AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETÀ DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

CLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:

Dott. Ing. Guido Fiorini

PERIZIA DI VARIANTE

ELABORATO N° :

MI0102-PV-D-Z-R-001-00

TITOLO ELABORATO

NUOVA DIGA FORANEA 1A FASE

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
Dicembre 2015	A. Cappelletti	A. Lizzadro	G. Fiorini

REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE
00	Dicembre 2015	EMISSIONE PER APPROVAZIONE

NOME FILE

MI0102-PV-D-Z-R-001-00.docx

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PERIZIA DI VARIANTE

NUOVA DIGA FORANEA 1A FASE
RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

INDICE

1. PREMESSA 6
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE 11
2.1. Tratto di diga foranea verso mare 13
2.1.1. Opere previste nel presente progetto di 1ª fase 13
2.1.2. Opere previste in una fase successiva 17
2.2. Tratto di diga foranea di raccordo 18
2.2.1. Opere previste nel presente progetto di 1ª fase 18
2.2.2. Opere previste in una fase successiva 19
2.3. Serraglie in calcestruzzo 21
2.3.1. Opere previste nel progetto di 1ª fase 21
2.3.2. Opere previste in una fase successiva 24
3. VITA UTILE E PERIODO DI RITORNO DELL'ONDA DI PROGETTO 26
3.1. Vita utile di progetto e periodo di ritorno dell'onda di progetto 26
3.2. Configurazioni di progetto e tempi di ritorno delle onde associati 29
4. FASI GENERALI DI COSTRUZIONE 34
4.1. Fasi costruttive generali 34
4.2. Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni 34

INDICE FIGURE

Fig. 1.1 - Nuova diga foranea come da Piano Regolatore Portuale 8
Fig. 1.2 - Nuova diga foranea come da Progetto Preliminare 509 redatto dall'Autorità Portuale 9
Fig. 1.3 - Prima fase della nuova diga foranea oggetto della presente perizia di variante 10
Fig. 2.1 - Planimetria della diga foranea di prima fase 12
Fig. 2.2 - Planimetria della diga di 1ª fase con ubicazione sezioni tipo 14
Fig. 2.3 - Sezioni tipo B e C della diga foranea di 1ª fase – tratto verso mare 15
Fig. 2.4 - Sezioni tipo D e E della diga foranea di 1ª fase – tratto verso mare 16
Fig. 2.5 - Tratto di diga foranea verso mare – Sezione con muro paraonde a futuro completamento della sovrastruttura 17
Fig. 2.6 - Sezione tipo A della diga foranea di 1ª fase – tratto di raccordo 18
Fig. 2.7 - Futuro adeguamento della sezione tipo A con muro paraonde a completamento della sovrastruttura 21
Fig. 2.8 - Sezioni tipo delle serraglie della nuova diga foranea di 1ª fase 23
Fig. 2.9 - Futuro adeguamento delle sezioni tipo delle serraglie con muro paraonde a completamento della sovrastruttura 25
Fig. 4.1 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi A)-B)-C) 38
Fig. 4.2 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi D)-E)-F) 39
Fig. 4.3 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi G)-H)-I) 40
Fig. 4.4 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi J)-K)-L) 41
Fig. 4.5 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi M)-N)-O) 42
Fig. 4.6 – Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni – fasi P)-Q)-R) 43

INDICE TABELLE

Tab. 3.1 - Durata minima di vita per opere o strutture di carattere definitivo Tv 26
Tab. 3.2 - Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera Pf 28
Tab. 3.3 - Periodi di ritorno dell'onda di progetto –Diga foranea nella configurazione finale e di prima fase 29
Tab. 3.4 - Configurazioni di progetto e tempo di ritorno delle onde associato – sez. A 30
Tab. 3.5 - Configurazioni di progetto e tempo di ritorno delle onde associato – sez. B 31
Tab. 3.6 - Configurazioni di progetto e tempo di ritorno delle onde associato – sez. C 32
Tab. 3.7 - Configurazioni di progetto e tempo di ritorno delle onde associato – sez. D e E 33

1. PREMESSA

Nell'ambito del Piano Regolatore Portuale sono stati previsti l'allungamento e la modifica della configurazione della diga foranea esistente con lo scopo di assicurare la protezione della nuova piattaforma multifunzionale dall'azione del moto ondoso. In Fig. 1.1 è riportata la configurazione della nuova diga foranea come da Piano Regolatore.

Con riferimento alla configurazione del PRP è stato redatto dall'Autorità Portuale il Progetto Preliminare 509, relativo allo "Spostamento terminale del molo sopraflutti esistente e realizzazione del nuovo sopraflutti nel bacino portuale di Vado Ligure", approvato con Delibera del Comitato Portuale n°53 del 03.06.2010. Questo progetto comprende una parte delle opere del PRP e cioè solo le opere della diga foranea relativamente al tratto verso mare e non le opere relative al nuovo terrapieno ubicato alla radice della diga esistente (vedi Fig. 1.2).

La completa realizzazione della diga con ragionevole tempestività, come anche raccomandato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. nel parere positivo sul progetto definitivo della piattaforma stessa, era un impegno dell'Autorità Portuale e pertanto non era parte del presente Project Financing. Tuttavia, venendo meno la previsione di ricorso alle provvidenze di cui al comma 990, art. 1 della legge finanziaria 2007, relative alla realizzazione della nuova diga di PRP e in considerazione dei risparmi ottenuti dalla modifica delle opere della piattaforma (oggetto della presente variante), l'Autorità Portuale ha richiesto al concessionario APM Terminals, con lettera Prot. 10287/TEC del 5 dicembre 2014, di valutare una variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma, nel cui ambito, a parità di costo complessivo, ricomprendere un primo stralcio di opere della diga foranea.

APM Terminals ha risposto positivamente alla richiesta dell'Autorità Portuale con nota prot. LOU-020-15, tenendo anche conto del fatto che la realizzazione della diga costituisce uno dei presupposti della convenzione di concessione.

Le opere di variante relative alla diga foranea descritte di seguito, si riferiscono ad una prima fase funzionale della configurazione del Progetto Preliminare 509. L'individuazione di una prima fase funzionale (vedi Fig. 1.3) è stata effettuata considerando l'esigenza di migliorare rispetto alla situazione della diga foranea esistente, le condizioni di manovrabilità delle navi in navigazione nello specchio d'acqua compreso tra la piattaforma e la diga stessa, secondo quanto ottenuto dallo studio con un modello 'real time' svolto di recente presso il CETENA, su richiesta dei Piloti del Porto.

Per la realizzazione della diga foranea di prima fase è previsto il salpamento di una parte della diga esistente e il riutilizzo dei cassoni rimossi nell'ambito della nuova opera, oltre alla posa di 2 cassoni ex novo. I cassoni saranno posati su uno scanno di imbasamento in scogliera, secondo una tipologia costruttiva analoga a quella della diga esistente.

Rispetto a quest'ultima, la nuova diga di prima fase insisterà su fondali più elevati, variabili all'incirca dai 35 ai 49 m, e in corrispondenza dei cassoni riutilizzati di dimensioni più contenute, posizionati lungo il tratto di raccordo con l'infrastruttura esistente, comprenderà anche una scogliera di protezione disposta sul lato mare.

Nella presente relazione viene fornita una descrizione dettagliata delle opere in progetto nella presente perizia e la presentazione delle fasi generali costruttive previste per la realizzazione della prima fase funzionale della nuova diga foranea.

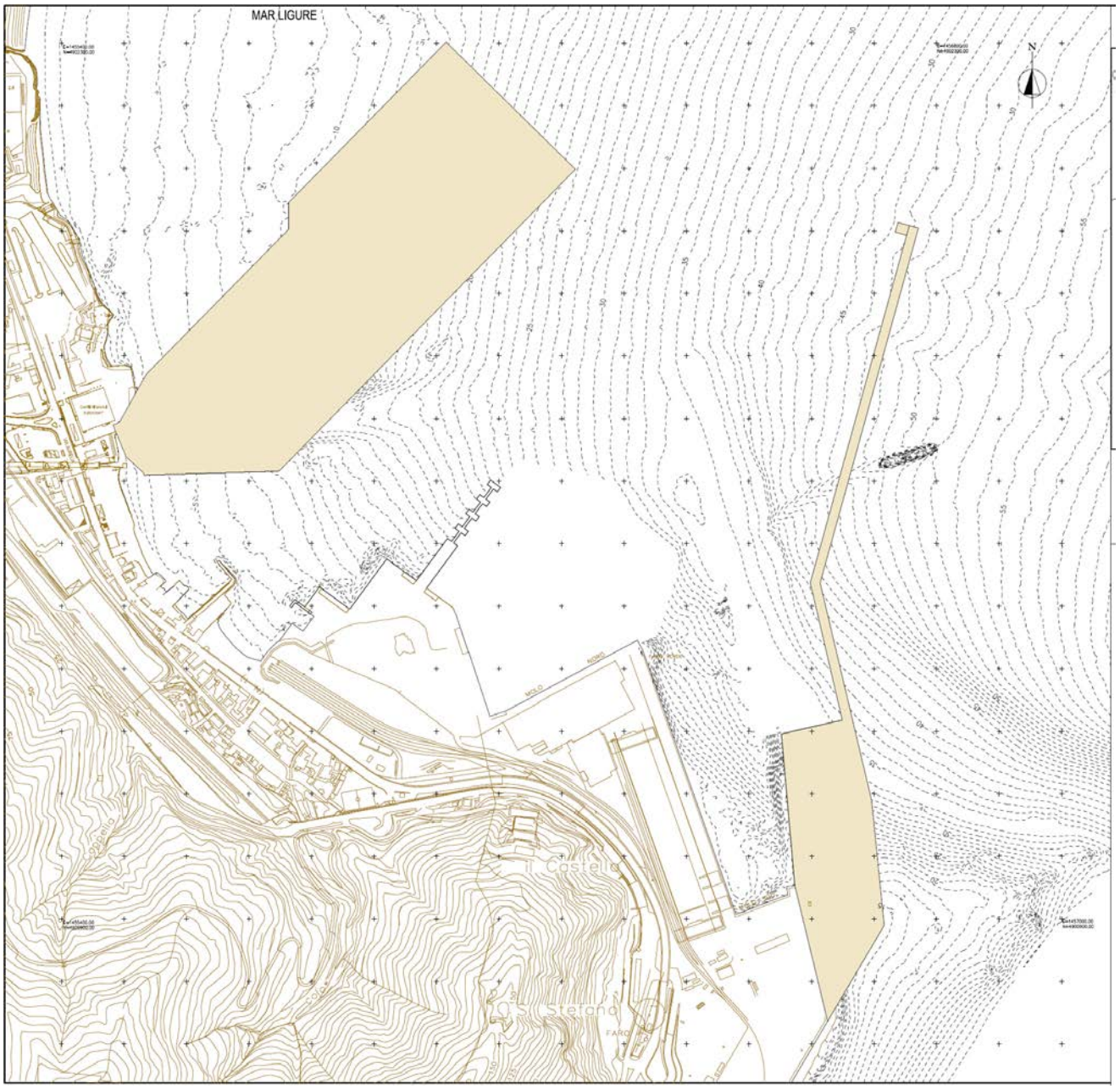


FIG. 1.1 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PIANO REGOLATORE PORTUALE

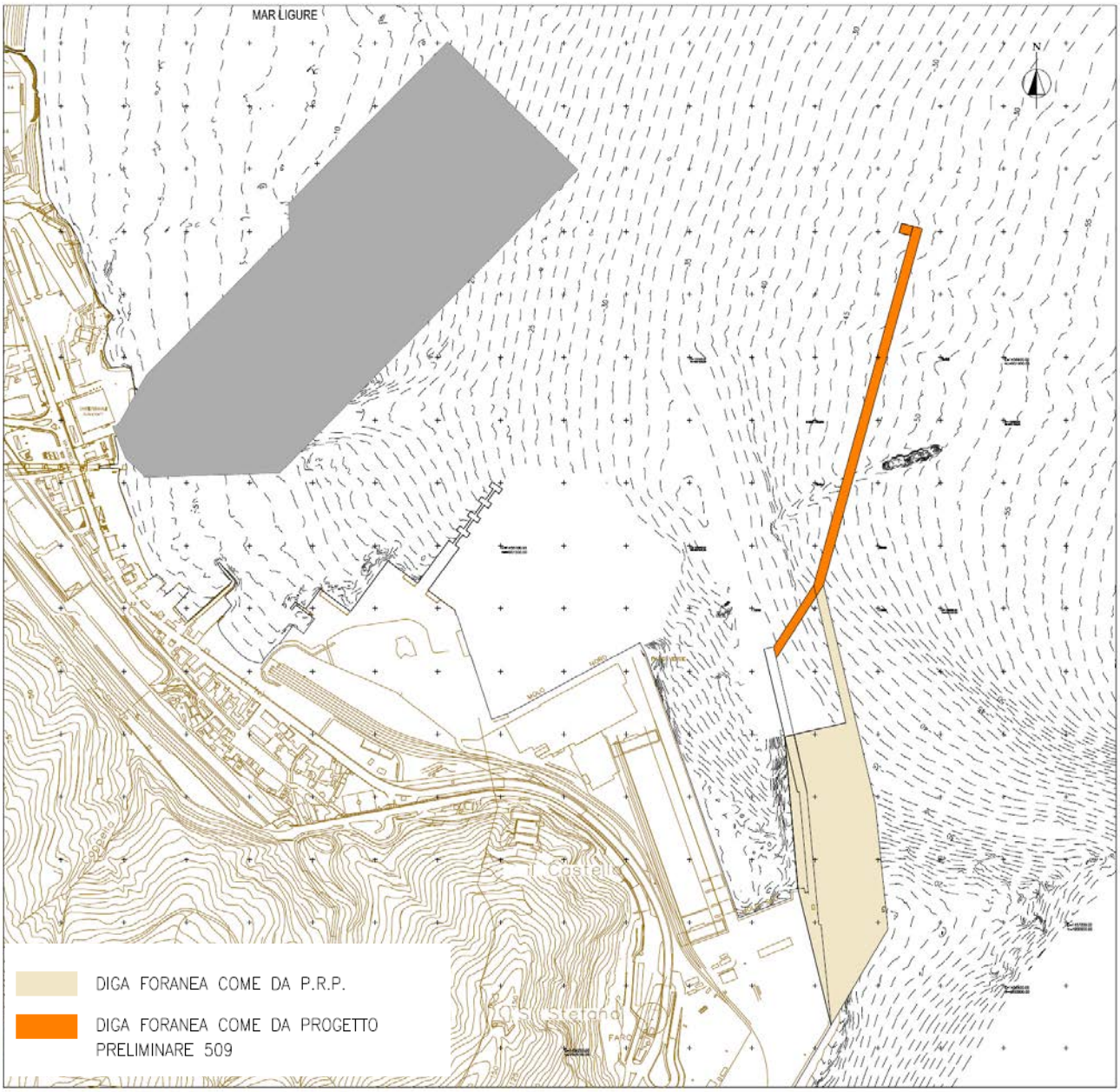


FIG. 1.2 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PROGETTO PRELIMINARE 509 REDATTO DALL'AUTORITÀ PORTUALE

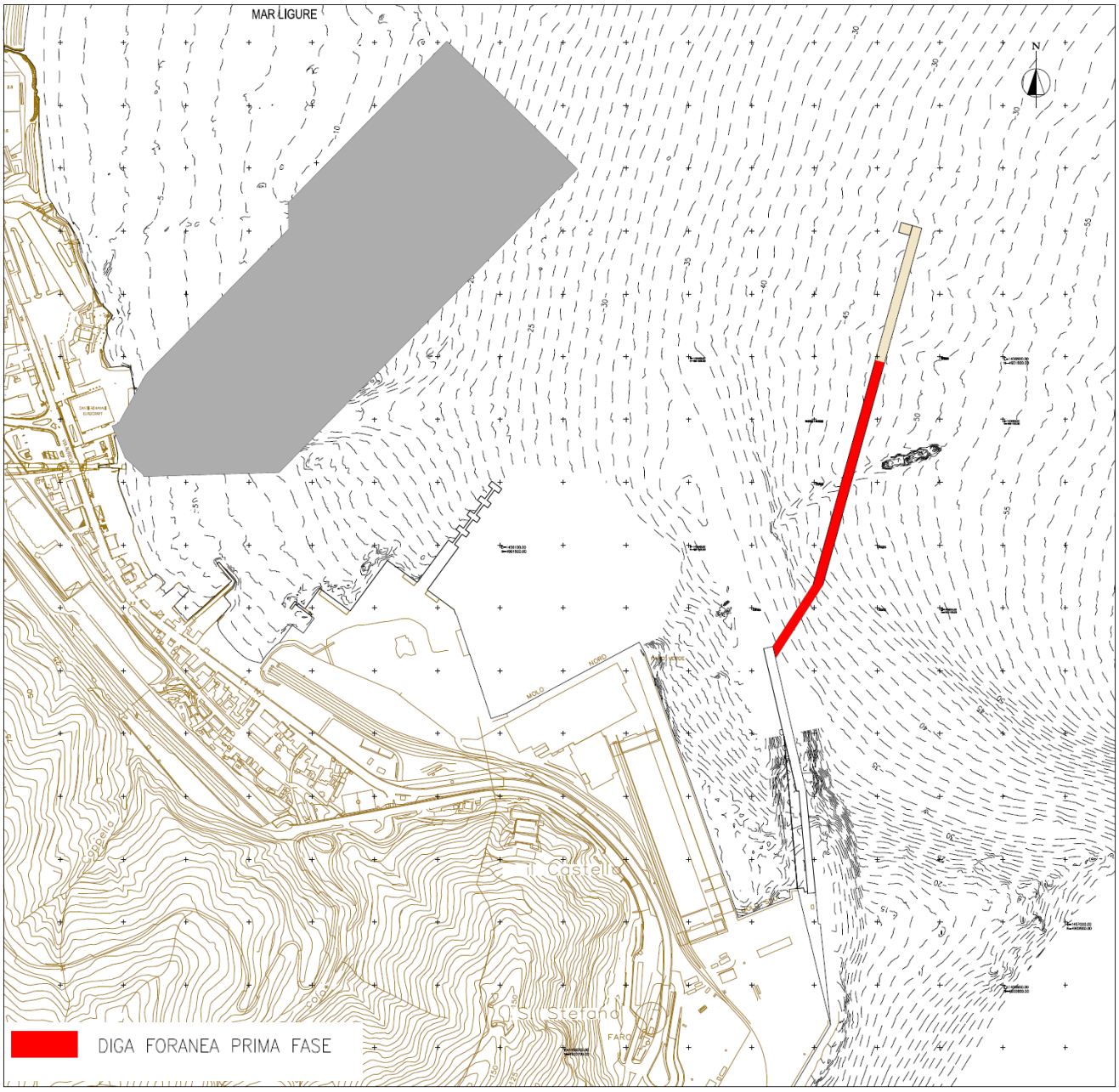


FIG. 1.3 - PRIMA FASE DELLA NUOVA DIGA FORANEA OGGETTO DELLA PRESENTE PERIZIA DI VARIANTE

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

La configurazione planimetrica di prima fase della diga foranea è costituita da un tratto che segue, verso mare, la configurazione finale del PRP per uno sviluppo di 360 m e un tratto di raccordo provvisorio (rispetto a quanto previsto nel PRP), caratterizzato da uno sviluppo di 100 m, che consente il collegamento tra la diga esistente ed il predetto tratto verso mare della nuova diga (vedi Fig. 1.3). Per la costruzione della nuova diga foranea di prima fase verranno riutilizzati, una volta salpati, i 13 cassoni costituenti il tratto terminale della diga foranea esistente, con l'aggiunta di due cassoni di nuova costruzione necessari per evitare l'interferenza dello scanno di imbasamento con l'adiacente relitto della nave Sacro Corem (Fig. 2.1).

Nella configurazione finale come da PRP la diga foranea di prima fase verrà estesa verso mare di ulteriori 240 m e verrà inoltre realizzato un nuovo tratto di diga verso terra di raccordo con la diga esistente, con la creazione di un nuovo terrapieno (vedi Fig. 1.1).

Nei paragrafi successivi sono illustrate le tipologie di opere previste per la configurazione planimetrica di prima fase della nuova diga, oggetto del presente progetto esecutivo, brevemente sintetizzate qui di seguito.

Per il tratto di 360 m che si può considerare definitivo secondo la configurazione del PRP è prevista la realizzazione di un'opera di difesa composita caratterizzata da uno scanno d'imbasamento in scogliera e sovrastanti cassoni cellulari in c.a.. Per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 50 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 250 anni.

Il tratto di raccordo di 100 m, da considerarsi provvisorio in quanto non ricalca la configurazione planimetrica del PRP, è costituito da uno scanno in scogliera su cui sono imbasati i cassoni cellulari in c.a. di dimensioni minori, protetti sul lato mare da una scogliera. Per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 10 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 50 anni.

Per la connessione dei due suddetti tratti e la connessione tra il tratto di raccordo e la diga esistente è prevista la realizzazione di un'opera provvisoria costituita da due serraglie in elementi di calcestruzzo. Anche per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 10 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 50 anni.

Infine si evidenzia che la quota di sommità delle opere della nuova diga prevista nel presente progetto, è pari a +2,5 m l.m.m. e nel breve l'Autorità Portuale provvederà alla realizzazione di un muro paraonde con quota di sommità a +7 m l.m.m.

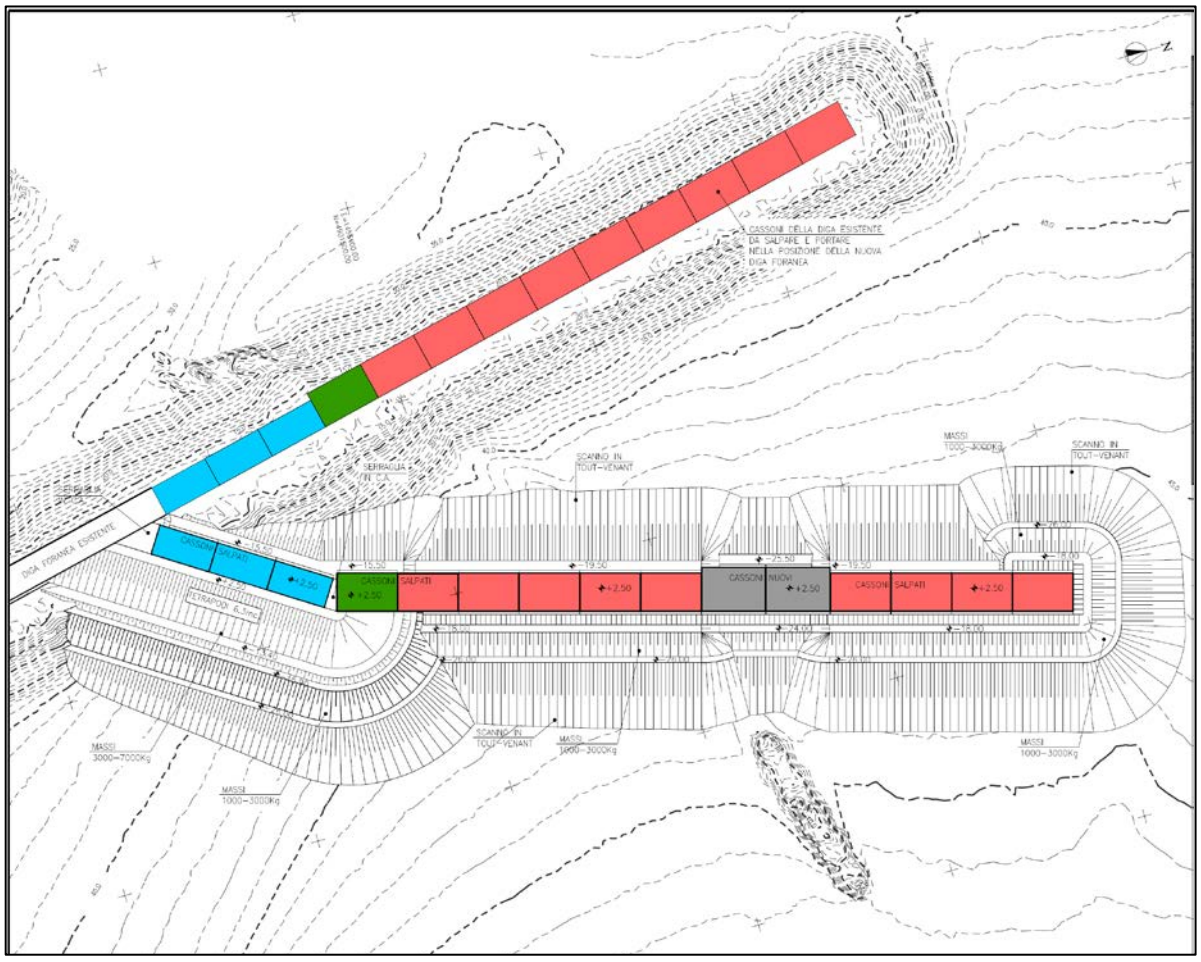


FIG. 2.1 - PLANIMETRIA DELLA DIGA FORANEA DI PRIMA FASE

2.1. Tratto di diga foranea verso mare

2.1.1. Opere previste nel presente progetto di 1ª fase

Il tratto verso mare della diga foranea di prima fase, di sviluppo 360 m, interessa fondali elevati compresi tra la batimetrica -43 m e la -49 m s.m.m (vedi Fig. 2.2).

La tipologia costruttiva della nuova diga foranea è analoga a quella della diga esistente ed è costituita da cassoni cellulari in c.a. imbasati su uno scanno in scogliera. Nello specifico, nel tratto in oggetto della diga è prevista la posa di 12 cassoni cellulari, di cui 10 provenienti dal salpamento di quelli esistenti e 2 di prefabbricazione ex novo.

Riguardo ai cassoni che saranno riutilizzati, vanno distinti 9 cassoni con dimensioni del fusto in pianta di 19x30,06 m che verranno imbasati alla -19,50 m (sezioni tipo D ed E in Fig. 2.4) e 1 cassone di dimensioni 19x30,06 m che verrà imbasato alla -15,50 m (sezione tipo B, Fig. 2.3).

I due cassoni da prefabbricare ex novo sono caratterizzati da dimensioni 22x32 m e saranno imbasati ad una quota più profonda pari a -25,50 m (sezione tipo C in Fig. 2.3), che consente di evitare l'interferenza dello scanno con il relitto della nave Sacro Corem.

La sovrastruttura dei cassoni è costituita da una soletta in c.a. con estradosso a quota +2,50 m l.m.m.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni è costituito, per le sezioni tipo C, D ed E, da tout-venant di pezzatura 0-500 kg, con mantellata di protezione in massi naturali di categoria 1000-3000 kg disposti in triplo strato lungo la scarpata.

Con riferimento alla sezione tipo B, relativa al cassone imbasato alla -15,50 m, sul lato mare il cassone sarà in parte interessato da una scogliera di protezione in massi naturali e artificiali. Questa tipologia di protezione viene illustrata con maggior dettaglio nel paragrafo successivo, in quanto interessa soprattutto il tratto di diga foranea provvisorio.

Al piede dei cassoni, per contrastare localmente l'effetto di scalzamento indotto dalle onde che riflettono sulla parete verticale, è prevista la posa di massi guardiani forati al fine di limitare le sottopressioni sul masso stesso.

In corrispondenza della testata (sezione tipo E) la mantellata in massi naturali 1000-3000 kg verrà risvoltata nella parte interna della diga per un'estensione di 30 m. Sulla sovrastruttura in testata della diga verrà posizionato il faro rosso recuperato dalla testata della diga esistente.

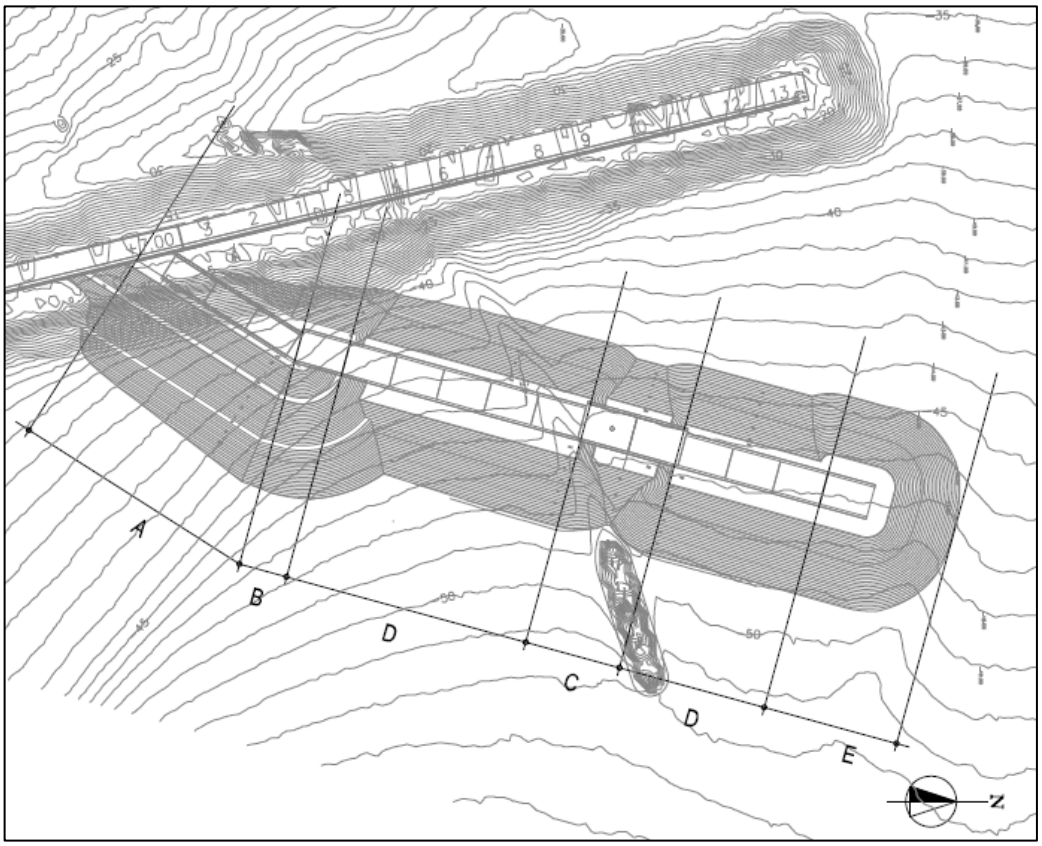


FIG. 2.2 - PLANIMETRIA DELLA DIGA DI 1^{A} FASE CON UBICAZIONE SEZIONI TIPO

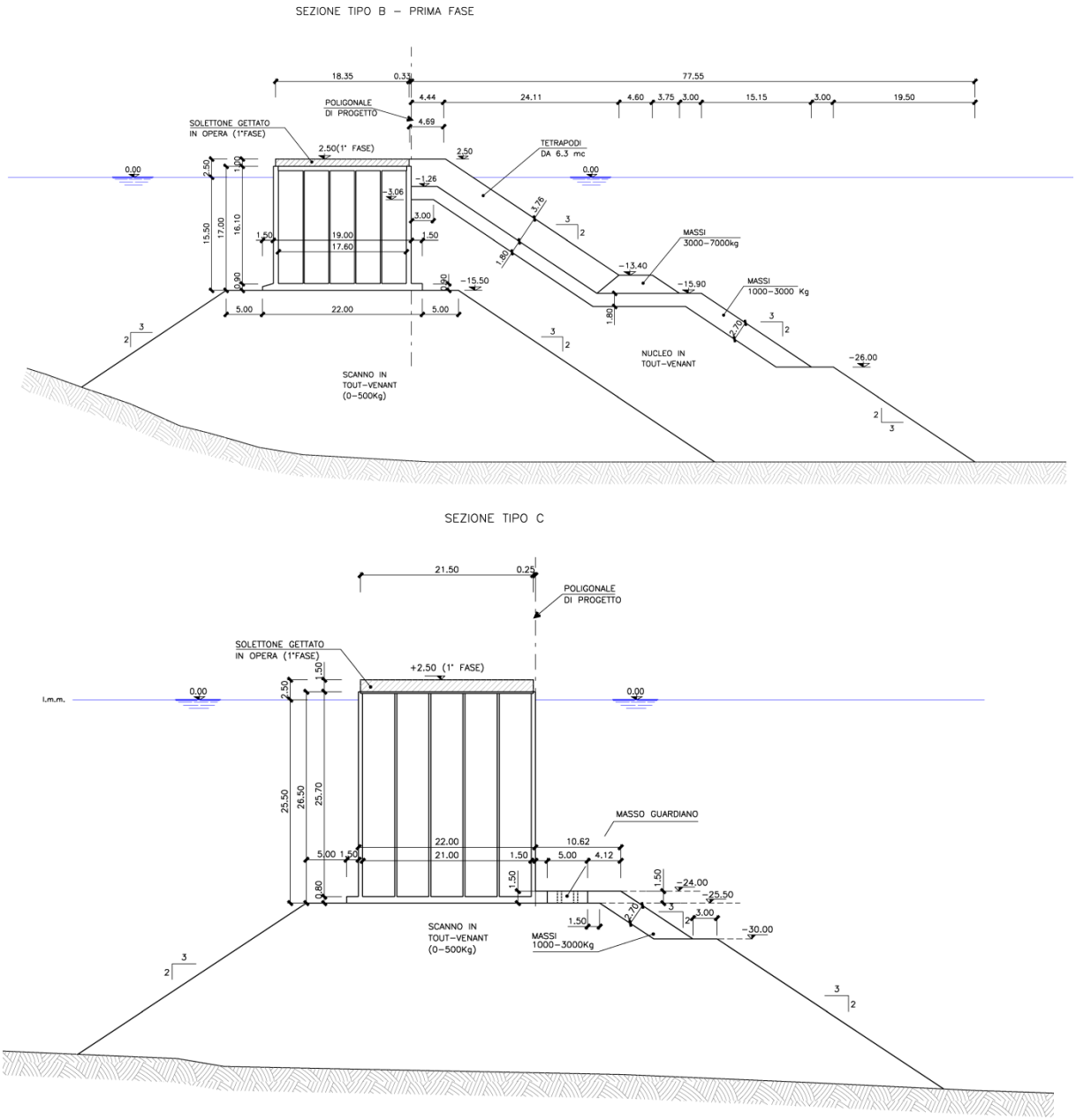


FIG. 2.3 - SEZIONI TIPO B E C DELLA DIGA FORANEA DI 1A FASE – TRATTO VERSO MARE

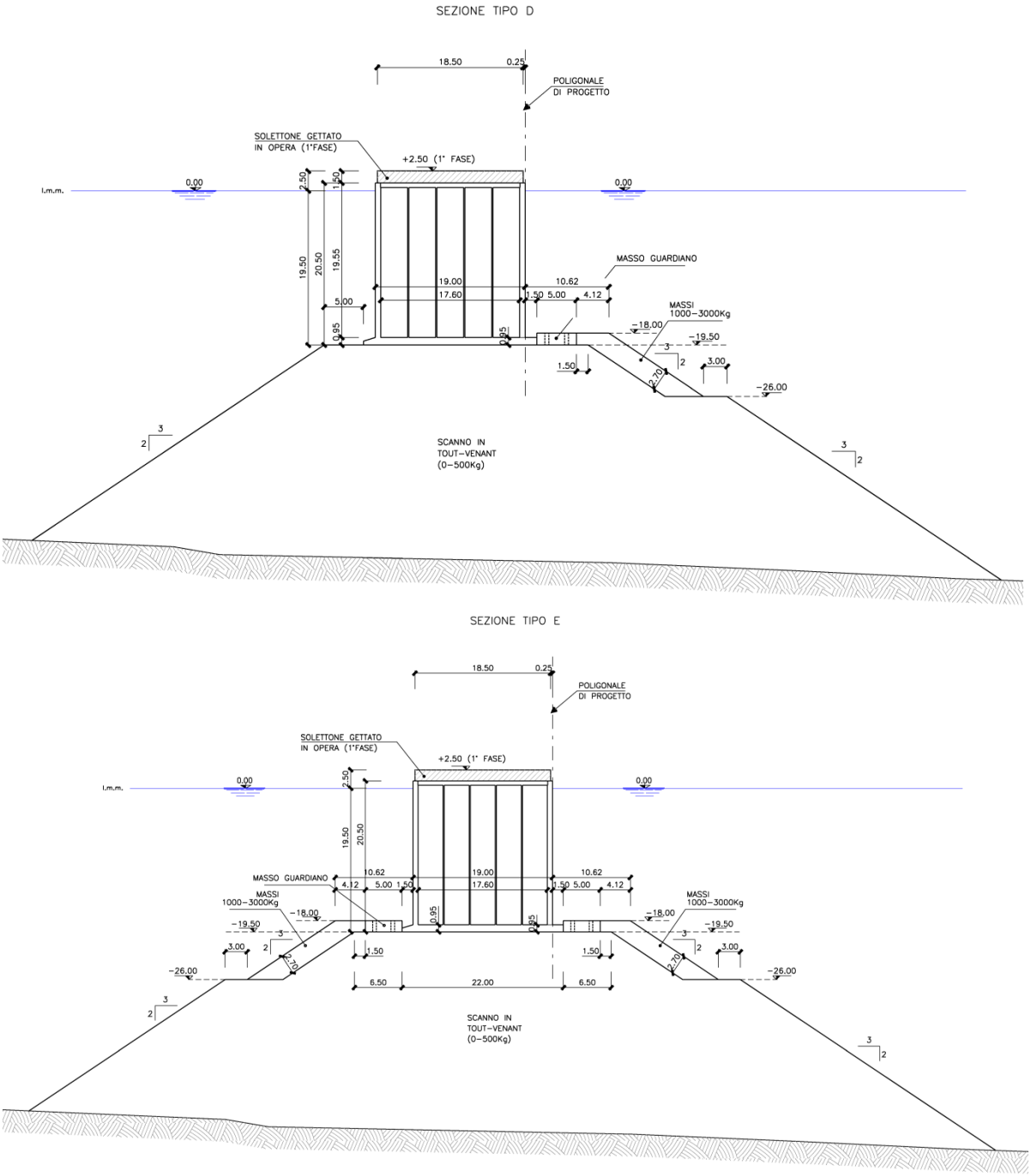


FIG. 2.4 - SEZIONI TIPO D E E DELLA DIGA FORANEA DI 1A FASE – TRATTO VERSO MARE

2.1.2. Opere previste in una fase successiva

Una volta realizzate le opere di 1ª fase della nuova diga che riguardano il presente progetto esecutivo, l'Autorità Portuale di Savona prevede di realizzare nel breve termine un intervento aggiuntivo, consistente nel completamento della sovrastruttura con la costruzione di un muro paraonde con sommità a quota +7,00 m l.m.m. per limitare la tracimazione del moto ondoso.

Secondo le indicazioni dell'Autorità Portuale la geometria del futuro muro paraonde sarà conforme alla configurazione indicata in Fig. 2.5. Nella figura si riporta solo la sezione tipo D, ma la stessa geometria del muro paraonde vale anche per le sezioni tipo B, C ed E. Benché il progetto del muro sarà finalizzato in altra sede progettuale, nel progetto esecutivo della diga di 1ª fase si è tenuto conto della futura presenza del manufatto, per le relative implicazioni in termini di incremento delle sollecitazioni destabilizzanti sulla sezione dell'opera, in particolare di quelle associate al moto ondoso. A tal fine, con riferimento al tratto verso mare della nuova diga, gli effetti della presenza del muro paraonde sono stati considerati nei calcoli strutturali e nelle verifiche di stabilità dell'opera.

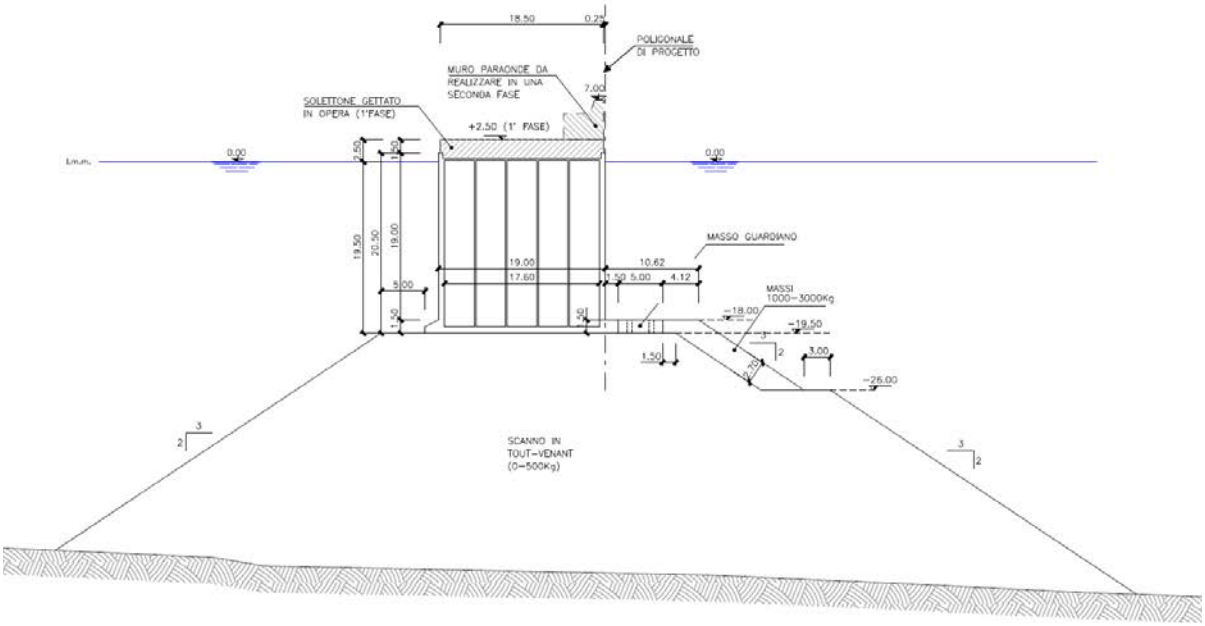


FIG. 2.5 - TRATTO DI DIGA FORANEA VERSO MARE – SEZIONE CON MURO PARAONDE A FUTURO COMPLETAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA

2.2. Tratto di diga foranea di raccordo

2.2.1. Opere previste nel presente progetto di 1ª fase

Il tratto della diga foranea di prima fase, di sviluppo 100 m, che consente in via provvisoria il raccordo con la diga esistente, interessa fondali fino alla -43 m l.m.m. (vedi par. 2.1.1, Fig. 2.2).

La tipologia costruttiva di questo tratto di diga prevede, oltre ai cassoni cellulari in c.a. imbasati su scanno in materiale lapideo, una scogliera lato mare posta a protezione dei cassoni stessi, aventi dimensioni più esigue rispetto a quelli costituenti il tratto verso mare della diga (sezione tipo A, Fig. 2.6).

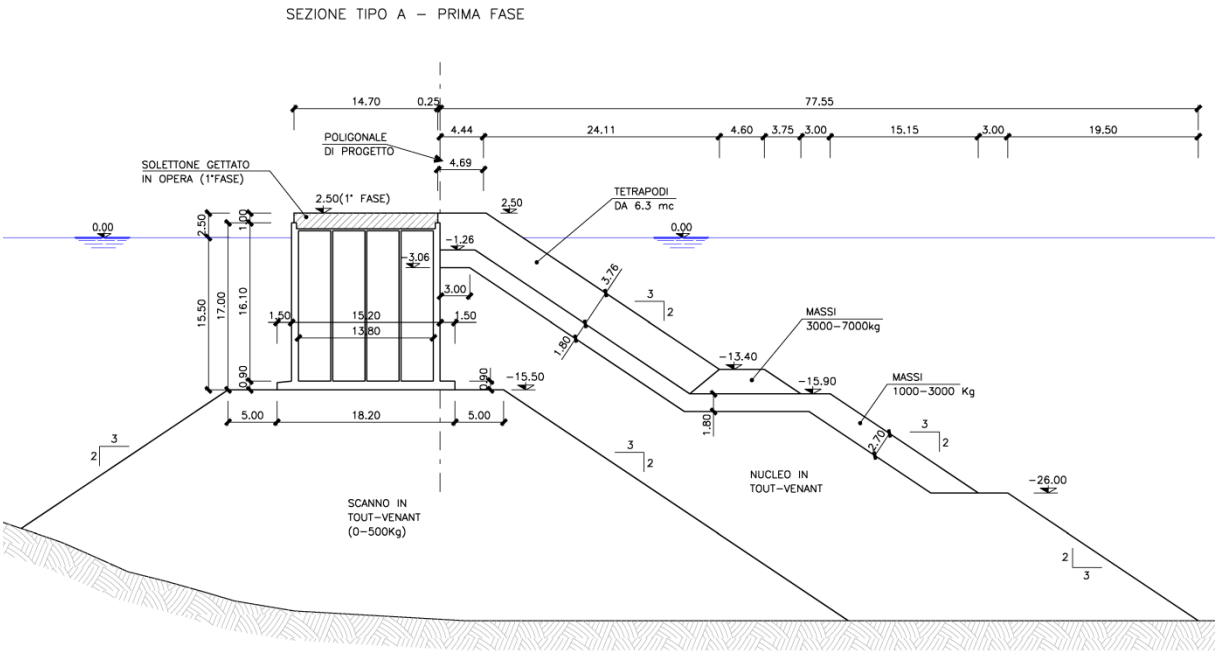


FIG. 2.6 - SEZIONE TIPO A DELLA DIGA FORANEA DI 1ª FASE – TRATTO DI RACCORDO

I cassoni cellulari da riposizionare, una volta salpati, lungo il tratto di raccordo della diga sono 3. Tali cassoni sono caratterizzati da dimensioni del fusto in pianta pari a 15,2x30,06 m e saranno imbasati alla quota -15,50 m, analogamente al cassone della se-

zione tipo B della nuova diga foranea, parzialmente protetto dal risvolto di chiusura della scogliera caratterizzante la sezione A.

La sovrastruttura dei cassoni è costituita da una soletta in c.a. con estradosso a quota +2,50 m l.m.m.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni è costituito da tout-venant di pezzatura 0-500 kg. La scogliera di protezione sarà realizzata posizionando in adiacenza al cassone e al suo scanno ancora pietrame di categoria 0-500 kg, rivestito fino alla quota -26 m da massi 1000-3000 kg.

Nella parte superiore la mantellata sarà invece costituita da tetrapodi da 6,3 metri cubi, sostenuti da un piede in massi 3000-7000 kg. La quota sommitale prevista per la mantellata in tetrapodi è +2,50 m l.m.m., al pari della sovrastruttura orizzontale in c.a. dei cassoni.

La protezione in scogliera sul lato mare dei cassoni minori ha un duplice scopo: quello di proteggere e assicurare la stabilità dei cassoni e di limitare la riflessione del moto ondoso, con riferimento in particolare agli eventi provenienti dal secondo quadrante.

Ai fini dei calcoli di dimensionamento e verifica delle opere costituenti il tratto di raccordo della diga di 1ª fase si è fatto riferimento, per le condizioni di esercizio, ad una vita utile pari a 10 anni e ad un periodo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto pari a 50 anni. Il tratto di raccordo ha infatti carattere provvisorio ed è destinato ad essere rimosso nell'ambito della configurazione finale di PRP.

2.2.2. Opere previste in una fase successiva

Anche lungo il tratto di raccordo con la diga esistente, analogamente a quanto previsto per il tratto verso mare della nuova diga (cfr. par. 2.1.2), in una fase costruttiva successiva ai lavori di 1a fase del presente progetto, è prevista dall'Autorità Portuale nel breve l'integrazione della sovrastruttura dei cassoni con il muro paraonde avente sommità a quota +7,00 m l.m.m.

Di conseguenza, già nell'ambito del presente progetto esecutivo si è resa necessaria un'analisi degli effetti indotti dalla futura presenza del muro ai fini del dimensionamento e della stabilità dell'infrastruttura.

Tale aspetto assume particolare rilevanza con riferimento al tratto di raccordo, dove sono riutilizzati i cassoni di dimensioni minori salpati dalla diga esistente, e quindi maggiormente vulnerabili agli incrementi di spinta associati all'elevazione del paramento verticale della diga. Proprio per questo motivo è stata individuata la necessità di associare al futuro innalzamento della sovrastruttura a quota +7,00 m un adeguato sovralzo e ampliamento della scogliera di protezione, al fine di conservarne l'efficacia in termini di riduzione delle sollecitazioni indotte dalle onde e consentire la stabilità e l'integrità dei cassoni retrostanti.

In Fig. 2.7 è presentata l'ipotesi di adeguamento prevista per la scogliera di protezione, con quota sommitale portata alla +6,50 m, in relazione alla sezione corrente A.

In ogni caso, l'adeguamento della sezione A illustrato in Fig. 2.7 deve intendersi di tentativo e finalizzato ad ottimizzare la progettazione di 1ª fase della nuova diga, sempre con riferimento al periodo di ritorno di 50 anni associato al tratto di raccordo (cfr. par. 2.1.2). La progettazione effettiva del muro paraonde e delle modifiche alla scogliera antistante i cassoni sarà infatti sviluppata e finalizzata in ambito successivo al presente progetto esecutivo. È inteso che tale successiva fase di progetto dovrà tenere in debita considerazione i criteri e le ipotesi di calcolo, dimensionamento e verifica adottati nella progettazione di 1ª fase delle sezioni del raccordo della nuova diga.

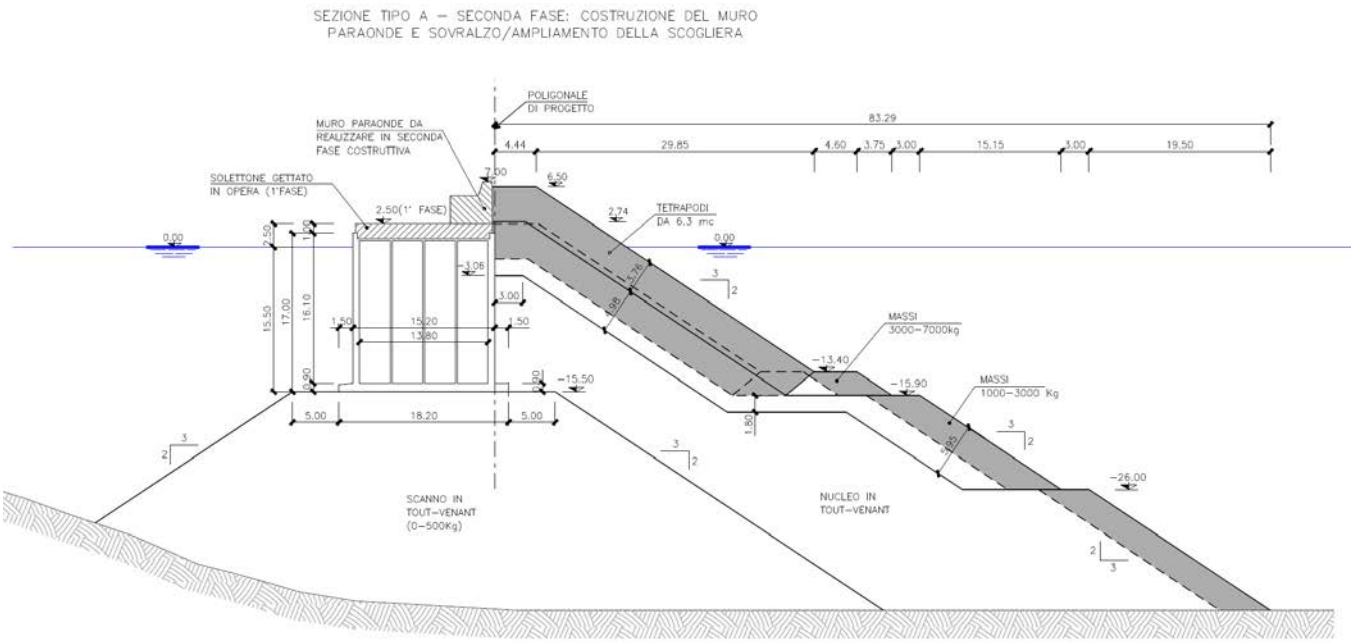


FIG. 2.7 - FUTURO ADEGUAMENTO DELLA SEZIONE TIPO A CON MURO PARAONDE A COMPLETAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA

2.3. Serraglie in calcestruzzo

2.3.1. Opere previste nel progetto di 1ª fase

Alle estremità del tratto di raccordo della nuova opera foranea, in corrispondenza dei punti singolari di transizione tra le diverse batterie di cassoni costituenti la nuova diga e la parte terminale di quella esistente che rimarrà in opera in 1ª fase, è prevista la realizzazione di due serraglie di connessione in elementi di calcestruzzo. Le sezioni tipo di tali opere sono illustrate in Fig. 2.8.

Le serraglie saranno realizzate mediante la posa in opera di pile di blocchi prefabbricati in calcestruzzo, allineate con le pareti longitudinali dei cassoni del tratto di raccordo. Le pile contrapposte saranno solidarizzate mediante la predisposizione di ferri d'orditura sporgenti tra coppie di blocchi corrispondenti, e la successiva realizzazione di un getto subacqueo di calcestruzzo a colmare l'intercapedine tra i due ordini di pile.

I blocchi avranno dimensioni massime di 3x5x1,5 m, per un corrispondente peso in aria di circa 56 t. Il getto subacqueo di solidarizzazione sarà eseguito seguendo la sequenza di posa degli ordini di massi contrapposti, con l'accorgimento di sfalsare i giunti getto-masso.

I blocchi della serraglia all'estremità nord del tratto di raccordo saranno imbasati a quota -15,50 m l.m.m., in sommità allo scanno di imbasamento dei cassoni da connettere. Il piano di imbasamento dei blocchi della serraglia sud è previsto a quota -13,50 m, su tout-venant posato a ricoprimento della berma di scanno della diga esistente.

Per le pile di blocchi è prevista una quota sommitale di +0,50 m l.m.m. Al di sopra, le serraglie saranno coronate da un solettone orizzontale in calcestruzzo con estradosso a quota +2,50 m l.m.m., al pari dei cassoni adiacenti.

Le serraglie saranno protette sul lato mare dalla medesima scogliera in massi naturali e tetrapodi caratterizzante le sezioni A e B della nuova diga, già descritta in precedenza nel paragrafo 2.2.1.

Ai fini dei calcoli di dimensionamento/verifica delle serraglie, in quanto appartenenti al tratto provvisorio di raccordo della diga di 1ª fase, per le condizioni di esercizio si è fatto riferimento ad una vita utile pari a 10 anni e ad un periodo di ritorno di 50 anni.

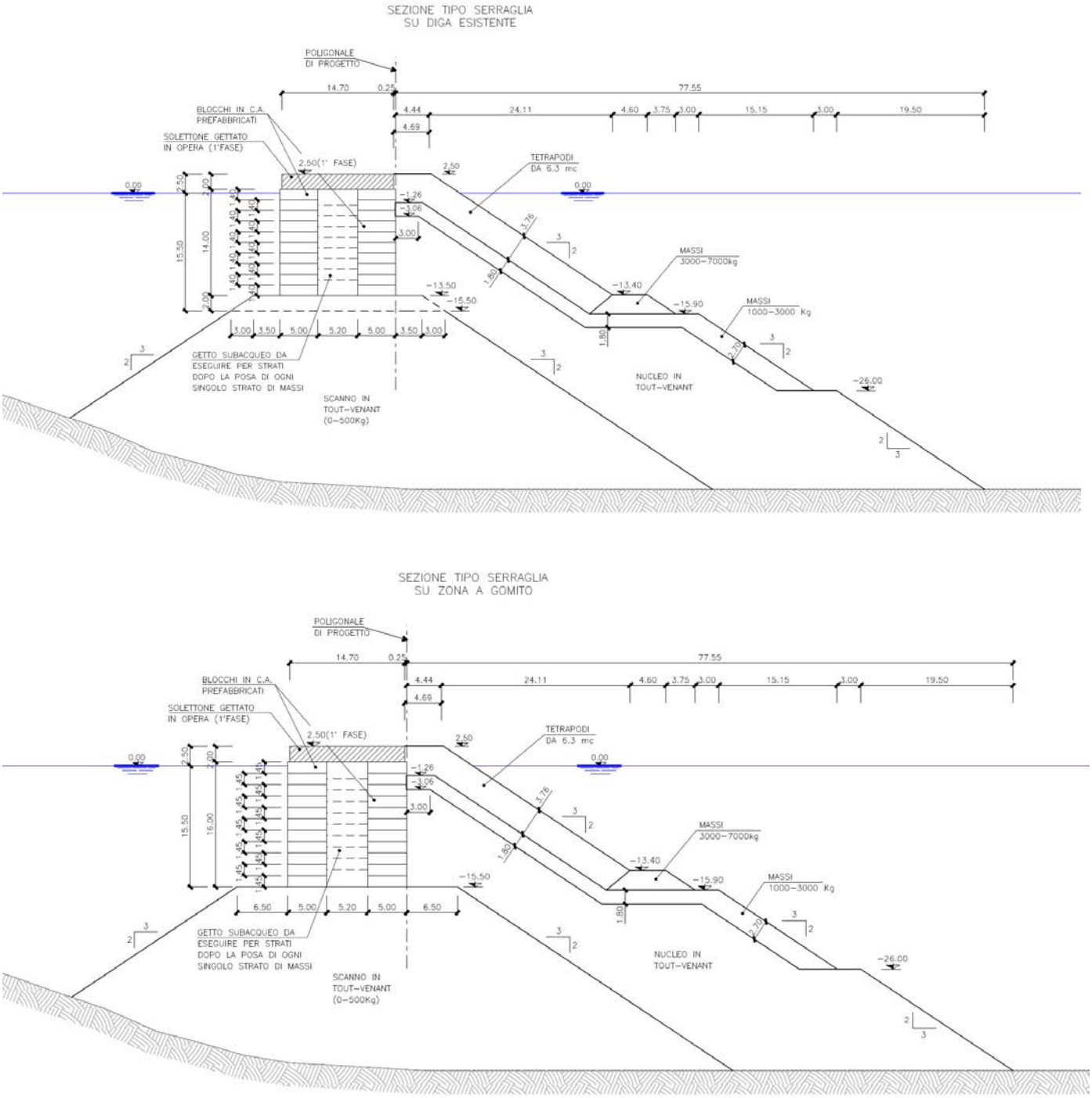


FIG. 2.8 - SEZIONI TIPO DELLE SERRAGLIE DELLA NUOVA DIGA FORANEA DI 1A FASE

2.3.2. Opere previste in una fase successiva

Anche per le serraglie è previsto, in una fase costruttiva successiva ai lavori di 1ª fase del presente progetto, il completamento della sovrastruttura con la costruzione del muro paraonde con sommità a quota +7,00 m l.m.m.

Analogamente a quanto previsto per le sezioni del tratto di raccordo della diga (cfr. par. 2.2.2), si è ipotizzato in questa sede che alla futura elevazione della sovrastruttura sia associato un rialzo a quota +6,50 m e un conseguente ampliamento della scogliera di protezione, come illustrato in Fig. 2.9. Tali modifiche si ritengono necessarie per mitigare adeguatamente le sollecitazioni d'onda sulle serraglie anche nella nuova configurazione con muro paraonde.

Come già sottolineato per il tratto di raccordo, l'adeguamento delle sezioni tipo delle serraglie mostrato in Fig. 2.9 deve intendersi di tentativo e finalizzato ad ottimizzare la progettazione di 1ª fase della nuova diga, sempre con riferimento al periodo di ritorno di 50 anni associato alle sezioni di raccordo.

La progettazione effettiva del muro paraonde e delle modifiche alla scogliera sarà infatti sviluppata e finalizzata in ambito successivo al presente progetto esecutivo. È inteso che tale successiva fase di progetto dovrà tenere in debita considerazione i criteri e le ipotesi di calcolo, dimensionamento e verifica adottati ai fini della progettazione di 1ª fase delle sezioni delle serraglie.

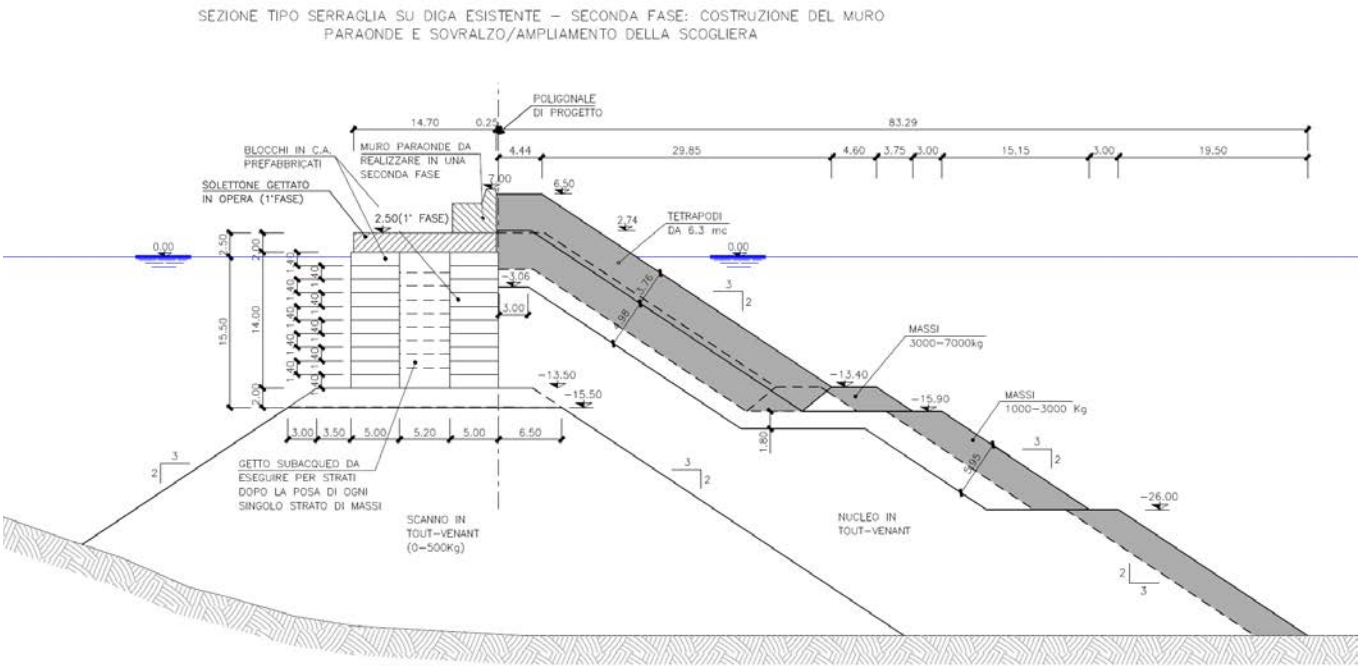


FIG. 2.9 - FUTURO ADEGUAMENTO DELLE SEZIONI TIPO DELLE SERRAGLIE CON MURO PARAONDE A COMPLETAMENTO DELLA SOVRASTRUTTURA

3. VITA UTILE E PERIODO DI RITORNO DELL'ONDA DI PROGETTO

3.1. Vita utile di progetto e periodo di ritorno dell'onda di progetto

Il periodo di ritorno dell'onda di progetto è stato definito in conformità alle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996). Il periodo di ritorno dipende dalla vita tecnica dell'opera e dalla massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera.

La durata minima di vita per le opere è definita nella Tab. 3.1.

TAB. 3.1 - DURATA MINIMA DI VITA PER OPERE O STRUTTURE DI CARATTERE DEFINITIVO TV

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

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

Il livello di sicurezza 1 si riferisce ad opere o installazioni di interesse locale ed ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee ecc.).

Il livello di sicurezza 2 si riferisce ad opere e installazioni di interesse generale, comportanti un moderato rischio di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città, ecc.).

Il livello di sicurezza 3 si riferisce ad opere o installazioni per la protezione dall'inondazione o di interesse sopranazionale, comportanti un elevato rischio di perdita di vite umane o di danno ambientale in caso di collasso della stessa (difese di centri urbani o industriali, ecc.).

Per quanto riguarda la probabilità di occorrenza dell'onda di progetto, si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente od alla distruzione totale in relazione alle deformazioni-modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento ed alla difficoltà di riparare il danno subito (vedi Tab. 3.1).

Per strutture rigide (dighe a parete verticale), per le quali è estremamente difficile riparare il danno, si assume la probabilità di distruzione totale. Si è fatta la stessa assunzione per la protezione dei fondali vicino alle strutture a parete verticale e per lo scanno di imbasamento della diga foranea, al fine di fornire la stessa probabilità di danneggiamento attribuita alle strutture stesse.

Per strutture flessibili o comunque per opere riparabili (ad es. dighe a scogliera), si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente inteso come il livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione. Per le scogliere si può assumere un rischio per la vita umana limitato e una ripercussione economica media o medio-bassa.

TAB. 3.2 - MASSIMA PROBABILITÀ DI DANNEGGIAMENTO AMMISSIBILE NEL PERIODO DI VITA OPERATIVA DELL'OPERA PF

Danneggiamento incipiente		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,50	0,30
Media	0,30	0,20
Alta	0,25	0,15
Distruzione totale		
Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
	Limitato	Elevato
Bassa	0,20	0,15
Media	0,15	0,10
Alta	0,10	0,05

Per rischio limitato per la vita umana si intendono i casi in cui a seguito del danneggiamento non è prevista alcuna perdita di vite umane. Quando queste perdite sono preventivabili, il rischio è elevato. Per ripercussione economica bassa, media ed alta s'intendono casi in cui il rapporto fra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette ed, il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5, è compreso fra 5 e 20 o è maggiore di 20.

La combinazione del tempo di vita dell'opera T_v e della probabilità di danneggiamento P_f, determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp}:

$$\mathbf{T_{rp} = T_v/[-\ln (1-P_f)]}$$

Per la diga foranea nella configurazione finale, in relazione alla sua importanza si può associare un livello di sicurezza pari a 2. Tutte le opere definitive possono essere considerate come infrastrutture civili di uso generale, cui corrisponde quindi un tempo di vita di 50 anni. Riguardo alla configurazione di prima fase si è assunta una vita tecnica di 10 anni, conformemente all'impegno dell'Autorità Portuale di completare la diga foranea con riferimento alla configurazione finale da PRP.

Per quanto riguarda la massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo operativo dell'opera, si assume la probabilità corrispondente alla distruzione totale, tipica delle opere a parete verticale. Inoltre si può assumere un rischio per la vita umana limitato e una ripercussione economica media o medio-bassa, a seconda dei casi.

In definitiva nel dimensionamento delle opere in progetto si sono adottati i valori dell'altezza d'onda significativa corrispondenti ai periodi di ritorno indicati in Tab. 3.3.

TAB. 3.3 - PERIODI DI RITORNO DELL'ONDA DI PROGETTO –DIGA FORANEA NELLA CONFIGURAZIONE FINALE E DI PRIMA FASE

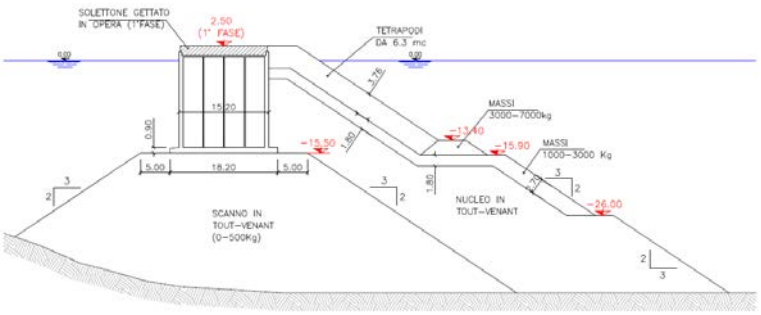
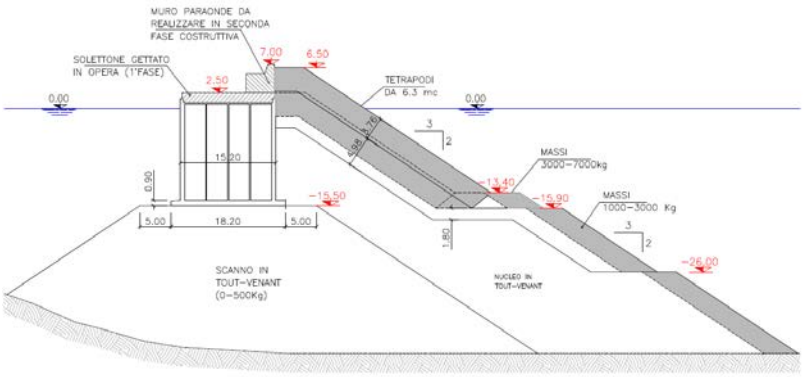
Configurazione	Tv (anni)	Pf	Tr teorico (anni)	Tr adottato (anni)
Finale da PRP	50	0,2	224	**250**
Prima fase	10	0,2	45	**50**

Per la definizione delle caratteristiche delle onde di progetto associate ai diversi tempi di ritorno considerati si rimanda alla Relazione Meteomarina (El. MI0102-PV-G-L-R-001-00).

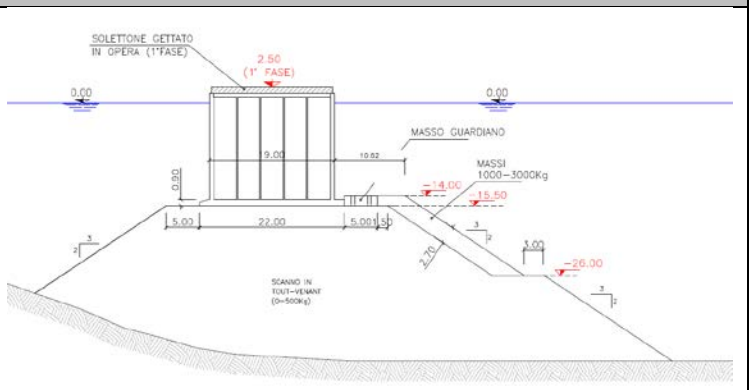
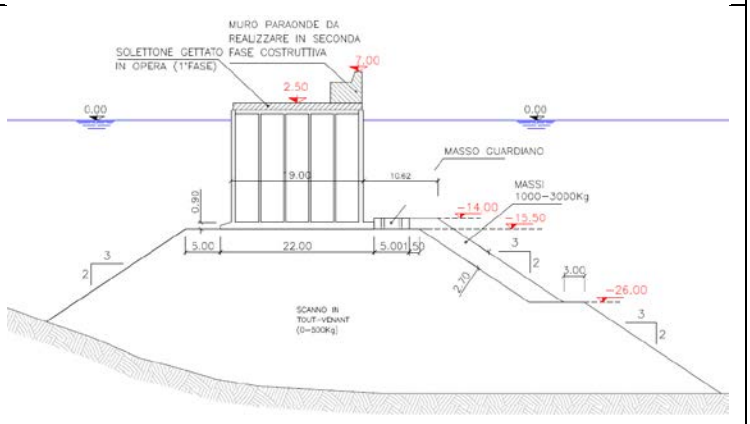
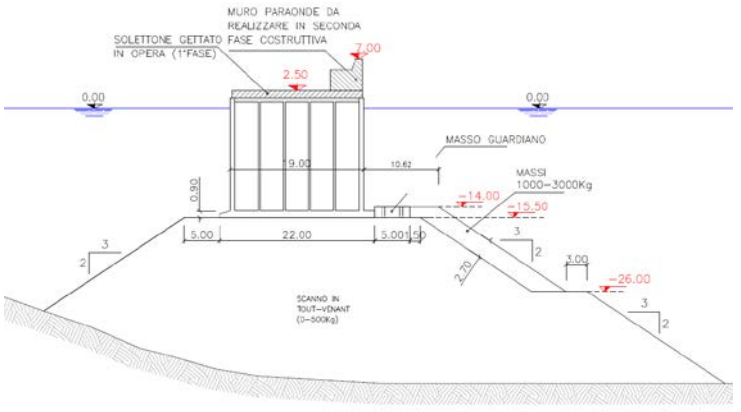
3.2. Configurazioni di progetto e tempi di ritorno delle onde associati

Nel presente progetto esecutivo la diga foranea viene realizzata con riferimento ad una configurazione di esercizio temporaneo, denominata di 1° fase, a cui è associata una vita tecnica di 10 anni. Tuttavia è previsto che alcuni tratti di quest'opera (sezioni tipo B, C, D ed E) vadano a costituire anche la diga in configurazione finale da PRP, alla quale come già presentato, è associata una vita tecnica di 50 anni.
Infine si evidenzia che la quota di sommità delle opere della nuova diga prevista nel presente progetto, è pari a +2,5 m l.m.m. e nel breve l'Autorità Portuale provvederà alla realizzazione di un muro paraonde con quota di sommità a +7 m l.m.m..
Ne consegue che le varie fasi di progettazione e le rispettive vite utili definiscono una varietà di combinazioni di tipologie costruttive e tempi di ritorno dell'altezza d'onda significativa di progetto, che per chiarezza vengono riassunti nella seguente tabella con riferimento a ogni sezione tipo di progetto.

TAB. 3.4 - CONFIGURAZIONI DI PROGETTO E TEMPO DI RITORNO DELLE ONDE ASSOCIATO – SEZ. A

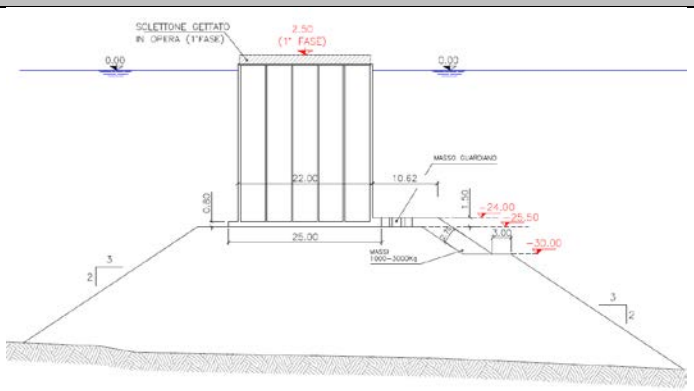
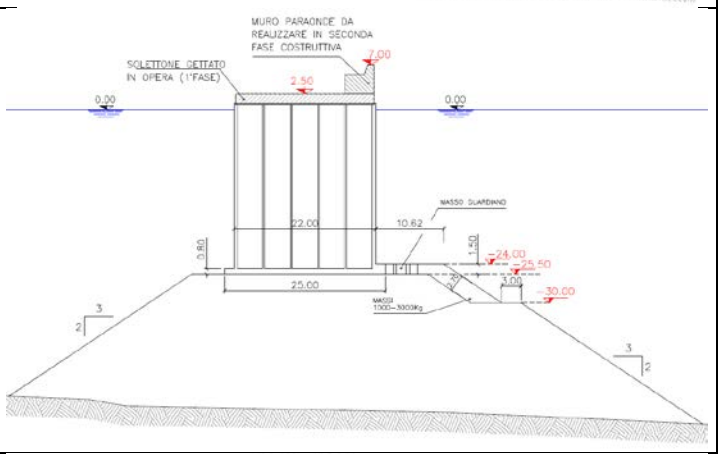
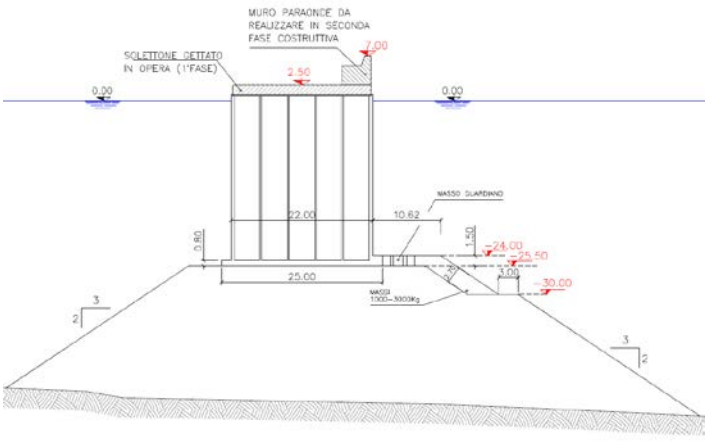
Sezione tipo	Configurazione di progetto	Vita utile	Tempo di ritorno	Schema sezione
A (1°fase)	• Cassone (18.20 x 30.2) imbasato alla -15.5 m • Sovrastruttura fino alla +2.5 m • Scogliera a protezione cassoni fino a +2.5 m	10 anni	50 anni	
A (APS)	• Cassone imbasato alla -15.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m • Scogliera a protezione cassoni fino a +6.5 m	10 anni	50 anni	

TAB. 3.5 - CONFIGURAZIONI DI PROGETTO E TEMPO DI RITORNO DELLE ONDE ASSOCIATO – SEZ. B

Sezione tipo	Configurazione di progetto	Vita utile	Tempo di ritorno	Schema sezione
B (1°fase)	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -15.5 m m • Sovrastruttura fino alla +2.5m	10 anni	50 anni	
B (APS)	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -15.5m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	10 anni	50 anni	
B (P.R.P.)*	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -15.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	50 anni	250 anni	

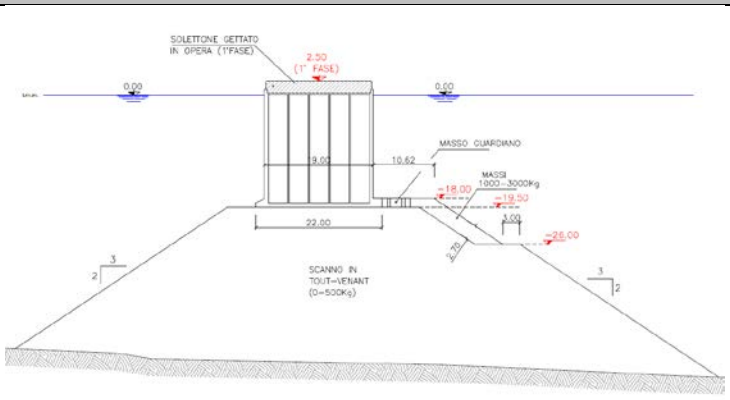
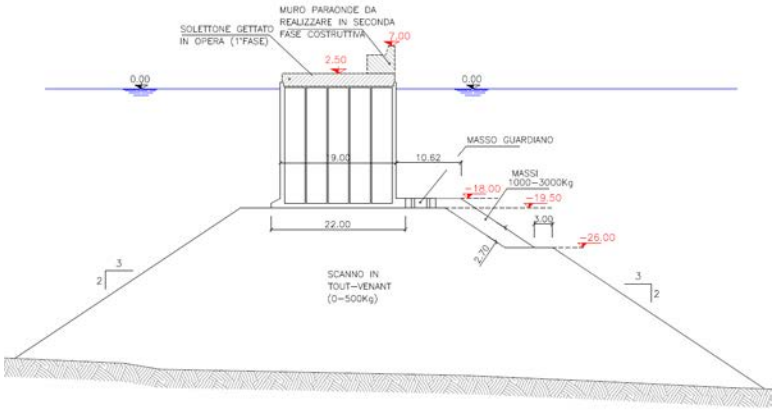
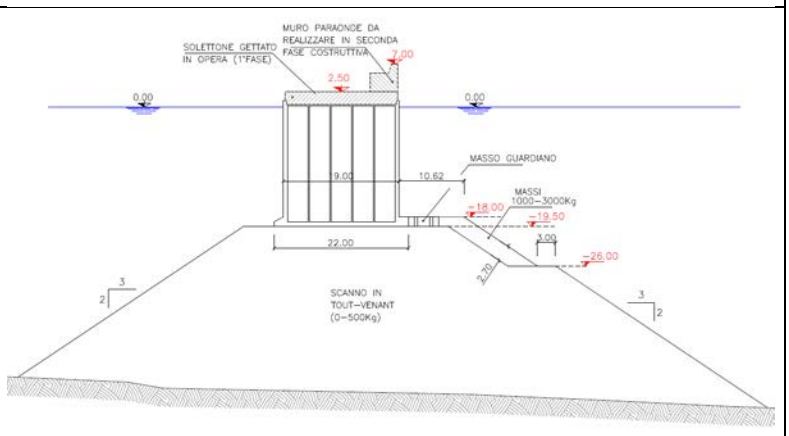
*Questo cassone oltre a costituire la diga di prima fase resterà in opera anche con la diga in configurazione da P.R.P..

TAB. 3.6 - CONFIGURAZIONI DI PROGETTO E TEMPO DI RITORNO DELLE ONDE ASSOCIATO – SEZ. C

Sezione tipo	Configurazione di progetto	Vita utile	Tempo di ritorno	Schema sezione
C (1°fase)	• Cassone di testata (22.0 x 32) imbasato alla -25.5 m • Sovrastruttura fino alla +2.5m	10 anni	50 anni	
C (APS)	• Cassone di testata (22.0 x 32) imbasato alla -25.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	10 anni	50 anni	
C (P.R.P.)*	• Cassone (22.0 x 32) imbasato alla -25.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	50 anni	250 anni	

*Questi cassoni oltre a costituire la diga di prima fase resteranno in opera anche con la diga in configurazione da P.R.P..

TAB. 3.7 - CONFIGURAZIONI DI PROGETTO E TEMPO DI RITORNO DELLE ONDE ASSOCIATO – SEZ. D E E

Sezione tipo	Configurazione di progetto	Vita utile	Tempo di ritorno	Schema sezione
D/E (1°fase)	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -19.5 m • Sovrastruttura fino alla +2.5m	10 anni	50 anni	
D/E (APS)	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -19.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	10 anni	50 anni	
D/E (P.R.P.)*	• Cassone (22.0 x 30.2) imbasato alla -19.5 m • Sovrastruttura con muro paraonde fino alla +7.0 m	50 anni	250 anni	

*Questi cassoni oltre a costituire la diga di prima fase resteranno in opera anche con la diga in configurazione da P.R.P..

4. FASI GENERALI DI COSTRUZIONE

4.1. Fasi costruttive generali

Le fasi costruttive generali previste per la realizzazione della nuova diga foranea di prima fase possono sintetizzarsi come segue:

- Realizzazione dello scanno di imbasamento;
- Costruzione e messa in opera della coppia di cassoni nuovi (2 cassoni – vedi sezione tipo C);
- Salpamento dei 4 cassoni terminali della diga esistente (cassoni – vedi sezione tipo D) e loro riposizionamento a nord dei due cassoni nuovi;
- Salpamento di ulteriori 6 cassoni della diga esistente (5 cassoni – vedi sezione tipo tipo D + 1 cassone – vedi sezione tipo B) e loro riposizionamento a sud dei due cassoni nuovi, a completamento della batteria di cassoni del tratto di diga verso mare;
- Salpamento e riposizionamento, lungo il tratto di raccordo della diga di 1ª fase, dei 3 cassoni minori da rimuovere dalla diga esistente (cassoni – vedi sezione tipo A);
- Realizzazione delle serraglie in calcestruzzo;
- Completamento delle opere in scogliera: posa dei massi guardiani e della mantellata a protezione dello scanno, nel tratto verso mare della diga; realizzazione della scogliera a protezione dei cassoni minori, nel tratto di raccordo con la diga esistente.
- Realizzazione della sovrastruttura in c.a..

Per i dettagli a riguardo si rimanda al capitolato speciale.

4.2. Sequenza costruttiva di messa in opera dei cassoni

Nel seguito ci si sofferma sulla sequenza costruttiva per la messa in opera dei cassoni della diga foranea di 1ª fase, che riveste importanza centrale nel complesso delle fasi realizzative dell'opera.

Infatti, le fasi di salpamento e messa in opera nel nuovo sito dei cassoni della diga esistente sono state concepite in modo da garantire alle infrastrutture del porto, ed in particolare alla nuova piattaforma multifunzionale, il miglior grado di protezione possibile

dall'azione del moto ondoso nel corso delle attività costruttive. La sequenza realizzativa della nuova diga di 1ª fase consente infatti di conservare un'adeguata funzione di schermo dagli eventi provenienti dal secondo quadrante.

Tale sequenza è peraltro illustrata nelle figure alla fine del capitolo e anche nelle tavole di progetto cod. MI0102-PV-D-Z-D-014/15/16/17/18/19, alle quali si rimanda per una più chiara visione d'insieme.

In fase iniziale è prevista la messa in opera dei due cassoni di nuova fabbricazione tipo C (nelle figure seguenti identificati con n°10 e 11), i più grandi da installare, aventi dimensioni del fusto pari a 22x32x26,5 m. Tali cassoni saranno imbasati sullo scanno in tout-venant regolarizzato alla quota inferiore prevista in progetto, ovvero alla -25,50 m l.m.m., in prossimità del relitto della nave Sacro Corem.

Successivamente si procederà con le operazioni di salpamento e progressiva messa in opera, a formazione del tratto verso mare della diga di 1ª fase, dei 10 cassoni terminali della diga esistente. La sequenza di tali operazioni avverrà con le modalità descritte qui di seguito.

In una prima fase la rimozione dei cassoni, attraverso la loro messa in galleggiamento, avrà luogo a partire dal manufatto in testata alla diga esistente e interesserà in progressione, procedendo verso sud, gli ultimi 4 cassoni della stessa (identificati nelle figure seguenti con n°12, 13, 14 e 15), il cui fusto misura 19x30,06x20,50 m (vedi sezione tipo D). In ordine di salpamento (dal 12 al 15), i 4 cassoni rimossi saranno progressivamente trasportati in galleggiamento e quindi posti in opera a nord dei 2 cassoni nuovi posati in precedenza, procedendo da questi verso la testata della diga di 1ª fase. I cassoni saranno imbasati sullo scanno in tout-venant predisposto a quota -19,50 m.

Una volta messi in opera i 4 cassoni costituenti il tronco nord del nuovo tratto di diga verso mare, si procederà con la rimozione di ulteriori 4 cassoni tipo D dalla diga esistente (identificati nelle figure seguenti con n°6,7,8 e 9), sempre in progressione verso sud. Rispettando la sequenza di salpamento, tali cassoni saranno progressivamente messi in

opera a sud della coppia di cassoni nuovi, procedendo da questi verso la diga esistente, sul piano di imbasamento precedentemente impostato a quota -19,50 m.

A questo punto sarà messo in galleggiamento e temporaneamente stoccato il cassone tipo B (identificato nelle figure seguenti con il n°4), di dimensioni 19x30,06x17 m, elemento di transizione tra i cassoni esistenti di dimensioni minori (tipo A) e quelli di dimensioni maggiori (tipo D). Tale cassone, attualmente imbasato a quota -16,00 m come i cassoni tipo A, sarà salpato prima di rimuovere l'ultimo cassone di tipo D (identificato nelle figure seguenti con il n°5), ad esso adiacente e imbasato a quota -19,50 m, al fine di evitare problemi di instabilità per cedimento della parte di scanno che verrebbe a trovarsi senza sostegno.

Una volta rimosso il cassone tipo B, sarà salpato anche l'ultimo cassone di tipo D rimasto in opera, che verrà quindi riposizionato a prosecuzione del tronco sud del tratto di diga verso mare, in continuità con la batteria di cassoni già installati.

Successivamente si procederà con la messa in opera del cassone tipo B rimosso e stoccato in precedenza, a completamento del tratto verso mare della nuova diga. Tale cassone fungerà da nodo di transizione anche per la diga di 1ª fase e sarà imbasato sullo scanno in tout-venant predisposto a quota -15,50 m.

La fase successiva prevede il progressivo salpamento e riposizionamento, procedendo coordinatamente verso sud, dei 3 cassoni minori tipo A (identificati nelle figure seguenti con il n°1, 2 e 3) – di dimensioni 15,2x30,06x17,0 m – a formazione del tratto di raccordo della diga di 1ª fase. Tali cassoni saranno imbasati a quota -15,50 m, analogamente al cassone tipo B di transizione.

La realizzazione delle serraglie in calcestruzzo alle estremità del tratto di raccordo consentirà infine di connettere senza soluzione di continuità le diverse batterie di cassoni della nuova diga di 1ª fase e della diga esistente.

Quanto presentato in questo capitolo, oltre che nelle seguenti figure seguenti, rappresenta una descrizione per fasi generali della sequenza prevista per la messa in opera dei cassoni della diga foranea di 1ª fase.

Attenendosi alle linee generali esposte in questa sede, sarà predisposto a cura dell'Impresa un piano operativo e temporale di dettaglio per la realizzazione dell'opera, che illustrerà nello specifico anche le modalità, le procedure e le tempistiche esecutive per la messa in galleggiamento, l'eventuale stoccaggio temporaneo, il trasporto, l'affondamento e lo zavorramento definitivo dei cassoni.

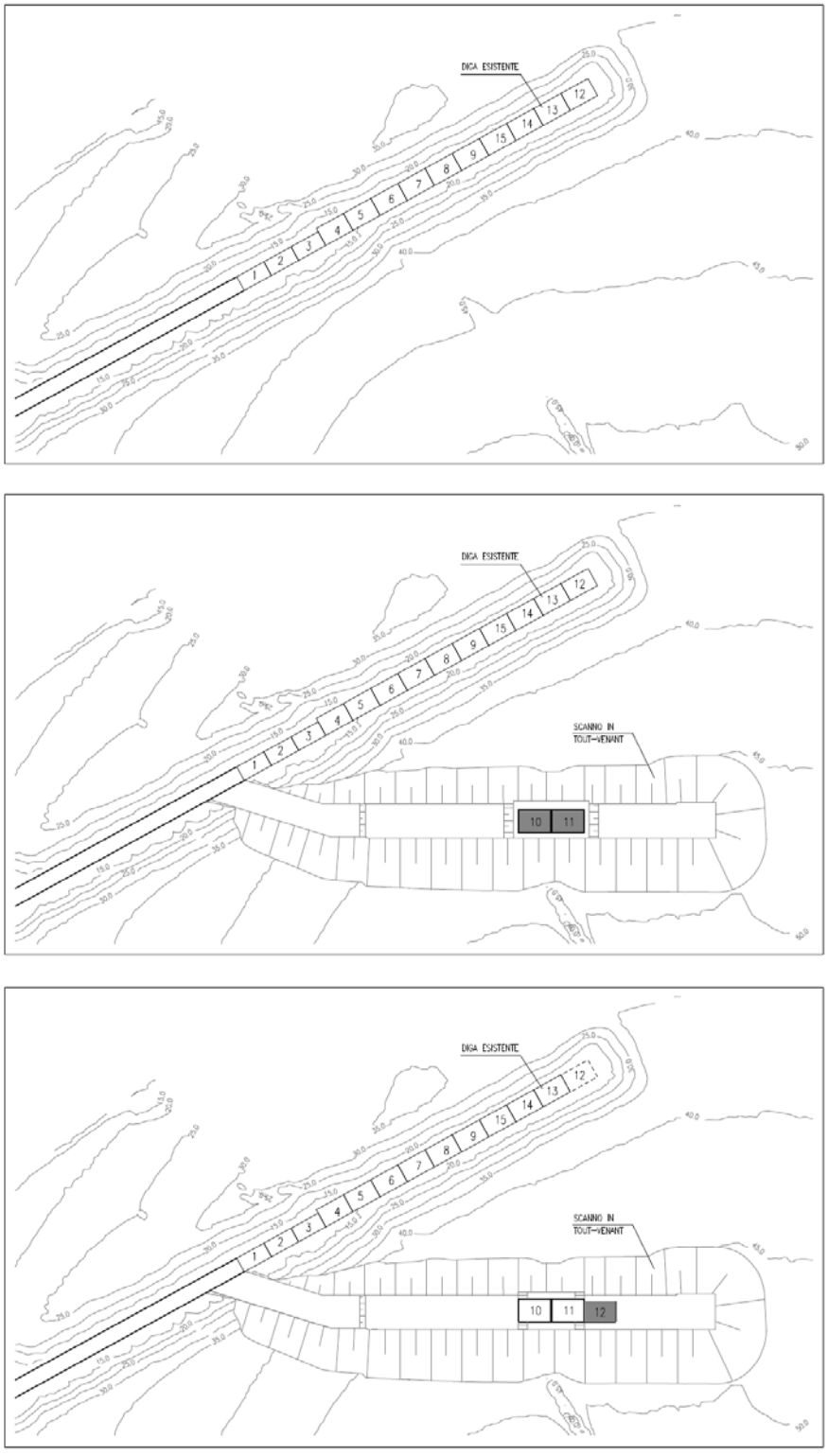
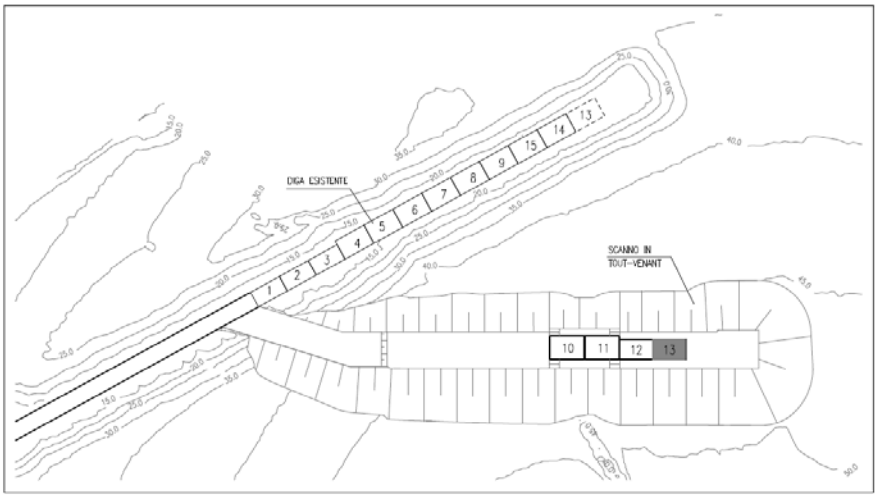
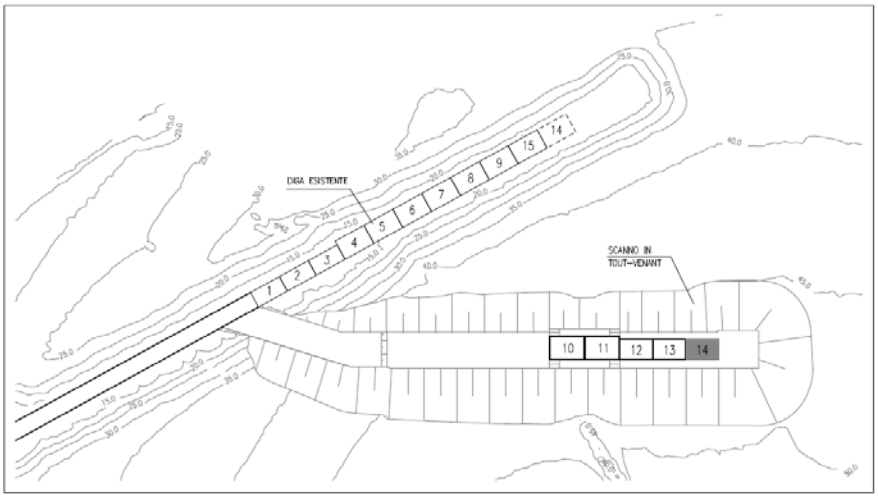


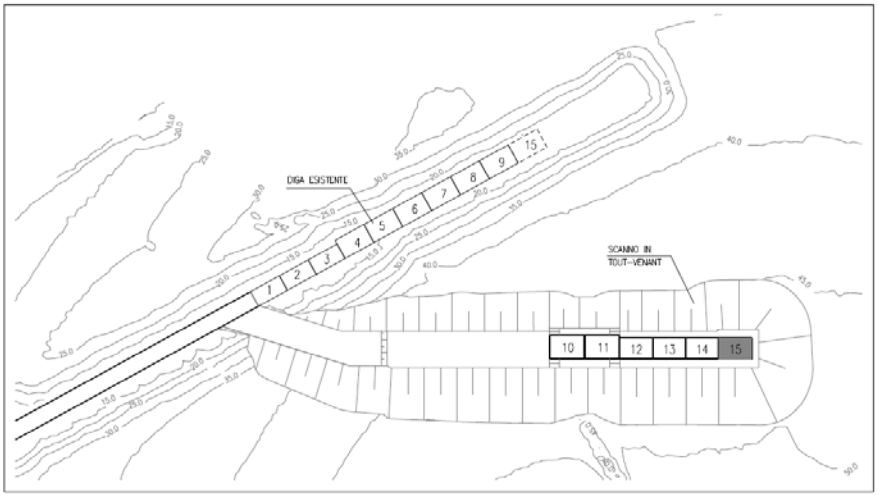
FIG. 4.1 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI A)-B)-C)



D) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.13

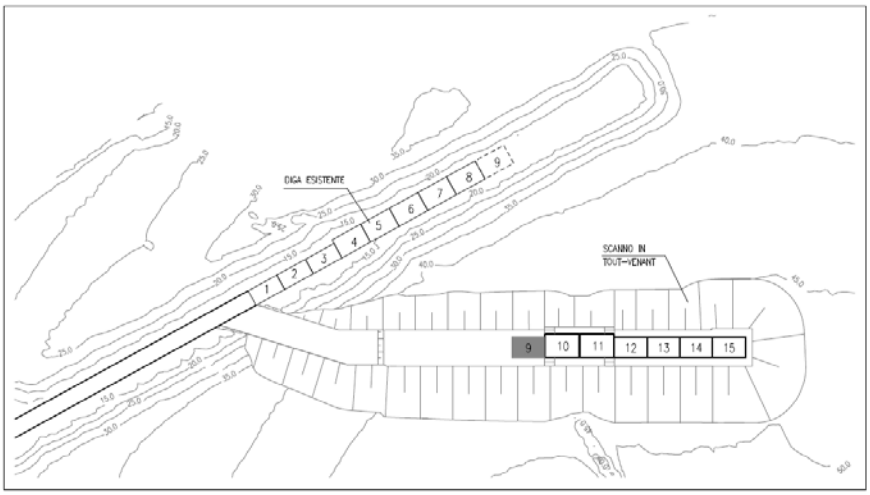


E) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.14

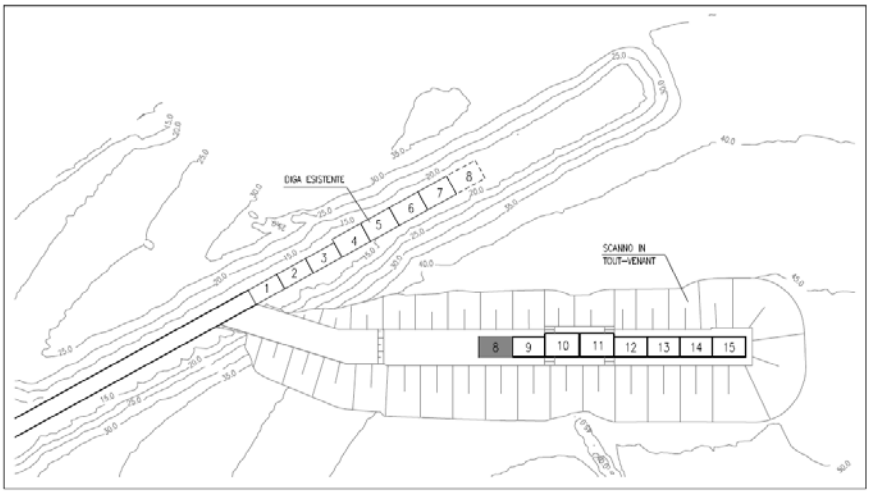


F) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.15

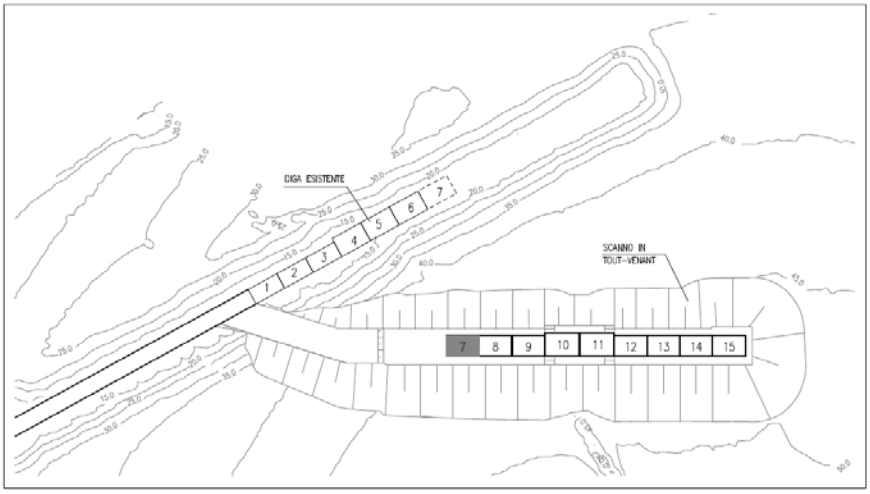
FIG. 4.2 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI D)-E)-F)



G) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.9

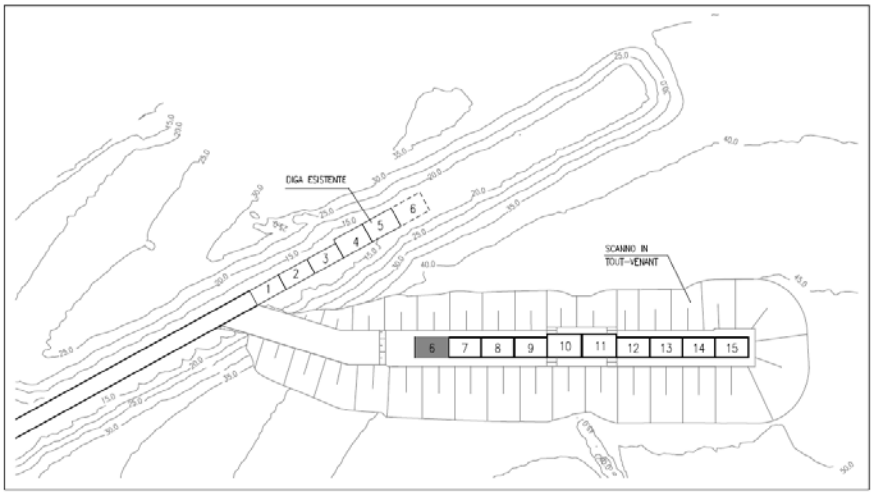


H) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.8

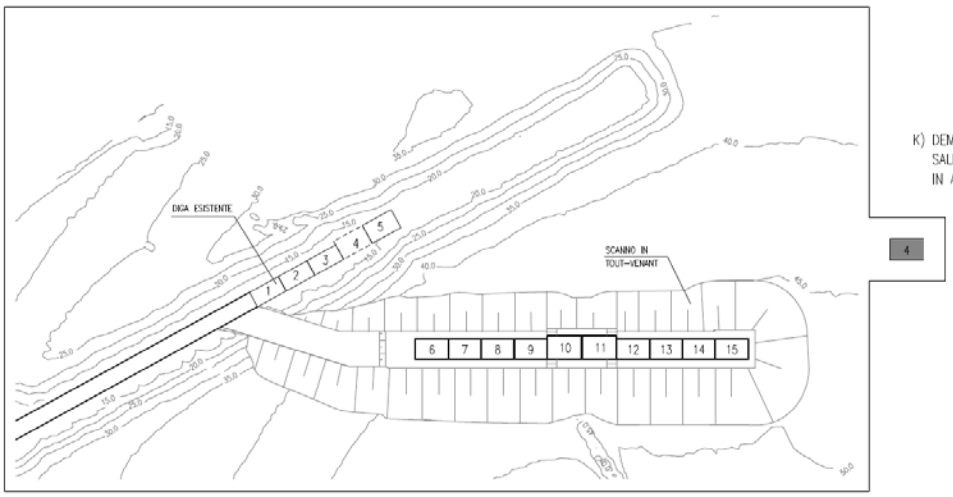


I) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.7

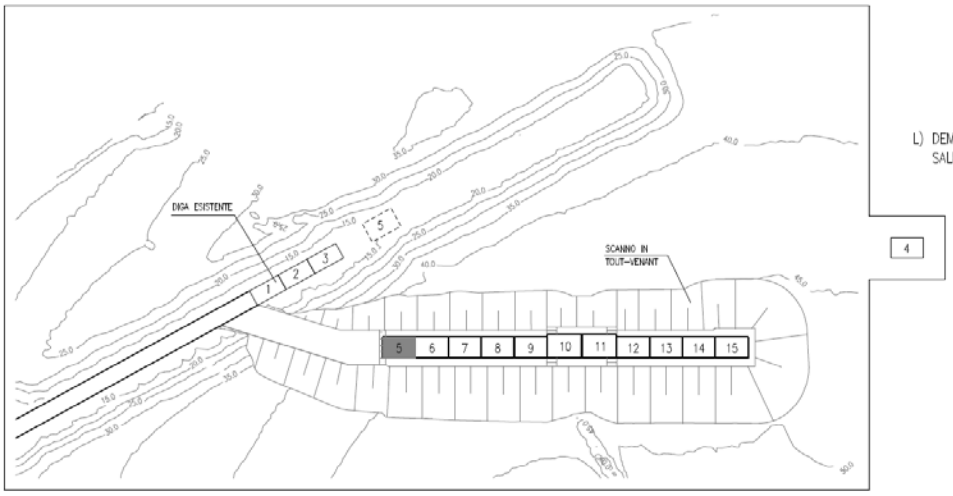
FIG. 4.3 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI G)-H)-I)



J) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.6



K) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E STOCCAGGIO PROVVISORIO DEL CASSONE IN ALTRO SITO DA CONCORDARE CON D.L.



L) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.5

FIG. 4.4 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI J)-K)-L)

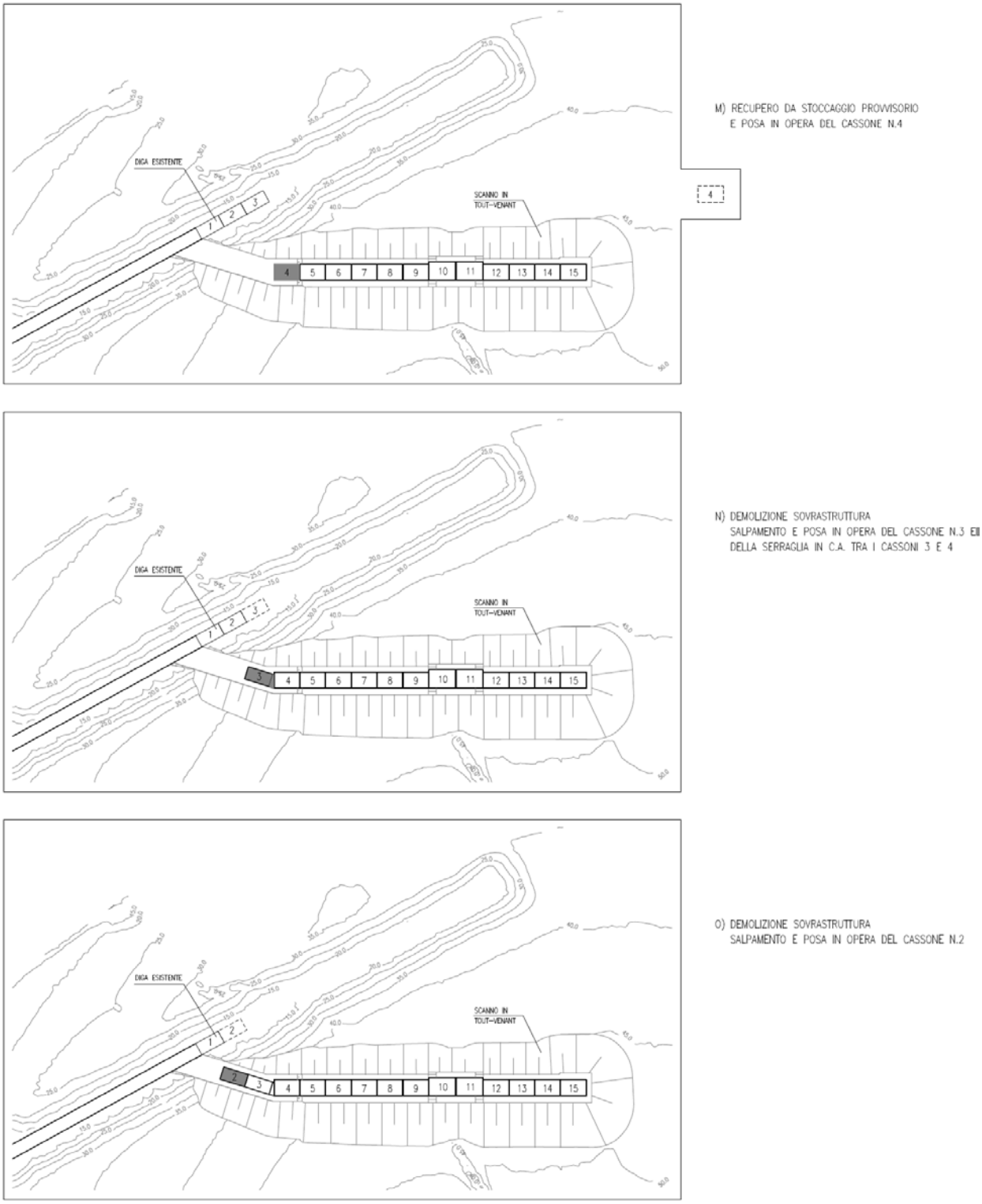
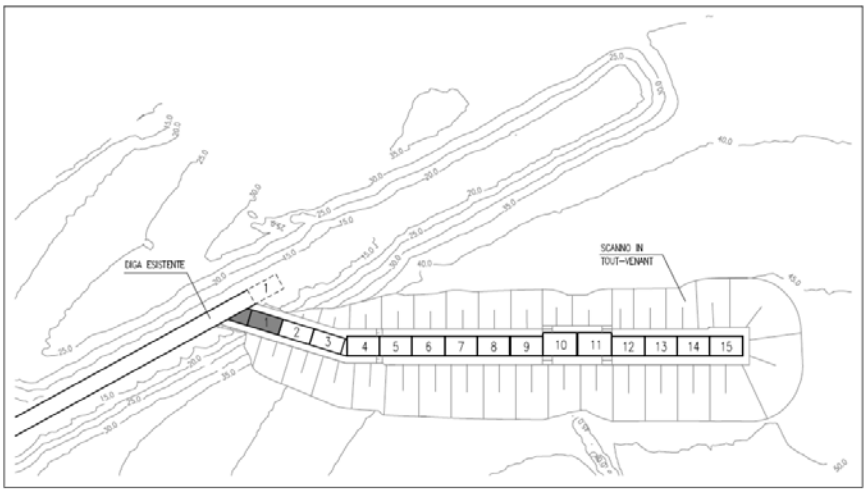
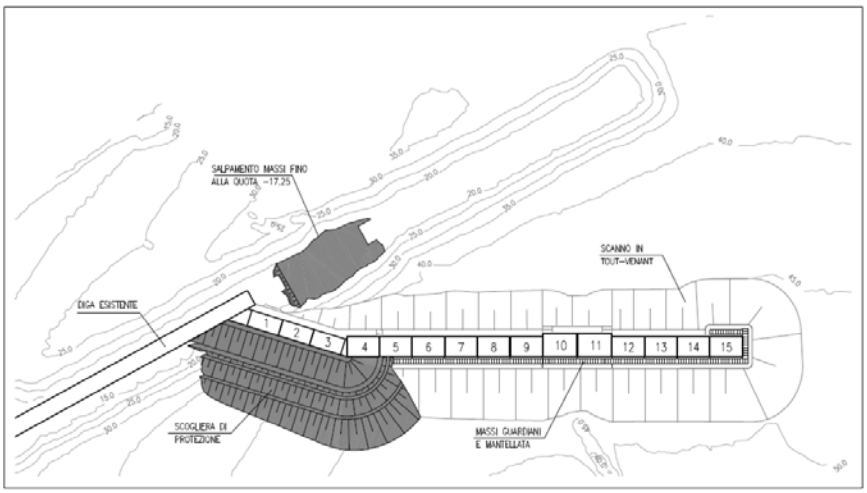


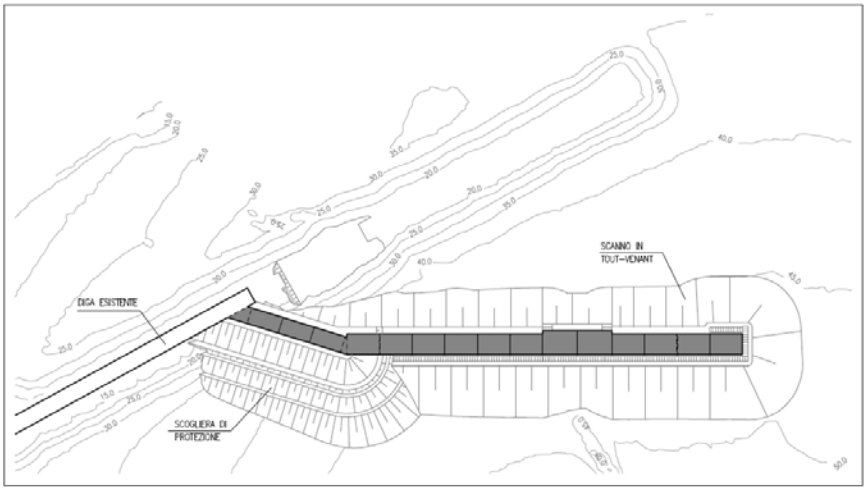
FIG. 4.5 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI M)-N)-O)



P) DEMOLIZIONE SOVRASTRUTTURA
SALPAMENTO E POSA IN OPERA DEL CASSONE N.1
ESECUZIONE DELLA SERRAGLIA IN C.A. TRA IL CASSONE N.1 E LA DIGA FORANEA ESISTENTE



Q) POSA DEI MASSI GUARDIANI
COMPLETAMENTO MANTELLATE SCANNO D'IMBASAMENTO
ESECUZIONE SCOGLIERA DI PROTEZIONE CASSONI 1, 2, 3
SALPAMENTO MASSI FINO ALLA QUOTA -17.25



R) REALIZZAZIONE SOVRASTRUTTURA IN C.A.

FIG. 4.6 – SEQUENZA COSTRUTTIVA DI MESSA IN OPERA DEI CASSONI – FASI P)-Q)-R)