


**NUOVO COLLEGAMENTO A 132 KV FRA L'ISOLA D'ELBA E IL CONTINENTE**

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

**Storia delle revisioni**

Rev.	Data	Descrizione
01	06/2015	Revisione
00	04/2015	Prima emissione



Elaborato	Verificato	Approvato
	Dott. M. Sandrucci Dott. Morra	L-Moiana (ING/SI-SAM)
		N. Rivabene (ING/SI-SAM)

m010CI-LG001-r02

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Motivazioni dell'opera .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Descrizione del progetto.....</b>	<b>8</b>
3.2.1	Consistenza territoriale dell'opera .....	8
3.2.2	Descrizione delle opere .....	9
3.2.3	Vincoli aeroportuali .....	15
3.2.4	Distanza di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi.....	15
3.2.5	Caratteristiche tecniche dell'opera .....	15
3.2.6	Aree di cantiere.....	23
3.2.7	Aree impegnate .....	24
3.2.8	Fasce di rispetto .....	24
3.2.9	Cronoprogramma.....	24
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Area di Piombino .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Area di Portoferraio .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3</b>	<b>Tratto sottomarino.....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....</b>	<b>31</b>
<b>6.1</b>	<b>Area di Piombino .....</b>	<b>31</b>
<b>6.2</b>	<b>Area di Portoferraio .....</b>	<b>33</b>
<b>6.3</b>	<b>Tratto sottomarino.....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>COMPATIBILITA' CON IL PAI .....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>SISMICITÀ DELL'AREA.....</b>	<b>36</b>
<b>8.1</b>	<b>Risposta sismica locale e profili di suolo sismico .....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....</b>	<b>43</b>
<b>9.1</b>	<b>Area di Piombino .....</b>	<b>43</b>
<b>9.2</b>	<b>Area di Portoferraio .....</b>	<b>44</b>
<b>9.3</b>	<b>Tratto sottomarino.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI .....</b>	<b>45</b>
<b>11</b>	<b>CRITERI PROGETTUALI DELLE OPERE INTERAGENTI CON IL SUBSTRATO LITOLOGICO....</b>	<b>46</b>
<b>11.1</b>	<b>Realizzazione dei cavidotti terrestri .....</b>	<b>46</b>
11.1.1	Posizionamento dei cavi in trincea .....	46
11.1.2	Buche giunti.....	50
<b>11.2</b>	<b>Realizzazione del cavidotto sottomarino .....</b>	<b>52</b>
<b>12</b>	<b>STABILITA' DEGLI SCAVI.....</b>	<b>53</b>

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

<b>13</b>	<b>CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI .....</b>	<b>53</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>54</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>55</b>

## **1      PREMESSA**

Terna S.p.A., con atto notarile Rep. n. 18464 del 14.03.2012, ha conferito procura a Terna Rete Italia S.p.A. (costituita con atto notarile Rep. n. 18372/8920 del 23.02.2012 e interamente controllata da Terna S.p.A.) affinché la rappresenti nelle attività di concertazione, autorizzazione, realizzazione ed esercizio della RTN.

Terna, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, predispone annualmente il Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Il Piano di Sviluppo vigente riporta, tra gli interventi che Terna intende realizzare per tramite Terna Rete Italia S.p.A., l'intervento oggetto del presente Studio, che consiste nel potenziamento dell'interconnessione a 132 kV già esistente fra il Continente e l'isola d'Elba, attraverso un nuovo collegamento sottomarino, in semplice terna a 132 kV in corrente alternata, tra la Cabina Primaria di Colmata nei pressi di Piombino e la Cabina Primaria di Portoferraio nell'Elba.

L'intero intervento in esame è localizzato nella Regione Toscana, in Provincia di Livorno a cavallo tra la zona di Piombino e l'Elba.

La presente Relazione Geologica è redatta in conformità a quanto stabilito dal D.M. LL.PP. 11 marzo 1988: "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" ed alla Circ. LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Per lo svolgimento del presente lavoro, inoltre, si è tenuto conto del D. Lgs n. 163 del 2006 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE). e del D.M. 14/01/2008 (Testo Unico- Norme tecniche per le costruzioni).

Il presente documento si propone di illustrare le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica degli interventi, a terra e in mare, necessari per il potenziamento dell'interconnessione a 132 kV già esistente fra il Continente e l'isola d'Elba, attraverso un nuovo collegamento sottomarino, in semplice terna a 132 kV in corrente alternata, tra la Cabina Primaria di Colmata nei pressi di Piombino e la Cabina Primaria di Portoferraio nell'Elba.

Per le aree interessate dagli interventi, lo studio persegue il fine di fornire un panorama delle conoscenze del territorio ed effettuare una valutazione per caratterizzare i terreni interessati dalla realizzazione dei caviddotti interrati, sia sulla terraferma, che sul fondo del tratto marino tra Piombino e l'Isola d'Elba, unitamente ad una caratterizzazione sismica, geomorfologica ed idrogeologica delle aree di lavorazione.

Quanto di seguito riportato costituisce una prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche dell'area di studio, sulla base dei dati direttamente desunti nel corso di specifici sopralluoghi effettuati in situ

e di altri acquisiti da fonti bibliografiche, comprese le attività di survey per l'area marina compresa tra Piombino e Portoferraio.

Ovviamente, il carattere preliminare del lavoro, evidenziato dalla caratterizzazione litologica dei terreni non su base geognostica, quanto bibliografica, sarà superato con l'approntamento di una mirata e puntuale campagna d'indagini geognostiche e di laboratorio, da programmare ed effettuare nella successiva fase di progettazione esecutiva.

## RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

### 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona d'intervento è suddivisa in tre aree geograficamente ben definite;

- la zona sulla terraferma compresa tra l'approdo localizzato ad est del centro abitato di Piombino in loc.tà Torre del Sale in prossimità della Centrale ENEL, nei pressi della foce del fiume Cornia e la Cabina Primaria di Colmata nei pressi di Piombino,
- la zona sull'Isola d'Elba compresa tra l'approdo in sinistra idraulica del Fosso della Madonnina in loc.tà Antiche Saline a Portoferraio, in prossimità del circolo Nautico "Teseo Tesei" e del cantiere nautico ESAOM CESA e la CP di Portoferraio
- il tratto di mare compreso tra i due approdi sopra citati

Le estensioni delle aree di studio a terra sono molto contenute, in quanto le distanze tra punto di approdo del cavidotto sottomarino e Cabina Primaria di allaccio sono ridotte (meno di 3 km per Piombino e addirittura circa 400 m nel caso di Portoferraio).

In entrambi i casi le aree ricadono interamente in zone pianeggianti.

Il cavidotto nell'area di Piombino segue inizialmente il corso del Fiume Cornia, risalendo per poco più di 1 km verso l'interno, per poi piegare verso ovest, allineandosi lungo il tracciato della SP 40 fino all'altezza dell'esistente CP.



**Figura 2.1: L'area interessata dal cavidotto nella zona di Piombino**

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

Il cavidotto sull'isola d'Elba segue il corso del Fosso della Madonnina fino al ponte che scavalca un ramo della darsena turistica. Da qui corre in corrispondenza della sede stradale che serve l'area produttiva fino all'innesto nella Cabina Primaria.



**Figura 2.2: L'area interessata dal cavidotto nella zona di Portoferraio**



**Figura 2.3: La SE di arrivo dei cavidotti di Piombino (sx) e CP Portoferraio (dx)**

Tutte le aree ricadono nella provincia di Livorno, interessando i Comuni di Piombino e Portoferraio.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

### **3 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

#### **3.1 Motivazioni dell'opera**

Le situazioni di criticità evidenziate e le analisi delle situazioni previsionali previste sulla porzione di rete in esame hanno consentito di individuare gli interventi di sviluppo finalizzati alla risoluzione delle criticità in termini di incremento della qualità del servizio dell'area e incremento della sicurezza di esercizio della rete che alimenta l'isola.

Oltre a migliorare la qualità del servizio nell'area in questione, l'intervento consentirà di:

- ridurre l'impegno dell'unico collegamento 132kV "Piombino C. S.Giuseppe" con conseguente riduzione delle perdite di rete;
- ridurre gli oneri derivanti dalla necessità di approvvigionare servizi di rete nel MSD;
- garantire la copertura in sicurezza del fabbisogno anche a fronte della crescita del carico ed in relazione all'evoluzione del sistema elettrico.

#### **3.2 Descrizione del progetto**

##### **3.2.1 Consistenza territoriale dell'opera**

Nella tabella che segue si riporta la consistenza della nuova linea in progetto. Nel complesso è prevista la realizzazione di una nuova linea lunga circa 34,6 km.

<b>Interventi in progetto</b>	<b>Provincia</b>	<b>Comune</b>	<b>Estensioni</b>
Cavidotto terrestre (Continente)	Livorno	Piombino	~ 2,9 km
Cavidotto terrestre (Isola d'Elba)	Livorno	Portoferraio	~ 0,4 km
<b>Sub-tot. (sviluppo lineare cavidotto parte terrestre)</b>			<b>~ 3,3 km</b>
Cavidotto marino			<b>~ 31,3 km</b>
<b>Totale sviluppo lineare cavidotto</b>			<b>~ 34,6 km</b>





**Figura 3.2.1: Ubicazione dell'intervento**

### **3.2.2 Descrizione delle opere**

L'intervento, come detto, consiste nel realizzare un nuovo collegamento in cavo, per la maggior parte sottomarino, fra l'isola d'Elba e il continente che raddoppierà quello esistente, anch'esso in cavo marino ed i cui estremi sono Cala Telegrafo sull'isola d'Elba e Tolla Alta sulla penisola.

Contestualmente sono previsti degli interventi, per l'adeguamento nella cabina primaria esistente di Portoferraio e per la connessione alla Cabina Primaria (CP) Colmata esistente, nodi terminali del collegamento in cavo.

#### **3.2.2.1 Cabina Primaria di Portoferraio**

Lato isola d'Elba, le opere di connessione del collegamento interessano le aree interne alla **CP di Portoferraio**, in cui è previsto l'utilizzo di una stazione di connessione a rapida installazione (SCRI), ubicata nella parte del piazzale di stazione adiacente la sezione esistente 132 kV.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Figura 3.2.2: Localizzazione dell'area di intervento (perimetro magenta) interna alla CP Portoferraio esistente (cerchio rosso).**

Questa stazione del tipo in configurazione mono sbarra è composta da n° 3 montanti linea pre-assemblati e realizzati con moduli compatti integrati isolati in SF6, ognuno provvisto di organi di sezionamento e apparecchiature di interruzione e misura ed è completa del sistema di controllo e dei Servizi Ausiliari e Generali ubicati in un container.

Su ciascuno dei tre montanti, tramite terminali del tipo SF6 sconnettabili, saranno connesse n° 3 terne di cavi unipolari 132 kV:

1. una proveniente dalla zona di approdo ubicato in località fosso della Madonnina
2. una di collegamento con il reattore di compensazione
3. una di collegamento con lo stallo disponibile della sezione esistente 132 kV di Portoferraio.

Per la connessione di queste ultime due tratte di cavo sarà prevista la messa in opera di terminali cavi e l'uso di raccordi finali in corda.

Per la protezione dalle sovratensioni dei cavi e del macchinario è prevista l'installazione di n° 2 scaricatori: uno in prossimità del reattore ed un secondo prima del TV sullo stallo linea della sezione esistente 132 kV.

Il reattore di compensazione avrà una potenza nominale al momento prevista di circa 54 MVar, equipaggiata con variatore sotto carico con range di regolazione: questo valore potrà subire adattamenti nella successiva fase di progettazione esecutiva, anche in funzione di possibili mutamenti degli scenari di riferimento attesi sul funzionamento della rete.

Il macchinario sarà installato nel piazzale esistente di stazione e sarà dotato di idonei muri parafiamma ai lati, al fine di ridurre il rischio di estensione di un eventuale incendio. Il macchinario verrà posato su una fondazione strutturate in modo tale da essere in grado di ricevere l'olio contenuto nella macchina, in caso di fuoriuscita dello stesso per guasto, e di smaltirlo tramite un sistema dedicato di tubazioni in nella Vasca Raccolta Olio (VRO) da realizzare nella nuova area.

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

Con riferimento al trattamento degli scarichi delle acque piovane, incluse quelle raccolte nel VRO, in fase di progettazione esecutiva verrà verificata la possibilità di utilizzare, anche a valle di opportuni adeguamenti, l'impianto fognario esistente, ad essere utilizzato per lo smaltimento dei suddetti scarichi. In questo caso tra la rete fognaria ed il serbatoio sarà prevista l'installazione di un apposito disoleatore al fine di impedire lo smaltimento di acque in presenza di olio. Ad ogni modo sarà prevista l'installazione nel serbatoio di sistema di segnalazione dei livelli di riempimento con relativi allarmi remotizzati.

L'area interessata dalla nuova sezione 132 kV, dal container e dal macchinario sarà delimitata da una recinzione del tipo amovibile e dotata di un cancello dedicato.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari della nuova sezione 132 kV, ubicati nel container dovrà essere prevista la derivazione n° 1 linea di BT 400 V, proveniente dalla sezione BT del quadro servizi ausiliari della CP. Allo scopo di garantire un'alimentazione di emergenza sarà prevista l'installazione di un Generatore Elettrico appositamente dimensionato, ubicato all'interno del container e di un serbatoio di alimentazione esterno, da localizzare anch'esso nella nuova area.

Le potenza richiesta dalle utenze dei servizi ausiliari sarà di circa 25 kVA.

I servizi ausiliari del reattore in via preliminare saranno alimentati da quelli della nuova sezione 132 KV, localizzati all'interno del container. In fase di realizzazione sarà verificato l'opportunità di richiedere anche per loro la derivazione di linee BT provenienti dalla CP.

L'impianto di terra esistente della stazione sarà opportunamente ampliato con la realizzazione di una rete di terra nella nuova area 132 kV, a cui saranno collegate le apparecchiature mediante due o quattro conduttori in corda di rame nudo sezione di 125 mmq. Le nuove parti di rete di terra saranno collegate all'esistente in appositi pozzetti in cui poter sezionare, quando necessario, le due parti di rete. Al momento i valori attesi della nuova corrente di cto, pari a circa 15 kA<sup>1</sup>, non rendono necessario prevedere un intervento di adeguamento della rete esistente, considerando anche il suddetto ampliamento.

I cavi di potenza provenienti dall'approdo entrano in CP alla sinistra dell'attuale cancello di accesso. All'interno dell'area della CP il tracciato interesserà, per quanto possibile, la strada perimetrale interna per deviare nella parte finale verso i terminali cavo della SCRI.

La modalità di posa dei cavi sarà del tipo in trincea. I cavi saranno interrati ed installati in una trincea con profondità di posa e distanza tra le fasi da definire in dettaglio in fase di progettazione esecutiva, tenendo conto delle caratteristiche nominali dei cavi e delle distanze di rispetto con i servizi interferenti.

Saranno definite in dettaglio nella fase di progettazione esecutiva le modalità di risoluzione delle seguenti interferenze:

- cavi MT
- linea rea AT
- serbatoi di gasolio
- sistema di tubazioni e idranti facenti parte il sistema anti incendio
- impianto di illuminazione

---

<sup>1</sup> Sia nel caso di guasto trifase che monofase

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar', e saranno protetti da una lastra di protezione in cemento armato ed opportunamente segnalati nella parte di terreno superiore allo scavo e sulla superficie.

### **3.2.2.2 Collegamento in cavo parte marina e parte terrestre**

L'elettrodotto che unisce la Cabina Primaria di Portoferraio sull'isola d'Elba e la Cabina Primaria "Colmata" sul continente, ha una lunghezza complessiva di circa 34,6 km di cui 3,3 km in cavo interrato e 31,3 in cavo sottomarino.

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, ricadente quasi completamente su strade comunali, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. L'elettrodotto è stato progettato in modo tale da minimizzare le interferenze con le proprietà interessate e le aree destinate allo sviluppo urbanistico e di particolare interesse paesaggistico ed ambientale. Pertanto tale il tracciato è stato sviluppato quasi interamente su viabilità esistente.

Per il tratto sottomarino, la scelta del tracciato è stata effettuata a valle di una approfondita indagine (Survey marina) che ha permesso di individuare il corridoio di posa ed è stata condotta considerando:

- i siti di approdo dei cavi per l'individuazione di aree idonee nelle quali collocare i rispettivi giunti terra mare (T/M);
- la batimorfologia del fondale;
- le attività antropiche e marittime con incidenza diretta sul fondale, ad esempio pesca;
- la eventuale presenza di aree marine protette e/o biocenosi di pregio;
- i cavi e le condotte sottomarine esistenti, in esercizio e fuori servizio.

La parte in cavo interrato sull'isola d'Elba è lunga circa 0,4 km e, partendo dalla Cabina Primaria di Portoferraio percorre via della Ferriera in direzione del fosso di Riondo

Dopo aver superato il suddetto fosso, l'elettrodotto prosegue lungo la strada a fianco del fosso della Madonnina fino a raggiungerne la foce dove verrà effettuata la giunzione fra cavi terrestri e cavi sottomarini, mediante giunti direttamente interrati o alternativamente collocati in apposite camerette. In tale tratto il cavo corre parallelo al fosso ad una distanza variabile non inferiore ai 4 m.

Il tracciato definitivo del cavo sottomarino nella rada di Portoferraio compie un'ampia ansa mantenendosi abbastanza parallelo alla costa e utilizzando per quanto possibile il canale di accesso al porto, in modo da non interferire con potenziali aree di ormeggio. Tale soluzione consente di mettere in atto adeguate misure di sicurezza per la protezione del cavo (interro), minimizzando, al tempo stesso l'interferenza con biocenosi di pregio (posidonieto) .

## RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Dalla rada di Portoferraio il tracciato prosegue verso nord-est, mantenendosi a circa 1,3 km dalla costa, giunto a Capo Vita fa una deviazione verso est ed attraversa il canale di Piombino in maniera obliqua per puntare verso la località Torre del Sale a circa 300 m alla destra idraulica della bocca del fiume Cornia. In prossimità di questo approdo verrà fatta l'altra giunzione fra cavi sottomarini e cavi interrati.

Dal suddetto punto di giunzione il tracciato prosegue lungo una strada bianca parallela alla costa in direzione del fiume Cornia fino ad incrociare il piccolo fosso Tombolo.

Oltrepassato il suddetto fosso, il tracciato percorre la strada bianca che costeggia la destra idraulica del fiume Cornia in direzione della strada Provinciale n. 23bis (via della Base Geodetica) per poi proseguire sempre sulla stessa strada bianca parallelamente alla suddetta Strada Provincia fino alla Cabina Primaria "Colmata". Lungo questo tratto in cavo interrato sono previste delle giunzioni fra le varie tratte ogni 500-600 m circa.

### 3.2.2.3 Cabina Primaria di Colmata

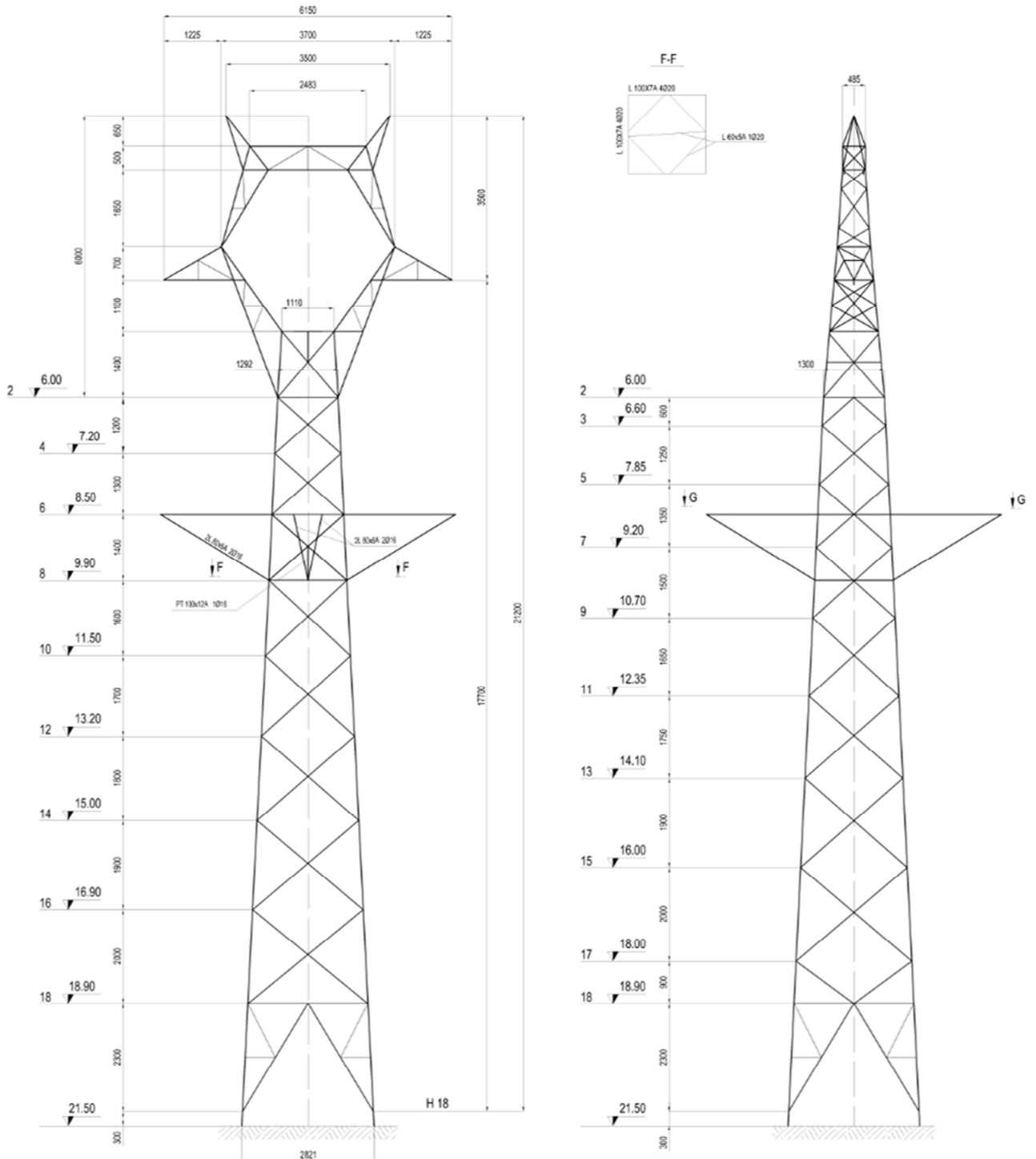
Lato continente, le opere di connessione del collegamento interessano le aree interne alla **CP di Colmata**. La soluzione proposta prevede la realizzazione nell'area antistante lo stallo disponibile, di un sostegno, dotato di pianali su cui installare i terminale dei cavi e gli scaricatori. Il collegamento con il TV sarà realizzato tramite raccordi in corda, collegandosi al portale esistente in modo da preservare l'utilizzo della viabilità interna di stazione.



**Figura 3.2.3: Localizzazione dell'area di intervento (perimetro magenta) interna alla SE Colmata esistente (cerchio rosso).**

In questa fase di progettazione preliminare è stato ipotizzato di utilizzare un sostegno dello stesso tipo di quelli già in opera: in fase di progettazione esecutiva sarà definito in dettaglio il tipo di sostegno ottimale.

Per quanto riguarda la rete di terra ed il tracciato di riferimento per il collegamento in cavo valgono le stesse considerazioni esposte per la CP di Portoferraio.



**Figura 3.2.4: Tipologico sostegno di stazione tiro pieno per linee aeree 132 kV/152 kV**

### **3.2.3 Vincoli aeroportuali**

Il collegamento è completamente in cavo interrato e sottomarino, in ogni caso le opere non interessano zone sottoposte a vincoli aeroportuali.

### **3.2.4 Distanza di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi**

Recependo quanto richiesto dal Ministero dell'Interno, Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile, con Circolare Prot. DCPST/A4/RA/1200 del 4 maggio 2005 e con successiva nota inviata a Terna n. DCPST/A4/RA/EL/ sott.1/1893 del 09/07/08 si è prestata particolare attenzione a verificare il rispetto delle distanze di sicurezza tra gli elettrodotti in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D. Lgs. 334/99.

Per quanto attiene il tratto terrestre lungo complessivamente circa 3,3 km, sono rispettate le distanze di sicurezza ai sensi della norma CEI 11-17, come riportato nel documento RU23086B1BDX19543 "Relazione dimostrativa del rispetto delle distanze di sicurezza di prevenzione incendi" allegata al PTO.

In merito all'installazione di impianti o attività soggette al rilascio del Certificato Prevenzione Anti incendio, si assicura che sarà richiesto, in fase di progettazione esecutiva, il rilascio del relativo parere di conformità (art. 2 del DPR 37/98).

Inoltre, vista la necessità di installare una nuova macchina elettrica fissa (reattore) con contenuto di liquido isolante combustibile superiore a 1 m<sup>3</sup> all'interno dell'esistente CP di Portoferraio, si provvederà ad ottemperare agli adempimenti antincendio relativi alle nuove attività di sua competenza, previsti dal DPR 151/11 ed indicati nella relativa regola tecnica DM del 15 luglio 2014 (G.U 180 del 5 Agosto 2014).

*In conclusione dall'analisi preliminare effettuata, non risultano situazioni ostative alla sicurezza di attività soggette al controllo del VV.FF, assicurando nel contempo che, in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'inizio dei lavori, si provvederà a svolgere un'ulteriore indagine al fine di accertare eventuali variazioni dello stato dei luoghi.*

### **3.2.5 Caratteristiche tecniche dell'opera**

Il collegamento tra l'isola d'Elba e il continente sarà realizzato in conformità alle vigenti normative CEI, IEC, e ISO applicabili.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche delle opere da realizzarsi. Le ulteriori caratteristiche sono riportate nei rispettivi piani tecnici delle opere a cui si rimanda.

### **3.2.5.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto**

Le caratteristiche elettriche del collegamento sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Corrente nominale	500 A
Potenza nominale	115 MVA

### **3.2.5.2 Caratteristiche tecniche elettrodotto**

Per la realizzazione del collegamento, sia per il tratto terrestre che per quello marino, è stato scelto un cavo isolato in polietilene reticolato (XLPE).

Questa soluzione presenta il vantaggio di non richiedere alimentazione di fluido dielettrico, per cui non sono necessarie apparecchiature idrauliche ausiliarie per la sua funzionalità, con semplificazione dell'esercizio e garanzia della massima compatibilità ambientale. Questo tipo d'isolante è inoltre caratterizzato da basse perdite dielettriche e da un'alta temperatura di servizio.

#### **3.2.5.2.1 Caratteristiche cavo marino**

Il cavo tripolare d'energia a 132kV è costituito dall'unione di tre cavi unipolari; sull'insieme dei cavi sono applicati dei rivestimenti protettivi in modo da costituire un unico cavo.

Ogni cavo unipolare è isolato con XLPE per la tensione U<sub>0</sub>/U 87/150kV e per il livello ad impulso di 750kVc ed è costituito da un conduttore in rame, provvisto di una guaina in piombo ricoperta da una guaina termoplastica.

I cavi di potenza saranno corredati da due sistemi di servizio a fibre ottiche

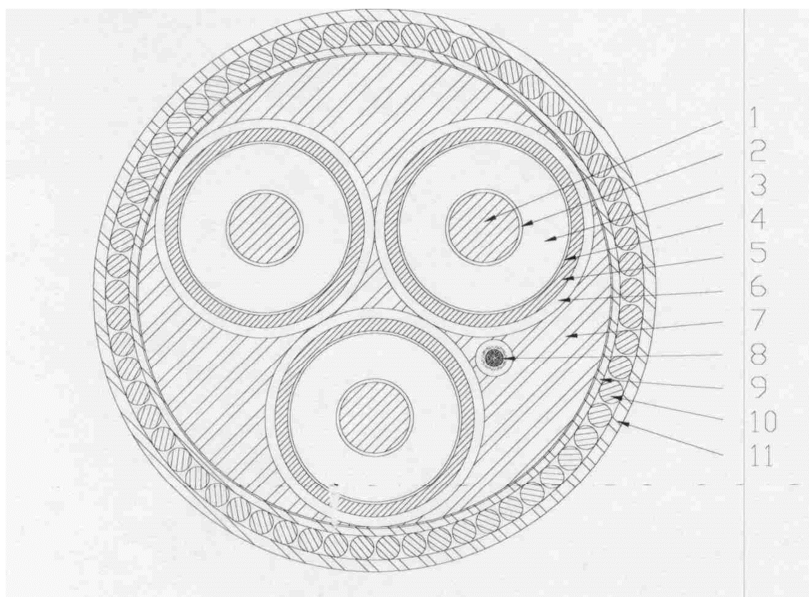
- uno dedicato al monitoraggio della temperatura dei cavi
- uno per il sistema di protezione, controllo e conduzione dell'impianto.

In base alle tecnologie disponibili detti sistemi di servizio potranno essere inseriti direttamente all'interno dei cavi ovvero realizzati mediante cavo dedicato.

Il cavo a fibre ottiche è di tipo multifibra con nucleo scanalato per l'alloggiamento di 24 o 48 fibre con protezione meccanica costituita da una doppia armatura a fili di acciaio.



**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Legenda**

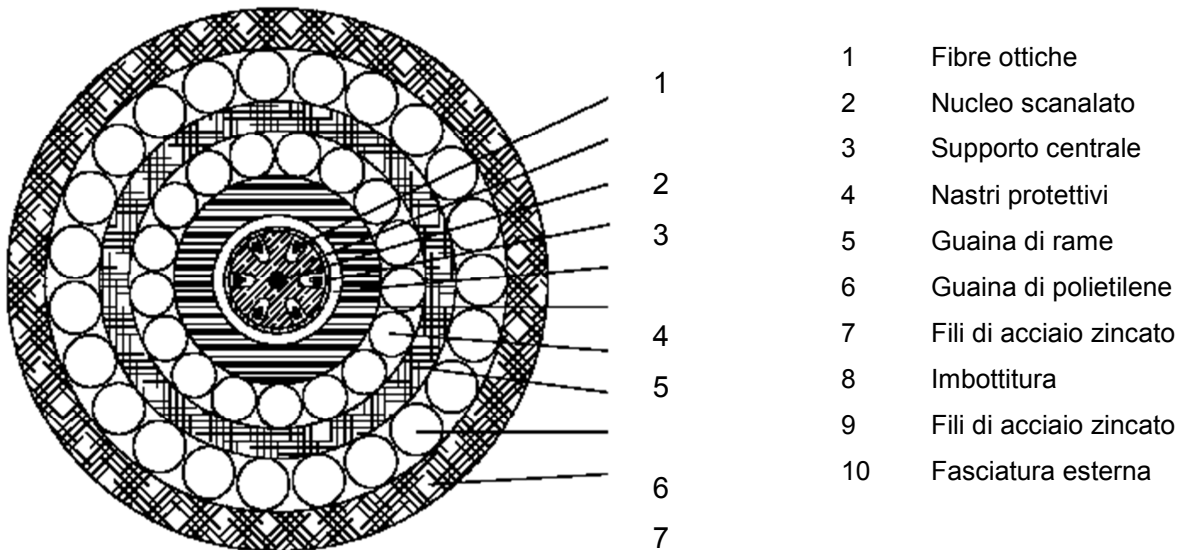
1	Conduttore a conci di rame o alluminio
2	Semiconduttore interno
3	Isolante XLPE
4	Semiconduttore esterno estruso e nastro semiconduttore igroespandente
5	Guaina di Pb
6	Guaina di politene
7	Riempitivi
8	Cavo in fibra ottica
9	Nastro di legatura sull'insieme dei cavi ed imbottitura di polipropilene
10	Armatura a fili di acciaio zincato
11	Fasciatura di polipropilene

**Caratteristiche principali preliminari del cavo marino di potenza**

Materiale del conduttore	Rame
Sezione tipica del conduttore	400 - 600 mm <sup>2</sup>
Diametro esterno del cavo	~210 mm
Peso in aria	~71 kg/m

**Figura 3.2.5:** Cavi 132 / 150 KV tripolari isolati in XLPE – conduttore in rame - Disegno tipico (non in scala) del cavo marino a 132 kV / 150 kV con conduttore in rame con un solo sistema in fibra ottica.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



<b>Caratteristiche principali preliminari del cavo marino a fibre ottiche</b>	
Numero di fibre ottiche	Fino a 48
Diametro esterno del cavo	25-37 mm
Peso in aria	1.4-3.4 kg/m
Peso in acqua	1-2.5 kg/m

**Figura 3.2.6: Disegno tipico (non in scala) del cavo marino a fibre ottiche**

**3.2.5.2.2 Modalità di posa cavo marino**

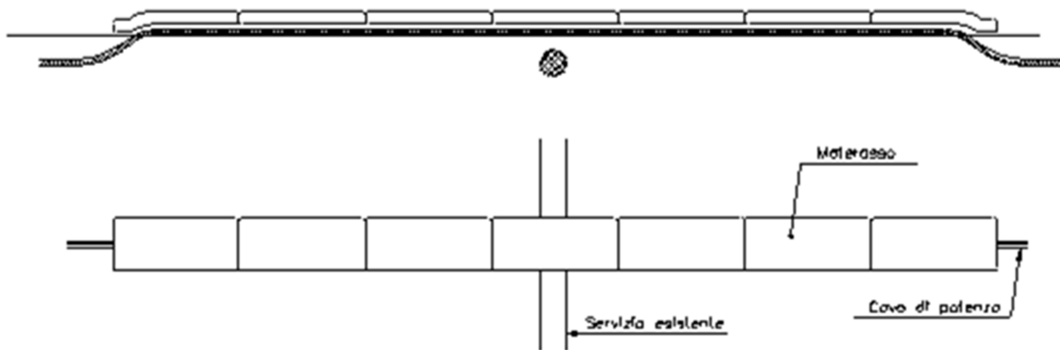
Si veda paragrafo 11.2 Realizzazione del cavidotto sottomarino.

**3.2.5.2.3 Modalità per l'esecuzione degli attraversamenti marini**

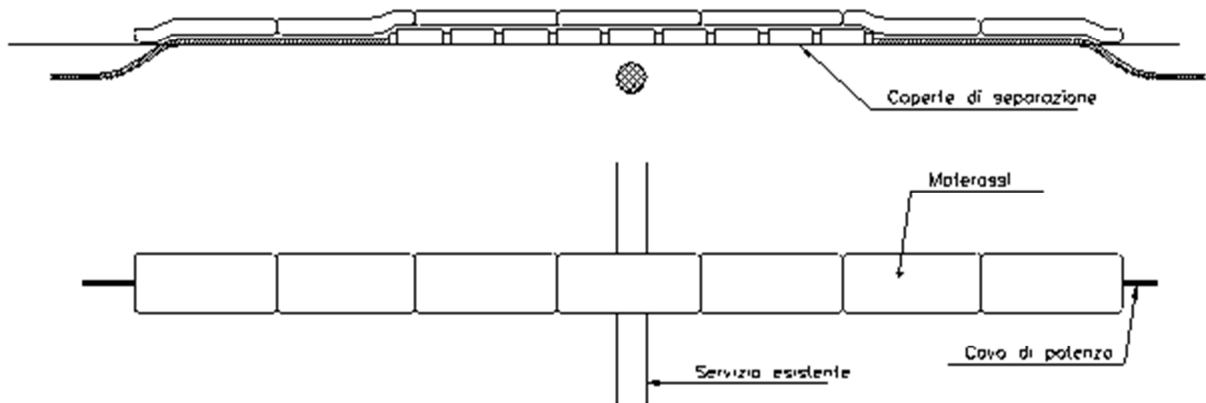
In presenza di altri servizi, quali cavi o gasdotti, posati in trincea, l'attraversamento potrà essere realizzato facendo transitare i cavi al di sopra del servizio da attraversare, se quest'ultimo non è interrato, separandoli opportunamente adottando ad esempio soluzioni in materiale plastico, ovvero con materassi o sacchi riempiti di sabbia o cemento come mostrato nelle figure seguenti.

La stessa tecnica può essere necessaria anche in caso che il cavo o il tubo attraversato sia interrato artificialmente o naturalmente.

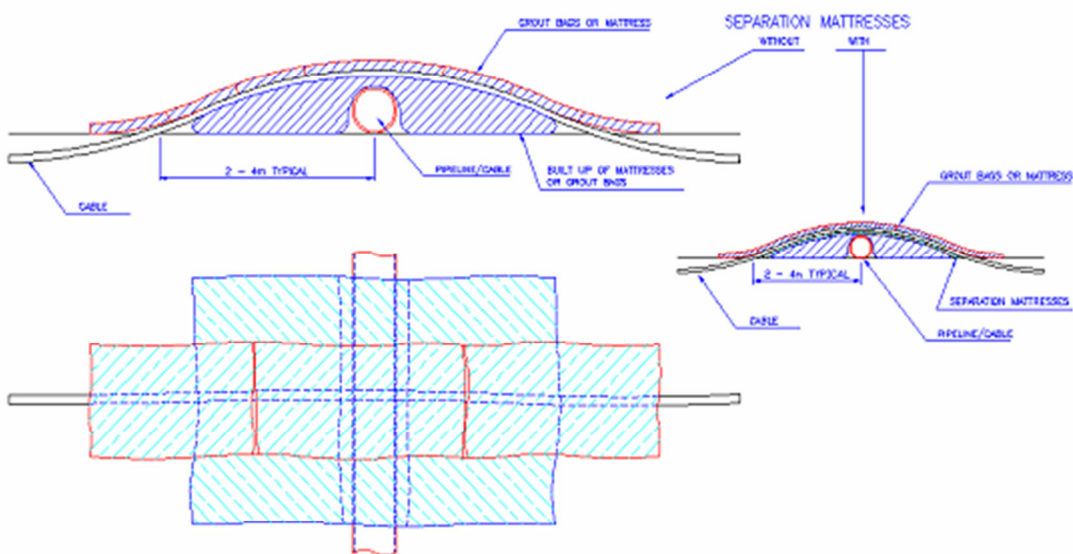
**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Figura 3.2.7: Tipico di attraversamento di cavo**



**Figura 3.2.8: Tipico di attraversamento di gasdotto**



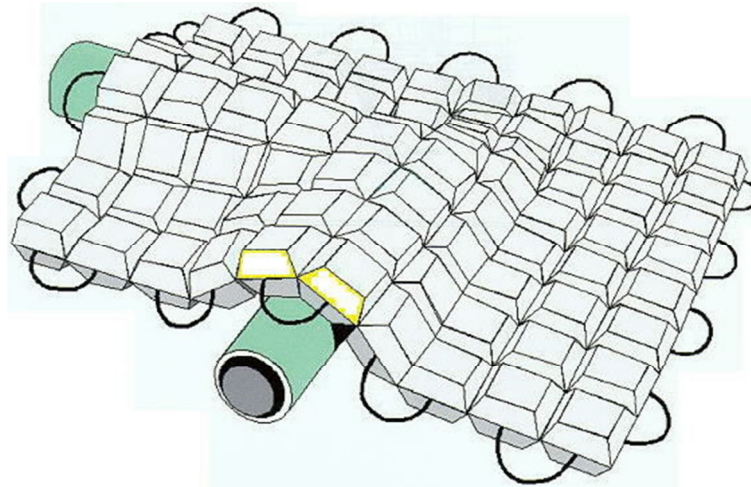
**Figura 3.2.9:: Tipico di attraversamento di gasdotto affiorante**

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

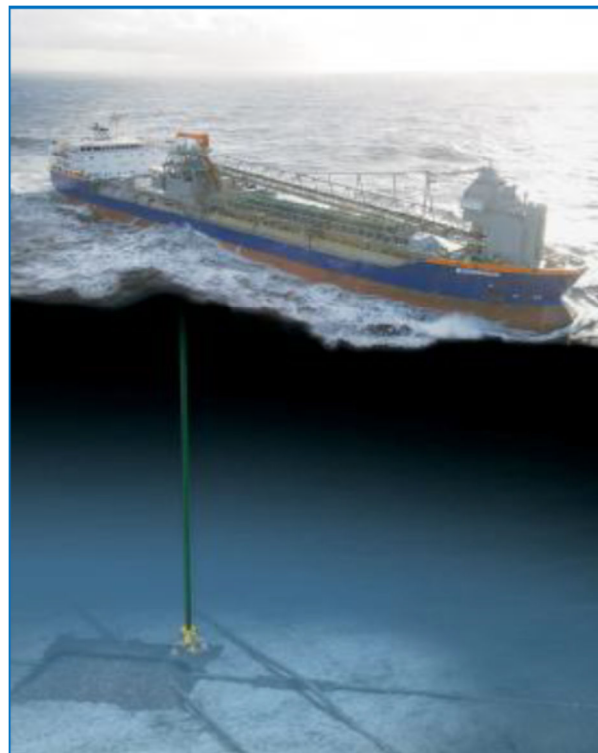
**3.2.5.2.4 Modalità di protezione ed installazione dei cavi marini**

Al fine di garantire gli standard di affidabilità, previsti per l'esercizio di un collegamento appartenente alla Rete di Trasmissione Nazionale, è prevista la protezione del cavo marino, lungo tutta la sua lunghezza, mediante intero alla profondità di circa 1 m.

Nel caso in cui la copertura sopra il cavo fosse inferiore ai 30 cm si provvederà alla messa in opera di protezioni aggiuntive, quali materassi o altri mezzi idonei (ad es. rock dumping, conchiglie di ghisa).



**Figura 3.2.10: Materassi**



**Figura 3.2.11: Rock Dumping**

In particolari tratti in cui si registrasse un'intensa attività antropica, si potrà valutare in fase di progettazione esecutiva di impiegare più tecniche di protezione contemporaneamente (es. interro + materassi).

Lo scavo nelle zone in cui è previsto l'insabbiamento verrà eseguito, ove possibile, con macchina a getto d'acqua (jetting). La macchina a getti d'acqua fluidifica il materiale del fondale mediante l'uso di getti d'acqua, che vengono usati anche per la propulsione. La macchina si posa a cavallo del cavo da interrare e mediante l'uso esclusivo di getti d'acqua fluidifica il materiale creando una trincea naturale entro la quale il cavo si adagia: quest'ultimo viene poi ricoperto dallo stesso materiale in sospensione; successivamente le correnti marine contribuiscono in modo naturale a ricoprire completamente il cavo. Non vengono utilizzati fluidi diversi dall'acqua. Tale macchina non richiede alcuna movimentazione del cavo. L'operazione può essere interrotta in qualsiasi punto lungo il tracciato ed eventualmente ripresa in un punto successivo.

Qualora le caratteristiche del fondale non permettessero l'impiego della macchina a getti potranno essere impiegati altri metodi di scavo/pre-scavo (trenching, plough, ecc..).

La larghezza della trincea di scavo è poco superiore al diametro del cavo, minimizzando la dispersione del materiale nell'ambiente circostante.

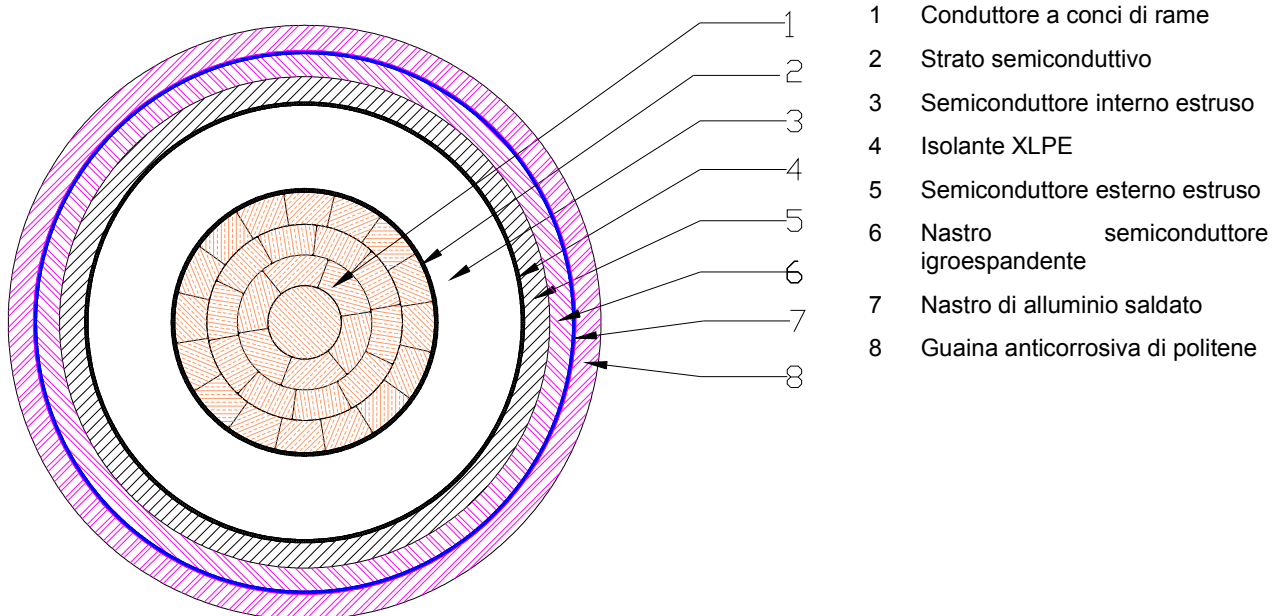
Dove la regolarità del fondale non dovesse permettere l'interro, il cavo sarà lasciato appoggiato sul fondale ed eventualmente protetto da materassi di cemento, oppure mediante tecniche di rock dumping.

#### **3.2.5.2.5 Caratteristiche cavo terrestre**

Il tratto terrestre è realizzato con n. 3 cavi unipolari, o in alternativa un unico cavo tripolare, isolati con polietilene estruso (XLPE). Questa soluzione presenta il vantaggio di non richiedere alimentazione di fluido dielettrico, per cui non sono necessarie apparecchiature idrauliche ausiliarie per la sua funzionalità, con semplificazione dell'esercizio e garanzia della massima compatibilità ambientale. Questo tipo d'isolante è inoltre caratterizzato da basse perdite dielettriche.

Come i cavi di potenza marini, anche quelli terrestri saranno corredati di un sistema di servizio a fibre ottiche per il monitoraggio della temperatura dei cavi e per il sistema di protezione, controllo e conduzione dell'impianto.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Figura 3.2.12: Cavi 132 / 150 KV unipolari isolati in XLPE – conduttore Cu - Disegno tipico del cavo di potenza terrestre**

Le principali caratteristiche tecniche sono nel seguito riportate:

<b>Caratteristiche principali preliminari</b>		
<b>Cavo</b>		
Materiale del conduttore		<b>Rame</b>
Sezione tipica del conduttore	mm <sup>2</sup>	<b>400-600</b>
Diametro esterno	mm	80 - 100mm
Peso	kg/m	~20

**3.2.5.2.6 Modalità di posa cavo terrestre**

Si veda paragrafo 11.1.1 Posizionamento dei cavi in trincea.

**3.2.5.2.7 Conduttore di terra**

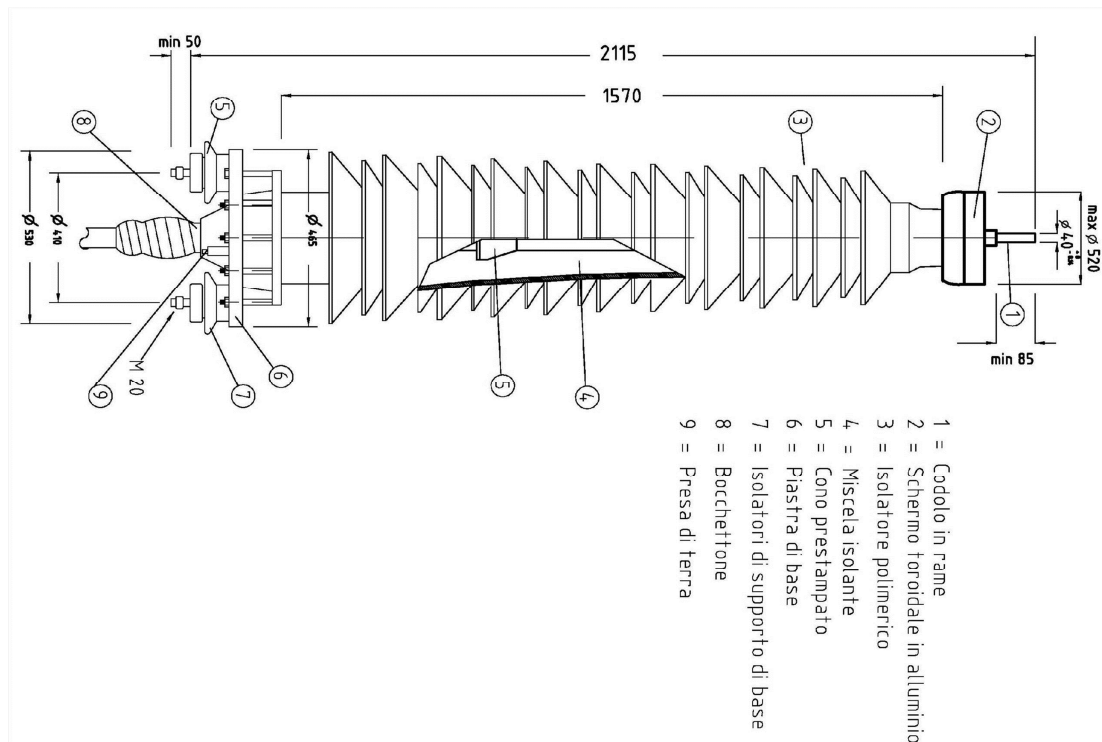
In base al tipo di collegamento delle tratte dei cavi (ogni tratta è compresa tra giunti o terminali) per il collegamento degli schermi e/o collegamento di terra, sarà presente un FG7R con conduttore in rame 1x240 mm, per tensioni di esercizio inferiori a 1 kV.

**3.2.5.2.8 Giunzioni dei cavi**

Si veda paragrafo 11.1.2 Buche giunti.

**3.2.5.2.9 Terminali dei cavi**

Terminali ARIA-CAVO con isolante in materiale composito per cavi in isolante estruso, per sistemi con tensione massima Um=170kV.



**Figura 3.2.13: Terminali aria-cavo in materiale composito per cavi AT – schematico**

### 3.2.6 Aree di cantiere

Le peculiarità dell'opera, che si sviluppa prevalentemente in ambito marino, e la localizzazione del punto di inizio e fine dell'intervento, rispettivamente in corrispondenza della CP Portoferraio esistente e CP Colmata esistente, consentono di pianificare un assetto di cantierizzazione volto a minimizzare l'occupazione di aree per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature.

In tal senso si evidenzia che:

- per le opere terrestri, di modesta estensione, si potrà fare affidamento sulle aree interne alla CP Portoferraio e CP Colmata esistenti, che costituiranno “cantiere base”, senza la necessità di occupare nuove superfici. A tal riguardo in fase di realizzazione verrà concordato con il gestore delle suddette CP il perimetro di queste aree e le modalità di impegno. Potrà anche essere valutata la possibilità di utilizzare aree adiacenti le CP previo accordo con i proprietari;
- per quanto riguarda la posa del cavidotto marino, le navi di supporto alla realizzazione costituiranno esse stesse superfici idonee al deposito dei mezzi e materiali necessari alla messa in opera.

Si sottolinea, inoltre, che per la realizzazione del cavidotto terrestre si tratterà di un “cantiere mobile” sviluppato lungo strada interessata dalla posa. L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita, infatti, essenzialmente dalla trincea di posa dei cavi che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso.

### **3.2.7 Aree impegnate**

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti di nuova realizzazione, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione degli elettrodotti che sono di norma pari a circa 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 132 kV.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "**aree potenzialmente impegnate**" (previste dalla Legge 239/04), equivalenti alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 Dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'estensione di queste zone di rispetto sarà **mediamente di circa 5 m dall'asse linea**.

### **3.2.8 Fasce di rispetto**

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

### **3.2.9 Cronoprogramma**

I lavori di realizzazione del cavidotto marino e terrestri avranno una durata di 22 mesi.



## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

### **4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

L'area complessivamente indagata nell'ambito del presente lavoro, è ubicata in un'areale interessato da processi estensionali, che si sono sviluppati sul retro del fronte del margine compressionale, che ha dato vita alla catena Appenninica. La Struttura appenninica ha iniziato a formarsi a partire dall'Oligocene superiore durante una fase compressiva nella zona di collisione tra il blocco Sardo-Corso e la placca Adria; il sistema orogenico in compressione migrò da Ovest verso Est, provocando l'apertura del Mar Tirreno.

L'assetto strutturale dell'area comprendente i diversi tratti delle opere in progetto è legato alle deformazioni della tettonica distensiva del Tirreno, che nel Neogene e nel Quaternario ha determinato il collasso e lo smembramento della catena nord-appenninica, generando un impilamento di più unità tettoniche sovrapposte.

Partendo dalla pianura del Cornia, compresa tra il Promontorio di Piombino ed i rilievi più interni, questa può essere considerata il punto di congiunzione tra la valle fluviale dell'omonimo fiume e la zona retrodunale e palustre della campagna piombinese.

La pianura del Cornia, è impostata su una fossa tettonica (graben) profonda più di 200 metri, ribassata da faglie dirette con direzione appenninica. Nel Pliocene, la pianura risultava moderatamente sommersa ed il promontorio di Piombino rappresentava un'isola situata tra l'Elba e le Colline metallifere, con il mare che occupava per la quasi totalità la Bassa Val di Cornia, fino a Suvereto e Riotorto.

Il vicino Promontorio di Piombino, più ad ovest, è invece ubicato in corrispondenza di una zona di sovrapposizione di Unità Sub – Liguri sulla Formazione del Macigno appartenente alla Unità della Falda Toscana. Il promontorio costituisce una zona sollevata tettonicamente da faglie, rispetto al canale di Piombino e alla piana del Fiume Cornia.

Questa struttura positiva è rappresentata da una monoclinale, la cui immersione raggiunge i 30°-40° vicino la città, presso l'estremità meridionale, debolmente ondulata e scomposta da faglie secondarie, di non grande rigetto.

Su questo edificio strutturale si è successivamente impostata l'evoluzione sedimentaria neogenica-quadernaria in gran parte condizionata dai movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva post-collisionale.

Successivamente, dal Pleistocene medio si sono instaurate condizioni propizie al congiungimento del promontorio di Piombino con i rilievi della zona di Campiglia Marittima. La sutura definitiva è avvenuta con l'accumulo di cordoni sabbiosi litoranei ad opera del moto ondoso, sia a Nord che ad Est; tale processo ha portato alla delimitazione di bacini lacustri e lagunari colmati successivamente dagli apporti terrigeni dei corsi d'acqua e dagli apporti marini di transizione a partire dall' Olocene.

All'altra estremità dell'area d'intervento, la formazione dell'Isola d'Elba ha avuto origine dallo scontro tra due placche continentali, in seguito, i movimenti distensivi hanno determinato la risalita di due corpi magmatici, i plutoni, costituiti da granodiorite.

La prima intrusione è avvenuta sul lato occidentale dell'isola, dando origine al Monte Capanne; la seconda, è avvenuta sul settore orientale ma ad una profondità maggiore e sovrimposto da rocce calcaree e scistose caratterizzanti questo lato dell'isola, determinando la formazione dei giacimenti di ematite, magnetite, pirite creatisi grazie al contatto di queste rocce con il magma sottostante.

Il sistema Elba è assai complesso ed è la conseguenza dell'impilamento di cinque complessi strutturali, separati da superfici di scorrimento tettonico.

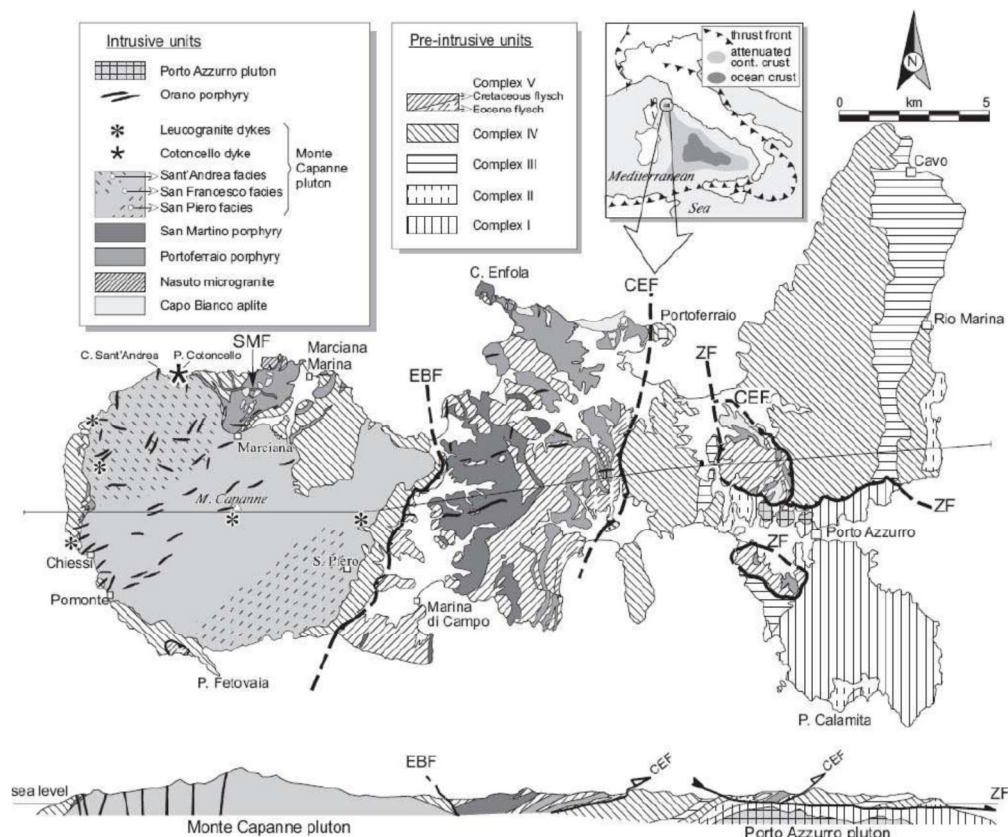
Tali complessi più recenti sottoposti a metamorfismo, sono stati sormontati da quelli più antichi, appartenenti Serie Toscana, al complesso ofiolitifero e ai flysch liguri, in parte durante fasi tettoniche e in parte a seguito dell'intrusione ad opera di filoni di porfido.

Successivamente a questa fase di accavallamento tettonico, l'area è stata interessata da una fase distensiva, associata alla risalita dello stock granodioritico, che ha causato la formazione di numerose faglie dirette.

Queste ultime hanno costituito il percorso delle mineralizzazioni presenti sulla costa orientale e sul promontorio del M. Calamita.

Il sollevamento subito dall'Isola nel Messianico, come conseguenza della risalita dello stock granodioritico, è probabilmente proseguito per tutto il Neogene e buona parte del Quaternario.

L'azione di dislocazione tettonica ha portato alla suddivisione strutturale dell'isola in zone tra loro separate da faglie.



**Figura 4.1: Lo smembramento tettonico dell'isola ad opera delle faglie del bordo orientale (EBF), dell'Elba centrale (CEF) e della faglia Zuccale (ZF) (fonte : Dini et Al. 2002)**

## RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

L'intensa attività geodinamica dell'area ha determinato una grande varietà di rocce e situazioni tettoniche, infatti sono rappresentati litotipi sedimentari (calcare, dolomie arenarie), litotipi ignei (basalti, gabbri, granitoidi) e metamorfici (micascisti, filladi e quarziti).

A grandi linee, l'isola d'Elba può essere suddivisa in tre parti distinte:

- settore occidentale: costituito da un corpo magmatico cupoliforme a composizione granodioritica in corrispondenza dei del M.te Capanne
- settore centrale: compreso fra il Golfo di Procchio e di Campo, ad ovest, e dai golfi di Portoferraio e Stella ad est, caratterizzati da rocce sedimentarie intruse da filoni aplitici e porfirici
- settore orientale : costituito da rocce metamorfiche scistose , sedimentarie e ofiolitiche e dall'affioramento del Fosso di mar di Carpisi – Porto Azzurro a composizione quarzo-monzonitica.

Sono inoltre presenti strutture costituite da unità tettoniche embricate con fronti di accavallamento N-S, in corrispondenza dei quali è presente una catena montuosa che include i monti Grosso, Serra, Cima del Monte, promontori questi che terminano in scogliere a picco sul mare con mancanza pressoché totale di spiagge.

Nella parte centro-settentrionale dell'isola è presenza la principale area ad andamento pressoché pianeggiante, in prossimità di Portoferraio dove i versanti tendono a degradare dolcemente verso il mare.



**Figura 4.2: Le aree pianeggianti alluvionali in colore verde chiaro (fonte : Carta geomorfologica e della dinamica costiera -Tav. QC g3- Piano Strutturale del Comune di Portoferraio)**

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

# **5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE**

## **5.1 Area di Piombino**

Nell'area di Piombino le caratteristiche geologiche e litologiche fanno riferimento a:

Materiale di Riporto di origine Antropica: materiale eterogeneo costituito da inerte di varia origine, scorie di acciaieria, loppe di altoforno e materiali di cava. Appare notevolmente addensato come conseguenza della cementazione prodotta dall'infiltrazione di acqua meteorica all'interno di materiali ricchi in sali di calcio e magnesio, presenti in alcuni tipi di scorie e loppe. Tale materiale presenta spessori variabili compresi tra circa 1 e 5 m.

Depositi di Colmata e/o Palustri: sono costituiti da sedimenti derivanti dalle varie fasi storiche di bonifica delle aree palustri della bassa pianura del Cornia, rappresentati limi argillosi e argille plastiche talvolta associate a torbe, dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche.

Tali terreni, praticamente impermeabili, sono ancora oggi, in localizzate zone suscettibili di ristagno delle acque meteoriche con associazioni vegetali idromorfe.

Depositi alluvionali del Cornia : al di sopra dei depositi di colmata e/o Palustri si trovano, con frequenti eteropie di facies, le alluvioni recenti del F. Cornia. Si tratta di sedimenti molto variabili granulometricamente (passando dai limi ai limi-sabbiosi, fino alle ghiaie sabbiose) è tipicamente disposti in lenti e livelli tra loro eteropici sia verticalmente, che orizzontalmente.

Depositi di spiaggia: l'arenile, non cartografabile alla scala di restituzione delle tavole allegate al presente documento, è costituito da una litologia caratterizzata da sabbia medio fine.

## **5.2 Area di Portoferraio**

Il tracciato del cavidotto è interamente sviluppato all'interno dei depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati, composti prevalentemente da ghiaie e diffusi in corrispondenza delle aree di basso morfologico, quale la bassa pianura lateralmente al Rio della Madonnina (cfr. **DEDR11018BSA00597 Carta Geologica e geomorfologica**).

Come per altre zone dell'Isola d'Elba, anche nel caso dei sistemi deposizionali alluvionali della zona di Portoferraio, l'abbondante presenza dei materiali alluvionali risulta sproporzionata rispetto alla dimensione dei bacini fluviali dai quali provengono tali materiali.

L'evoluzione geo-strutturale del territorio suggerisce condizioni di subsidenza tettonica nella pianura in esame, che, protrattasi nel tempo, può aver causato l'aggradazione del materasso alluvionale e la

progradazione della linea di costa, dovuta agli apporti di trasporto solido dei corsi d'acqua, dei quali non è peraltro riconoscibile la divagazione di paleoalvei a causa dello sviluppo antropico.

L'approdo del cavidotto marino è invece a ridosso dei Depositi di spiaggia, costituiti, da materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa, di colore da giallo ad ocre, di origine eolica, poco cementato, con stratificazione incrociata e locali intercalazioni microconglomeratiche. Lo spessore varia da 5 a 10 metri.

Questa formazione non è cartografabile alla scala di rappresentazione del presente lavoro per l'eccessiva esiguità dei relativi affioramenti.

### 5.3 Tratto sottomarino

Dal punto di vista granulometrico l'area del canale dove il flusso è maggiore si presenta sabbiosa con una consistente quota pelitica. La quota pelitica aumenta ai due lati dove con la caduta dell'idrodinamismo si ha una maggiore sedimentazione.

La pelite aumenta sia a sud nel Golfo di Follonica (Fondali pelitici) che a nord (pelite molto sabbiosa).

Nell'area tra il canale di Piombino e Capo Ortano i sedimenti, pur in media regolarmente stratificati, mostrano eterogeneità da punto a punto senza che si possano individuare particolari strutture.

Soltanto sotto costa tra Cavo e Rio Marina è presente un deposito superficiale il cui spessore, dell'ordine della decina di metri vicino a terra, diminuisce verso il largo fino a divenire inferiore ai 2 m a 4-500 m dalla riva.

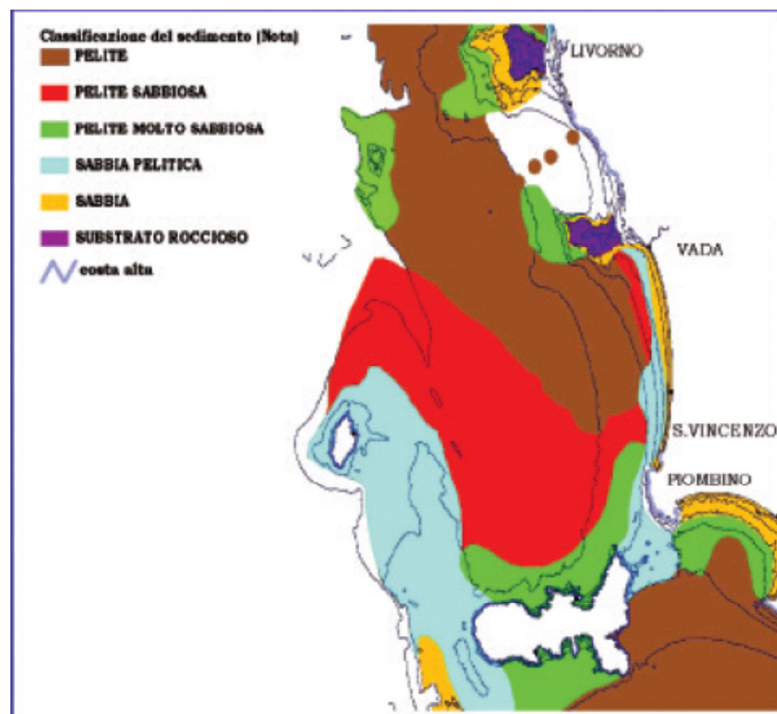


Figura 5.3.1: Classificazione granulometrica del tratto costiero tra Piombino e Livorno

Partendo dalla costa di Piombino, il tratto di mare antistante l'ampia fascia costiera è caratterizzato fondamentalmente da un fondale essenzialmente sabbioso, con una batimetria da basso fondale, mentre nella zona tra Batteria e Punta Semaforo, si ha una costa tipicamente rocciosa, con profondità subito elevate già in prossimità della stessa linea di costa.

Procedendo verso il largo, il substrato mobile nel Canale di Piombino è caratterizzato da fondi sabbiosi, in particolare sabbie fini e, a profondità superiori ai 20-30 m, da fondi Detritici Costieri.

In superficie, tra la linea di costa ed il limite superiore delle praterie a fanerogame, nel tratto di litorale adiacente Piombino ed in alcune altre zone più limitate, sono presenti fondi mobili caratteristici della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate.

La presenza sia di apporti legati a scarichi antropici che fluviali è rilevabile anche dalle comunità bentoniche presenti nel tratto.

Nell'area del canale, caratterizzata da bassa profondità e da idrodinamismo più intenso, i popolamenti sono ascrivibili al detritico costiero, a nord dell'area oggetto di studio, la maggiore acclività e la caduta dell'idrodinamismo comporta un passaggio ai fanghi terrigeni mentre a sud in corrispondenza del Golfo di Follonica, i popolamenti sono ascrivibili a fondi detritici.

Arrivati in prossimità dell'Elba, i rilievi batimetrici e morfologici effettuati nell'area della rada di Portoferraio evidenziano la presenza quasi esclusiva di un substrato a fondi mobili costituito da sabbie e/o limi, i quali si differenziano in direzione trasversale alla costa passando da sabbie molto fini in prossimità della costa a peliti verso il largo.

Si veda la tavola **DEDR11018BSA00597 Carta Geologica e geomorfologica** per la caratterizzazione geologica del fondo marino.

## **6 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

### **6.1 Area di Piombino**

La parte di progetto ricadente nel Comune di Piombino è situata in corrispondenza del versante destro della zona di foce della Pianura Alluvionale del Fiume Cornia.

La zona, tipicamente paludosa, è stata in passato oggetto d'interventi di bonifica del XIX secolo, che ne hanno, almeno parzialmente, obliterato l'assetto originario dei luoghi, anche se restano ancora presenti aree umide nelle quali la regimazione idraulica è affidata a sistemi di sollevamento meccanico, poste a quote prossime al livello medio marino.

Questo tratto di costa bassa è interessato da diffusi processi di erosione costiera, con tassi di arretramento dell'ordine di 1 cm/anno proprio nei settori di mare prossimi al porto di Piombino. Ne consegue una fascia di spiaggia di dimensioni assai contenute, caratterizzata da depositi di spiaggia attuale (sabbie grossolane) di entità e spessore modesti che sottendono nell'immediato sottosuolo la coltre limosa argillosa, legata in parte alle colmate costiere di bonifica in parte agli originari depositi palustri e lacustri.

Nell'area direttamente d'interesse progettuale è presente una spiaggia ad uso locale e turistico a ridosso del cui limite superiore sono presenti una serie di dune completamente coperte dalla vegetazione, per un'ampiezza di circa 60 m.

L'andamento della line di costa è piuttosto regolare, con una morfologia molto blanda e pendenze inferiori al 2% ; L'arenile in senso trasversale è molto esteso data la natura morfolologica dell'area.

Subito a ridosso del sistema dunale è presente una fascia territoriale fortemente depressa, con caratteristiche morfologiche e vegetazionali di area umida per una larghezza variabile di circa 80/140 metri.

Il tracciato del cavidotto, nella zona di arrivo dal mare si allinea con l'andamento dell'asta principale terminale del Fiume Cornia, il cui alveo è evidentemente rettificato e arginato artificialmente.

Più verso l'interno sono invece presenti una serie di canali scolanti (Fosso Cosimo, Fosso Tombolo, Fosso Cornia Vecchia), legati alle varie fasi della Bonifica agraria.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**Figura 6.1.1: L'area leggermente depressa dove si sviluppa il primo tratto del cavidotto**



**Figura 6.1.2: L'area pianeggiante del tratto del cavidotto lungo la SP40**

Un ultimo elemento importante è infine costituito dai fenomeni di subsidenza in atto nella pianura (particolarmente evidenti negli ultimi 30anni), che raggiungono valori particolarmente rilevanti nell'entroterra, in prossimità dell'abitato di Venturina.

La subsidenza è un fenomeno generale della Pianura del Cornia legato a cause quali l'innalzamento eustatico del livello del mare, il naturale costipamento dei depositi di colmata, i sovraccarichi di opere



## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

infrastrutturali (grande viabilità stradale, ferrovie), che però ha certamente subito una significativa accelerazione e amplificazione a seguito dell'eccessivo sfruttamento intensivo della risorsa idrica costiera, con conseguente abbassamento piezometrico, che a sua volta induce la dissipazione delle pressioni interstiziali nei depositi argilloso-/limosi e quindi la loro compattazione.

### **6.2 Area di Portoferraio**

La spiaggia di approdo del cavidotto marino si sviluppa longitudinalmente per circa 600 m verso est, estendendosi per circa 30 m verso l'interno. Presenta un andamento irregolare ed è costituita da materiale di deposito sciolto, da sabbioso a ciottoloso, derivante dall'azione del moto ondoso.

La piana litoranea si è formata a seguito dell'aggradazione dei depositi fluviali trasportati da corsi d'acqua attivi in una fase morfogenetica remota ed in condizioni paleogeografiche notevolmente diverse dalle attuali.

Successivamente la linea di costa è andata progressivamente arretrando sino ad assumere l'attuale forma a falce.

Attualmente, per quanto concerne l'azione erosiva esercitata sulle spiagge, nonostante sussista un'alternanza tra fasi di erosione ed avanzamento, la costa bassa sabbiosa presente nell'area di indagine risulta sostanzialmente stabile.

La parte centrale dell'area oggetto dell'intervento è caratterizzata dalla presenza della foce del Fosso Madonnina, importante per il suo apporto solido.

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica sia l'approdo nella rada di Portoferraio, che il breve sviluppo del cavo terrestre ricadono in ambito 2 (pericolosità bassa).



**Figura 6.2.1: Le aree interessate dal cavidotto dalla costa verso la SE**

### **6.3 Tratto sottomarino**

Le aree antistanti l'approdo verso Piombino presenta una morfologia piuttosto dendriforme, dovuta alla presenza di Posidonia su roccia fino alla batimetrica dei 20 m.

Qui, l'andamento batimetrico risulta abbastanza blando, con pendenze molto basse.

A sud-est di Tolla Alta il fondale si presenta sabbioso a partire dalla batimetrica dei 20 m fino alla batimetrica dei 40 m, fino ad arrivare all'isola di Palmaiola dove è presente una secca ed un substrato

roccioso con una morfologia molto accidentata che passa repentinamente da una profondità di 35 m fino ad una profondità di 20 m.

Proseguendo verso la parte centrale del corridoio d'analisi, si individua una secca di forma ellittica avente l'asse maggiore di circa 700 m e l'asse minore di circa 350 m, con una morfologia molto accidentata sul versante nord ed una più dolce sul versante sud-sudest.

Sono presenti diverse superficie di strato sub-affioranti (si ergono per circa due metri dal fondo sabbioso) allineate su una direttrice di direzione sud-ovest nord-est.

L'intero corridoio d'analisi, verso nord presenta un gradino morfologico di un paio di metri che si attesta all'incirca sulla batimetrica dei 30 m, con un allineamento che va da nord-ovest a est-sud-est.

A nord di Cavo sono presenti due grosse superfici di strato che hanno una continuità lungo quasi tutto il tratto di corridoio indagato. Tale continuità è interrotta da una striscia larga circa 200 metri che cammina da sud-ovest a nord-est con una leggera convessità rivolta verso est e presenta una morfologia meno acclive data la natura del fondo.

Subito dopo la zona centrale proseguendo verso Portoferraio è presente un'altra secca, di forma irregolare con un'area approssimativamente di circa 0,75 Km<sup>2</sup>, che sul lato orientale presenta una morfologia molto acclive, passando da una batimetrica dei 50 m (alla base della scarpata) fino ad una batimetrica dei 10 m nella parte sommitale; sul lato occidentale, la morfologia è meno acclive.

L'area antistante l'approdo sull'isola d'Elba presenta una morfologia dolce con presenza di posidonia meno densa rispetto all'opposta costa di Piombino.

La morfologia si presenta uniformemente molto blanda, con pendenze che si attestano intorno al 1,5%, eccetto davanti alla foce del Fosso Madonnina che risulta sub-pianeggiante (circa lo 0,5%).

Nella parte centrale dell'area sulla batimetrica dei - 2.5 metri è presente una barriera di protezione soffolta che si erge circa 1 metro dal fondo la cui lunghezza è di circa 200 m e larghezza 30 m.

Per quanto riguarda la localizzazione di morfotipi sottomarini, nella zona nord-orientale dell'isola d'Elba, nelle adiacenze di Cavo, è presente una prateria ampia che si protende verso il largo e presenta un limite inferiore erosivo, a causa dell'elevato idrodinamismo. Qui sono presenti ampie superfici caratterizzate dalla presenza di "ripples" ad andamento Nord-Sud.

Infine, per ciò che concerne il regime delle correnti sottomarine, il flusso della corrente è quasi sempre diretto dal Tirreno al mar Ligure con intensità minore in estate quando può in qualche caso arrestarsi o rovesciarsi.

La conformazione costiera induce e condiziona variazioni locali nel regime idrodinamico nel canale, in particolare per quanto riguarda la velocità dei flussi. Anche in periodo estivo i frequenti venti da Ovest e NO possono formare nel canale una corrente per Est e SE, anche intensa che supera a volte i due nodi.

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

### **7 COMPATIBILITA' CON IL PAI**

Il piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa è stato adottato per ciò che concerneva le misure di salvaguardia con delibera G.R. N.831 del 23 luglio 2001, successivamente la delibera G.R. N.1330 del 20 dicembre 2004 adottava totalmente il Piano di Assetto Idrogeologico che con atto di delibera del Consiglio Regionale N.13 del 25 gennaio 2005 ne approvava i contenuti.

Successivamente all'approvazione del P.A.I. il quadro conoscitivo delle pericolosità idraulica e geomorfologica è stato aggiornato in raccordo con le Amministrazioni Comunali che hanno provveduto nel frattempo ad adeguare al P.A.I. i propri strumenti di governo del territorio.

Entrambe le aree terminali del cavidotto, quelle sub-aeree, ricadono all'interno del Bacino Idrografico Costa (cfr. DEDR11018BSA00599 Carta del PAI), le cui elaborazioni cartografiche finalizzate ad esporre i diversi livelli di pericolosità idraulica ed idrogeologica sono stati aggiornati al 2012.

Come si evince direttamente dall'esame della cartografia tematica appositamente redatta, il tracciato del cavidotto nei due tratti terrestri attraversa aree classificate ad elevata pericolosità idraulica sia nella zona di Piombino, che in quella di Portoferraio.

In particolare, sul continente sono i due tratti estremi del tracciato interrato a compenetrare tali aree, affette da importanti difficoltà di deflusso e smaltimento delle acque, mentre in corrispondenza dell'Isola d'Elba è quasi l'intero sviluppo sub-aereo a compenetrare tale classe di pericolosità idraulica, ad eccezione della porzione terminale verso l'interno.

Al termine di questa breve disamina sul PAI, va evidenziato come le autorità di Bacino regionali (tra le quali rientra anche il Bacino regionale Toscana Costa), sono state soppresse dalla Legge Regionale 24 dicembre 2013, n.77 (Legge finanziaria per l'anno 2014) e attualmente la materia è in fase di riordino in riferimento alle decisioni che verranno assunte per l'aggiornamento del D.Lgs.152 del 03/04/2006.

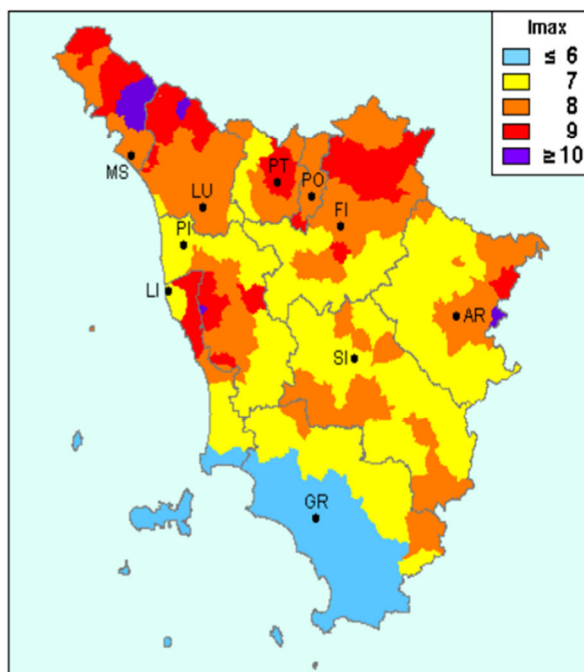
## 8 SISMICITÀ DELL'AREA

La Toscana può essere ripartita in tre fasce sismiche, caratterizzate da diversi livelli di attività:

- La prima e più pericolosa fascia corrisponde alla zona della catena appenninica e comprende le zone sismiche dell'Alta Valtiberina, del Casentino, del Mugello, della Garfagnana e della Lunigiana.
- La seconda fascia, caratterizzata da sismicità poco intensa è orientata in senso NW-SE e corrisponde alla Toscana centro-meridionale tra la valle dell'Arno ed il confine con il Lazio.
- La terza fascia sismica, la meno pericolosa, corrisponde alla parte sud-occidentale della Toscana, comprendente la costa e l'entroterra grossetano e le isole dell'Arcipelago.

Per quanto riguarda la caratterizzazione macrosismica della Toscana, dall'analisi degli stralci cartografici di seguito riportati, desunti da lavori dell'istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, risulta come l'intensità macrosismica osservate in passato siano molto variabili all'interno della regione.

Le intensità maggiori si registrano nella parte settentrionale nella zona delle Lunigiana-Garfagnana e Alta Val Tiberina con  $I_{max} = 9-10$  corrispondenti a magnitudo con contributi energetici maggiori.



**Figura 8.1: Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni toscani sulla base della banca dati e del Catalogo dei Forti Terremoti Italiani di ING/SGA (fonte ING)**

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Area Epicentrale	Io	Mw
4-5	1909	08	25	00	22		MURLO	7-8	5.37 ±0.10
4	1920	09	07	05	55	40	Garfagnana	10	6.48 ±0.09
3-4	1914	10	27	09	22	36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
3-4	1871	07	29	20	45		GUARDISTALLO	7-8	5.16 ±0.44
3	1846	08	14	12	00		Toscana settentrionale	9	5.91 ±0.13
3	1873	09	17				LIGURIA ORIENTALE	6-7	5.43 ±0.15
3	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale		6.97 ±0.15
NF	1903	07	27	03	46		LUNIGIANA	7-8	5.25 ±0.17
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	7	5.15 ±0.14
NF	1905	02	08	28			SANTA FIORA	6	4.66 ±0.29
NF	1909	01	13	00	45		BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
NF	1911	09	13	22	29		Chianti	7	5.19 ±0.14
NF	1915	01	13	06	52		Avezzano	11	7.00 ±0.09
NF	1919	06	29	15	06	12	Mugello	10	6.29 ±0.09
NF	1919	09	10	16	57	20	PIANCASTAGNAIO	7-8	5.32 ±0.18
NF	1984	04	29	05	02	60	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.65 ±0.09
NF	1987	01	22	05	10	51	LIVORNO	5-6	4.40 ±0.16
NF	1998	03	26	16	26	17	Appennino umbro-marchigiano	6	5.29 ±0.09

**Figura 8.2: Elenco dei terremoti più forti risentiti nell'area di Portoferraio (fonte INGV)**

Per quanto riguarda la classificazione dei comuni italiani, in base al loro rischio sismico, calcolato attraverso i valori di PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero picco di accelerazione al suolo) e per frequenza ed intensità degli eventi, la Regione Toscana recepisce l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, approvata con la delibera della Giunta regionale n. 431 del 19 giugno 2006.

Con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stato successivamente approvato un aggiornamento della classificazione sismica regionale, relativo all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012.

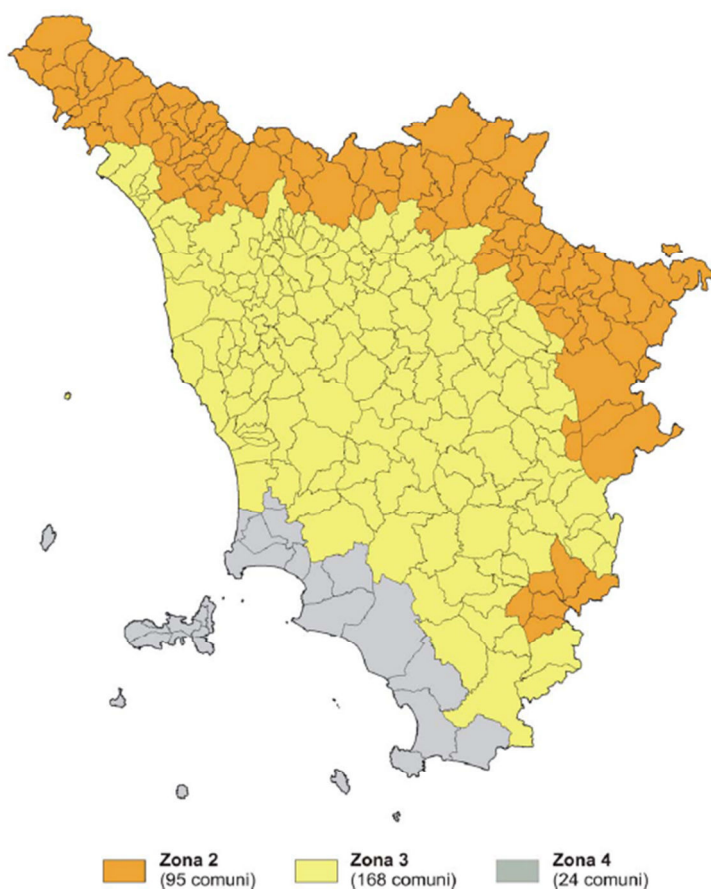
Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1 gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali.

I sette nuovi Comuni (Fabbriche di Vergemoli in provincia di Lucca, Crespina Lorenzana e Casciana Terme Lari in provincia di Pisa, Figline e Incisa Valdarno e Scarperia e San Piero in provincia di Firenze, Castelfranco Piandiscò e Pratovecchio Stia in provincia di Arezzo) si sono originati da fusione di comuni

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

omogenei sotto il profilo della pericolosità sismica di base e della classificazione sismica, per cui l'aggiornamento ha previsto semplicemente la conferma della classificazione sismica dei comuni originari.

L'aggiornamento, redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti), maggiormente aderente all'approccio "sito-dipendente" introdotto dalle vigenti Norme.



**Figura 8.3: Mappa di aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana (2012)**

Di seguito si riportano le classi sismiche dei comuni direttamente interessati dalle opere in progetto.

<b>CODICE ISTAT</b>	<b>COMUNE</b>	<b>zona sismica precedente Del. GRT 431/2006</b>	<b>Nuova zona sismica</b>
09049012	Piombino	Zona 4	<b>Zona 4</b>
09049014	Portoferraio	Zona 4	<b>Zona 4</b>

**Tabella 8.1: Classificazione sismica ei comuni d'interesse progettuale**

La variabile propensione sismica del territorio regionale è confermata dall'esame della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (rif. Ordinanza PCM del 28 Aprile 2005, n.3519, All.1b) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s, cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

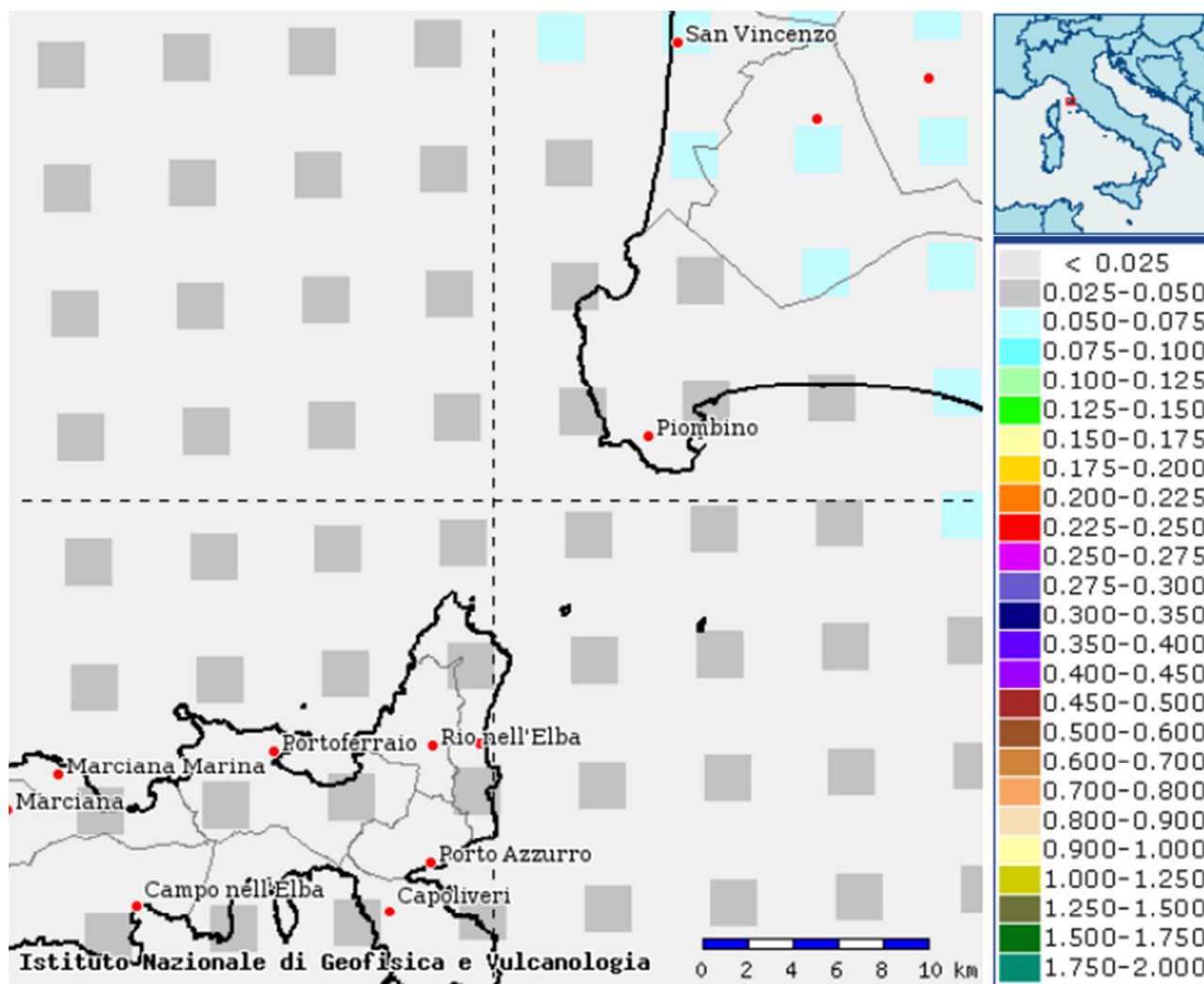


Figura 8.4: Pericolosità sismica della macrozona d'intervento tra Piombino e Portoferraio (Fonte: INGV)

## 8.1 Risposta sismica locale e profili di suolo sismico

Le caratteristiche e gli effetti di un evento sismico sono fortemente dipendenti, oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, anche da fattori di risposta locale che risultano in grado di influenzare in maniera significativa la composizione spettrale del sisma. Tale influenza sullo spettro sismico si manifesta come fattore di smorzamento o al contrario di amplificazione e si configura come l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

I due principali fattori locali che possono condizionare la risposta sismica locale sono:

- i fattori morfologici del sito (valle stretta, cresta, pendio etc.);
- la natura dei depositi sollecitati dalla vibrazione sismica (possono amplificare l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella che ricevono alla base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze e smorzamento di altre).

Dal punto di vista dei condizionamenti morfologici, la posizione degli interventi in progetto consente di mantenere ridotto il rischio che la presenza di creste e singolarità morfologiche possano indurre fenomeni di amplificazione sismica sui sostegni, questo alla luce della morfologia pianiziale dei territori attraversati.

Per quanto riguarda invece gli aspetti connessi alla natura e alla tipologia del substrato litologico, riferendosi alla definizione del profilo di suolo sismico introdotto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20.03.2003, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica N SPT > 50, o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa).
- C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N \text{ SPT} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).
- D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ( $N \text{ SPT} < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).
- E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

In aggiunta a queste categorie, per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- **S1** - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s ( $10 < c_u < 20$  kPa).



- **S2** - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

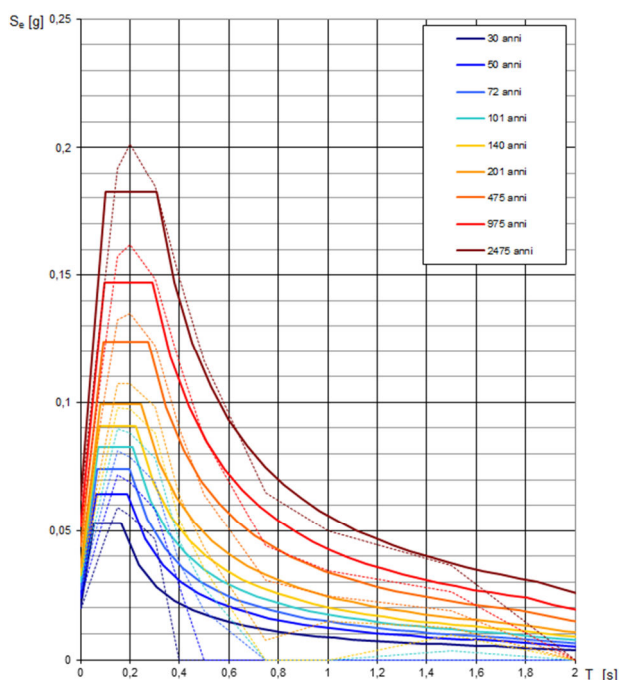
$$V_{s30} = \frac{H}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di  $a_g$  pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di  $a_g$  e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima  $F_0$  e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante  $T^*C$ ). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. attraverso le coordinate geografiche del sito.

Una prima sommaria valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 14 gennaio 2008, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Di seguito si riporta il grafico dello spettro di risposta elastica corrispondente al Comune di Piombino direttamente interessato dalle opere in progetto, nel quale la linea continua si riferisce agli spettri di Normativa, mentre la linea tratteggiata rappresenta gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Per il comune di Portoferraio non è invece disponibile l'analoga elaborazione.



PIOMBINO (PO)

In via presuntiva, nelle more delle specifiche verifiche strumentali (prove MASW) da eseguire nel corso delle successive fase di approfondimento progettuale, la distribuzione delle categorie di suolo per i due tratti in cavidotto terrestre si ritiene possa essere schematizzata come Tipo D in funzione del substrato costituito da terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.

Il rimando ad una modellizzazione geologica e geofisica di dettaglio con il supporto di prove MASW, ancorché previsto dalla normativa, si rende evidentemente inderogabile e irrinunciabile anche dal puro punto di vista tecnico.

Infine, stante l'assetto sub-orizzontale delle aree direttamente interessate dalla realizzazione dei due cavidotti terrestri, la categoria topografica delle aree è omogeneamente pari a T1, valida per superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

## **9 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

### **9.1 Area di Piombino**

Nella parte di progetto continentale, il tracciato del caviodotto interessa l'unità idrogeologica dell'Acquifero Multistrato della Pianura del Cornia, che occupa l'intera area di pianura, che verso Sud si estende fino al mare, con il limite fisico coincidente con il Promontorio di Piombino;

Questo acquifero multistrato è interamente contenuto nei depositi Quaternari permeabili, individuati dalle alluvioni del Fiume Cornia (Olocene) costituite da una successione eteropica di livelli argilloso-/limosi e sabbioso-/ghiaiosi.

Lo spessore massimo di questo acquifero, in corrispondenza delle porzioni centrali della pianura, supera i 100 metri.

Nella parte alta dell'acquifero (zona di Forni) dove affiorano essenzialmente alluvioni grossolane (ghiaie in matrice limosa/sabbiosa) la falda è di tipo monostrato e costituisce la zona di ricarica principale dell'acquifero.

Procedendo verso mare aumenta la percentuale dei sedimenti fini e l'acquifero diviene multistrato, con frequenti strutture lentiformi.

Le diverse falde sono spesso in collegamento idraulico tra loro proprio a causa delle ripetute eteropie che determinano soluzioni di continuità dei materiali più impermeabili o per la presenza di strati semipermeabili.

Localmente si registrano anche fenomeni di comunicazione idraulica tra diversi orizzonti acquiferi per cause antropiche, in quanto dovuti alla presenza di pozzi artesiani finestrati in corrispondenza di diversi orizzonti acquiferi, che vengono di fatto messi in comunicazione all'interno della struttura drenante.

All'interno di tale Unità Idrogeologica, nell'area di più stretto interesse progettuale possono essere individuati tre differenti complessi idrogeologici a diverso comportamento idraulico (cfr. DEDR11018BSA00598 Carta idrogeologica):

- terreni di riporto (caratterizzati da una permeabilità secondaria variabile)
- depositi di colmata e/o palustri (essenzialmente argillosi con una permeabilità primaria bassa)
- depositi alluvionali del Cornia (caratterizzati da una permeabilità primaria variabile, contenenti dei livelli di ghiaie sabbiose, sede di falde idriche a buona trasmissività, alternate a dei livelli argillosi limosi con permeabilità bassa)

Nel suo complesso, l'acquifero del Cornia rappresenta il principale serbatoio naturale di acqua idropotabile, utilizzato sia per scopi civili, industriali ed irrigui, il cui sfruttamento intensivo rispetto ai tassi di ricarica naturale ha comportato nel tempo un deficit fra entrate e uscite idriche. Questo ha portato ad un abbassamento dei livelli piezometrici che ha favorito l'ingressione di acqua di mare (cuneo salino), con incremento progressivo della salinità delle acque sotterranee della pianura costiera.

Il fenomeno ancora lieve nei primi anni 70, si è particolarmente aggravato dalla metà degli anni 80, fino a raggiungere nel 1991 valori talmente elevati da richiedere la sostituzione delle principali fonti idropotabili (Campo all'Olmo).

## **9.2 Area di Portoferraio**

I depositi alluvionali che costituiscono la Piana di Portoferraio rappresentano i corpi deposizionali significativi sotto il profilo idrogeologico (cfr. DEDR11018BSA00598 Carta idrogeologica), in quanto ospitano importanti serbatoi acquiferi.

La potenza dei depositi alluvionali nella Valle del Fosso della Madonnina è di circa 40 m e il substrato litoide è rappresentato dal flysch cretaceo della Formazione di Marina di Campo e dai porfidi granitici.

All'interno di questi depositi alluvionali del Fosso della Madonnina è presente un acquifero freatico libero.

Le sorgenti sul territorio di Portoferraio sono di scarsa importanza; ciò dipende non tanto dalla scarsità delle piogge, ma quanto dalla situazione geologica sfavorevole, con affioramento prevalente di rocce poco permeabili che consentono una scarsa infiltrazione, dall'estrema frammentarietà dei complessi geologici presenti, che impedisce l'accumulo delle acque di sottosuolo e la loro concentrazione e dall'andamento delle fratture, che tendono a chiudersi in profondità.

Per quanto riguarda la tipologia delle emergenze idriche, sono riconducibili a fratture nelle rocce (basalti, porfidi, serpentiniti e Calcari a Calpionelle) o al contatto tra i depositi torbiditici dei Flysch cretacei e i porfidi.

In riferimento ai terreni effettivamente presenti nell'ambito di studio, i Depositi di spiaggia presentano una permeabilità elevata, mentre i depositi alluvionali soltanto media. In entrambi i casi si tratta di permeabilità primaria per porosità.

## **9.3 Tratto sottomarino**

Per il tratto sottomarino non si hanno dati specifici, ma d'altro canto le condizioni al contorno e l'appoggio sul fondale marino rendono del tutto non pertinente l'esame dell'eventuale interazione tra opere e circolazione idrica sotterranea.

## 10 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

Sulla base dei dati tratti dalla bibliografia specificatamente consultata per il progetto oggetto del presente Studio, è stato possibile definire le principali caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati dalle opere e dai manufatti in progetto.

La finalità e la valenza preliminare del presente documento non consente certamente di avere un dettaglio puntuale, potendoci, in questa fase, limitare a caratterizzare i litotipi mediante intervalli di valori che ne consentano una loro classificazione geotecnica di massima, necessaria sia per fare le prime valutazioni tecnico-economiche sulla stabilità e sulla portanza, che per individuare le caratteristiche delle successive campagne di indagine geognostica.

Premesso quanto sopra, di seguito si procede ad una caratterizzazione geotecnica preliminare dei litotipi d'imposta, articolando la trattazione in riferimento alle litologie riportate nelle carte geologiche allegate alla presente relazione.

**Stante il carattere preliminare della presente fase progettuale, tutti i dati geotecnici di seguito riportati sono stati desunti da bibliografia e/o da pregressi lavori eseguiti in aree non lontane dai luoghi d'intervento; nel corso del successivo progetto esecutivo sarà pertanto integrata e approfondita (come espressamente previsto dalla vigente normativa) tale caratterizzazione geotecnica preliminare con gli esiti di una specifica campagna di indagini geognostiche e di laboratorio.**

Depositi e Alluvioni sabbiose	
Caratteristiche comportamentali	Parametri geotecnici
Terreni granulari	Y      17-23 kN/mc
	Φ      31-35°
	C      0 Kg/cmq

Depositi palustri	
Caratteristiche comportamentali	Parametri geotecnici
Terreni debolmente coesivi	Y      19,5 kN/mc
	Φ      21-25°
	C      0,9-1,5 Kg/cmq

## **11 CRITERI PROGETTUALI DELLE OPERE INTERAGENTI CON IL SUBSTRATO LITOLOGICO**

### **11.1 Realizzazione dei cavidotti terrestri**

La realizzazione di un cavidotto comporta l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni di realizzazione del cavidotto interrato in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le operazioni di montaggio della linea interrata si articolano secondo la seguente serie di fasi operative.

- la realizzazione di infrastrutture provvisorie (ove necessarie)
- la realizzazione delle operazioni di scavo della trincea o di perforazione teleguidata
- il posizionamento del cavo, previa realizzazione di idoneo sottofondo, e la successiva copertura dello stesso mediante materiale di rinterro
- il ripristino del manto stradale e della conformazione originaria dei luoghi.

Per il collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti diritti
- Terminali per esterno
- Cassette di sezionamento
- Cassette unipolari di messa a terra
- Sistema di telecomunicazioni
- Sostegno porta terminali

#### **11.1.1 Posizionamento dei cavi in trincea**

La prima attività svolta è quella della delimitazione dell'area del cantiere mobile in lavorazione e la costituzione di presidi di sicurezza in ottemperanza alle normative vigenti. Una volta delimitata l'area del cantiere mobile si proseguono le attività predisponendo i cavi che devono essere posati nelle trincee.

Al termine delle operazioni di preparazione dei cavi ha inizio lo scavo tramite escavatore del tratto di trincea sotteso dal cantiere mobile.

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio, con cavi affiancati, con una profondità media di interrimento (letto di posa) di 1,5 / 1,6 metri sotto il suolo.

Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitato entro 1 metro, salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza.

Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro. La protezione meccanica viene affidata a lastre in calcestruzzo disposte alle dovute distanze a fianco e sopra la terna di cavi di fase.

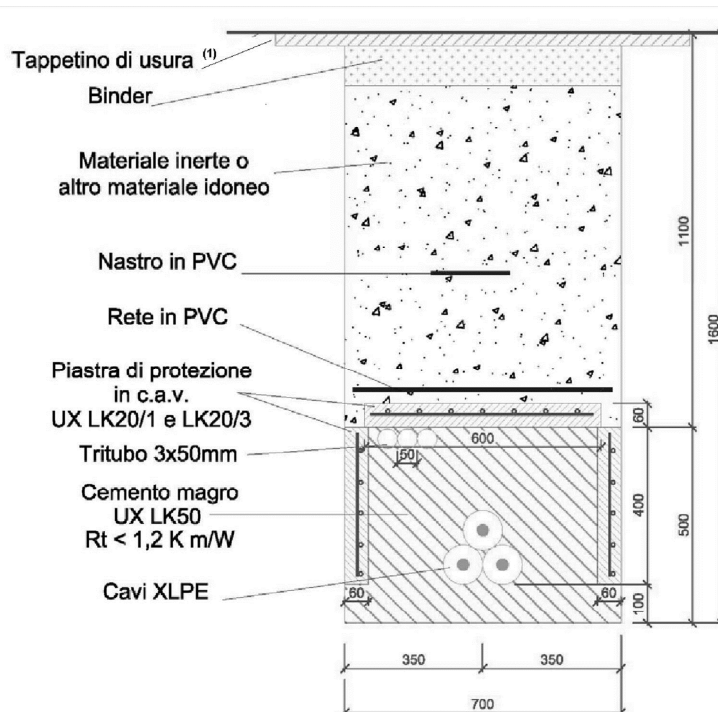
Per facilitare la dispersione termica, i cavi vengono ricoperti con cemento magro, sabbia, o altro materiale con idonee caratteristiche. In prossimità delle lastre di protezione vengono posati dei tritubi per ospitare i cavi ausiliari all'impianto.

Per terreni in pendenza o quando sia preferibile per una miglior sicurezza dell'impianto, in sostituzione alle lastre in cls, potranno essere utilizzate apposite canalette con coperchio in c.l.s., o cunicoli in cav. di idonee dimensioni (normalmente con larghezza compresa entro 1 m circa).

Sopra alla protezione meccanica (lastre o canaletta in cls) viene posta una rete ed un nastro in PVC per la segnalazione in caso di scavo.

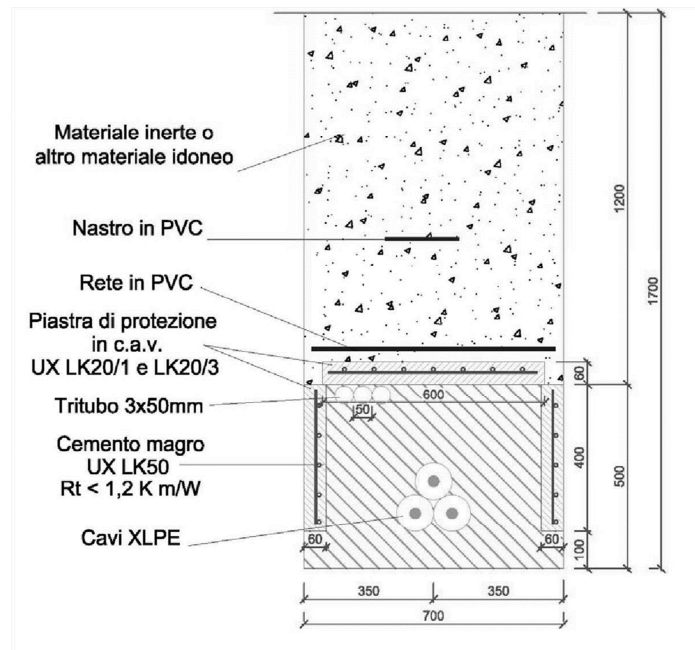
La trincea viene ricoperta materiale inerte e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente. È previsto il ripristino del manto stradale per una fascia pari alla larghezza della trincea più un metro per ciascun lato.

Nella trincea di posa saranno alloggiati anche altri cavi, necessari per il collegamento di terra e per le attività di teleconduzione e telecontrollo degli impianti elettrici (cavi coassiali, cavi telefonici, cavi con fibre ottiche).



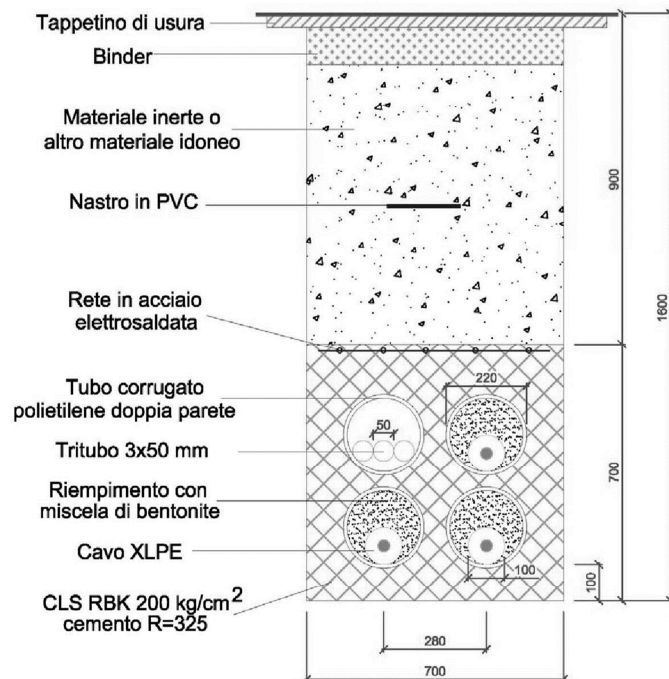
(1) Il tappetino di usura sarà ripristinato per una fascia pari alla larghezza della trincea più 0,5 m per ciascun lato.

**Figura 11.1.1: Posa a trifoglio su strade urbane ed extraurbane – sezione tipo**



**Figura 11.1.2: Posa a trifoglio in terreno agricolo – sezione tipo**

Per l'attraversamento di sedi stradali, canali o altri impedimenti che non consentano lo scavo in trincea, i cavi verranno posati mediante inserimento in tubiere precedentemente predisposte, eseguite utilizzando tubi in PVC.



**Figura 11.1.3: Posa in attraversamento stradale – sezione tipo**

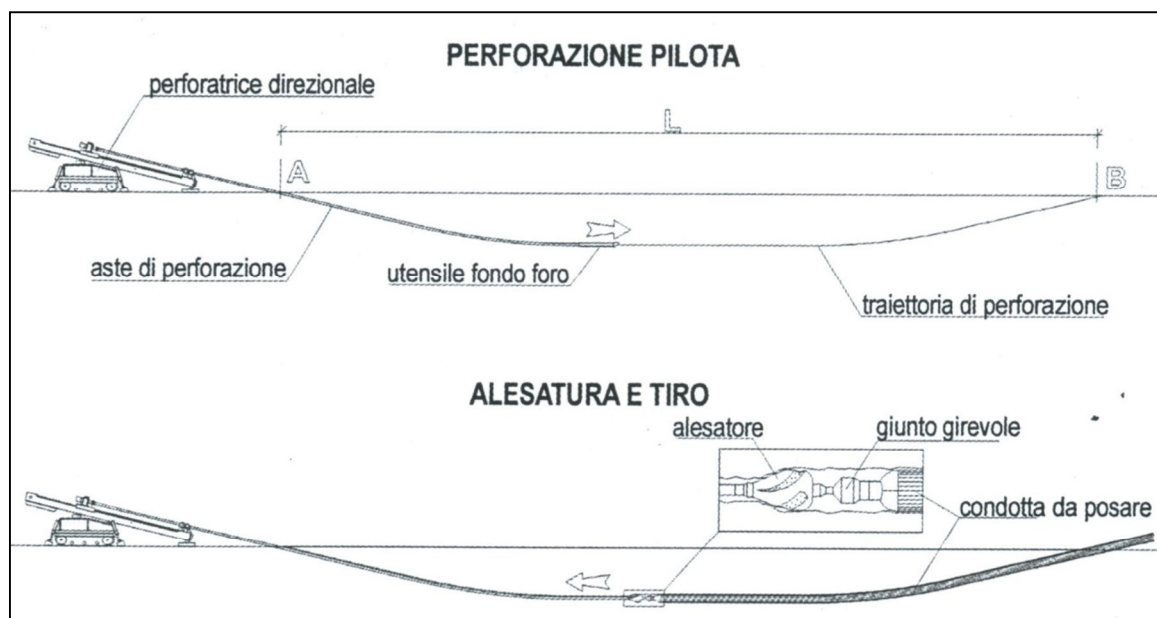


Qualora ci si trovi in presenza di attraversamenti particolari dove non sia possibile intervenire con scavi in superficie, in fase di progettazione esecutiva si valuterà la possibilità di procedere mediante perforazione orizzontale teleguidata o spingitubo.

Per l'attraversamento dei tratti sopraelevati, inoltre, si valuterà l'utilizzo di opere di staffaggio o delle suddette tecniche di perforazione.

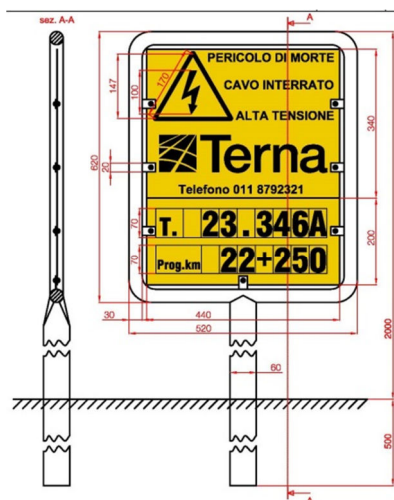
Qualora non sia possibile usufruire degli esistenti ponti per l'attraversamento dei corsi d'acqua, gli stessi potranno essere attraversati con le seguenti modalità:

- scavo di idonea trincea in corrispondenza dell'alveo;
- sistema di attraversamento mediante perforazione teleguidata (directional drilling);
- realizzazione di un'apposita struttura metallica tralicciata, adiacente il ponte stradale, su cui installare i cavi stessi.



**Figura 11.1.4: Schematico perforazione teleguidata**

L'elettrodotto interrato sarà opportunamente segnalato mediante targhe affogate nell'asfalto o con cartelli di adeguate dimensioni.



**Figura 11.1.5: Cartello di segnalazione linea in cavo**

Lungo il tracciato dei cavi saranno installati dei pozzetti con chiusini in ghisa, in prossimità delle giunzioni, in prossimità dei sostegni di transizione da linea aerea a linea in cavi interrati, ai limiti delle varie tratte di posa dei cavi ausiliari all'impianto (cavi per telesegnalazione e telecontrollo).

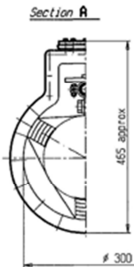
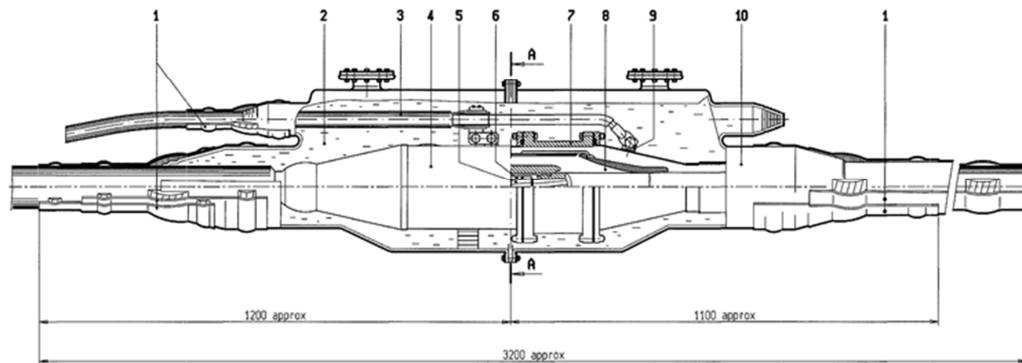
### 11.1.2 Buche giunti

In base alla lunghezza del collegamento, all'orografia del territorio ed alle caratteristiche del cavo verrà determinata la lunghezza delle pezzature delle tratte terrestri. Ogni cavo, di ciascuna pezzatura, sarà collegato al cavo di fase elettrica corrispondente della tratta successiva, mediante apposita cassetta di giunzione (giunto).

I giunti per i cavi AT saranno unipolari; la loro messa in opera sarà effettuata su supporti in muratura all'interno di apposite "camere di giunzione", delle opportune dimensioni, scavate nel terreno. In queste saranno alloggiati i cavi, i giunti, le cassette di sezionamento delle guaine ed altri accessori necessari. Per una migliore gestione del collegamento, le cassette e gli accessori verranno installati all'interno di camerette interrate in cls, di tipo telefonico con chiusini in ghisa, poste a fianco della camera di giunzione.

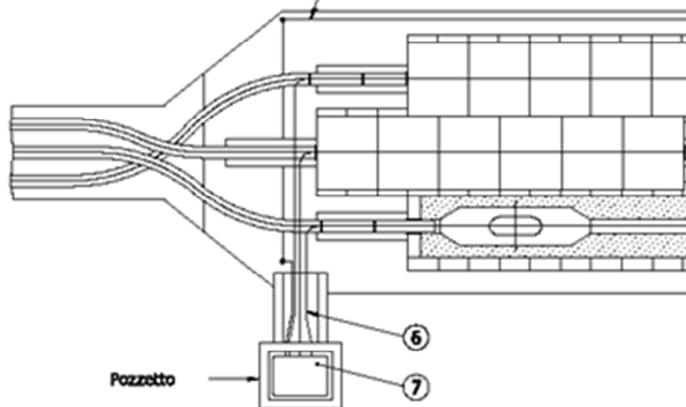
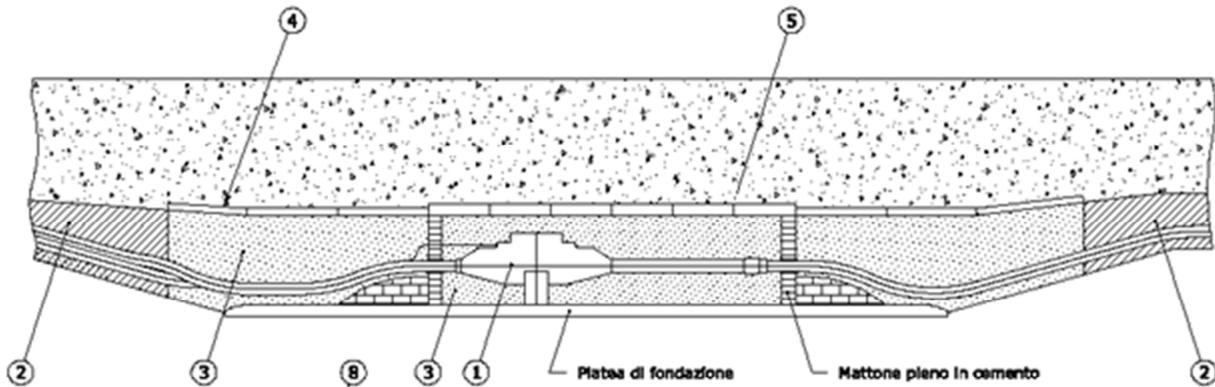
La dimensione standard della buca giunti sarà di: Lunghezza 8 m, Larghezza 2,5 m, profondità 2 m.

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE



- 1 HEATSHRINKABLE TUBES (Polyolephine)
- 2 INSULATING COMPOUND
- 3 CONCENTRIC CABLE FOR CROSS-BONDING (not included in the supply)
- 4 CASING (Copper)
- 5 CABLE CONDUCTOR
- 6 CONNECTOR (for Copper conductor) or WELDING (For Aluminium conductor)
- 7 INSULATING RING (Epoxy resin VOLTALIT®)
- 8 PREHULDED SLEEVE (Rubber)
- 9 EARTHING CABLE END-CONNECTORS (Copper)
- 10 OUTER PROTECTION (XLPE) 99.741.3.067

Figura 11.1.6: Giunto per cavi AT unipolari – schema tipo



Rif.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Giunti unipolari sezionati
2	Cemento magro
3	Sabbia a bassa resistività termica
4	Lastra protezione cavi
5	Lastra protezione giunti
6	Cavo concentrico
7	Cassetta sezionamento guaine
8	Collegamento di messa a terra guaine metalliche

Figura 11.1.7: Camera dei giunti - giunzione dei cavi - schema tipo

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

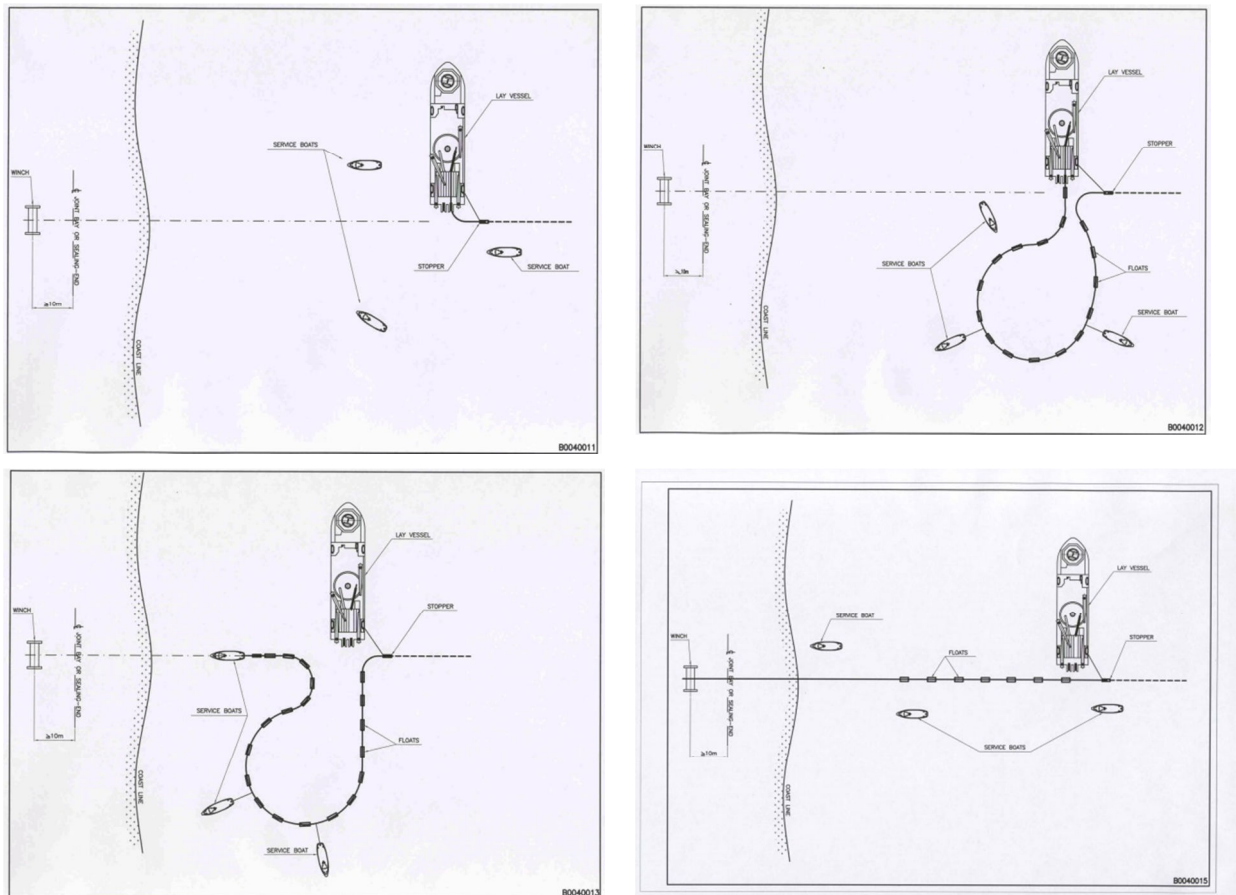
**11.2 Realizzazione del cavidotto sottomarino**

Per la realizzazione del collegamento in oggetto si prevede di utilizzare una nave di adeguate dimensioni opportunamente attrezzata per le operazioni di posa cavi sottomarini.

Il mezzo marino sarà dotato di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi sia durante le fasi di imbarco del cavo che durante la posa.

Prima di ogni campagna di posa verrà effettuata una pulizia del tracciato tramite grappino in modo da liberare il tracciato da eventuali ostacoli alle operazioni di interro.

Per la posa all'approdo si procederà seguendo la procedura riportata nella figura seguente che prevede l'utilizzo di barche di appoggio alla nave principale per il tiro a terra della parte terminale dei cavi, tenuti in superficie tramite dei galleggianti durante le operazioni.



**Figura 11.2.1: Tipico di Posa del cavo all' approdo di arrivo**

In fase di progettazione esecutiva si valuterà la possibilità di effettuare gli approdi mediante "directional drilling" secondo la modalità di posa illustrata nella figura seguente.

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

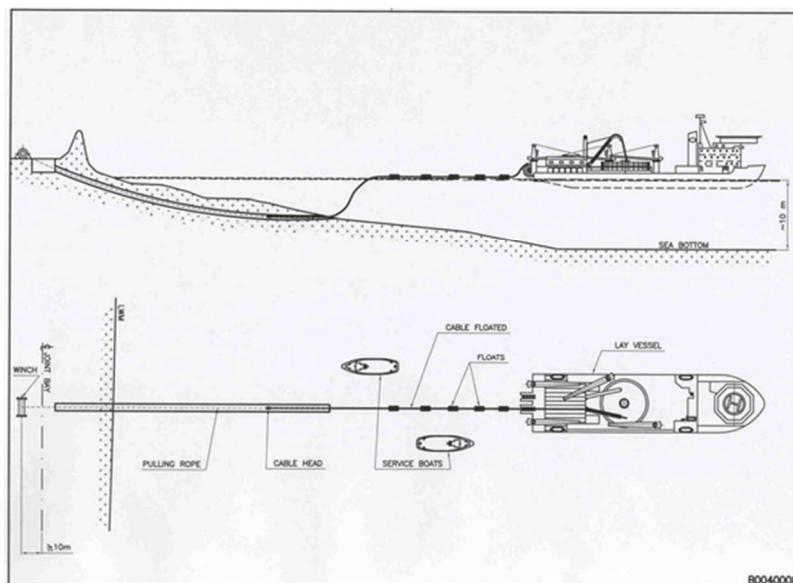


Figura 11.2.2: Tipico di posa del cavo mediante “*directional drilling*”

## 12 STABILITA' DEGLI SCAVI

La concomitanza di favorevole assetto geomorfologico e clinometrico dei luoghi d'intervento con la natura limo-sabbiosa del substrato nelle due aree terrestri (anche se localmente interessato da lenti e livelli argillosi) e la presenza di una falda superficiale rendono le condizioni di stabilità degli scavi mediamente favorevoli, anche perché la profondità delle trincee rende difficile l'intercettazione diretta di acqua negli scavi, fatta eccezione, naturalmente, per i primissimi tratti di approccio alla spiaggia e all'immediato retroterra dove si ha l'ingressione dell'acqua di mare..

Pertanto, si può affermare che gli scavi in progetto sono affetti da una sufficiente propensione alla stabilità, da perseguire attraverso l'adozione di scarpate inclinate e solo in casi particolari attraverso il ricorso ad opere provvisorie da dimensionare in funzione degli esiti delle indagini in situ condotte nel corso del progetto esecutivo.

In particolare, in sede di progetto esecutivo si provvederà a definire la scarpa delle superfici di scavo attraverso un programma di calcolo con l'inserimento dei parametri ottenuti da indagini in situ. In particolare, l'effettuazione di tali verifiche di stabilità sarà condotta non solo per verificare le condizioni di ante e post-operam, ma anche quelle relative alla presenza di scavi e sbancamenti durante il cantiere e prima del loro rinterro. Il tutto secondo quanto stabilito dalle NTC2008 in merito alle azioni sismiche.

## 13 CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

Il substrato litologico che caratterizza le due aree d'intervento di Piombino e di Portoferraio è in maniera del tutto omogenea costituito da terreni dalle caratteristiche geotecniche che risultano buone.

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

Gli interventi in progetto, peraltro, non presentano alcuna opera o manufatto in elevazione, a meno di quelli previsti nelle aree di CP in cui sono già presenti opere in elevazione, e pertanto il tema della capacità portante dei terreni non risulta progettualmente significativo.

### **14 CONCLUSIONI**

Nel presente documento sono state illustrate le principali caratteristiche di natura geologico-tecnica del territorio interessato dai diversi tratti dei cavidotti in progetto, al fine di fornire un panorama delle conoscenze delle aree ed effettuare una valutazione, sotto il profilo progettuale, per caratterizzare i terreni interessati dalle opere e in progetto.

Tale prima analisi delle caratteristiche geologico-tecniche delle diverse aree progettuali è stata condotta partendo da un insieme di dati bibliografici e cartografici significativamente verificati in campo (per le due zone terrestri di Piombino e Portoferraio), nel corso di sopralluoghi e rilievi effettuati nelle aree d'interesse progettuale e nelle relative vicinanze.

Tali dati tuttavia, dovranno essere necessariamente integrati dagli esiti di un'accurata e puntuale campagna d'indagini, da programmare ed effettuare nella successiva fase di progettazione esecutiva.

In ordine a quanto esposto nei precedenti capitoli e sulla scorta dei rilievi geologico-geomorfologici di dettaglio eseguiti lungo l'intero tracciato del cavidotto, nonché dalla consultazione di dati geognostici pregressi desunti da lavori e pubblicazioni strettamente riferite all'area di studio, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive :

- i terreni interessati dagli scavi sono riconducibili a Depositi eolici e lacustri, nella zona di Piombino, mentre nell'area di Portoferraio il substrato interessato dal cavidotto è costituito da depositi alluvionali a matrice prevalentemente sabbiosa.
- dal punto di vista geotecnico, i terreni alluvionali e i depositi sabbiosi sono tendenzialmente buoni, mentre i depositi lacustri presente nella zona di Piombino risultano scadenti.
- la falda superficiale presenta soggiacenze minime dell'ordine dei 2-3 m in prossimità della fasce costiere di entrambi i terminali elettrici
- dal punto di vista sismico, il territorio di entrambi i comuni interessati dal cavidotto terrestre è classificato in zona 4 (sismicità molto bassa); a livello di risposta sismica locale si individuano, in prima approssimazione, suoli di Tipo D, con categoria topografica è sempre T1, essendo le superfici d'imposta di tutte le opere e i manufatti costantemente pianeggianti
- dal punto di vista della stabilità degli scavi, le caratteristiche geomorfologiche e clinometriche delle aree, unitamente alla natura del substrato e alla per quanto ridotta soggiacenza della falda rendono le condizioni di stabilità degli scavi sempre buone

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

## **15 ALLEGATI**

Gli allegati al presente documento sono i seguenti :

DEDR11018BSA00597 - Carta Geologica e Geomorfologica: 1:10.000

DEDR11018BSA00598 - Carta Idrogeologica 1:10.000

DEDR11018BSA00599 - Carta del PAI 1:10.000