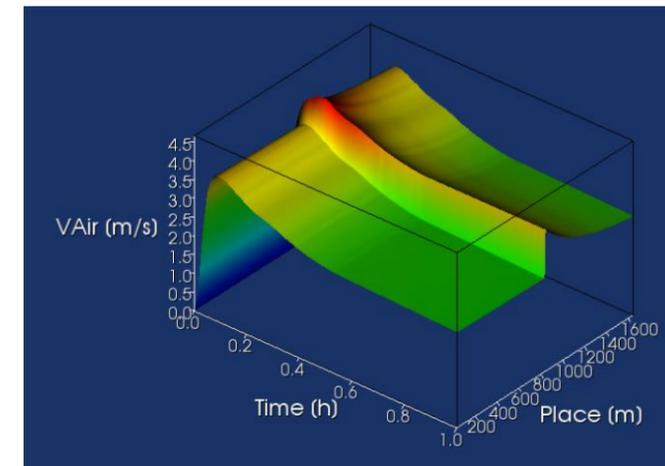
L'incremento prestazionale della ventilazione comporta, oltre al conseguente potenziamento delle linee di alimentazione per i nuovi ventilatori, anche l'adeguamento della relativa rete elettrica di alimentazione complessiva della galleria, con incremento delle taglie dei trasformatori MT/BT e dei gruppi elettrogeni di emergenza installati presso le cabine elettriche a servizio delle gallerie.

Elaborati di riferimento (eventuali)

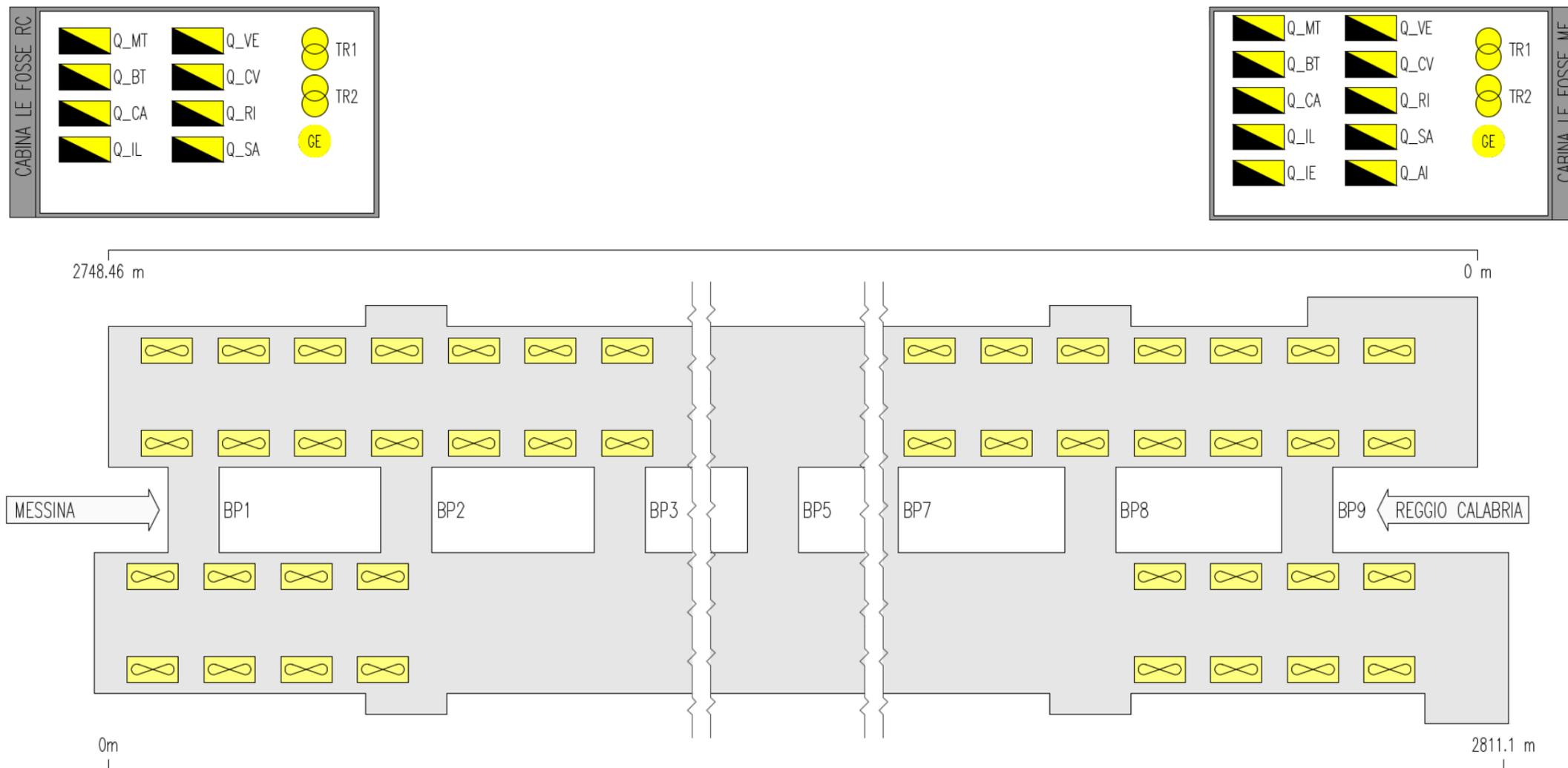
	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>	CS0911, CS0959, CS0998, CS1039	CS0947, CS0948, CS0988, CS0989, CS1028, CS1029, CS1074, CS1075
<b>Progetto Definitivo</b>	SS1033, SS1121, SS1170	SS1101, SS1102, SS1103, SS1104, SS1105, SS1158, SS1159, SS1244, SS1245, SS1246, SS1247, SS1248
<b>Relazione del Progettista</b>	Cap. 3.5	

Localizzazione

Simulazioni CFD monodimensionali e tridimensionali per verifica prestazioni della ventilazione



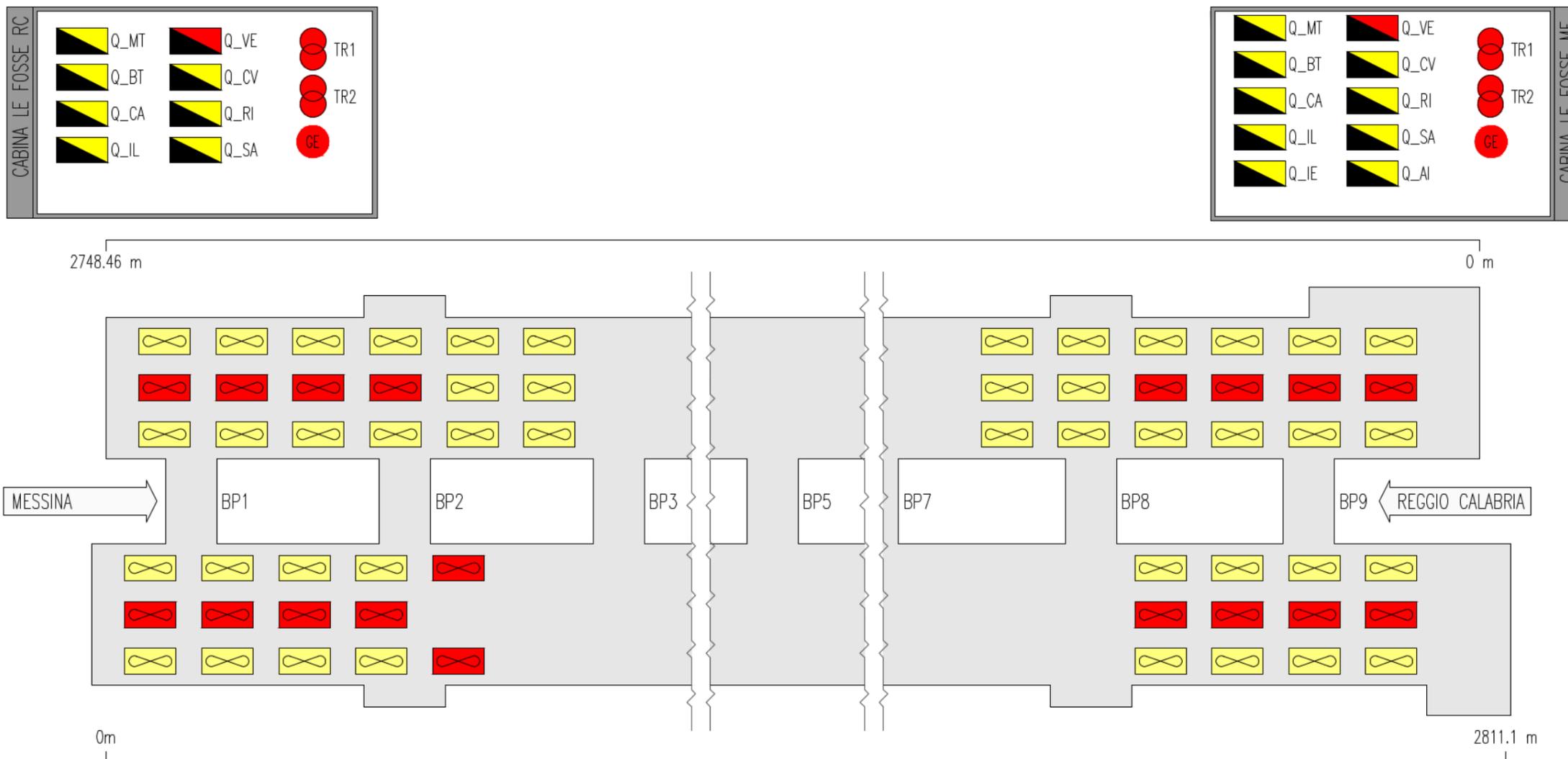
**Schema impianto di ventilazione di una galleria di riferimento**  
(previsioni di Progetto Definitivo)



LEGENDA SIMBOLI	
	QUADRO ELETTRICO PROG. DEFINITIVO 2011
	QUADRO ELETTRICO MODIFICATO (PER AGGIUNTA VENTILATORI)
	TRASFORMATORE MT/BT PROG. DEFINITIVO 2011
	GRUPPO ELETTROGENO PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVO TRASFORMATORE MT/BT (AUMENTO TAGLIA)
	NUOVO GRUPPO ELETTROGENO (AUMENTO TAGLIA)
	VENTILATORE ASSIALE - PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVO VENTILATORE ASSIALE

LEGENDA QUADRI			
Q_MT	QUADRO ELETTRICO MEDIA TENSIONE	Q_CV	QUADRO ELETTRICO CONTROLLO VENTILAZIONE
Q_BT	QUADRO ELETTRICO BASSA TENSIONE (POWER CENTER)	Q_AI	QUADRO ELETTRICO ANTINCENDIO
Q_GE	QUADRO ELETTRICO GRUPPO ELETTROGENO	Q_VF	QUADRO ELETTRICO V.V.F.
Q_RI	QUADRO ELETTRICO RIFASAMENTO	Q_BP/...	QUADRO ELETTRICO DI BY-PASS/NUMERAZIONE BY-PASS
Q_CA	QUADRO ELETTRICO CONTINUITA' ASSOLUTA	Q_RT/...	QUADRO ELETTRICO RILIEVO TRAFFICO GALLERIA/NUMERAZIONE PROGRESSIVA
Q_SA	QUADRO ELETTRICO SERVIZI AUSILIARI	Q_M/...	QUADRO ELETTRICO DI MODULO/NUMERAZIONE PROGRESSIVA
Q_IL	QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE TUNNEL	Q_AR	QUADRO ELETTRICO ALIM. E RIFASAMENTO VENTILATORI GALLERIA
Q_IE	QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE ESTERNA	..../RC	QUADRO LATO D DIREZIONE REGGIO CALABRIA (EVENTUALE SPECIFICAZIONE)
Q_VE	QUADRO ELETTRICO VENTILAZIONE TUNNEL	..../ME	QUADRO LATO D DIREZIONE MESSINA (EVENTUALE SPECIFICAZIONE)

**Schema impianto di ventilazione di una galleria di riferimento**  
(adeguamenti di Progetto Esecutivo)



LEGENDA SIMBOLI	
	QUADRO ELETTRICO PROG. DEFINITIVO 2011
	QUADRO ELETTRICO MODIFICATO (PER AGGIUNTA VENTILATORI)
	TRASFORMATORE MT/BT PROG. DEFINITIVO 2011
	GRUPPO ELETTROGENO PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVO TRASFORMATORE MT/BT (AUMENTO TAGLIA)
	NUOVO GRUPPO ELETTROGENO (AUMENTO TAGLIA)
	VENTILATORE ASSIALE -- PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVO VENTILATORE ASSIALE

LEGENDA QUADRI			
Q_MT	QUADRO ELETTRICO MEDIA TENSIONE	Q_CV	QUADRO ELETTRICO CONTROLLO VENTILAZIONE
Q_BT	QUADRO ELETTRICO BASSA TENSIONE (POWER CENTER)	Q_AI	QUADRO ELETTRICO ANTINCENDIO
Q_GE	QUADRO ELETTRICO GRUPPO ELETTROGENO	Q_VF	QUADRO ELETTRICO V.V.F.
Q_RI	QUADRO ELETTRICO RIFASAMENTO	Q_BP/...	QUADRO ELETTRICO DI BY-PASS/NUMERAZIONE BY-PASS
Q_CA	QUADRO ELETTRICO CONTINUITA' ASSOLUTA	Q_RT/...	QUADRO ELETTRICO RILIEVO TRAFFICO GALLERIA/NUMERAZIONE PROGRESSIVA
Q_SA	QUADRO ELETTRICO SERVIZI AUSILIARI	Q_M/...	QUADRO ELETTRICO DI MODULO/NUMERAZIONE PROGRESSIVA
Q_IL	QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE TUNNEL	Q_AR	QUADRO ELETTRICO ALIM. E RIFASAMENTO VENTILATORI GALLERIA
Q_IE	QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE ESTERNA	.../RC	QUADRO LATO O DIREZIONE REGGIO CALABRIA (EVENTUALE SPECIFICAZIONE)
Q_VE	QUADRO ELETTRICO VENTILAZIONE TUNNEL	.../ME	QUADRO LATO O DIREZIONE MESSINA (EVENTUALE SPECIFICAZIONE)

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.PRO-020** Gestione degli spazi aperti sottostanti l'impalcato del Ponte

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Monitoraggio
- Fase di esercizio
- Altro .....

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- Opere e misure mitigatrici e compensative dell'impatto ambientale, territoriale e sociale - prescrizioni e raccomandazioni n°9

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Soluzioni per aree sotto impalcato del Ponte. Si raccomanda di approfondire e dettagliare le soluzioni progettuali che generino un forte e motivato presidio umano nelle ampie aree disponibili sotto l'impalcato del Ponte sia sul versante Calabria, ma anche e soprattutto sul versante Sicilia, come ad esempio aree a verde sportivo attrezzato.

**Obiettivi della prescrizione:**

Verificare, aggiornare e dettagliare le opere a verde che interesseranno le aree esterne sotto l'impalcato del ponte sia sul lato Sicilia che sul lato Calabria.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

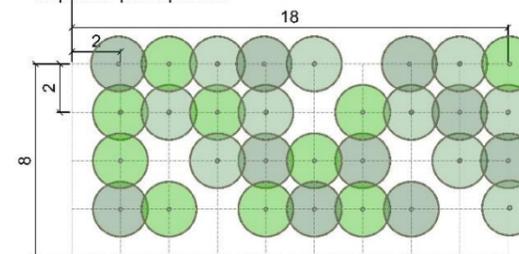
La caratterizzazione degli spazi aperti all'interno delle aree interessate dalla progettazione sotto gli attacchi del ponte è stata sviluppata tenendo conto dell'importanza sia per quanto riguarda l'opportunità di riqualificazione delle dotazioni di servizi alla comunità per lo svago ed il tempo libero, sia per la dotazione di aree naturali di riconnessione ecologica. Tali spazi dovranno tener conto dei caratteri paesaggistici e donare identità ai luoghi mantenendo la connessione con il paesaggio

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>		
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	Cap. 4.3	
<b>Relazione del Progettista</b>	Cap. 3.5	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**

**MACCHIA ARBOREA URBANA**  
Impianto plurispecifici



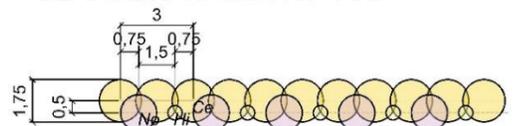
- ALBERATURE**  
Ql *Quercus ilex*  
Cs *Ceratonia siliqua*  
Oc *Ostrya carpinifolia*

**SIEPE ARBUSTIVA MISTA DI TIPO 1**



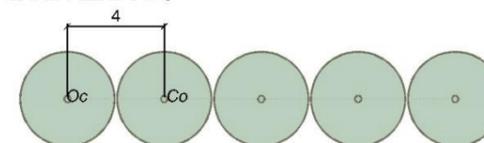
- ARBUSTI**  
Ln *Laurus nobilis*  
Mc *Myrtus communis*

**SIEPE ARBUSTIVA MISTA DI TIPO 2**



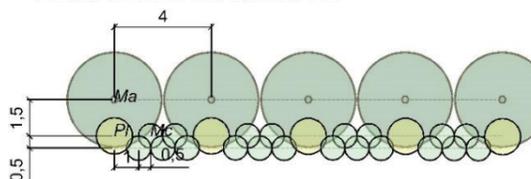
- Ce *Coronilla emerus*  
No *Nerium oleander*  
Hi *Helicrysum italicum*

**FILARE ALBERATO**



- ALBERATURE**  
Oc *Ostrya carpinifolia*  
Co *Carpinus orientalis*

**FILARE ALBERATO CON SIEPE**



- ALBERATURE**  
Ma *Melia azedarach*
- ARBUSTI**  
Pi *Pistacia lentiscus*  
Mc *Myrtus communis*



#### Sintesi degli eventuali impatti ambientali

##### Impatto acustico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento acustico, infatti, la vegetazione lo limita attenuando il suono e riducendone l'intensità. Foglie, rami, tronchi e arbusti assorbono e deviano l'energia sonora limitando così l'impatto dell'infrastruttura in fase di esercizio.

##### Impatto atmosferico dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini di inquinamento atmosferico, la vegetazione agisce in modo assorbente. Le cortine vegetali, infatti, agiscono come veri e propri filtri biologici, rimuovendo dall'aria il particolato, l'ozono e altri composti gassosi presenti nell'atmosfera delle città.

##### Impatto visivo dell'infrastruttura

Tale intervento è volto proprio alla riduzione degli impatti dell'infrastruttura: in termini visivi, la vegetazione agisce in modo schermante, occludendo la visuale verso l'infrastruttura durante la fase di esercizio.

#### Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale

##### N1: Mitigazione degli impatti dovuti alla movimentazione di terreno e interferenze varie

Le opere a verde verranno posizionate in modo da ricreare una connessione con il contesto e permettere al sito di riacquisire qualità ambientale ed arricchire l'habitat in cui si trova. Quinte vegetali arbustive schermanti costituite da specie sempreverdi che consentono una mitigazione visiva ed inserimento paesaggistico allineato al contesto.

##### N.2: Riconnessione ecosistemica

Le specie vegetali impiegate ed il loro posizionamento saranno studiate in modo dettagliato per permettere una riconnessione paesaggistica ed ambientale volta al benessere di flora e fauna.

#### Progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale

##### Monitoraggio intervento in fase di esercizio:

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) rappresenta un elaborato volto a garantire la piena coerenza con i contenuti del Progetto proposto relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente ante operam e alle previsioni dei vantaggi ambientali significative connessi alla sua attuazione (in Corso d'opera e post operam).

Alla luce di queste considerazioni successive ad analisi di monitoraggio ante-operam, il monitoraggio post-operam si fonda sui parametri di qualità dell'aria, meteorologici, di inquinamento atmosferico, di suolo e acqua successivi alla realizzazione dell'infrastruttura verde. Il monitoraggio dovrà svolgersi seguendo le seguenti modalità:

- Acquisizione dati tramite campagna di monitoraggio puntuale concordate con Arpa, da realizzarsi tramite Arpa oppure tramite analisi di laboratorio certificate;
- Acquisizione dati tramite la reportistica ufficiale regionale e/o provinciale Arpa e/o tramite indagini di qualità dell'aria effettuate da Arpa su richiesta degli Enti locali.

Nello specifico, le campagne di indagine e monitoraggio dovranno essere impostate nel seguente modo:

##### Durante il primo anno dalla conclusione del cantiere:

- Sopralluoghi per verifica della corretta esecuzione delle opere;
- Verifiche di attecchimento delle essenze.

##### Ogni due anni e fino ai 6 anni di sviluppo:

- Verifica dello sviluppo vegetative e della qualità delle essenze impiantate;
- Valutazione del tipo di fauna presente all'interno dell'area (insetti, parassiti vari);

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-001** Configurazione alternativa del sistema di ancoraggio dei cavi principali

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

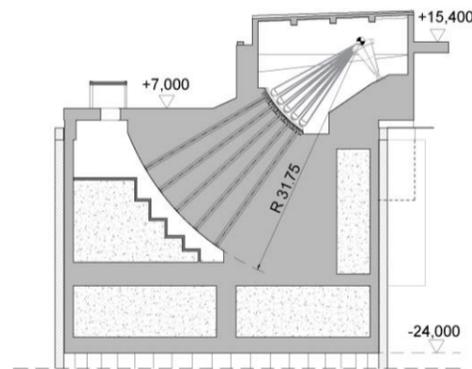
Modifica della configurazione di ancoraggio dei cavi principali mediante l'introduzione di una camera posteriore nei blocchi e utilizzo di barre o cavi di precompressione rettilinei.

Descrizione:

I blocchi d'ancoraggio esercitano una funzione fondamentale per un ponte sospeso, garantendo la statica del cavo principale di sospensione e in ultima istanza della struttura stessa. Il sistema di connessione delle funi costituenti il cavo è dunque una componente critica, la cui durabilità e possibilità di sostituzione è un fattore di primaria importanza. L'attuale Progetto Definitivo dell'Opera di Attraversamento contempla il trasferimento delle forze dalle funi costituenti i cavi principali al blocco di ancoraggio mediante l'utilizzo di cavi di precompressione continui che si ancorano nel corpo in calcestruzzo e tornano nella camera di ancoraggio con curve di ritorno ("loop"), complicati da sostituire e pressoché impossibili da ispezionare. Si propone pertanto di introdurre, come da previsto nei ponti di più recente realizzazione una camera posteriore all'interno della parte inferiore dei blocchi di ancoraggio, con l'utilizzazione di cavi o barre di precompressione rettilinei, che si ancorano nella camera posteriore stessa, cosa che rende completamente ispezionabili e manutenibili tutti gli ancoraggi dei cavi, nonché assai più semplice la loro sostituzione anche individuale, grazie alla geometria priva di curve. In analogia a quanto previsto per il ponte di Canakkale le guaine per i cavi/ barre non saranno iniettate ma deumidificate con sistema dedicato, in modo da migliorare la durabilità.

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Sarà necessario prevedere una camera posteriore con conseguente maggiore complessità geometrica interna ai blocchi, vista la necessità di discenderie, accessi e impianti per la camera posteriore (si riporta una sezione del ponte sospeso di Braila). Si rileva comunque come l'introduzione delle cavità per le camere posteriori nei blocchi di ancoraggio abbia un impatto limitato in termini di peso complessivo dei blocchi di ancoraggio, visti gli enormi volumi di calcestruzzo previsti per queste opere massive, e non comporterà quindi la necessità di variare l'ingombro complessivo dei blocchi sia in pianta sia per quanto riguarda la profondità di scavo.



Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

- Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia
- Ponte sospeso di Braila (Romania)
- Ponte "Ozman Gazi" sulla baia di Izmit

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
<b>Progetto Definitivo</b>	PF-0063 - Blocchi d'Ancoraggio - Relazione tecnica specialistica di progetto	PF-0073 – Ancoraggio Sicilia PF-0104 – Ancoraggio Calabria

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

**Beneficio n.1 – Ispezionabilità e manutenibilità**

Contrariamente a quanto attualmente previsto il sistema di connessione sarà ispezionabile e facilmente manutenibile, con accesso diretto a tutti i sistemi di ancoraggio posteriori, oltre a quello già previsto per la camera anteriore.

**Beneficio n.2 – Durabilità**

L'introduzione della deumidificazione delle guaine contenenti i cavi o barre di precompressione, oltre che delle camere di ancoraggio anteriori e posteriori, assicurerà un significativo miglioramento della durabilità anche in considerazione della vita di progetto dell'Opera di Attraversamento fissata in 200 anni secondo i Fondamenti progettuali.



**Beneficio n.3 – Sostituibilità**

I cavi o le barre di ancoraggio, rettilinei, non iniettati e con entrambi gli ancoraggi accessibili potranno essere facilmente sostituiti in caso di necessità, pur considerando questa eventualità assai poco probabile, visti i benefici esposti ai punti precedenti.

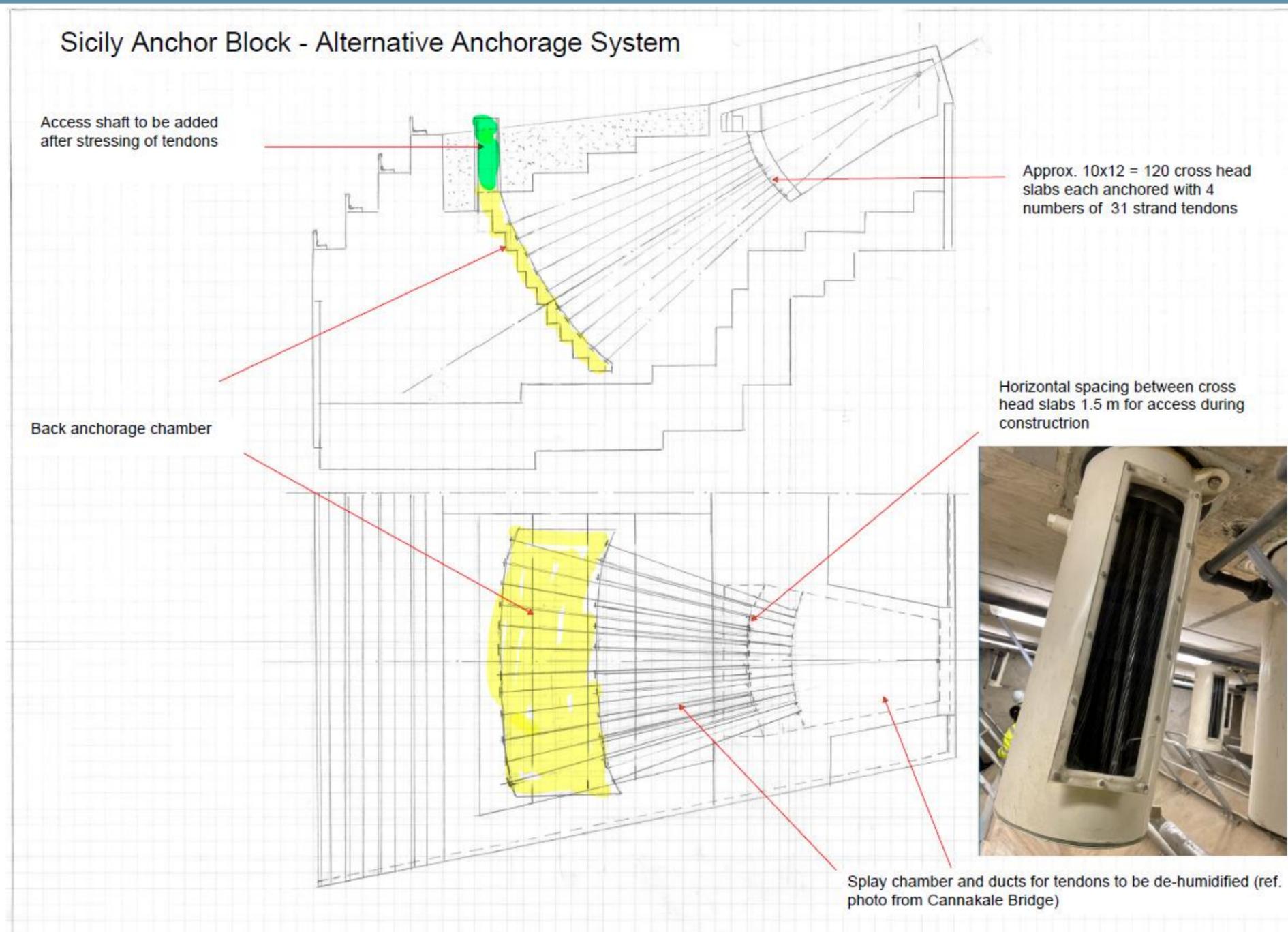
**Beneficio n.4 –**

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.ET-001** Configurazione alternativa del sistema di ancoraggio dei cavi principali

Contestualizzazione qualitativa e schematica della proposta



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-002** Utilizzo di smorzatori attivi nelle torri

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie progettuali
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Mitigazione di vibrazioni indotte da distacco di vortici nelle torri durante la costruzione ed in servizio

Descrizione:

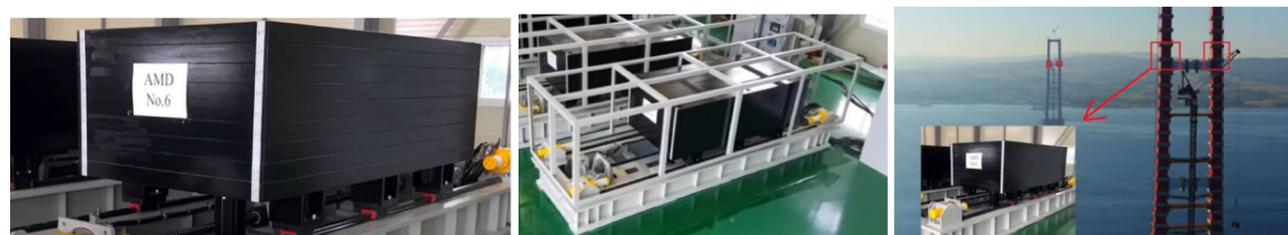
Le prove in galleria del vento svolte in fase di Progetto Definitivo hanno evidenziato la necessità di mitigare le vibrazioni indotte da distacco di vortici mediante l'utilizzo di smorzatori a massa accordata, o TMD. L'efficacia di tali dispositivi di tipo passivo è strettamente dipendente dalla corretta calibrazione del sistema massa/ammortizzatore in funzione della frequenza propria della struttura della torre. Poiché durante la costruzione le proprietà dinamiche della stessa variano progressivamente si rende necessaria una frequente ricalibrazione del TMD.

Gli smorzatori attivi di vibrazione (AMD) sono composti da una massa attivata da un motore lineare. Il movimento della massa dello smorzatore viene pertanto controllato da un sensore di moto che alimenta un circuito di controllo. La risposta dell'AMD è quindi indipendente dalla frequenza propria della torre e non richiede pertanto una regolazione continua in fase di costruzione. In fase di servizio il vantaggio è costituito dal fatto che l'AMD ha la capacità di smorzare vibrazioni indotte dai vortici su uno spettro di frequenze e di forme modali più ampio.

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Non sarà necessario prevedere dispositivi diversi in fase di costruzione e di servizio, ma l'AMD verrà sfruttato in entrambe le condizioni.

Di seguito alcune immagini dei dispositivi installati sul ponte 1915 di Canakkale.



In merito a possibili problematiche di ritardo della risposta dei dispositivi dovute sia al sistema di controllo che all'inerzia degli elementi del sistema, saranno effettuati gli opportuni approfondimenti in sede di PE al fine di confermare la maggiore efficienza degli AMD nella mitigazione delle vibrazioni. Tuttavia, si ritiene che il sistema sia pienamente applicabile per il Ponte di Messina sulla base delle esperienze positive per i ponti Osman Gazi e Canakkale, nei quali sono stati installati AMD per il controllo delle vibrazioni da distacco di vortici.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

- Ponte sospeso Ozman Gazi (Izmit Bay), Turchia
- Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	PS-0013 - Torri – Relazione tecnica specialistica	PS-0040 – Torri – Smorzatori a massa accordata (TMD)

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

**Beneficio n.1 – Minore ingombro e minore peso**

Gli smorzatori attivi sono generalmente più leggeri degli omologhi TMD. La presenza di sensori e attuatori che ne migliorano l'efficienza complessiva permette infatti l'adozione di masse più piccole.

**Beneficio n.2 – Migliore controllo delle vibrazioni e adattabilità**

Un AMD è equipaggiato con sensori ed attuatori che monitorano in continuo ed in tempo reale la risposta strutturale, modificando la forza di smorzamento di conseguenza. Ne consegue un'attenuazione più efficace delle vibrazioni e di conseguenza una precisione maggiore e una risposta più veloce all'impulso dinamico rispetto al TMD, che tipicamente possiedono una massa data e limitate possibilità di regolazione.

Un sistema AMD può essere inoltre programmato per adattarsi alle mutate condizioni ambientali ovvero ai carichi dinamici. Regolando i parametri di controllo un AMD può mantenere le prestazioni ottimali nelle circostanze più varie, offrendo un'adattabilità e una flessibilità maggiore rispetto a un TMD.

**Beneficio n.3**

**Beneficio n.4**

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

L'adeguamento progettuale proposto avrà il seguente impatto sul progetto:

- L'efficienza dei dispositivi di controllo attivo delle vibrazioni sarà testata in galleria del vento.
- Si valuteranno eventuali ritardi nella risposta dei dispositivi per confermare l'efficienza del sistema

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.ET-003 Robustezza strutturale dell'Opera di Attraversamento. Ulteriori scenari accidentali per il sistema di pendini.**

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva	Evoluzione tecnologica
--	------------------------

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Normative</li> <li>□ Prescrizioni del CS, PMC, RINA</li> <li>□ Altro: .....</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Metodologie progettuali</li> <li>□ Materiali</li> <li>□ Metodologie costruttive / attrezzature</li> </ul> |
|---|--|

**Oggetto:**

Incremento della robustezza strutturale dell'Opera di Attraversamento con l'introduzione di scenari accidentali aggiuntivi che prevedano la rottura di due pendini consecutivi.

**Descrizione:**

Al fine di incrementare la robustezza strutturale, portandola ai livelli previsti per le realizzazioni più recenti in questo campo, si propone di intervenire sul sistema di pendini che si ritiene la componente più sensibile da questo punto di vista, con il seguente approccio:

- Si introdurrà uno scenario di verifica aggiuntivo che contempli la rottura di due pendini consecutivi sullo stesso allineamento. Si ricorda infatti che, in accordo ai Fondamenti Progettuali, sono attualmente considerati nel progetto due scenari accidentali: il primo associato a condizioni SLU che prevede il collasso della sospensione all'estremità di un trasverso; il secondo associato a condizioni SLIS che prevede il collasso di un trasverso e dei componenti di impalcato corrente ad esso collegati.
- Tale scenario aggiuntivo sarà verificato adottando una combinazione SLU che preveda coefficienti unitari sui carichi permanenti e ridotti sui carichi variabili da traffico e sulla temperatura in analogia a quanto considerato in sede di PD per i due scenari già previsti. Si condurrà inoltre un'analisi dinamica, al fine di cogliere l'incremento dinamico delle forze nei pendini integri adiacenti.

**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**

L'introduzione di tali scenari accidentali aggiuntivi comporterà l'aggiornamento del dimensionamento del sistema di pendini. Valutazioni preliminari svolte hanno indicato che tale condizione sarà dimensionante per i pendini tipici, per i quali ci si attende un incremento di sezione dell'ordine del 20%. Per quanto riguarda gli effetti della rottura dei pendini speciali, valutazioni preliminari condotte per i pendini adiacenti alle torri portano alla conclusione che il dimensionamento attuale degli stessi sia compatibile con gli scenari accidentali aggiuntivi. Tuttavia, si rimanda alla fase di PE per valutazioni esaustive di tutti gli scenari rilevanti per tutte le tipologie di pendini.

L'aumento delle sezioni dei pendini avrà presumibilmente anche un limitato impatto sul dimensionamento dei collari e degli attacchi al livello di impalcato, oltre che in modo marginale sul dimensionamento dei cavi principali. Per via dell'incremento del diametro dei pendini (nell'ordine del 10%) è atteso anche un modesto incremento delle azioni del vento, trascurabile a livello globale, e delle problematiche legate alle vibrazioni eoliche dei pendini.

**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**

- **Ponte sospeso Ozman Gazi (Izmit Bay), Turchia**
- **Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia**

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	PG-0025 - Manuale applicativo riferito ai fondamenti progettuali PS-0044 - Design Report - Hangers and Cable Clamps	PS-0049 - Pendini e Collari - Disegni di insieme

**Valutazione degli impatti**

**Benefici attesi**

**Beneficio n.1 - Prevenzione del collasso progressivo dell'impalcato**

La considerazione degli scenari di contingenza aggiuntivi che prevedono la perdita di due pendini consecutivi, consentirà di prevenire in maniera maggiormente efficace il collasso progressivo dell'impalcato, con opportuni margini di sicurezza, sotto combinazioni di carico che vedono la presenza anche di una aliquota dei carichi da traffico stradali e ferroviari.

**Beneficio n.2 - Allineamento allo stato dell'arte internazionale per ponti sospesi**

Le principali realizzazioni degli ultimi anni (Ponte sui Dardanelli, Ponte sulla baia di Izmit, etc.), contemplano tutte scenari di contingenza che prevedono rottura di due pendini (consecutivi) su uno stesso allineamento, sotto combinazioni di carico concettualmente analoghe a quelle considerate nel PD dell'Opera di Attraversamento.

A tal proposito, si rileva che esperienze derivanti dalle analisi di rischio condotte recentemente per ponti sospesi hanno portato ad attribuire una probabilità di collasso dovuto alla rottura di due pendini consecutivi per incendio presumibilmente maggiore di quella stimata nelle analisi di rischio condotte in fase di PD. Si considera anche uno scenario più realistico, per quanto improbabile, la perdita di due pendini consecutivi sullo stesso allineamento piuttosto che il collasso di un trasverso e del sistema di sospensione ad entrambe le estremità, come attualmente specificato dai "Fondamenti".

Si evidenzia, infine, che studi svolti per il ponte Storebaelt hanno dimostrato che l'allungamento dei pendini per effetti termici durante l'incendio porta a trascurabili riduzioni del carico degli stessi prima del collasso, giustificando quindi l'utilizzo dell'analisi dinamica per la valutazione della ridistribuzione delle forze nei pendini adiacenti.

**Beneficio n.3 - Adeguamento alle prescrizioni delle NTC 2018 sulla robustezza strutturale**

Le NTC 2018 hanno posto una significativamente maggiore attenzione al concetto di robustezza strutturale, cui è dedicato interamente un paragrafo nel capitolo 2, prima assente nelle NTC 2008. In particolare, le NTC 2018 raccomandano, sebbene in assenza di indicazioni puramente prescrittive, di conseguire un adeguato livello di robustezza facendo ricorso a strategie progettuali quali, tra le altre, "adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale" e "realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili (...) possibile".

Anche in relazione all'importanza e alla complessità strutturale dell'Opera di Attraversamento, si ritiene quindi pienamente rispondente ai dettami della Normativa la considerazione degli scenari di contingenza che vedano la perdita di due pendini consecutivi, a prescindere dagli esiti delle analisi di rischio condotte in fase di PD e quale che sia la causa innescante dello scenario accidentale, ovvero urti, incendio, esplosioni, azioni terroristiche, etc.

**Beneficio n.4 - Incremento generalizzato delle prestazioni del sistema di pendini**

L'incremento delle sezioni dei pendini per soddisfare le verifiche negli scenari di contingenza con la mancanza di due pendini adiacenti nelle ipotesi discusse consentirà di conseguenza un incremento generalizzato della sicurezza del sistema di pendini anche per altre condizioni di carico a ponte in servizio o transitorie.

**Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto**

L'introduzione degli scenari accidentali aggiuntivi comporterà la necessità di verificare:

1. Il dimensionamento del sistema dei pendini;
2. Il dimensionamento dei relativi collari e attacchi all'impalcato

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-004** Diametro delle colonne di jet-grouting

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Incremento del diametro delle colonne in Jet grouting da realizzarsi come consolidamento dei terreni di fondazione delle torri e delle strutture terminali (blocchi di ancoraggio) del Ponte.  
Si ipotizzano due tipologie di diametro: 2400 mm per la parte lato Sicilia e 2000 mm per la parte lato Calabria.  
Le maglie previste, a circa 40 metri di profondità, sono 1.66 X 1.44 m (2.40 mq/colonna area di competenza) per le colonne di diametro 2400 mm e 1.32 X 1.14 m (1.50 mq/colonna area di competenza) per le colonne di diametro 2000 mm.

Descrizione:

L'evoluzione tecnologica ed il sempre più frequente utilizzo del jet-grouting come tecnica di consolidamento permettono di realizzare, oggigiorno, colonne di terreno trattato aventi diametro maggiore rispetto a quanto possibile fino a pochi anni fa.

Di fatto, negli ultimi anni, l'adozione di pompe molto più potenti nonché di circuiti di alimentazione e di ugelli più efficienti e capaci di minimizzare le turbolenze di flusso e le perdite di carico idraulico, hanno consentito di cogliere opportunità sempre maggiori nell'ambito del trattamento dei terreni in posto.

Grazie al costante lavoro di ricerca e sviluppo condotto dalle Aziende che producono e commercializzano le macchine per l'esecuzione del Jet è oggi possibile garantire un processo più efficace e più efficiente il che implica il fatto che un dato diametro possa essere realizzato con una minore energia di trattamento e, quindi, con minore quantità di malta iniettata a vantaggio di minori tempi di esecuzione e di una maggiore sostenibilità ambientale.

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

L'adozione di colonne con diametro maggiore non prevede specifiche indicazioni progettuali rispetto a quelle già individuate nel progetto del 2011 né particolari rischi.

Resta intesa la necessità di definire la metodologia di esecuzione del consolidamento (monofluido, bifluido o trifluido), le attrezzature necessarie ed i relativi parametri di iniezione attraverso un opportuno campo prove da eseguirsi ante operam secondo le disposizioni dei vari Capitolati e delle più recenti normative di settore.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

- **Galleria di Base del Brennero – Lotto "Sottoattraversamento del fiume Isarco" (Italia)**

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	PF0011	PF0036, PF0037, PF0038, PF0059, PF0060, PF0061, PF0062

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

**Beneficio n.1 – Riduzione dei tempi di realizzazione**

Dovendo realizzare un minor numero di perforazioni e dalla conseguente ottimizzazione della maglia dei consolidamenti è prevista una riduzione dei tempi necessari all'esecuzione del trattamento.

**Beneficio n.2 – Riduzione dei quantitativi di miscela iniettata, Riduzione dei reflui e relativi benefici ambientali**

Dalla realizzazione di colonne con diametro maggiore, nonché grazie all'ottimizzazione della maglia dei consolidamenti, si prevede di ridurre i quantitativi di miscela iniettata con un minore impatto ambientale.

Il processo di formazione della colonna, infatti, produce uno refluo, definito spurgo, composto da fluido in eccesso e da terreno rimaneggiato che risale in superficie e che deve essere smaltito nel rispetto del quadro normativo vigente.

La riduzione della quantità di miscela iniettata e dei relativi reflui garantisce, pertanto, una maggiore sostenibilità ambientale della lavorazione proposta.

**Beneficio n.3 –**

**Beneficio n.4 –**

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

Non si prevedono ulteriori vincoli/requisiti rispetto a quelli già individuati nella precedente fase progettuale.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-005** Opera di attraversamento: MACS, BSM, SHMS

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Aggiornamento del sistema di monitoraggio strutturale (SHMS), di gestione della manutenzione (BMS) e del management and control system (MACS) dell'opera di attraversamento.

Descrizione:

Nel progetto esecutivo si prevede l'implementazione dei sistemi più aggiornati nel campo del monitoraggio strutturale e di gestione della manutenzione. Di seguito si elencano le implementazioni e migliorie previste per il SHSM, il BSM ed il MACS:

- SHMS:
  - o Sensori wireless per sistemi portatili da impiegare per indagini da effettuare durante la costruzione e l'esercizio
  - o Sensori di emissione acustica e relativo sistema di acquisizione ed elaborazione dati per rilevare immediatamente la formazione di fessure da fatica molto prima che esse provochino effetti a livello strutturale
  - o Tecniche di correlazione dell'immagine digitale;
  - o Sensori in fibra ottica nei cavi principali;
  - o Sensori di ultima generazione a supporto del traffico stradale;
- DIGITAL TWIN:
  - o Structural;
  - o Service-life;
  - o Operational;
- BMS:
  - o Collegamento al modello BIM;
  - o Acquisizione immagini con UAV e supporto AI per rilevamento automatico anomalie
  - o Ricostruzione fotogrammetrica 3D;
- MACS:
  - o Innovativa architettura per integrazione sottosistemi
  - o Implementazione in ambiente BIM
  - o Aggiornamento piattaforma GIS con relativo ampliamento funzionale
  - o Comunicazione. implementazione 4/5G

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Non si evidenziano implicazioni progettuali

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

- Ponte sospeso 1915 (Çanakkale), (Turchia)

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	PI0001, PI0003, PI0006, PI0038	

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

Beneficio n.1 – Ottimizzazione della programmazione attività di manutenzione ed ispezione

Grazie al sistema di monitoraggio ed al sistema di identificazione automatica dei difetti, sarà possibile programmare nel tempo le attività ispettive ed i cicli di manutenzione in modo accurato;

Beneficio n.2 – Migliore conoscenza dello stato della struttura

L'utilizzo di strumentazione, hardwares e softwares di ultima generazione permette di avere una maggiore accuratezza dei dati per una migliore conoscenza dello stato della struttura ed aumenteranno affidabilità e sicurezza. Lo speciale sistema per il rilevamento immediato di rotture da fatica anche di piccolissima entità consentirà un sostanziale incremento della sicurezza strutturale.

Beneficio n.3 – Efficiamento dei processi

La possibilità di creare repliche digitali per seguire in tempo reale la evoluzione dei parametri caratteristici, consentirà una programmazione efficiente della manutenzione.

Con l'implementazione BIM/UAV/AI molti processi saranno resi automatici, riducendo quindi la necessità dell'intervento umano con conseguente durabilità dell'opera, affidabilità economia di operation e manutenzione

Beneficio n.4 – Potenziamento e Semplificazione del sistema di gestione

La rielaborazione di una architettura di gestione che integra tutti i sottosistemi, renderà organica la gestione ed il controllo di tutte le criticità.

L'aggiornamento dei sistemi di comunicazione a favore delle più recenti tecnologie (4/5G) potenzierà le funzioni connesse.

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

Non si prevedono ulteriori vincoli\requisiti rispetto a quelli già individuati nella precedente fase progettuale.

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

N. P.ET-006

**Sistemi di monitoraggio viadotti collegamenti a terra**

**Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva**

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

**Evoluzione tecnologica**

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / Attrezzature

**Oggetto:**

Sistema di monitoraggio viadotti collegamenti a terra.

**Descrizione:**

In linea con i più recenti trend in materia di progettazione, realizzazione e gestione di infrastrutture stradali e ferroviarie, per i viadotti di collegamento a terra si prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio in continuo.

Il sistema di monitoraggio offerto prevede l'impiego della seguente sensoristica:

- Accelerometro triassiale per il monitoraggio delle vibrazioni degli impalcati;
- Servo inclinometro biassiale per la correlazione dei dati, come la deformata, con i dati ottenuti dai sistemi "WiM";
- Inclinometro biassiale ai fini del monitoraggio delle rotazioni delle sottostrutture e opere di sostegno;
- Sensore di deformazione in fibra ottica per lo studio dello stato tenso-deformativo di impalcati e soletta;
- Sensore di temperatura in fibra ottica ai fini della correlazione degli effetti termici sulle strutture con i dati rilevati;
- Stazione meteo al fine di avere una visione d'insieme delle condizioni ambientali al contorno di ciascuna opera;
- Tubo inclinometrico per il monitoraggio di fenomeni franosi, erosivi, ecc.;
- Idrometro a ultrasuoni ove presenti corsi d'acqua intercettati dal tracciato dei viadotti;
- Piezometro a tubo aperto in corrispondenza delle falde ai fini del monitoraggio del livello delle stesse.

Il sistema di monitoraggio sarà affiancato dal "Digital Twin" strutturale che permetterà di interpretare e predire le prestazioni strutturali e simulare scenari d'interesse, oltre a fornire importanti informazioni per la pianificazione della manutenzione.

In ambito normativo ciò risulta peraltro in linea con quanto prescritto dal DM. 204/2022 al §7.6.3 - "L'adozione di una strategia di monitoraggio permanente, in cui il sistema hardware/software è concepito per rimanere operativo per lunghi periodi sino a coprire tutta la vita di servizio di una struttura, realizza compiutamente gli scopi dello Structural Health Monitoring etc...".

**Obiettivi:**

1. Valutazione delle caratteristiche dinamiche dell'opera;
2. Analisi condizioni ambientali al contorno;
3. Acquisizione degli spostamenti relativi impalcato-sottostruttura;
4. Acquisizione della deformata degli impalcati;
5. Acquisizione rotazioni e variazioni delle inclinazioni di spalle e pile;
6. Valutazione dello stato tenso-deformativo degli impalcati e dei pali di fondazione;
7. Acquisizione del livello idrometrico dei corsi d'acqua in prossimità dei viadotti;
8. Monitoraggio dei fenomeni di scalzamento delle pile;
9. Acquisizione del livello delle falde presenti;
10. Monitoraggio dei cordoli nel caso di urti dei veicoli in svio.

**Opere oggetto di monitoraggio**

Opera/Sensori	Sensore di Deformazione in FO	Accelerometro Triassiale	Servo Inclinometro Biassiale	Trasduttore di Spostamento	Clinometro	Sensore di Temperatura in FO	Stazione Meteo	Idrometro a Ultrasuoni
VIX2 Viadotto - accesso Ferroviario	18	12	10	4	2	12	1	0
VIA1 Viadotto - accesso rami A-B	18	12	10	2	1	12	1	0
VIC9 Viadotto - accesso rami C-D	18	12	10	2	1	12	1	0
VIB7 Viadotto - Campanella	18	12	10	4	2	12	1	1
VI7B Viadotto - Campanella 2	36	12	10	0	0	18	1	1
VIC3 Viadotto - Zagarella 1	18	12	10	4	2	12	1	1
VI0C Viadotto - Zagarella 2	36	12	10	4	2	18	1	1
VI1C Viadotto - Piria	45	22	27	6	3	20	1	1
VID1 Viadotto - Polistena	18	12	10	4	2	12	1	1
VIP4 Viadotto - Prestianni	27	12	15	4	2	12	1	1
VIH1 Viadotto - Laticogna	27	12	15	4	2	12	1	1
VI4C Viadotto - Gibia	63	32	39	8	6	28	1	0
VID7 Viadotto - Immacolata	18	12	10	4	2	12	1	1
VID8 Viadotto - Solaro	99	42	34	12	5	51	1	0
VI1V Viadotto Pace direzione Messina	18	12	10	4	2	12	1	0
VIV1 Viadotto Pace direzione Reggio Calabria	18	12	10	4	2	12	1	0
VI0V Viadotto - direzione Messina	54	68	57	17	8	56	1	1
VIV0 Viadotto - direzione Reggio Calabria	42	32	26	8	4	28	1	0
VIR0 Viadotto - Rampe 3 e 4	84	64	52	16	11	56	1	1
VIR5 Viadotto - Rampa 5	18	12	10	4	2	12	1	1
VI3V Viadotto direzione Messina	36	12	10	4	2	18	1	0
VIV3 Viadotto direzione Reggio Calabria	36	12	10	4	2	18	1	0
VIR1 Viadotto - Rampa 1	18	12	10	4	2	12	1	0
2SG0 Ponte stazione ferroviaria Annunziata - Dir. Messina	36	12	10	0	2	18	1	1
<b>TOTALE SENSORI</b>	<b>819</b>	<b>476</b>	<b>425</b>	<b>127</b>	<b>69</b>	<b>485</b>	<b>24</b>	<b>13</b>

**ACCELEROMETRI TRIASSIALI**  
**476**

**SENSORI DI TEMPERATURA IN F.O.**  
**485**

**STAZIONI METEO**  
**24**

**SENSORI DI DEFORMAZIONE IN F.O.**  
**819**

**SERVO INCLINOMETRI BIASIALI**  
**425**

**CLINOMETRI BIASIALI**  
**69**

**TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO**  
**127**

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-007** Protezione al fuoco di cavo e torri

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie progettuali
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Fornire una protezione efficiente e affidabile dei cavi principali e delle torri contro gli incendi.

Descrizione:

Il riferimento di progetto specifica che i cavi principali e le torri, fino a un'altezza di 25 m dalla superficie stradale, sono stati progettati per resistere a un incendio di 1200 °C per una durata di 30 minuti. È stato ritenuto opportuno l'impiego di una protezione antincendio passiva per i cavi principali e per le torri. Recentemente, questo tipo di protezione è stato adottato sui cavi principali dei ponti sospesi danesi Storebælt e Lillebælt, così come sulle torri del nuovo Çanakkale Bridge in Turchia. L'esperienza acquisita sarà utilizzata come per lo sviluppo del Progetto Esecutivo. Un ulteriore motivo a favore dell'adozione della protezione antincendio passiva è emerso dai recenti test condotti sui fili dei cavi principali esposti al calore, i quali hanno evidenziato una riduzione della resistenza alla trazione più significativa rispetto a quanto precedentemente ipotizzato. In altre parole, non appare praticabile progettare secondo l'approccio adattato in precedenza, consistente nel verificare il cavo non protetto ed esposto a fuoco considerando una riduzione di capacità resistente documentata.

Implicazioni progettuali e opportunità:

La temperatura prevista per l'incendio di progetto sarà ridotta a 1100 °C, valore richiesto per gli incendi causati da idrocarburi in accordo con l'Eurocodice (sezione 3.2.3 della EN 1991-1-2). Allo stesso tempo, sarà presa in considerazione l'opportunità di aumentare la durata dell'incendio di progetto come richiesto da RINA.

Di conseguenza, si propone un progetto di protezione antincendio passiva basato sull'esperienza del ponte Storebælt e sui risultati dei recenti test di resistenza al fuoco: una temperatura superficiale massima di 300 °C in un incendio di 1100 °C per un periodo di 50 minuti. Questo risultato è stato ottenuto tramite l'impiego di due strati di materiale isolante antincendio con uno spessore totale di 15 mm e la verniciatura dei collari con un rivestimento intumescente. Per quanto concerne la protezione antincendio passiva suggerita per le torri, ci si basa sull'esperienza del ponte Çanakkale: una temperatura massima di 200 °C in caso di incendio causato da idrocarburi, in conformità con l'Eurocodice, per una durata di 45 minuti. Questo obiettivo potrebbe essere raggiunto attraverso l'uso di un rivestimento intumescente.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

- Ponte Storebælt (Danimarca);
- Ponte 1915 - Çanakkale (Turchia)

<

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	PG0025, PG0039; PG0040	

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

**Beneficio n.1 – Protezione efficiente e affidabile dei cavi principali contro gli incendi**

Il progetto della protezione antincendio passiva dei cavi principali, basato sui principi adottati per il ponte Est dello Storebælt, garantirà una protezione efficiente e affidabile contro gli incendi. Il sistema è visibile nell'immagine sottostante, che mostra le piastre d'acciaio attorno all'isolamento a protezione del cavo e un fermacavo con rivestimento intumescente.



Sulla base dell'esperienza acquisita nella progettazione antincendio dello Storebælt, si potrebbe ridurre l'estensione dell'isolamento a un'altezza di meno di 25 metri.

**Beneficio n.2 – Protezione efficiente e affidabile delle torri contro gli incendi**

Il progetto della protezione antincendio passiva delle torri, basato sui criteri utilizzati per il ponte Çanakkale, garantirà una protezione efficiente e affidabile contro gli incendi.

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

Nessuno identificato.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.ET-008 Opera di attraversamento - Sistema di mitigazione a schiuma per le piattaforme stradali

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva	Evoluzione tecnologica
<input type="checkbox"/> Normative <input checked="" type="checkbox"/> Prescrizioni del CS, PMC, RINA <input type="checkbox"/> Altro: .....	<input type="checkbox"/> Metodologie di calcolo <input type="checkbox"/> Materiali <input type="checkbox"/> Metodologie costruttive / Attrezzature

**Oggetto:**  
Installazione di impianto di spegnimento a schiuma sull'opera di attraversamento

**Descrizione:**  
Per incrementare la sicurezza in caso di incendio sull'opera di attraversamento, si prevede la realizzazione di un impianto automatico a schiuma a protezione del ponte che opererà in parallelo all'impianto idranti esistente per la protezione delle strutture. Il sistema di sicurezza automatico, oltre ad intervenire tempestivamente, mitiga l'effetto dell'incendio attraverso una riduzione delle temperature ed un rallentamento della crescita dell'incendio medesimo, al fine di favorire il successivo intervento dei Vigili del Fuoco ovvero di squadre di pronto intervento che potranno operare con maggiore sicurezza. Il sistema, a diluvio, è realizzato mediante ugelli a ventaglio disposti a circa 30 m di distanza in grado di coprire la pavimentazione stradale. Gli ugelli saranno alimentati da valvole automatiche poste ogni 90 m circa che potranno essere attivate sulla base dell'individuazione dell'evento che potrà essere effettuata a mezzo delle telecamere localizzate sull'opera di attraversamento ovvero da un cavo termosensibile a fibra ottica posizionato sulle pendinature. Il sistema sarà attivato con il consenso della sala di controllo. L'impianto erogherà miscela estinguente ottenuta con additivo AFFF (Acqueous Film Forming Foam) al 3%. L'impianto ad idranti già previsto in progetto definitivo sarà dotato di un sistema di miscelazione su diverse sezioni per poter erogare il medesimo estinguente schiumogeno. A lato sono riportate le caratteristiche di dettaglio.

Inoltre, l'introduzione del sistema automatico a schiuma a protezione del ponte soddisfa le indicazioni espresse dal comando provinciale dei VVF (Comando Prot n. 0019278 del 20.12.201 - "si dovrà provvedere a realizzare idoneo impianto antincendio fisso in grado di erogare anche schiuma, a protezione della infrastruttura e velocizzare i soccorsi in caso di incidente")

- Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**
1. Interferenza con altri impianti
  2. Facilitazione della gestione dell'emergenza
  3. Limitazione dei periodi di fuori servizio

- Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**
- **Seohae Bridge, Corea** - Impianto a schiuma

**Schema tecnico della soluzione**

**- Descrizione Impianto antincendio a schiuma**

Al fine di potenziare le performance del sistema idranti a protezione del Ponte, abbiamo incluso due sistemi di iniezione schiumogeno al 3% (AFFF Acqueous Film Forming Foam) a valle di ogni stazione di pressurizzazione. Ognuno dei due sistemi di iniezione schiumogeno è composto come segue:

- Serbatoi di contenimento schiumogeno;
- Proporzionatori acqua/liquido schiumogeno a motore Idraulico;
- Liquido schiumogeno.

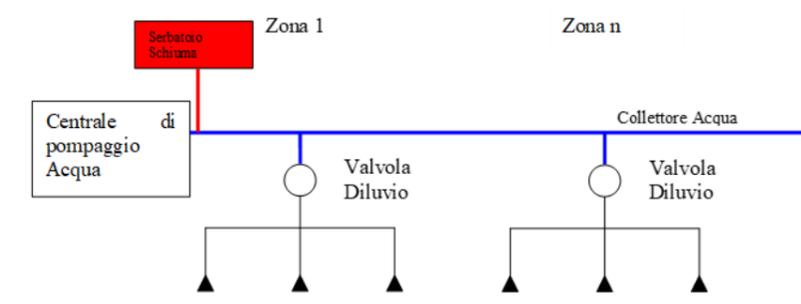
Con l'integrazione del sistema a iniezione schiumogeno all'interno delle tubazioni a valle di ogni idrante UNI70 sarà presente la miscela acqua/schiumogeno con conseguente dimensionamento quantitativo dello stesso. Ogni gruppo di pompaggio per antincendio descritto nella sezione commerciale rispetta il paragrafo A.1.2 della UNI EN 10779:2021, cioè la possibilità di interruzione dell'erogazione tramite apposito pulsante di arresto.

**- Configurazione dell'impianto idrico antincendio a lama d'acqua lavaggio (sistema Hydro-Shield)**

Questo tipo di impianto si sviluppa su due tubazioni da 3' sulle due carreggiate del ponte. Per rendere più efficace l'estinzione si è deciso di inclinare gli erogatori in modo da coprire il più uniformemente possibile le due corsie di ogni carreggiata in maniera tale da contenere e coprire gli sversamenti dei fluidi infiammabili. L'attivazione dell'impianto totalmente automatico secondo NFPA 502 è stata sviluppata secondo i criteri dimensionali sotto:

- Spaziatura lineare lungo la carreggiata: 30mt circa;
- Spaziatura lineare lungo ogni corsia: 60mt circa;
- Altezza del getto: 5bar@09mt;
- Larghezza del getto: 5bar@28mt, 8bar@32mt
- Portata: 5bar@200÷1000lpm, 8bar@300÷1000lpm
- Contemporaneità di intervento: 4 erogatori Hydro-Shield (due per ogni lato della carreggiata);
- Quantità ugelli Hydro-Shield: 248 da installare in doppia file (124 per lato);
- Quantità Valvole automatiche: No.62 da 3" PN25 flangiate;

La successiva figura illustra lo schema del sistema Hydro-Shield con miscelazione schiuma AFFF 3%.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>		<i>Codice documento</i> P.ET-009.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA** N. **P.ET-009** **Sistema di deumidificazione**

<b>Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva</b> <input type="checkbox"/> Normative <input type="checkbox"/> Prescrizioni del CS, PMC, RINA <input type="checkbox"/> Altro: .....	<b>Evoluzione tecnologica</b> <input checked="" type="checkbox"/> Metodologie progettuali <input type="checkbox"/> Materiali <input checked="" type="checkbox"/> Metodologie costruttive / attrezzature
<b>Oggetto:</b> Modifica di alcune componenti del sistema di deumidificazione dell'Opera di Attraversamento.	
<b>Descrizione:</b> Il sistema di deumidificazione dell'Opera di Attraversamento, già previsto dal Progetto Definitivo, vedrà un'implementazione componentistica che, senza stravolgerne il concetto, ne innalzerà il livello tecnologico al più avanzato stato dell'arte. A titolo di esempio si citano: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aggiunta di valvole di intercettazione a monte di tutte le scatole dei sensori per manicotto di iniezione;</li> <li>2. aggiunta di valvole di bilanciamento motorizzate a valle di tutti i manicotti di scarico;</li> <li>3. aggiunta di trasmettitori di pressione in tutte le scatole dei sensori dei manicotti di scarico;</li> <li>4. riutilizzo dell'aria mediante restituzione dell'aria secca dai manicotti di scarico alle strutture.</li> </ol> Gli strumenti/scatole dei sensori saranno posizionati all'interno delle strutture del ponte	
<b>Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:</b> Posizionando le scatole dei sensori all'interno dei cassoni dell'impalcato, è possibile ottenere un funzionamento ottimale e una manutenzione efficace sia delle travate che dei sensori al loro interno. Per ottenere lo stesso risultato con le scatole di ritorno, l'aria deve essere riportata all'interno dell'impalcato tramite tubi posizionati lungo i pendini. Il vantaggio che se ne ottiene è il riciclo dell'aria secca, con conseguente riduzione della produzione necessaria da parte dei macchinari deumidificatori. Di seguito alcuni esempi di scatole dei sensori all'interno dei cassoni dell'impalcato.	
	
Scatola del sensore di iniezione e valvole di non ritorno    Scatola del sensore di scarico con valvola motorizzata	

**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**  
Hålogaland Bru (Norvegia);  
Puente Cacao (Chile);  
Ponte 1915 - Çanakkale (Turchia)

<b>Valutazione degli impatti</b>
<b>Benefici attesi</b>
<b>Beneficio n.1 – Maggiore facilità in relazione allo svolgimento delle operazioni di manutenzione dei cavi principali</b> Con riferimento alle operazioni di riparazione dei cavi principali (pittura, sigillatura, ecc.), l'aggiunta di valvole di intercettazione permetterà di chiudere individualmente il flusso d'aria verso i manicotti di iniezione e quindi rimuovere la pressione eccessiva nei cavi principali, in modo che ciò non interferisca con le riparazioni di perdite alle giunture, il materiale di avvolgimento o i lavori di pittura.
<b>Beneficio n.2 – Riduzione del periodo di messa in servizio del sistema e miglioramento del bilanciamento</b> L'aggiunta di valvole di bilanciamento motorizzate renderà possibile bilanciare individualmente la pressione dell'aria minima richiesta ai manicotti di scarico dal sistema di controllo e monitoraggio. Questo consentirà un bilanciamento molto più semplice della pressione dell'aria richiesta in tutte i manicotti di scarico e la possibilità di operare correzioni in corso d'opera. In aggiunta verrà ridotto il periodo di messa in servizio del sistema.
<b>Beneficio n.3 – Riduzione del fabbisogno energetico</b> Il riutilizzo dell'aria comporterà una minore necessità di produrre aria secca e di conseguenza una riduzione dei fabbisogni energetici.
<b>Beneficio n.4 – Riduzione del rischio incidenti per il personale addetto alla manutenzione</b> Gli strumenti/scatole dei sensori posizionati all'interno delle strutture del ponte offrono un facile accesso e una migliore protezione. Il minor numero possibile di strumenti sarà posizionato all'esterno sui cavi principali, dove la manutenzione risulta difficile. Ciò ridurrà i costi di operatività e manutenzione e aumenterà la sicurezza del personale addetto alla manutenzione riducendo l'esposizione al traffico e il lavoro in quota.
<b>Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto</b>
L'aggiunta di componenti motorizzati richiederà un incremento dell'alimentazione elettrica, per quanto limitato comunque e compensato dalla riduzione di fabbisogno dei macchinari deumidificatori dovuta al riutilizzo dell'aria secca.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-010** Implementazione del sistema di segnalamento e sicurezza di tipo ERTMS L2 "Oriented".

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del SC, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Implementazione del sistema di segnalamento e sicurezza di tipo ERTMS L2 "Oriented".

Descrizione:

In relazione all'evoluzione tecnologica degli attrezzaggi previsti sulle linee afferenti la tratta ferroviaria del Ponte di Messina, (come da "Piano di sviluppo di ERTMS (ETCS e GSM-R) sulla rete RFI, codifica RFI TC.SCC SR RR AP 01 R05 Rev.P"), nel progetto esecutivo sarà previsto il sistema ERTMS/ETCS L2 "Oriented" quale sistema di segnalamento da implementare sulla nuova linea ferroviaria relativa al Ponte di Messina.

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Per quanto indicato nel campo "descrizione", il progetto esecutivo non dovrà più prevedere il Sistema CMT e l'attrezzaggio dei Circuiti di Binario con casse induttive (Blocco Automatico a correnti codificate - BAcc); tali sistemi saranno sostituiti da un più moderno sistema ERTMS L2 "Oriented".

La normativa di riferimento che sarà adottata per lo sviluppo del progetto esecutivo è elencata nel §3.2.1.6 della Relazione del Progettista.

Nel progetto definitivo è previsto un Posto di Manutenzione che si dirama dal binario di corsa dispari, realizzato da una serie di binari tronchi dedicati alla manutenzione dei rotabili e al ricovero dei carrelli. In particolare, i binari del Posto di Manutenzione sono collegati al binario di corsa per mezzo di una comunicazione a manovra a mano. Detta soluzione non trova applicazione nelle norme e lettere elencate al §3.5.1.1.2 della Relazione del Progettista per cui la comunicazione di allaccio ai binari del Posto di Manutenzione andrà prevista a manovra elettrica, con ritorno automatico in posizione normale di indipendenza e gestita come posto a terra.

Nel §10.2 del Subset 091 "Safety Requirements for the Technical Interoperability of ETCS in Levels 1 & 2" issue 3.6.0, viene specificata la distanza massima di 2,5 Km tra due balise groups mentre, com'è noto, l'impalcato metallico ha una lunghezza di circa 3,3 Km. La possibilità di installare boe ERTMS sull'impalcato sarà approfondita nella successiva fase di Progettazione Esecutiva fermo restando che tale tema non risulta essere ostativo alla realizzazione del sistema ERTMS.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazione	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA CG0700P1RDCFIISG000000001 F0 (Nome file : CF0123_F0.DOC)	PIANO SCHEMATICO BLOCCO AUTOMATICO CG0700P3ADCFIISG000000001 F0 (Nome file : CF0125_F0.DOC)
Progetto Definitivo	RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA CG0700P1RDSFIISG000000002 F0 (Nome file : CF0393_F0.DOC)	PIANO SCHEMATICO BLOCCO AUTOMATICO CG0700P3ADSFIIISG000000001 F0 (Nome file : SF0395_F0.DOC)

Valutazione degli impatti

Benefici attesi

**Beneficio n.1 – Riduzione enti di Piazzale e implementazione CdB AFO**

In contesto ERTMS L2 "Oriented" saranno previsti un minor numero di enti di piazzale (cavi per segnali luminosi e luci dei segnali).

Inoltre, in tale contesto tecnologico, saranno utilizzati circuiti di binario in audiofrequenza che non richiedono l'utilizzo di giunti meccanici (questi ultimi previsti nel progetto definitivo).

**Beneficio n.2 – Gestione della marcia dei treni**

In contesto ERTMS L2 "Oriented" la marcia dei treni è regolata dal Radio Block Centre che può intervenire sulla marcia dei treni in ogni istante, arrestandoli in caso di necessità o applicando tempestivamente riduzioni di velocità su determinate tratte ferroviarie (Temporary Speed Restriction).

**Beneficio n.3 – Interoperabilità**

Il sistema ERTMS L2 "Oriented" sarà del tipo BL3 R2 M\_version 2.1; tale sistema è di tipo interoperabile e consentirà la gestione di un qualunque treno con idoneo sottosistema di bordo ERTMS L2.

Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto

L'implementazione del sistema ERTMS L2 "Oriented" avrà ripercussioni sui seguenti principali aspetti progettuali:

- Non saranno previsti segnali luminosi lungo il tracciato ferroviario a meno delle indicazioni luminose relative alla circolazione carrelli.
- Come conseguenza del precedente punto, non saranno previsti i relativi cavi elettrici e i controllori di ente dei Posti Periferici Multistazione.
- Non sarà previsto il Sistema CMT e il Blocco Automatico a correnti codificate.
- Saranno previsti CdB in audiofrequenza che non necessitano di giunti meccanici.
- In ambito Gestione della Via, saranno previsti Posti Periferici Multistazione di tipo "Oriented".
- Saranno previste tutte le apparecchiature di piazzale (cartellonistica e punti informativi) e di cabina (armadi RBC, armadi IXL e postazioni operative) previste dalle norme richiamate nel §3.2.1.6 della Relazione del Progettista.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-011** Fibra ottica (Gigabit Rail & Road)

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Installazione di dorsali ridondanti in fibra ottica lungo tutta la tratta ferroviaria di progetto, in coerenza con il programma "Gigabit Rail & Road" di RFI, volto a favorire lo sviluppo e la diffusione delle reti ultraveloci in fibra ottica 5G ed incluso nel PNRR "Reti Ultraveloci".

Descrizione:

Il 23 maggio 2023 è stato siglato un Protocollo d'intesa con Ferrovie dello Stato Italiane per accelerare la diffusione delle reti ultraveloci in tutto il Paese; l'accordo, con il DTD, il MIMIT e il MIT, permetterà di diffondere la fibra e il 5G lungo 16mila km di rete ferroviaria del Gruppo FS.

Il Protocollo d'intesa intende favorire la diffusione di reti di nuova generazione, sia in fibra ottica sia in 5G, su tutto il territorio nazionale, valorizzando la capillarità dell'infrastruttura ferroviaria. Grazie al Protocollo, sulla base dell'Investimento 3.1 della Missione 1, Componente 2 del PNRR "Reti ultraveloci", il Dipartimento per la trasformazione digitale potrà impiegare un cofinanziamento per la realizzazione di un backhauling in fibra ottica e di un'infrastruttura radiomobile 5G, di proprietà pubblica, con priorità lungo le tratte ad alta velocità.

Gli obiettivi dell'accordo sono quindi molteplici:

- Sfruttare la capillarità della rete ferroviaria per posare un cavo a fibre ottiche a uso pubblico che possa favorire lo sviluppo di reti di comunicazione di nuova generazione, fisse e mobili, a beneficio dell'intero sistema Paese, a partire dalle aree dove ancora oggi sussistono problemi di connettività;
- Diffondere reti mobili di nuova generazione lungo le principali linee di comunicazione nazionali e corridoi transeuropei, realizzando un'infrastruttura radiomobile multi-operatore 5G di proprietà pubblica, con priorità lungo le tratte ad alta velocità, in grado di assicurare copertura con continuità, anche nelle tratte in galleria, con servizi 5G, per migliorare logistica, sicurezza e servizi ai passeggeri;
- Contribuire alla realizzazione delle piattaforme digitali necessarie al monitoraggio predittivo delle infrastrutture critiche del Paese, dalla sensoristica ai data-center necessari alla gestione di flussi di dati.

In coerenza con il programma in oggetto, RFI ha dunque richiesto di prevedere la posa di idonei cavi in fibra ottica (FO) anche nell'ambito della tratta ferroviaria di progetto, utilizzando cavi a 64 fibre ottiche monomodali, conformi alla specifica tecnica TT528-2017 rev.C (sigla CEI TOL8D 64 8(8SM) T/MKH6M).

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Al fine di garantire una ottima affidabilità della nuova infrastruttura di telecomunicazione, è stata prevista la posa di un cavo FO lungo tutto lo sviluppo della tratta ferroviaria di progetto, sia lato binario pari che lato binario dispari.

I cavi saranno attestati all'interno di appositi armadi, dotati di idonei patch-panel e ubicati in posizioni strategiche lungo l'infrastruttura; inoltre, saranno realizzati adeguati giunti di pezzatura dei cavi in fibra, in corrispondenza dei quali avverrà anche la messa a terra dell'armatura metallica, secondo specifiche RFI.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

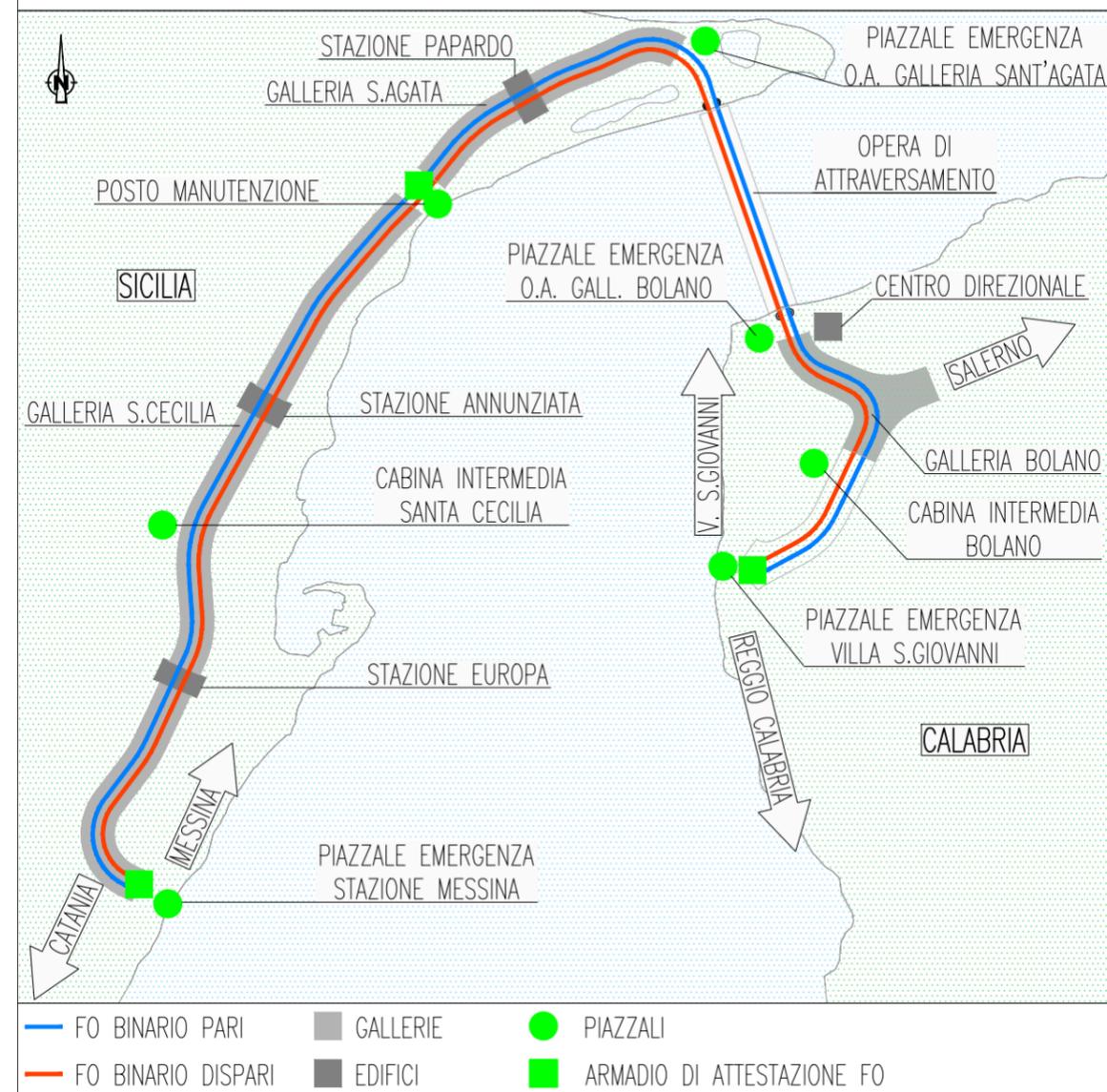
Trattandosi di protocollo sottoscritto in tempi estremamente recenti, ci si è attenuti alle specifiche fornite da RFI ed al migliore stato dell'arte in termini di infrastrutture per la trasmissione dati.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
-	-	-

Valutazione degli impatti

KEY MAP FO "GIGABIT RAIL & ROAD"



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-013** Utilizzo di snodi sferici per i pendini

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva	Evoluzione tecnologica
<input type="checkbox"/> Normative <input type="checkbox"/> Prescrizioni del CS, PMC, RINA <input type="checkbox"/> Altro: .....	<input type="checkbox"/> Metodologie progettuali <input type="checkbox"/> Materiali <input checked="" type="checkbox"/> Metodologie costruttive / attrezzature

**Oggetto:**  
Aumento del numero di pendini per cui si adottano snodi sferici alla connessione con l'impalcato in sostituzione dei limitatori di flessione previsti in PD.

**Descrizione:**  
In progetti recenti di ponti sospesi in ambito internazionale, gli sforzi di flessione nei pendini sono stati mitigati con l'utilizzo di snodi sferici, i quali garantiscono sostanzialmente l'assenza di effetti di flessione nei fili costituenti i pendini e sono una soluzione migliorativa rispetto ai limitatori di flessione previsti in PD.  
Snodi sferici sono stati utilizzati nei ponti Hålogaland in Norvegia, OsmanGazi (Izmit) e 1915 – Canakkale in Turchia, Braila in Romania, tra gli altri. Esempi di snodi sferici sono riportati nelle immagini seguenti.



Appoggio sferico SKF



Installazione di snodo sferico sul ponte 1915 Canakkale

**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**  
Non vi sono implicazioni progettuali significative nella sostituzione dei limitatori di flessione con snodi sferici. Per il Ponte di Messina, in fase di PD, sono stati previsti snodi sferici per le 39 coppie di pendini in prossimità della mezzera del ponte, mentre per ulteriori 20 coppie di pendini su ciascun lato del ponte si erano previsti limitatori di flessione. In totale, quindi, 79 coppie di pendini richiedono misure di mitigazione degli effetti flessionali. Si propone la sostituzione dei limitatori di flessione con snodi sferici, andando a incrementare la vita di progetto dei pendini in quanto non saranno soggetti a fatica per effetti flessionali. In totale, quindi, si prevede l'adozione di snodi sferici per 79 coppie di pendini, ovvero 316 funi singole.

- Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**
- Ponte sospeso Ozman Gazi (Izmit Bay), Turchia
  - Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia
  - Ponte sospeso Hålogaland (Norvegia)
  - Ponte sospeso di Braila (Romania)

Reference to existing project documentation (optional)		
	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
<b>Progetto Definitivo</b>	PS-0044 - Design Report - Hangers and Cable Clamps	PS-0049 – Pendini e Collari – Disegni di insieme

**Valutazione degli impatti**

**Benefici attesi**

**Beneficio n.1 – Aumento della vita di progetto dei pendini**

Gli snodi sferici consentiranno liberamente le rotazioni del pendino sia in direzione longitudinale che trasversale e quindi elimineranno le tensioni dovute agli effetti flessionali nei fili costituenti i pendini. Di conseguenza, la vita di progetto dei pendini risulterà incrementata.

**Beneficio n. 2 – Miglioramento delle prestazioni aerodinamiche**

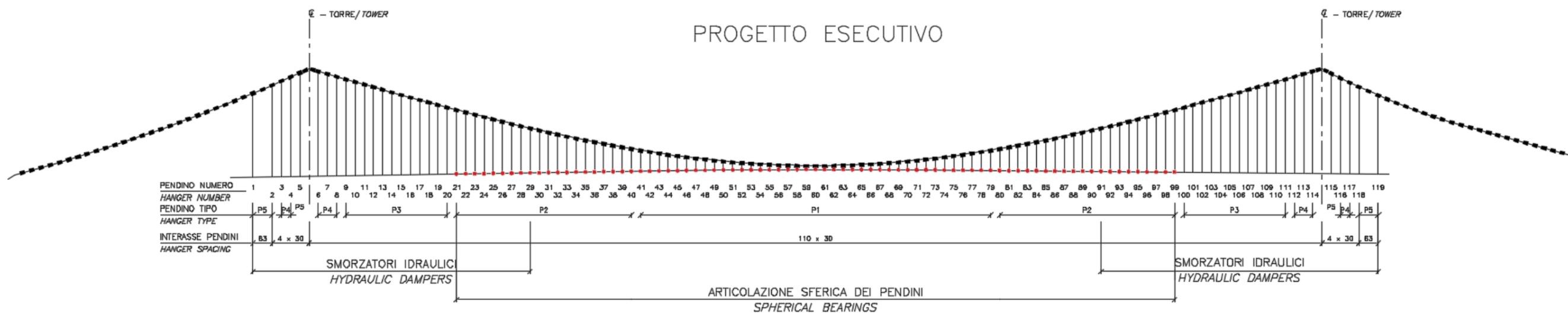
Dall'esperienza accumulata con il ponte 1915 – Canakkale, si è potuto riscontrare che l'utilizzo di snodi sferici si è rivelata utile anche nel limitare le vibrazioni aerodinamiche dei pendini, riducendo quindi in una certa misura la necessità di applicare smorzatori del tipo "stockbridge". Ci si attende quindi un comportamento simile per il Ponte di Messina, sebbene non sia questo il motivo primario per incrementare l'utilizzo di snodi sferici nel progetto.

Contestualizzazione qualitativa e schematica della proposta

PROGETTO DEFINITIVO 2011



PROGETTO ESECUTIVO



**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA**

**N. P.ET-014 Sviluppo della progettazione in BIM**

**Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva**

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

**Evoluzione tecnologica**

- Metodologie di calcolo / di progetto
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

**Oggetto:**

Utilizzo della tecnologia BIM nello sviluppo della progettazione esecutiva.

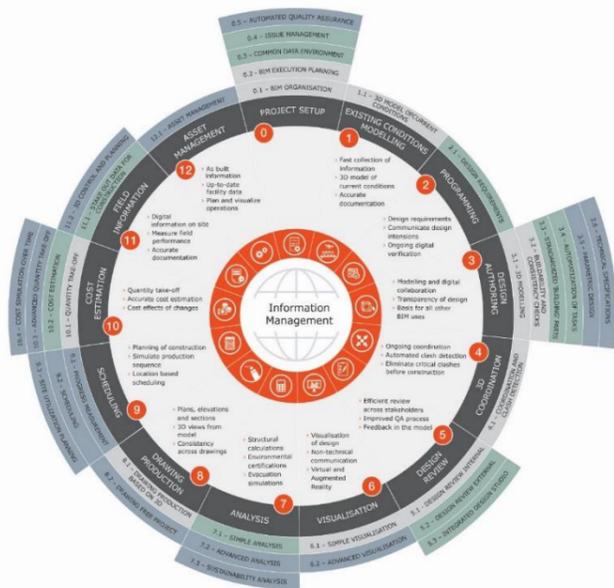
**Descrizione:**

Nell'ambito dell'industria delle costruzioni, la progettazione integrata BIM costituisce una delle tecnologie maggiormente dirompenti degli ultimi dieci anni e alla data attuale rappresenta un "must" di un moderno progetto infrastrutturale. Tra i progetti internazionali di recente realizzazione/progettazione sono segnalati il ponte 1915 di Çanakkale, il Fehmarn tunnel, la HS2; a livello nazionale si contano diverse applicazioni, particolarmente in ambito ferroviario.

Per lo sviluppo del PE si propone che le indicazioni generali relative alle specifiche informative finalizzate alla gestione digitale del progetto, vengano definite prendendo a riferimento la "Specificativa Informativa BIM" attualmente in uso nei progetti definitivi dei più recenti appalti ferroviari RFI.

**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**

La progettazione integrata BIM offre numerose possibilità e vantaggi, sommariamente riassunte e rese graficamente mediante la ruota del BIM" rappresentata in figura. I benefici della progettazione BIM vedono ad esempio una migliore collaborazione tra gli stakeholders, il miglioramento nell'individuazione e risoluzione delle interferenze, la progettazione parametrica integrata con i software FEM, una maggiore efficacia nella programmazione lavori e nella produzione di elaborati e infine, il gemello digitale *as built* a costituire un prezioso strumento di asset management per il gestore dell'opera.



**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**

- Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia
- Linea AV/AC Verona – Padova - sub tratta Verona – Vicenza -Lotto funzionale II
- RFI Raddoppio ferroviario linea ME-CT tratta Giampileri Fiumefreddo Lotto 1
- RFI Raddoppio ferroviario linea ME-CT tratta Giampileri Fiumefreddo Lotto 2

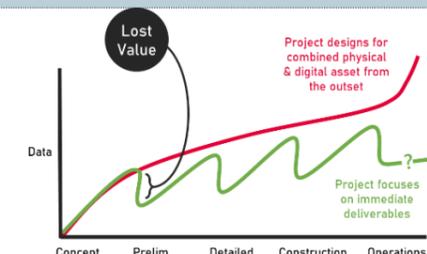
**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
	N/A	N/A

**Benefici attesi**

**Beneficio n.1 – Collaborazione tra gli stakeholders**

L'uso di un modello federato permetterà al CG di monitorare attentamente l'evoluzione del progetto, garantendo lo scambio di informazioni tra tutti le diverse parti coinvolte nel progetto. In tal modo il CG avrà modo fin da principio di individuare le interferenze e le possibili problematiche realizzative, facilitandone la gestione. Questo approccio proattivo e collaborativo comporta una minimizzazione dei ritardi progettuali e costruttivi, accelerando l'intero processo rispetto a modalità tradizionali.



**Beneficio n.2 – Risoluzione delle interferenze e gestione delle interfacce**

In special modo nei progetti di maggior rilievo, dove sono presenti numerose interfacce, la funzionalità della "3D coordination" nel gestire le stesse e nell'individuare le interferenze assume rilievo e interesse. Il modello tridimensionale BIM risulta eccezionalmente efficace nell'evidenziare il soddisfacimento dei requisiti di interfaccia (ad esempio il corretto posizionamento dell'impalcato alle torri e il corretto allineamento tra impalcato sospeso e viadotti di appoggio) e nell'individuazione delle interferenze in fase preliminare, quali cavedi, aperture e pesi aggiuntivi derivanti dalla progettazione elettromeccanica.

**Beneficio n.3 – Programmazione e modellazione delle fasi costruttive**

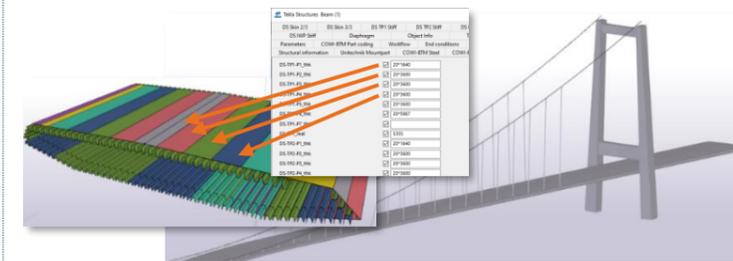
L'utilizzo del modello BIM per visualizzare le fasi costruttive permetterà una maggiore comprensione dell'evoluzione del progetto e delle singole situazioni, permettendo di ottimizzare le sequenze costruttive e i metodi di costruzione, assicurando la piena conformità tra le fasi costruttive ipotizzate dal progettista e l'effettiva realizzazione in cantiere.

**Beneficio n.4 – Asset Management**

A valle della costruzione e attraverso l'intera vita dell'opera il modello BIM *as built* continuerà a costituire una risorsa importante per la gestione della stessa. Informazioni dettagliate e prontamente accessibili da parte del gestore dell'infrastruttura permetteranno una gestione ottimizzata della pianificazione della manutenzione. L'analisi energetica permetterà inoltre di identificare e risolvere le inefficienze energetiche, riducendo i costi operativi. La pianificazione della gestione delle emergenze migliorerà la sicurezza complessiva per l'utenza. In termini generali il BIM faciliterà un processo decisionale basato sui dati, porterà efficientamenti e risparmio, e migliorerà la performance dell'infrastruttura durante la sua intera vita di progetto.

**Beneficio n.5 – Progettazione parametrica integrata**

L'esperienza della progettazione parametrica, principalmente focalizzata sull'analisi, è stata negli ultimi anni combinata con l'utilizzo di modelli BIM tridimensionali, permettendo così una progettazione integrata in cui il modello di analisi e il modello BIM sono sviluppati a partire da un input comune. L'approccio "SPOT" (single point of truth) assicura livelli di qualità elevati minimizzando il rischio di errori "manuali", in quanto il modello BIM rifletterà sempre quanto verificato dai progettisti e viceversa il modello verificato avrà sempre la piena corrispondenza con gli elaborati grafici prodotti dallo stesso



**Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto**

Lo sviluppo della progettazione integrata BIM comporterà una revisione delle specifiche per lo sviluppo della progettazione ovvero dell'emissione di una nuova specifica ad hoc, non essendo tale tecnologia attualmente contemplata dal progetto.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-015** Uso di trasformatori MT/BT a basse perdite (AA0Ak)

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Utilizzo di trasformatori MT/BT a basse perdite (AA0Ak) secondo le richieste del regolamento europeo 548/2014 fase 2 (anno 2021).

Descrizione:

Il 22 maggio 2014 è stato pubblicato il Regolamento (UE) n. 548/2014 della Commissione del 21 maggio 2014, recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi.

Il Regolamento, vista la direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia, considerando che l'aspetto ambientale più rilevante (che può essere influenzato dalla progettazione dei prodotti) è l'energia nella fase di esercizio, definisce i requisiti in materia di progettazione ecocompatibile per l'immissione sul mercato o la messa in servizio di trasformatori con una potenza minima di 1 kVA utilizzati nelle reti di trasporto e di distribuzione della corrente elettrica a 50 Hz o per applicazioni industriali.

I requisiti di cui sopra sono espressi in termini di rendimento o di efficienza energetica ed individuati mediante la fissazione di valori massimi delle perdite a carico e delle perdite a vuoto (esprese in W), a seconda della tipologia e taglia del trasformatore considerato.

L'entrata in vigore dei requisiti energetici sopra indicati è prevista dal regolamento secondo due fasi successive:

- Fase 1 (dal 1° luglio 2015): questa prima fase è quella che stabilisce dei requisiti univoci rispetto alla situazione di mercato prevalente
- Fase 2 (dal 1° luglio 2021): questa seconda fase impone, soprattutto per i trasformatori di taglia maggiore, una ulteriore riduzione delle perdite, soprattutto a vuoto

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Al fine di garantire la rispondenza alla sopravvenuta normativa in materia di efficienza energetica dei trasformatori di potenza, si prevederanno a progetto soltanto trasformatori che siano conformi alla fase 2 del Regolamento (UE) n. 548/2014 (AA0Ak); questo consentirà, nella fase di esercizio, un contenimento dei consumi energetici correlati alle perdite (a vuoto ed a carico) dei trasformatori.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

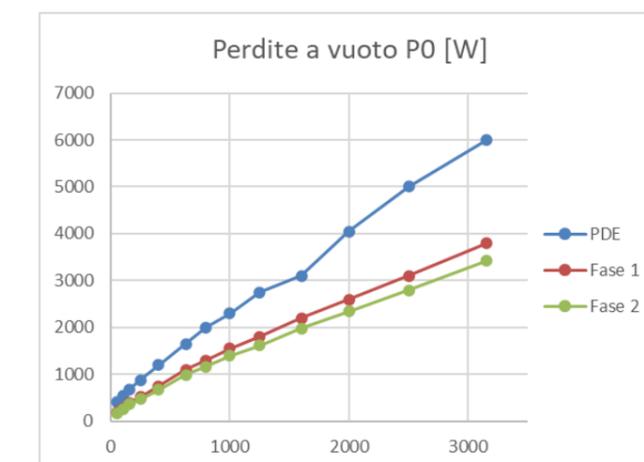
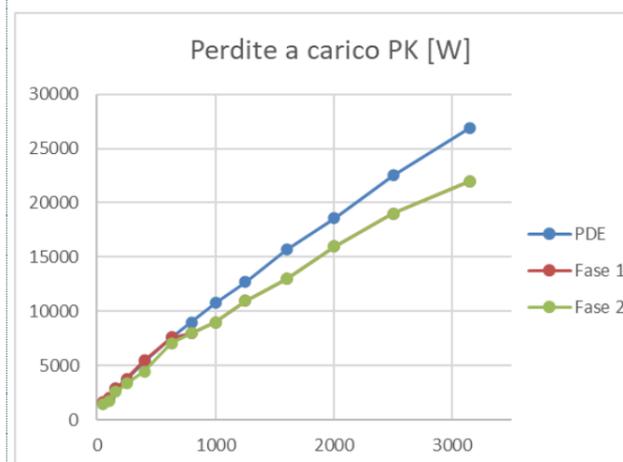
Dal 2015 ad oggi, tutte le nuove realizzazioni utilizzano trasformatori a basse perdite, in conformità al Regolamento (UE) n. 548/2014.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
-	-	-

Valutazione degli impatti

Potenza Nominale (kVA)	Valori commerciali di riferimento per il Progetto Definitivo		Fase 1 (dal 1° luglio 2015)		Fase 2 (dal 1° o luglio 2021)	
	Perdite massime a carico P <sub>K</sub> (W)	Perdite massime a vuoto P <sub>0</sub> (W)	Perdite massime a carico P <sub>K</sub> (W)	Perdite massime a vuoto P <sub>0</sub> (W)	Perdite massime a carico P <sub>K</sub> (W)	Perdite massime a vuoto P <sub>0</sub> (W)
≤50	1600	420	B <sub>K</sub> (1700)	A <sub>0</sub> (200)	A <sub>K</sub> (1500)	AA <sub>0</sub> (180)
100	2000	550	B <sub>K</sub> (2050)	A <sub>0</sub> (280)	A <sub>K</sub> (1800)	AA <sub>0</sub> (252)
160	2900	680	B <sub>K</sub> (2900)	A <sub>0</sub> (400)	A <sub>K</sub> (2600)	AA <sub>0</sub> (360)
250	3700	880	B <sub>K</sub> (3800)	A <sub>0</sub> (520)	A <sub>K</sub> (3400)	AA <sub>0</sub> (468)
400	5400	1200	B <sub>K</sub> (5500)	A <sub>0</sub> (750)	A <sub>K</sub> (4500)	AA <sub>0</sub> (675)
630	7600	1650	B <sub>K</sub> (7600)	A <sub>0</sub> (1100)	A <sub>K</sub> (7100)	AA <sub>0</sub> (990)
800	9000	2000	A <sub>K</sub> (8000)	A <sub>0</sub> (1300)	A <sub>K</sub> (8000)	AA <sub>0</sub> (1170)
1000	10800	2300	A <sub>K</sub> (9000)	A <sub>0</sub> (1550)	A <sub>K</sub> (9000)	AA <sub>0</sub> (1395)
1250	12700	2750	A <sub>K</sub> (11000)	A <sub>0</sub> (1800)	A <sub>K</sub> (11000)	AA <sub>0</sub> (1620)
1600	15700	3100	A <sub>K</sub> (13000)	A <sub>0</sub> (2200)	A <sub>K</sub> (13000)	AA <sub>0</sub> (1980)
2000	18600	4050	A <sub>K</sub> (16000)	A <sub>0</sub> (2600)	A <sub>K</sub> (16000)	AA <sub>0</sub> (2340)
2500	22500	5000	A <sub>K</sub> (19000)	A <sub>0</sub> (3100)	A <sub>K</sub> (19000)	AA <sub>0</sub> (2790)
3150	26900	6000	A <sub>K</sub> (22000)	A <sub>0</sub> (3800)	A <sub>K</sub> (22000)	AA <sub>0</sub> (3420)



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-016** Postazioni polifunzionali "smart road"

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

Installazione di postazioni polifunzionali "smart road" lungo la tratta esterna, ovvero all'interno dei tunnel, per comunicazioni DSRC / C-V2X; le apparecchiature smart potranno essere installate su appositi pali polifunzionali, su portali PMV ovvero sulla parete dei tunnel.

Descrizione:

I sistemi di trasporto occupano un ruolo centrale per la crescita del paese: le infrastrutture autostradali consentono la sostenibilità dello sviluppo economico e una crescita sostenibile richiede l'adozione di un modello strategico in cui informazione, gestione e controllo operino tra loro in maniera sinergica.

I Sistemi Intelligenti dei Trasporti (ITS) consentono di affrontare in maniera efficace i problemi connessi alla mobilità.

La realizzazione di una struttura Smart Road ha dunque l'obiettivo di recepire concretamente le indicazioni presentate con il:

- Decreto Interministeriale 1° febbraio 2013, recante "Diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti (ITS) in Italia", che costituisce la base metodologica ed operativa del Piano d'Azione Nazionale
- DM del 28 febbraio 2018 "Modalità attuative e strumenti operativi della sperimentazione su strada delle soluzioni di Smart Road e di guida connessa e automatica", che promuove la valorizzazione del patrimonio infrastrutturale esistente, la realizzazione di infrastrutture utili, l'adeguamento tecnologico della rete viaria nazionale coerentemente con il quadro comunitario e nazionale di digitalizzazione delle infrastrutture stradali con più avanzati livelli di assistenza avanzata alla guida

Con particolare attenzione ai temi della sicurezza e dell'informazione all'utenza per la tratta stradale che ricomprende l'Opera di Attraversamento, la scelta tecnologica è quella di implementare un robusto sistema di comunicazione distribuito tra infrastruttura e veicolo (V2I Vehicle to Infrastructure): la creazione di un sistema che supporti l'interconnessione realtime e bidirezionale tra gli attori dell'ambiente stradale rappresenta infatti un passaggio fondamentale per l'apertura allo scenario cooperativo e segna un punto di svolta rispetto al tradizionale paradigma di comunicazione "one to many" del settore dei trasporti.

Nella nuova ottica cooperativa, gli operatori e gli utenti della strada avranno quindi la possibilità di scambiarsi informazioni per ottimizzare gli spostamenti, riducendo così incidenti, congestioni ed emissioni inquinanti.

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Tale sistema sarà concretamente realizzato attraverso l'installazione, in prossimità del bordo della carreggiata, di un cospicuo numero di postazioni polifunzionali, con una interdistanza massima dell'ordine dei 600m; le postazioni saranno generalmente costituite da un "palo tecnologico" che può alloggiare sulla sommità (oltre alle antenne di comunicazione V2I) altri dispositivi utili al monitoraggio delle condizioni della strada (TVCC, meteo, etc.) ed alla cui base sono installati i dispositivi relativi a rete dati e alimentazione; nei tratti in gallerie le apparecchiature saranno alle pareti della galleria, mentre in corrispondenza dell'Opera di Attraversamento saranno utilizzati come supporti le strutture di sostegno dei già previsti PMV.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

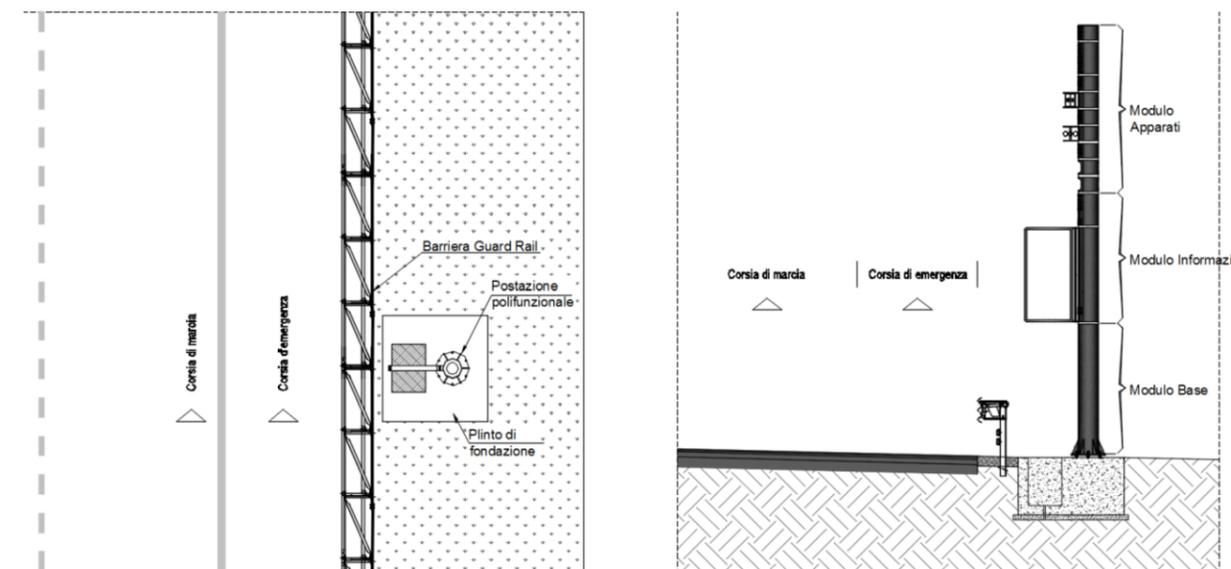
- Progettazione esecutiva Smart Road lungo la S.S. 51 "Alemagna" – Piano straordinario per l'accessibilità a CORTINA 2021
- Progettazione esecutiva Smart Road lungo la S.S. 309 "Romea" – E55
- Progetto pilota sulla tratta dell'autostrada A4 ricompresa tra la barriera di Milano Ghisolfia e lo Svincolo di Novara Est

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
-	-	-

Valutazione degli impatti

Tipologici delle principali dotazioni "smart road"

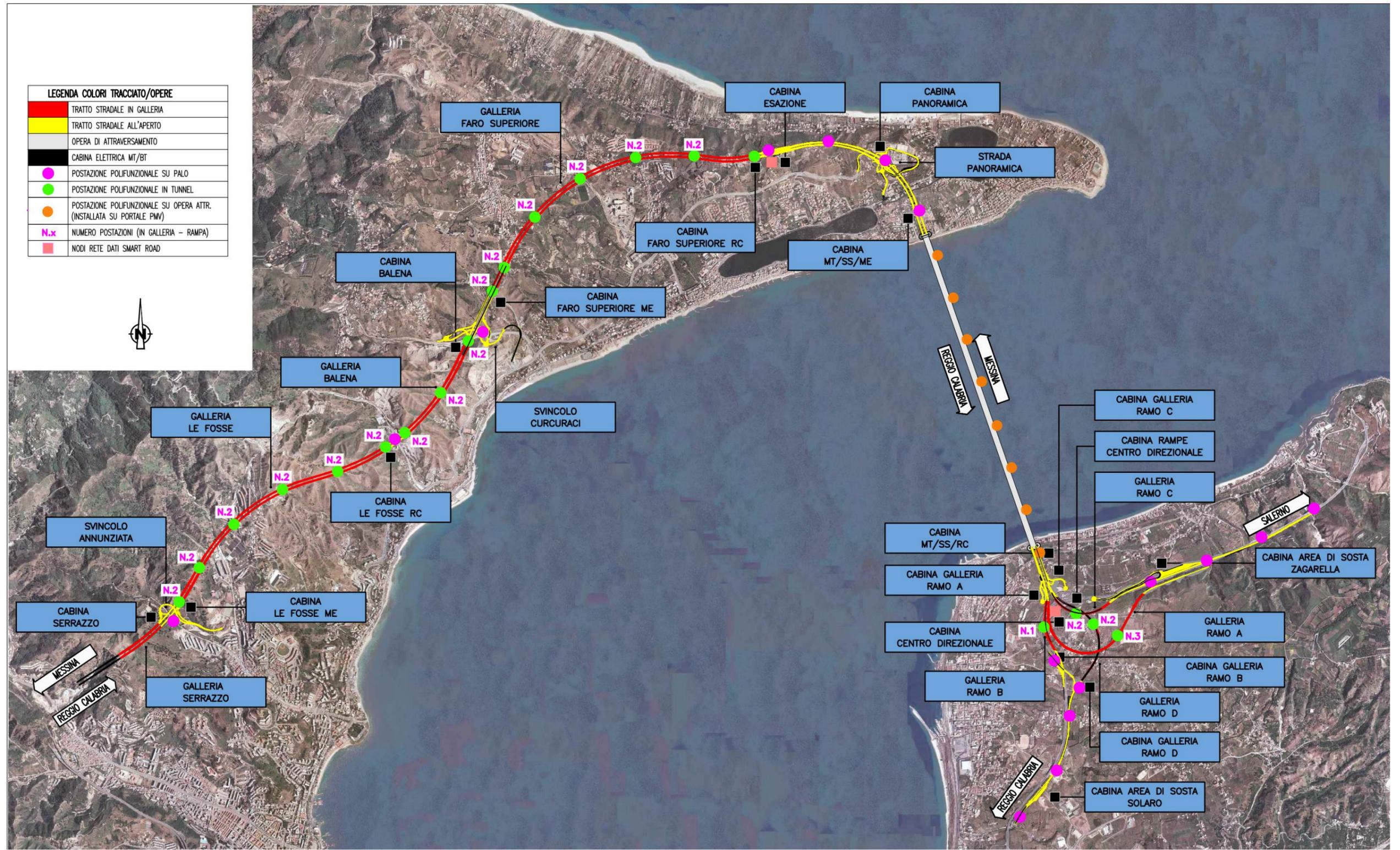


Pianta e Sezione Plinto tipo e Postazione Polifunzionale, per tratti all'aperto



Postazione polifunzionale con cubo Tecnologico, per tratti all'aperto

Schema indicativo delle dotazioni "smart road"



**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.ET-017 Apparecchi con sorgente a LED e regolazione tramite onde radio**

**Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva**

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

**Evoluzione tecnologica**

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

**Oggetto:**

- utilizzo di apparecchi con sorgente a LED di ultima generazione anche per l'illuminazione di rinforzo in ingresso (RI) e uscita (RU), in sostituzione degli apparecchi con lampade al Sodio Alta Pressione (SAP) previsti dal PDE
- regolazione e gestione dell'impianto di illuminazione permanente tramite centraline e moduli a onde radio, anziché ad onde convogliate (come previsto dal PDE)
- regolazione dell'impianto di illuminazione di rinforzo tramite centraline e moduli a onde radio, anziché tramite regolatori di flusso luminoso (come previsto dal PDE)

**Descrizione:**

La tecnologia di illuminazione con sorgenti a LED ha oramai da tempo reso obsolete le sorgenti di illuminazione a scarica, tra le quali erano presenti le lampade al Sodio Alta Pressione (SAP), in precedenza utilizzate in modo pressoché esclusivo nell'ambito dell'illuminazione stradale, sia all'aperto che in galleria.

Il motivo del diffuso utilizzo delle lampade SAP in ambito stradale era principalmente riconducibile ai seguenti aspetti salienti:

- elevata efficienza luminosa (ben oltre i 100 lm/W, per le potenze maggiori), seppure con una resa cromatica piuttosto bassa
- durata utile relativamente lunga, maggiore rispetto alle sorgenti precedentemente utilizzate (ad es. vapori di mercurio)

L'evoluzione tecnologica, in costante miglioramento nel campo dei LED, ha consentito tuttavia di ottenere:

- efficienza luminosa dei LED che risulta altrettanto elevata (per le potenze maggiori) e anche superiore al SAP (per le potenze più basse ed anche per livelli di regolazione ridotta), con una resa cromatica decisamente alta
- durata utile superiore al SAP, sia per le sorgenti che per gli accessori di alimentazione; aspetto che risulta decisamente importante in termini manutentivi, soprattutto nell'ambito delle gallerie (dove l'organizzazione logistica è particolarmente complicata, anche sotto il profilo della sicurezza stradale, tanto degli operatori che degli utenti)

L'adozione della tecnologia rende inopportuno l'utilizzo di regolatori di flusso, che comunque consentirebbero una regolazione molto grezza degli apparecchi, senza peraltro consentirne il telecontrollo anche a fini manutentivi (funzionalità garantita, per singolo apparecchio, dai più moderni sistemi di controllo ad onde convogliate o ad onde radio, interfacciabili verso sistema di supervisione).

Si evidenzia tuttavia che le nuove architetture modulari delle reti di galleria, conseguenti alle prescrizioni della CEI 64-20, sconsigliano l'adozione di sistemi basati sulle linee fisiche (che richiederebbero apparecchiature da installare in ciascun quadro di modulo) a favore invece di tecnologie "wireless" (WSN), i cui dispositivi sono integrati a corredo del singolo apparecchio illuminante.

La comunicazione radio WSN è d'altra parte la più diffusa, in Europa e al mondo, e garantisce la conformità agli standard IEEE in modo aperto ed interoperabile; inoltre, prevede per sua natura una struttura interconnessa e magliata, garanzia di robustezza.

**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**

Nel complesso, la combinazione tra l'adozione generalizzata di sorgenti luminose a LED e di un sistema di telecontrollo puntuale basato su onde radio, consentirà un ulteriore margine di ottimizzazione sotto il profilo dei consumi energetici (grazie ad una efficienza migliorata e ad una regolazione più fine), nonché un importante vantaggio in termini manutentivi (in quanto la lunga durata dei LED risulta determinante nel limitare le chiusure parziali del traffico per manutenzione, soprattutto in ambito gallerie).

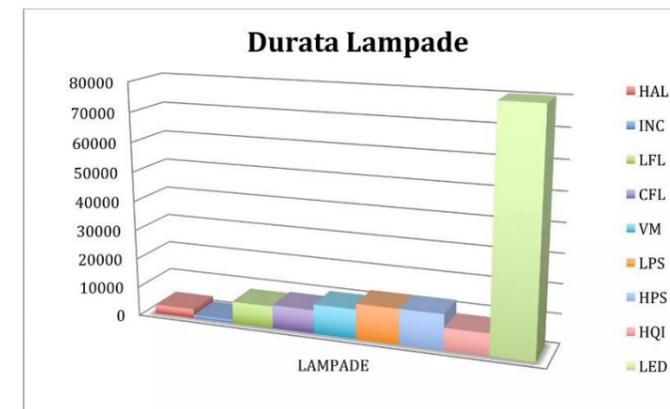
**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**

Con particolare riguardo all'ultimo decennio la grande diffusione degli apparecchi illuminanti a LED, nonché dei relativi sistemi di regolazione e telecontrollo, ha consentito di migliorare notevolmente le prestazioni e l'affidabilità dei componenti utilizzati, consolidando uno "stato dell'arte" caratterizzato da un utilizzo pressoché esclusivo delle sorgenti a LED in ambito stradale.

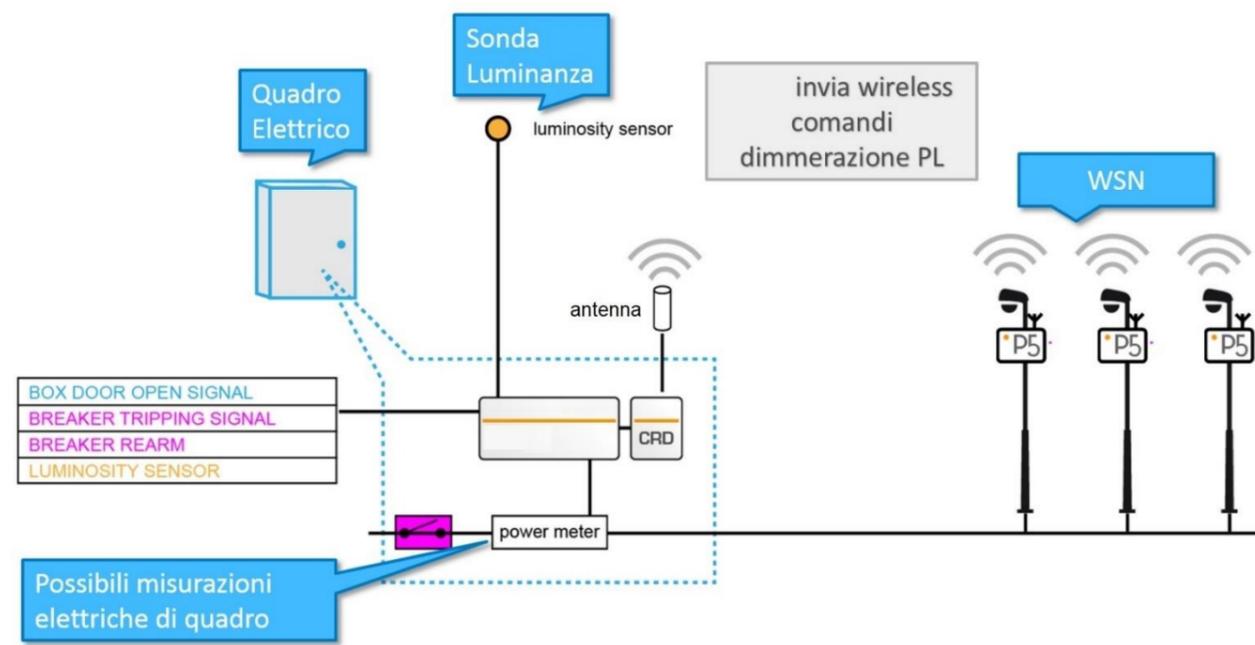
**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
<b>Progetto Definitivo</b>	CS0908, CS0955, CS0995, CS1036	CS0931, CS0932, CS0933, CS0975, CS0976, CS0977, CS1015, CS1016, CS1017, CS1058, CS1059, CS1060
<b>Progetto Definitivo</b>	SS1029	SS1070, SS1071, SS1072, SS1073, SS1074
<b>Progetto Definitivo</b>	SS1118	SS1141, SS1142, SS1143, SS1144
<b>Progetto Definitivo</b>	SS1166	SS1210, SS1211, SS1212, SS1213, SS1214

**Valutazione degli impatti**

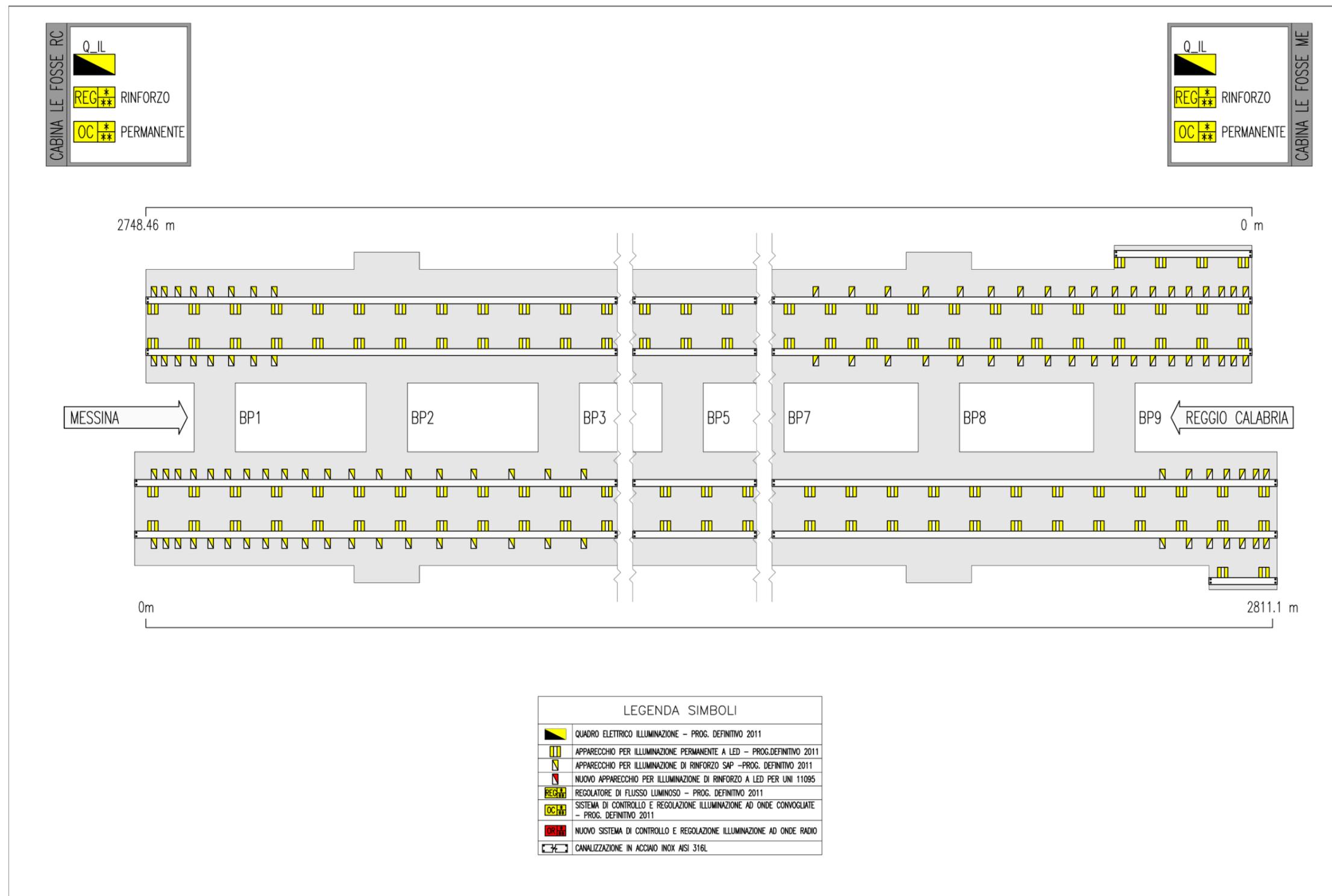


Esempio di apparecchio di illuminazione con LED a lunga durata e confronto della durata utile lampade

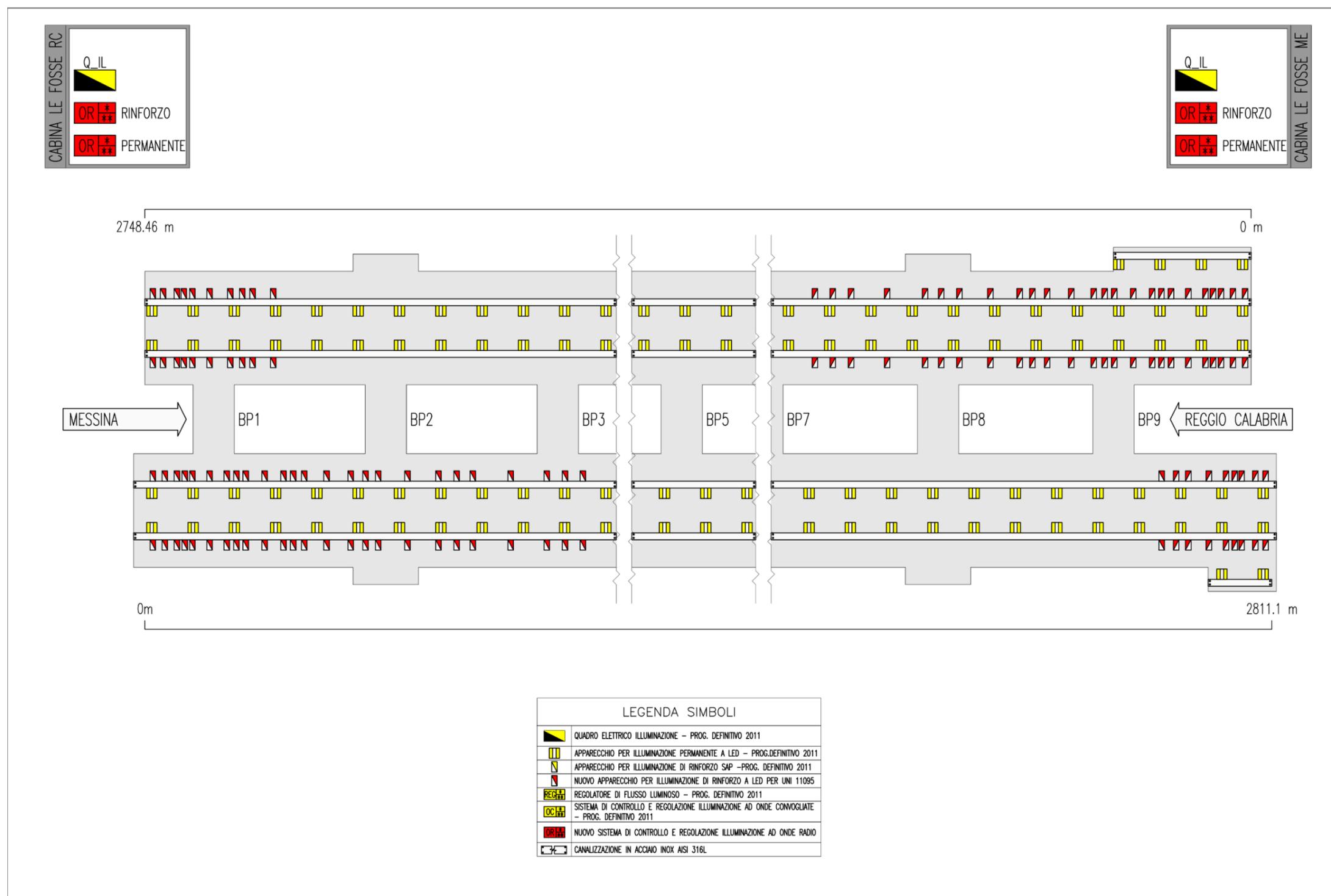


Esempio di architettura sistema di regolazione e controllo ad onde radio

Schema impianto di illuminazione e regolazione di una galleria di riferimento  
(previsioni di Progetto Definitivo)



**Schema impianto di illuminazione e regolazione di una galleria di riferimento  
(adeguamenti di Progetto Esecutivo)**



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-018** Telecamere su IP con gestione AID di ultima generazione

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

In termini generali, nel Progetto Esecutivo saranno contemplati gli aggiornamenti tecnologici verificatisi negli ultimi anni per le diverse apparecchiature costituenti gli impianti; ad es. tipologia cavo sensore per rivelazione incendi (fibra ottica e analogico), ma anche telecamere su IP (al posto delle telecamere analogiche previste dal PDE) che consentano una gestione AID di ultima generazione, particolarmente sensibile, ma allo stesso tempo immune da falsi allarmi.

Inoltre, per supportare adeguatamente il flusso generato (in particolare) dalle telecamere, per i tunnel di lunghezza maggiore (caratterizzati da un numero particolarmente elevato di telecamere) si prevede di implementare una rete LAN/video a 10 Gbit/s (al posto di quella ad 1 Gbit/s prevista dal PDE).

Descrizione:

La tecnologia di videosorveglianza con telecamere di tipo IP ha oramai da tempo reso obsolete le telecamere di tipo analogico precedentemente previste per la videosorveglianza dei tunnel e delle tratte all'aperto.

L'implementazione di tali sistemi di videosorveglianza e analisi AID ha inoltre comportato l'adozione di passi di installazione delle telecamere interno tunnel con funzione AID che garantissero la maggior riduzione possibile dei falsi allarmi, ciò al fine di garantire un sistema sempre più affidabile e funzionale per gli operatori della sala di controllo.

Ciò comporta l'installazione all'interno dei vari tunnel di telecamere IP con un passo non superiore a 75m.

Le principali funzioni dell'impianto TVCC in galleria sono le seguenti:

- videosorveglianza, in tempo reale, dell'interno galleria, degli imbocchi di galleria (ed eventuali locali tecnici nei pressi) e delle uscite di emergenza
- rilevazione automatica, mediante elaborazione delle immagini di: veicolo fermo per incidente, veicolo fermo per traffico congestionato, visibilità ridotta, veicoli contromano o lenti, traffico congestionato o code, presenza pedoni sulla corsia di emergenza, oggetti dispersi in carreggiata
- misura dati di traffico (flusso, velocità,, ecc.)
- segnalazione di allarme al sistema di supervisione (locale e generale) in seguito alla rilevazione di evento anomalo proveniente da una o più telecamere per l'attivazione automatica di adeguate procedure di emergenza
- correlazione tra la zona eventualmente allarmata per incidente e la telecamera visualizzata sul monitor e/o sulla video wall della sala controllo del Centro Direzionale
- eventuale riconoscimento targhe mediante elaborazione delle immagini in punti ritenuti significativi ai fini della sicurezza e/o del monitoraggio (per il tracciamento o "tracking" dei veicoli lungo l'Opera).
- eventuale riconoscimento mezzi "speciali" con merci pericolose o ingombranti mediante elaborazione delle immagini in punti ritenuti significativi ai fini della sicurezza e/o del monitoraggio.
- assegnazione di codifica ed identificazione (luogo, ora e data) di ciascuna telecamera
- videoregistrazione in continuo in server di registrazione locali e trasferimento delle immagini al centro remoto
- acquisizione dello status dei dispositivi connessi (diagnostica)

Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:

Nel complesso, la combinazione tra l'adozione generalizzata di telecamere IP e l'adozione di passi adeguati consentirà di migliorare notevolmente le prestazioni e l'affidabilità del sistema AID.

Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica

I sistemi di videosorveglianza AID con tecnologia IP sono ormai lo stato dell'arte per i vari Concessionari autostradali sia Italiani che Europei.

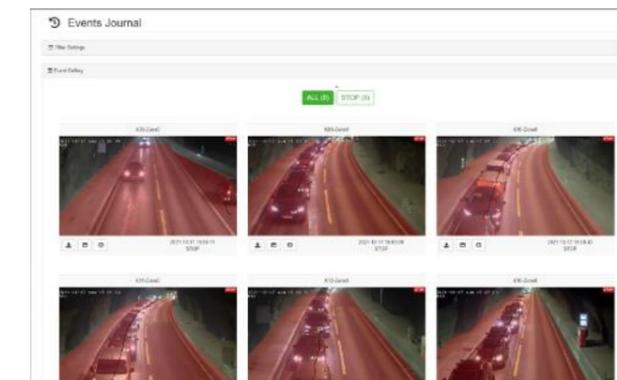
Elaborati di riferimento (eventuali)

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
Progetto Definitivo	-	CS0847, CS0938, CS0982, CS1022, CS1065
Progetto Definitivo	-	SS990
Progetto Definitivo	-	SS1083, SS1084
Progetto Definitivo	-	SS1149
Progetto Definitivo	-	SS1223, SS1224

Valutazione degli impatti



Esempi di telecamere IP di tipo fisso e Dome Brandeggiabili



Esempio di visualizzazione/schermata di sorveglianza e AID interno tunnel



Riduzione dei falsi allarmi



Affidabilità



Prestazioni

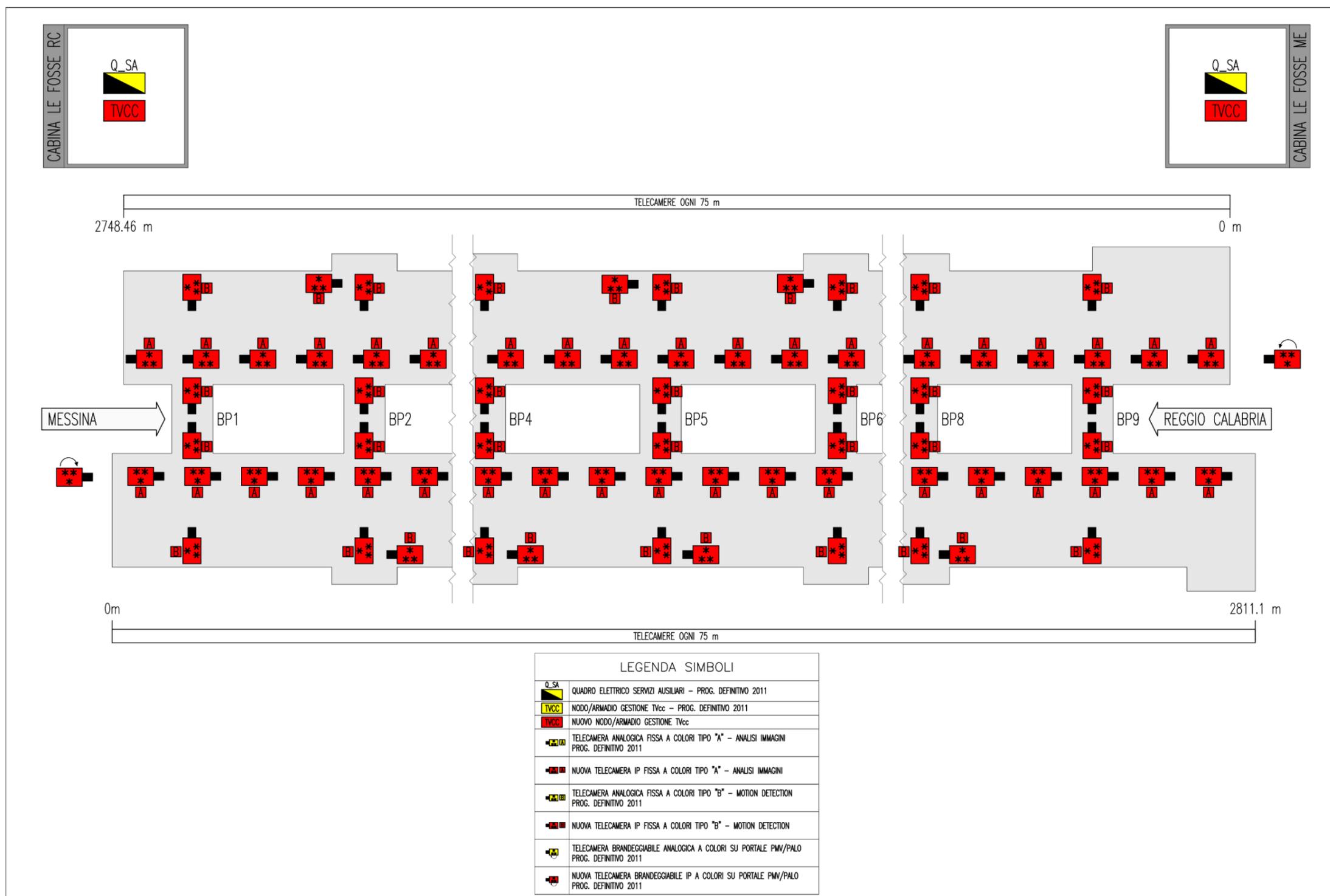
Aumento Affidabilità e prestazioni

Schema impianto di video controllo stradale di una galleria di riferimento  
(previsioni di Progetto Definitivo)



LEGENDA SIMBOLI	
	QUADRO ELETTRICO SERVIZI AUSILIARI - PROG. DEFINITIVO 2011
	NODO/ARMADIO GESTIONE TVCC - PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVO NODO/ARMADIO GESTIONE TVCC
	TELECAMERA ANALOGICA FISSA A COLORI TIPO "A" - ANALISI IMMAGINI PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVA TELECAMERA IP FISSA A COLORI TIPO "A" - ANALISI IMMAGINI
	TELECAMERA ANALOGICA FISSA A COLORI TIPO "B" - MOTION DETECTION PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVA TELECAMERA IP FISSA A COLORI TIPO "B" - MOTION DETECTION
	TELECAMERA BRANDEGGIABILE ANALOGICA A COLORI SU PORTALE PMV/PALO PROG. DEFINITIVO 2011
	NUOVA TELECAMERA BRANDEGGIABILE IP A COLORI SU PORTALE PMV/PALO

Schema impianto di video controllo stradale di una galleria di riferimento  
(adeguamenti di Progetto Esecutivo)



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P.ET-019** Impianti fotovoltaici (FV) integrativi e con potenzialità maggiore

Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

Evoluzione tecnologica

- Metodologie di calcolo
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

Oggetto:

- impiego di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, con maggiore efficienza di conversione rispetto a quelli disponibili all'epoca del Progetto Definitivo (passando indicativamente da 140 W/mq e circa 210 W/mq = +50%)
- conseguente aumento della potenza degli impianti fotovoltaici (FV) già previsti dal Progetto Definitivo (~ +50%)
- impianti fotovoltaici addizionali, quindi aggiuntivi rispetto al Progetto Definitivo, per le stazioni ferroviarie e presso il Centro direzionale

Descrizione (Impianti FV con potenzialità maggiore):

L'impiego di pannelli fotovoltaici di ultima generazione con maggiore efficienza di conversione, consentirà a parità di ingombro di prevedere pannelli indicativamente da 350 Wp/cad, al posto dei pannelli da 200/230 Wp/cad indicati dal PDE (e che erano quelli commercialmente disponibili all'epoca del progetto).

Questa evoluzione tecnologica consentirà dunque un notevole incremento della potenza installata a parità di superficie impegnata nelle diverse collocazioni previste dal PDE:

- Fabbricato di stazione esazione: impianto previsto su 2 pensiline, da 8 posti auto ciascuna, per un totale di circa 200 mq captanti - 120 pannelli; la potenza aumenta da 24 a 42 kWp
- Fabbricato di servizio (ricovero carrelli): impianto previsto su tetto piano, per un totale di circa 340 mq captanti - 205 pannelli; la potenza aumenta da 41 a 72 kWp
- Fabbricato assistenza sanitaria: impianto previsto su tetto piano, per un totale di circa 140 mq captanti - 84 pannelli; la potenza aumenta da 17 a 29 kWp
- Blocco di ancoraggio lato Calabria (da porre a servizio dell'opera di attraversamento): impianto previsto a terra, per un totale di circa 3640 mq captanti - 2178 pannelli; la potenza aumenta da 501 a 762 kWp

**Impianto presso Blocco di ancoraggio lato Calabria**

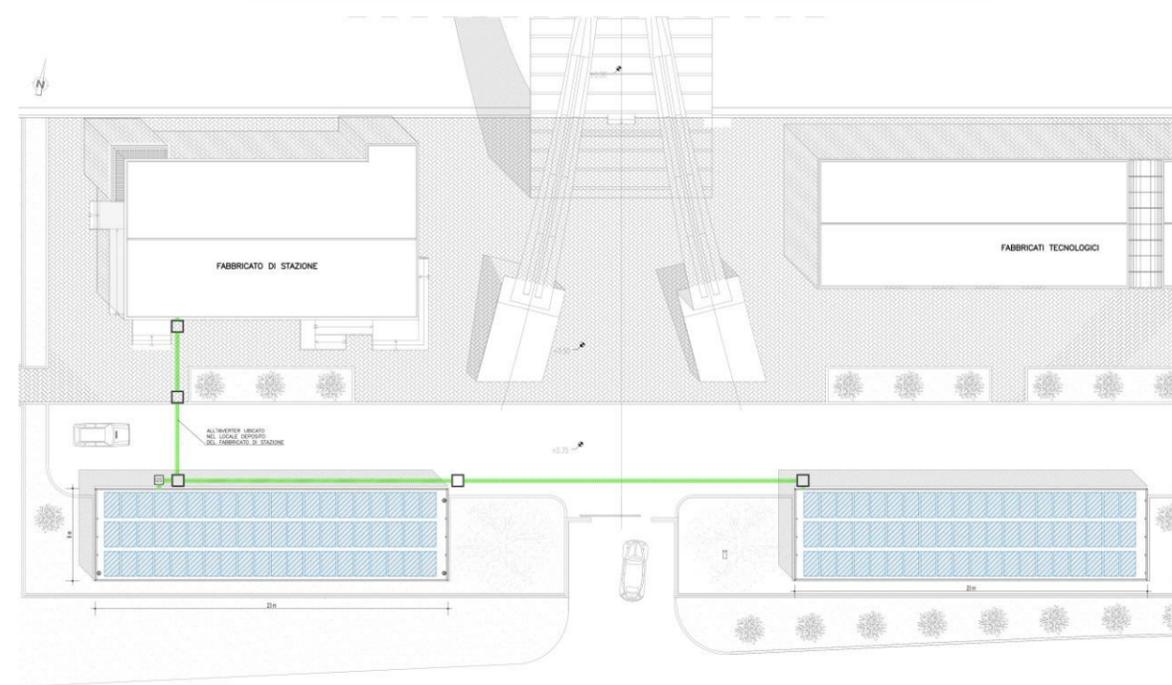


Valutazione degli impatti

**Impianto Fabbricato di stazione esazione**

PIANTA COPERTURA PIAZZALE DI ESAZIONE - SCALA 1:100

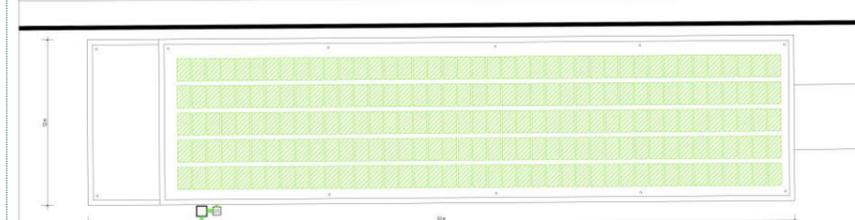
**aumento potenza impianto da 24 a 42 kWp**



**Impianti Fabbricati Posto di Manutenzione**

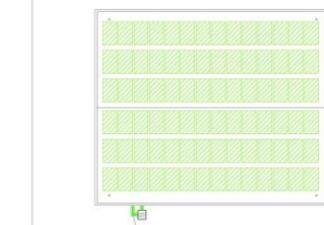
PIANTA COPERTURA RICOVERO CARRELLI - SCALA 1:100

**aumento potenza impianto da 41 a 72 kWp**



PIANTA COPERTURA ASSISTENZA SANITARIA - SCALA 1:100

**aumento potenza da 17 a 29 kWp**



PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.ET-019** Impianti fotovoltaici (FV) integrativi e con potenzialità maggiore

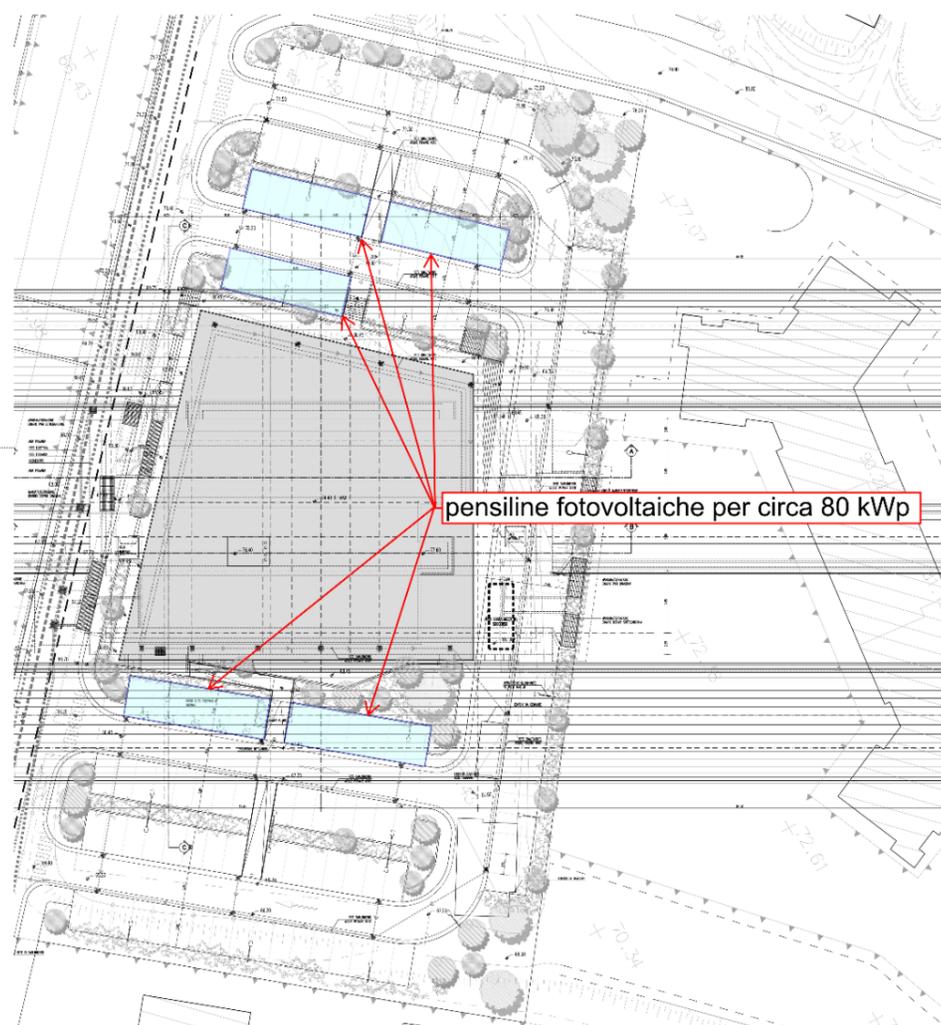
Descrizione (Impianti FV integrativi presso le Stazioni ferroviarie):

Sempre con l'utilizzo dei più recenti pannelli fotovoltaici ad elevata efficienza di conversione, si prevede l'installazione di ulteriori impianti fotovoltaici aggiuntivi rispetto alle previsioni di PDE.

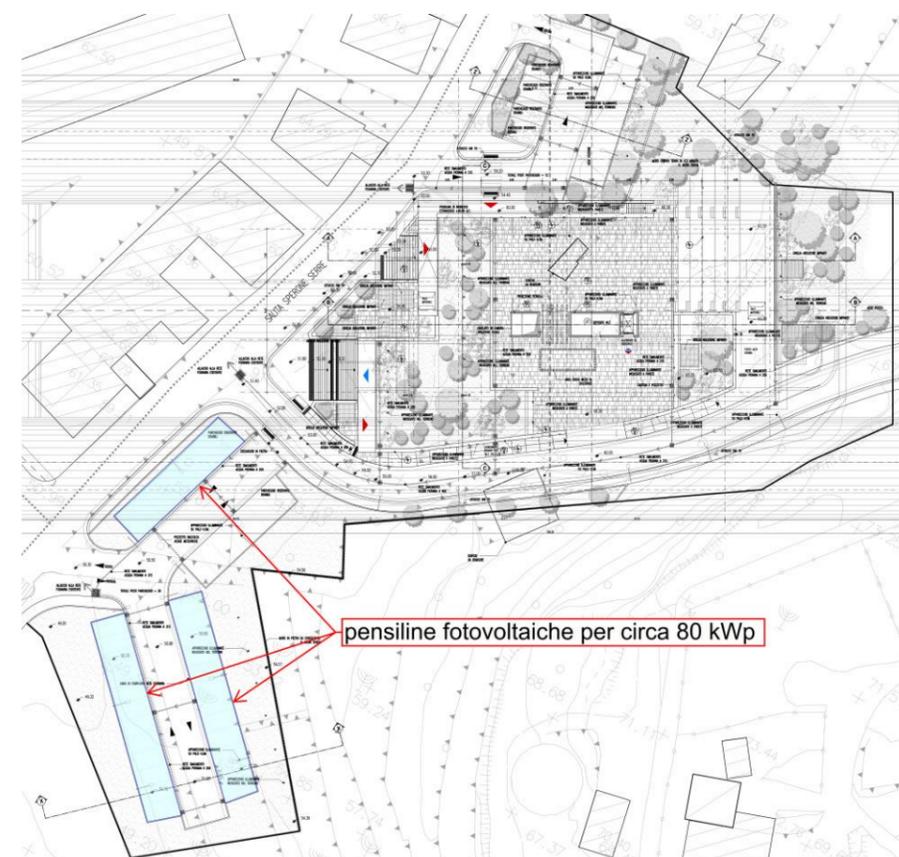
In particolare, nell'ambito delle stazioni ferroviarie, si prevede la progettazione e realizzazione dei seguenti ulteriori impianti FV:

- Stazione Papardo: impianto previsto su pensiline per 32 posti auto complessivi (circa 400 mq) e potenza di circa 80 kWp (il parcheggio "B" della stazione prevede 39 posti auto)
- Stazione Annunziata: impianto previsto su pensiline per 32 posti auto complessivi (circa 400 mq) e potenza di circa 80 kWp (i parcheggi della stazione prevedono 47+59 posti auto) - alternativamente, si può prevedere la realizzazione dell'impianto sulla copertura piana della stazione
- Stazione Europa: impianto previsto su pensiline per 60 posti auto complessivi (circa 750 mq) e potenza di circa 150 kWp (il parcheggio "Est" della stazione prevede 106 posti auto)

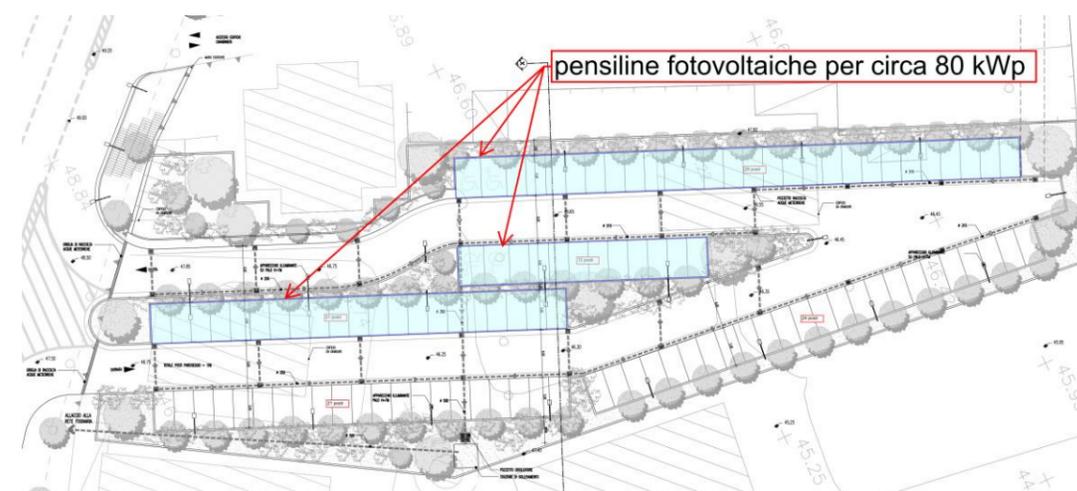
**Ipotesi impianto presso parcheggi Stazione ferroviaria Annunziata**



**Ipotesi impianto presso parcheggio "B" Stazione ferroviaria Papardo**



**Ipotesi impianto presso parcheggio "Est" Stazione ferroviaria Europa**



**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.ET-019 Impianti fotovoltaici (FV) integrativi e con potenzialità maggiore**

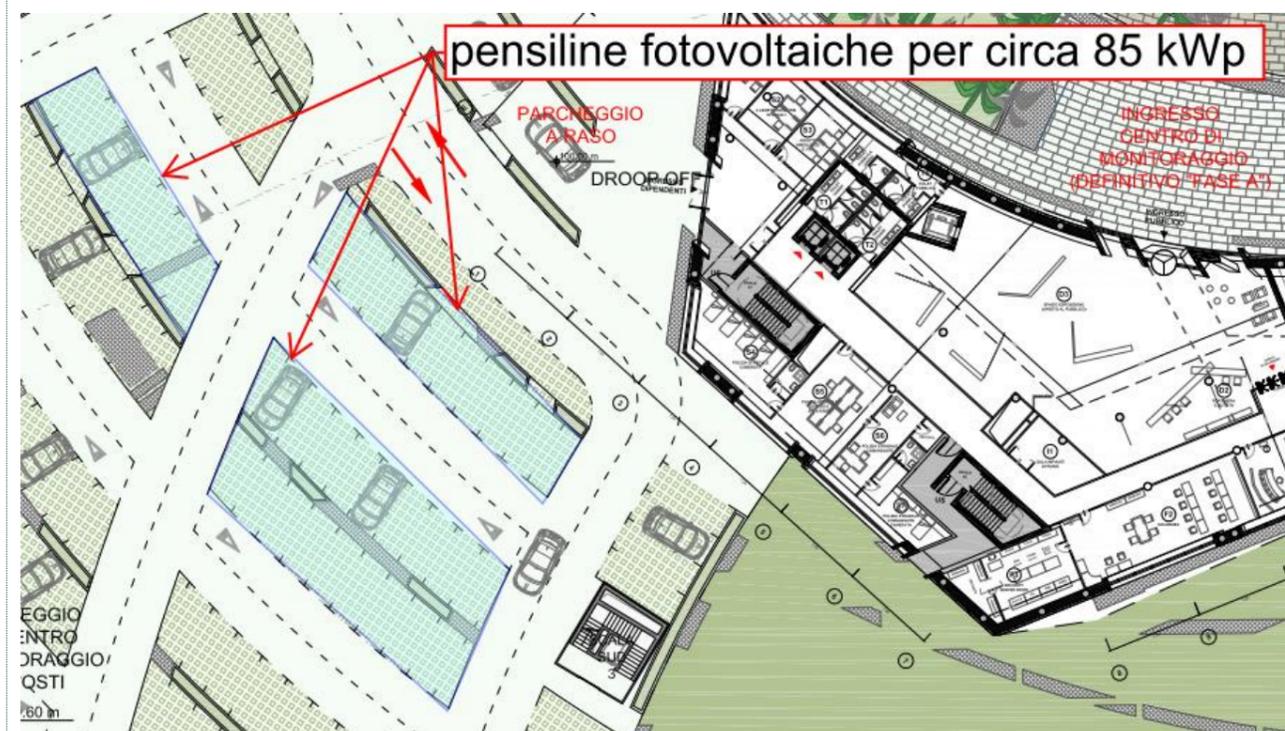
**Descrizione (Impianto FV integrativo presso il Centro Direzionale):**

Infine, sempre con l'utilizzo dei più recenti pannelli fotovoltaici ad elevata efficienza di conversione, si prevede la progettazione e realizzazione di un ulteriore impianto FV, addizionale rispetto alle previsioni di PDE, presso il Centro Direzionale.

Tale impianto è previsto con circa 450 mq di superficie captante e con una potenza di circa 85 kWp.

Laddove architettonicamente compatibile, sarà valutata la realizzazione di un impianto integrato in modo armonico sulla copertura e/o sulle facciate dell'edificio; in alternativa, l'installazione potrà realizzarsi su pensiline a copertura di 34 posti auto del parcheggio di pertinenza dell'edificio.

**Ipotesi impianto presso parcheggio Centro Direzionale**



**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**

Nel complesso, la combinazione tra aumento di efficienza ed installazione di impianti addizionali, permetterà di conseguire un netto aumento della potenza totale di tutti gli impianti installati: da 583 a 1300 kWp (+123%); questo, naturalmente, consentirà di aumentare in modo significativo la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili di cui beneficerà l'intera infrastruttura.

**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**

Nell'ultimo decennio la grande diffusione degli impianti fotovoltaici, in Italia e nel mondo, ha consentito di migliorare notevolmente le prestazioni dei componenti utilizzati, con particolare riferimento ai pannelli fotovoltaici, consolidando uno "stato dell'arte" caratterizzato da una migliore efficienza di conversione dei pannelli commercialmente disponibili.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
<b>Progetto Definitivo</b>	CD0420, SF0358, SS1261	CD0423, SF0368, SS1292



**aumento potenza impianti da  
583 a 1300 kWp (+123%)**

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.ET-020** Modifica della configurazione delle selle e pettini di deviazione dei cavi principali

**Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva**

- Normative
- Prescrizioni del CS, PMC, RINA
- Altro: .....

**Evoluzione tecnologica**

- Metodologie progettuali
- Materiali
- Metodologie costruttive / attrezzature

**Oggetto:**

Adozione in fase di PE di selle di deviazione alle torri e pettini di deviazione agli ancoraggi di tipologia convenzionale composte da un'unica gola in fusione di acciaio rispetto alla soluzione a celle singole composte da fusioni di acciaio separate e sovrapposte una sull'altra, come previsto in fase di PD.

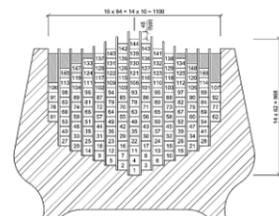
**Descrizione:**

Negli ultimi 10-15 anni la luce massima dei ponti sospesi realizzati o in corso di esecuzione ha visto un aumento costante e significativo. Questo ha consentito di estendere il campo di applicazione di metodologie di progettazione definibili come "convenzionali" nell'ambito dei ponti sospesi, le quali precedentemente non erano ritenute applicabili nel campo delle grandissime luci quali quella del Ponte di Messina. La principale conseguenza dell'aumento delle luci è chiaramente sul dimensionamento del sistema di sospensione. In altre parole, a un aumento di luce corrisponde un aumento più che proporzionale della sezione dei cavi principali e quindi delle selle di deviazione.

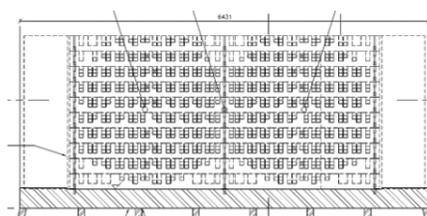
In fase di PD, per le selle di deviazione alle torri e i pettini di deviazione agli ancoraggi era stata prevista una soluzione definibile come "non convenzionale" che vedeva le funi prefabbricate componenti i cavi disposte in celle singole composte da fusioni di acciaio sovrapposte una sull'altra. Tale soluzione era stata introdotta in considerazione della sezione del cavo largamente maggiore per il Ponte di Messina rispetto ai riferimenti disponibili al momento in campo internazionale. Attualmente, invece, esistono esempi di progetti convenzionali per selle di deviazione di cavi con sezione confrontabile con quella prevista per il Ponte di Messina. Si ritiene quindi che sia possibile adottare soluzioni similari in fase di PE.

**Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:**

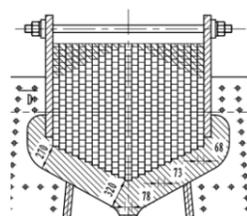
La problematica progettuale principale nella progettazione di selle convenzionali è legata alle pressioni trasversali agenti sui fili inferiori. L'entità di tale pressione dipende dal diametro dei fili, dal numero di funi e dal raggio di curvatura della sella. Per il Ponte di Messina si prevedono 20 funi sovrapposte nella scanalatura centrale della sella. Per confronto, il ponte Canakkale ha 14 funi sovrapposte ed il ponte ShiZiYang in Cina (in costruzione) è stato progettato con 22 funi sovrapposte. Entrambi i ponti citati hanno un diametro dei fili maggiore (rispettivamente 5.75 e 6.10 mm) ed un raggio di curvatura più piccolo (rispettivamente 7566 e 13635mm) rispetto a Messina (5.40 mm e 19918/20467 mm lato Sicilia/Calabria). Si può quindi concludere che non vi siano problematiche progettuali rilevanti nell'adozione di selle di tipologia convenzionale per Messina. Si adotteranno quindi 2 coppie di selle affiancate per ogni coppia di cavi alle torri e nelle camere di sfioro dei blocchi di ancoraggio. Si precisa che i calcoli preliminari condotti in questa fase hanno evidenziato come le pressioni trasversali agenti sui fili a contatto con la gola della sella siano ampiamente inferiori ai limiti fissati per tali pressioni in progetti analoghi. Non sono pertanto attesi effetti sul dimensionamento dei cavi in termini di perdita di resistenza.



Sella convenzionale, Canakkale



Sella a celle singole, PD Messina



Sella ponte ShiZiYang. 374 funi. Diametro cavo 1486mm.

**Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica**

- Ponte sospeso 1915 (Canakkale), Turchia
- Ponte sospeso ShiZiYang, Cina

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

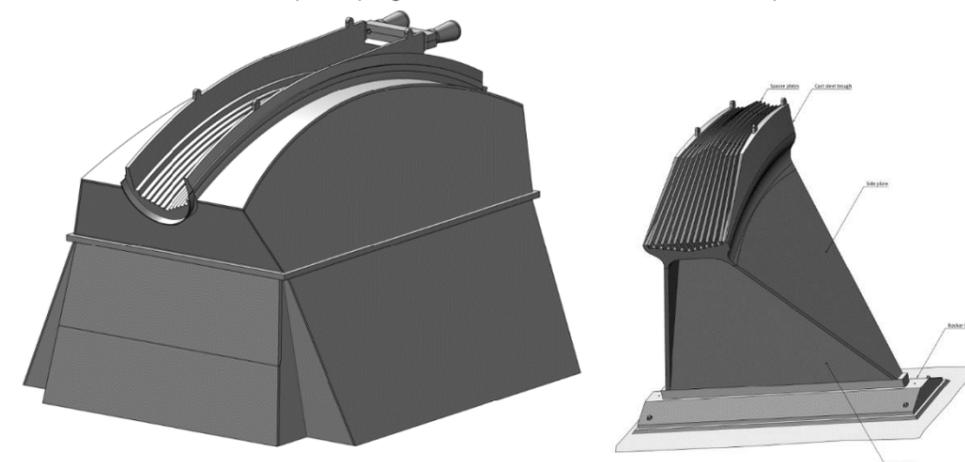
	Relazioni di calcolo	Elaborati grafici
<b>Progetto Definitivo</b>	PS0043_F0- Cap. 6.5.2	PS0061_F0

**Valutazione degli impatti**

**Benefici attesi**

**Beneficio n.1 – Tecnologia consolidata**

La progettazione e la realizzazione di selle di tipologia convenzionale composte da un'unica gola in fusione di acciaio comporta rischi minori rispetto a una soluzione composta da piastre di dimensioni minori sovrapposte una sull'altra, tipologia costruttiva mai applicata in precedenza. Al contrario, le selle di tipologia convenzionale composte da un'unica gola in fusione di acciaio sono una tecnologia consolidata e vi sono innumerevoli riferimenti per la progettazione, fabbricazione e messa in opera di selle simili.



Vista isometrica della sella convenzionale del Canakkale

**Beneficio n. 2 – Eliminazione del rischio di fatica per frizione**

Con la soluzione a celle singole prevista in PD esiste la possibilità che le funi siano soggette a fatica per frizione ("fretting") per via della pressione trasversale minore al contatto fili/sella che potrebbe comportare dei piccoli scorrimenti relativi. L'occorrenza di questo fenomeno dovrebbe essere quindi indagata mediante prove sperimentali, con le tempistiche associate ed eventuali rischi in caso di esito negativo di tali prove. Al contrario, l'adozione di una sella di tipologia convenzionale composta da un'unica gola comporterebbe un aumento delle pressioni trasversali e quindi l'assenza di scorrimenti. Con questa soluzione si potrà quindi evitare la sperimentazione a fatica ed eliminare il rischio associato.

**Beneficio n. 3 – Configurazione più compatta delle funi costituenti i cavi principali**

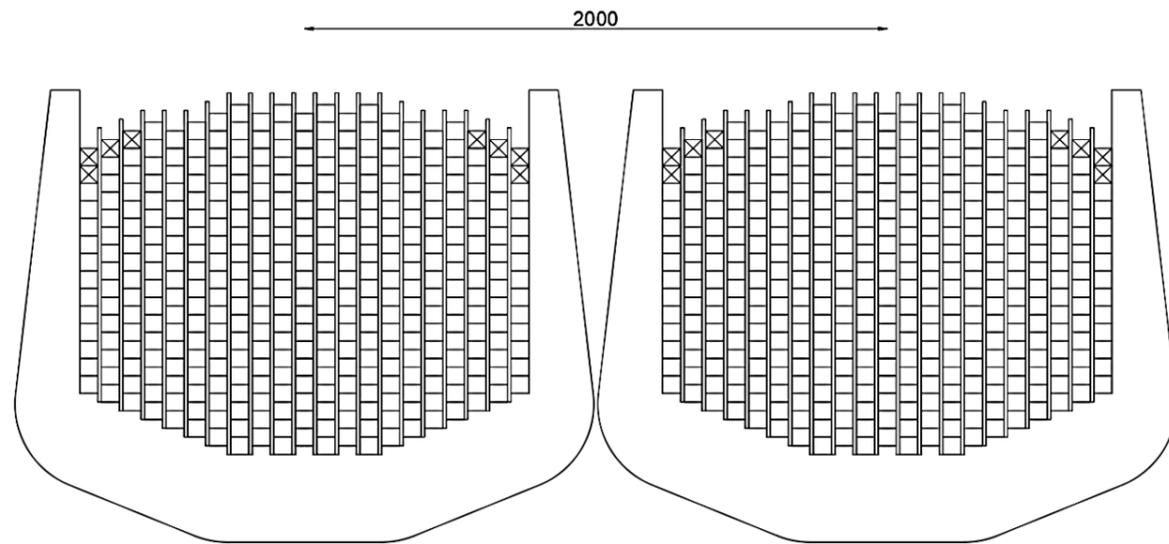
Con la soluzione proposta la sezione del cavo principale in corrispondenza della sella risulterà più compatta rispetto alla soluzione con celle individuali e, di conseguenza, si ridurranno le tensioni secondarie nei fili costituenti il cavo in corrispondenza dei collari terminali.

Inoltre, in conseguenza della maggiore compattezza delle funi sulle selle sarà possibile una riduzione dell'ingombro delle stesse e si avrà quindi una maggiore disponibilità di spazio sulla sommità delle torri o, eventualmente, sarà possibile un'ottimizzazione di queste

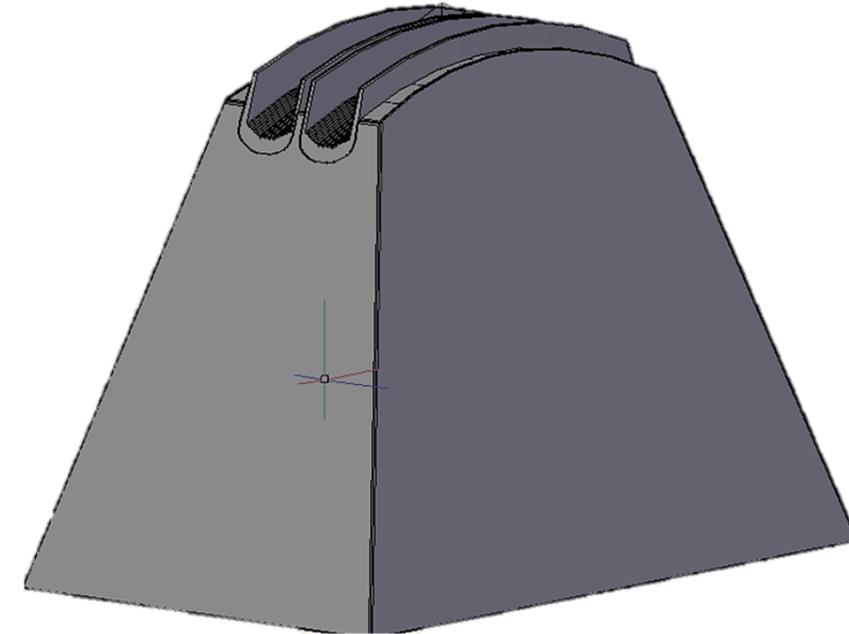
PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.ET-020** Modifica della configurazione delle selle e pettini di deviazione dei cavi principali

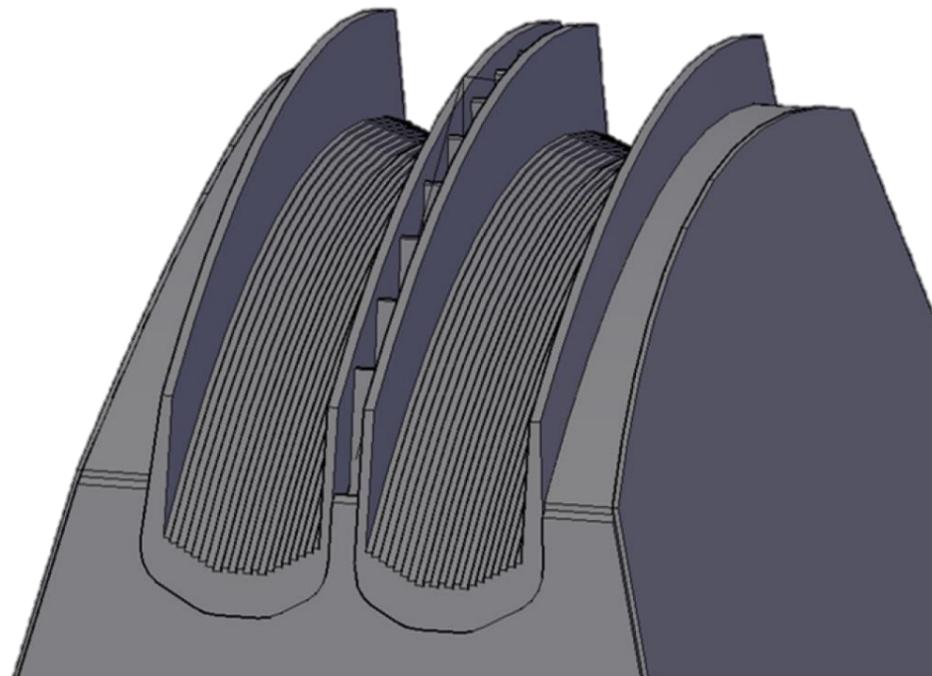
Contestualizzazione qualitativa e schematica della proposta



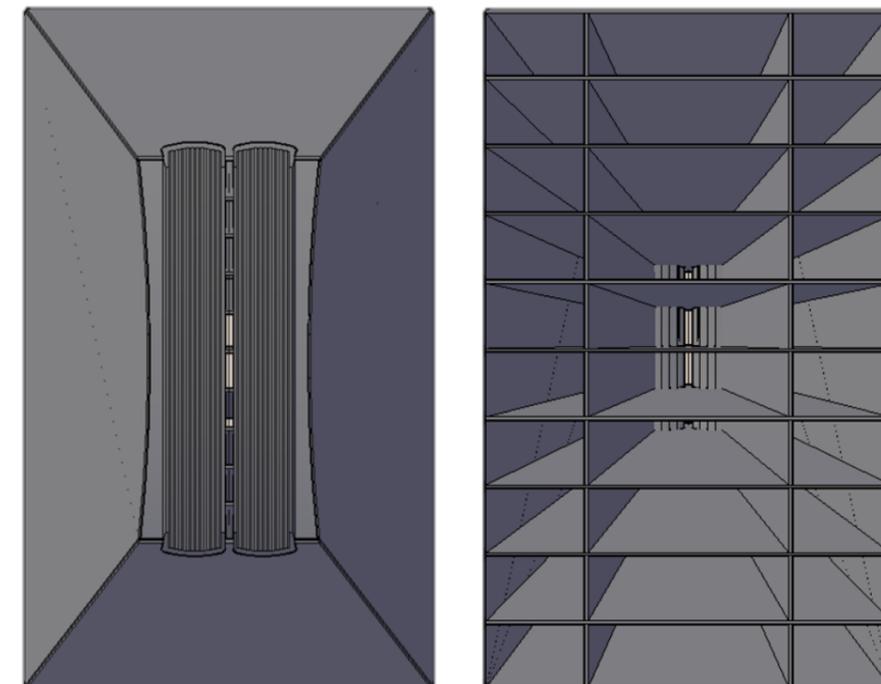
Sezione trasversale sella



Vista 3D sella e sezione di raccordo alla sommità della torre



Dettaglio gole in fusione affiancate



Vista dall'alto e dal basso

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
TITOLO DEL DOCUMENTO	<i>Codice documento</i> P.ET-021.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.ET-021 Installazione stazioni permanenti tipo LiDAR**

<b>Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva</b> <input type="checkbox"/> Normative <input type="checkbox"/> Prescrizioni del CS, PMC, RINA <input type="checkbox"/> Altro: .....	<b>Evoluzione tecnologica</b> <input type="checkbox"/> Metodologie progettuali <input type="checkbox"/> Materiali <input checked="" type="checkbox"/> Metodologie costruttive / attrezzature						
<b>Oggetto:</b> Recependo l'osservazione espressa dal Comitato Scientifico, si prevede l'installazione stazioni permanenti tipo LiDAR (Light Detection and Ranging) su entrambe le sponde dello Stretto di Messina.							
<b>Descrizione:</b> I sistemi di rilevamento del vento Doppler LiDAR vengono utilizzati per misurare con precisione i movimenti dell'aria ad altitudini elevate. Il principio di funzionamento del sistema si basa sulla rifrazione della luce: il dispositivo, collocato a terra, emette impulsi laser che impattando le particelle presenti nell'atmosfera (nebbia, polveri sottili, fumi etc) vengono riflessi. Un LiDAR Doppler è tipicamente costituito da un trasmettitore laser per produrre impulsi di energia che irradiano il volume atmosferico di interesse; un ricevitore che raccoglie l'energia retrodiffusa e stima l'energia retrodiffusa e lo spostamento Doppler del ritorno; e un meccanismo di puntamento del raggio che dirige insieme il trasmettitore e il ricevitore in varie direzioni per sondare diversi volumi atmosferici e misurare diverse componenti del vento.							
<b>Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:</b> I sistemi LiDAR per il monitoraggio del vento sono costituiti da dispositivi di rilevamento remoto che misurano la velocità e la direzione del vento utilizzando tecniche di rilevamento ottico. Uno dei principali vantaggi del LiDAR è che la capacità di produrre misurazioni dettagliate della velocità e della direzione del vento a varie altitudini, al contrario dei tradizionali anemometri, che sono sistemi di misurazione a una quota fissa predeterminata. Un altro vantaggio del Wind Lidar è costituito dal fatto che le rilevazioni avvengono da remoto, a differenza di altre tecnologie che richiedono che le apparecchiature siano posizionate direttamente nel flusso del vento, rendendone più sicuro e facile l'installazione e il funzionamento. Per le ragioni sopracitate è una tecnologia che trova applicazione diffusa nel campo dell'energia eolica, specialmente offshore. Il sistema vede inoltre applicazioni in ambito aeroportuale, essendo particolarmente adatto a individuare fenomeni atmosferici quali burrasche, wind shear, raffiche, turbolenze e vortici. Nell'ambito specifico del <i>Collegamento Stabile</i> , si potrà pensare di integrare le stazioni LiDAR e Traffic Management System in modo da fornire in tempo reale le informazioni necessarie a una gestione sicura del traffico stradale e ferroviario. Un'altra applicazione chiave del Wind Lidar è il monitoraggio atmosferico. Il lidar eolico può fornire dati significativi sulla dispersione degli inquinanti e sulla diffusione degli incendi rilevando la velocità e la direzione del vento.							
<b>Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica</b> Aeroporto di Francoforte Aeroporto di Bratislava ...							
<b>Elaborati di riferimento (eventuali)</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="142 1858 519 1900"></td> <td data-bbox="519 1858 1023 1900" style="text-align: center;"><i>Relazioni di calcolo</i></td> <td data-bbox="1023 1858 1484 1900" style="text-align: center;"><i>Elaborati grafici</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="142 1900 519 1936"><b>Progetto Definitivo</b></td> <td data-bbox="519 1900 1023 1936" style="text-align: center;">N/D</td> <td data-bbox="1023 1900 1484 1936" style="text-align: center;">N/D</td> </tr> </table>			<i>Relazioni di calcolo</i>	<i>Elaborati grafici</i>	<b>Progetto Definitivo</b>	N/D	N/D
	<i>Relazioni di calcolo</i>	<i>Elaborati grafici</i>					
<b>Progetto Definitivo</b>	N/D	N/D					

<b>Valutazione degli impatti</b>
<b>Benefici attesi</b>
<b>Beneficio n.1 – Miglioramento dei dati di ventosità acquisiti</b> Il sistema LiDAR permetterà di acquisire con precisione dati di ventosità ad altezze differenti rispetto ai tradizionali anemometri, fornendo dati in tempo reale su fenomeni atmosferici quali quali burrasche, wind shear, raffiche, turbolenze e vortici
<b>Beneficio n.2 – Integrazione con il Traffic Management System</b> Il sistema LiDAR permetterà di fornire dati in tempo reale sulle condizioni metereologiche in modo da permettere una gestione maggiormente efficace del traffico, con particolare riguardo all'Opera di Attraversamento, migliorando la sicurezza della circolazione.
<b>Beneficio n.3 – Monitoraggio atmosferico</b> Un'altra applicazione chiave del Wind Lidar è il monitoraggio atmosferico. Il lidar eolico può fornire dati significativi sulla dispersione degli inquinanti e sulla diffusione degli incendi rilevando la velocità e la direzione del vento.
<b>Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto</b> Fermo restando che le stazioni saranno posizionate in aree già disponibili nell'ambito del progetto, la collocazione ottimale dovrà essere studiata in fase di PE. Stante le distanze operative di funzionamento di alcuni sistemi in commercio, si valuterà se conveniente prevedere una sola stazione. Resta inteso che i dati di ventosità saranno acquisiti a valle dello sviluppo della Progettazione Esecutiva e pertanto non potranno essere acquisiti ai fini della stessa.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.MC-001**

Versante Calabria e Sicilia opere. Considerazioni su consumo di materie prime e produzione di rilasci nell'ambiente

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

- ID G8a

**Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

- 

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

Il consumo di risorse e la produzione di rilasci nell'ambiente non sono stati analizzati per ogni intervento compreso nel SIA.

**Obiettivi della prescrizione:**

In riferimento al consumo di risorse, produzione di rifiuti e rilasci nell'ambiente, si ritiene opportuno fornire, per ogni intervento compreso nel SIA, una tabella riassuntiva univoca indicante la previsione di consumo di materie prime, di rilasci nell'ambiente, di materiali di risulta e di rifiuti derivanti dalla sua realizzazione.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

Mediante l'elaborazione di dati in formato tabellare e/o grafico sono stati messi in relazione il consumo di materie prime con le opere (circa 60) di maggiore dettaglio presenti all'interno dei lotti (6 in Sicilia e 2 in Calabria). Le materie prime di riferimento sono le seguenti: inerti per la produzione di calcestruzzo, materiali per rilevati, cemento e acqua per usi industriali e civili.

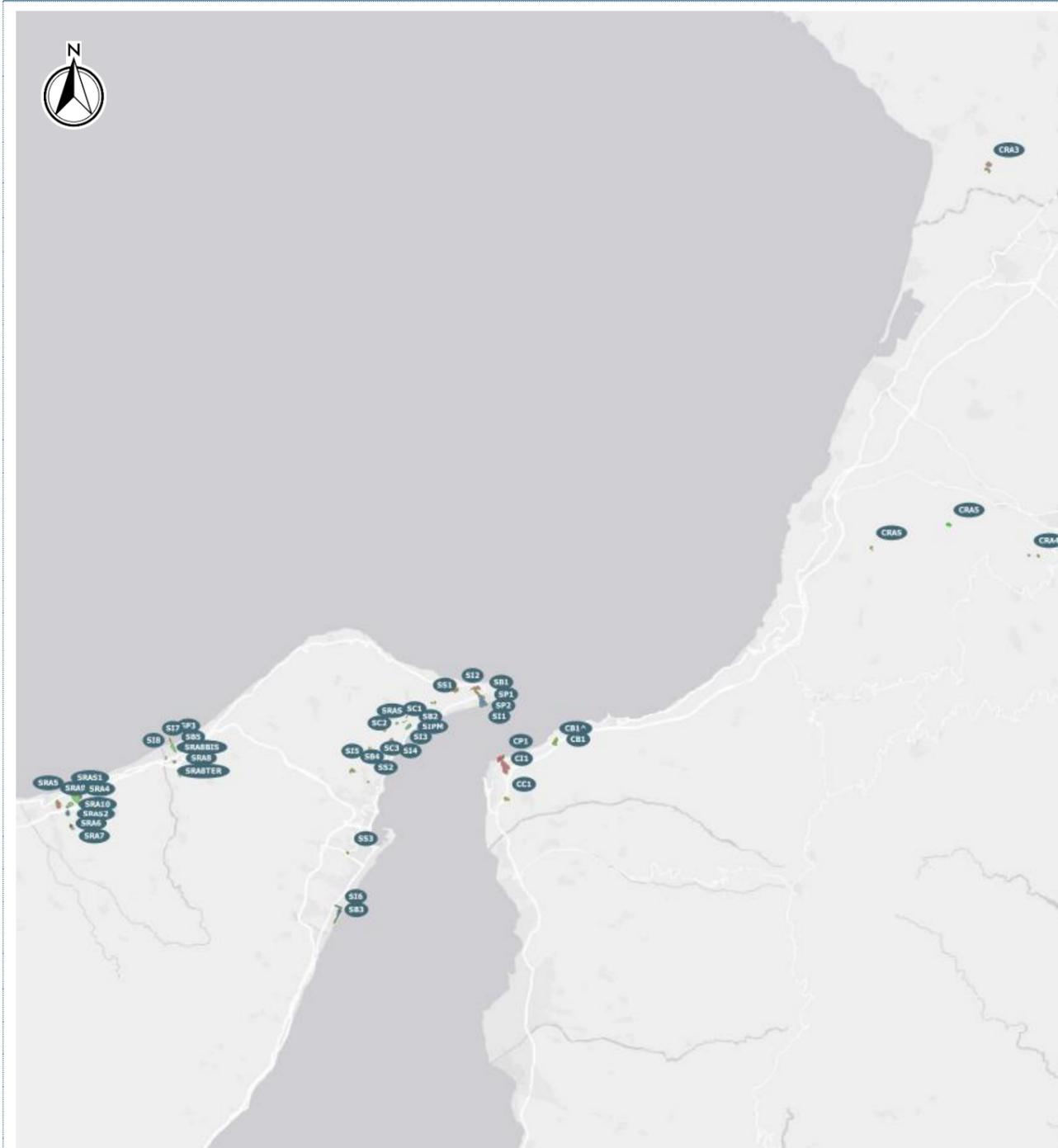
In particolare in questa fase, per la previsione dei consumi idrici sono state individuate le incidenze (litri/metri cubi) dell'acqua destinata all'uso industriale e sulla base di queste sono stati calcolati i fabbisogni per alcune tipologie di lavorazione.

I valori calcolati per le diverse materie prime rappresentano delle stime che potranno essere oggetto di nuovi aggiornamenti e modifiche in fase di P.E. L'approccio metodologico adottato in questa fase, che utilizza come livello di dettaglio le opere suddivise in lotti sia per Sicilia che Calabria, verrà utilizzato come riferimento per gli studi e gli approfondimenti successivi.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>	CZV0007_F0 – Cap. 6, Par. 6.6 CZV0002_F0 – Cap. 6, Par. 6.1, 6.2.2, 6.3	CZV0015_F0 – CZV1157_F0 - CZV0190_F0 – CZV1156_F0 -
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		

**Localizzazione**



**Descrizione metodologica**

L'azione prescrittiva, che ottempera alla richiesta in oggetto, prevede l'elaborazione di dati in formato tabellare e/o grafico che mettono in relazione il consumo di materie prime con le opere di maggiore dettaglio presenti all'interno dei lotti, consultabili in *Tabella 1*.

Le materie prime di riferimento sono le seguenti:

- Inerti per la produzione di calcestruzzi
- Materiali per rilevati e riempimenti
- Cemento
- Acqua per impieghi industriali e civili

Sono stati suddivisi i consumi per rilevati, riempimenti, cemento ed inerti per ogni opera, come riportato nelle tabelle riassuntive. Tale schematizzazione verrà utilizzata come riferimento per le eventuali successive valutazioni.

Per quanto riguarda le previsioni dei consumi idrici si è fatto riferimento alle incidenze (l/mc), da cui si è ricavata la stima dei fabbisogni idrici per alcune tipologie di lavorazioni, di seguito riportate.

Incidenza acqua uso industriale	l/mc
Scavi all'aperto	1
Scavo meccanizzato	320
Scavo tradizionale	107
Acqua di impasto cls	180
Acqua di lavorazione cls	3
Iniezioni	250
Rilevato	15
Riempimenti	15
Misto cem.	120
Rifiuti (jet grouting)	315
Rifiuti (diaframmi)	315
Siti di recupero ambientale	15

Sicilia			
Acqua Industriale	mc	l/mc	mc acqua
Scavi all'aperto	5.915.313	1	5.915
Scavi TBM	2.379.569	320	761.462
Scavi tradizionali/consolidati	3.035.107	107	324.756
Acqua impasto cls	2.466.798	180	444.024
Acqualavorazione cls	2.466.798	3	7.400
Misto cementati	130.316	120	15.638
Rilevati e riempimenti	2.156.921	15	32.354

Calabria			
Acqua Industriale	mc	l/mc	mc acqua
Scavi all'aperto	3.316.127	1	3.316
Scavi in galleria	962.908	107	103.031
Acqua impasto cls	1.098.814	180	197.787
Acqua lavorazione cls	1.098.814	3	3.296
Misto cementati	86.462	120	10.375
Rilevati e riempimenti	3.123.832	15	46.857

Tali valori rappresentano delle stime che potranno essere oggetto di nuovi aggiornamenti e modifiche in fase di P.E.

Si procederà in maniera analoga anche per la stima dei consumi idrici per uso civile, in funzione delle presenze di personale nei vari cantieri di riferimento e utilizzando le incidenze di seguito riportate.

Incidenza acqua uso civile	litri/giorno	Acqua uso civile	
Campi base	150	Sicilia	Calabria
Uffici di cantiere/officine/magazzini	50	32.083.013	18.560.777
		ore manodopera alloggiata in cantiere	
		5.275.395	2.314.714
		ore impiegati + ospiti alloggiati in cantiere	

Verranno altresì fornite informazioni per i rilasci in ambiente delle acque reflue, tenendo conto anche dei consumi per le attività industriali. Inoltre, sulla base di nuove valutazioni in merito alla produzione di inerti provenienti da scavi all'aperto ed in galleria, verranno stabiliti con maggiore dettaglio gli scarti di lavorazione (limi, argille prodotte per lavaggio di sabbia, ed eventuali materiali in esubero) e la loro possibile destinazione nei siti di recupero ambientale.

**Quadro generale – Consumo di materie prime in Sicilia e Calabria**

SICILIA	CANTIERE	DESCRIZIONE
<b>Lotto 1</b>	SI 1	Ganzirri
<b>Lotto 2</b>	SI 2 + SS 1	Faro Nord + Stazione Papardo
<b>Lotto 3</b>	SI 3 + SIPM 1	Curcuraci + Posto di Manutenzione
<b>Lotto 4</b>	SI 4	Pace
<b>Lotto 5</b>	SI 5 + SS 2 + SS 3	Annunziata + Stazioni Europa e Annunziata
<b>Lotto 6</b>	SI 6	Contesse

CALABRIA	CANTIERE	DESCRIZIONE
<b>Lotto 7</b>	CI 1	Opera di attraversamento + CeDir (Cannitello)
<b>Lotto 8</b>	CI 1	Collegamenti stradali e ferroviari (Cannitello)

Tabella 1 – Descrizione Lotti

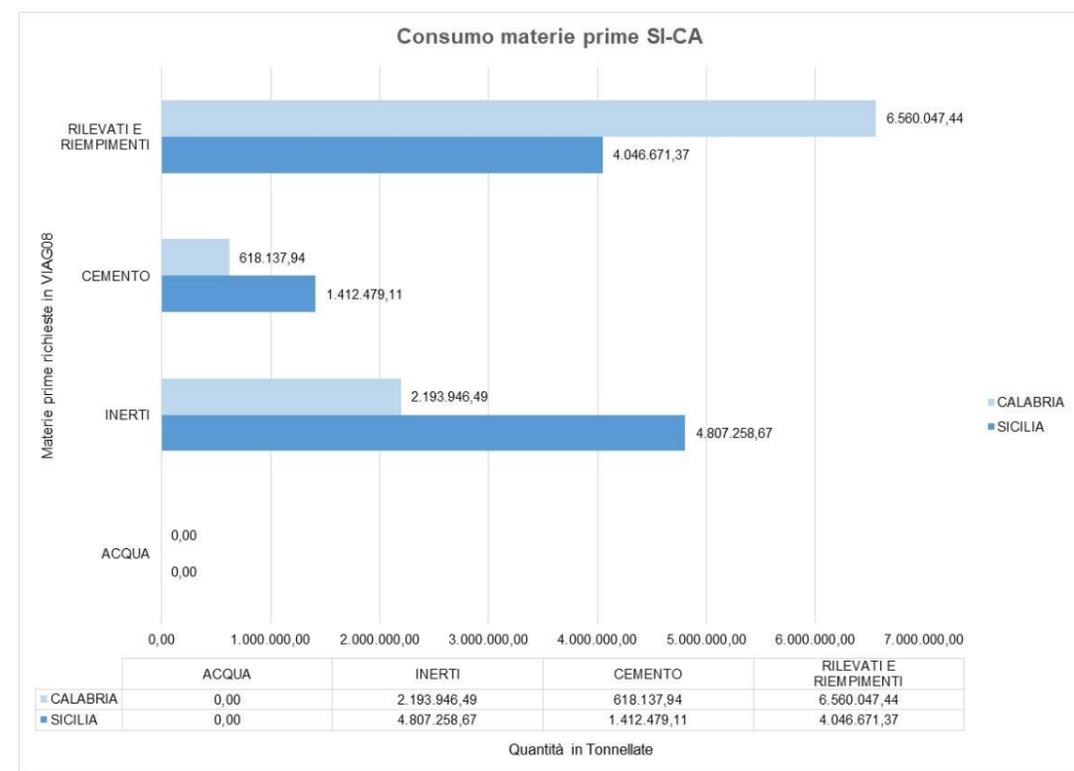
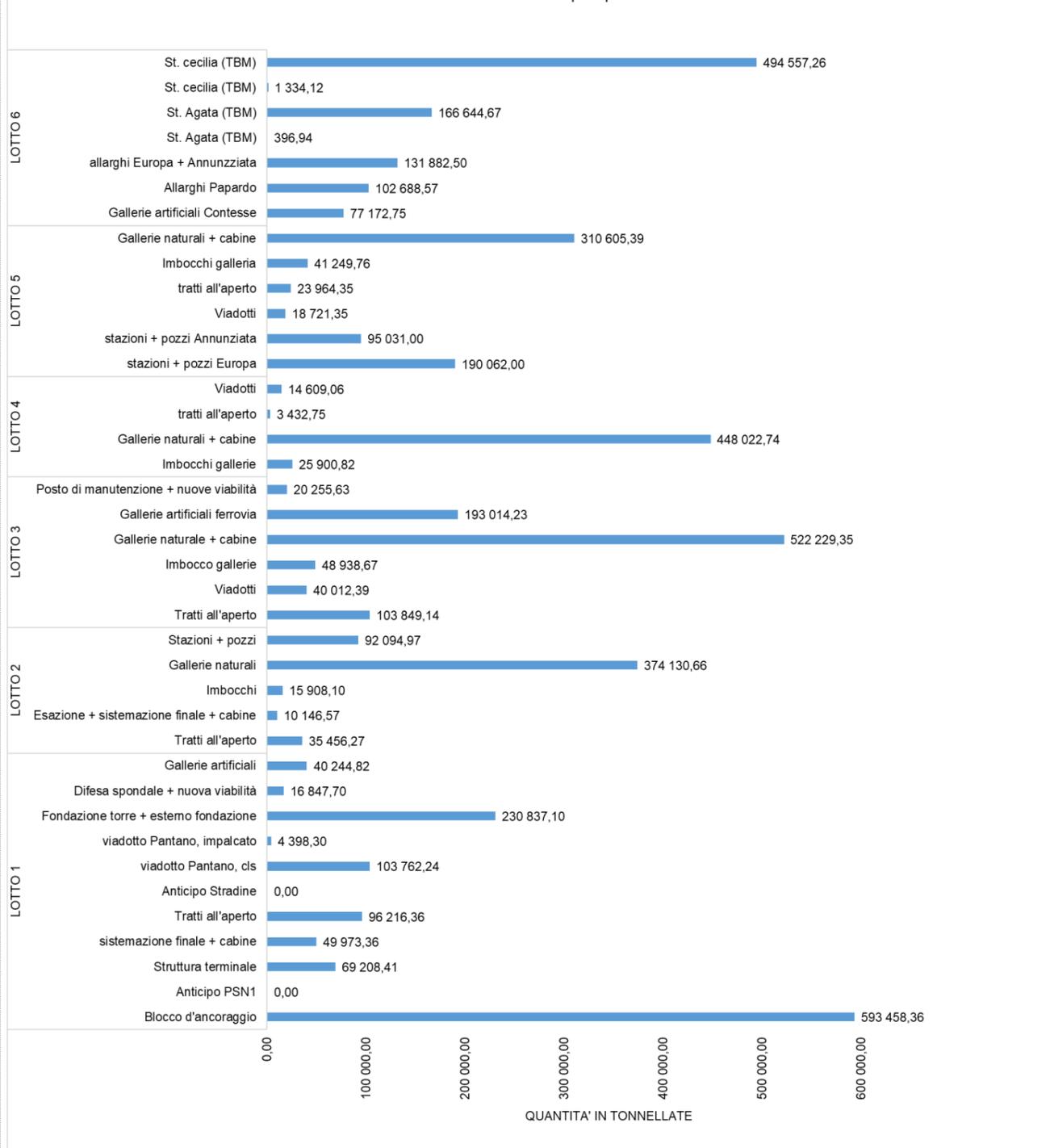


Tabella 2 – Confronto del consumo di materie prime tra Sicilia e Calabria

**Table riassuntive - Sicilia**

**INERTI**

Consumo di INERTI per opera



**Table riassuntive - Calabria**

**INERTI**

Consumo di INERTI per opera

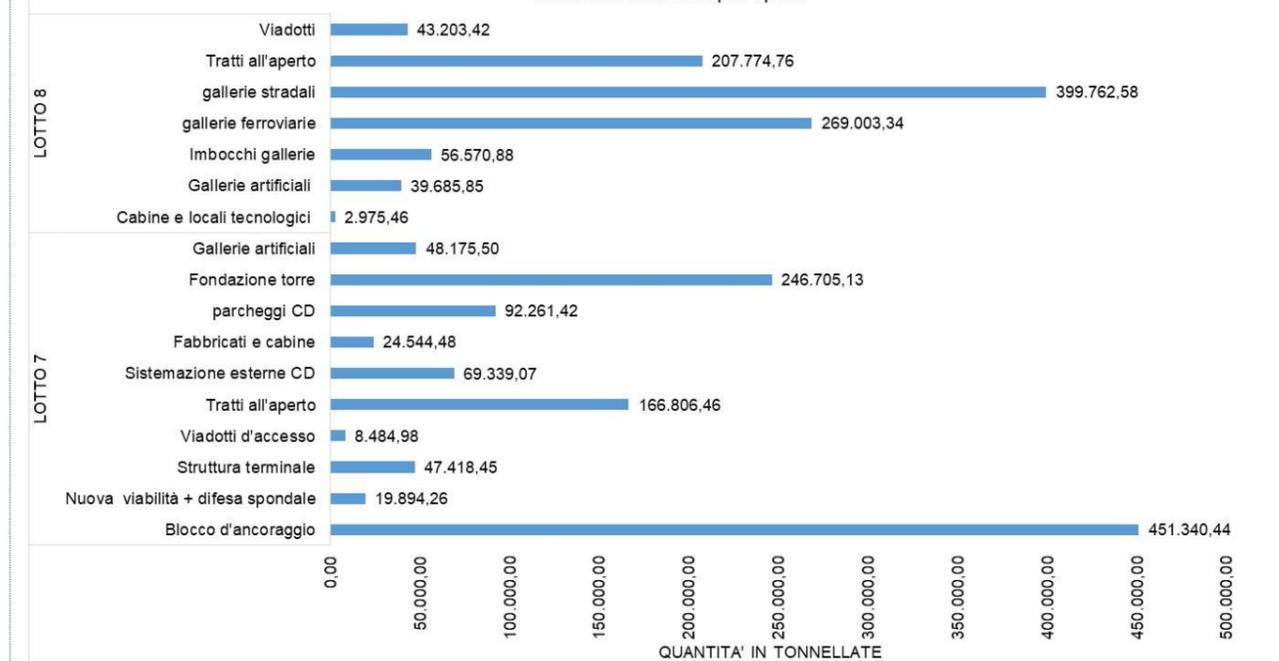


Tabelle riassuntive - Sicilia

**CEMENTO**

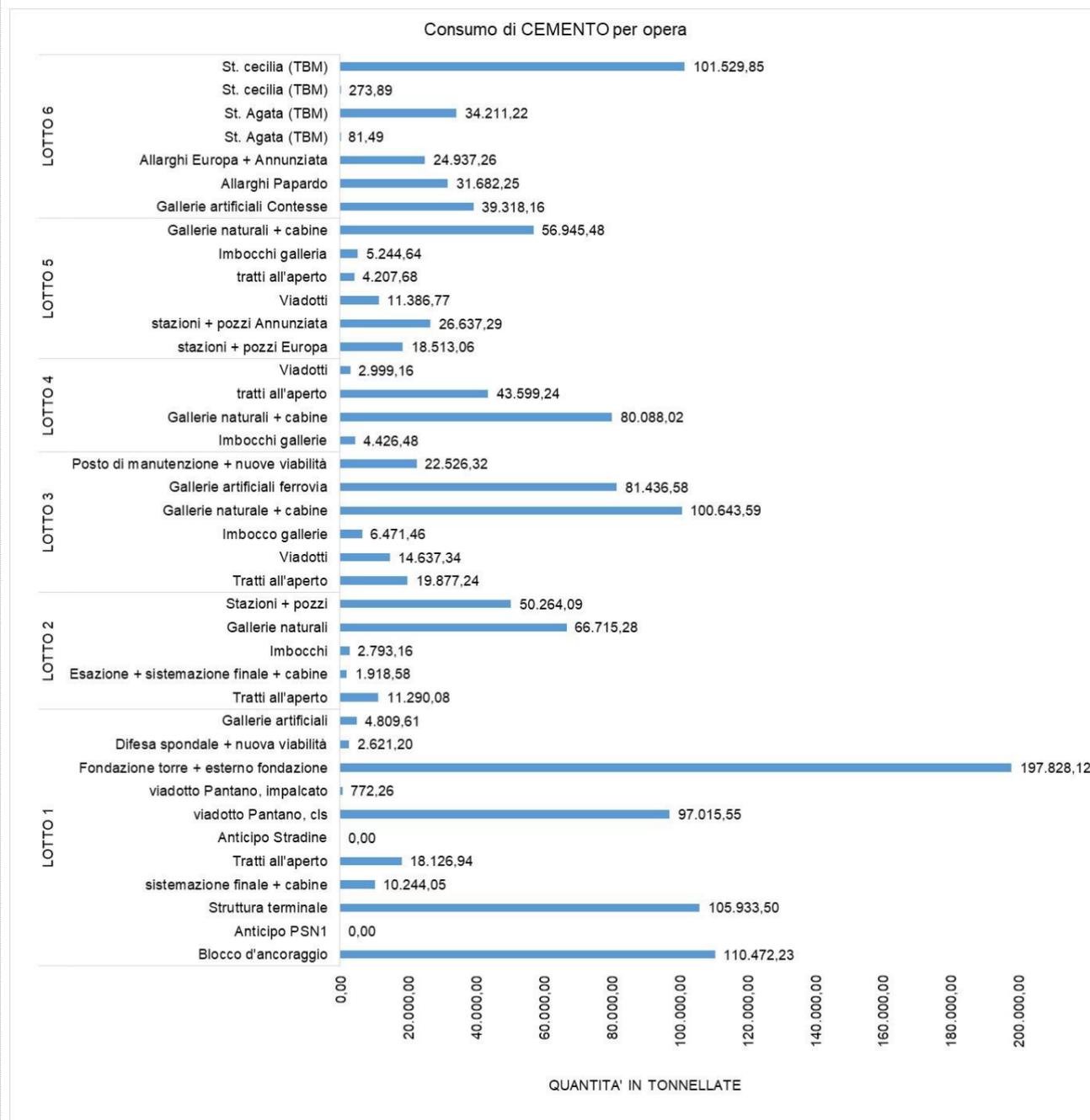
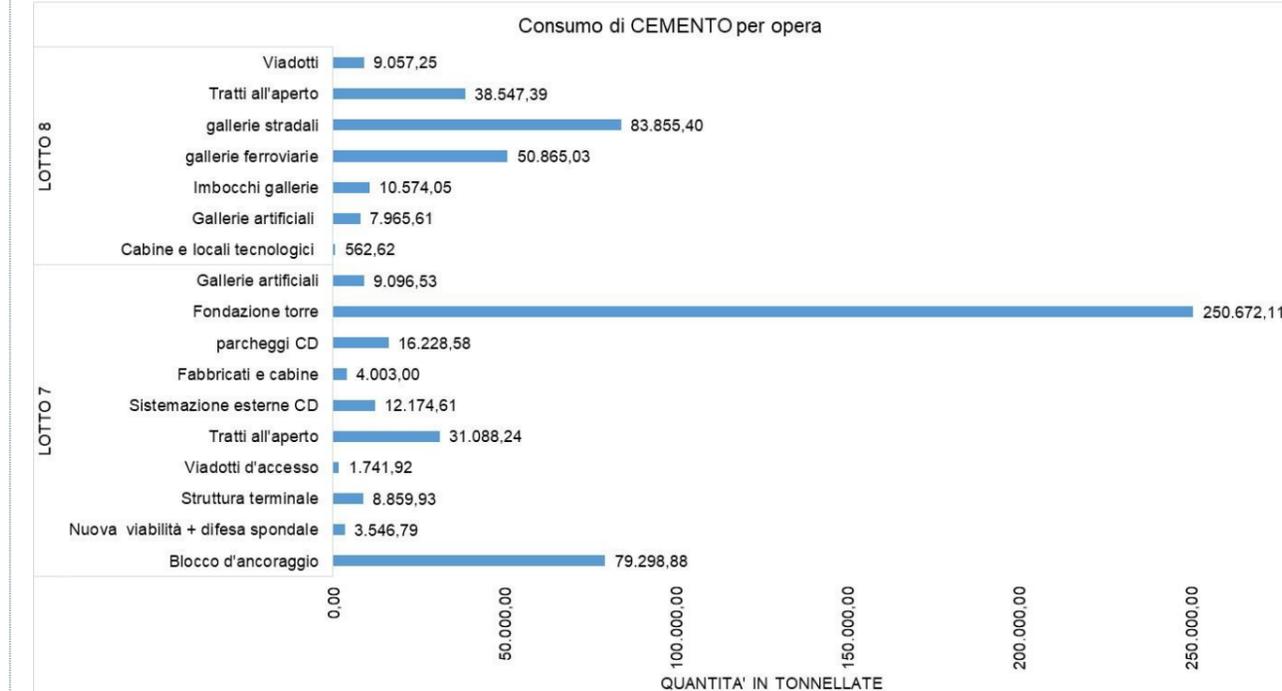


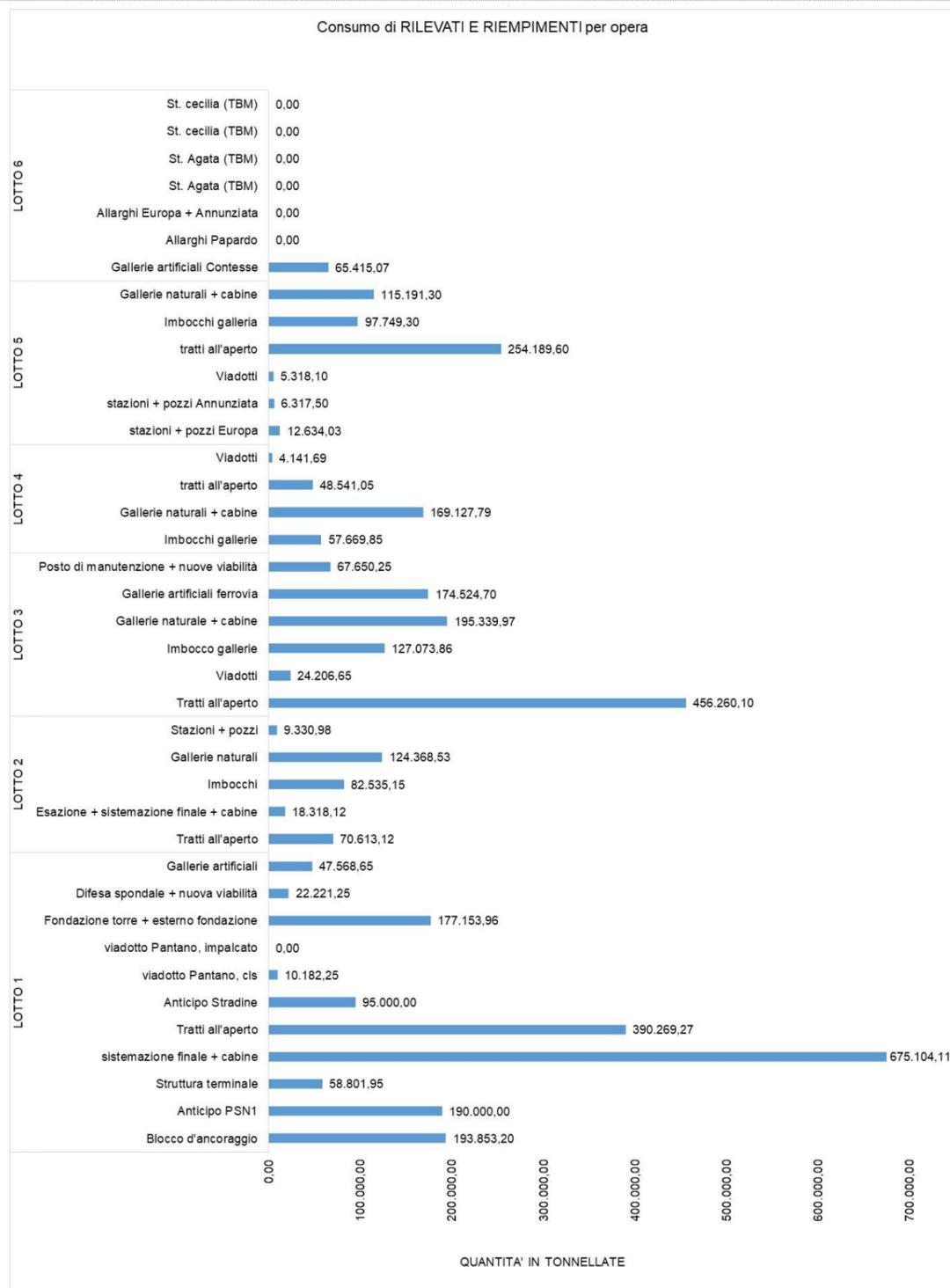
Tabelle riassuntive - Calabria

**CEMENTO**



**Tabelle riassuntive - Sicilia**

**RILEVATI E RIEMPIMENTI**



**Tabelle riassuntive - Calabria**

**RILEVATI E RIEMPIMENTI**

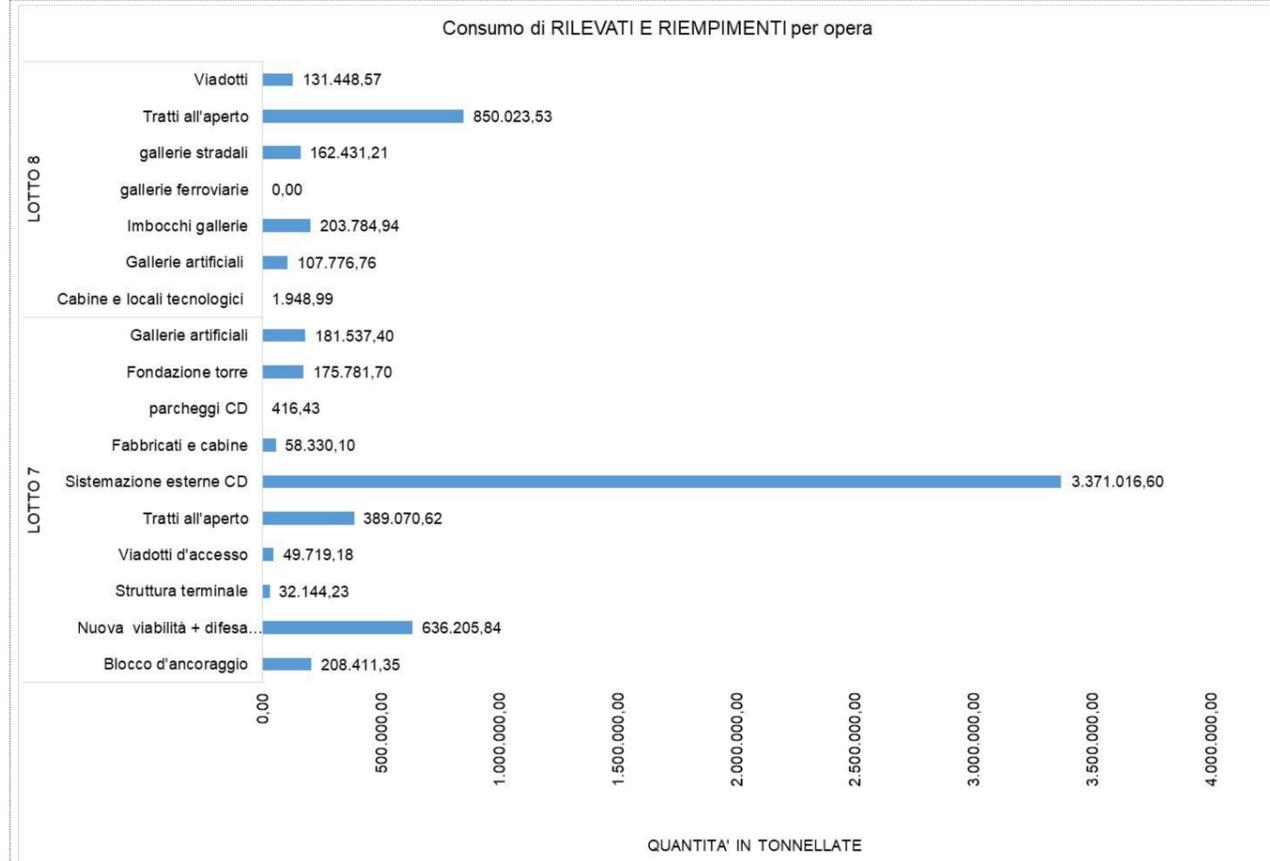


Tabella riassuntive - Sicilia

Consumi idrici

Si riportano di seguito, per le opere lato Sicilia, le previsioni dei consumi idrici calcolate con le incidenze l/mc indicate in precedenza. Tali valori risultano relativi solo ad alcune tipologie di lavorazione e rappresentano delle stime che potranno essere oggetto di nuovi aggiornamenti e modifiche in fase di P.E. Tale schematizzazione verrà utilizzata come riferimento per gli eventuali successivi approfondimenti.

LOTTO	OPERE	mc di acqua SCV(AP)	mc di acqua SCV(GN)	mc di acqua rilevati e riempimenti	mc di acqua calcestruzzi + spritz + diaframmi	mc di acqua misti cementati
Lotto 1	Blocco d'ancoraggio	434	-	1.942	57.711	-
	Anticipo PSN1	100	-	1.500	0	-
	Struttura terminale	118	-	464	6.730	-
	Sistemazione finale + cabine	69	-	5.330	4.067	528
	Tratti all'aperto	617	-	3.081	4.067	3.526
	Anticipo Stradine	150	-	750	0	-
	Viadotto Pantano, cls	99	-	80	10.090	-
	Viadotto Pantano, impalcato		-	-	414	9
	Fondazione torre	104	-	-	22.448	-
	Esterno Fondazione torre	200	-	1.399	0	-
	Difesa spondale + nuova viabilità	19	-	175	1.078	374
	Gallerie artificiali	116	-	376	3.895	12
	Lotto 2	Tratti all'aperto	1.600	-	557	606
Esazione + sistemazione finale + cabine		7	-	145	840	98
Imbocchi		101	-	652	1.500	31
Gallerie naturali			65.145	982	34.659	1.149
Stazioni + pozzi FF+PV		124	-	74	8.683	182
Lotto 3	Tratti all'aperto	478	-	3.602	7.739	1.573
	Viadotti	41	-	191	3.769	82
	Imbocco gallerie	95	-	1.003	4.627	88
	Gallerie naturale + cabine		90.925	1.542	48.182	1.735
	Gallerie artificiali GA	402	-	1.378	18.770	-
Lotto 4	Posto di manutenzione - PM+NV	258	-	534	1.862	72
	Imbocchi GallerieGI	45	-	455	2.470	32
	Tratti all'aperto	3	-	1.335	41.468	1.400
	ViadottiVI	14	-	383	79	170
Lotto 5	Gallerie naturali + cabineGN+FA		79.933	33	1.407	9
	stazioni + pozzi Europa	248	-	100	18.078	270
	stazioni + pozzi Annunziata	124	-	50	9.241	
	Viadotti	15	-	42	1.698	82
	tratti all'aperto	107	-	2.007	588	1.161
	Imbocchi galleria	95	-	772	3.944	45
Lotto 6	Gallerie naturali + cabine		54.925	904	28.665	1.027
	Gallerie artificiali ContesseNV+GA	134	-	516	7.372	88
	Allarghi Papardo	-	10.351	-	9.986	-
	allarghi Europa + Annunziata	-	13.294	-	12.825	-
	St. Agata (TBM)	-	191.913	-	39	-
	St. Agata (TBM)	-	-	-	16.205	-
	St. cecilia (TBM)	-	569.549	-	130	-
St. cecilia (TBM)	-	-	-	48.093	-	
By pass TMB	-	10.184	-	-	-	

Tabella riassuntive - Calabria

Consumi idrici

Si riportano di seguito, per le opere lato Calabria, le previsioni dei consumi idrici calcolate con le incidenze l/mc indicate in precedenza. Tali valori risultano relativi solo ad alcune tipologie di lavorazione e rappresentano delle stime che potranno essere oggetto di nuovi aggiornamenti e modifiche in fase di P.E. Tale schematizzazione verrà utilizzata come riferimento per gli eventuali successivi approfondimenti.

LOTTO	OPERE	mc di acqua SCV(AP)	mc di acqua SCV(GN)	mc di acqua Rilevati	mc di acqua impasto Calcestruzzi + spritz	mc di acqua misti cementati
Lotto 7	Blocco d'ancoraggio	333	-	1.489	43.890	-
	Nuova viabilità + difesa spondale	95	-	4.544	1.262	448
	Struttura terminale	50	-	230	4.611	-
	Viadotti d'accesso	26	-	355	812	9
	Tratti all'aperto	630	-	2.779	13.067	2.103
	Sistemazione esterne CD	38	-	20.329	5.573	780
	Sistemazione esterne CD	0	-	3.750	-	-
	Fabbricati e cabine	35	-	417	2.118	179
	Parceggi CD	286	-	3	8.972	-
		100	-	-	0	-
	Fondazione torre	135	-	1.256	23.991	-
	Esterno Fondazione torre	100	-	-	0	-
	Gallerie artificiali	153	-	1.297	4.052	422
Lotto 8	Cabine e locali tecnologici	3	-	14	246	29
	Gallerie artificiali	154	-	770	3.845	9
	Imbocchi gallerie	407	-	1.456	5.368	89
	gallerie ferroviarie	-	37.203	-	26.159	-
	gallerie stradali	-	65.828	1.160	37.126	1.166
	Tratti all'aperto	673	-	6.072	12.557	5.098
Viadotti	100	-	939	4.137	43	

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE  
DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P.MC-002**

Versante Calabria e Sicilia: opere. Classificazione delle volumetrie di scavo con distinzione della litologia

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- ID G9a

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- 

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

Oggetto della prescrizione:

Le volumetrie di scavo non sono state suddivise per opera e non sono state fornite informazioni sui tipi litologici dei materiali di scavo delle diverse opere. Le informazioni riportate nel "Disciplinare terre e rocce da scavo" (CZV0007\_F0) relative alle formazioni geologiche per gli scavi, sono a carattere generale

Obiettivi della prescrizione:

Determinazione delle volumetrie attese da ciascuna opera di scavo suddivise, per ogni opera, per tipologie di materiali, in funzione delle litologie e della geologia dei siti di provenienza.

Descrizione dell'azione prescrittiva

L'azione prescrittiva, che ottempera alla richiesta in oggetto, si attua tramite la redazione di una tabella riassuntiva che mette in relazione le principali opere con la litologia d'origine in corrispondenza delle stesse, ricavando le volumetrie di scavo attese a seconda della tipologia di scavo previsto ed una stima degli incrementi volumetrici (da volume in banco a volume sciolto) al netto della ricompattazione possibile nei siti di destinazione. Per poter individuare le "opere", si è fatto riferimento alle circa 60 di primo dettaglio indicate nei lotti, riportate nell'elaborato CZV0002\_F0, sulla base della localizzazione geografica. Come si evince dalla tabella sotto riportata, ogni cantiere operativo (1 in Calabria e 11 in Sicilia) è circoscritto all'interno di lotti funzionali sulla base della localizzazione geografica, come di seguito riportato:

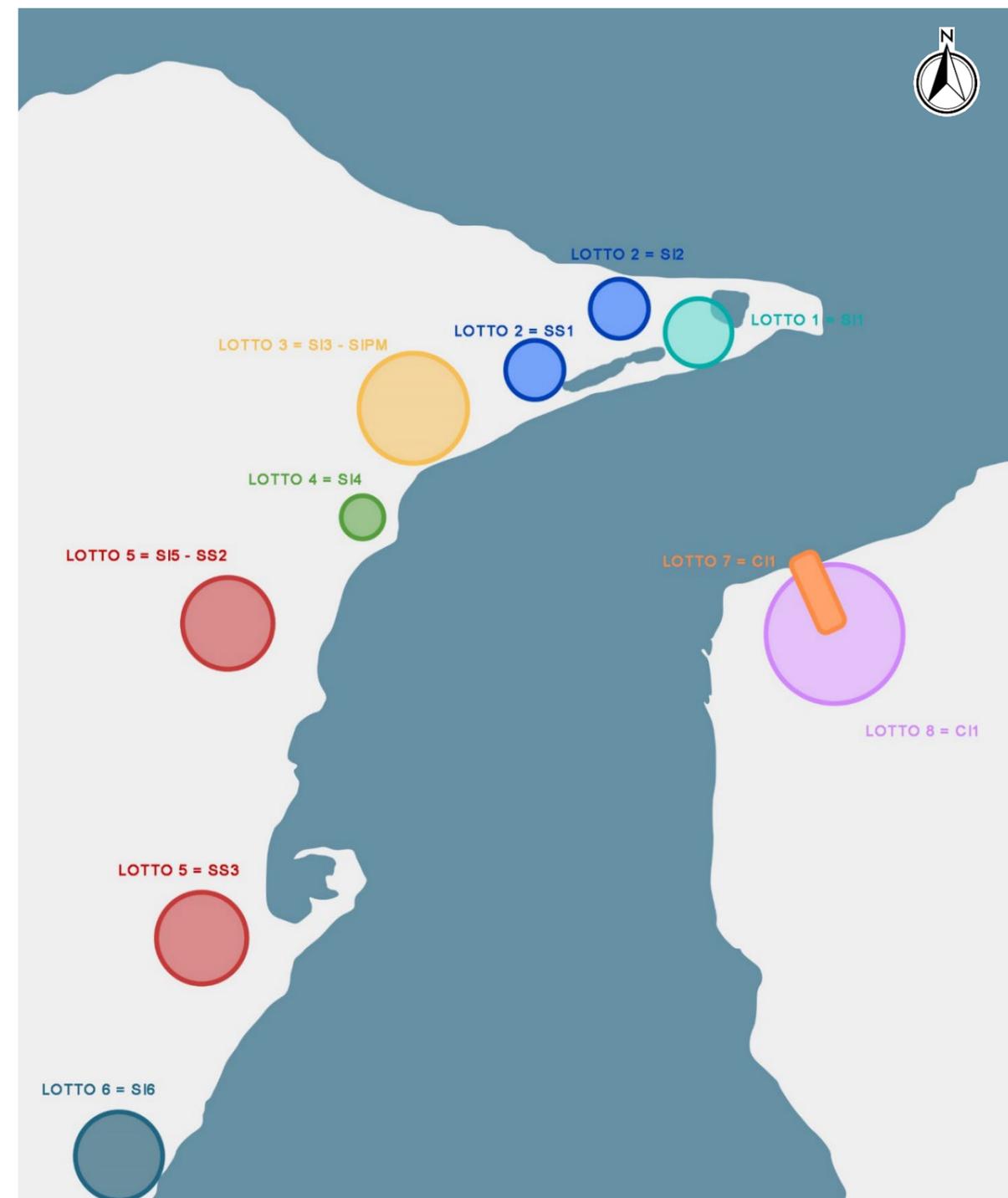
SICILIA	CANTIERE	DESCRIZIONE	CALABRIA	CANTIERE	DESCRIZIONE
Lotto 1	SI 1	Ganzirri	Lotto 7	CI 1	Opera di attraversamento + CeDir (Cannitello)
Lotto 2	SI 2 + SS 1	Faro Nord + Stazione Papardo	Lotto 8	CI 1	Collegamenti stradali e ferroviari (Cannitello)
Lotto 3	SI 3 + SIPM 1	Curcuraci + Posto di Manutenzione			
Lotto 4	SI 4	Pace			
Lotto 5	SI 5 + SS 2 + SS 3	Annunziata + Stazioni Europa e Annunziata			
Lotto 6	SI 6	Contesse			

**Sulla scorta delle quantità di scavo di riferimento già presenti nel PD, che rimangono invariate** (rimando alla sezione *Elaborato relazionale di riferimento*) e di un'analisi critica di elaborati contenenti dati geologici, all'interno di ogni lotto sono state individuate le volumetrie di scavo per ogni opera ed è stato possibile mettere in relazione la litologia prevalente del sito di provenienza con ognuna di esse. Gli incrementi volumetrici attesi (da volume in banco a volume sciolto) sono stati definiti con un aumento medio dei metri cubi dello scavo pari al 20% (come da elaborato CZV0002\_F0). Ci si riserva in fase di P.E. di aggiornare le tabelle riportate in funzione di ulteriori approfondimenti di dettaglio.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
<b>Progetto Definitivo</b>	CZV0007_F0 – Cap. 6, Par. 6.6 CZV0002_F0 – Cap. 6, Par. 6.1, 6.2.2, 6.3	CZV0015_F0 – CZV1157_F0 - CZV0190_F0 – CZV1156_F0 -
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>		
<b>Relazione del Progettista</b>		
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		

Localizzazione



Descrizione metodologica

SICILIA - Tabelle riassuntive

	OPERE	LITOLOGIA D'ORIGINE	SCAVO IN GALLERIA [ m <sup>3</sup> banco]	SCAVO ALL'APERTO [ m <sup>3</sup> banco]	DIAFRAMMI + JET GROUTING [ m <sup>3</sup> banco]	CONSOLIDAMENTO [ m <sup>3</sup> banco]	TOTALE [m <sup>3</sup> banco] PER OPERA	INCREMENTI VOLUMETRICI ATTESI [m <sup>3</sup> sciolti]
LOTTO 1	Blocco d'ancoraggio	Ghiaie di Messina		433.744	16.394		<b>450.138</b>	540.166
	Anticipo PSN1	Ghiaie di Messina		100.000			<b>100.000</b>	120.000
	Struttura terminale	Ghiaie di Messina		117.613	71.737		<b>189.350</b>	227.220
	Sistemazione finale + cabine	Ghiaie di Messina		69.365	304		<b>69.669</b>	83.603
	Tratti all'aperto	Ghiaie di Messina		616.556	3.316		<b>619.872</b>	743.846
	Anticipo Stradine	Ghiaie di Messina		150.000			<b>150.000</b>	180.000
	Viadotto Pantano, cls	Ghiaie di Messina		98.912	72.793		<b>171.705</b>	206.046
	Viadotto Pantano, impalcato	Ghiaie di Messina						
	Fondazione torre	Ghiaie di Messina		104.029	73.818		<b>177.847</b>	213.416
	Esterno Fondazione torre	Ghiaie di Messina		200.000	54.050		<b>254.050</b>	304.860
	Difesa spondale + nuova viabilità	Ghiaie di Messina		19.028	1.037		<b>20.065</b>	24.078
	Gallerie artificiali	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina		115.653	9.713		<b>125.366</b>	150.439
	LOTTO 2	Tratti all'aperto	Ghiaie di Messina		1.599.991			<b>1.599.991</b>
Esazione + sist. finale + cabine		Ghiaie di Messina		7.235			<b>7.235</b>	8.682
Imbocchi		Ghiaie di Messina		101.499			<b>101.499</b>	121.799
Gallerie naturali		Ghiaie di Messina	608.835		270	36.530	<b>645.635</b>	774.762
LOTTO 3	Stazioni+pozzi	Ghiaie di Messina		124.431	21.373		<b>145.804</b>	174.965
	Tratti all'aperto	Ghiaie di Messina		477.542	19.464		<b>497.006</b>	596.407
	Viadotti	Ghiaie di Messina		40.616			<b>40.616</b>	48.739
	Imbocco gallerie	Ghiaie di Messina		95.102	6.527		<b>101.629</b>	121.955
	Gallerie naturale + cabine	Ghiaie di Messina	849.764		734	50.986	<b>901.484</b>	1.081.781
	Gallerie artificiali ferrovia	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina		401.600	45.096		<b>446.696</b>	536.035
LOTTO 4	Posto di manut. + nuove viabilità	Ghiaie di Messina		257.785	3.882		<b>261.667</b>	314.000
	Imbocchi gallerie	Ghiaie di Messina + Conglomerati		44.607	4.315		<b>48.922</b>	58.706
	Gallerie naturali + cabine	Ghiaie di Messina + Conglomerati		3.493		44.822	<b>48.315</b>	57.978
	Tratti all'aperto	Ghiaie di Messina + Conglomerati		13.861			<b>13.861</b>	16.633
LOTTO 5	Viadotti	Ghiaie di Messina	747.035				<b>747.035</b>	896.442
	Stazioni + pozzi Europa	Ghiaie di Messina		247.657	45.717		<b>293.374</b>	352.049
	Stazioni + pozzi Annunziata	Ghiaie di Messina		123.828	22.859		<b>146.687</b>	176.024
	Viadotti	Ghiaie di Messina + Conglomerati		14.689			<b>14.689</b>	17.627
	Tratti all'aperto	Ghiaie di Messina + Conglomerati		107.299			<b>107.299</b>	128.759
	Imbocchi galleria	Ghiaie di Messina + Conglomerati		94.958	7.300		<b>102.258</b>	122.710
LOTTO 6	Gallerie naturali + cabine	Conglomerati	513.314			30.799	<b>544.113</b>	652.936
	Gallerie artificiali Contesse	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina		134.220	12.668		<b>146.888</b>	176.266
	Allarghi Papardo	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina	96.736				<b>96.736</b>	116.083
	Allarghi Europa + Annunziata	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina	124.243				<b>124.243</b>	149.092
	St. Agata (TBM)	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina	599.727				<b>599.727</b>	719.672
	St. Agata (TBM)	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina						
	St. cecilia (TBM)	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina	1.779.842			13.259	<b>1.793.101</b>	2.151.721
	St. cecilia (TBM)	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina						
LOTTO 7	Bypass TMB	Serie di San Pier Niceto + Ghiaie di Messina	95.180				<b>95.180</b>	114.216

Descrizione metodologica

CALABRIA - Tabelle riassuntive

	OPERE	LITOLOGIA D'ORIGINE	SCAVO IN GALLERIA [ m <sup>3</sup> banco]	SCAVO ALL'APERTO [ m <sup>3</sup> banco]	DIAFRAMMI + JET GROUTING [ m <sup>3</sup> banco]	CONSOLIDAMENTO [ m <sup>3</sup> banco]	TOTALE [m <sup>3</sup> banco] PER OPERA	INCREMENTI VOLUMETRICI ATTESI [m <sup>3</sup> sciolti]
LOTTO 7	Blocco d'ancoraggio	Conglomerati - Ghiaie e sabbie di Messina		332.533	10.436		<b>342.969</b>	411.562
	Nuova viabilità + difesa spondale	Ghiaie e sabbie di Messina		94.576	1.491		<b>96.067</b>	115.280
	Struttura terminale	Conglomerati - Marne sabbiose		49.519	5.314		<b>54.833</b>	65.800
	Viadotti d'accesso	Conglomerati - Marne sabbiose		25.888			<b>25.888</b>	31.065
	Tratti all'aperto	Conglomerati		629.566	22.634		<b>652.200</b>	782.640
	Sistemazione esterne CD	Ghiaie e sabbie di Messina		38.185			<b>38.185</b>	45.821
	Sistemazione esterne CD	Ghiaie e sabbie di Messina			827		<b>827</b>	992
	Fabbricati e cabine	Ghiaie e sabbie di Messina		34.881	5.851		<b>40.732</b>	48.879
	Parcheggi CD	Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		386.158			<b>386.158</b>	463.389
	Fondazione torre	Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		134.944	95.308		<b>230.252</b>	276.302
	Esterno Fondazione torre	Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		100.000	55.000		<b>155.000</b>	186.000
	Gallerie artificiali	Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		152.642	648		<b>153.290</b>	183.948
	LOTTO 8	Cabine e locali tecnologici	Ghiaie e sabbie di Messina		3.191			<b>3.191</b>
Gallerie artificiali		Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina/ Plutonidi		154.233	1.655		<b>155.888</b>	187.066
Imbocchi gallerie		Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		407.276	6.138		<b>413.414</b>	496.097
Gallerie ferroviarie		Conglomerato arenaceo/ Plutonidi	347.695				<b>347.695</b>	417.234
Gallerie stradali		Conglomerato arenaceo/ Plutonidi	615.213		4.133	36.489	<b>655.835</b>	787.002
Tratti all'aperto		Conglomerati, sabbie, limi e ghiaie in matrice sabbiosa		672.801	37.005		<b>709.806</b>	851.767
LOTTO 8	Viadotti	Conglomerati/Ghiaie e sabbie di Messina		99.735	3.985		<b>103.720</b>	124.464

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P. MC-003** Versante Calabria e Sicilia siti di deposito. Modalità di deposizione e compattazione dei materiali in funzione della litologia di origine

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o ID G9c

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Le volumetrie di scavo non sono suddivise per tipologia di materiale né per sito di destinazione finale. Infine non sono riportati l'ordine di deposizione e le modalità di compattazione dei materiali.

Obiettivi della prescrizione:

Determinazione dei volumi di ognuna delle tipologie di materiale conferiti in ciascun sito di recupero ambientale, l'ordine di deposizione e le modalità di compattazione, in relazione alla disponibilità derivante dall'avanzamento degli scavi.

Descrizione dell'azione prescrittiva

L'azione prescrittiva, che ottempera alla richiesta in oggetto, prevede di fornire, innanzitutto, informazioni sulle quantità (volumi in mc) che vengono destinati verso i vari siti di recupero ambientale (siti di destinazione finale), nello specifico CRA3, CRA4 e CRA5 in Calabria e SRA4, SRA5, SRA6, SRA7, SRA8, SRA8bis, SRA8ter, SRA9 e SRA10 in Sicilia. In questa fase è stata considerata e valutata la possibilità di riempire contemporaneamente tutti i depositi, gestendo i flussi di trasporto in modo proporzionale rispetto alla capacità ricettiva dei siti stessi. È evidente che tale ipotesi, potrebbe implicare durante il conferimento nei depositi, la necessità di regolare i flussi in funzione di eventuali sopravvenute esigenze (es.: limitazioni al traffico locale dovuti a cantieri temporanei o altri impedimenti alla circolazione). Questo comporterà la necessità di monitorare periodicamente i gradi di riempimento e di conseguenza, adeguare le percentuali di indirizzamento dei viaggi in modo da riequilibrare i bilanci. Per maggiori informazioni su quanto descritto si riportano nelle Tabelle 1, 2 e 3 l'indicazione delle quantità movimentate tra i cantieri e i vari siti di recupero ambientale. Le quantità stimate in questa fase potranno subire variazioni in funzione di nuove analisi e valutazione che saranno effettuate in fase di P.E.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	AC0038_F0 - CZV0002_F0 - CZV0007_F0	CZV0015_F0 - CZV1157_F0 - CZV0190_F0 - CZV1156_F0 -
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione



### Descrizione metodologica

Dal punto di vista operativo, una volta identificate le caratteristiche geomeccaniche del terreno in arrivo nei siti, si potranno individuare l'ordine di deposizione e le modalità di compattazione. Lo scopo è compattare i vari livelli in modo da evitare che tra le interfacce di questi ultimi si creino delle vie preferenziali di filtrazione.

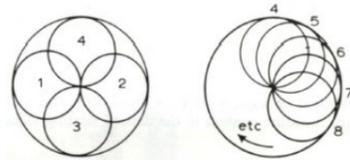
Per ottimizzare il processo di compattazione saranno dettagliate le condizioni di posa in opera (contenuto d'acqua w, densità, spessore degli strati), individuato il mezzo di compattazione più idoneo e definite adeguate procedure di controllo.

Le fasi operative di compattazione sono:

1. Selezione del terreno
2. Prove di laboratorio
3. Realizzazione campo prova
4. Controlli in corso d'opera
5. Controlli finali

Per classificare il materiale da deporre, si eseguirà l'analisi granulometrica, che consiste nella determinazione della distribuzione percentuale del diametro dei granuli presenti nel terreno, attraverso tecniche di setacciatura o sedimentazione, grazie alla quale è possibile individuare l'ordine di deposizione.

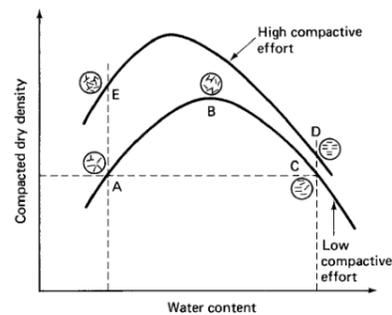
Ai fini della compattazione, il materiale di scavo, proveniente dai diversi cantieri sarà sottoposto ad analisi di laboratorio quali la Prova Proctor (AASHTO standard o modificato), in cui la terra, di cui è noto il contenuto d'acqua iniziale, viene posta a strati in un recipiente metallico cilindrico e ogni strato viene compattato, grazie all'azione di un pestello a caduta libera, con 25 colpi di cui i primi 4 hanno una sequenza diversa.



A fine prova si misura l'umidità del provino, sottoponendo parte dello stesso ad una prova di determinazione del contenuto d'acqua (vedi Figura 1 e Figura 2).

Tutte le operazioni vengono ripetute su altri 3-4 campioni di terra, preparati variando di circa 1.5 - 2% il contenuto d'acqua.

Per ciascun valore di umidità w si ottiene una determinata densità secca  $\gamma_d$ , che posti su di un grafico (w,  $\gamma_d$ ) consentono di ottenere la curva di costipamento.



- $w < w_{opt}$  la struttura è flocculata
- $w > w_{opt}$  la struttura è dispersa o orientata

A questo punto si procede con prove di permeabilità e di conducibilità idraulica.

Permeabilità:

- $w < w_{opt}$  all'aumentare di w, k diminuisce rapidamente fino a raggiungere l'optimum
- $w > w_{opt}$  all'aumentare di w, k aumenta lievemente

### Descrizione metodologica

	Siti di recupero ambientale		
	CRA3	CRA4	CRA5
Rif.elaborato	CZV0659	CZV0676	CZV692
Capacità sito def. (mc)	1.520.000	40.000	210.000
Incidenza capacità siti def.	86%	2%	12%
Capacità sito temp.(mc)	335.000	140.000	275.000
Incidenza capacità siti temp.	45%	19%	37%
Capacità Totale	1.855.001	180.000	485.000
<b>mc da depositare</b>			
TRS-CI1	611.378	273.082	114.124
TRS-CC1	68.622	30.651	12.809
<b>abbanco provvisorio</b>	<b>303.733</b>	<b>126.933</b>	<b>249.333</b>
TRS-CI1	1.411.433	1.212.078	31.897
TRS-CC1	158.421	136.045	3.580
<b>abbanco definitivo</b>	<b>1.348.123</b>	<b>35.477</b>	<b>186.254</b>
Capacità residua siti def.	171.877	4.523	23.746
Capacità residua siti temp.	31.267	13.067	25.667

Tabella 1

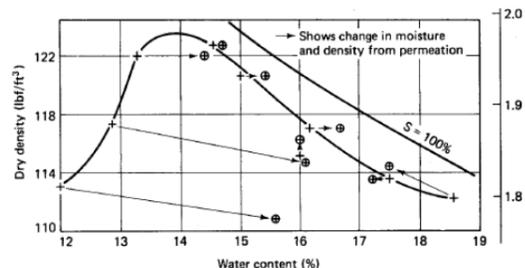
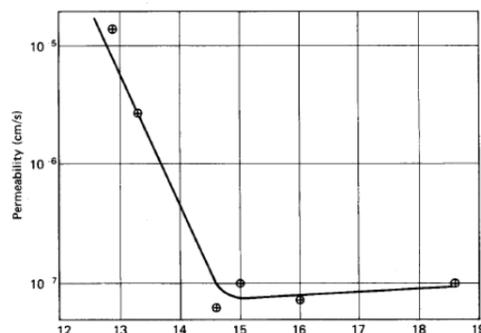
	Siti di recupero ambientale		
	SRA4	SRA5	SRA7
Rif.elaborato	CZV0832	CZV0843	CZV0004
Capacità sito (mc)	1.720.000	1.450.000	319.000
Incidenza capacità	49%	42%	9%
<b>mc da depositare</b>			
SCV(GN)-SI6	2.474.748	1.219.996	1.028.485
Capacità residua	500.004	421.515	92.733

Tabella 2

	Siti di recupero ambientale					
	SRA6	SRA9	SRA10	SRA8	SRA8 ter	SRA8 bis
Rif.elaborato	CZV0849	CZV0908	CZV0908	CZV0871	CZV0868	CZV0868
Capacità sito def.(mc)	640.000	135.000	435.000	2.365.000	15.000	125.000
Incidenza capacità 1	17%	4%	12%	64%	0%	3%
Incidenza Capacità 2				94%	1%	5%
<b>mc da depositare</b>		<b>mc totale</b>				
SCV(AP)-SI5	216.945	37.374	7.884	25.403	138.109	876
IS4(SI5)	250.883	43.221	9.117	29.377	159.714	1.013
SCV(AP)-SI6	134.220	23.123	4.877	15.716	85.446	542
ISS(SI6)	212.139	36.546	7.709	24.840	135.049	857
SCV(AP)-SS3	247.657	42.665	9.000	28.999	157.661	1.000
DIAF-SS3	19.741	3.401	717	2.312	12.567	80
SCV(AP)-SS2	123.828	21.332	4.500	14.499	78.830	500
IF3(SC3)	56.540	9.740	2.055	6.620	35.994	228
IF2(SC2)	47.081	8.111	1.711	5.513	29.972	190
Fini(SP3)	132.972	22.908	4.832	15.570	84.651	537
IL2(sabbie)	152.395	26.254	5.538	17.844	97.016	615
SI7	347.894	59.933	12.642	40.736	221.472	1.405
IL1(sabbie)	318.654	54.896	11.580	37.312	202.858	1.287
IL1(SI7)	-	-	-	-	-	-
TOT		389.504	82.161	264.741	1.439.339	9.129
Capacità residua		250.496	52.839	170.259	925.661	5.871

Tabella 3

**Descrizione metodologica**



(a) Compaction-permeability tests on Jamaica sandy clay.

I parametri ricavati in laboratorio saranno verificati in sito per confermare che i materiali e i metodi di compattazione producano l'effetto desiderato: per tale motivo si costruirà un campo prova, di larghezza non inferiore a tre volte la larghezza del compattatore (quindi circa 10-15 m) e una lunghezza uguale o maggiore (15-30 m). Qui la compattazione viene eseguita con attrezzature che agiscono sulle terre con azioni di tipo:

- **statico**: azione di compressione e taglio, idonea per terreni coesivi (classi A2, A4, A5, A6, A7), come rulli lisci, rulli o carrelli gommati e rulli a punte;
- **dinamico**: azione di urto o vibrazione, idonea per terreni granulari (classi A1, A3), come tipo rulli lisci vibranti, piastre vibranti e piastre battenti.

Qualunque sia il tipo di attrezzatura, la compattazione sarà eseguita sul materiale, disteso in strati successivi di spessore variabile tra 20 e 50 cm, in relazione al tipo di materiale da compattare e di attrezzatura usata.

L'uso di rilevati di prova consentirà di determinare lo spessore degli strati, il tipo di macchina, il numero dei passaggi ed il contenuto d'acqua.

Infine, il controllo del peso di volume in cantiere verrà eseguito prelevando un campione di terra di cui si determina il contenuto d'acqua e la densità secca.

La permeabilità del terreno sarà invece ottenuta mediante prove in pozzetto quadrato o circolare, a carico variabile: misurando la velocità di abbassamento dell'acqua in funzione del tempo; o costante: misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua; che consentono entrambe di ricavare il coefficiente di permeabilità "k".

La determinazione del volume viene eseguita con i seguenti metodi:

- metodo della sabbia tarata: consiste nel prelevare un campione di terreno, misurando il volume del foro che il campionamento ha lasciato nel terreno valutando il peso di una sabbia di caratteristiche note necessario a riempire il foro. Una volta noto il volume ed il peso del campione, è possibile calcolare il peso secco ed il peso di volume del terreno costipato.
- metodo del palloncino: si adagia una membrana impermeabile sulle pareti del foro e si misura quindi il volume di fluido necessario a riempire il foro (possono essere usati acqua, olio o aria).
- nucleodensimetro: sfrutta una sorgente di neutroni o raggi gamma ed un ricevitore. Il segnale in arrivo, dopo opportuna taratura, consente di risalire alla densità ed al contenuto d'acqua del terreno.

Dai dati ad oggi disponibili emerge che la seguente successione litostratigrafica dei terreni affioranti nell'area interessata da escavazione di terre e rocce:

- Nel versante siciliano prevalgono le ghiaie e sabbie di Messina, ovvero sabbie e ghiaie grigio-giallastre con abbondante matrice siltosa, ciottoli prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati. Sono presenti livelli e lenti di sabbie fini e silt quarzosi, a tratti anche livelli cementati. La formazione è caratterizzata da clinostratificazione ad alto angolo, che diminuisce progressivamente verso l'alto. Facies di tipo deltizio e/o di conoide sottomarina legata agli apporti di paleofiumare.
- Nel versante calabrese prevalgono i conglomerati di pezzo, ovvero conglomerato a grossi blocchi e clasti eterometrici, in massima parte cristallini, in abbondante matrice arenacea, da scarsamente a ben cementati, con passaggi laterali a livelli sabbioso-siltosi, e di sabbie grossolane.

Comunque, anche durante i lavori, la formazione del deposito seguirà alcune modalità esecutive che hanno importanti ricadute per il rispetto dei requisiti progettuali previsti, riferite principalmente alla essenzialmente la stabilità delle scarpate e il ripristino ambientale previsto.

La stabilità delle scarpate è ampiamente garantita dalle buone caratteristiche geotecniche dei materiali che provengono dagli scavi, costituiti prevalentemente da materiali granulari, attritivi, di pezzatura variabile, mentre le frazioni fini (limi e argille) sono presenti in percentuale modesta. Ciò consente la stesa del materiale e la formazione del terrapieno con estrema facilità, che risulta sufficientemente costipato dal semplice transito delle macchine operatrici. Per la stabilità è necessario che sia garantita in prossimità delle scarpate una fascia di circa 50 metri di materiale proveniente dagli scavi, mentre nell'area centrale può essere messo a dimora materiale di caratteristiche geotecniche più scadenti, quali limi, argille e i fanghi disidratati provenienti dall'impianto di frantumazione.

In fase di PE, l'inquadramento litostratigrafico delle aree di pertinenza sarà maggiormente approfondito, sulla base di ulteriori studi e indagini che, nelle fasi successive, permetteranno di ottenere un quadro più dettagliato in modo da ottimizzare l'ordine di deposizione nei siti di recupero dei materiali escavati, in funzione delle loro effettive caratteristiche di resistenza, deformabilità e permeabilità.

**Descrizione metodologica**



Figura 1



Figura 2

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P. MC-004** Versante Calabria e Sicilia: siti di deposito. Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o ID G10

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Specificare le quantità previste, nonché l'eventuale destinazione, delle terre e rocce da scavo contaminate, "che avranno come riferimento per la loro gestione la legislazione in materia di rifiuti".

Obiettivi della prescrizione:

Approfondimento sulla gestione delle terre e rocce da scavo contaminate.

Descrizione dell'azione prescrittiva

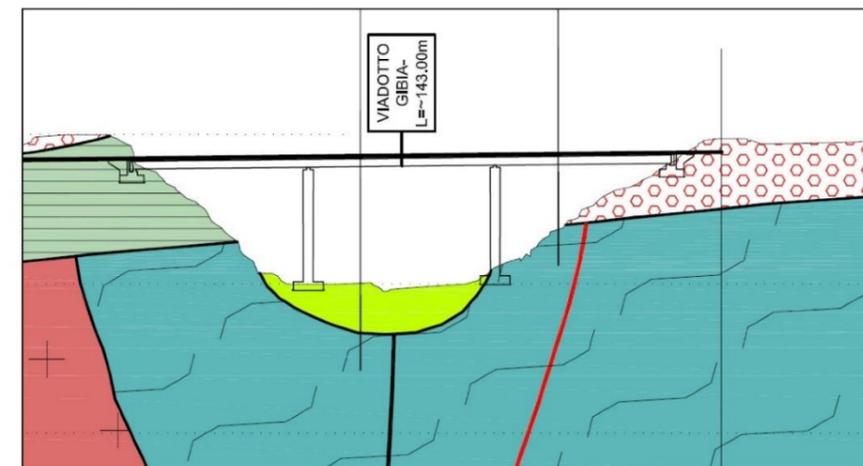
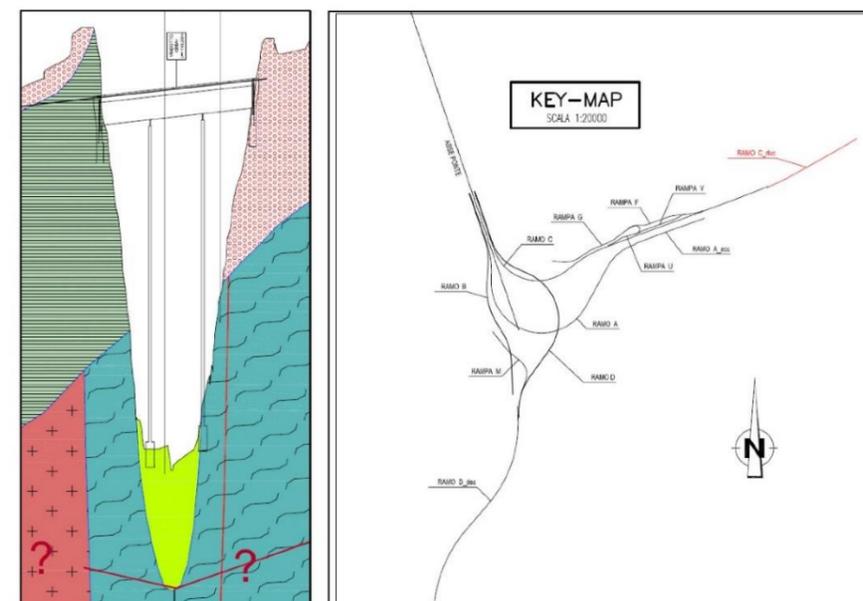
Individuazione dei tratti di scavo che interessano le metamorfite varisiche in facies da scisti verdi ad anfibolitica, potenzialmente suscettibili di contenere minerali di amianto e loro eventuale destinazione e confinamento.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	CB0074_F0, SB0073_F0 e PB0004_F0,	
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione

**COLLEGAMENTI CALABRIA**  
TRACCIATO STRADALE – RAMO C decelerazione



**Substrato cristallino-metamorfo.**  
 Basamento costituito da paragneiss e graniti:  
 (a) paragneiss blotitici passanti a micascisti, gneiss occhialini e metagraniti con intercalazioni di quarziti e anfiboli;  
 (b) plutoniti grigio-chiare a composizione granodioritica e leucomonzogranitica. (CARBONIFERO-PERMIANO)

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento <i>P.MC-004.docx</i>	Rev	Data
----------------------	--	-----	------

**Descrizione metodologica**

L'entrata in vigore del nuovo regolamento sulla semplificazione e gestione delle terre e rocce da scavo, di cui al D.M. n°120 del 2017 e del più recente regolamento emanato dal MITE sugli "aggregati recuperati", in vigore dal 04.11.2022, entrambi successivi agli studi ed approfondimenti del PD 2011-2012, rende preliminarmente utile una riflessione sui siti di deposito individuati con le sigle: SRA-CRA-SRAS-CRAS e previsti nel PD.

Alla luce della nuova disciplina in materia, tutti i materiali provenienti dallo scavo meccanizzato delle gallerie (TBM), oltre diaframmi, J.G. consolidamenti fronte di scavo, e scavi di sbancamento all'aperto, qualora presentino le condizioni e i requisiti ambientali previsti dal D.P.R. n°120/2017, sono da considerarsi sottoprodotti e non più rifiuti. Quanto sopra anche alla luce delle ulteriori semplificazioni introdotte per la produzione degli "aggregati recuperati", per i quali sono utilizzabili esclusivamente i rifiuti/materiali inerti provenienti dalle attività di demolizione non pericolosi, previo test di cessione.

Diversamente, la normativa italiana, di cui all'art.247 del D.Lgs n°81/2008, considera e disciplina come terre e rocce naturalmente contaminate, ovvero "amianto", esclusivamente il **crisotilo**, appartenente al gruppo del serpentino ed i minerali **crocidolite**, **amosite**, **tremolite**, **actinolite** e **antofillite**, appartenenti al gruppo degli anfiboli, quali asbesto-simili.

Proprietà	Crisotilo	Crocidolite	Amosite	Tremolite	Actinolite	Antofillite
	Da criso- e tilos "fibra d'oro" pelo delle sopracciglia, per l'aspetto del minerale	Dal greco κροκός "fibra"	Da acronimo di Asbestos Mine of South Africa	Della Val Tremola nel Massiccio del San Gottardo in Svizzera	Del greco aktin e liqos "pietra raggiata"	Dal latino anthophyllum "chiodo di garofano" per il colore
COLORE	Verdastro, grigio, bianco	Blu	Bruno, giallo, grigio	Grigio-bianco, verdastro, giallastro	Verdastro	Giallo-bruno verdastro, bianco
FORMULA CHIMICA	Mg <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> (Mg,Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>2</sub>	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Ca <sub>4</sub> (Mg,Fe) <sub>8</sub> Si <sub>16</sub> O <sub>44</sub>	(Mg,Fe) <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub>

Il termine "amianto naturale" (NOA - Naturally Occurring Asbestos), si riferisce generalmente ai minerali di amianto contenute in rocce ofiolitiche, affioranti o sepolte, in quantità e localizzazione non definibili in via preventiva, anche se sono state rinvenuti minerali di amianto in rocce non appartenenti ai termini ofiolitici.

Dato che le rocce ofiolitiche non contengono sempre minerali di amianto e che la loro estensione non coincide necessariamente con quella dei minerali di amianto, nell'ambito di un'indagine preliminare su base cartografica, la presenza di NOA è solo ipotizzabile, non risulta presente.

In aree in cui il rinvenimento di minerali di amianto naturale non è stato accertato da indagini geo-petrografiche specifiche, saranno eseguite indagini di approfondimento al fine di intraprendere misure cautelative per gli addetti ad attività che possono interessare l'area in questione.

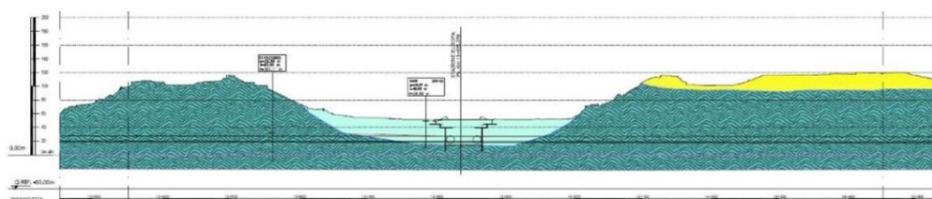
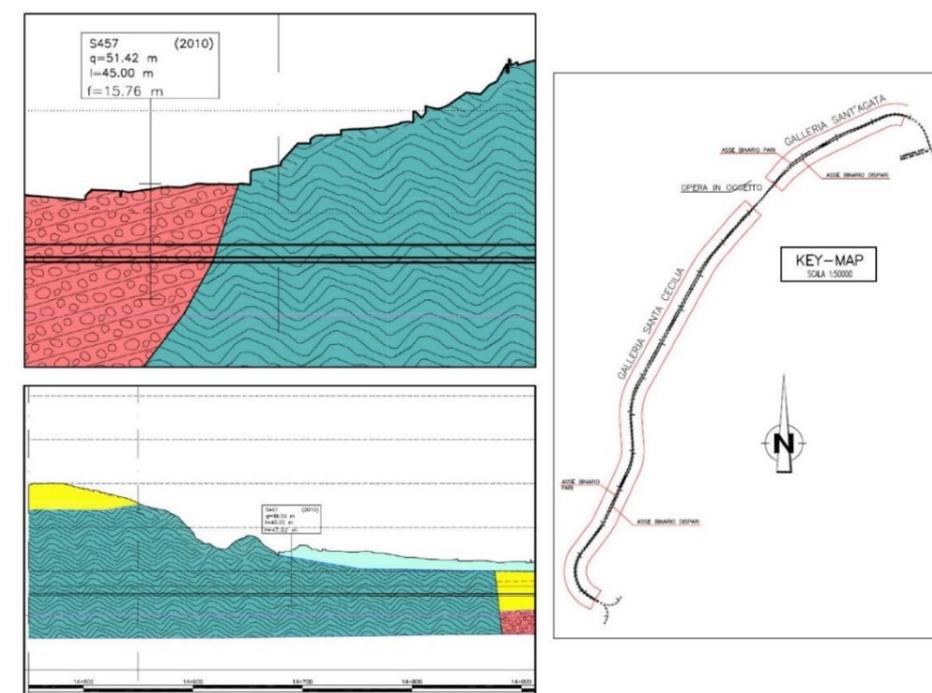
Geologicamente, le rocce e terreni contenenti amianto, asbesto ed asbesto-simili, sono circoscritte alle litologie che correntemente vanno sotto la denominazione di "Pietre verdi".

Classificazione Litotipo "Pietre Verdi" in funzione del loro contenuto di amianto	Minerali principali
"serpentiniti" s.l.	antigorite, crisotilo, olivina, pirosseni orto e clino, anfibolo tremolite, talco, dolomite, granato, spinelli cromite e magnetite
prasiniti.	feldspato albite, epidoti, anfiboli tremolite-actinolite, glaucofane, pirosseni clino e mica bianca
eclogiti	pirosseno monoclinico, granato, rutilo, anfibolo glaucofane
anfiboliti	orneblenda, plagioclasio, zoite, clorite, antofillite-gedrite
scisti actinolitici	actinolite talco, clorite, epidoto, olivina
scisti cloritici, talcosi e serpentinosi	talco, clorite, dolomite, tremolite, actinolite, serpentino, crisotilo, rutilo, titanite, granato
oficalciti	talco, antigorite, crisotilo, tremolite, dolomite, calcite, olivina

**Descrizione metodologica**

**COLLEGAMENTI SICILIA**

**TRACCIATO FERROVIARIO – BINARIO PARI**  
**TRACCIATO FERROVIARIO – BINARIO DISPARI**



**METAMORFITI DELL'UNITÀ DELL'ASPROMONTE**  
Paragneiss passanti a micascisti a grana medio-grossa, tessitura scistosa e struttura porfiroblastica, cui si associano corpi di gneiss occhiadini, lenti metriche di anfiboliti, banchi di marmi, e rari filoni plutonici acidi, discordanti. Gneiss occhiadini a grana medio-grossa, tessitura orientata, con porfiroblasti centimetrici di K-feldspato in una matrice a biotite, quarzo e feldspati, cui si associano corpi di metagranitoidi a due miche a grana media e medio-fine, e filoni pegmatitico-aplitici concordanti.  
PRE-CARBONIFERO - PERMIANO

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>	<i>Codice documento</i> <i>P.MC-004.docx</i>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

**Descrizione metodologica**

Gli affioramenti di "Pietre Verdi" e le cave ad esse associate, in Italia sono presenti in formazioni geologicamente note, e circoscritte alle seguenti unità:

- Ofoliti del ciclo Alpino (ultrabasiti e gabbri), presenti in Piemonte-Valle d'Aosta e Liguria;
- Complesso Liguride del Monferrato, dell'Appennino Settentrionale e dell'Appennino Meridionale.

In Calabria e Sicilia, la falda Liguride ivi presente è stata suddivisa in diverse unità tettonico-metamorfiche: l'unità di Diamante-Terranova, l'unità di Malvito, l'unità di Gimigliano - Monte Reventino e l'unità del Frido.

Gli affioramenti naturali di litologie contenenti minerali di amianto interessano: la Sila Piccola, con prevalenza nei massicci del Pollino e del Monte Reventino. In quest'area le cave inattive di ofoliti sono localizzate nei comuni di Gimigliano, S. Mango D'Aquino e Platania, tutti in provincia di Catanzaro.

A Sud della Piana di Lametia non vi sono affioramenti di Pietre Verdi, tantomeno in Provincia di Messina.

Nelle Relazioni Geologiche Generali del 20.06.2011: CB0074\_F0, SB0073\_F0 e PB0004\_F0, si riferisce che nell'ambito dell'Unità tettonica dell'Aspromonte, che si estende con continuità dal massiccio omonimo, in Calabria, ai Monti Peloritani in Sicilia, le metamorfite e plutoniti pre-varisiche, ivi presenti sono state interessate da un evento varisico in facies da scisti verdi ad anfibolitica. Tali rocce risultano intruse da plutoniti tardo varisiche. Metamorfite varisiche presentano, localmente, un metamorfismo Alpino in facies da scisti verdi ad anfibolitica, ma nessun studio accademico nel campo mineralogico-petrografico segnala in queste rocce, riscontrate in Calabria e Sicilia, la presenza delle varianti fibrose dei minerali di amianto sopra descritti.

Gli studi condotti dall'Arpacal, nell'ambito del Piano Regionale Amianto Calabria (PRAC), non annoverano alcun comune della Provincia di Reggio Calabria tra quelli in cui si segnalano rinvenimenti o occorrenza di "amianto naturale" (NOA).

Ad oggi, pertanto, alla luce delle più aggiornate conoscenze nei campi della petrografia, mineralogia e geologia strutturale, si può senz'altro affermare, con fondata e ragionevole cognizione, che non si attende di attraversare con le gallerie e con gli scavi all'aperto previsti in progetto, formazioni geologiche suscettibili di contenere minerali contaminanti, in particolare amianto, asbesto ed asbesto-simili, pericolosi per la salute degli uomini.

Quanto sopra premesso, non esclude la necessità di approfondire preventivamente e/o in corso d'opera, le conoscenze, mediante indagini geo-petrografiche specifiche, consistenti nel prelievo di carote nei tratti ove le gallerie e gli scavi attraversano le metamorfite varisiche in facies da scisti verdi ad anfibolitica dell'Unità dell'Aspromonte, sia in Sicilia che in Calabria, e sottoponendo i campioni ad indagini SEM/MOCF/FTR, al fine di escludere, che gli stessi possano contenere minerali di amianto.

I tratti ove si prevede di incontrare le metamorfite varisiche in facies da scisti verdi ad anfibolitica dell'Unità dell'Aspromonte, sono i seguenti:

Collegamenti Calabria:  
Tracciato stradale - Ramo C decelerazione - Pile di fondazione lato monte del Viadotto Gibia.

Collegamenti Sicilia:  
Tracciato ferroviario – Binario Pari e Dispari dal km 13+225 al km 14+880

Si ritiene opportuno sottolineare, in via generale, che, laddove vi è una potenziale o nota presenza di amianto naturale nelle rocce, in caso di lavorazioni insistenti su tali territori, essa non provoca necessariamente un'esposizione a rischio amianto a carico degli addetti alle attività. Inoltre, a causa della casuale distribuzione degli aggregati fibrosi all'interno delle rocce incassanti, le attività lavorative insistenti sui territori interessati da tale problematica, non necessariamente intercettano e conseguentemente disperdono nell'aria ambiente le fibre di minerali di amianto disturbati nella loro sede naturale.

Per la fattispecie, sistemi meccanizzati di scavo a piena sezione, quali EPB o Hydroshield, con contemporanea messa in opera del rivestimento definitivo, e a sistema chiuso con fronte isolato da paratia stagna, o di stabilizzazione del fronte con fluido bentonitico, sono da ritenere la scelta da prediligere e da adottare in caso di presenza di amianto poiché minimizzano l'aerodispersione primaria. Ad ogni buon fine, è previsto il rispetto di tutte le norme di sicurezza, di cui al Titolo IX - Capo III del D.Lgs n.81/2008, in particolare le procedure operative e l'installazione di sistemi di abbattimento delle polveri in sospensione, in qualsiasi fase di lavoro ed in ogni ambiente, quale ulteriore soluzione elettiva per la riduzione dell'aerodispersione di amianto naturale, qualora questo minerale dovesse essere incontrato, in modo imprevisto ed inaspettato, nonostante escluso anche dalle indagini geopetrografiche specifiche, da condursi in corso d'opera, lungo i tracciati di progetto, nei tratti sopra indicati.

Qualora si dovesse riscontrare la presenza di amianto naturale in dette rocce, i materiali di risulta dagli scavi saranno trattati come rifiuti pericolosi e conferiti nei siti prescelti CRAS e SRAS, per il loro confinamento definitivo.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. **P. MC-005** Versante Calabria e Sicilia: Valutazioni e considerazioni sulla gestione di eventuali terre e rocce da scavo contaminate da attività antropiche

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o ID G10

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Approfondimento sulla gestione delle terre e rocce da scavo contaminate, da attività antropiche.

Obiettivi della prescrizione:

Specificare le quantità previste, nonché l'eventuale destinazione, delle terre e rocce da scavo contaminate, "che avranno come riferimento per la loro gestione la legislazione in materia di rifiuti".

Descrizione dell'azione prescrittiva

L'approccio metodologico, che verrà adottato in fase di P.E., indica le modalità di gestione di eventuali terre e rocce da scavo con contaminazione di origine antropica rinvenute nei siti dei cantieri di Calabria e Sicilia.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	AC0038_F0 - CZV0002_F0 - CZV0007_F0	CZV0015_F0 - CZV1157_F0 - CZV0190_F0 - CZV1156_F0 -
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista	P. MC-004	
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione

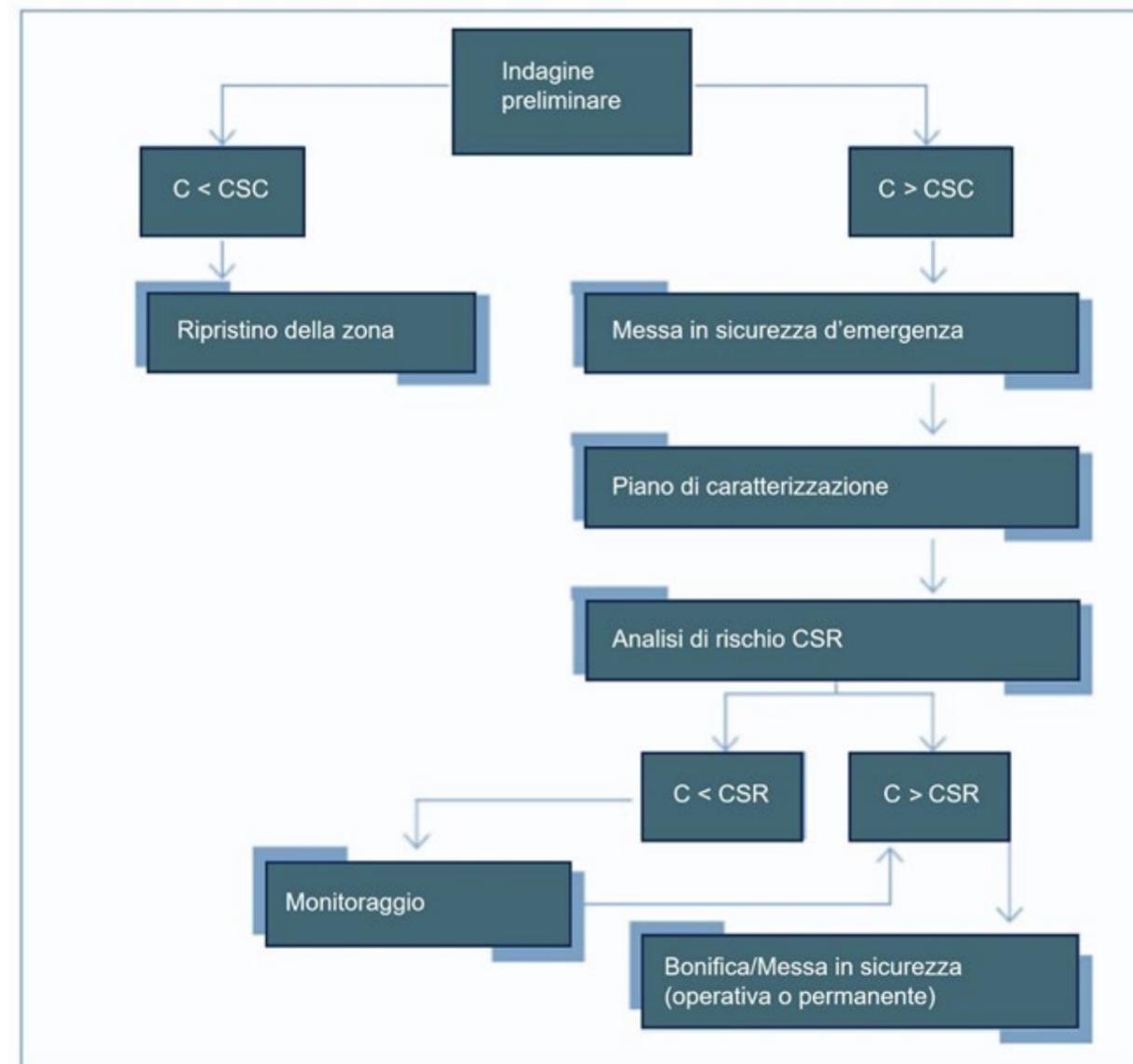


Figura 1 - Gestione dei siti contaminati secondo il D.lgs. 152/06

TITOLO DEL DOCUMENTO	Codice documento <i>P.MC-005.docx</i>	Rev	Data
----------------------	--	-----	------

**Descrizione metodologica**

L'azione prescrittiva che ottempera alla richiesta in oggetto verrà risolta in fase PE, attraverso uno studio finalizzato a identificare come verranno gestite le terre e rocce da scavo contaminate, eventualmente individuate durante l'esecuzione dei lavori.

Le procedure operative per la gestione di siti contaminati si basa sul **D.lgs. 152/06**. (vedi *Figura. 1*)

Nel caso di siti contaminati per materiali non oggetto di scavo, l'analisi del rischio permette di determinare un valore di concentrazione dell'inquinante **C** da confrontare con il valore **CSR** (concentrazione del sito potenzialmente contaminato), valore tabellato determinato con un'analisi di rischio condotta con un livello 1 del metodo RBCA che, come vedremo, considera parametri sito generici e non sito-specifici. Al contrario, nella determinazione della **CSR** (concentrazione soglia di rischio) interverranno dei parametri sito-specifici, ovvero ricavati attraverso indagini in situ.

L'AdR applicata in Italia fa riferimento alla procedura **Risk-Based Corrective Action (RBCA)**, di derivazione ASTM (American Society for Testing and Materials) utilizzata per guidare gli interventi di risanamento sui siti contaminati, più in generale i rilasci di sostanze chimiche (ASTM, 1995; ASTM, 1998). La procedura RBCA fa riferimento ad un approccio graduale basato su tre livelli di valutazione, in cui il grado di protezione della salute e dell'ambiente non varia.

Il più utilizzato è il livello 2:

- Considera condizioni sito-specifiche (è quindi una valutazione di maggiore dettaglio del sito).
- Utilizzo di modelli analitici per la stima della concentrazione al punto di esposizione considerando un mezzo omogeneo e isotropo.
- Consente di ottenere i CSR o anche detti Site Specific Target Levels (SSTL), valori di concentrazione nelle matrici ambientali nel suolo insaturo e saturo che possono essere considerati quali obiettivi di bonifica
- Vengono considerati più scenari e parametri di esposizione sito-specifici

La valutazione del rischio R è data da:

$$R = E \times T$$

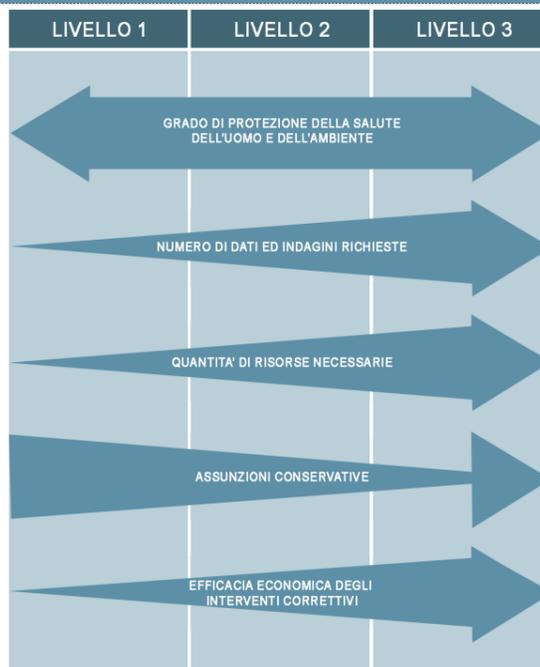
- P = probabilità accadimento del danno conclamata (P = 1)
- T = fattore di pericolosità ovvero Tossicità dell'inquinante
- E = fattore di contatto ovvero Portata effettiva di Esposizione

Si somma il contributo degli effetti tossici e cancerogeni:

SOSTANZE TOSSICHE	SOSTANZE CANCEROGENE
$R = HQ = E/TDI$	$R = E \times SF$
E = Esposizione cronica effettiva	E = Esposizione cronica effettiva
TDI ( o <i>rfd</i> ) = Dose di riferimento	SF = Slope Factor o Grado di cancerogenità

Il *Rischio* è accettabile quando:

Accettabilità del Rischio e dell'Indice di Pericolo (D.Lgs. 152/06)		
CONTAMINANTE	INDIVIDUALE	CUMULATIVO
Cancerogeno	$R = 10^{-6}$	$R \text{ (cumulativo)} = 10^{-5}$
Tossico	$HQ = 1$	$HQ \text{ (cumulativo)} = 1$



**Descrizione metodologica**

Ai sensi del D. lgs. 152/06, una volta effettuata l'analisi di rischio, la concentrazione dell'inquinante **C** va confrontata con il **CSR**: se C è maggiore di CSR, il sito risulterà contaminato e deve necessariamente essere bonificato e/o effettuata la messa in sicurezza; invece se C è minore di CSR, è opportuno effettuare comunque un monitoraggio del sito. Nell'eventualità il sito risulti contaminato, in fase PE, si potranno approfondire le possibilità più idonee al trattamento e bonifica del tratto inquinato. Si elencano una serie di possibilità:

**1) Trattamenti di lavaggio:**

- **Soil flushing:** trattamento chimico- fisico in situ, consiste nel realizzare dei pozzi di immissione che servono a immettere un liquido di lavaggio all'interno del suolo, ciò consente di trasferire la contaminazione dal suolo al fluido di lavaggio, che essendo adesso ricco dei contaminanti dovrà a sua volta essere estratto, attraverso dei pozzi di estrazione con delle pompe sommerse in grado di trasportare la soluzione contaminata in superficie, per poi essere adeguatamente trattata;
- **Bioflushing:** trattamento biologico in situ, che a sua volta può essere on site o off site, sfrutta esclusivamente meccanismi di tipo biologico; quindi, si immette un fluido che non è più additivato, ma che funge da vettore per l'ossigeno e nutrienti quali azoto e fosforo, preventivamente disciolti in esso. L'obiettivo è quello di attivare dei processi biologici, aumentando la crescita dei batteri che favoriscono la degradazione della sostanza organica (inquinante) presenti nella matrice contaminata;
- **Soil washing:** trattamento ex situ, ove il terreno viene lavato in un impianto apposito, dopo escavazione e pretrattamento e questo comporta un costo aggiuntivo rispetto alle altre due tecniche che invece sono in situ;

**2) Decontaminazione elettrocinetica**, che si basa sull'applicazione di un campo elettrico a bassa intensità per rimuovere contaminanti inorganici ed organici da matrici solide quali terreni e sedimenti;

**3) Trattamenti ISCO** (in situ chemical oxidation) e **ISCR** (in situ chemical reduction), per degradare gli inquinanti;

**4) Trattamenti termici:** tecniche di riscaldamento del terreno sono impiegate massimamente per aumentare il tasso di volatilizzazione oppure per sviluppare uno stato di «immobilizzazione» permanente del terreno inquinato:

- trattamenti di desorbimento termico ( $T < 600^{\circ}C$ );
- trattamenti di termodistruzione ( $> 600-2000^{\circ}C$ ).

Ognuno di questi trattamenti ha vantaggi e svantaggi a seconda delle caratteristiche e dei parametri del terreno inquinato, quindi, la scelta della tecnica più idonea viene definita previa ricognizione di dati necessari, ottenibili solo in fase PE, dopo opportuni approfondimenti.

PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

N. **P. MC-006**

Versante Calabria e Sicilia: cantieri. Interazione tra lavorazioni e viabilità di cantiere

Ambito di applicazione:

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro

Quadro prescrittivo di riferimento:

Pareri istruttori di cui al Parere CT-VA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)

- o ID G11

Parere CT-VA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza

- o -

Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza

- o -

Oggetto della prescrizione:

Non sono state fornite informazioni sulla sovrapposizione delle lavorazioni per ogni singolo tratto della viabilità di cantiere esistente e di progetto.

Obiettivi della prescrizione:

La prescrizione si propone di fornire informazioni sulle sovrapposizioni presenti nei vari tratti stradali, dei viaggi dei vari materiali.

Descrizione dell'azione prescrittiva

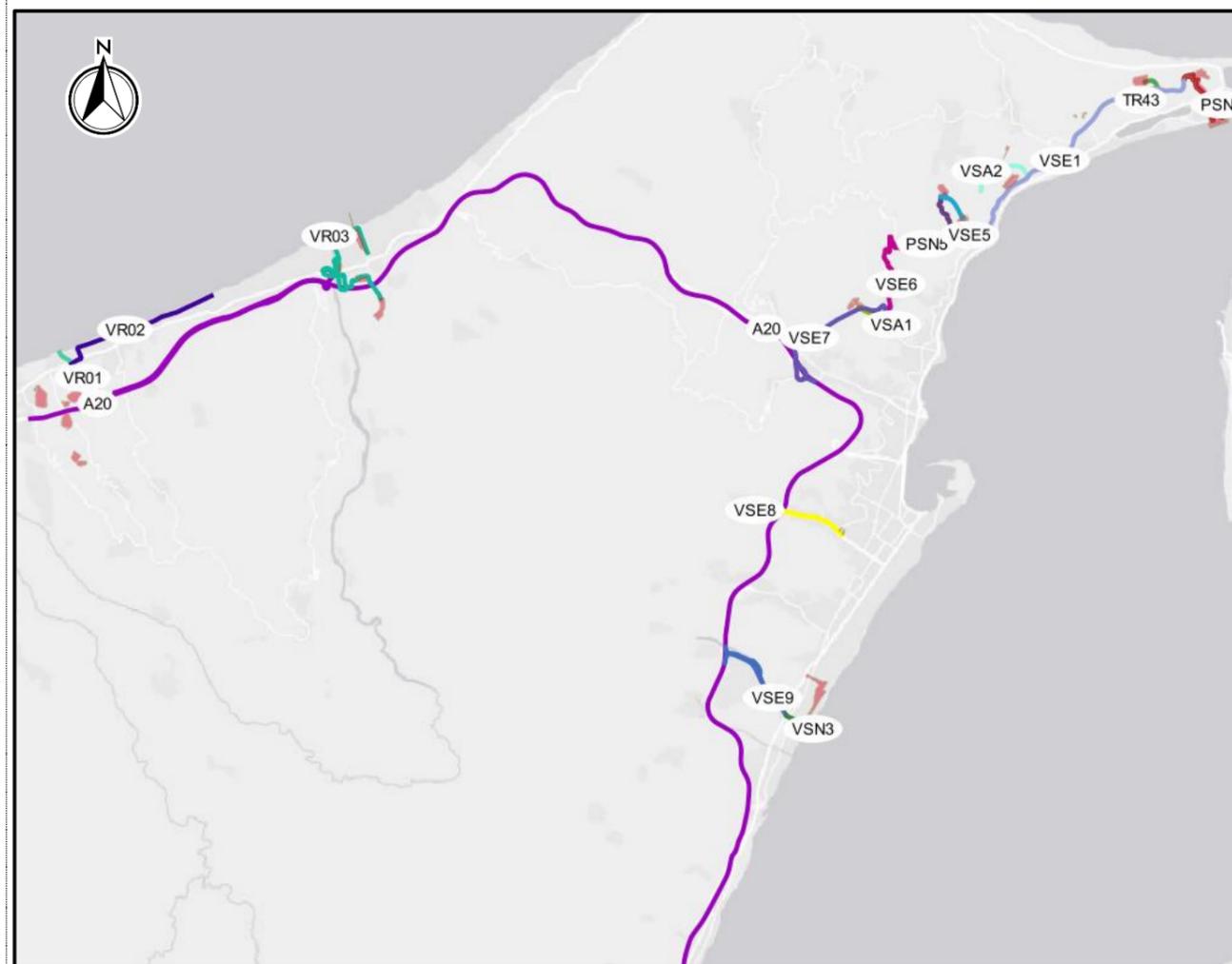
L'azione prescrittiva che ottempera alla richiesta in oggetto, si propone di fornire informazioni in maniera schematica relativamente alle eventuali sovrapposizioni che si registrano nei vari tratti di viabilità interessati dalla movimentazione di materiale. In particolare, si procederà con il calcolo del numero di viaggi che saranno effettuati nei vari mesi di riferimento, con l'obiettivo di verificare il livello di traffico che si risconterà lungo la viabilità.

È evidente che la problematica delle sovrapposizioni interessa prevalentemente il lato Sicilia, in quanto il maggior numero di siti e cantieri presenti rispetto al lato Calabria comporterà un maggior numero di movimentazioni e quindi un maggiore livello di traffico.

Elaborati di riferimento (eventuali)

	Elaborato relazionale di riferimento	Elaborato grafico di riferimento
Progetto Definitivo	CZV0002_F0 – VIAG011	
Studio di Impatto Ambientale		
Relazione del Progettista		
Progetto di monitoraggio amb.le		
Relazione Paesaggistica		
Studio per la Valutazione di Incidenza		
Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo		
Altro		

Localizzazione







Ponte sullo Stretto di Messina
PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO DEL DOCUMENTO

Codice documento
P.MC-006.docx

Rev

Data

Descrizione metodologica

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (VSE8, VSE8, VSE8, VSE8, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (VSN3+VSE8, VSN3+VSE8, VSN3+VSE8, VSN3+VSE8, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (A20-a, A20-a, A20-a, A20-a, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (A20-B, A20-B, A20-B, A20-B, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (VR03, VR03, VR03, VR03, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (A20-C, A20-C, A20-C, A20-C, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (VR01, VR01, VR01, VR01, N°viaggi/ora)

Table with 25 columns (Semestre 1-25) and 5 rows (VSE11, VSE11, VSE11, VSE11, N°viaggi/ora)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>TITOLO DEL DOCUMENTO</b>		<i>Codice documento</i> P.MC-007.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.MC-007 Caratteristiche meccaniche del filo per i cavi principali**

<b>Motivazioni sottostanti di natura prescrittiva</b> <input type="checkbox"/> Normative <input type="checkbox"/> Prescrizioni del CS, PMC, RINA <input type="checkbox"/> Altro: .....	<b>Evoluzione tecnologica</b> <input type="checkbox"/> Metodologie progettuali <input checked="" type="checkbox"/> Materiali <input type="checkbox"/> Metodologie costruttive / attrezzature				
<b>Oggetto:</b> Aumento della tensione di rottura dei fili costituenti il cavo principale da 1860MPa a 1960MPa, con lo scopo di ridurre la sezione principale.					
<b>Descrizione:</b> Lo sviluppo nella tecnologia dei materiali per fili d'acciaio trafilati a freddo ha reso possibile aumentare la resistenza dei fili d'acciaio senza compromettere le altre proprietà meccaniche. L'incremento della resistenza del filo d'acciaio per cavi è evidente se si confrontano i seguenti progetti di ponti sospesi di grande luce: (Great Belt Bridge 1570MPa (1998), Hålogaland Bridge 1770MPa (2018), The Osman Gazi Bridge 1860MPa (2016), Canakkale Bridge 1960MPa (2022).  Pertanto, si propone di incrementare la resistenza principale del filo d'acciaio per l'Opera di Attraversamento a 1960MPa.					
<b>Implicazioni progettuali, rischi, opportunità:</b> L'adozione di una resistenza maggiore dei fili d'acciaio del cavo pari a 1960MPa comporta una riduzione del numero complessivo di fili del cavo principale e, di conseguenza, dell'area e del diametro complessivo dello stesso. Tale modifica porterebbe a una diminuzione del peso proprio del cavo, che per un ponte di grandissima luce quale il Ponte di Messina, costituisce più della metà del peso proprio delle sovrastrutture. Come ulteriore beneficio si otterrà una corrispondente riduzione delle forze trasmesse dai cavi principali alle selle di deviazione, alle torri ed al sistema di ancoraggio. La variazione del diametro del cavo comporterà quindi a cascata una revisione di selle, collari e ancoraggi, nonché una maggiore velocità di costruzione del sistema di sospensione. Allo stesso tempo la riduzione della sezione del cavo principale implica una leggera diminuzione della rigidità geometrica del sistema di sospensione, e quindi un lieve incremento delle deformazioni dovute ai carichi mobili. Si precisa che tutte le specifiche prestazionali circa la sicurezza e la funzionalità in esercizio previste dai Fondamenti Progettuali (ad esempio, pendenza del piano stradale e altezza libera) saranno comunque verificate e pienamente garantite anche con la soluzione proposta. Le necessarie indagini e verifiche saranno condotte in sede di PE. Le valutazioni preliminari condotte in questa fase mediante modellazione agli elementi finiti dell'Opera, ferma restando la necessità di effettuare tutte le analisi di dettaglio in sede di PE, confermano che la riduzione di sezione del cavo risulta compatibile con le prestazioni relative al franco di navigazione di 65m al di sotto dell'impalcato, risultando in un incremento della deformazione dell'impalcato per effetto dei carichi di progetto nell'ordine del 5%. Da un punto di vista del tipo di materiale da impiegare, si sottolinea come l'acciaio 1960 MPa rientri nella gamma prevista dalla principale normativa di riferimento, UNI EN 10264. Non ci si attende che l'incremento (limitato) di resistenza del materiale comporti ulteriori variazioni di qualche significato, rispetto alle caratteristiche del filo 1860 MPa.					
<b>Progetti di riferimento ai fini dell'evoluzione tecnologica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>1915 Çanakkale Bridge (Turchia)</b>  In questo Ponte sospeso di luce principale &gt;2,000m la tensione di rottura dei cavi principali è pari a 1960MPa.</li> </ul>					
<b>Elaborati di riferimento (eventuali)</b>					
<b>Progetto Definitivo</b>	<table border="1"> <tr> <td><i>Relazioni di calcolo</i></td> <td><i>Elaborati grafici</i></td> </tr> <tr> <td>PG-0021 – Generale – Modello globale IBDAS PS-0043 - Design Report - Main Cables and Anchors</td> <td>PS-0047 – Cavo Principale – Disegni di Insieme</td> </tr> </table>	<i>Relazioni di calcolo</i>	<i>Elaborati grafici</i>	PG-0021 – Generale – Modello globale IBDAS PS-0043 - Design Report - Main Cables and Anchors	PS-0047 – Cavo Principale – Disegni di Insieme
<i>Relazioni di calcolo</i>	<i>Elaborati grafici</i>				
PG-0021 – Generale – Modello globale IBDAS PS-0043 - Design Report - Main Cables and Anchors	PS-0047 – Cavo Principale – Disegni di Insieme				

<b>Valutazione degli impatti</b>
<b>Benefici attesi</b> <b>Beneficio n.1 – Riduzione del peso proprio del cavo principale</b> La riduzione dell'area del cavo principale comporterà una diminuzione del peso proprio dello stesso e, di conseguenza, una riduzione ulteriore (feedback positivo) della trazione nel cavo stesso. Sono previste riduzioni secondarie nelle selle, nelle torri e nelle strutture di ancoraggio.
<b>Beneficio n.2 – Miglioramento delle prestazioni aerodinamiche</b> Si prevede che ci sarà un lieve miglioramento delle prestazioni aerodinamiche del ponte, poiché una diminuzione della massa del cavo principale comporterà un aumento della stabilità nei confronti del flutter. Si precisa che l'entità della modifica è comunque sufficientemente limitata da non modificare sostanzialmente il comportamento globale dell'opera. Non si ritiene pertanto necessario ripetere estensive campagne di indagini in galleria del vento tali da incidere sul cronoprogramma della progettazione esecutiva e comportare dunque ritardi.
<b>Beneficio n.3 – Riduzione delle emissioni di CO2</b> Come conseguenza diretta della riduzione del materiale, ci sarà una diminuzione delle emissioni di carbonio legate alla fabbricazione del cavo principale. La fabbricazione dei fili del cavo con una resistenza di 1960MPa non comporterà emissioni di CO2 maggiori rispetto ai fili da 1860MPa e, poiché è prevista una riduzione di sezione ne conseguirà una pari diminuzione di emissioni nocive.
<b>Beneficio n.4 – Riduzione dei tempi di costruzione del cavo principale</b> è prevedibile una leggera riduzione (qualche settimana) del tempo necessario per installare le funi del cavo principale, in virtù della riduzione del loro numero, nonché una leggera diminuzione della durata delle operazioni di compattazione dei cavi, in virtù del diametro ridotto.
<b>Vincoli di natura progettuale / requisiti di progetto</b>
La riduzione di rigidità geometrica del cavo comporterà la necessità di verificare: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La stabilità aerodinamica del cavo (già comunque previsto);</li> <li>2. Le deformazioni dell'impalcato (franco navigabile, cambio di pendenze etc.)</li> </ol>

**PRESCRIZIONE DA SVILUPPARE IN SEDE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA N. P.MC-008 Criteri Ambientali Minimi CAM Rumore, Acustica Architettónica e Sound Design**

**Ambito di applicazione:**

- Fase di cantierizzazione
- Fase di esercizio
- Monitoraggio
- Altro: stato iniziale dell'ambiente
- Normative

**Quadro prescrittivo di riferimento:**

**Pareri istruttori di cui al Parere CT-VIA n. 1185 del 15.03.2013 (Sezioni 5.2.6 e 5.3.2)**

**Parere CT-VIA n.1185 del 15.03.2013 (Sezioni 7.3.1 e 8) - Del. CIPE n.66 del 01.08.2003 - Verifica Ottemperanza**

**Parere MiBAC n. 6993 del 05.03.2013 - Verifica di Ottemperanza**

**Oggetto della prescrizione:**

La prescrizione ha per oggetto tutti i fabbricati in progetto (fabbricati Tecnologici, fabbricati Servizi, fabbricati Assistenza Sanitaria), le stazioni Europa, Papardo e Annunziata (con riferimento agli ambienti destinati agli utenti quali atrio delle stazioni, discenderie - gruppi scale ed ascensori - banchine, ecc. e agli addetti al servizio ferroviario), il Centro di Monitoraggio (atrio, sale riunioni, uffici, sale di controllo stradale e ferroviario, aree tecniche-amministrative, archivio, servizi, ecc.).

**Obiettivi della prescrizione:**

La prescrizione ha l'obiettivo di:

- a) garantire la corretta progettazione prestazionale e scelta dei materiali degli interventi edili in relazione al comfort acustico degli spazi occupati da persone, in accordo ai CAM "Criteri Ambientali Minimi" indicati dal Decreto 23/06/2022
- b) garantire la corretta progettazione acustica architettónica e di sound design degli spazi interni alle stazioni fruiti dagli utenti, unitamente ad un livello minimo misurabile di intelligibilità del parlato in caso di emergenza ai sensi della norma IEC 60268-16.

**Descrizione dell'azione prescrittiva**

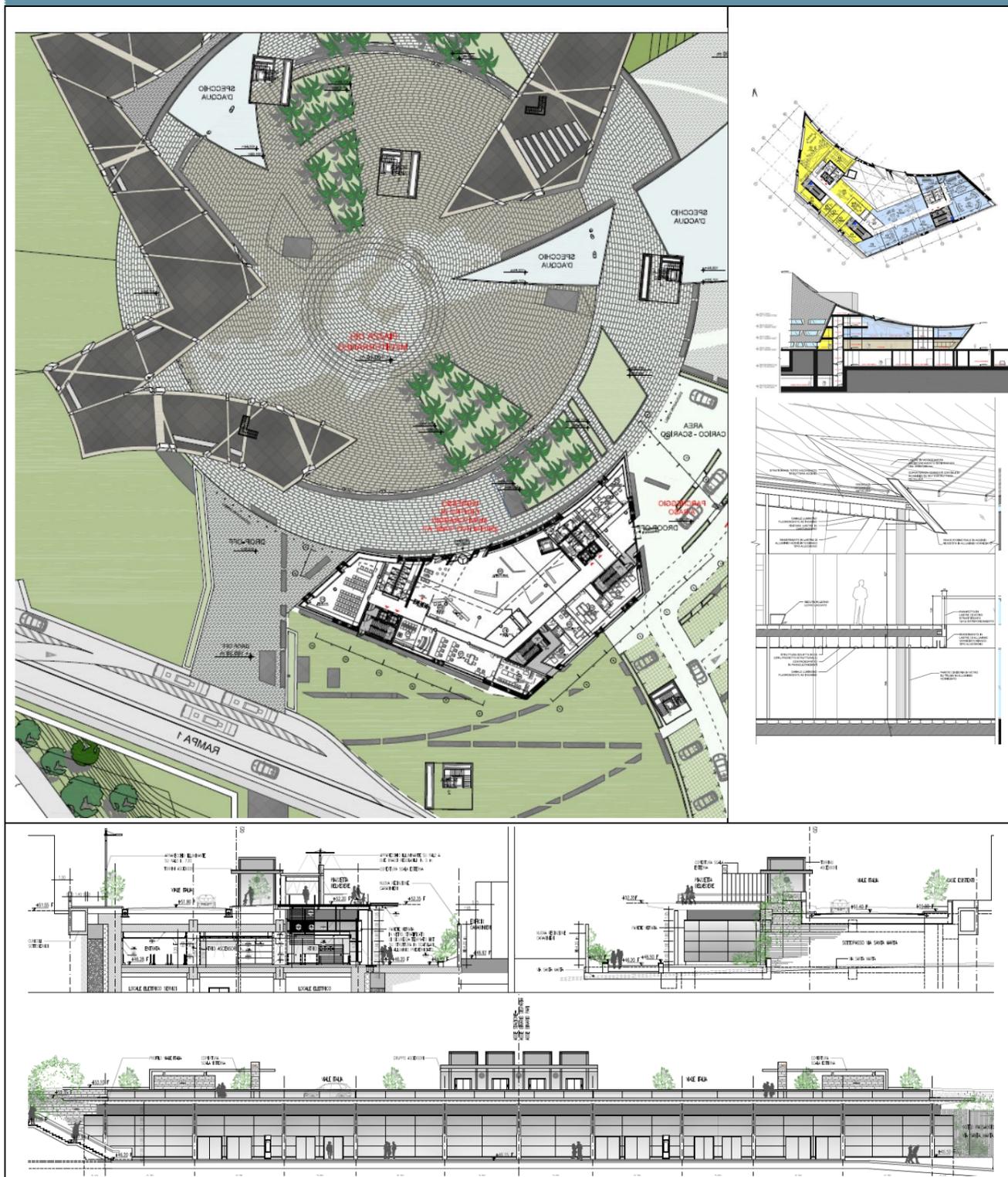
L'azione prescrittiva richiede:

- a) la progettazione del comfort acustico di tutti i fabbricati oggetto della prescrizione in accordo ai CAM;
- b) la progettazione acustica architettónica specifica in funzione della destinazione d'uso dei locali del Centro di Direzionale;
- c) la progettazione acustica architettónica e sound design delle stazioni e delle opere ipogee a servizio delle stazioni.

**Elaborati di riferimento (eventuali)**

	<i>Elaborato relazionale di riferimento</i>	<i>Elaborato grafico di riferimento</i>
<b>Progetto Definitivo</b>	ST0016, ST0023, ST0089, ST0077, CD0001-2	ST0010-11, ST0035-39, ST0076-77, ST0084-88, ST0102-106, ST0143-144, ST0151-156, ST0171-176, SF0228, SF0234, SF0240 SF0245 SF0291, ST0017-21, CD0033-38, CD0062,
<b>Studio di Impatto Ambientale</b>	--	--
<b>Relazione del Progettista</b>	Cap 3.5.3.1.1.2, Cap.4.5.4.3	
<b>Progetto di monitoraggio amb.le</b>		
<b>Relazione Paesaggistica</b>		
<b>Studio per la Valutazione di Incidenza</b>		
<b>Progetto di Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo</b>		
<b>Altro</b>		

**Localizzazione**



**Descrizione metodologica**

**Introduzione**

Il Decreto 23/06/2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi" (GU Serie Generale n. 183 del 06/08/2022) definisce i presupposti per garantire prestazioni e comfort acustico minimo a tutti gli interventi edilizi. A partire da questa base di minimo, ulteriori miglioramenti di acustica architettonica e sound design verranno introdotti rispetto al Progetto Definitivo qualora necessari.

**Ambito di applicazione e dettaglio delle informazioni**

La prescrizione è applicata a tutti i fabbricati in progetto fruiti dagli addetti ai lavori e dagli utenti (fabbricati Tecnologici, fabbricati Servizi, fabbricati Assistenza Sanitaria), alle stazioni Europa, Papardo e Annunziata, al Centro Direzionale o di Monitoraggio (atrio, sale riunioni, uffici, sale di controllo stradale e ferroviario, aree tecniche-amministrative, archivio, servizi, ecc.). A ciascun ambiente possono essere associati specifici requisiti acustici minimi e integrativi.

**CAM**

Il Decreto 23/06/2022 richiede che, fatti salvi i requisiti di legge di cui al DPCM 5-12-1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondano almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.

Classe	Indici di valutazione				
	a) Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ dB	b) Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di unità immobiliari distinte $F'_w$ dB	c) Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di unità immobiliari distinte $L'_{n,w}$ dB	d) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo $L_c$ dB(A)	e) Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo $L_d$ dB(A)
I	43	56	53	25	30
II	40	53	58	28	33
III	37	50	63	32	37
IV	32	45	68	37	42

Gli ambienti interni adibiti al parlato, ad esclusione delle scuole, devono rispettare valori di  $C50 \geq 0$  e valori di  $STI \geq 0.6$ .

I valori ottimali del tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1000 Hz sono definiti per il singolo locale in base al volume dell'ambiente e ad espressioni binomiali logaritmiche.

Nella relazione CAM verrà illustrato in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale, con riferimento ad una relazione acustica di calcolo previsionale redatta da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti. In fase di verifica finale della conformità verrà infine prodotta una relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti.

**Acustica Architettonica e sound design**

La progettazione acustica e di "sound design" nella prospettiva di interazione sensoriale applicata alle stazioni e agli spazi ipogei può permettere di intervenire in modo rilevante sulla percezione dello spazio fisico rilevato soggettivamente dagli utilizzatori e di migliorare la qualità estetica del paesaggio sonoro, nonché l'esperienza uditiva dei passeggeri in transito nelle aree interne alla stazione ferroviaria o "passenger experience". L'attività può permettere inoltre di:

- Ridurre il rumore di fondo generato dal calpestio e dal rotolamento delle valigie/trolley.
- Ridurre il rumore generato dall'architettura a causa dei fenomeni di riverbero, al fine di migliorare, a parità di sorgenti di rumore presenti all'interno, il rumore di fondo.
- Evitare la creazione di rinforzi modali su pareti parallele.

**Descrizione metodologica**

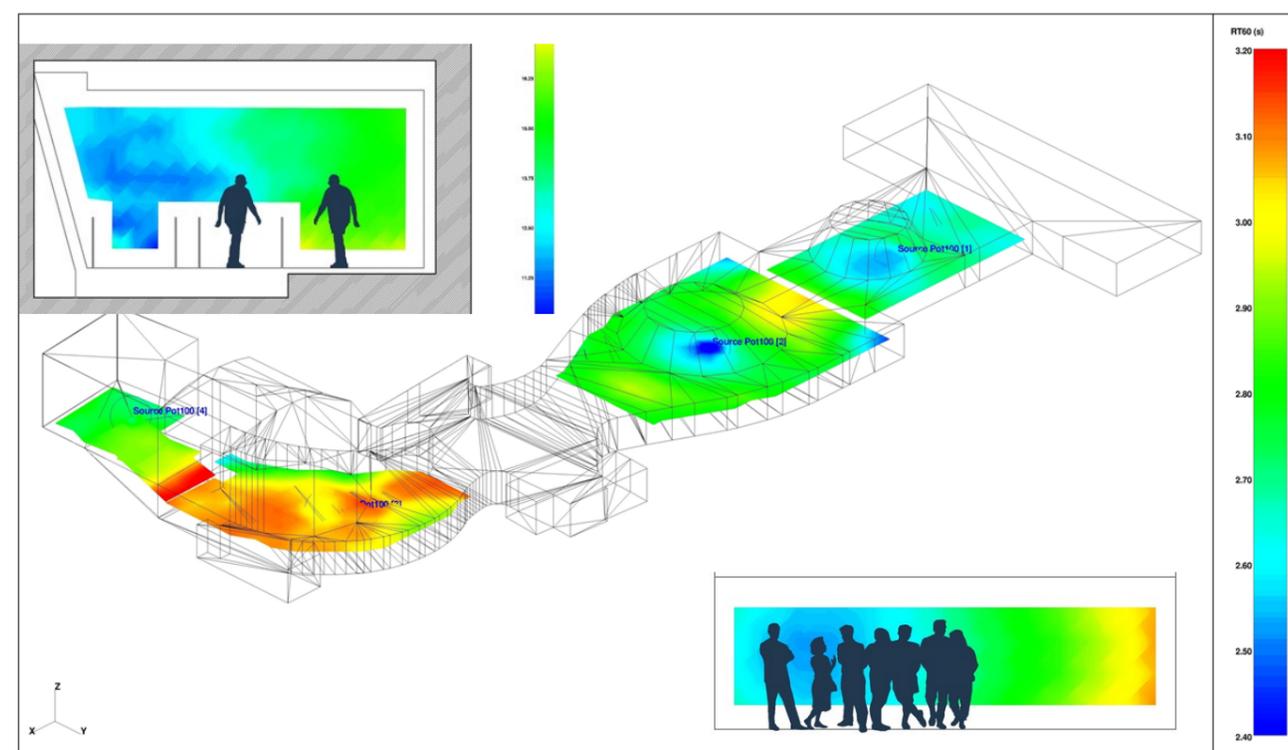
- Controllare le qualità tonali, i tempi di riverberazione e l'intelligibilità intervenendo sulle forme, sui materiali e sulle caratteristiche dei sistemi elettroacustici, al fine di migliorare il comfort.
- Indurre nei corridoi e nei luoghi di passaggio dove si verifica il massimo affollamento una percezione di verticalizzazione dello spazio e di accrescimento in altezza, al fine di migliorare la fruizione anche ai soggetti particolarmente sensibili agli spazi affollati.
- Migliorare la comprensione dei messaggi verbali e di pericolo (Intelligibilità).

La Norma ISO3382 "Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustic parameters" definisce le modalità di calcolo dei principali parametri acustici utilizzati per la valutazione delle prestazioni acustiche degli ambienti. In generale sono disponibili diversi indicatori utilizzabili in funzione delle specifiche necessità:

- Tempo di riverberazione RT, RT60, EDT
- Tempo baricentrico o Central Gravity Time TCG
- Indice di definizione D
- Indice di chiarezza C50, C80
- Efficienza laterale o Lateral efficiency LE
- Speech Transmission Index STI
- Indice di trasmissione vocale STIPA

Una specifica applicazione del sound design riguarderà i cunicoli e in generale gli spazi destinati al transito dei passeggeri in entrata-uscita dalle stazioni ipogee Europa, Papardo e Annunziata. I cunicoli sono spazi caratterizzati da sezioni di piccole dimensioni in cui l'altezza è di ordini di grandezza minore rispetto allo sviluppo longitudinale. Nelle ore di massima affluenza l'affollamento tende a restringere lo spazio libero, non occupato dalle persone, rendendo ancora più evidente il senso del piccolo. Soggetti predisposti a claustrofobia e agorafobia, due tra le fobie più diffuse, sensibili ai luoghi chiusi o troppo affollati, persone soggette ad attacchi di panico e alle quali gli ambienti piccoli inducono un senso di oppressione, difficoltà respiratorie, iperventilazione, ecc, possono vivere in modo assolutamente negativo l'esperienza di transito nei cunicoli. Il sound design di questi spazi di l'obiettivo di restituire una sensazione di maggiore ampiezza, di maggiore altezza, di minore affollamento, di ambiente con confini fisici più lontani e accogliente anche nelle condizioni di affollamento.

I calcoli e le progettazioni acustiche verranno realizzate in PE con modelli di calcolo ray tracing (Raynoise, Odeon, ecc.) che permettono di ottimizzare la scelta dei materiali e dimensionare i giusti rapporti di assorbimento, diffusione e riflessione delle onde sonore a seconda dell'uso dei locali. Una particolare attenzione sarà destinata alle pareti, ai controsoffitti e alla risposta acustica delle pavimentazioni in termini emissivi. Nella Figura a seguire un esempio di mappatura del tempo di Riverberazione T60 a 250 Hz al piano mezzanino di una stazione e alcune sezioni di ambienti di piccole dimensione destinati al transito degli utenti.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO	RELAZIONE DEL PROGETTISTA  <i>Codice documento</i> <i>P.MC-008.docx</i>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>
---	---	--	--	------------	-------------

<b>Descrizione metodologica</b>
<b>Sintesi degli eventuali impatti ambientali</b>
<b>Componenti ambientali rumore</b>
L'azione prescrittiva non determina impatti sull'ambiente esterno ed è finalizzata al miglioramento del comfort acustico all'interno dei locali e degli spazi fruiti dagli addetti e dal pubblico.
<b>Sintesi degli eventuali interventi di mitigazione e di compensazione ambientale</b>
<b>Componenti ambientali rumore</b>
L'azione prescrittiva non determina impatti sull'ambiente esterno ma consente di "mitigare" gli eccessi di riverberazione dei locali intervenendo sulla corretta gestione dei materiali in termini di aree di assorbimento e di diffusione sonora.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

**3.6 f) Prescrizioni da sviluppare nel Progetto Esecutivo ai fini dell'adeguamento alle prove sperimentali richieste dal parere espresso dal Comitato scientifico di cui all'articolo 4, comma 6, della legge 17 dicembre 1971, n. 1158, sul progetto definitivo approvato dal Consiglio di amministrazione della società il 29 luglio 2011**

La Decisione n. 1/2011 del 23 maggio 2011 con la quale il Comitato Scientifico della Società Stretto di Messina ha espresso parere positivo sul Progetto Definitivo del Collegamento Stabile tra Sicilia e Continente richiama al contempo un elenco di adempimenti, la cui attuazione è raccomandata in fase di Progetto Esecutivo, trattasi in particolare delle:

- (...) raccomandazioni così come esplicitate nelle tre parti della Check List [del C.S.] riportate negli Annessi n. 3 - 4 - 5;
- (...) raccomandazioni così come esplicitate nei documenti di controllo indipendente di cui all'Annesso 6 [commenti del PMC];
- (...) osservazioni così come esplicitate nei documenti di Validazione di cui all'Annesso 9 [commenti del RINA].

Dette raccomandazioni e osservazioni sono state quindi raccolte in documento allegato (Allegato A) all'Atto Aggiuntivo sottoscritto da Società Stretto di Messina S.p.A. e EuroLink s.c.p.a 21 giugno 2011 insieme alle raccomandazioni particolari (...segnalando in particolare le seguenti raccomandazioni) del Comitato Scientifico, riportate in maniera esplicita alla pagina 106 della Decisione 1/2011 e riguardanti principalmente le prove sperimentali. Per chiarezza di trattazione le Raccomandazioni Generali (così nell'Allegato A all'atto integrativo) vengono riproposte integralmente e commentate, mentre le restanti elencate in precedenza, peraltro già riscontrate in fase di verifica progettuale (2011), sono sinteticamente elencate in forma tabellare, accompagnate da nota integrativa/di riscontro.

**3.6.1 Riscontro alle Raccomandazioni Generali del Comitato**

**Scientifico**

**Commento:** a) *la esecuzione di prove sperimentali per simulare con un modello in scala adeguata il comportamento dell'impalcato del Ponte all'effettivo numero di Reynolds e per verificare la convergenza dei dati ad oggi rilevati sperimentalmente, con particolare attenzione alla sensibilità del comportamento aerodinamico in funzione della presenza del traffico e della geometria delle barriere frangivento;*

**Replica:** Non è tecnicamente possibile effettuare una prova in galleria del vento di un modello in scala dell'impalcato che al contempo contempli l'effettivo numero di Reynolds  
Saranno eseguite prove su modelli in scala portando il numero di Reynolds al valore più alto possibile compatibilmente con i laboratori disponibili. Per maggiori dettagli si veda il §3.6.2.1.

**C:** b) *lo svolgimento di analisi numeriche non lineari, finalizzate ad un confronto più accurato fra i risultati ottenuti dal Contraente Generale e dal PMC relativamente alla determinazione dei valori statici delle rotazioni e delle accelerazioni dell'impalcato soggetto a vento turbolento;*

**R:** è possibile svolgere le analisi richieste, tuttavia si sottolinea che la specifica contrattuale CGC.F.05.03 prevede la possibilità di utilizzare tanto analisi lineari che non-lineari, richiedendo per entrambi i casi la validazione dei risultati a mezzo di prove in galleria in condizioni di vento turbolento. Nel caso si reitersse la richiesta di svolgere analisi non lineari (dispendiose in termini temporali) queste verranno usate per verifica delle calcolazioni lineari che sono state utilizzate nello sviluppo del PD.

**C:** c) *l'approfondimento delle analisi sperimentali e le rielaborazioni numeriche relative alla stabilità dell'impalcato al variare dell'angolo di attacco del vento, viste anche le differenze fra i risultati delle prove effettuate dal Contraente Generale e dal PMC;*

**R:** Le analisi di stabilità aerodinamica in funzione dell'angolo di attacco possono essere approfondite; tuttavia, si ritiene opportuno segnalare che non sorprende che diversi laboratori abbiano fornito risultati disomogenei. In altre parole, è lecito attendersi un'ulteriore dispersione di risultati a fronte di una ripetizione di prove già effettuate in passato. Pertanto si propone di svolgere rielaborazioni e un riesame critico dei risultati già ottenuti, anche in relazione alla replica al punto a) (modelli alti numeri di Reynolds).

**C:** d) *l'approfondimento, con ulteriori prove in galleria del vento, dell'argomento relativo alla stabilità aerodinamica dei cavi accoppiati con particolare riguardo alla zona delle campate laterali, visto che il Contraente Generale ha proposto differenti modalità per risolvere il problema e il PMC non ha svolto il controllo indipendente, dando per scontato che il problema è risolvibile;*

**R:** saranno effettuate ulteriori prove aerodinamiche per il cavo principale, in modo da verificare l'effettiva insorgenza dei fenomeni di instabilità riscontrati in precedenza e verificare il progetto delle eventuali misure mitigative. Per maggiori dettagli si veda il §3.6.2.2.

**C:** e) *lo studio, anche con nuove prove in galleria, simulando l'effettivo numero di Reynolds, del comportamento aerodinamico delle torri per le quali appare necessaria l'applicazione di sistemi di dissipatori di elevate prestazioni, capaci di dare luogo ad un elevato smorzamento tanto in fase di costruzione che di esercizio;*

**R:** Saranno previste prove in gallerie del vento per le torri che includano l'effetto di dispositivi di smorzamento meccanico passivo (TMD). Quanto alle limitazioni sul numero di Reynolds si veda la risposta al punto a). Per maggiori dettagli si veda il §3.6.2.4.

**C:** f) *la verifica relativa alla instabilità dell'equilibrio delle torri con un*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

*modello numerico dell'intero ponte in campo non lineare per materiale e per geometria al fine di determinare la loro affidabilità con un metodo più realistico di quello approssimato indicato dalle attuali normative;*

**R:** verranno eseguite le analisi non lineari richieste tramite modellazione NL a EF.

**C:** g) *la verifica puntuale a fatica delle strutture metalliche e delle loro unioni, con particolare riguardo alla modalità ed al controllo della loro esecuzione.*

**R:** Sebbene da un punto di vista letterale la raccomandazione del Comitato Scientifico sembri riferirsi al calcolo, si ritiene che la stessa vada letta di concerto ai commenti provenienti dalle check list dello stesso Comitato e dal PMC, aventi oggetto la richiesta di prove reali su dettagli a fatica. Pertanto verrà sviluppata una campagna indagini atta a verificare:

- i miglioramenti proposti non standard;
- dettagli particolarmente critici, perché molto proni alla fatica e/o rilevanti ai fini della manutenzione.

Per maggiori dettagli si veda §3.6.2.5.

Da un punto di vista della modellazione, la maggiore disponibilità di potenza dei calcolatori renderà possibile una verifica più particolareggiata dell'impalcato.

**C:** h) *analisi dettagliate atte a verificare la stabilità delle torri, dei cavi e dell'impalcato in tutte le fasi di montaggio.*

**R:** verranno condotte prove in galleria del vento per un numero limitato di configurazioni significative di montaggio e in particolare:

- Prove sezionali dell'impalcato;
- Prove sulle torri;
- Prove sul modello aeroelastico completo.

Il controllo completo fase per fase verrà effettuato come da prassi combinando i risultati ottenuti dal modello EF con le derivate aerodinamiche misurate in laboratorio.

**C:** i) *la predisposizione di un piano di campagne sperimentali finalizzate a correlare i risultati sperimentali al vero con quelli ottenuti nelle prove in galleria al vento effettuate iniziando i confronti nel periodo che intercorre fra il completamento dell'impalcato e l'apertura del ponte al traffico;*

**R:** Sarà previsto, la specifica sarà predisposta in fase di Progetto Esecutivo.

**C:** l) *l'approfondimento, per via numerica e sperimentale, la tematica relativa all'instabilità delle rotaie ed alla modalità della loro sostituzione in funzione delle differenze di temperatura tra rotaia e impalcato;*

**R:** La sperimentazione sul sistema ERS è stata condotta durante la fase di Progetto Definitivo. I risultati non ancora acquisiti verranno inclusi nel Progetto Esecutivo ed eventuali prove non completate verranno eseguite in parallelo con lo sviluppo della progettazione. Per quanto alla tematica della sostituzione della rotaia, si è d'accordo con RFI per condurre una sperimentazione in occasione della sostituzione dell'armamento del ponte sull'Arno a Pisa.

**C:** m) *l'approfondimento della sperimentazione sulle pavimentazioni stradali, anche con particolare riferimento al fenomeno dell'acqua planning, da valutarsi in relazione alle variazioni dinamiche dell'assetto geometrico della piattaforma ed alle azioni dinamiche sui veicoli;*

**R:** Con riferimento alla problematica dell'*aquaplaning*, si segnala che la sussistenza o meno dello stesso prescinde dalla tipologia di pavimentazione (essendo da escludere l'adozione di asfalti drenanti

per l'impalcato dell'Opera di Attraversamento). In continuità con quanto sviluppato in via preliminare nel Progetto Definitivo, verranno approfondite analisi numeriche volte a verificare le condizioni di potenziali innesco e analisi di rischio per la valutazione della probabilità di occorrenza. Si realizzeranno le prove funzionali come da specifica allegata alla relazione di Progetto Definitivo. Per maggiori dettagli si rimanda al §3.6.2.6.

**C:** n) *l'integrazione, nelle analisi di percorribilità dinamica stradale, da redigersi con particolare approfondimento, degli effetti indotti dalle precipitazioni meteoriche intense sull'aderenza e stabilità dei veicoli in moto;*

**R:** le analisi saranno integrate.

**C:** o) *l'adeguamento delle dotazioni infrastrutturali di sicurezza delle gallerie stradali dei collegamenti versante Calabria, in termini di accessi pedonali e carrabili, a quanto previsto dalle Linee Guida per la sicurezza in galleria di Anas S.p.A., anche in omogeneità con gli standard assentiti nelle gallerie stradali del versante Sicilia.*

**R:** L'argomento è affrontato al paragrafo 3.2 della presente.

### **3.6.2 Prove sperimentali proposte per l'Opera di Attraversamento**

Nel presente paragrafo è riportata la descrizione delle prove sperimentali proposte per ottemperare ai commenti del Comitato Scientifico.

#### **3.6.2.1 Prova in galleria del vento su modello sezionale dell'impalcato**

##### **3.6.2.1.1 Riepilogo delle prove svolte durante il Progetto Definitivo**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

Il documento GCG.F.05.03 *Requisiti e linee guida per lo sviluppo della progettazione* stabilisce lo svolgimento delle seguenti prove in galleria del vento, su modello sezionale dell'impalcato (§6.2):

- Definizione dei coefficienti aerodinamici statici per direzioni di vento normali all'asse dell'impalcato e con angoli di incidenza nel piano orizzontale 10°, 20°, 30° e 45°. Tutti i dati forniti devono essere relativi a prove corrispondenti a valori di Numero di Reynolds (Re), riferiti alla corda B dell'impalcato, non inferiori a 10<sup>6</sup>;
- misura della stabilità aerodinamica di un modello sospeso elasticamente;
- misura delle vibrazioni indotte dal distacco dei vortici su modello sospeso elasticamente;
- misura dell'ammiettenza aerodinamica;
- misura delle derivate aerodinamiche (coefficienti di flutter);

Si noti che la specifica GCG.F.05.03 non stabilisce requisiti in ordine al numero di Reynolds per le prove su modelli sospesi elasticamente o liberi di oscillare.

Le prove svolte in fase di Progetto Definitivo sono state svolte presso quattro strutture indipendenti, ovvero i laboratori del FORCE (Danimarca), NRC (Canada), BLWTL (Canada), BMT (Regno Unito). Le prove hanno preso in considerazione diverse configurazioni delle barriere di protezione (di entrambi gli impalcati) nonché diverse geometrie del cassone ferroviario, al termine delle quali la configurazione C5/63 è stata identificata come la più favorevole dal punto di vista della velocità critica di flutter e delle accelerazioni provocate da distacco di vortici.

Tale configurazione "finale" fu successivamente provata presso il laboratorio del FORCE, su modello in scala 1:80 e ad un  $Re \approx 0.6 \cdot 10^6$ , e al BMT, su modello in scala 1:65 e ad un  $Re \approx 1.9 \cdot 10^6$ . Il Numero di Reynolds rapportato alla scala reale, alla velocità richiesta per la stabilità aerodinamica di 75 m/s è pari a  $Re = 302 \cdot 10^6$ .

In precedenza, un modello in scala 1:30 della configurazione dell'impalcato C5/45 (differente rispetto al Progetto Definitivo

approvato per la forma del cassone ferroviario) era stato provato nella galleria del vento 9x9 m dell'NRC, a  $Re \approx 7.0 \cdot 10^6$ . Tale valore rappresenta il massimo Numero di Reynolds mai raggiunto per un modello sezionale aeroelastico di un ponte, e ciononostante rimane comunque due ordini di grandezza inferiore al valore alla scala reale. La configurazione C5/45, benché stabile al flutter, fu scartata per problematiche legate al distacco di vortici.

#### 3.6.2.1.2 Nuova prova sezionale su configurazione finale dell'impalcato

Il paragrafo precedente ha messo in luce come non sia tecnicamente possibile svolgere prove sezionali aeroelastiche a Numeri di Reynolds molto superiori a  $Re \approx 7.0 \cdot 10^6$ . Quello che tuttavia appare possibile è lo svolgimento di alcuni delle prove richieste dalla specifica GCG.F.05.03 su modello in scala 1:30 della configurazione C5/63, appoggiandosi alla galleria del vento 9 x 9 m dell'NRC.

È necessario precisare che nel caso in cui si utilizzasse la struttura dell'NRC, essa non avrebbe la piena capacità per sviluppare il set completo di prove previste dalla GCG.F.05.03 ed elencati sommariamente al paragrafo precedente, e in particolare la determinazione dell'ammiettenza e dei coefficienti di carico per direzioni di vento non normali all'asse dell'impalcato. Di conseguenza, nell'ipotesi di realizzare un modello a scala 1:30 con i numeri di Reynolds più alti possibili per un modello aeroelastico. Si propone di sviluppare una specifica di prova sulla falsariga di quanto sviluppato nel 2010 come meglio specificato qui sotto.

#### 3.6.2.1.3 Specifica di prova proposta, modello sezionale dell'impalcato sezionale in scala 1:30 agli alti numeri di Reynolds

- Definizione dei coefficienti aerodinamici statici per direzioni di vento normali all'asse dell'impalcato;

- misura della stabilità aerodinamica di un modello sospeso elasticamente;
- misura delle vibrazioni indotte dal distacco dei vortici su modello sospeso elasticamente;

Facendo tesoro dell'esperienza 2010 con NRC vale la pena sottolineare che si pensa di aumentare in maniera significativa la rigidità del modello, utilizzando ad esempio fibre di carbonio, e poiché le condizioni al contorno della galleria (scabrezza delle pareti, etc.) sono immutate, sarà possibile operare un confronto pienamente omogeneo fra dati ottenuti nel 2010 ed i nuovi, a beneficio della bontà dei risultati.

L'ammiettenza aerodinamica, e i coefficienti di carico per direzioni di vento non normali all'asse dell'impalcato saranno definiti sulla base dei risultati disponibili ottenuti dalle prove svolte su modelli sezionali in scala 1:80.

#### 3.6.2.1.4 Possibili laboratori

Si propone di svolgere il programma di prove su modello sezionale dell'impalcato presso la galleria del vento dell'NRC, Canada, in modo da ottenere i valori più alti dei Numeri di Reynolds.

In alternativa sarebbe possibile sviluppare il programma completo richiesto dal GCG.F.05.03 presso la galleria del vento del Politecnico di Milano, su modelli in scala massima 1:45 e a Numeri di Reynolds fino  $Re \approx 4.0 \cdot 10^6$ .

#### 3.6.2.2 Prova in galleria del vento per i cavi principali e per i pendini

##### 3.6.2.2.1 Riepilogo delle prove svolte durante il Progetto Definitivo

In fase di sviluppo del Progetto Definitivo è stata condotta una prova in galleria del vento con il fine di indagare la stabilità aerodinamica della configurazione doppia del cavo principale dell'Opera di Attraversamento. La forma, circolare, del cavo principale, rendeva

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

particolarmente opportuno lo svolgimento di tali prove a Numeri di Reynolds quanto più prossimi al valore alla scala reale; di conseguenza fu scelta la galleria del vento ad aria compressa del DLR di Gottinga, in Germania, che permise lo svolgimento di prove con Numeri di Reynolds  $0.8 \cdot 10^6 < Re < 2.4 \cdot 10^6$ . Sfortunatamente tale laboratorio consentiva e consente misure solamente su modelli stazionari.

I risultati delle prove hanno indicato la potenziale insorgenza di due tipi di instabilità aerodinamica:

- Galoppo del cavo sopravvento per vento con velocità superiori a 10 m/s;
- galoppo del cavo sottovento per vento con velocità superiori a 15 m/s.

Tali risultati, ottenuti indirettamente per via numerica, devono essere convalidati mediante un modello aeroelastico in modo da verificare la reale insorgenza del galoppo e identificare, progettare e verificare le eventuali misure mitigative.

### 3.6.2.2.2 Nuove prove aerodinamiche ad alti numeri di Reynolds per il cavo gemellato principale

Un modello aeroelastico del cavo principale in configurazione doppia deve essere concepito e realizzato in modo da risultare sospeso elasticamente nelle due direzioni (vento parallelo e ortogonale all'asse). Lo scopo principale della prova sarà:

- La definizione dei coefficienti aerodinamici statici in funzione dell'angolo di attacco del vento e del Numero di Reynolds per venti normali all'asse del cavo;
- definizione delle vibrazioni per direzioni di flusso parallela e ortogonale alla coppia di cavi, in funzione dell'angolo di attacco e del Numero di Reynolds;
- definizione delle vibrazioni per direzioni di flusso parallela e ortogonale alla coppia di cavi, in funzione dell'angolo di

attacco e del Numero di Reynolds, considerando schermi porosi o connessioni rigide tra i due cavi.

Il diametro dei cilindri dovrà essere in scala adeguata di modo da consentire prove in un intervallo di Numeri di Reynolds analogo a quello della galleria ad aria compressa anche per velocità di vento comprese tra 19 m/s e 52 m/s.

Il programma di prove proposto è diviso in una prima parte obbligatoria ed una seconda opzionale (legata all'eventuale individuazione di misure di mitigazione se necessarie).

I parametri proposti per la prima parte sono:

- Velocità del vento 10 m/s-50 m/s;
- angoli del flusso rispetto all'orizzontale: 0, 5, 10, 15 gradi;

A valle del completamento della prima parte del programma di prove, se necessario, si potranno testare diverse misure di mitigazione delle vibrazioni.

### 3.6.2.2.3 Prove di vibrazione per i pendini

L'esperienza ottenuta dalla recente costruzione e messa in servizio del ponte 1915 di Çanakkale, Turchia, dimostra che l'azione combinata di vento e pioggia può innescare in pendini verticali spostamenti da *galopping* di ampiezze anche rilevanti, mentre una problematica di vibrazione indotte da vortici (VIV) può potenzialmente verificarsi a causa dell'interazione della coppia di pendini posti tra loro in vicinanza. Vibrazioni indotte da vento-pioggia hanno frequenze tipiche di circa 2 Hz e ampiezze pari a 3-5 diametri del cavo coinvolto. Per il ponte 1915 tali vibrazioni sono state studiate in galleria del vento con lo scopo di determinare lo smorzamento addizionale necessario per mitigarne l'entità. Per l'Opera di Attraversamento ci si attende un comportamento analogo e pertanto ci si propone di svolgere un programma di prove analogo.

Il programma completo comprenderà prove di vibrazioni sia a vento/pioggia che eoliche (indotte dal distacco di vortici), e di

conseguenza ciò richiederà due tipologie di prove differenti:

I parametri proposti per la prova di vibrazione vento pioggia sono i seguenti:

- Test su un unico pendino a scala reale;
- Frequenza propria del modello: 1.5 Hz;
- Velocità del vento: 5 m/s – 25 m/s;
- Intensità di pioggia: 5 livelli per identificare il più severo;
- Livelli di smorzamento strutturale: 5 livelli per identificare la dipendenza della risposta in funzione dello smorzamento.

I parametri proposti per le vibrazioni eoliche sono i seguenti:

- Test su coppia di pendini a scala adeguata;
- Frequenza propria del modello: 1.5 Hz;
- Velocità del vento: 2 m/s – 6 m/s con incrementi limitati;
- Livelli di smorzamento strutturale: 5 livelli per identificare la dipendenza della risposta in funzione dello smorzamento, per la velocità di vento che provoca la massima risposta.

### 3.6.2.2.4 Possibili mitigazioni

L'esperienza del ponte 1915 di Çanakkale ha mostrato che sussiste una problematica di vibrazioni indotte dai vortici (VIV) per i pendini più lunghi ovvero quelli prossimi alle torri, oltre che per il galoppo indotto dall'azione combinata del vento e della pioggia. Come misura di mitigazione sono stati introdotti degli smorzatori idraulici progettati allo scopo. A partire dalla loro installazione fino alla data odierna, non sono state registrate vibrazioni. In aggiunta a questi si studierà l'opportunità di prevedere dei "distanziatori" tra le funi costituenti i singoli pendini, analoghi a quelli usualmente previsti per i cavi dei tralicci dell'alta tensione.

### 3.6.2.3 Modello aeroelastico dell'intera struttura

Prove su modello aeroelastico di un intero ponte sospeso sono abitualmente svolte per verificare i risultati sperimentati e le calcolazioni svolte sulla base delle prove – su singole componenti –

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024

precedentemente svolte. Per tale motivo tali prove non furono condotte in sede di Progetto Definitivo ma concordemente rimandate alla fase di Progettazione Esecutiva.

Date le dimensioni dell'Opera di Attraversamento esiste attualmente un'unica struttura nell'emisfero occidentale di dimensioni tali da consentire la verifica di un modello alla scala opportuna, ovvero la galleria 14 m x 4 del Politecnico di Milano.

Gli obiettivi della prova sono i seguenti:

- la determinazione della risposta del modello a un flusso laminare per verificare la stabilità al *flutter* e le vibrazioni indotte da distacco di vortici, per tre direzioni di vento differenti.
- la determinazione della risposta del modello a un flusso turbolento per verificare l'eccitazione di tipo *buffeting*, per tre direzioni di vento differenti

In aggiunta a questo potranno essere testate alcune fasi costruttive rilevanti, a valle delle prove sul modello "finito". Tali prove potranno includere differenti configurazioni dell'impalcato (con/senza schermi, etc.), riflettendo l'effettiva procedura di costruzione.

Saranno tipicamente considerate 3-4 fasi per il montaggio dell'impalcato e una fase per le torri.

### 3.6.2.4 Modello aeroelastico delle torri

#### 3.6.2.4.1 Riepilogo delle prove svolte durante il Progetto Definitivo

Prove in galleria del vento di modelli aeroelastici delle torri sono stati svolte in fase di sviluppo del Progetto Definitivo presso i laboratori del BLWTL, Canada, e BMT, Regno Unito. I modelli testati erano entrambi in scala 1:200, e di conseguenza conformi ai requisiti del §6.4 della specifica CGC.F.05.03.

Entrambe le prove hanno definito i livelli di smorzamento strutturale aggiuntivo necessario alla mitigazione delle vibrazioni indotte da

distacco dei vortici, ovvero il fine, senza tuttavia specificare i mezzi, cioè i dispositivi (TMD, AMD) con i quali ottenere i livelli di smorzamento desiderato.

#### 3.6.2.4.2 Nuove prove su modelli aeroelastici delle torri

Nelle sue raccomandazioni espresse di concerto al parere sul Progetto Definitivo, il Comitato Scientifico ha richiesto di effettuare una prova aeroelastica aggiuntiva su un modello in scala delle torri per verificare l'efficienza dei dispositivi di mitigazione delle vibrazioni indotte da distacco vortici.

Si sottolinea che il modello realizzato a suo tempo al BLWTL è tuttora esistente e potrebbe essere equipaggiato con modelli degli smorzatori, mentre il modello del BMT è stato smantellato di concerto al laboratorio e alla galleria del vento. Lo scopo principale della prova comprenderà:

- La misura delle vibrazioni indotte da distacco dei vortici (VIV) sul modello della torre privo di smorzatori, come ulteriore verifica dei risultati del 2010. Verranno considerate condizioni libere e vincolate, in testa alla torre.
- Misura delle VIV del modello della torre inclusivo di modelli dei dispositivi di smorzamento. Verranno considerate condizioni libere e vincolate, in testa alla torre.
- Misura delle VIV del modello della torre inclusivo di modelli dei dispositivi di smorzamento. Saranno considerate delle condizioni intermedie per simulare le fasi costruttive maggiormente critiche.

#### 3.6.2.4.3 Laboratori proposti

Il modello aeroelastico provato al BLWTL, Canada, è tuttora esistente, e ciò potrebbe rappresentare una soluzione ottimale, anche dal punto di vista delle tempistiche. Come alternativa si valuterà la galleria del vento del Politecnico di Milano che è in grado di un modello aeroelastico in scala maggiore (1:125).

### 3.6.2.5 Prove a fatica della carpenteria metallica

#### 3.6.2.5.1 Approccio progettuale adottato in fase di Progetto Definitivo

Il progetto a fatica dei cassoni principali dell'impalcato è stato affrontato, in fase di Progetto Definitivo, utilizzando categorie di dettaglio definite in normativa, per componenti sensibili ai carichi ciclici, e di conseguenza è stato necessario incrementare localmente gli spessori per soddisfare le verifiche. Si ritiene tuttavia che tramite miglioramento delle saldature e/o mediante lo svolgimento di prove a fatica sia possibile eliminare tali ringrossi/rinforzi ed alleggerire di conseguenza l'impalcato, con un beneficio complessivo per l'intero progetto dell'Opera di Attraversamento.

#### 3.6.2.5.2 Dettagli a fatica da sottoporre a prova

Si propone pertanto di condurre prove a fatica per un totale di quattro (4) differenti dettagli, in accordo con quanto previsto dalla specifica CGC.F.05.03. Tale approccio trova conferma anche nella norma UNI EN 1993-1-9, paragrafo 2, nota 3, che prevede che prove a fatica possono essere svolte *per determinare la resistenza a fatica di particolari costruttivi non inclusi nella presente parte*. I dettagli oggetto delle prove saranno quelli che si incontrano con frequenza, ovvero per i quali il costo di manutenzione e riparazione sarà alto, piuttosto che specifici dettagli di forma atipica, poco sensibili ai carichi ciclici.

Le assunzioni fondamentali sul comportamento a fatica possono essere verificate sottoponendo a prova dettagli rappresentativi in termini di geometria, delle qualità degli acciai e delle saldature, dei carichi.

Alcuni dei dettagli considerati sono (1) connessioni saldate tra diaframmi e flange (flange inferiori in particolare) e (2) giunzioni longitudinale degli irrigidimenti, come da figure seguenti.

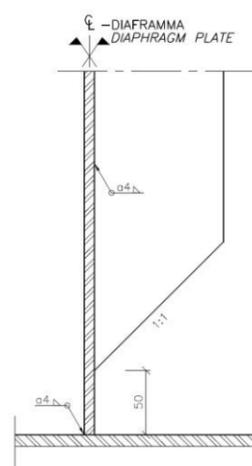


Figura 3-1 Connessione saldata tra diaframma e flangia inferiore.

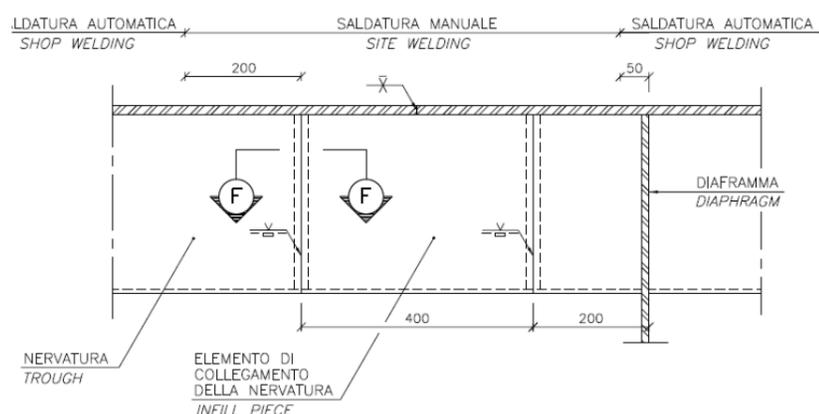


Figure 3-2 Giunzione longitudinale dell'irrigidimento in corrispondenza con il diaframma.

Sul cassone ferroviario, l'apertura per il passaggio della trave a T (3) a supporto della rotaia è naturalmente prona a concentrazioni di sforzi, rappresentando dunque un dettaglio critico. Pertanto, sarà soggetto a prova a fatica come peraltro prescritto nel Progetto Definitivo. Nella figura che segue è possibile apprezzare le concentrazioni di sforzi (in blu).

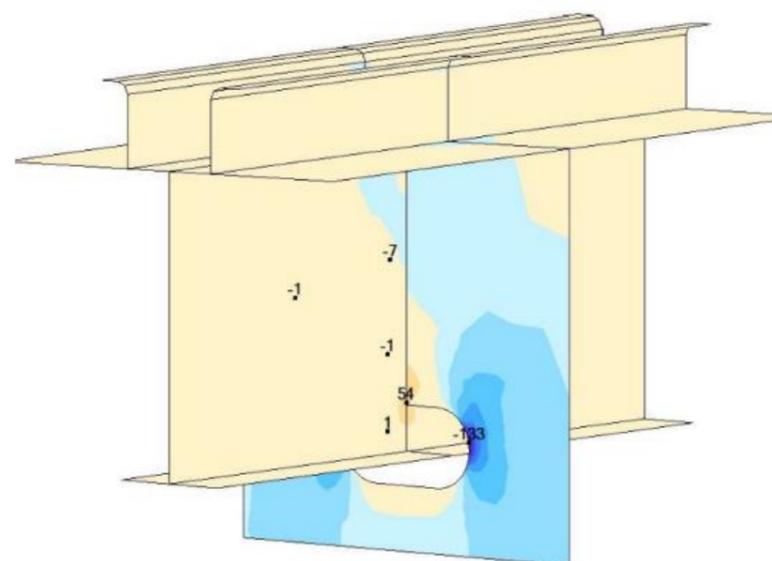


Figure 3-3 Picchi di tensioni sull'apertura per il passaggio della trave a T sotto rotaia

In base alla recente esperienza del ponte 1915 di Canakkale e alle considerazioni e a considerazioni fatte in fase di Progetto Definitivo, la connessione delle canalette longitudinali dell'impalcato in corrispondenza con i diaframmi (4) subirà considerevoli sollecitazioni trasversali, in particolare in corrispondenza della connessione con i trasversi. Per l'Opera di Attraversamento i livelli tensionali saranno particolarmente severi a causa del carico trasmesso dall'impalcato ferroviario e siccome l'effetto combinato di tensioni trasversali e longitudinali non è stato direttamente tenuto in conto nella definizione del dettaglio di normativa, la prova proposta fornirà la corretta categoria di dettaglio sotto tali condizioni di carico.

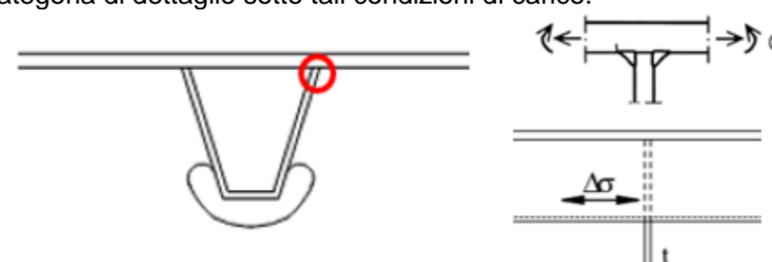


Figure 3-4 connessione tra la canaletta dell'impalcato e il diaframma.

### 3.6.2.5.3 Specifica di prova proposta

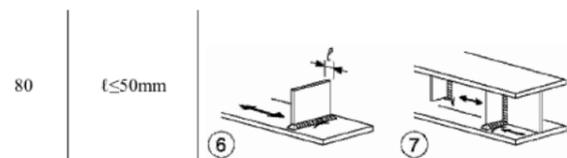
Il dettaglio del completo della specifica di prova sarà concordato con il laboratorio prescelto in funzione delle possibilità delle attrezzature in ogni caso la resistenza a fatica dei dettagli selezionati sarà determinata provando almeno 12 provini per ogni dettaglio come da specifica, o comunque il numero necessario per determinare la curva S-N. Le prove contempleranno  $N=10^7$  cicli. Sarà condotta almeno una prova di "run out" per caratterizzare il comportamento per  $N > 10^7$  cicli. Saranno condotti un minimo di 5 prove al di sotto dei  $10^6$  cicli e nell'intervallo  $10^6-10^7$  (distribuite in maniera omogenea).

I provini saranno generalmente composti in acciaio S 355 ML, ad eccezione di quei dettagli per i quali la resistenza abbia una qualche influenza positiva: in tal caso si considererà il grado effettivo dell'acciaio. Tutte le procedure incluse le saldature dovranno essere conformi alle procedure utilizzate per la produzione degli elementi in carpenteria metallica dell'impalcato in modo da riprodurre correttamente il comportamento a fatica dei dettagli.

Per quanto riguarda il dettaglio di tipo (1), per il quale la verifica effettuata in sede di PD ha ipotizzato il miglioramento del dettaglio di saldatura tramite molatura e smerigliatura dei bordi sarà presa in considerazione almeno una delle due seguenti opzioni:

- Sarà provato il dettaglio di saldatura semplicemente eseguito secondo le prescrizioni di capitolato e non migliorato per verificare se lo stesso dia risultati maggiormente performanti rispetto a quanto riportato in UNI EN 1993-1-9 (80 MPa).
- Sarà provato il dettaglio di saldatura migliorato per verificare la correttezza del dettaglio da IIW (100 MPa).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>		<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i> E	<i>Data</i> 20/01/2024



This weld can however be improved by grinding the toe smooth and thereby get an increased detail category of 100 according to "Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components", International Institute of Welding (IIW), doc. XIII-2151-07/XV-1254-07, May 2007.

511		Transverse non-load-carrying attachment, not thicker than main plate K-butt weld, toe ground Two sided fillets, toe ground Fillet weld(s), as welded thicker than main plate	100 100- 80 71
-----	---	--	-------------------------

Nel secondo caso la procedura di miglioramento della saldatura verrà definito nel dettaglio a priori in modo da poter essere inclusa nel Capitolato di Esecuzione delle strutture metalliche con fine di garantire la corretta esecuzione e il controllo corretti di tutti i dettagli progettati sotto tale ipotesi.

#### 3.6.2.5.4 Possibili laboratori

Le prove saranno condotte presso strutture presenti sul territorio nazionale. Sono in corso contatti con diverse istituzioni universitarie.

### 3.6.2.6 Prove sulla pavimentazione stradale

#### 3.6.2.6.1 Il Progetto Definitivo e lo Stato dell'Arte

Il materiale polimerico proposto per la pavimentazione ultra-sottile dell'Opera di Attraversamento è a tutt'oggi in uso e sotto esame da parte del Comitato Europeo di Normazione (CEN). Se ne prevede la certificazione come pavimentazione stradale entro pochi anni. In Danimarca le pavimentazioni sottili polimeriche su ponti in acciaio e calcestruzzo, anche di luci standard, sono largamente utilizzate a cagione della loro velocità di applicazione e costo limitato. La specifica di prova per la pavimentazione dell'Opera di Attraversamento è stata preparata in fase di Progetto Definitivo e sarà conclusa durante il

Progetto Esecutivo.

#### 3.6.2.6.2 Programma di prove proposto

Lo scopo del programma di prove consisterà nell'identificazione dei prodotti polimerici che possano essere inclusi nel sistema di pavimentazione ultra-sottile e nella verifica tramite test di laboratorio della rispondenza della pavimentazione ai requisiti prestazionali di progetto. Sulla base delle prove, di conseguenza, potrebbe essere necessario modificare la composizione della pavimentazione. Il programma di prove dovrà inoltre definire le condizioni richieste per l'applicazione della pavimentazione e supportare lo sviluppo di metodologie e apparecchiature per installazione e manutenzione sull'Opera di Attraversamento.

- Saranno svolte le seguenti prove di laboratorio:
- Prove di fatica su sistemi con membrana rigida per verificare se uno strato di membrana rigida incrementi le prestazioni a fatica della pavimentazione;
- Proprietà Meccaniche, resistenza allo slittamento e valutazione delle deformazioni permanenti da eseguirsi a temperature di riferimento specifiche per il progetto;
- Prove su leganti e filler per il confezionamento e la stessa della pavimentazione: prove di diversi mix di leganti e filler per resistenza a fatica, a trazione, e a fessurazione;
- Prove a fatica della pavimentazione;
- Prove di adesione tra legante e inerti;
- Prove volte a verificare la rugosità dello strato di usura in funzione della diversa dimensione degli aggregati;
- Prove volte a valutare la lavorabilità dei materiali in funzione di possibili riparazioni future.

Le prove testé descritte sono prevalentemente conformi a norme EN, ASTM e AASHTO e menzionate nella ETAG 033.

Per l'opzione in mastice da 40 mm si ritiene che la mole di dati e di

sperimentazioni attualmente disponibili renda superflua ogni ulteriore prova. I dati di letteratura e le esperienze applicative verranno messi a disposizione di Stretto di Messina.

#### 3.6.2.7 Prove sul sistema di armamento ERS

Il Progetto Esecutivo dell'infrastruttura ferroviaria dell'Opera di Attraversamento sarà sviluppato in accordo alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI). Da notare che nel periodo successivo al 2011 La STI HS (alta velocità) e la STI CR (linee convenzionali) sono confluite in un'unica STI INF (infrastruttura).

L'Embedded Rail System (ERS) è stato introdotto nel progetto preliminare dell'Opera di Attraversamento ed è stato esplicitamente richiesto nelle specifiche allegate al contratto. L'adozione di tale Sistema trova le sue motivazioni nel ridotto peso rispetto a sistemi convenzionali con ballast o con attacco diretto su plinto in calcestruzzo, ma anche per il maggiore smorzamento e le minori emissioni acustiche.

Benché sia una tecnologia esistente su mercato da almeno 30 anni, i sistemi ERS hanno guadagnato un'attenzione significativa in anni recenti. L'Embedded Rail System prevede che la rotaia venga integrata direttamente in una struttura composita invece che essere montata e fissata al di sopra di un supporto (di calcestruzzo, di acciaio etc.). In dettaglio la rotaia è incapsulata in una canaletta di acciaio con funzione di contenimento della rotaia stessa e del materiale polimerico di allettamento.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DEL PROGETTISTA	Codice documento GER0326_revE.docx	Rev E	Data 20/01/2024	

Nome	Descrizione - scopo	Riferimento principale	Priorità (1-4)	Possibili laboratori	Note
Cavo principale di sospensione	Prova aeroelastica sul cavo principale dell'impalcato sospeso, con il fine di verificare l'effettiva insorgenza di fenomeni di galloping teorizzati per via indiretta e di progettare le eventuali misure di mitigazione	Raccomandazioni generali, punto 4d	4	NRC o PoliMi	I risultati della prova potrebbero indicare la necessità di misure di mitigazione da progettare, e dunque sono richiesti prima del PE
Embedded rail system (1)	Saranno completate le prove eventualmente non effettuate nel periodo successivo all'approvazione del PD	Raccomandazioni generali, punto 4l	4	Politecnico di Milano	
Embedded rail system (2)	La sostituzione della rotaia del ponte sull'Arno a Pisa già dotato del sistema a rotaia annegata che verrà effettuata nei prossimi mesi da parte di RFI costituirà una utile sperimentazione alle operazioni di manutenzione della rotaia ERS. Tale esperienza contribuirà a verificare l'influenza della temperatura sulle operazioni di sostituzione del binario	Raccomandazioni generali, punto 4l	4	N/A	L'effettiva tempistica della prova dipende dalle operazioni di manutenzione, ovvero da RFI. Si prevede comunque che siano completate prima dell'avvio della P.E.
Modello sezionale del ponte (1)	Prova sezionale ad alti numeri di Reynolds. La prova verrà effettuata su modello in scala opportuna, possibilmente grande, in modo da ottenere i massimi Re ottenibili in via pratica	Raccomandazioni generali, punto 4a	4	NRC o PoliMi	Non è tecnicamente possibile ottemperare alla richiesta di scalatura 1:1 del Numero di Reynolds
Prove a fatica	Prove a fatica su dettagli selezionati dell'impalcato sospeso in modo da verificarne la rispondenza con le assunzioni progettuali	Design Reports PS0075 Raccomandazioni generali, punto 4g	4	Università di Pisa, Politecnico di Milano	L'esito del test può avere un'effettiva influenza sulla progettazione dell'impalcato e dei componenti di supporto, pertanto i risultati sono necessari in tempo utile per il Progetto Esecutivo
Vibrazioni dei pendini	Prove VIV ed effetto scia	Componente di Progetto 22, commento n.9	3	NRC o PoliMi	
Vibrazioni dei pendini	vibrazioni indotte da vento/pioggia	Componente di Progetto 22, commento n.9	3	NRC o Force o CSTB	
Modello aeroelastico completo	Modello aeroelastico in scala dell'intera OdA, sottoposto a flusso laminare e turbolento.	Specification CGC.F.05.03	2	PoliMi	Da un punto di vista tecnico il test non è necessario alla progettazione, ma verrà utilizzato a valle per conferma dei risultati ottenuti nelle gallerie "parziali". La prova includerà un numero limitato di configurazioni costruttive
Modello sezionale del ponte (2)	Prove di un numero limitato e prestabilito di configurazioni costruttive, eseguito tarando i vincoli elastici del modello sezionale in scala	Raccomandazioni generali, punto 4h	2	PoliMi	
Modello aeroelastico della torre	Prove in galleria del vento di modello della torre inclusivo di dispositivi di smorzamento, in condizione libera e vincolata	Raccomandazioni generali, punto 4e	2	PoliMi	La prova includerà un numero limitato di configurazioni costruttive
Test sulla pavimentazione ultrasottile	Il programma di test sarà svolto in fase di PE sostanzialmente sulla base della specifica prevista in PD. Avrà come scopo l'identificazione del prodotto polimerico più adatto per il sistema di pavimentazione e la verifica che lo stesso soddisfi i requisiti di progetto.		2	Politecnico di Torino	
Test per i sensori del cavo principale	Il programma di test sarà svolto in fase di PE al fine di verificare la funzionalità in condizioni reali dei sensori a fibra ottica nei cavi		2	In via di definizione	

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DEL PROGETTISTA</b>	<i>Codice documento</i> GER0326_revE.docx	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	

#### **3.6.4 Riscontro ai restanti commenti del Comitato Scientifico, del PMC e di RINA**

Viene dato riscontro ai commenti espressi dal Comitato Scientifico, dal PMC, e dal RINA in sede di revisione del Progetto Definitivo (2011). Per ogni commento è espressa una priorità, in termini di una scala 1-4, secondo la definizione che ne è stata data nel verbale della riunione tenutasi il 28-09-2011, presenti rappresentati di Stretto di Messina, PMC e Contraente Generale, e che si riporta testualmente:

- 1. Open Item is not critical because there is a problem of form and not of substance;*
- 2. The detailed development can be carried out during the approval of the Progetto Esecutivo;*
- 3. The solution of the Open Item requires refinements of the design necessary for the development of Progetto Esecutivo;*
- 4. The solution of the Open Item requires refinements of the design necessary for the development of Progetto Esecutivo to be executed before the start of relevant activities.*

Le priorità assegnate nel corso di detta riunione sono state rivalutate nell'ottica odierna, perlopiù confermate, con alcune eccezioni. Il documento completo viene consegnato allegato con codifica "GER0328 – Risposte ai commenti di cui all'allegato A atto aggiuntivo n.3 - CG5000PRGRGTCRGG000000004A".