D'APPOLONIA

VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476550102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

0	LUGLIO 2012	PROGETTO DEFINITIVO	LLR	AO	AED
REV	DATE	DESCRIZIONE/DESCRIPTION	ESEGUITO/BY	CONTR/CHKD BY	APPROV/APPROV BY

CLIENTE/CLIENT

Enel Green Power S.p.A.

PROGETTO/PROJECT

Impianto di Produzione di Energia da Fonte Eolica in Ambito Portuale - Porto di Genova

TITOLO/TITLE

Progetto Definitivo

Elaborati Generali

Relazione Illustrativa

TIMBRO/STAMP

	FIRMA/SIGNATURE	DATA/DATE	No INT/INTERNAL No	SCALA/SCALE	TAV/PLATE No	REV
ESEGUITO/BY	LLR	LUGLIO 2012	12-412-H3	-	12-412_PD_A_002	0
CONTR/CHKD BY	AO	LUGLIO 2012				
APPROV/APPROV BY	AED	LUGLIO 2012				

INDICE

Pagina

ELENCO DELLE TABELLE **II**
ELENCO DELLE FIGURE **III**
1 PREMESSA **1**
2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO **2**
2.1 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO 2
2.2 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI AEROGENERATORI 3
3 COMPATIBILITÀ PLANO-ALTIMETRICA **13**
4 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO **16**
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE DIGHE 16
4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 23
4.3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO 24
4.4 AZIONI INDOTTE DALLA PORTATA TRACIMANTE 27
5 OPERE STRUTTURALI **28**
5.1 CAVIDOTTO 28
5.2 BASAMENTI 29
5.3 STRUTTURE IN C.A. 29
5.4 COLLEGAMENTO AEROGENERATORI-DIGA 30
5.5 ZONA 1 30
5.6 ZONA 4 31
5.7 ZONA 6 31
5.8 ZONA 7 32
5.9 ZONA 8 33
6 RETE DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA **34**
7 ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE **38**
7.1 INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA' DI SCAVO 38
7.2 CANTIERIZZAZIONE 40
7.3 SICUREZZA 43
APPENDICE A: SCHEDA TECNICA DELL'AEROGENERATORE

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella No. **Pagina**

Tabella 4.1: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 1 24
Tabella 4.2: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 4 e Zona 6 25
Tabella 4.3: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 7-8 25
Tabella 4.4: Proprietà geomeccaniche materiali da costruzione 25
Tabella 4.5 Definizione della pericolosità sismica di base 26
Tabella 4.6 Definizione dell'azione sismica di progetto 27
Tabella 6.1: Distribuzione delle Potenze Installate nelle Zone di Localizzazione degli Aerogeneratori 34
Tabella 7.1: Tabella riassuntiva scavi per attraversamenti sottomarini 38
Tabella 7.2: Identificazione delle aree di cantiere 40
Tabella 7.3: Identificazione degli Accessi/Varchi di cantiere. 41
Tabella 7.4: Identificazione dei cantieri elementari 44

ELENCO DELLE FIGURE

Figura No. **Pagina**

Figura 2.1: Diga Duca di Galliera e Prolungamento di Levante 3
Figura 2.2: Zona 4 – Diga di Sampierdarena 4
Figura 2.3: Zona 6 – Testata di Levante della Diga Aeroportuale 4
Figura 2.4: Zona 7 Zona 8 – Diga di Voltri 5
Figura 2.5: Zona 1 Tratto FG – WTG 32-34 h torre 29.4 m 6
Figura 2.6: Zona 1 Tratto GH – WTG 35-39 h torre 28 m 7
Figura 2.7: Zona 4 – WTG 28-31 h torre 24.15 m 8
Figura 2.8: Zona 6 – WTG 21-27 h torre 29 m 9
Figura 2.9: Zona 7 Tratto JI – WTG 20 h torre 23 m 10
Figura 2.10: Zona 7 Tratto LJ – WTG 17-19 h torre 23 m 11
Figura 2.11: Zona 8 – WTG 1-16 h torre 28.5 m 12
Figura 3.1: Aree non Idonee alla Localizzazione di Impianti Eolici (Regione Liguria, 2009) 13
Figura 4.1: Zona 1 – Diga Duca di Galliera e prolungamento di levante 16
Figura 4.2: Sezione trasversale tipo tratto G-H. 17
Figura 4.3: Sezione trasversale tipo tratto F-G. 17
Figura 4.4: Zona 4 – Diga di Sampierdarena 18
Figura 4.5: Sezione trasversale tipo tratto C-D. 18
Figura 4.6: Zona 6 – Testata di levante della diga aeroportuale 19
Figura 4.7: Sezione trasversale tipo tratto B-C. 19
Figura 4.8: Zona 7 – Diga di Voltri 20
Figura 4.9: Sezione trasversale tipo tratto L-J. 20
Figura 4.10: Sezione trasversale tipo tratto J-I. 21
Figura 4.11: Zona 8 – Diga di Voltri 22
Figura 4.12: Sezione trasversale tipo tratto M-N. 22
Figura 5.1: Cavidotto Adiacente al paramento verticale 29
Figura 5.2: Cavidotto non Adiacente al Paramento Verticale 29
Figura 5.3: Interventi Strutturali Zona 1 30
Figura 5.4: Interventi Strutturali Zona 4 31
Figura 5.5: Interventi Strutturali Zona 6 32
Figura 5.6: Interventi Strutturali Zona 7 33
Figura 5.7: Interventi Strutturali Zona 7 – Passerella Metallica 33
Figura 6.1: Sezione Tipologica di Attraversamento del Fondale Portuale 35
Figura 6.2: Pianta Chiave - Localizzazione Cabine di Connessione 36
Figura 6.3: Zona Genova - Localizzazione Cabina di Connessione 36
Figura 6.4: Zona Voltri - Localizzazione Cabina di Connessione 37

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1 PREMESSA

La società Enel Green Power S.p.A. intende realizzare il progetto di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica in ambito portuale, da ubicarsi su alcuni tratti della Diga Foranea del Porto di Genova, con collegamento a terra mediante cavo sottomarino.

In data 28 Luglio 2009 Enel Green Power S.p.A. ha chiesto il rilascio di una concessione demaniale marittima per la realizzazione di tale impianto. Ad integrazione della sopraccitata istanza Enel Green Power S.p.A., in data 30 luglio 2010, ha trasmesso una Valutazione Tecnica di Fattibilità ed una Valutazione di Impatto Paesaggistico preparate da D'Appolonia S.p.A. su incarico della stessa Enel Green Power S.p.A..

Nel periodo compreso tra il 4 Novembre 2010 ed il 18 Dicembre 2010, sono state quindi espletate dall'Autorità Portuale di Genova le procedure di pubblicazione dell'istanza pervenuta.

In data 29 Luglio 2011 il progetto in questione ha ottenuto il parere favorevole del Comitato Portuale all'accoglimento dell'istanza formulata da Enel Green Power finalizzata al rilascio di una Concessione Demaniale Marittima della durata di 25 anni

In considerazione però della complessità dell'intervento da realizzarsi e della particolare localizzazione dello stesso, il Comitato Portuale ha precisato che l'intervento dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni tecniche che i competenti Uffici dell'Autorità Marittima e dell'Amministrazione riterranno necessario impartire in fase di cantierizzazione e di realizzazione dei lavori. È stato quindi richiesto ad Enel Green Power (Autorità Portuale di Genova - Relazione di Accompagnamento dello Schema di Deliberazione del Comitato Portuale – Protocollo 9.1/2011 - 29 Luglio 2011) di presentare all'Autorità Marittima e all'Autorità Portuale il Progetto Definitivo dell'impianto al fine di consentire alle stesse i necessari approfondimenti tecnico-operativi. Il progetto dovrà inoltre essere sottoposto a cura di Enel Green Power S.p.A. alle previste procedure di valutazione di impatto ambientale.

Ai fini dell'avvio dell'iter autorizzativo di cui all'articolo 12 del D.Lgs 29 Dicembre 2003, No. 387 (Autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili) il progetto è stato sviluppato in accordo con quanto riportato nella Parte III del D.M. 10 Settembre 2010 (Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili).

In accordo con quanto stabilito dal D.M. 10 Settembre 2010 il progetto dell'Impianto di Produzione di Energia da Fonte Eolica del Porto di Genova è stato elaborato in conformità al d.P.R. n. 207/2010 e parallelamente è stato sviluppato uno Studio di Impatto Ambientale redatto ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e conformemente a leggi e regolamenti regionali.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nell'ambito portuale di Genova.

In particolare l'impianto sarà costituito da 39 aerogeneratori ubicati su diversi tratti della Diga foranea del Porto di Genova, per una potenza installata di 7.8 MW e una produzione di energia annua stimata pari a circa 12 GWh.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla rete elettrica a terra mediante cavidotti posati su opere foranee, fondale marino e ambiti portuali a terra.

Il Progetto Definitivo è sviluppato in modo da garantire la compatibilità della presenza degli aerogeneratori sulla diga nel rispetto dei vincoli imposti dall'Autorità Portuale per garantire il corretto svolgimento delle operazioni portuali sia rispondere nel rispetto dei vincoli definiti da ENAC relativi al cono aereo dell'aeroporto con i sentieri di avvicinamento alla pista L'analisi di tali vincoli è riportata al successivo Capitolo 3 relativo alla compatibilità plano-altimetrica degli impianti.

In funzione delle aree disponibili per l'impianto e del numero di aerogeneratori installabili si è proceduto allo sviluppo del progetto delle opere civili ed impiantistiche necessarie all'installazione degli aerogeneratori.

Relativamente alle opere civili, è stata eseguita la verifica della stabilità delle dighe con riferimento al carico trasmesso dagli aerogeneratori in aggiunta ai carichi dovuti al moto ondoso. Tali verifiche sono sviluppate con riferimento alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione ed alle caratteristiche strutturali e geometriche delle dighe. Particolare attenzione è stata rivolta alla definizione e verifica strutturale del sistema di ancoraggio dell'aerogeneratore sulla diga nel rispetto della richiesta dell'Autorità Portuale per un sistema in grado di garantire oltre ad un saldo collegamento anche un agevole smontaggio e ricollocazione degli aerogeneratori in caso di intervenute esigenze da parte dell'Autorità Portuale.

Il progetto impiantistico ha compreso la definizione dei collegamenti dell'impianto alla rete di distribuzione elettrica tenendo conto delle caratteristiche degli aerogeneratori e della rete stessa.

2.1 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Per le verifiche strutturali e geotecniche oltre che per la definizione della pericolosità sismica di base dovuta alle azioni di progetto si è fatto riferimento a quanto disposto dal DM 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Per quanto riguarda le linee di distribuzione elettrica si è fatto riferimento alla normativa tecnica nazionale di seguito elencata:

- Decreto Legislativo No. 36 del 22 Febbraio 2001, "Legge quadro sulla protezione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 55 del 7 Marzo 2001;
- Norma CEI 11-17 luglio 1997: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - linee interrate";

- Norma CEI 103-6 dicembre 1997: "Protezione delle linee di telecomunicazioni dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
- Norma CEI 0-16 luglio 2007: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI 11-1 "Protezione contro i contatti indiretti".

L'elenco completo della normativa tecnica di riferimento utilizzata per la progettazione è riportata nei diversi documenti di dettaglio costituenti il Progetto Definitivo.

2.2 LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEGLI AEROGENERATORI

Tutti gli aerogeneratori che si prevede di installare sono del tipo VERGNET GEV MP-R con potenza nominale di 199 kW.

Le turbine proposte per il progetto in esame presentano un rotore di 32 m di diametro con asse orizzontale e sono sostenute da una torre tubolare di altezza variabile a seconda delle zone di installazione.

La scheda tecnica riportante le caratteristiche tecniche e geometriche del tipo di aerogeneratore scelto è allegata in Appendice A. Sulla sommità di ogni torre sarà presente una luce di ingombro per segnalare la posizione in quota delle macchine.

I 39 aerogeneratori saranno distribuiti nell'ambito della Diga foranea in 5 zone (vedere elaborati grafici 12-412_PD_B_004, 005 e 006) così indicate:

- Zona 1: che comprende il tratto di Levante della Diga Duca di Galliera e il prolungamento del molo Galliera. Lungo questo tratto è prevista l'installazione di 8 aerogeneratori;

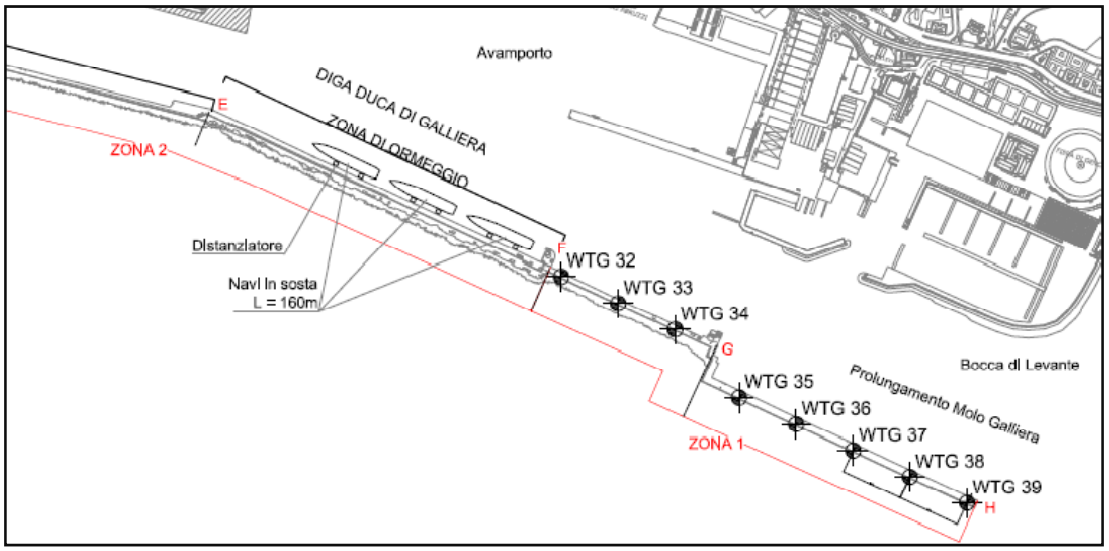


Figura 2.1: Diga Duca di Galliera e Prolungamento di Levante

- Zona 4: dalla proiezione dello spigolo di levante del Ponte Eritrea fino alla proiezione dello spigolo di ponente del Ponte Somalia. È prevista l'installazione di 4 aerogeneratori;

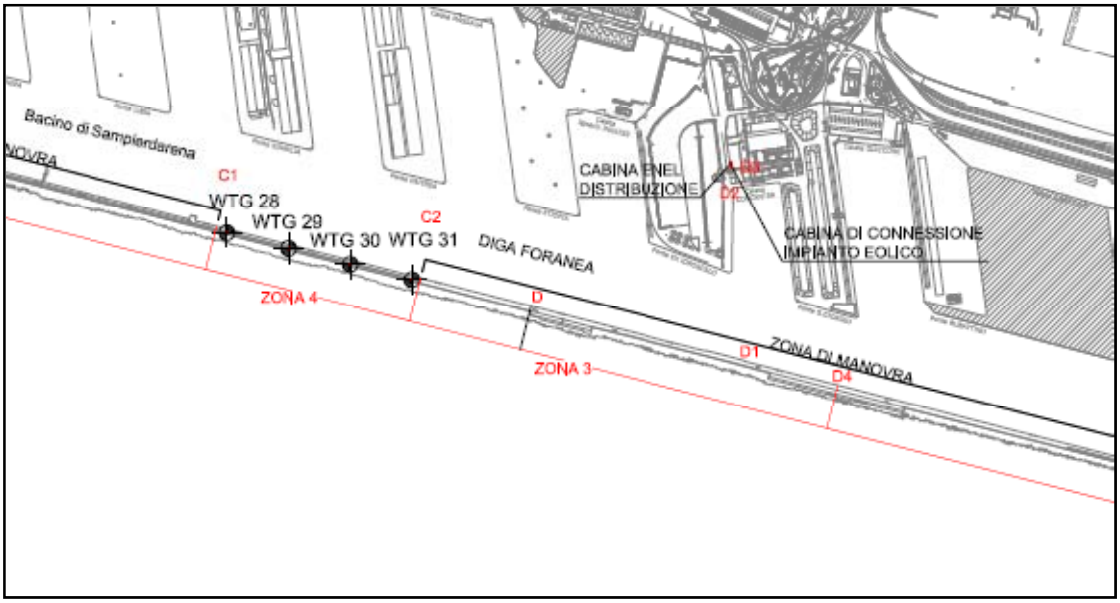


Figura 2.2: Zona 4 – Diga di Sampierdarena

- Zona 6: testata di levante della diga aeroportuale. È prevista l'installazione di 7 aerogeneratori;

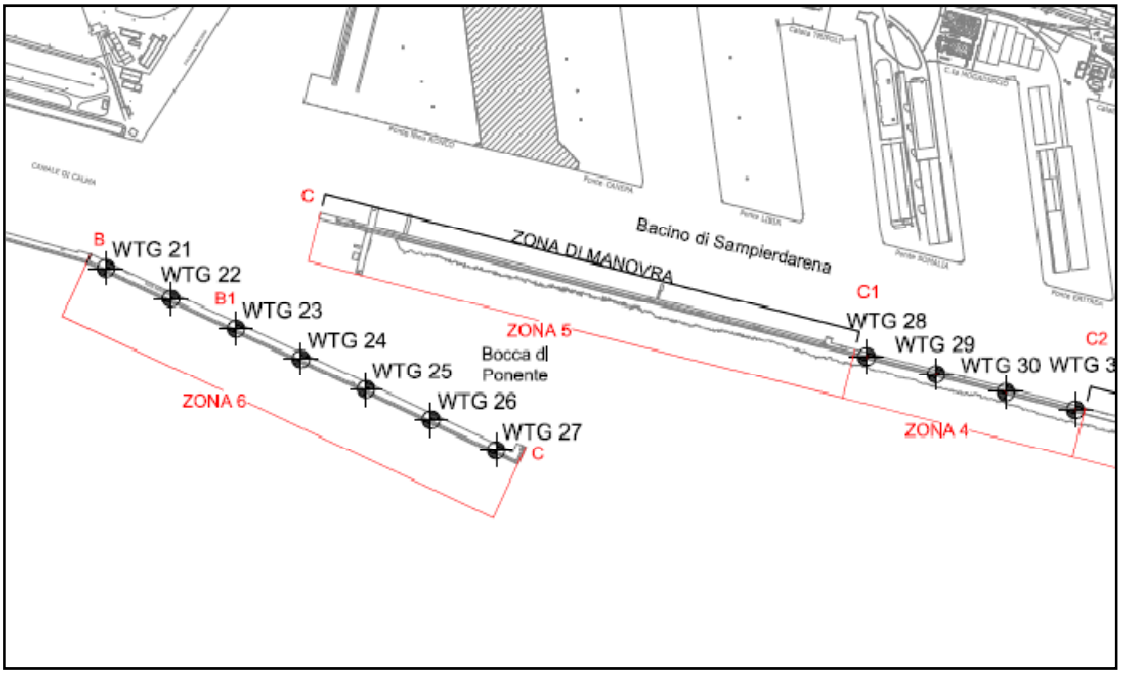


Figura 2.3: Zona 6 – Testata di Levante della Diga Aeroportuale

- Zona 7: tratto Est della diga di Voltri. Lungo il tratto di diga interessato è prevista l'installazione di 4 aerogeneratori;
- Zona 8: lungo il tratto Sud della diga di Voltri. È prevista l'installazione di 16 aerogeneratori.

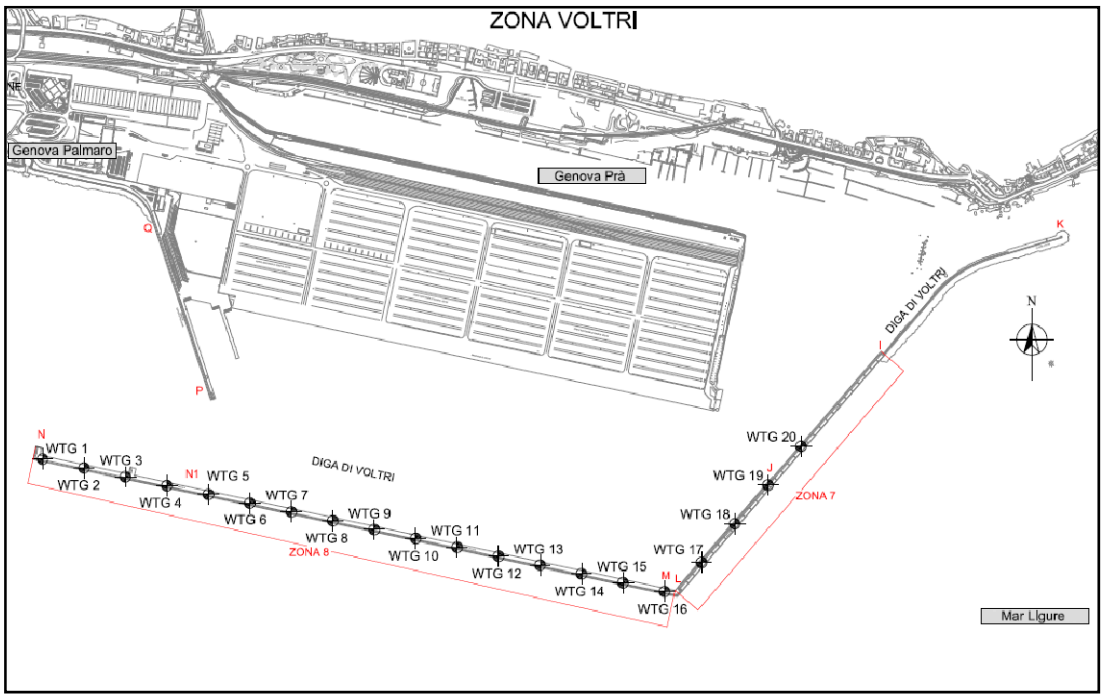


Figura 2.4: Zona 7 Zona 8 – Diga di Voltri

Saranno implementate diverse tipologie di fondazione delle macchine a seconda delle caratteristiche dei tratti di diga interessati. In particolare:

- per tutti gli aerogeneratori ad esclusione dei WTG 32/33/34 saranno previsti tirafondi ancorati nel calcestruzzo collegati alla colonna del generatore mediante piastra a corona circolare adeguatamente nervata. In particolare, per i WTG 17-20 e 28-31 inghisaggio e successiva installazione saranno preceduti dalla costruzione di uno sperone. Nella zona 4 e nella zona 7 infatti per poter garantire gli spazi necessari al posizionamento degli aerogeneratori devono essere previste delle strutture in calcestruzzo armato (speroni) addossate ai muri paraonde delle dighe su cui verranno installate le torri degli aerogeneratori che avranno quindi altezze ridotte di 3.55 m nel caso della zona 4 e 7.9 m nel caso della zona 7;
- per i WTG 32/33/34 saranno realizzati tirafondi ancorati in un plinto di calcestruzzo realizzato ex-novo con rifacimento locale del getto esistente.

In considerazione delle diverse modalità di ancoraggio alle dighe, alle differenti quote delle dighe ed al fine di consentire il rispetto dei limiti imposti dal cono aereo dell'Aeroporto di Genova per il quale la quota massima ammissibile è pari a 47.72 s.l.m. nelle Zone più prossime alle piste di atterraggio e decollo (vedere elaborati vincoli cono aereo 12-412_PD_B_007, 008, 009, 010 e 011), l'altezza della torre tubolare è stata imposta di misure diverse a seconda delle Zone di installazione. In particolare:

- Zona 1: altezza torre pari a 29.4 m per i WTG 32-34 (tratto F-G) ed a 28 m per i WTG 35-39 (tratto G-H), per una quota massima complessiva di 47.5 m s.l.m.;

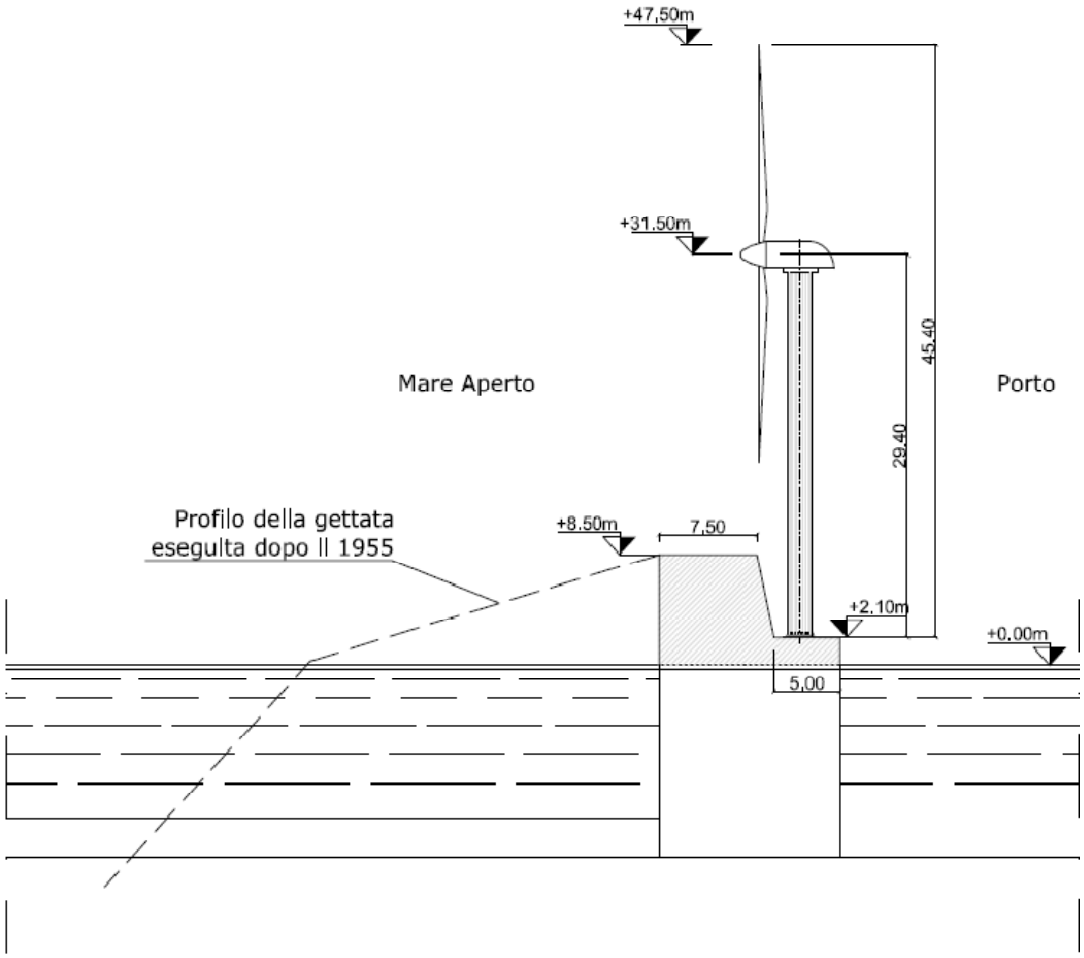


Figura 2.5: Zona 1 Tratto FG – WTG 32-34 h torre 29.4 m

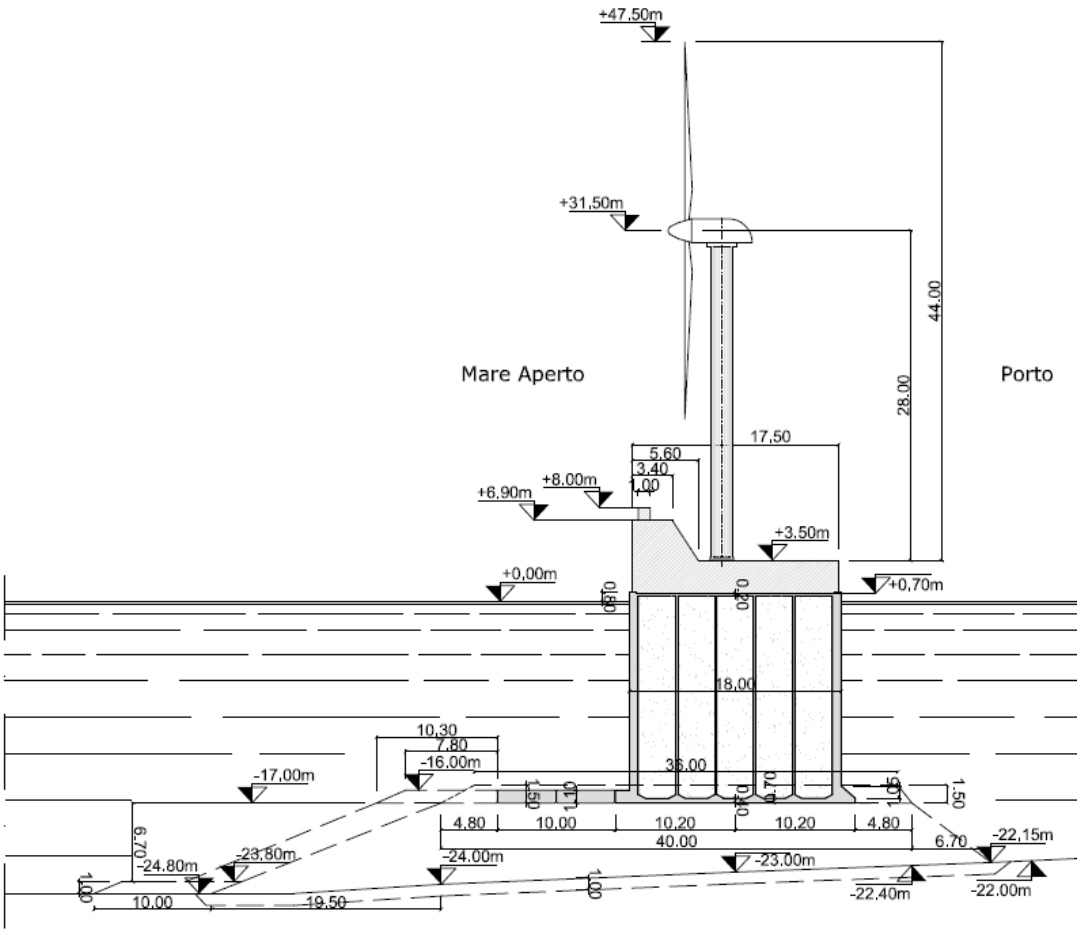


Figura 2.6: Zona 1 Tratto GH – WTG 35-39 h torre 28 m

- Zona 4: altezza torre pari a 24.15 m, per una quota massima complessiva di 47.5 m s.l.m.;

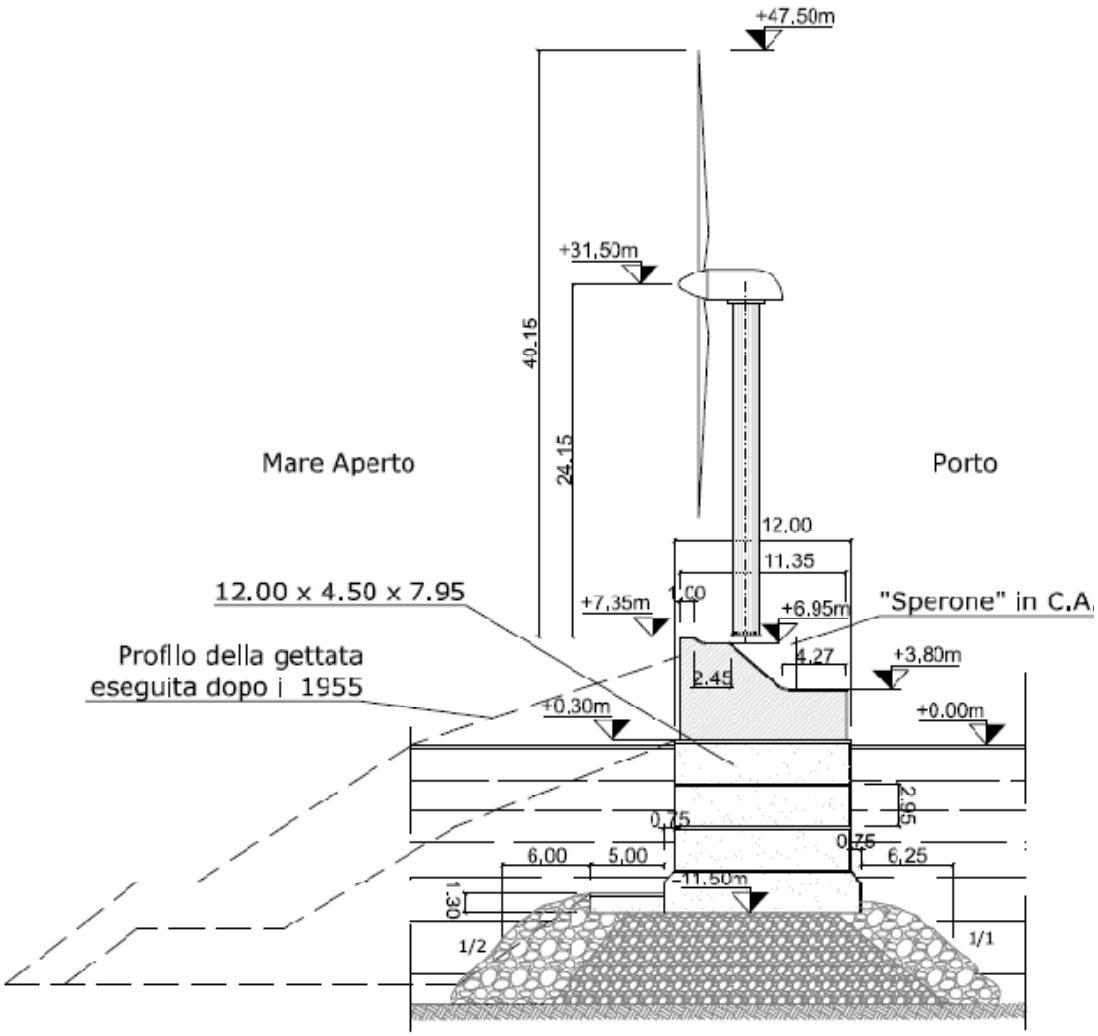


Figura 2.7: Zona 4 – WTG 28-31 h torre 24.15 m

- Zona 6: altezza torre pari a 29 m, per una quota massima complessiva di 47.5 m s.l.m.;

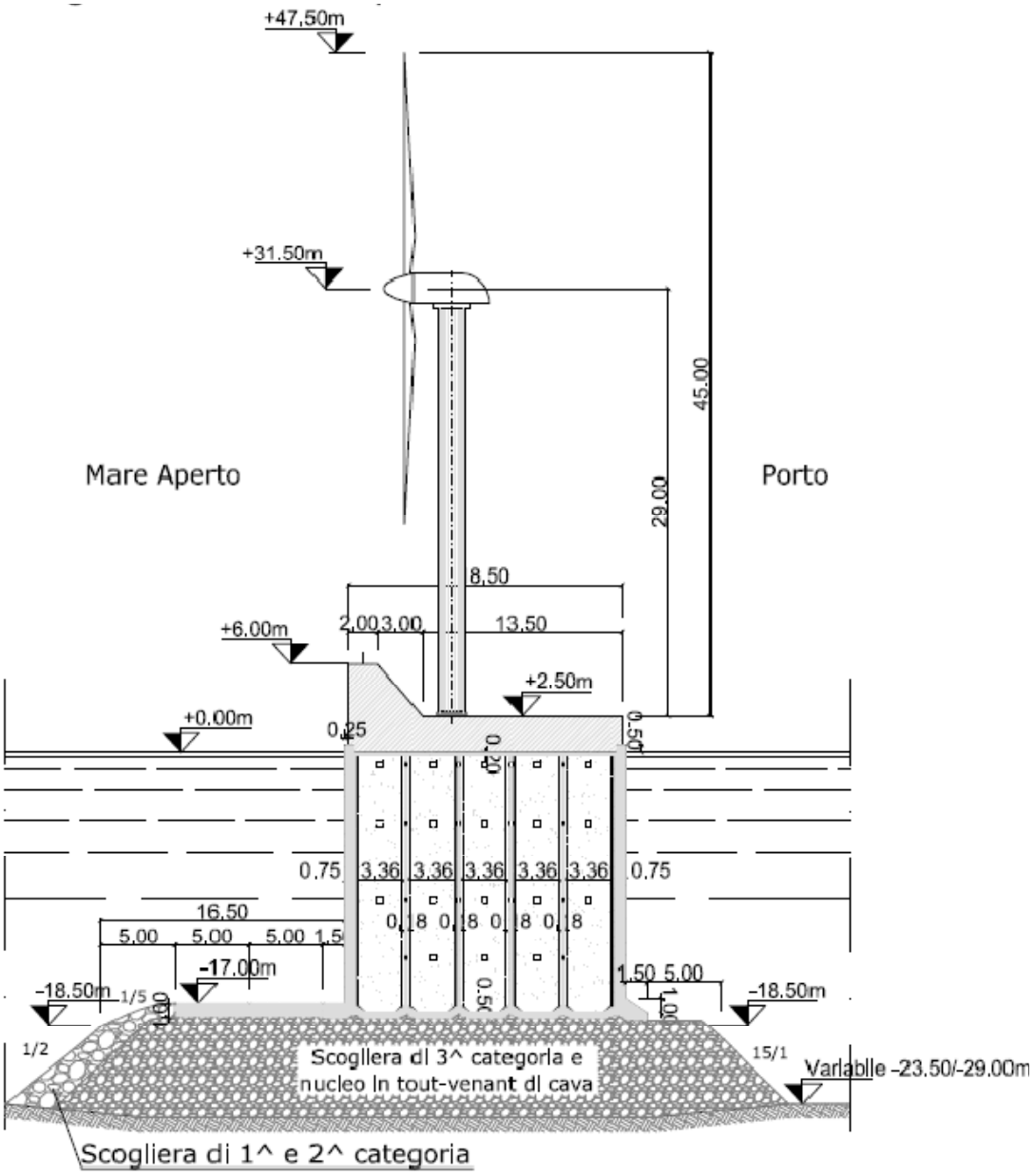


Figura 2.8: Zona 6 – WTG 21-27 h torre 29 m

- Zona 7: altezza torre pari a 23 m, per una quota massima complessiva di 47.5 m s.l.m.;

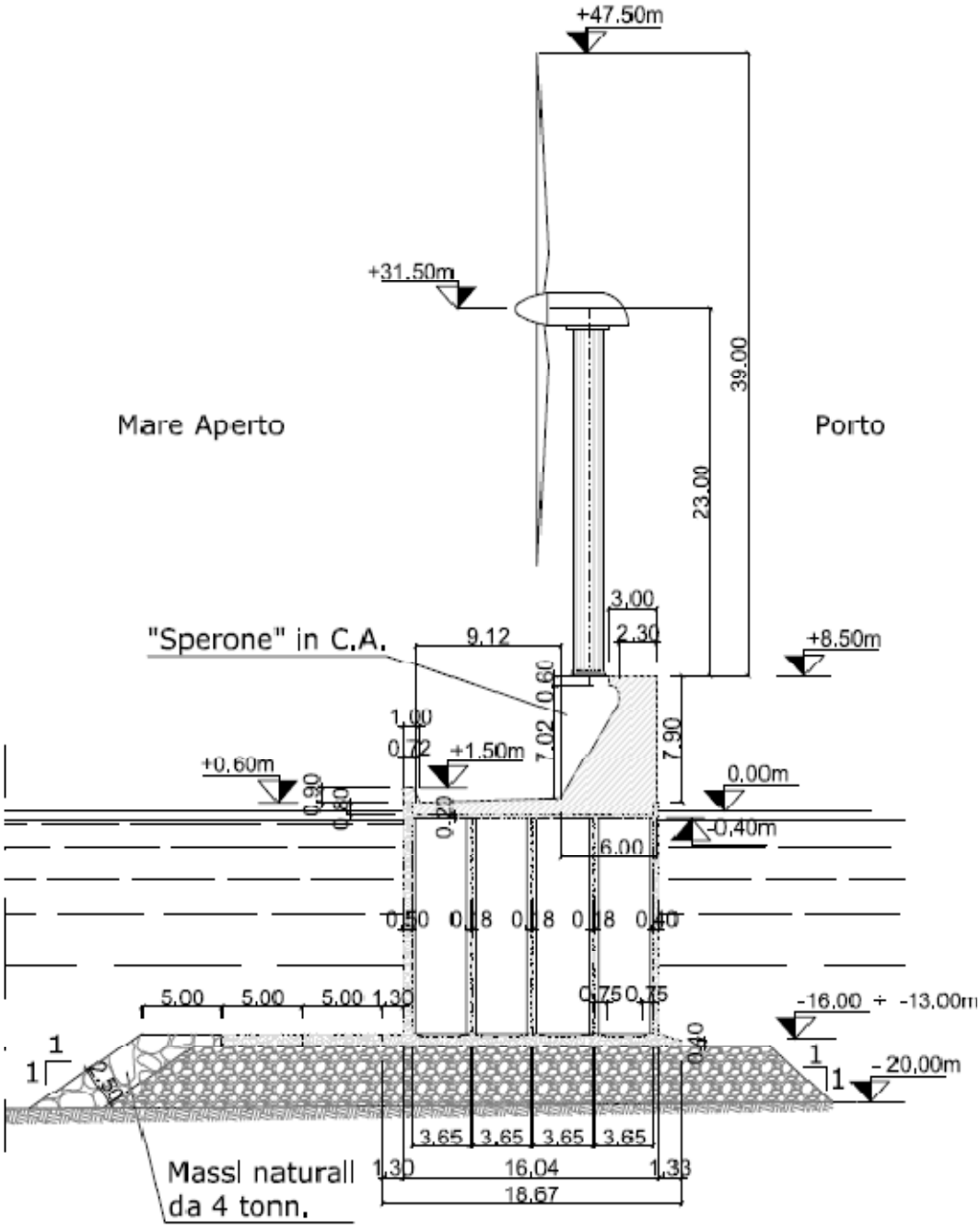


Figura 2.9: Zona 7 Tratto JI – WTG 20 h torre 23 m

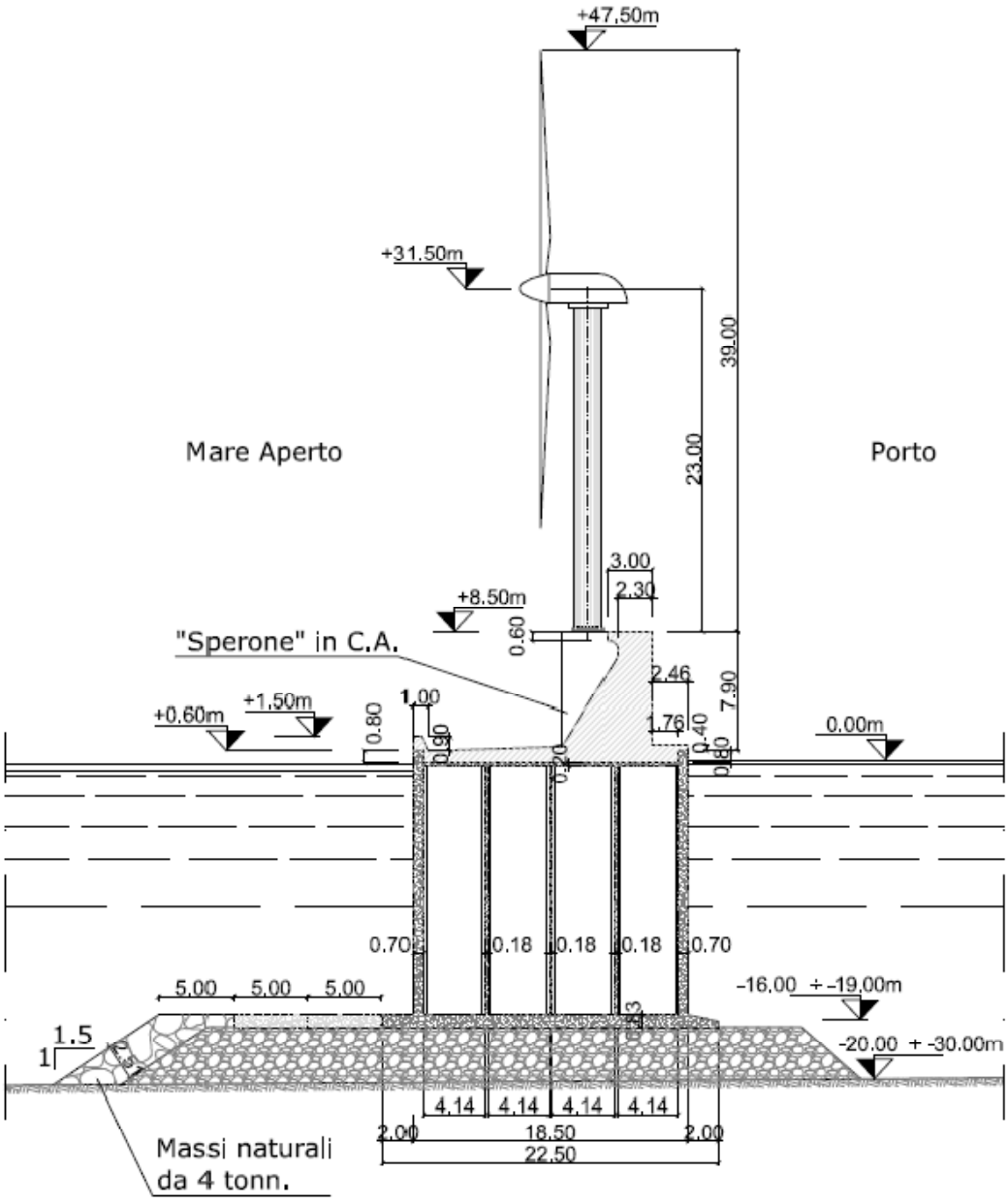


Figura 2.10: Zona 7 Tratto LJ – WTG 17-19 h torre 23 m

- Zona 8: altezza torre pari a 28.5 m, per una quota massima complessiva di 47.5 m s.l.m.

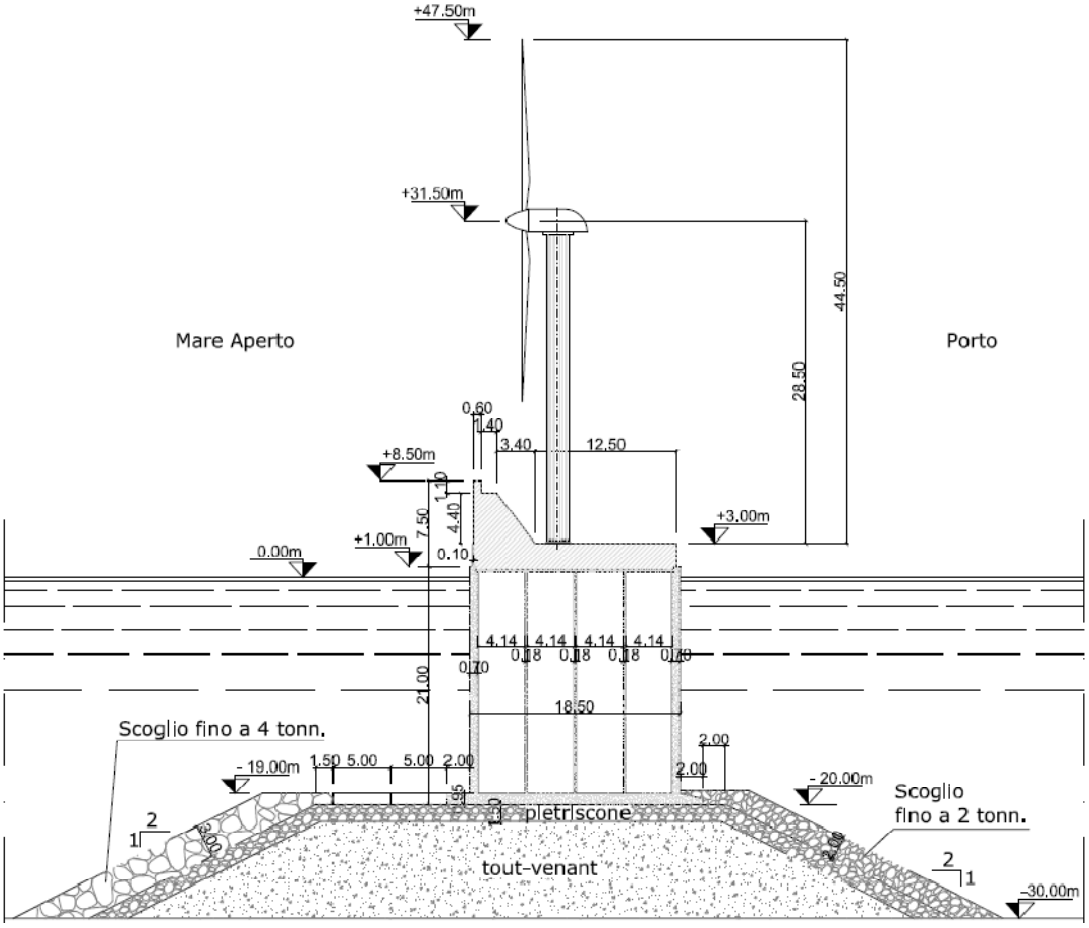


Figura 2.11: Zona 8 – WTG 1-16 h torre 28.5 m

3 COMPATIBILITÀ PLANO-ALTIMETRICA

Dal punto di vista generale, la scelta del sito di localizzazione dell'impianto eolico risulta in linea con le indicazioni della Regione Liguria (2009) che, nell'ambito delle attività di identificazione delle aree non idonee alla localizzazione di impianti eolici, ha:

- rilevato come lo sfruttamento del vento ai fini della produzione di energia elettrica potrà essere conseguito anche con l'installazione di impianti su dighe foranee;
- escluso il sito di progetto dalle aree non idonee all'installazione di aerogeneratori' identificate sulla base di informazioni relative sia ad emergenze paesistiche, sia alla presenza di avifauna e rotte migratorie.

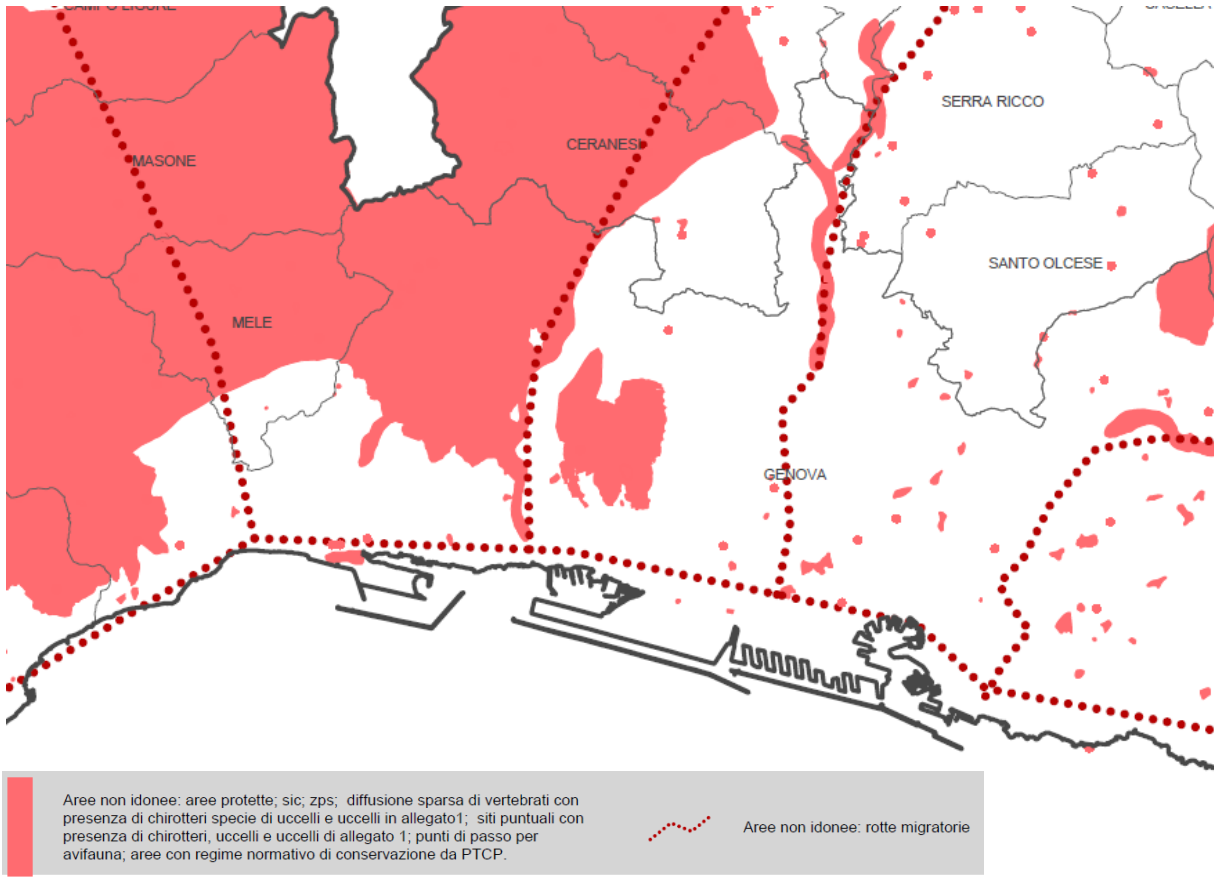


Figura 3.1: Aree non Idonee alla Localizzazione di Impianti Eolici (Regione Liguria, 2009)

Per quanto riguarda il dettaglio della posizione dei singoli aerogeneratori, la configurazione impiantistica definita nel Progetto Definitivo e descritta al Paragrafo 2.2 è il risultato di una serie di ottimizzazioni della configurazione originale del parco eolico. Tale configurazione preliminare, presentata con l'istanza ad Autorità Portuale del 22 Luglio 2009, prevedeva il posizionamento di 75 aerogeneratori sulle strutture foranee portuali così distribuiti:

- 16 aerogeneratori VERGNET da 200 kW presso l'estremità di Levante (antistante il quartiere fieristico) e la parte centrale della diga Duca di Galliera (antistante l'area delle riparazioni navali e del Porto Antico);
- 20 aerogeneratori ARIA da 50 kW nel tratto di diga del Porto di Sampierdarena compreso tra lo spigolo di levante del Ponte Eritrea e lo spigolo di Ponente del Ponte Somalia;
- 10 aerogeneratori ARIA da 50 kW lungo la testata di Levante della diga aeroportuale (nel tratto di sovrapposizione con l'estremità di Ponente della diga di Sampierdarena);
- 29 aerogeneratori ARIA da 200 kW lungo il tratto Est ed il tratto Sud della diga del porto di Voltri.

In seguito alla riunione tenutasi in data 7 Aprile 2010 con Autorità Portuale di Genova, nella quale sono stati preliminarmente esaminati i potenziali vincoli di natura operativa e legati all'utilizzo attuale e previsto delle dighe portuali, è stata individuata una nuova configurazione di progetto, sviluppata tenendo nella dovuta considerazione i vincoli di cui sopra, come specificato in dettaglio nella nota che Enel Green Power S.p.A. ha inviato ad Autorità Portuale in data 8 Aprile 2010.

La nuova configurazione distingueva tra:

- 41 punti di installazione relativamente ai quali è stato espresso un giudizio positivo:
  - 8 nel tratto di diga antistante il quartiere fieristico,
  - 4 nella zona compresa tra lo spigolo di levante del Ponte Eritrea fino alla proiezione dello spigolo di ponente del Ponte Somalia,
  - 7 lungo la testata di levante della diga aeroportuale,
  - 6 lungo il tratto Est della diga di Voltri,
  - 16 lungo il tratto Sud della diga di Voltri;
- 12 punti per i quali la fattibilità è stata condizionata a particolari vincoli di ingombro:
  - 11 nella zona compresa tra la proiezione dello spigolo di levante del Ponte S. Giorgio fino alla proiezione dello spigolo di levante del Ponte Eritrea,
  - 1 lungo il tratto terminale della diga di Sampierdarena.

Si evidenzia che l'assetto dell'impianto di aerogenerazione è principalmente legato ai vincoli planoaltimetrici.

L'area interessata dal progetto di installazione dell'impianto è infatti soggetta a diversi vincoli restrittivi che hanno limitato il posizionamento degli aerogeneratori lungo lo sviluppo della Diga Foranea del Porto di Genova, della Diga dell'Aeroporto e della Diga di Voltri.

Per individuare meglio i vincoli le dighe in esame sono state suddivise in diverse Zone a cui corrispondono diverse limitazioni plano-altimetriche.

Le restrizioni altimetriche che gli aerogeneratori devono rispettare sono dovute alla presenza dell'Aeroporto Cristoforo Colombo di Genova. Gli aerogeneratori non devono interferire sulla rotta degli aerei in decollo o atterraggio e non devono quindi sforare la superficie del tetto aereo. Il tetto aereo con riferimento agli elaborati "vincoli cono aereo 12-412_PD_B_007, 008, 009, 010 e 011" è costituito:

- da una superficie ellittica piana con altitudine di 47.72 m s.l.m. estesa dalla testata Ovest dell'attuale diga di Voltri fino al tratto di Molo Duca di Galliera prospiciente ponte Rubattino ad Est;
- da una superficie conica con pendenza 1/20 contornante la precedente per un'estensione di 2,000 m (bordo esterno del cono a quota 147.72 m);

- dalle rampe di salita al decollo, aventi pendenza minima pari a 1/50.

Autorità Portuale di Genova ha posto limitazioni sulla possibilità di ubicare gli aerogeneratori su alcuni tratti delle dighe per motivi planimetrici legati al futuro sviluppo delle attività portuali (ormeggio, manovra). Inoltre l'Autorità Portuale ha esplicitamente richiesto che la proiezione in pianta delle pale dell'aerogeneratore non fuoriesca dalla sagoma della diga lato terra.

In particolare, con riferimento alle zone identificate nell'elaborato 12-412_PD_B_001 "Corografia Generale", l'Autorità Portuale ha nella riunione con Enel Green Power del 7 Aprile 2010 individuato i seguenti vincoli:

- Zona 1 – l'estremità di Levante della diga Duca di Galliera non presenta limitazioni di alcun tipo;
- Zona 2 – la parte centrale della diga Duca di Galliera fino alla proiezione dello spigolo di Levante del Ponte S. Giorgio risulta preclusa all'istallazione degli aerogeneratori poiché la parte interna della diga Duca di Galliera è utilizzata come ormeggio per le navi. Inoltre la parte di diga antistante Calata Bettolo è preclusa in vista della realizzazione della colmata di Calata Bettolo;
- Zona 3 - dalla proiezione dello spigolo di Levante del Ponte S. Giorgio fino alla proiezione dello spigolo di Levante del Ponte Eritrea l'installazione degli aerogeneratori è vincolata all'ingombro del rotore degli stessi, il quale non deve fuoriuscire dalla linea del paramento interno della diga al fine di non ostacolare la manovra delle navi;
- Zona 4 - dalla proiezione dello spigolo di Levante del Ponte Eritrea fino alla proiezione dello spigolo di ponente del Ponte Somalia l'istallazione non è limitata da alcun fattore se non dalla compatibilità col cono di avvicinamento alla pista di atterraggio dell'aeroporto Cristoforo Colombo;
- Zona 5 - lungo il tratto terminale della diga di Sampierdarena la fattibilità è vincolata dalla compatibilità col cono di avvicinamento alla pista di atterraggio dell'aeroporto Cristoforo Colombo; l'ingombro del rotore deve essere mantenuto entro il paramento interno della diga;
- Zona 6 - lungo la testata di Levante della diga aeroportuale è consentita l'istallazione degli aerogeneratori;
- Zona 7 - lungo il tratto Est della diga di Voltri l'istallazione non è limitata da alcun fattore;
- Zona 8 - lungo il tratto Sud della diga di Voltri è consentita l'istallazione degli aerogeneratori.

In seguito a tali valutazioni l'Autorità Portuale ha espresso la fattibilità del progetto per le Zone: 1, 4, 6, 7, 8. Viene espresso parere negativo per la zona 2, e fattibilità ma con vincolo sull'ingombro per le zone 3 e 5: a seguito di tale espressione, sono stati esclusi dal progetto gli aerogeneratori compresi tra la proiezione dello spigolo di levante del Ponte S. Giorgio e la proiezione dello spigolo di levante del Ponte Eritrea.

Infine, dopo opportune verifiche condotte nell'ambito di approfondimenti tecnici, è emersa la necessità di ridurre da 6 a 4 il numero degli aerogeneratori da ubicare sul tratto Est della diga di Voltri, eliminando i due più prossimi alla linea di costa, al fine di evitare potenziali interferenze con i coni di atterraggio dell'aeroporto.

4 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE DIGHE

Con riferimento alla zonizzazione definita dall'Autorità Portuale di Genova sono stati analizzati i tratti di diga interessati dall'installazione degli impianti eolici.

Il Progetto Definitivo è stato sviluppato utilizzando i rilievi aggiornati del porto di Genova e del porto di Voltri forniti dall'Autorità Portuale di Genova (vedere elaborati Progetto Definitivo 12-412-A-011 e 012). Nello specifico è stata fornita una planimetria aggiornata a maggio 2012 che comprende tutte le aree portuali di Genova (vedere elaborato "Corografia Generale" 12-412-B-001). Inoltre sono state fornite le sezioni tipologiche riguardanti i principali tratti che costituiscono la diga foranea del porto di Genova, la diga dell'aeroporto e la diga di Voltri.

Con le basi cartografiche a disposizioni è stato possibile utilizzare un rilievo di riferimento aggiornato e con un livello di dettaglio adeguato a questa fase progettuale. Nel corso del Progetto Esecutivo sarà comunque necessario predisporre un rilievo celerimetrico maggiormente dettagliato.

Inoltre sono state fornite da Autorità Portuale una serie di planimetrie in cui sono individuate tutte le reti dei sottoservizi presenti nelle aree portuali di Genova. Tali documenti sono stati necessari per poter determinare le interferenze con le opere previste a progetto. Nel Progetto Esecutivo sarà comunque necessario integrare queste informazioni prendendo contatto con gli enti interferiti e predisponendo indagini volte all'individuazione delle risoluzioni alle interferenze riscontrate.

Le dighe interessate dal presente progetto presentano diverse tipologie strutturali.

Si descrivono nel seguito le diverse sezioni tipo interessate dall'installazione degli aerogeneratori.

- Zona 1 – Diga Duca di Galliera e prolungamento di levante: lungo questo tratto di diga si riscontrano due diverse tipologie di sezione.

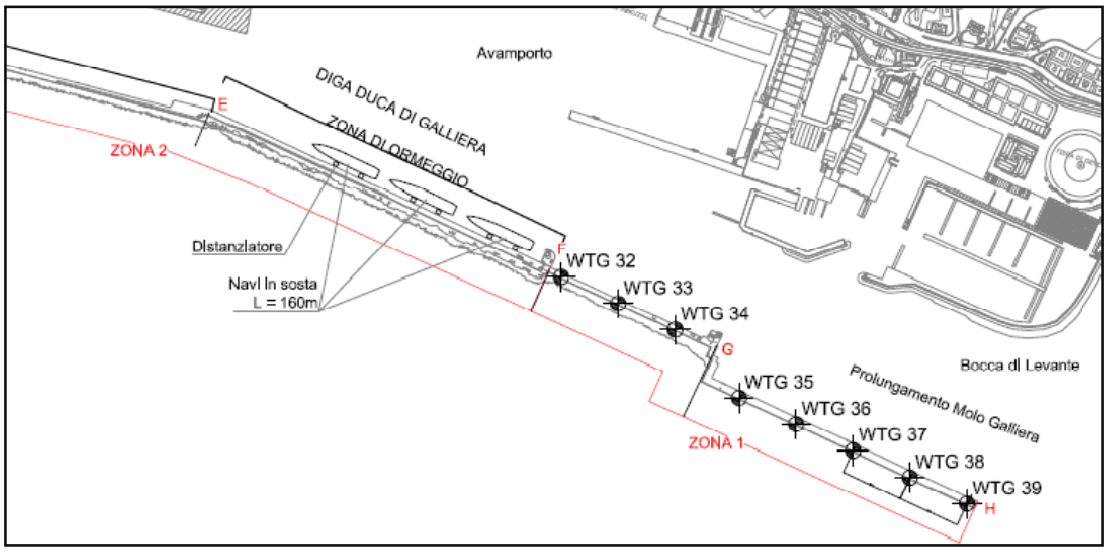


Figura 4.1: Zona 1 – Diga Duca di Galliera e prolungamento di levante

– Sezione tipo Tratto G-H: la diga a parete verticale è realizzata con cassoni cellulari in cls poggianti su un imbasamento in pietrame naturale. La quota media del fondale antistante la diga lungo questo tratto è pari a circa -25.0 m s.l.m. La quota di imposta dei cassoni è a -17.0 m s.l.m.. I cassoni larghi 18.0 m hanno un massiccio di coronamento in sommità con muro paraonde frontale con quota massima pari a 6.9 m. s.l.m.. La quota del coronamento interno, lato porto, è pari a 3.5 m s.l.m.

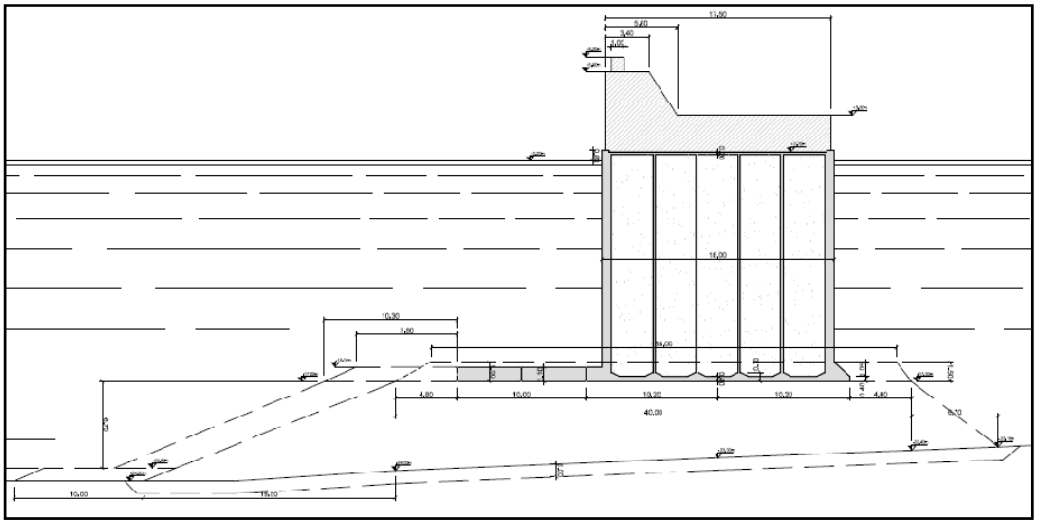


Figura 4.2: Sezione trasversale tipo tratto G-H.

– Sezione tipo Tratto F-G: a seguito di eventi meteo marini severi in anni passati si è proceduto ad una nuova ri-profilatura della mantellata esterna che ora raggiunge la quota del muro paraonde. Per questo tratto di diga non esiste un rilievo aggiornato e di conseguenza non si conoscono le caratteristiche strutturali di tale opera. Nel corso del sopralluogo svolto sulle aeree oggetto di intervento è stato però possibile definire in maniera preliminare ed indicativa le caratteristiche geometriche della sezione in oggetto (vedere Figura 4.3). Tali misure devono però essere verificate nella fase successiva di progettazione e dovrà essere quindi predisposto un rilievo celerimetrico di dettaglio e indagini specifiche volte a conoscere le caratteristiche strutturali del tratto di diga in oggetto.

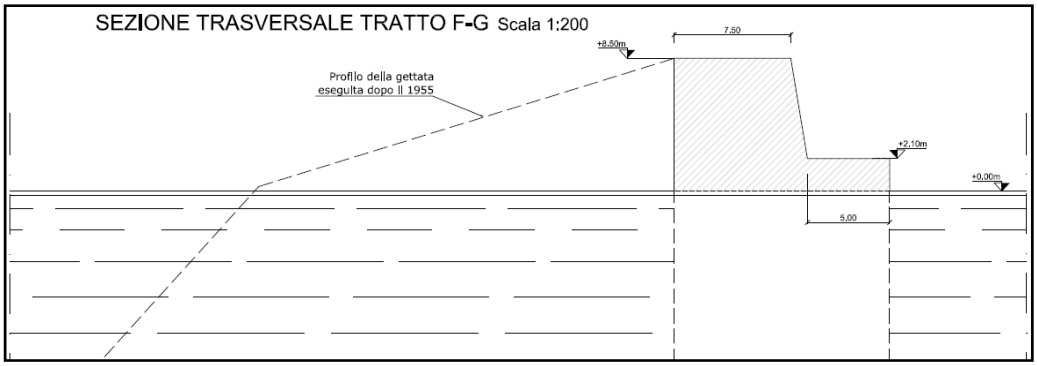


Figura 4.3: Sezione trasversale tipo tratto F-G.

- Zona 4: dalla proiezione dello spigolo di levante del Ponte Eritrea fino alla proiezione dello spigolo di ponente del Ponte Somalia.

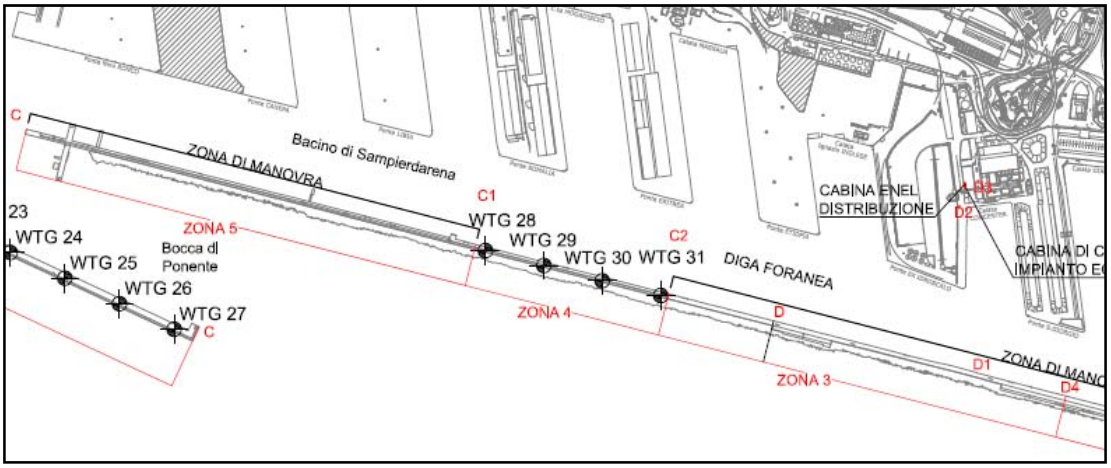


Figura 4.4: Zona 4 – Diga di Sampierdarena

– Sezione tipo Tratto C-D: il tratto di diga è realizzato mediante sovrapposizione di massi ciclopici in cls poggianti su un imbasamento in pietrame. La profondità al piede della diga è pari a circa -15 – -18 m s.l.m. mentre la pila di massi poggia a quota pari a -11.5 m s.l.m. I massi ciclopici hanno forma parallelepipeda di dimensione pari a 12.0x4.5x2.95. In sommità è presente un massiccio di coronamento con quota interna pari a 3.8 m s.l.m e muro paraonde con quota 7.35 m s.l.m. A seguito di eventi severi è stata realizzata una scogliera di protezione in massi sul paramento verticale lato mare della diga.

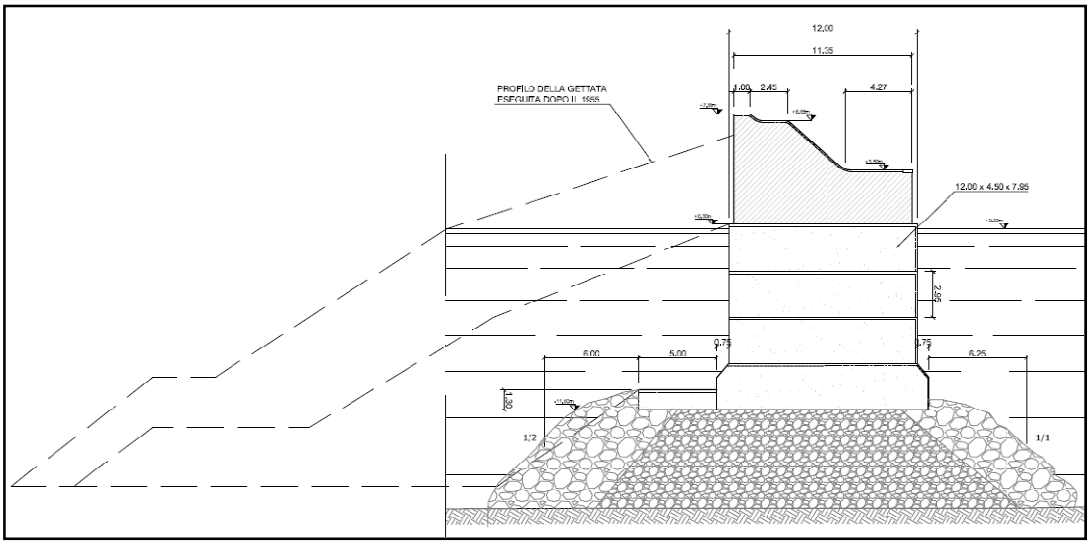


Figura 4.5: Sezione trasversale tipo tratto C-D.

- Zona 6 – Testata di levante della diga aeroportuale.

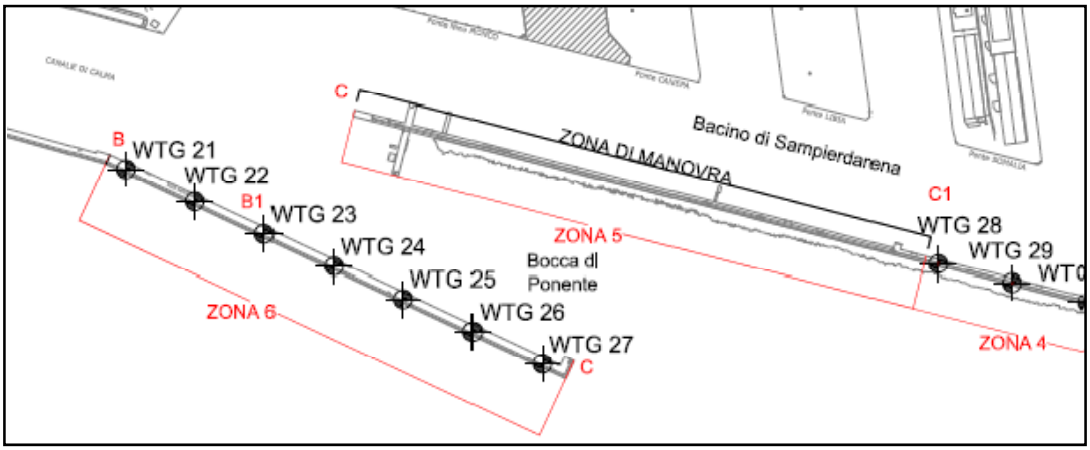


Figura 4.6: Zona 6 – Testata di levante della diga aeroportuale

– Sezione tipo Tratto B-C: la diga a parete verticale è realizzata con cassoni cellulari in cls poggianti su un imbasamento in pietrame naturale. La quota media del fondale antistante la diga lungo questo tratto è pari a circa -25.0 m s.l.m. La quota di imposta dei cassoni è a -18.5 m s.l.m.. I cassoni larghi 19.0 m hanno un massiccio di coronamento in sommità con muro paraonde frontale con quota massima pari a 6.0 m. s.l.m.. La quota del coronamento interno, lato porto, è pari a 2.5 m s.l.m..

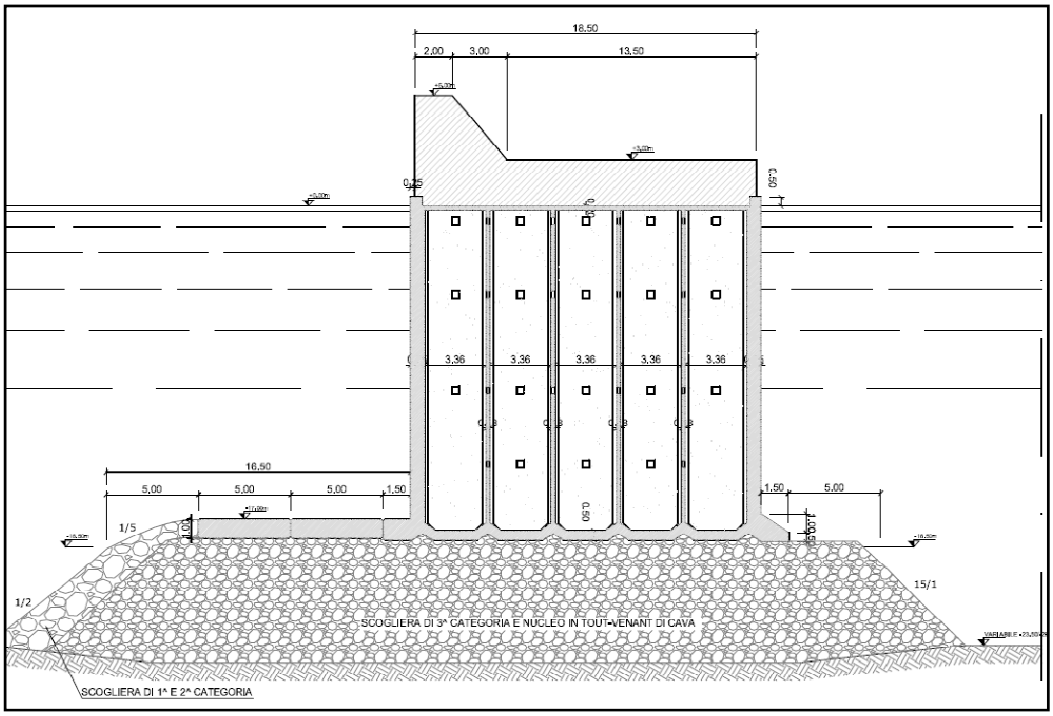


Figura 4.7: Sezione trasversale tipo tratto B-C.

- Zona 7 – Diga di Voltri.

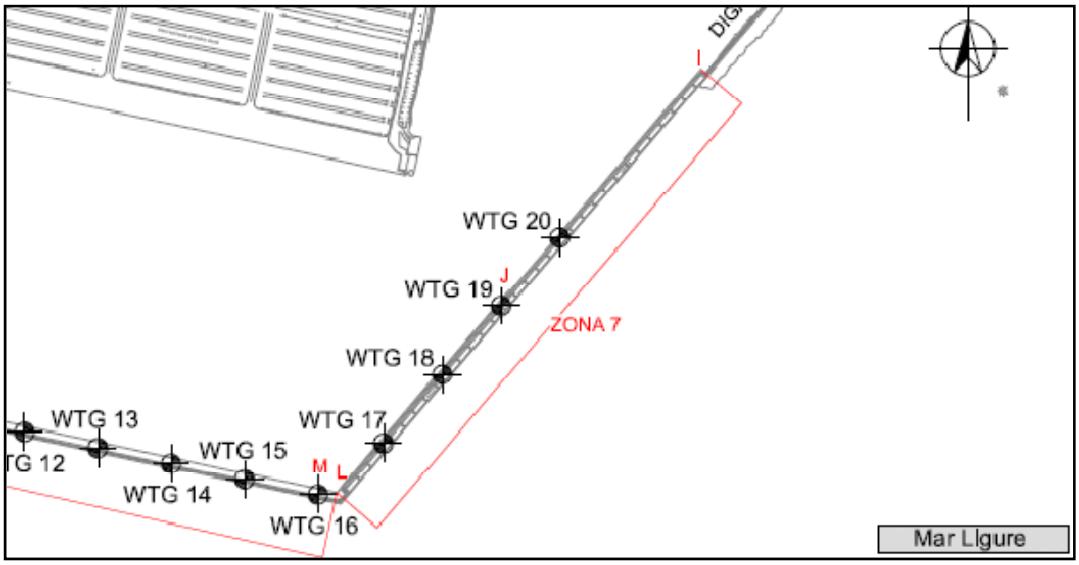


Figura 4.8: Zona 7 – Diga di Voltri

– Sezione tipo Tratto L-J: questo tratto della diga di Voltri corrisponde al molo sottoflutto di levante ed è realizzato con cassoni cellulari in cls poggianti su un imbasamento in pietrame naturale. La quota media del fondale antistante la diga lungo questo tratto varia dai – 20.0 m ai -30.0 m s.l.m.. La quota di imposta dei cassoni varia dai – 16.0 m ai -19.0 m s.l.m.. I cassoni larghi 18.5 m hanno un massiccio di coronamento in sommità con muro paraonde con quota massima pari a 8.5 m. s.l.m.. Il muro paraonde a differenza delle altre zone presenta parete verticale lato porto e parete inclinata lato mare aperto. La quota del coronamento interno, lato porto, è pari a circa 1.0 m s.l.m..

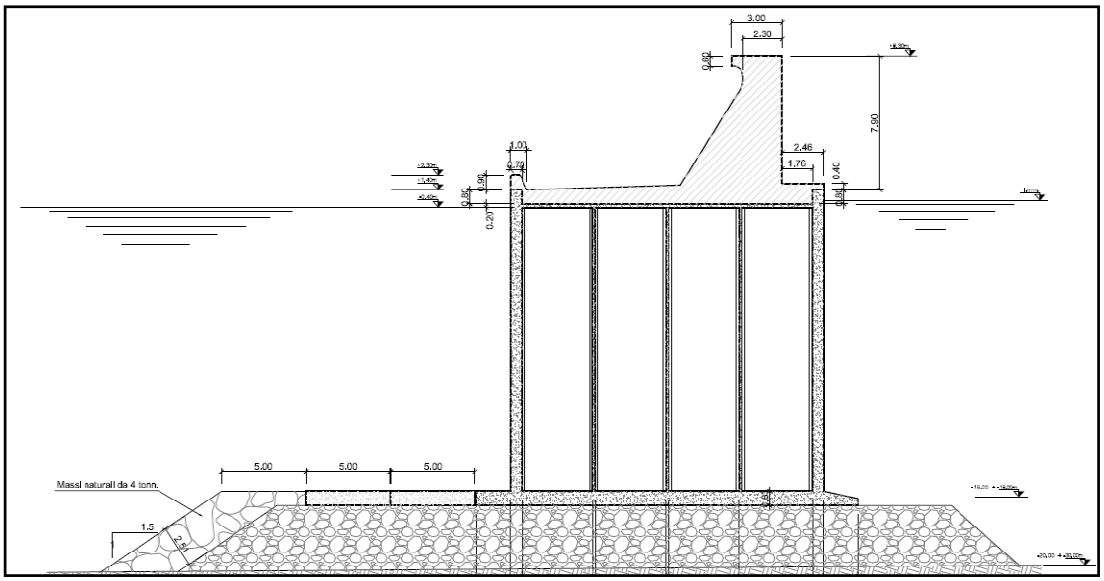


Figura 4.9: Sezione trasversale tipo tratto L-J.

– Sezione tipo Tratto J-I: questo tratto della diga di Voltri corrisponde al molo sottoflutto di levante ed è realizzato con cassoni cellulari in cls poggianti su un imbasamento in pietrame naturale. La quota media del fondale antistante la diga lungo questo tratto è pari a – 20.0 m s.l.m.. La quota di imposta dei cassoni varia dai – 13.0 m ai -16.0 m s.l.m.. I cassoni larghi 16.04 m hanno un massiccio di coronamento in sommità con muro paraonde con quota massima pari a 8.5 m. s.l.m.. Il muro paraonde così come per il tratto L-J presenta parete verticale lato porto e parete inclinata lato mare aperto in questo tratto però non è presente una banchina lato porto.

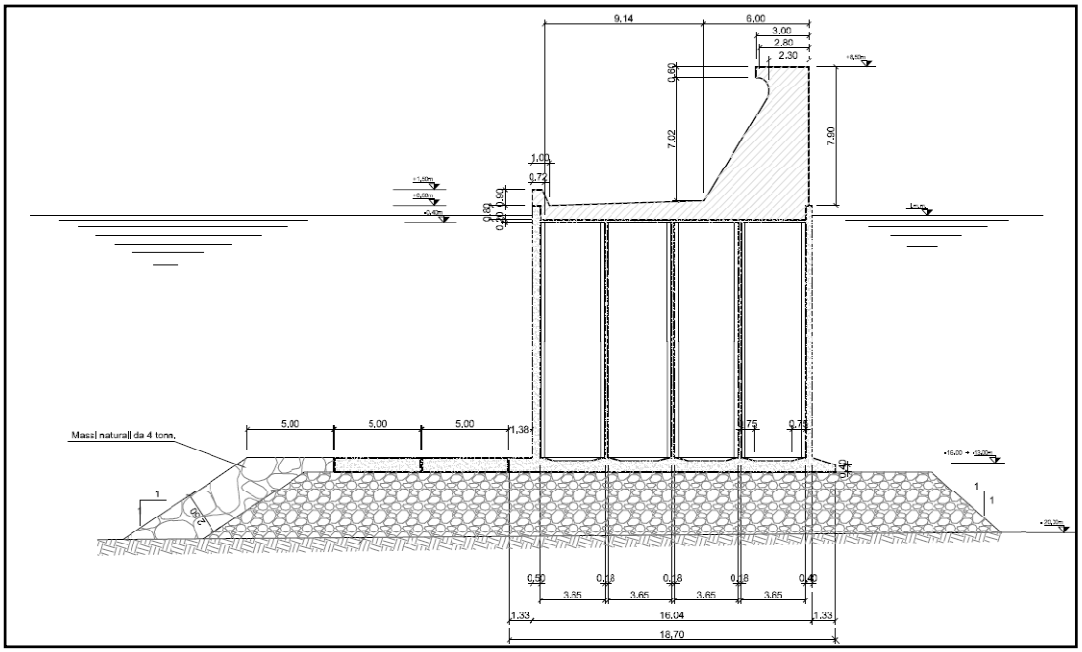


Figura 4.10: Sezione trasversale tipo tratto J-I.

- Zona 8 – Diga di Voltri.

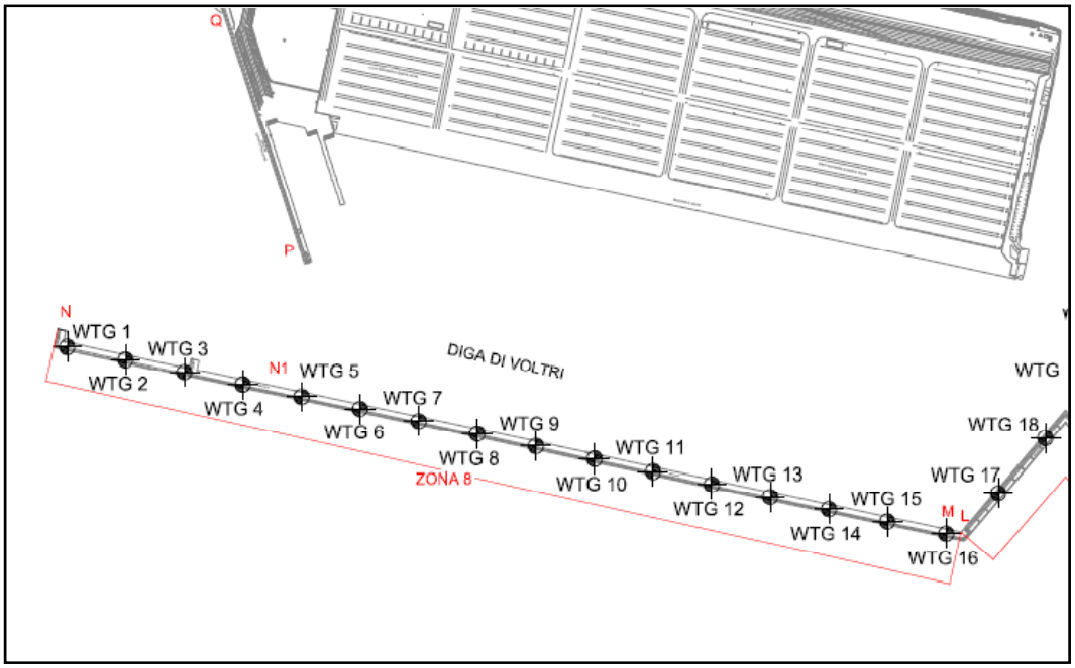


Figura 4.11: Zona 8 – Diga di Voltri

– Sezione tipo Tratto M-N: la diga a parete verticale è realizzata con cassoni cellulari in cls poggianti su un imbasamento in pietrame naturale. La quota media del fondale antistante la diga lungo questo tratto è pari a circa -30.0 m s.l.m. La quota di imposta dei cassoni è a -20.0 m s.l.m.. I cassoni larghi 18.5 m hanno un massiccio di coronamento in sommità con muro paraonde frontale con quota massima pari a 8.5 m. s.l.m.. La quota del coronamento interno, lato porto, è pari a 3.0 m s.l.m..

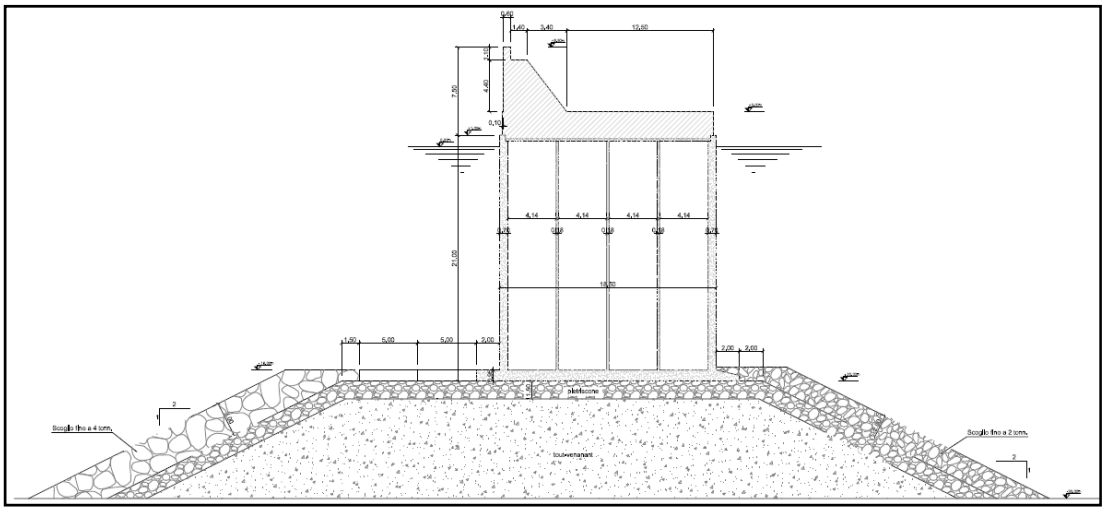


Figura 4.12: Sezione trasversale tipo tratto M-N.

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'inquadramento geologico dell'area di studio fa riferimento sia alla letteratura sia alle indagini geognostiche realizzate in passato per progetti riguardanti l'area portuale genovese: l'area portuale genovese si estende su formazioni geologiche ben differenziate per età, genesi e caratteristiche litologiche e ricoperte per ampi tratti da depositi fluvio-marini costituiti da materiale a granulometria eterogenea.

Lo studio della carta geologica ha portato all'elaborazione di una carta del substrato geologico sottostante la diga foranea basata principalmente su considerazioni geologico-strutturali (interpretazione e tracciamento verso mare dei contatti delle formazioni geologiche costiere) e supportata dall'esame delle stratigrafie dei sondaggi a mare effettuati nell'area marina del porto. Il principale aspetto che ha guidato nell'interpretazione del substrato geologico atteso nelle aree della diga foranea è il generale andamento Nord-Sud dei contatti delle formazioni presenti lungo l'arco costiero tra Voltri e la Foce. Tale orientamento è infatti quello che definisce l'assetto strutturale dell'importante struttura regionale Sestri-Voltaggio, denominata 'sutura', che si estende da Sestri Ponente a Voltaggio.

Dall'operazione di interpretazione del substrato geologico della diga foranea, nelle zone interessate dalla realizzazione di aerogeneratori, risultano, al di sotto della copertura sedimentaria marina, formazioni geologiche di natura flyshoide e sedimentaria settore est (Zone 1, 4, e 6) e metamorfiche nel settore ovest (Zone 7 e 8), in particolare:

- i Calcari Marnosi dell'Antola (FAN) nel tratto di diga antistante il quartiere fieristico, Zona 1 (8 aerogeneratori a progetto);
- i depositi flyshoidi della Formazione di Ronco (ROC) nella Zona 4, compresa tra lo spigolo di levante del Ponte Eritrea fino alla proiezione dello spigolo di ponente del Ponte Somalia (4 aerogeneratori a progetto);
- le rocce flyshoidi appartenenti alla Formazione di Ronco (ROC) e alle Argilliti di Montanesi (MTE), nel settore Est ed Ovest, rispettivamente, della Zona 6, lungo la testata di levante della diga aeroportuale (7 aerogeneratori a progetto);
- i Metagabbri del Bric Fagaggia (MFP) nella Zona 7, lungo il tratto Est della diga di Voltri (4 aerogeneratori a progetto);
- i Metagabbri del Bric Fagaggia (MFP) ed i Calcescisti di Val Branega (MTE) nei settori Est ed Ovest, rispettivamente, della Zona 8, lungo il tratto Sud della diga di Voltri (16 aerogeneratori a progetto).

Le informazioni raccolte, ed in particolare i risultati delle indagini effettuate per diversi progetti condotti da D'Appolonia nell'area portuale di Genova (quali i progetti realizzativi della Fiera di Genova e del Porto di Voltri, il progetto di fattibilità del tunnel di Genova), portano a ritenere che il substrato in corrispondenza della diga foranea sia ricoperto da depositi marini costituiti da sabbie fini, passanti in profondità a limi sabbiosi fini per spessori generalmente superiori a 10 metri, che possono raggiungere profondità fino a 50 m. In base ai dati geognostici raccolti, le sabbie dei depositi marini, possono essere classificate come sabbie limose e limi sabbiosi, tipicamente mediamente addensati.

Riguardo la pericolosità sismica, il territorio comunale di Genova, con riferimento alla deliberazione della giunta regionale n. 1308 del 24/10/2008 in riferimento all'Ordinanza PCM 3519 del 28 Aprile 2006, è classificato in zona sismica 4 (pericolosità molto bassa),

con valori di ag (accelerazione di picco) di 0.07 g espressi con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni riferiti al substrato rigido caratterizzato da Vs>800m/s.Dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica del piano urbanistico comunale l'area costiera prospiciente la diga foranea ricade nella zona stabile suscettibile di amplificazione sismica locale, più specificatamente in zona B5s "riporti con spessore maggiore di 3 e acclività minore di 15 gradi comportante una possibile amplificazione di tipo stratigrafico".

4.3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO

Il presente capitolo ha lo scopo di fornire indicazioni in merito all'inquadramento geotecnico e sismico dei tratti della Diga Foranea, della Diga dell'Aeroporto e della Diga di Voltri del Porto di Genova in cui la società Enel Green Power S.p.A. intende progettare aerogeneratori per la produzione di energia elettrica da fonte eolica in ambito portuale. I contenuti esposti di seguito fanno riferimento all'elaborato del Progetto Definitivo Relazione geotecnica e sismica (Doc. 12-412-PD-A-004), a cui si rimanda per una descrizione di maggiore dettaglio della caratterizzazione geotecnica adottata.

Di seguito sono riportate le caratterizzazioni geotecniche e le stratigrafie per ogni singola Zona su cui è prevista dal progetto l'installazione di aerogeneratori.

Per quanto riguarda la Zona 1 le unità possono essere così caratterizzate:

- Depositi marini e/o fluviali – Unita A - I
- Calcari dell'Antola – Unità B -I

Si definisce nella tabella seguente la stratigrafia di progetto da utilizzare per le verifiche.

Tabella 4.1: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 1

Unità	Da[(1)]	A[(1)]	γ_t[(2)]	φ[(3)]	c'[(4)]	UCS[(5)]
-	(m)	(m)	(kN/m^3)	(°)	(kPa)	(MPa)
A-I	0.0	8.0	19	28	-	
B-I	8.0	-	26	-	-	35

dove:

(1): quota riferita al fondale marino;

(2): peso di volume;

(3): angolo di attrito;

(4): coesione efficace;

(5): resistenza a compressione non confinata.

Per quanto riguarda le Zone 4 e 6 le unità individuate possono essere così caratterizzate:

- Strato di compenetrazione – Unita A - VI
- Depositi marini e/o fluviali – Unita B - VI
- Argilla Marnosa – Limo Argilloso Compatto – Unità C -VI

Si definisce nella tabella seguente la stratigrafia di progetto da utilizzare per le successive verifiche.

Tabella 4.2: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 4 e Zona 6

Unità	Da	A	γ_t	φ	c'	Cu[(1)]
-	(m)	(m)	(kN/m^3)	(°)	(kPa)	(kPa)
A-VI	0.0	2.0	19	35	20	
B-VI	2.0	23.0	19	28	-	
C-VI	23.0	-	19	-	-	475+7.5·z

dove:

(1): Resistenza al taglio non drenata.

Per quanto riguarda le Zone 7 e 8 le unità individuate possono essere così caratterizzate:

- Strato di compenetrazione – Unita A - VII
- Depositi marini e/o fluviali – Unita B - VII
- Depositi marini e/o fluviali – Unita C - VII
- Argilla Marnosa – Limo Argilloso Compatto – Unità D -VII

Si definisce nella tabella seguente la stratigrafia di progetto da utilizzare per le successive verifiche.

Tabella 4.3: Modello Geotecnico Terreni di Fondazione Zona 7-8

Unità	Da	A	γ_t	φ	c'	Cu
-	(m)	(m)	(kN/m^3)	(°)	(kPa)	(kPa)
A-VII	0.0	2.0	19	35	20	
B-VII	2.0	13.0	18	28	-	75
C-VII	13.0	23.0	19	28	-	-
D-VII	23.0	-	19	-	-	440+7.5·z

La maggior parte delle opere geotecniche previste dal progetto riguarda le aree delle dighe e per questo motivo è stata effettuata una analisi dei materiali da costruzione che costituiscono le sezioni dell'opera foranea, a cui sono state assegnate caratteristiche geomeccaniche in termini di angolo d'attrito e coesione efficace, riportate nella seguente tabella.

Tabella 4.4: Proprietà geomeccaniche materiali da costruzione

MATERIALE	γ_t	φ	c'
-	(kN/m^3)	(°)	(kPa)
Tout Venant	19	38	20
Massi naturali	19	38	40
Massi artificiali in cls	19	38	50

Per quanto riguarda l'inquadramento sismico l'azione sismica di progetto è stata definita in accordo a quanto disposto dal DM 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", considerando che la struttura è localizzata nel Comune di Genova in un'area appartenente alla Zona Sismica 4.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_o) e dal periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*_c).

La pericolosità sismica di base è calcolata in funzione delle coordinate geografiche del sito, che determinano la sua posizione all'interno del reticolo di riferimento per la definizione della pericolosità sismica in cui è stata suddiviso il territorio italiano, della vita nominale dell'opera (V_N, pari a 50 anni), della classe d'uso (definita come classe III, a cui è associato un coefficiente d'uso C_U pari a 1.5), del periodo di riferimento (V_R, definito come il prodotto tra la vita nominale dell'opera e il coefficiente della classe d'uso, assunto pari a 75 anni), dello stato limite di verifica a cui è associata la probabilità di eccedenza (P_{VR}, che rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_R, di almeno un sisma caratterizzato da un periodo di ritorno T_R).

La tabella seguente riporta i parametri che definiscono la pericolosità sismica di base per i singoli stati limite di verifica.

Tabella 4.5 Definizione della pericolosità sismica di base

	T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T^*_c (s)
SLO	45	0.028	2.528	0.202
SLD	75	0.035	2.545	0.224
SLV	712	0.079	2.534	0.293
SLC	1462	0.101	2.528	0.301

Al fine di considerare nella valutazione dell'azione sismica gli effetti di sito e ricondursi quindi alla definizione di un'azione sismica locale, devono essere presi in considerazione le condizioni lito-stratigrafiche e topografiche.

In base alle indicazioni riportate nel paragrafo sulle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in mancanza di prove specifiche, ci si può ricondurre per il sito in esame ci si ad un suolo di tipo E, ovvero a terreni dei suoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s). Ne deriva un coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S) pari a 1.6.

Per la definizione degli effetti legati alla configurazione geomorfologica (amplificazione topografica), si è in presenza di una superficie pianeggiante con inclinazione media inferiore a 15°. Ne deriva che il coefficiente di amplificazione topografica (S_T) può essere assunto pari a 1. La Tabella 4.6 riporta la definizione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_{max}).

Tabella 4.6 Definizione dell'azione sismica di progetto

	a_g	S_S	S_T	a_{max}
	(g)	(-)	(-)	(g)
SLO	0.028	1.6	1	0.044
SLD	0.035	1.6	1	0.056
SLV	0.079	1.6	1	0.126
SLC	0.101	1.6	1	0.161

4.4 AZIONI INDOTTE DALLA PORTATA TRACIMANTE

La portata tracimante sulla diga foranea e le forze da essa indotte sulle opere a progetto (aerogeneratori e cabine elettriche) sono state valutate con riferimento ad assunzioni di massima che dovranno essere affinate e verificate nella successiva fase di progetto. Il dettaglio di tali valutazioni è riportato nella Relazione Idraulica (12-412_PD_A_005).

Le dighe foranee esistenti a protezione dell'area portuale compresa tra la fiera di Genova e il porto di Genova Voltri sono opere a paramento verticale; queste strutture sono costituite da un imbasamento di materiale sciolto su cui poggia il tronco della diga formato da un'infrastruttura a sezione rettangolare che fuoriesce dal livello del mare e da una sovrastruttura con muro paraonde.

Quando il livello raggiunto dall'onda supera quello della cresta della diga, una quantità d'acqua si riversa per un certo tempo oltre il ciglio. Per portata tracimante (overtopping) si intende il volume tracimato per unità di lunghezza del ciglio in uno stato di mare di N onde diviso per il tempo per il quale tale stato di mare è persistito.

Per il calcolo della portata tracimante si utilizzano i valori di altezza e periodo d'onda relativi ad un tempo di ritorno pari a 100 anni, come indicato nel documento "Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual" – Eurotop manual. La portata tracimante è stata calcolata per i diversi tratti di diga considerati nel progetto.

I valori delle spinte e delle pressioni a metro lineare di struttura calcolate, indotte dalla portata tracimante, vengono assunti per il dimensionamento degli ancoraggi degli aerogeneratori e per le verifiche strutturali delle relative cabine elettriche.

5 OPERE STRUTTURALI

Gli interventi strutturali necessari per l'installazione degli aerogeneratori sulla diga possono riassumersi come segue:

- Realizzazione dei cavidotti;
- Realizzazione dei basamenti di supporto agli aerogeneratori ed agli elementi accessori (cabine elettriche e di trasformazione);
- Realizzazione della struttura in c.a. a protezione degli elementi accessori dal possibile impatto conseguentemente al fenomeno della tracimazione;
- Predisposizione dei tirafondi per il collegamento della torre dell'aerogeneratore con la struttura esistente.

Tutte le opere sono state pensate in modo da favorire il più possibile la reversibilità dell'intervento, in accordo a quanto specificamente richiesto dall'Autorità Portuale, in previsione di eventuali interventi di manutenzione delle dighe o di ricollocazione dell'impianto.

Se da un lato la tipologia di aerogeneratore installato è una sola, le caratteristiche geometriche e strutturali delle dighe nelle differenti zone risultano eterogenee. Ciò ha comportato in alcuni casi la predisposizione di elementi aggiuntivi in modo da risolvere eventuali interferenze e/o problematiche di spazio.

5.1 CAVIDOTTO

Il cavidotto è realizzato in due fasi. Nella prima fase sono predisposte una o due pareti (in funzione della vicinanza o meno al paramento verticale della diga) di spessore 20 cm, inghisate alla struttura esistente mediante barre ad aderenza migliorata inserite all'interno di fori riempiti con malta anti-ritiro. Nella seconda fase si prevede il posizionamento di tubi in PVC con successivo getto di completamento.

Le figure seguenti riportano a titolo esemplificativo i cavidotti nel caso di adiacenza dello stesso al paramento verticale e nel caso in cui sia necessario realizzare due pareti verticali per contenere il getto di seconda fase.

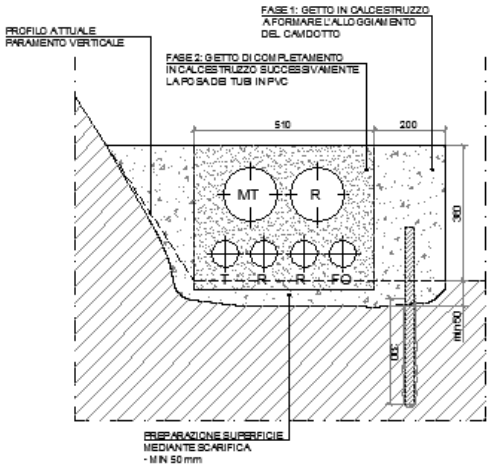


Figura 5.1: Cavidotto Adiacente al paramento verticale

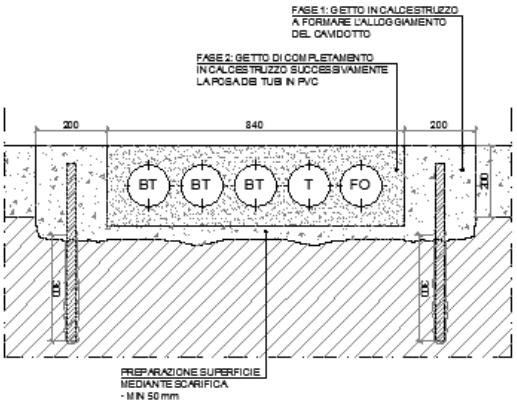


Figura 5.2: Cavidotto non Adiacente al Paramento Verticale

5.2 BASAMENTI

I basamenti su cui sono posizionate le cabine prefabbricate, hanno dimensioni in pianta tali da accogliere le cabine stesse. Lo spessore è di 20 cm e sono armate mediante reti elettrosaldate. Al fine di garantire l'aderenza tra il basamento di nuova realizzazione e la struttura esistente si è prevista una scarifica di almeno 5 cm.

5.3 STRUTTURE IN C.A.

Al fine di proteggere le cabine elettriche e di trasformazioni da eventuali danni arrecati dalle onde conseguentemente la tracimazione della diga foranea, sono state predisposte strutture in cemento armato a formare un involucro.

La protezione è costituita da due setti verticali, inghisate al paramento verticali, e da un solettone di copertura, anch'esso inghisato al paramento della diga.

5.4 COLLEGAMENTO AEROGENERATORI-DIGA

In funzione delle differenti tipologie di sezione sono state identificate due tipologie di collegamento tra aerogeneratori e diga:

- Tirafondi ancorati nel calcestruzzo già in opera delle dighe con massi ciclopici e cassoni cellulari e collegati alla colonna del generatore mediante piastra a corona circolare adeguatamente nervata.
- Tirafondi ancorati in un plinto di calcestruzzo realizzato ex-novo per la diga costituita da gettata di massi con rifacimento locale del getto esistente.

Di seguito si descrivono in dettaglio le opere strutturali previste nelle differenti zone e nei differenti tratti.

5.5 ZONA 1

Nella Zona 1 sono presenti due tipologie di dighe, identificate rispettivamente dai tratti G-H e F-G.

Nel tratto G-H le caratteristiche geometriche hanno permesso di prevedere il passaggio del cavidotto a ridosso del paramento verticale.

La cabina elettrica è stata protetta mediante una struttura in c.a. come descritto precedentemente. Il collegamento tra l'aerogeneratore e la diga è realizzato mediante tirafondi ancorati all'interno della piattaforma esistente.

Nel tratto F-G le caratteristiche geometriche hanno permesso di prevedere il passaggio del cavidotto a ridosso del paramento verticale.

La cabina elettrica è stata protetta mediante una struttura in c.a. come descritto precedentemente. Il collegamento tra l'aerogeneratore e la diga è realizzato mediante tirafondi ancorati all'interno di un plinto in c.a di nuova realizzazione in quanto la diga risulta costituita da una gettata di massi.

La figura seguente riporta la tipologia di intervento descritta.

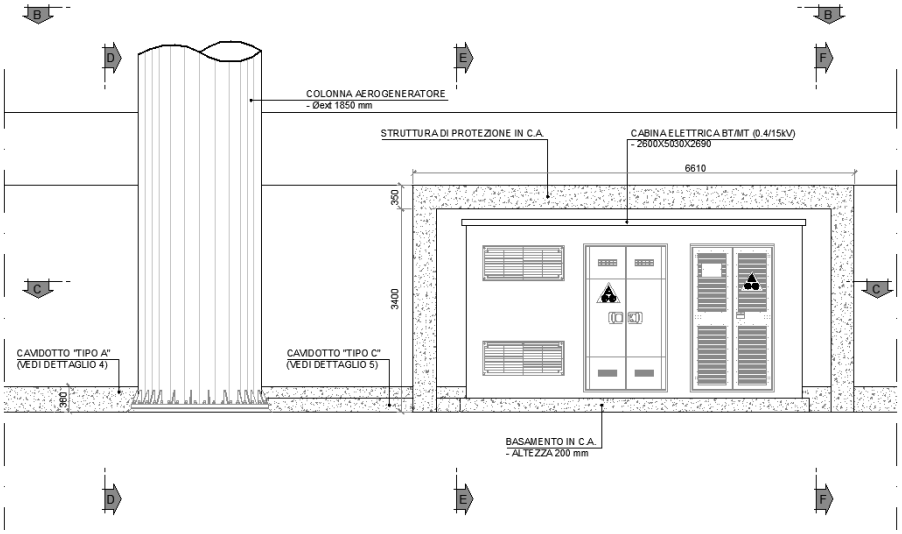


Figura 5.3: Interventi Strutturali Zona 1

5.6 ZONA 4

La zona 4 è caratterizzata da un unico tratto, identificato come tratto C-D le cui caratteristiche geometriche della sezione non sono identificate nel univocamente. Nelle fasi progettuali successive sarà necessario ottenere informazioni più dettagliate ad esempio mediante un rilievo accurato dell'area.

Dalle informazioni a disposizione, le dimensioni della piattaforma su cui si prevede l'installazione dell'aerogeneratore risultano insufficienti in previsione di lasciare un idoneo spazio di transito lungo la diga.

Al fine di ridurre l'ingombro delle opere da realizzare, si è previsto di realizzare uno sperone monolitico in c.a. lato porto, inghisato al paramento esistente ottenendo un comportamento rigido e mutuo con la diga. Al di sopra di tale sperone sarà posizionatol'aerogeneratore, collegato alla diga mediante tirafondi.

La cabina elettrica è stata posizionata in adiacenza al paramento verticale della diga, e adeguatamente protetta mediante una struttura in c.a. come descritto precedentemente.

La figura seguente riporta la tipologia di intervento descritta.

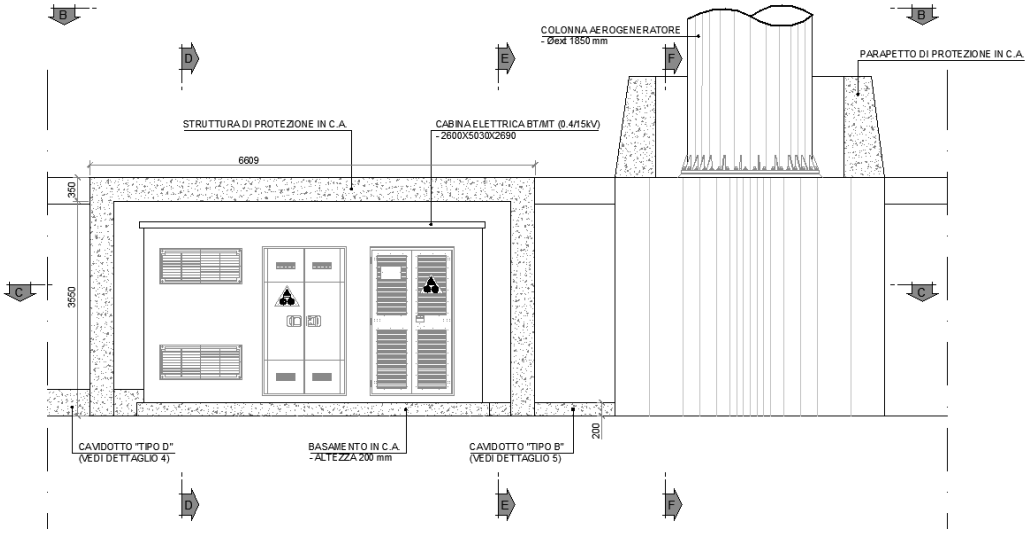


Figura 5.4: Interventi Strutturali Zona 4

5.7 ZONA 6

La zona 6 è caratterizzata da un unico tratto, identificato come tratto B-Cle cui caratteristiche geometriche hanno permesso di prevedere il passaggio del cavidotto a ridosso del paramento verticale.

La cabina elettrica è stata protetta mediante una struttura in c.a. come descritto precedentemente. Il collegamento tra l'aerogeneratore e la diga è realizzato mediante tirafondi ancorati all'interno della piattaforma esistente.

La figura seguente riporta la tipologia di intervento descritta.

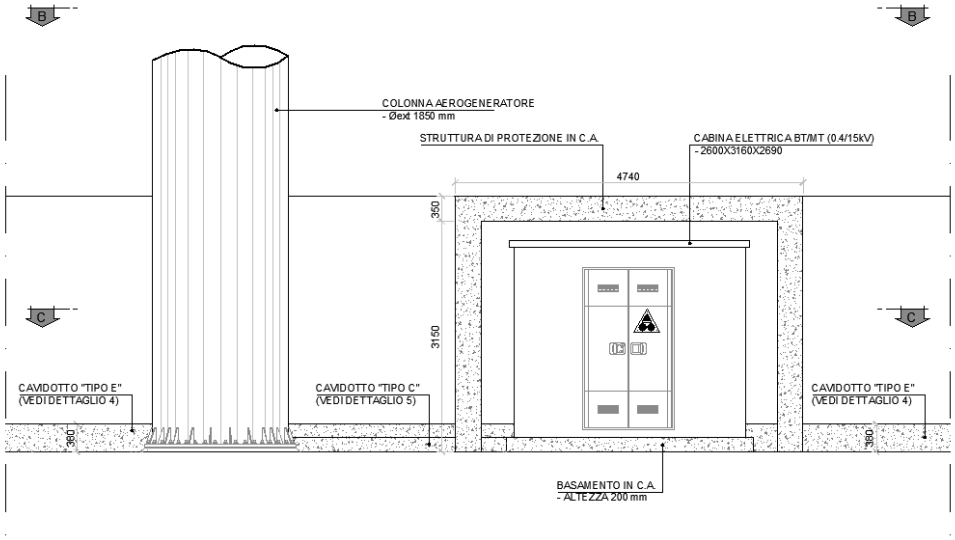


Figura 5.5: Interventi Strutturali Zona 6

5.8 ZONA 7

La zona 7 è caratterizzata da un unico tratto, identificato come tratto L-I , le cui caratteristiche geometriche della sezione non sono identificate in modo univoco. Una porzione del tratto L-I in cui la piattaforma ha caratteristiche idonee ad accogliere la cabina di trasformazione, per la quale si prevede la protezione con struttura in c.a. e l'aerogeneratore è posizionato al di sopra di uno sperone monolitico in c.a. lato mare, inghisato al paramento esistente ottenendo un comportamento rigido e mutuo con la diga.

La restante parte, adiacente all'apertura di accesso al porto di Voltri, non presenta piattaforma lato porto: si è predisposta quindi l'installazione di una passerella metallica come prosecuzione della piattaforma esistente, costituita da soletta grecata collaborante in corrispondenza della cabina elettrica e della struttura di protezione in c.a. della cabina stessa, e da grigliato rinforzato.

Il collegamento tra l'aerogeneratore e la diga, realizzato al di sopra del all'interno della piattaforma esistente.

Le figure seguenti mostrano le due tipologie di intervento descritte.

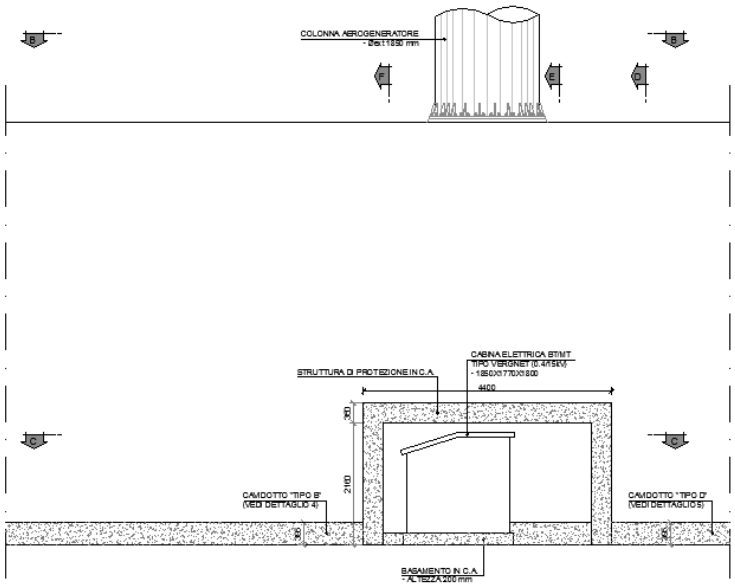


Figura 5.6: Interventi Strutturali Zona 7

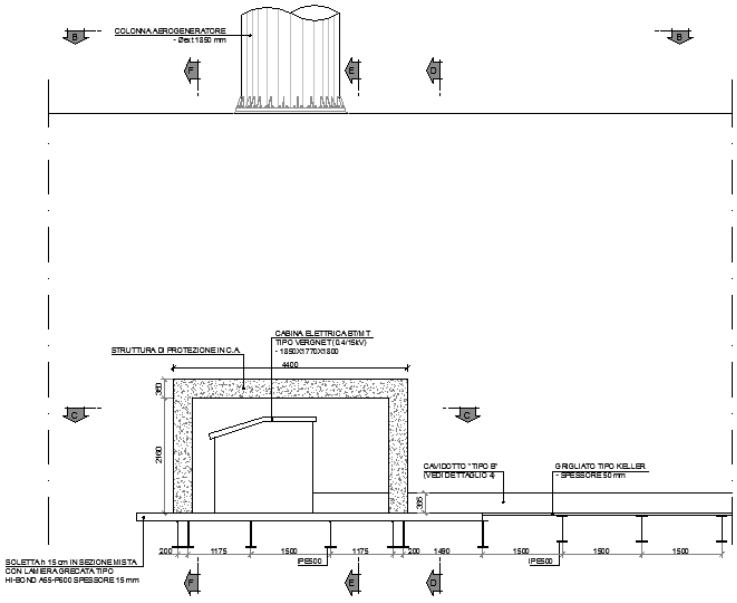


Figura 5.7: Interventi Strutturali Zona 7 – Passerella Metallica

5.9 ZONA 8

Le opere che interessano la Zona 8 sono riconducibili alle tipologie riportato precedentemente per la Zona 1 tratto G-H.

6 RETE DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA

La seguente descrizione riguarda la sistemazione ideata per i vari gruppi di aerogeneratori e la loro interconnessione alla rete dal punto di vista elettrostrumentale. Con riferimento alle zone individuate in precedenza, nella Tabella seguente viene indicato il valore della Potenza Nominale installata per ciascuna di esse.

Tabella 6.1: Distribuzione delle Potenze Installate nelle Zone di Localizzazione degli Aerogeneratori

Denominazione	No. di WTG da Installare	Progressivo	Potenza Nominale di Zona
Zona 1	8	WTG 32 – WTG 39	1,592 kW
Zona 4	4	WTG 28 – WTG 31	796 kW
Zona 6	7	WTG 21 – WTG 27	1,393 kW
Zona 7	4	WTG 17 – WTG 20	796 kW
Zona 8	16	WTG 01 – WTG 16	3,184 kW
Totale	**39**		**7,761 kW**

Date le caratteristiche del tipo di aerogeneratore l'energia prodotta da ciascuno di essi verrà convogliata alla base della torre alla tensione di 400 V all'interno di un modulo posto di fianco alla base del palo per gli aerogeneratori da installare per tutte le macchine tranne i WTG 17-18-19-20-32-33-34. Questo modulo dovrà alloggiare l'elettronica di connessione del WTG oltre a fornire il posto per il trasformatore elevatore a Media Tensione (15 kV) e le morsettiere di ingresso dei cavi provenienti dal WTG immediatamente precedente ed uscita della terna diretta al WTG immediatamente successivo, con un classico schema "entra/esci" che mette i WTG di una stessa zona in parallelo sulla stessa linea di smistamento a MT (15 kV).

Per quanto riguarda i WTG 17-18-19-20 (Zona 7) e i WTG 32-33-34 (Zona 1), alla base del palo sarà installato solo lo shelter di alloggiamento del trasformatore, mentre le restanti attrezzature di connessione saranno alloggiate in una cabina in comune (una per ogni Zona)

I cavi di potenza provenienti da ciascun cluster nell'area di Genova, confluiranno in un quadro di media tensione installato nel locale utente della cabina di consegna. Ciascuno scomparto del quadro MT sarà dotato di interruttore automatico di protezione e relativo sezionamento. Analogo collegamento è previsto nell'area di Voltri.

Per la connessione in MT dei vari WTG all'interno della propria Zona e per la connessione della singola Zona alla propria sottostazione di appoggio, si useranno cavi tripolari a resina impregnata adatti all'operatività in ambiente marino, non armati, ma con rivestimento a prova di roditori. Le terne dei cavi saranno alloggiate entro un cassonetto in cls addossato alla parete della diga foranea ed ispezionabile mediante l'uso di beole rimovibili e sigillabili contro le infiltrazioni di acqua. Nel caso di percorsi analoghi per cavi provenienti da Zone diverse, i cavi potranno essere alloggiati all'interno dello stesso cassonetto, purché separati e chiaramente identificati da un codice che ne indichi l'appartenenza ad una specifica Zona.

All'interno dei cassonetti portacavi dovranno trovare alloggiamenti sia la corda di terra sia i conduits in PVC che portano i cavi di strumentazione e supervisione per i segnali che vengono scambiati tra i singoli WTG e la sottostazione elettrica di riferimento.

I cavi di distribuzione dovranno attraversare il canale portuale per arrivare alle stazioni di consegna in tutte le Zone di progetto. Gli attraversamenti sottomarini saranno realizzati mediante l'esecuzione di uno scavo in trincea, all'interno del quale saranno alloggiati i cavi

opportunamente armati. La profondità dello scavo sarà tale da garantire una distanza di 2 m tra la quota dell'estradosso dei cavi e la quota di progetto del fondale, come previsto nel piano dei dragaggi dell'Autorità Portuale di Genova. I cavi hanno diametro 0.1 m e pertanto l'altezza di scavo totale è pari a 2.1 m. Le lunghezze degli attraversamenti sottomarini sono:

- circa 400 m nello specchio acqueo antistante l'esistente centrale ENEL;
- circa 315 m per il collegamento tra la diga aeroportuale e la diga di Sampierdarena;
- circa 285 m per il collegamento tra la diga del Porto di Voltri e il molo di sottoflutto dello stesso.

Lo scavo, al termine delle operazioni di posa dei cavidotti, verrà poi ricoperto con lo stesso materiale di scavo, posato temporaneamente in adiacenza della trincea.

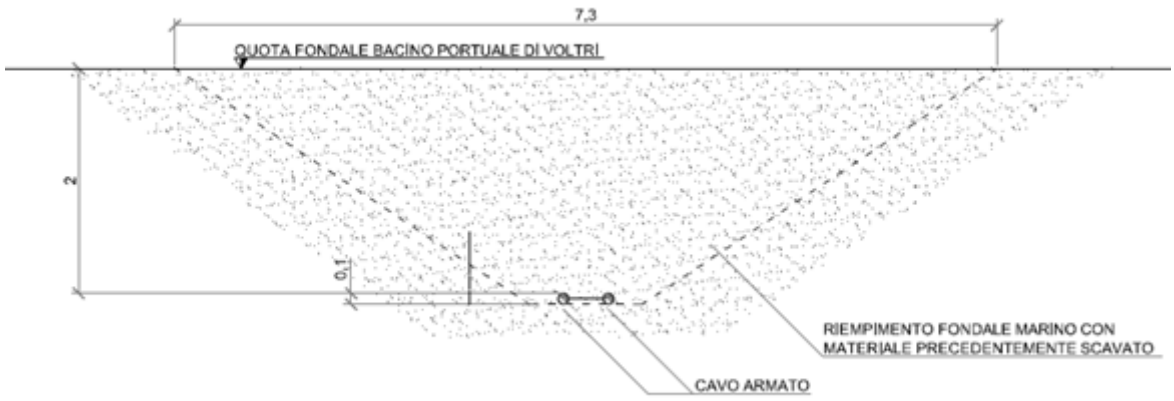


Figura 6.1: Sezione Tipologica di Attraversamento del Fondale Portuale

In corrispondenza delle estremità di ogni tratto sottomarino del cavidotto saranno costruiti pozzetti di attraversamento necessari al congiungimento con i cavi su diga e in ambito portuale.

Per quanto riguarda le cabine di consegna posizionate in ambito portuale, , con riferimento alla pianta chiave di seguito riportata, è prevista la seguente localizzazione:

- presso la centrale Enel a carbone presente all'interno del Porto di Genova;
- in corrispondenza della sottostazione del depuratore di Voltri.

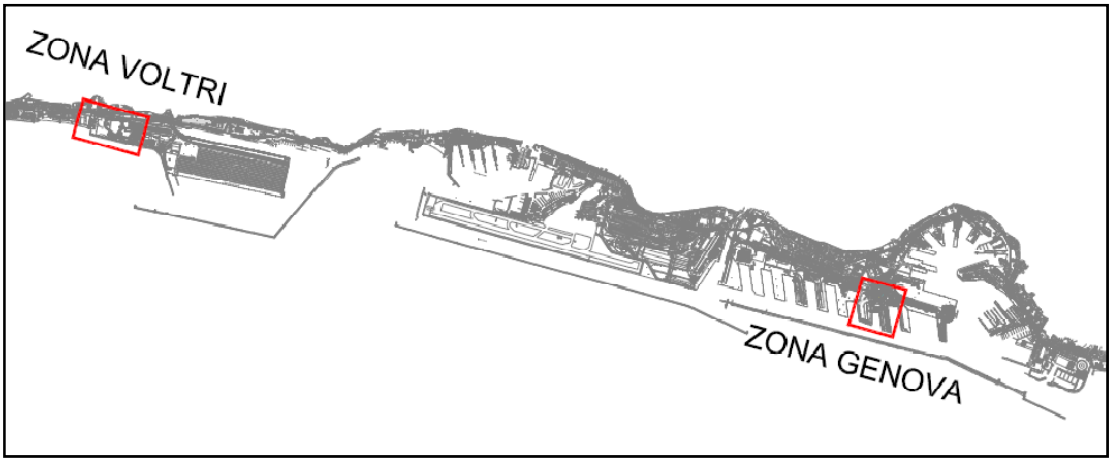


Figura 6.2: Pianta Chiave - Localizzazione Cabine di Connessione

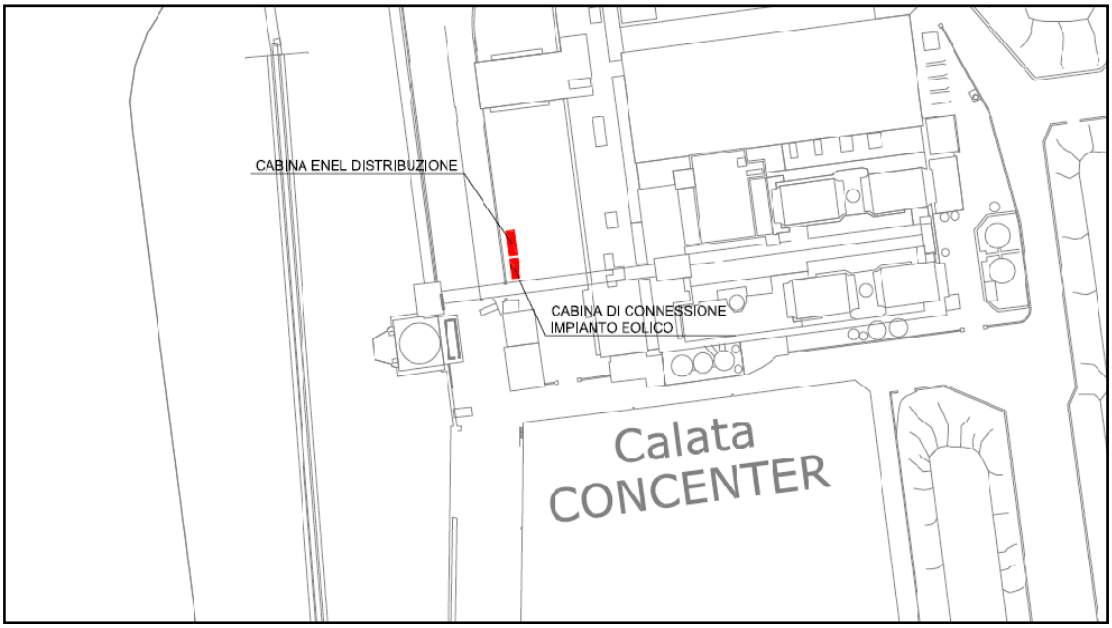


Figura 6.3: Zona Genova - Localizzazione Cabina di Connessione

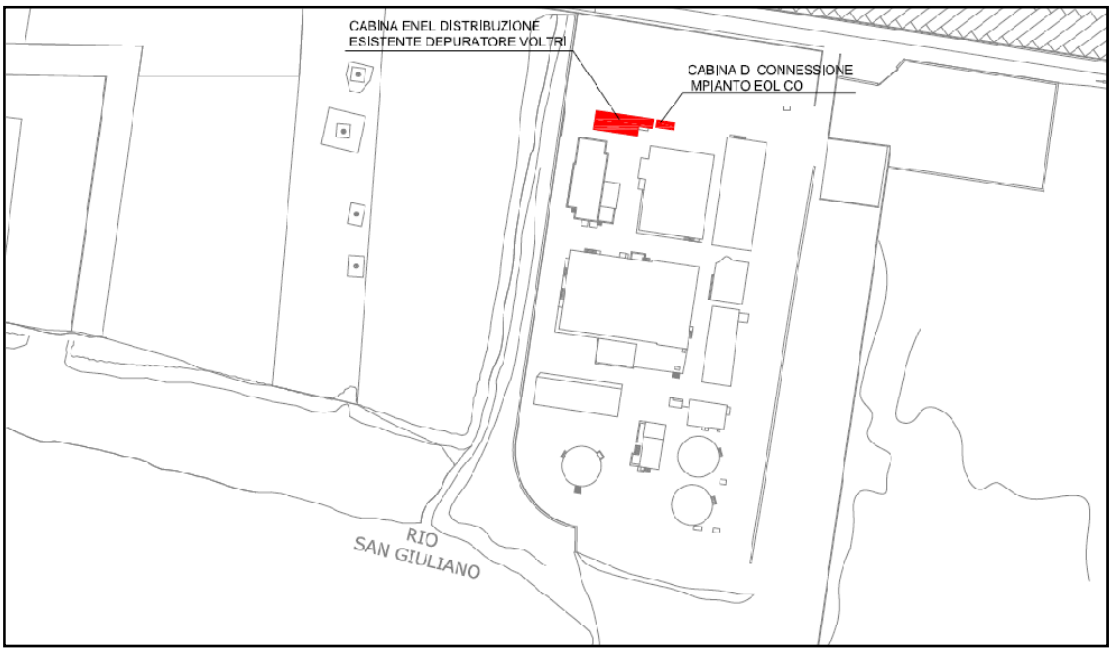


Figura 6.4: Zona Voltri - Localizzazione Cabina di Connessione

7 ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE

Nel seguito è riportata una sintesi delle attività di cantiere previste per la realizzazione dell'impianto in oggetto, in particolare:

- Attività di scavo;
- Cantierizzazione;
- Sicurezza.

Per maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

7.1 INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITA' DI SCAVO

Si forniscono di seguito alcune indicazioni in merito alle modalità esecutive degli scavi e ai materiali di scavo previsti per la realizzazione del progetto di installazione di 39 aerogeneratori lungo le dighe foranee del Porto di Genova. Le attività di scavo riguardano in parte i tratti di diga foranea in cui sono ubicati gli aerogeneratori, in parte la terraferma e in parte il fondale marino ubicato nel tratto di mare che collega le dighe alle banchine sulla terraferma. Si rimanda all'elaborato Relazione materiali di scavo (Doc. 12-412-PD-A-010) per una descrizione nel dettaglio delle modalità esecutive degli scavi e dei materiali impiegati. Nel seguito si riassumono gli aspetti peculiari che riguardano le attività di scavo sottomarine, che presentano indubbiamente maggiori criticità esecutive, e le attività di scavo terrestri, sulle dighe e sulla terraferma.

Gli scavi sottomarini sono finalizzati alla posa in opera sul fondo del mare, all'interno dell'area portuale genovese, a profondità comprese tra 10 m e 17 m,dei tre cavidotti previsti dal progetto, che permettono il collegamento dei cavi di distribuzione elettrica degli aerogeneratori con le sottostazioni sulla terraferma. I tre cavidotti collegano rispettivamente la Zona 6 delle dighe con la Zona 5, la Zona 3 con la sottostazione elettrica situata presso la centrale Enel del Porto di Genova, le Zone 7 e 8 con la sotto-stazione presente presso il depuratore di Voltri. Si riportano nella tabella seguente le caratteristiche e i volumi di scavo previsti per i tre attraversamenti.

Tabella 7.1: Tabella riassuntiva scavi per attraversamenti sottomarini

Attraversamento	N. Cavidotti	Lunghezza (m)	Sezione (m^2)	Volume (m^3)
Zona 6 - Zona 5	1	318,4	8,72	2775
Zona 3 - Centrale ENEL	3	401,6	8,72	3500
Zona 8 - Porto di Voltri	2	280,7	8,72	2446
			Totale	**8721**

I tre attraversamenti devono soddisfare la limitazione geometrica riguardante la quota di estradosso dei cavidotti, che deve essere garantita a una profondità minima di 2 metri al di sotto della quota di progetto del fondale, in accordo al piano dei dragaggi dell'Autorità Portuale di Genova. Il diametro massimo dei cavidotti è 0.1 m e pertanto la profondità di scavo sarà di 2.1 m, la larghezza dello scavo alla base deve essere pari a 1 m e la pendenza delle scarpate deve essere al massimo pari a 2:3.

Le fasi esecutive prevedono alcune attività propedeutiche, quali il rilievo dello stato ante – operam, la predisposizione dell'area di lavoro, del cantiere e delle attrezzature. Le attività successive prevedono la realizzazione preventiva di una trincea prima di eseguire la posa dei cavidotti (pre-trenching). Lo scavo della trincea avverrà secondo tempistiche concordate con l'Autorità Portuale al fine di minimizzare le interferenze con le attività portuali e sarà eseguita tramite apposito escavatore con benna disposto su un pontone di basso pescaggio. Il materiale scavato sarà depositato ai lati dello scavo con pendenza massima 2:3.

Terminate le operazioni di scavo sarà necessario controllare in primo luogo l'effettivo raggiungimento della profondità minima di scavo richiesta, per poi procedere con la posa dei cavidotti, che avverrà con l'impiego di bobinatrici motorizzate contenenti i cavi MT arrotolati. I cavi saranno gradualmente srotolati, inseriti all'interno di tubi in PVC e caricati sul pontone, che si sposterà portando i cavidotti fino all'altro capo dell'area di intervento, primo di iniziare l'affondamento dei cavidotti stessi.

La corretta posa in trincea sarà garantita dall'intervento di sommozzatori attrezzati per immersioni in acque profonde fino a 20 m.

Terminata la posa dei cavi sarà eseguito il rinfianco e il ricoprimento dei cavidotti, utilizzando il materiale precedentemente scavato e posto ai lati della trincea, e garantendo in tutti i casi il ricoprimento dei cavi per una profondità minima di 2 metri.

Gli scavi terrestri sono finalizzati principalmente alla rimozione del terreno e alla demolizione del calcestruzzo preventivamente alla realizzazione delle opere di fondazione e delle strutture destinate ad alloggiare i cavidotti e sono eseguiti sulle dighe e sulla terraferma.

Le demolizioni da effettuare sulle dighe sono necessarie alla realizzazione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori ubicati lungo il tratto F-G della Zona 1 e delle cabine elettriche, per la costruzione dei pozzetti di interfaccia dei cavi terrestri e marini posti sulle dighe, per la posa dei cavidotti nei tratti posti lungo le dighe.

Tali lavorazioni presentano difficoltà dovute a problematiche di tipo logistico e alla necessità di trasportare a terra materiali e rifiuti.

Le demolizioni saranno effettuate mediante l'impiego di escavatori muniti di martelli demolitori. I mezzi dovranno avere dimensioni adeguate per operare in sicurezza negli spazi ristretti al di sopra delle dighe, e dovranno demolire il calcestruzzo armato e non armato, avendo cura di non disperdere in mare il materiale di risulta. Il materiale scavato dovrà essere successivamente caricato su imbarcazioni e pontoni per essere portato sulla terraferma. Raggiunta la terraferma il materiale di rifiuto sarà temporaneamente mantenuto in apposite aree di stoccaggio, in attesa di essere conferito a discarica autorizzata; per quanto riguarda i rottami ferrosi dovrà essere previsto lo smaltimento. L'entità dei volumi di scavo prevista è dell'ordine di 550 m^3 circa.

Le demolizioni da eseguire sulla terraferma sono quelle necessarie per la realizzazione delle due cabine elettriche sulla terraferma poste nei pressi della centrale ENEL e del depuratore di Voltri, per la costruzione dei pozzetti di interfaccia dei cavi terrestri e marini posti sui moli, per la posa dei cavidotti nei tratti posti in trincea lungo i moli di collegamento con le cabine elettriche.

Le attività di demolizione saranno eseguite in maniera analoga rispetto a quanto descritto per le dighe e i volumi di scavo saranno di circa 600 m^3.

Per tutte le attività di demolizione sarà necessario prevedere un sistema di abbattimento delle polveri (ad esempio irrorare con acqua o eventualmente impiegare apposite barriere per la polvere).

Per quanto riguarda la posa dei cavidotti, l'operazione è più semplice rispetto a quanto descritto per la posa dei cavi sottomarini. Bisognerà tuttavia tenere in considerazione che i singoli tratti di cavidotto, per cui non sono previste giunzioni, hanno lunghezze significative. In prima battuta dovrà essere predisposto l'alloggiamento destinato ai cavi e successivamente sarà eseguito un primo getto di calcestruzzo all'esterno dell'alloggiamento dei cavi. La posa dei cavi sarà effettuata disponendo le bobinatrici motorizzate contenenti i cavi a un estremo del tratto di cavidotto da posizionare; saranno posizionati i tubi portacavi al cui interno saranno srotolati successivamente i cavi; terminata la fase di posa sarà eseguito un secondo getto di calcestruzzo all'interno dell'alloggiamento ricoprendo i cavi stessi.

7.2 CANTIERIZZAZIONE

Lo studio della cantierizzazione prevede l'identificazione dell'Area di cantiere e della viabilità di accesso necessari per la realizzazione delle opere di progetto.

Vista la complessità dell'opera e soprattutto il suo contesto, la cantierizzazione non ha potuto prescindere da una serie di considerazioni fondamentali quali:

- minimizzazione degli impatti causati dai movimenti di materiali lungo la viabilità stradale esistente;
- analisi delle possibili modalità di trasporto dei materiali alternative a quelle su gomma;
- installazione del cantiere in ambito portuale;
- utilizzo di aree di supporto a terra sufficientemente vaste e localizzate in prossimità delle aree d'intervento;
- un'attenta pianificazione logistica e temporale delle attività di cantiere al fine di minimizzare gli impatti causati dal cantiere sulle attività portuali;
- ottimizzazione degli spazi disponibili per l'impianto di cantiere;
- analisi e risoluzione delle problematiche associate allo stoccaggio ed al trasporto di materiali ed attrezzature all'interno delle aree operative;
- rigorosa applicazione delle norme di sicurezza;
- prossimità a vie di comunicazione importanti ed accessibili.

Il risultato dello studio della cantierizzazione ha portato all'identificazione di tre aree di cantiere come illustrato nel relativo elaborato grafico (cfr. Doc. 12-412-PD-A-007 "Localizzazione delle aree di cantiere") e riepilogato nella tabella seguente.

Tabella 7.2: Identificazione delle aree di cantiere

AREE DI CANTIERE			
Nome	**Descrizione**	**Localizzazione**	**Superficie**
Area FIERA	Area per l'istallazione degli aerogeneratori nella Zona 1, per la realizzazione del cavidotto nella Zona 2 e Zona 3 e per la realizzazione del cavidotto sub-portuale D1-D2.	In corrispondenza della Bocca di Levante del porto di Genova, sulla banchina H della Nuova Darsena nautica della Marina Fiera.	2.500 mq

AREE DI CANTIERE			
Nome	**Descrizione**	**Localizzazione**	**Superficie**
Area ILVA	Area per l'istallazione degli aerogeneratori nella Zona 4 e nella Zona 6, per la realizzazione del cavidotto nella Zona 5, per la realizzazione del cavidotto sub-portuale B1-C e per la realizzazione della cabina di consegna e del cavidotto di allacciamento.	In corrispondenza della Bocca di Ponente del porto di Genova, sulle banchine dell'ITALSIDER ubicate nella sponda destra della foce del torrente Polcevera.	3.500 mq
Area VTE	Area per l'istallazione degli aerogeneratori e la realizzazione del cavidotto nella Zona 4 e nella Zona 6, per la realizzazione del cavidotto sub-portuale N1-P e per la realizzazione della cabina di consegna e del cavidotto di allacciamento.	In corrispondenza del VTE, in una fascia esterna a levante delle banchine del 6° modulo del porto di Voltri.	6.000 mq

Le aree di cantiere si trovano all'interno delle aree portuali, risultano facilmente raggiungibili sia dai principali caselli autostradali che attraverso la viabilità urbana e non presentano vincoli di transito per i veicoli pesanti.

Per i provenienti dall'autostrada e diretti all'area Fiera il casello più vicino risulta essere quello di Genova Est (distanza 5 km), mentre per l'area Ilva quello di Genova Aereoporto (distanza 3 km).

Nei percorsi urbani per raggiungere le aree di cantiere i mezzi utilizzeranno le arterie principali della viabilità cittadina evitando, per quanto possibile, di transitare nelle vie centrali che risultano più strette e congestionate.

Il Terminal VTE ha un accesso diretto dal casello di Genova Voltri e pertanto i veicoli diretti all'aerea di cantiere potranno raggiungerla senza dover percorrere la viabilità urbana.

Per ognuna delle aree di cantiere, identificate nella Tabella 7.2: Identificazione delle aree di cantiere, è stato definito un accesso unico ed identificato un percorso come riportato nella tabella seguente.

Tabella 7.3: Identificazione degli Accessi/Varchi di cantiere.

ACCESSI DI CANTIERE		
Varco Cantiere	**Accesso su viabilità urbana**	**Percorso effettuato dai mezzi di cantiere**
AV1 Fiera	Piazzale J. F. Kennedy	Via Bobbio – Via Canevari - Via Brigate Partigiane - Corso G. Marconi Piazzale J. F. Kennedy
AV2 Ilva	Via San Giovanni D'Acri	Via E. Melen – Via A. Siffredi Via Cornigliano - Via S. Giovanni D'Acri
AV3 VTE	Piazza Giovanni Lerda	Accesso diretto dal casello di Voltri

Il programma dei lavori sviluppato per i tre lotti, coincidenti con le tre aree di cantiere, prevede una durata complessiva di 12 mesi per l'esecuzione delle opere previste.

Ogni area di cantiere è stata attrezzata per poter svolgere le attività in completa autonomia funzionale, tuttavia al fine di ottimizzare la realizzazione delle opere in fase di pianificazione e programmazione dei lavori le aree ubicate nel porto di Genova, Fiera e Ilva, sono state studiate congiuntamente.

I lavori inizieranno contemporaneamente nelle due aree, dopo le operazioni preliminari di cantierizzazione (preparazione delle aree ed installazione dei baraccamenti di cantiere), con la realizzazione degli speroni di fondazione previsti nella diga Duca di Galliera (tratto F-G) e la posa del cavidotto nel prolungamento di levante, nell'Area 1, mentre nell'area Ilva si procederà con la realizzazione degli speroni di fondazione previsti nella Zona 4 e con la posa del cavidotto nella Zona 5.

Successivamente, con uno sfalsamento di una settimana circa, in entrambe le aree inizieranno i lavori per la realizzazione dei collegamenti aerogeneratore-diga, rispettivamente nel prolungamento di levante e nella zona 6 della diga dell'aereoporto.

Contemporaneamente, nello specchio acqueo prenderanno avvio gli scavi per la realizzazione dei cavidotti sub-portuale, sia nel tratto D1-D2 che nel tratto B1-C. Il primo tratto che collega la zona 3 della diga con le banchine portuali sarà realizzato in notturna vista la sua incompatibilità con il transito delle navi, mentre il secondo che attraversa la bocca di ponente potrà essere realizzato di giorno visto che tale accesso è attualmente utilizzato solo per il transito delle piccole imbarcazioni.

Terminati i collegamenti, mentre proseguiranno le attività relative al cavidotto (costruzione e passaggio cavi), in entrambe le aree inizieranno i lavori per la realizzazione delle cabine di trasformazione.

Il quarto mese, mentre a terra inizieranno gli assemblaggi propedeutici dei componenti degli aereo generatori (CL2) e la realizzazione della cabina di consegna (all'interno della Centrale a Carbone), sulla diga cominceranno i montaggi dei primi due conci della torre, mediante l'utilizzo di un'autogrù posizionata sulla banchina e la realizzazione delle cabine di attraversamento.

Successivamente, mentre sulla diga terminati i montaggi dei primi due conci i lavori proseguiranno con la posa ed il fissaggio del terzo concio e della navicella, mediante l'utilizzo di un puntone, nelle aree a terra retrostanti Calata Concenter prenderanno avvio gli scavi per la realizzazione del cavidotto di allacciamento fino alla cabina di consegna.

Terminati i montaggi degli aerogeneratori, in entrambe le aree, prenderanno avvio le operazioni di elettrificazione e successivamente quelle di commissioning.

Nell'Area VTE i lavori si svilupperanno in autonomia con una sequenza analoga a quanto descritto per le aree del porto di Genova.

Dopo le operazioni preliminari di cantierizzazione, prenderanno avvio sulla diga le attività relative:

- al basamento di fondazione, nella Zona 7;
- al collegamento aerogeneratore-diga, nella parte di Ponente della Zona 8;
- alla realizzazione del cavidotto, nella parte di Levante della Zona 8.

Contemporaneamente nelle aree a terra inizieranno gli scavi per la realizzazione del cavidotto di allacciamento che collegherà la cabina di attraversamento, ubicata sulla banchina del molo sottoflutto di Voltri, con quella di consegna localizzata all'interno delle aree del depuratore nei pressi di una cabina Enel esistente.

Terminati i collegamenti, mentre a terra inizieranno gli assemblaggi propedeutici dei componenti degli aereo generatori (CL2) e la realizzazione della cabina di consegna (all'interno del depuratore), sulla diga i lavori proseguiranno con la realizzazione delle cabine di attraversamento e di trasformazione nella Zona 8.

Nella Zona 7 conclusa la realizzazione delle cabine di attraversamento, cominceranno i montaggi dei primi due conci della torre, mediante l'utilizzo di un'autogrù posizionata sulla banchina.

Contemporaneamente, nello specchio acqueo prenderanno avvio gli scavi del cavidotto sub-portuale N1-P. Tali attività saranno eseguite in orario notturno per consentire il transito delle navi dirette e provenienti dal Terminal contenitori.

Completata l'istallazione dei primi due conci nella zona 7, con uno sfalsamento di una settimana circa, inizieranno i montaggi del terzo concio e della navicella, mentre nelle acque interne del porto proseguiranno i lavori per la realizzazione del cavidotto sub-portuale.

Una volta terminate le operazioni di montaggio degli aerogeneratori nella zona 7, prenderanno avvio le attività di elettrificazione e successivamente quelle di commissioning su tutta la diga.

7.3 SICUREZZA

L'obiettivo del presente documento è lo studio preliminare sui rischi e vincoli che l'area di cantiere ed il contesto antropico e naturale della medesima possono generare durante l'esecuzione dei lavori, e l'analisi delle scelte progettuali che di tali rischi e vincoli devono adeguatamente prendere conto fin dalle prime fasi di progettazione.

Il risultato di tale attività di analisi, oggetto dell'attività di Coordinamento della sicurezza fin alla fase di progettazione preliminare, dovrà essere presa in conto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione durante la redazione del progetto definitivo ed esecutivo per la redazione del Piano di Sicurezza e coordinamento e nel fascicolo dell'opera.

In questa fase si è proceduto, oltre alla suddetta analisi ad una prima previsione di successione dei lavori, allo studio di una possibile cantierizzazione ed ad una valorizzazione di massima dei costi della sicurezza.

Lo studio della cantierizzazione parte dall'identificazione del cosiddetto "cantiere elementare", ovvero ogni area destinata ad accogliere funzioni di campo base, cantiere principale amministrativo, logistico/industriale o operativo, sotto la responsabilità del Committente, ove sia applicabile in forza dei lavori ordinati, la normativa di sicurezza relativa al D.Lgs. 81/08.

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di opere per eseguire le quali si ricorrerà nel tempo all'apertura di diverse aree di cantiere (appunto i cosiddetti cantieri elementari) preposte a diverse funzioni come segue:

- Cantiere Principale CP: caratterizzato dalla presenza dei baraccamenti generali, dei servizi igienico assistenziali per il personale e dagli uffici di cantiere;
- Cantieri Logistici CL: caratterizzato dalle aree attrezzate in modo tale da "fornire supporto" ai cantieri operativi mediante le attrezzature e gli impianti non strettamente legati all'attività, come ad esempio aree di stoccaggio, magazzini, officine per la manutenzione ed il ricovero delle macchine e i depositi temporanei dei materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle demolizioni.
- Cantieri Operativi CO: sono le aree dove effettivamente di realizzano le fasi/ sottofasi dei lavori.

Nella tabella seguente sono illustrati i cantieri elementari individuati per l'installazione dell'Impianto di Produzione di Energia da Fonte Eolica nel Porto di Genova.

Tabella 7.4: Identificazione dei cantieri elementari

CANTIERI ELEMENTARI			
Sigla	**Tipologia**	**Localizzazione**	**Attività**
CP	Cantiere Principale	Aree: FIERA, ILVA e VTE	Ufficio, spogliatoio, servizi igienici ed infermeria
CL1	Cantiere Logistico 1	Aree: FIERA, ILVA e VTE	Deposito attrezzature, parcheggio mezzi operativi e stoccaggio materiale.
CL2	Cantiere Logistico 2	Aree: FIERA, ILVA e VTE	Area logistica di supporto per l'assemblaggio degli elementi delle pale eoliche (navicella, pale e rotore).
CL3	Cantiere Logistico 3	Aree: FIERA, ILVA e VTE	Area logistica di supporto per il trasbordo del materiale dalle aree a terra all'imbarcazione di servizio (Puntone).
CO0	Cantiere Operativo 0 Cantierizzazione	Aree: FIERA, ILVA e VTE	Preparazione dell'area, installazione della recinzione, dei baraccamenti di cantiere e delle aree logistiche.
CO1	Cantiere Operativo 1 Aerogeneratori FIERA	Zona 1 Diga porto di Genova	Installazione e montaggio degli aerogeneratori sulla diga da WTG 32 a WTG 39: - preparazione delle aree operative; - realizzazione dei nuovi plinti di fondazione; - realizzazione collegamenti aerogeneratore-diga; - realizzazione delle strutture di protezione in ca; - montaggio torre e aerogeneratori su diga; - realizzazione della cabina di trasformazione - realizzazione della cabina di attraversamento.
CO2	Cantiere Operativo 2 Aerogeneratori ILVA	Zona 4 e Zona 6 Diga porto di Genova	Installazione e montaggio degli aerogeneratori sulla diga da WTG 21 a WTG 31: - preparazione delle aree operative; - realizzazione basamenti di fondazione; - realizzazione collegamenti aerogeneratore-diga; - realizzazione delle strutture di protezione in ca; - montaggio torre e aerogeneratori su diga; - realizzazione della cabina di trasformazione - realizzazione della cabina di attraversamento.
CO3	Cantiere Operativo 3 Aerogeneratori VTE	Zona 7 e Zona 8 Diga di Voltri	Installazione e montaggio degli aerogeneratori sulla diga da WTG 1 a WTG 20: - preparazione delle aree operative; - realizzazione dello sperone di fondazione; - realizzazione collegamenti aerogeneratore-diga; - realizzazione delle strutture di protezione in ca; - montaggio torre e aerogeneratori su diga; - realizzazione della cabina di trasformazione - realizzazione della cabina di attraversamento.

CO4	Cantiere Operativo 4 Cavidotto Diga	Zona 2, Zona 3 e Zona 6 Diga porto di Genova Zona 7 e Zona 8 Diga di Voltri	Realizzazione del cavidotto di collegamento sulla diga: - realizzazione del muretto laterale; - posa e fissaggio dei pozzetti; - passaggio cavi; - getto di chiusura.
CO5	Cantiere Operativo 5 Cavidotto Sub-portuale	Specchio acqueo calata Cocente-Zona 3 e Bocca di ponente porto di Genova. Bocca di Ponente porto di Voltri.	Realizzazione del cavidotto di attraversamento sub-portuale: - Scavo della trincea; - Posa cavi; - Reinterro e chiusura dello scavo.
CO6	Cantiere Operativo 6 Cavidotto Allacciamento	A Genova dalle banchine di calata Concenter fino alla cabina di consegna A Voltri dalle banchine del I Modulo fino alla cabina di consegna	Realizzazione del cavidotto di collegamento dalla cabina di attraversamento a terra fino alla cabina di consegna: - Eventuale taglio dell'asfalto; - Scavo della trincea; - Realizzazione del cassonetto in cls; - Posa e fissaggio dei pozzetti; - Posa cavi; - Reinterro e chiusura dello scavo;
CO7	Cantiere Operativo 7 Cabina di consegna	aree interne alla Centrale a Carbone di Enel Distribuzione aree interne al Depuratore di Voltri	Realizzazione della cabina di consegna e collegamento alla rete elettrica: - Opere di fondazione; - posa e fissaggio della struttura prefabbricata; - opere edili accessorie; - opere impiantistiche; - Finiture.
CO8	Cantiere Operativo 8 Elettrificazione	In corrispondenza di ogni Aerogeneratore	Insieme di lavori e di installazioni per rendere l'impianto adatto a funzionare.
C09	Cantiere Operativo 9 Commissioning	In corrispondenza di ogni Aerogeneratore	Avviamento dell'impianto e verifica del corretto funzionamento dei diversi componenti

In questa fase preliminare i cantieri sono stati fatti coincidere con le opere di cantierizzazione generali e la costruzione delle opere principali (macrofasi principali); ed ad ognuno è stata assegnata una sigla alfanumerica legata alla cronologia di apertura in funzione della realizzazione delle opere.

In questo modo è stato possibile studiare in una sequenza temporale effettiva, in mancanza di un programma esecutivo dei lavori, le attività lavorative principali e quelle di dettaglio più significative per lo sviluppo del cantiere o che introducono una criticità particolare nelle lavorazioni.

In particolare l'analisi è stata svolta prendendo in considerazione:

- Identificazione dei pericoli;
- Individuazione dei lavoratori esposti ai rischi potenziali;
- Valutazione degli stessi rischi sotto il profilo qualitativo e quantitativo;

I risultati di tale studio sono stati il punto di partenza necessario per la determinazione delle misure preventive e protettive atte a ridurre e, ove possibile, eliminare i rischi.

Questo approccio consente di interfacciare fin da questa fase progettazione e sicurezza e addivenire alla definizione di un impianto di cantiere coerente ed unitario.

Lo studio di dettaglio delle misure di prevenzione e protezione e la conseguente computazione analitica dei costi, sarà oggetto dei successivi sviluppi della attività di coordinamento della sicurezza.

Nella redazione delle suddette misure il CSP dovrà tenere conto di quanto già rilevato dalla prima analisi dei rischi, sviluppandola ulteriormente, sulla base delle informazioni che saranno desumibili dall'avanzamento del progetto.

A completamento e/o integrazione delle misure di prevenzione e protezione previste, all'interno del PSC sarà prevista l'adozione di procedure e prescrizioni operative, in parte allegate o descritte nelle primi indicazioni, in parte, riconducibili a procedure e buona prassi dell'impresa esecutrice.

In fese di stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento, tutte le criticità analizzate nelle presenti linee guida e tutte le criticità che emergeranno nel corso delle attività di progettazione, dovranno essere sviluppate ed approfondite al fine di minimizzare all'origine i rischi associati alle attività di cantiere mediante opportuni accorgimenti progettuali e realizzativi. A partire da questa base, si dovrà procedere alla definizione delle misure e degli accorgimenti necessari per la gestione del rischio residuo, che verranno riportate nei documenti predisposti dal Coordinatore per la Sicurezza ai sensi del D.Lgs. 81/08.

APPENDICE A
SCHEDA TECNICA DELL'AEROGENERATORE

General data sheet

GEV MP-R
All sub models



(standard hub height 32.3m)

BLADES (2)

Material	Glass Fiber Composit
Weight	600 or 750kg / blade (1,323 or 1,653lb)
Length	14.65 or 15.65m (48' or 51') each blade
Manufacturer	*AeroComposit Occitane*

NACELLE

Material of external envelope	Glass Fiber Composit
Material	Steel
Weight (with hub)	9.1 t
Manufacturer	*Vergnet SA*

TOWER

Type	Tubular
Material	Galvanized steel ISO 1461
Corrosion protection	Optional painting on galvanization
Weight	12 t (standard hub height 32.3m = 106') 28.7 t (optional hub height 52.3m = 172')
Dimensions	31m (3 x 11m) - (102' = 3 x 36') ø max= 2.25m (7' 5") (standard hub height 32.3m = 106') 51m (5 x 11m) – (167' = 5 x 56') ø max= 2m (6' 7") (optional hub height 52.3m = 172')
Manufacturer	*PETITJEAN or equivalent*

CONTROLS

Type	PLC
Model	S7
Manufacturer	*Siemens*

ACTUATION

Type	Hydraulic pitch, yaw, brake
Manufacturer	*Hydac*

ROTOR

Material	SG Cast Iron
Weight (with blades)	1.9t
Diameter	32m (105') or 30m (98')
Swept area	804.25 m² (8,657 sq.ft) or 706.86 m² (7,608 sq.ft)
Manufacturer	*Vergnet SA*



GENERATOR

Type	Asynchronous, 200 to 275kW Two Speed
Weight	1.1 t
Voltage	400V 50 Hz or 460V 60 Hz
Manufacturer	*ABB or equivalent*

GEARBOX

Type	Planetary with rectified teeth
Weight	1.2 t
Stages	2
Manufacturer	*DINAMIC OIL or BONFIGLIOLI or equivalent*

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

Document #IC-12-GE-FE-002-EN

1 GEV MP-R WIND TURBINE- MAIN CHARACTERISTICS

The VERGNET GEV MP-R wind turbine on a self standing tower can be fitted with a 30 or 32 meters (98 or 105') rotor diameter and an output power from 200 to 275 kW, and has the main following features:

- GEV MP-R wind turbines are lightweight, easy to transport and can be assembled with a 60 ton crane (32.3 m hub height).
- GEV MP wind turbines are equipped with a control system allowing connection and production on any kind of grid while complying with the most demanding grid codes.

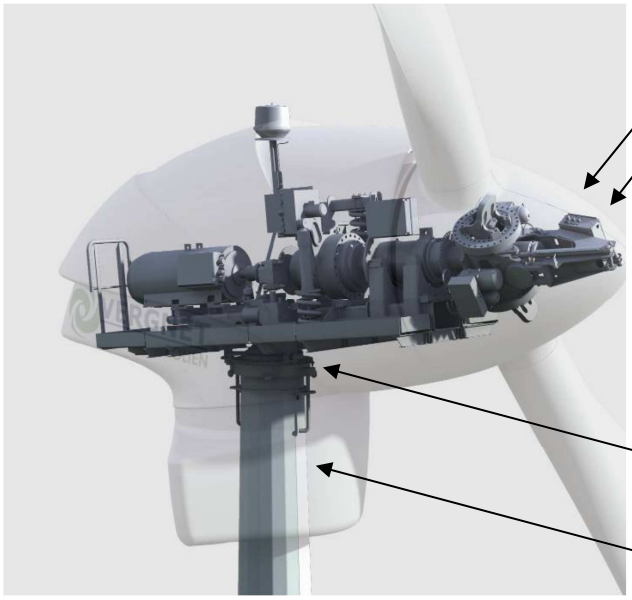


Figure 1 - VERGNET GEV MP-R wind turbine

Axis of the rotor : Horizontal (tilt + 5°)

Given project site wind conditions and/or grid requirements, the GEV MP can feature various rotor diameters and/or rated powers:

Rotor diameter	32 m (105')
	30 m (98')
Output power	275 kW – 50 Hz
	250 kW – 50 Hz
	200 kW – 50 Hz
	275 kW – 60 Hz
	250 kW – 60 Hz
	200 kW – 60 Hz

Rotor rotation speed: 2 speeds (31 and 46 rpm)

Orientation of the rotor: Slewing bearing – Active yaw by hydraulic system (also used for automatic untwisting of electrical cables when necessary).

Hub height :
Standard: 32.3 m (106') ;
Option: 52.3 m (172')

Power control system : Variable blade pitch control. Active hydraulic control

- Rated and cut-in wind speed:

Rotor diameter	Output power	Rated wind speed	Cut-in wind speed
32m	275 kW	12.5 m/s	3.5 m/s
	250 kW	12 m/s	3.5 m/s
	200 kW	11 m/s	3.5 m/s
30m	275 kW	13.5 m/s	3.5 m/s
	250 kW	13 m/s	3.5 m/s
	200 kW	12 m/s	3.5 m/s

- Cut-out wind speed: 20 to 25 m/s (29 to 36 m/s instantaneous) (44 – 65 mph to 56 – 80 mph) depending on turbulence level
- Maximum wind speed:
  30 m rotor diameter: 42.5 m/s (Class II IEC 61400-1: 1999) (95 mph)
  32 m rotor diameter: 30 m/s (Class IV IEC 61400-1:1999) (67 mph)

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

2 GEV MP ROTOR

The GEV MP rotor is two-bladed, for purpose of light weight and easy installation.

- Manufacturer: VERGNET S.A.
- Material of the blade: Glass fiber Vinylester resin composite
- Length of the blade:
  32 m rotor diameter: 15.65 m (51')
  30 m rotor diameter: 14.65 m (48')
- Unitary weight of the blade:
  32 m rotor diameter: 750 kg (1,653 lb)
  30 m rotor diameter: 700 kg (1,543 lb)
- Material of the hub: Cast iron GS
- Total rotor weight:
  32 m rotor diameter: 1,900 kg (4,189 lb)
  30 m rotor diameter: 1,800 kg (4,000 lb)

3 LOW SPEED SHAFT AND BEARINGS

The low speed shaft is mounted on two spherical roller bearings, the fabricated bearing housings being bolted directly to the fabricated nacelle frame. The front (upwind) bearing takes out the thrust load with the rear bearing outer race being allowed to float.

4 GEARBOX

- Manufacturer: Bonfiglioli or equivalent
- Type: Planetary with rectified teeth, ratio 32.6 / 1 (50 Hz) or 38 /1 (60 Hz)
- Weight: 1,200 kg (2,650 lbs)
- Number of stages: 2
- Maximum power: 280 kW
- Cooling: by oil circulation, oil-air cooler with fan

5 ASYNCHRONOUS GENERATOR

- Manufacturer: ABB or equivalent
- Type: Squirrel-cage asynchronous, two-speed
- Voltage and Frequency: 400 V – 50 Hz or 460 V – 60 Hz
- Rated power: 275, 250 or 200 kW at 40°C (104°F)
- Efficiency at full load:
  275 kW 400 V – 50 Hz: 95.6 %
  275 kW 460 V – 60 Hz: 95.8 %
  250 kW 400 V – 50 Hz: 95.6 %
  250 kW 460 V – 60 Hz: 95.8 %
  200 kW 400 V – 50 Hz: 95 %
  200 kW 460 V – 60 Hz: 95 %
- Rotation speed:
  400 V – 50 Hz: 1,514 or 1,010 rpm
  460 V – 60 Hz: 1,811 or 1,206 rpm
- Weight: 1,100 kg (2,425 lbs)
- Service: S1
- Index of protection IP: IP 55
- Cooling mode: IC 411 (totally enclosed fan-cooled)
- Class of insulation: F reinforced

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

- Heating F
- Grid connection mode Soft-starter and direct connection

6 GEV MP ACTUATION SYSTEM

- Manufacturer VERGNET S.A.
- Type Hydraulic control driven by PLC
- Power control through blade variable pitch angle
- Aerodynamic braking
- Pitch variation by hydraulic actuators embedded in the rotor (2 independent systems)
- Teetering hub with shock absorbers

7 BRAKING SYSTEM - SAFETY

7.1 Main brake

- Manufacturer VERGNET S.A.
- Type Aerodynamic brake by pitch with hydraulic accumulator for safety
- System of activation / deactivation PLC

7.2 Parking and emergency brake

- Manufacturer SIME or equivalent
- Type Disc brake on high speed shaft
- Control system Hydraulic

8 YAW SYSTEM

- Manufacturer VERGNET S.A.
- Operating Active by hydraulic system (also used for automatic untwisting of electrical cables when necessary).

9 NACELLE

- Manufacturer VERGNET S.A.
- Material Steel
- Material of external envelope Polyester fibre glass
- Dimensions L 7.1 x h 3.2 x w 2.4 m (23’ x 8’ x 10’) (fitted with cover)
L 6.07 x h 2.08 x w 1.36 m (19' 11" x 6' 10" x 4' 6")
(without cover for container sea transportation)
- Total weight 9.1 tons (with generator, gearbox, cover and hub, without blades)

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

10 TUBULAR TOWER

• Type	Tubular, self standing	
• Manufacturer	PETITJEAN or equivalent	
• Material	Galvanized steel ISO 1461 - optional painting on galvanisation	
	Standard (32.3 hub height)	Option (52.3 hub height)
• Height	31m (101’ 8")	51m (167')
• Number of sections	3	5
• Weight	12 tons	28.8 tons
• Volume of the base	30 to 50 m^3 of concrete (1,000 to 1,800 cubic feet) depending on soil study	approx 70 m^3 of concrete (approx 2,472 cubic feet) depending on soil study

11 LIGHTNING PROTECTION SYSTEM

• Description	Compliant with IEC 61400-24: Lightning rod on top of the nacelle Lightning arresters on nacelle and in shelter Antenna-shape earthing with equipotential connection of the concrete base Option: lightning protection within the blades

12 GEV MP CORE (CONTROL SYSTEM)

• Manufacturer	SIEMENS
• Integration and software	VERGNET S.A.
• Type	Industrial PLC S7 Series 300
• Analogical and logical data	Frequency – Voltage Rotor rotation speed Blades pitch angle setting Temperature - Pressure
• Data network	Profibus on copper link to wind turbine shelter. Ethernet or Profibus on copper or Optical fibre communication network between the wind turbines and to wind farm substation
• Monitoring	Remote monitoring possible even on low bandwidth lines through internet or modem (Typical minimum data flow is 512kbits/s)

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

13 SOFT SYNCHRONIZATION ELECTRONICS

- Manufacturer: SCHNEIDER
- Type: Synchronization by soft starter, bypassed at the end of starting period
- Nature of power components: Electronically powered thyristor contactors
- Rated current: 170 A
- Nominal voltage and frequency: 400 V three-phase 50 Hz, or 460 V three-phase 60 Hz
- Maximum withstand voltage: 1,000 V
- Rated power: 100 VA
- Location: In a cabinet ("shelter") at the base of the tower

14 GRID CONNECTION DESCRIPTION (supplies are optional)

Grid connection of GEV MP wind turbines can be ensured either in High Voltage or Low Voltage (possible in case of a single wind turbine, and depending on grid operator requirements).

14.1. High Voltage grid connection items

High Voltage grid connection is ensured by:

- Three-phased external oil-cooled step-up transformer at the base of each wind turbine
  - Manufacturer: PAUWELS, DURIEZ, TRANSFIX or equivalent
  - Rated Power: 315 kVA
  - Frequency: 50 or 60 Hz
  - In/out voltage: As per local grid specification (ex.: 400 V / 20,000 V, or 460 V / 34,500 V)
- Protections:
  - Combine switch-fuse, or circuit breaker, on each feeder in the wind farm HV substation
  - Grid protection relay (and optional reclosing system) in the wind farm HV substation
- Metering in the wind farm HV substation

14.2. Low Voltage grid connection items

Grid connection can also be ensured directly in Low Voltage, by :

- Protections:
  - Motorized circuit breaker in the wind turbine shelter
  - Grid protection relay in the wind turbine shelter
- Low Voltage Metering in the wind turbine shelter

15 WIND TURBINE MODEL VARIATIONS AND CODES

15.1 Model Codes

Commercial model codes are introduced as specific references for promotional and contractual use. Those codes shall describe the GEV MP, the electrical shelter and the SCADA system.

A Vergnet supplied Wind Turbine Generator (WTG) can be completely described by 3 model codes as depicted in Figure 2:

- "G" code describing the nacelle and the tower models
- "E" code describing the electrical shelter and its associated step-up transformer
- "V" code describing the SCADA and its network

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

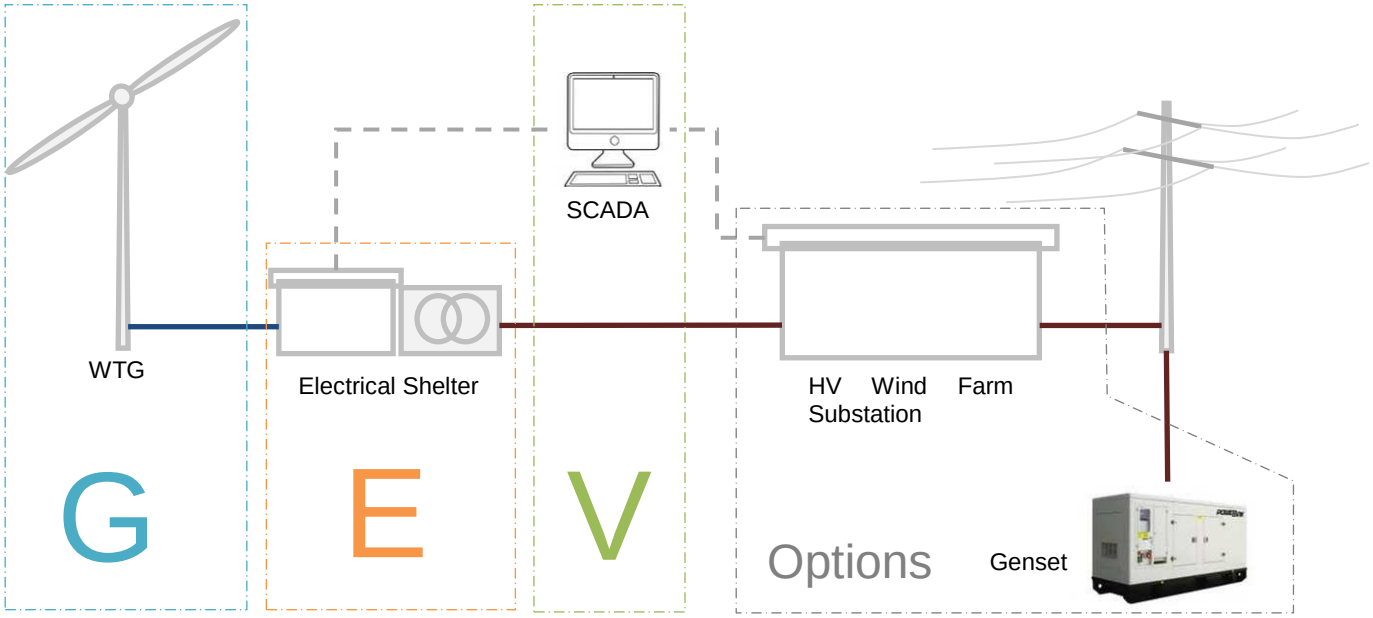


Figure 2 - Model codes by equipment

15.1.1. G code

This model code shall be established based upon the selectable features of Table 1, Table 3, Table 4 and Table 6.

G

GEV MP	-R	-32	X	275E	-T	X	-M32	B	5	X	-1	X
		❶	❷	❸	❹	❺	❻	❼	❽	❾	A	B
		Nacelle descriptor as per Table 1					Tower descriptor as per Table 3				Options descriptor as per Table 2	

15.1.2. E code

The Electrical Shelter is located at tower foot and includes the LV electrical equipment, the PLC and the step-up transformer.

E

E-SHELTER	RHE	-E1100A	/ M	E	F	X	X	X
	❶	❷	A	B	C	D	E	F
	Electrical Shelter descriptor as per Table 4		Options descriptor as per *Table 5*					



Figure 3 - Electrical Shelter outdoor

15.1.3. V code

The SCADA enables the balance of the wind farm, its remote control and the interfacing of additional grid functionalities.

V

SCADA	-WF	1	X	V
	❶	❷	❸	❹
	SCADA descriptor as per Table 6			



Figure 4 - V-SCADA screenshot

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

15.2 WTG model variations

15.2.1 Nacelle Models

		Code	Default	MP-R	Comments
Rotor diameter ❶	32 m large	32	•	•	
	30 m	30		•	
Blade protection ❷	None	X	•	•	
	Lightning protection	K		•	Lightning conductor in blades
Output power ❸	275 kW – 50 Hz	275E	•	•	50 Hz asynchronous generator
	250 kW – 50 Hz	250E		•	
	200 kW – 50 Hz	200E		•	
	275 kW – 60 Hz	275U		•	60 Hz asynchronous generator
	250 kW – 60 Hz	250U		•	
	200 kW – 60 Hz	200U		•	
Ambiant conditions ❹	Temperate areas	T	•	•	Operation: -5°C to +40°C Survival: -10°C to +50°C
	Continental areas	C		•	Operation: -12°C to +40°C Survival: -20°C to +50°C
(reserved) ❺	None	X	•	•	

Table 1 - Nacelle model descriptor

15.2.2 Nacelle Options

		Code	Default	MP-R	Comments
Traffic lights A	None	X	•	•	
	Customized traffic lights [1]	1		•	
Maintenance hoist B	None	X	•		
	Manual hoist	M	•	•	
	Electrical hoist	E		•	

Table 2 - Nacelle options

Note:
[1] Development to be quoted on time & material basis.

15.2.3 Tower

		Code	Default	MP-R	Comments
Tower ❻	32m monopole	M32	•	•	Access ladder to nacelle is outside mast
	52m monopole	M52		•	
Color ❼	Galvanized	A	•	•	Galvanized steel 80µm
	RAL7035 (Same color as nacelle)	B		•	Liquid or powder painting system depending on source.
	RAL7038	C		•	
	RAL9003	D		•	
	RAL9010	E		•	
Protection ❽	Standard	4	•	•	Standard galvanized steel tower suitable for C4 areas.
	C5 areas coating	5		•	Additional painting system on top of galvanized steel. System is rated for C5 aggressive areas (coastal areas).
Cyclonic securing ❾	None	X	•	•	

Table 3 - Tower models description

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

15.3 Electrical shelter model variations

15.3.1 Models

		Code	Default	MP-R	Comments
Shelter type ❶	MPR LV 50Hz shelter (SPE 175)	RLE		•	No electrical grid protection in shelter
	MPR HV 50Hz shelter (SPE 176)	RHE	•	•	
	MPR HV 60Hz shelter (SPE 177)	RHU		•	
Output Voltage / Frequency ❷	50 Hz 400 V	E0040X	•	•	Direct LV output
	60 Hz 460 V	U0046X		•	Direct LV output
	50 Hz 400 / 5.5 kV 315 kVA	E0550A		•	W/ step-up transformer
	50 Hz 400 / 11 kV 315 kVA	E1100A		•	
	50 Hz 400 / 15 kV 315 kVA	E1500A		•	
	50 Hz 400 / 20 kV 250 kVA	E2000B		•	
	50 Hz 400 / 20 kV 315 kVA	E2000A		•	
	50 Hz 400 / 23 kV 315 kVA	E2300A		•	
	50 Hz 400 / 33 kV 250 kVA	E3300B		•	
	50 Hz 400 / 33 kV 315 kVA	E3300A		•	
	60 Hz 460 / 6.6 kV 315 kVA	U0660A		•	
	60 Hz 460 / 11 kV 315 kVA	U1100A		•	
	60 Hz 460 / 12 kV 315 kVA	U1200A		•	
	Others [1]	xxxxxxx		•	

Table 4 - Electrical shelter model description

Note:

[1] Development to be quoted on time & material basis.

15.3.2 Options

		Code [2]	MP-R	Comments
Metering A	Contractual Metering [1]	M / X	•	Applicable to RLE shelters only. Contractual metering in shelter for LV connection. Requires a shelter extension or building.
Electrical protections B	Customized electrical grid protections [1]	E / X	•	Applicable to RLE shelters only. Protection settings require an electrical stability study. Requires a shelter extension or building.
LV Auxiliary Feeder C	LV auxiliary feeder to sub-station	F / X	•	Only for RHE and RHU shelters to save an auxiliary transformer. Auxiliary 32Amps feeder to substation
Disconnector switch D	Disconnector switch on shelter exit	S / X	•	Standard is a disconnector, and not a disconnector switch. Applicable to RLE shelters only.
Building E	Pre-fabricated concrete building	B / X	•	Shelter to be installed within building. Compulsory for "Continental" and "Polar" areas.
Shelter extension F	Extension cabinet for LV options	C / X	•	May be necessary for LV connection (if no prefabricated concrete building) to install Metering A, Electrical protections B, Disconnector switch D and optional Proxwind SCADA.

Table 5 - Electrical shelter options

Notes:

[1] Defined case by case as per Distribution Network Operator (DNO) requirements. Development to be quoted on time & material basis.

[2] "X" when none selected

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.

15.4 SCADA model variations

		Code	Default	MP-R	Comments
Versions ❶	Legacy SCADA	LG		•	
	V-SCADA Wind Farm	WF	•	•	Wind farm load sharing option is active. Available by end of 2012Q2.
	V-SCADA Proxwind	PX		•	Available by end of May 2012.
Wind Farm Network [1] ❷	Single way network	1	•	•	
	Redundant ring network	2		•	
Optional Functions ❸	None	X	•	•	
	Sub-station control	S		•	Only when sub-station PLC is supplied by VSA. Else [2].
	Power prediction	P		•	Only for V-SCADA
Remote access ❹	VNC access	V	•	•	For Legacy and V-SCADA. Mono user access to SCADA
	Web Access	W		•	Only for V-SCADA Multi user SCADA data display
	Remote SCADA	R		•	For Legacy and V-SCADA Multi user access to SCADA

Table 6 - SCADA models description

Notes:

[1] Includes only hardware and software for network, except interconnecting cables between wind turbines and from wind turbines to wind farm substation

[2] Development to be quoted on time & material basis.

CONFIDENTIAL and proprietary information. VERGNET reserves the right to modify its products' technical characteristics without notice.