Comune

SESTRI LEVANTE

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

Nuovo impianto di depurazione delle acque reflue di Ramaia a servizio dei Comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure e Castiglione Chiavarese - Condotta di scarico a mare

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
F - Fattibilità	**I2 - Depurazione**	**GEN - Generale**

Numero	Titolo	Scala
RT - 002	**RELAZIONE TECNICA**	

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2017GESI0005	**2017GESI0005-00-D-I2-GEN-RT-002-00**	**C10I2-L059-01-0004**

00	Giugno 2019	Emissione	AS	CC	CZ
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato

Redatto:	Verificato:	Approvato:
Serafini	Casale	Zanni

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A. – Società con socio unico IREN S.p.A.
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A.
Sede legale : Via Piacenza, 54 – 16138 Genova
Cod. fisc. E P.IVA n° 01791490343 pec: ireti@pec.ireti.it

I N D I C E

1 PREMESSA 2

2 STATO ATTUALE 3

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....4

4 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA 6

5 VERIFICA DI STABILITA' 10

6 RIVESTIMENTI E PROTEZIONE CATODICA 11

7 SPECIFICHE TECNICHE 13

1 – Premessa

La presente relazione contiene la descrizione del progetto preliminare per la realizzazione della condotta di scarico a mare di esercizio asservita al nuovo impianto di depurazione delle acque reflue di Ramaia a servizio dei Comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure e Castiglione Chiavarese.

La condotta in questione sarà posizionata nella località di Riva Trigoso.

Oltre la presente relazione tecnico descrittiva fanno parte integrante del presente progetto i seguenti elaborati:

Documenti:

- 02 Computo metrico estimativo
- 03 Crono-programma

Elaborati grafici:

- Tav. 1: Inquadramento cartografico Planimetria CTR 1:5000 e Habitat Marini
- Tav. 2: Planimetria 1:1000
- Tav. 3: Particolari costruttivi

2 - Stato attuale

Allo stato attuale le acque reflue di Sestri Levante sono trattate da due impianti il località Baia e Riva Trigoso. Entrambi questi impianti non sono però autorizzabili allo scarico in base alla legislazione vigente.

E' attualmente in corso la progettazione di un nuovo impianto di depurazione consortile che tratterà i reflui dei comuni di Sestri Levante, Casarza Ligure e Castiglione Chiavarese.

L'obiettivo principale di tale progetto è il trattamento completo dei reflui fognari generati dall'ambito territoriale in esame in un unico impianto di depurazione centralizzato realizzato con tecnologie moderne e avanzate, garantendo quindi un maggior livello di efficacia, efficienza ed economicità rispetto a quanto possa avvenire con la gestione di più impianti ubicati in diverse zone.

Il nuovo impianto di depurazione sarà collocato in località Ramaia nel comune di Sestri Levante.

A seguito della realizzazione del nuovo impianto di depurazione consortile si rende quindi necessario realizzare la relativa condotta di scarico a mare di esercizio.

A supporto della presente progettazione sono state svolte indagini batimetriche di dettaglio sui fondali interessati dalla posa della tubazione tramite sonar Multi-Beam.

Le indagini geo-fisiche tramite Sub-Bottom Profiler saranno svolte nello sviluppo della fase definitiva della progettazione.

3 - Descrizione intervento

Il presente progetto riguarda la progettazione preliminare della condotta di scarico a mare di esercizio del nuovo impianto consortile di trattamento reflui di Ramaia nel comune di Sestri Levante.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione della condotta di scarico a mare in località Riva Trigoso costituita da una tubazione in acciaio DN700, rivestita con gunite, di lunghezza pari a circa 1.104 m che terminerà ad una profondità di circa -30 m s.l.m. e sarà dotata di un diffusore, di lunghezza pari a 144 m, per migliorare la dispersione e diluizione del refluo scaricato. Il diffusore in questione sarà costituito da 2 tratti di condotta di lunghezza pari a 72m ciascuno e diametro pari a DN500 e DN300, dotati di coppie di torrini di scarico DN80 inclinati a 45° disposti ogni 8m.

Il dimensionamento idraulico delle condotta è stato fatto per contenere le perdite di carico con le portate prevedibili in funzione degli abitanti equivalenti relativi al bacino afferente al nuovo impianto di depurazione consortile.

Vista la particolare vocazione turistica del bacino di utenza in questione, l'impianto di depurazione in progetto è caratterizzato da un'alta variabilità stagionale delle portate da trattare.

Per il dimensionamento idraulico delle condotte di scarico a mare è stata presa in considerazione la portata massima trattabile dall'impianto considerando il fatto che statisticamente tale portata ha comunque una bassa probabilità di accadimento.

In particolare la portata massima transitabile in condotta considerata è pari a 389 l/s, da cui derivano predite di carico stimate in 5,73 m circa con una velocità pari a 1,08 m/s.

La condotta sarà inoltre protetta dalla corrosione tramite l'utilizzo di anodi sacrificali in lega di zinco.

Nel tratto di approdo in uscita dalla spiaggia la condotta a mare sarà interrata sotto il fondale marino fino alla batimetrica dei -11m circa, dopo di che risulterà semplicemente posata sul fondale.

La suddetta scelta di interramento della condotta fino alla batimetrica dei -11 m s.l.m. deriva dai risultati scaturiti in passato su progetti analoghi. Nell'ambito dello sviluppo della progettazione definitiva verrà redatto apposito studio meteo-marino a conferma di tale scelta.

La condotta in progetto ha direzione pari a circa Sud e più precisamente 182°.

Al di sotto del tratto del diffusore verranno posizionati materassi tipo Sarmac per evitare l'interramento e quindi l'ostruzione dei torrini di scarico del diffusore.

Intorno al diffusore verranno inoltre posizionati blocchi anti-rete per evitare che reti da pesca possano ostruire i torrini di scarico del diffusore.

Il punto terminale del diffusore della condotta di scarico si trova ad una batimetrica di -33,2m s.l.m. e le relative coordinate Gauss-Boaga sono 1533495 E, 4899578 N.

4 – Dimensionamento e verifica idraulica

4.1 Portate di smaltimento

Le valutazioni preliminari fatte nella progettazione del nuovo impianto di trattamento hanno portato a definire una portata media Q_m, in uscita dall'impianto, in alta stagione, pari a 467 mc/h, equivalenti a 130 l/s.

Per il dimensionamento dell'impianto e ed anche della condotta di scarico a mare si è preso in considerazione una portata pari a 3 volte la suddetta portata media Q_m.

La portata $3Q_m$, assunta come riferimento per il dimensionamento della condotta di scarico a mare in questione è quindi pari a 389 l/s.

4.2 Verifica idraulica delle condotte

In generale il moto in pressione di un fluido attraverso una condotta avviene con dissipazione di energia per effetto degli attriti contro le pareti della tubazione e fra le singole particelle di fluido; riferendo l'energia dissipata ad un volume di fluido di peso unitario, si ottiene una grandezza avente le dimensioni di una lunghezza che si misura in metri e viene detta "perdita di carico".

Si è provveduto pertanto alla determinazione delle perdite di carico totali delle condotte in progetto, comprensivo dei tratti presenti all'interno della scogliera, in condizioni di moto permanente.

Nel caso di condotte di scarico a mare, le perdite di carico totali sono costituite dalla somma delle seguenti componenti:

- perdite di carico distribuite della condotta
- perdite di carico concentrate della condotta
- perdite di carico per salinità
- perdite di carico nel diffusore

Alle suddette perdite di carico si deve aggiungere l'effetto dell'innalzamento del livello medio mare legato alla concomitanza di alta marea, bassa pressione e vento durante fenomeni meteo-marini intensi ("storm-surge"). Per il mare ligure tale innalzamento può essere cautelativamente stimato in 0,90m.

Essendo il sistema fognario in arrivo al depuratore funzionante mediante impianti elettromeccanici di sollevamento non si prevedono portate eccedenti la portata massima del depuratore pari a 389 l/s.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche geometriche della condotta in progetto.

DN	Dest	Spessore	Dint	Lunghezza	Profondità scarico
700	711mm	16mm	679mm	1.104m	-33,2m

Nella seguente tabella sono riassunte le perdite di carico calcolate per le condotte in progetto.

Distribuite	Δh1	2,42
Concentrate	Δh2	0,02
Salinità	Δh3	0,93
Diffusore	Δh4	2,01
Storm-surge	Δh5	0,90
Totale	**ΔH**	**6,28m**

4.2.1 Perdite di carico distribuite della condotta

Le perdite di carico distribuite Ydist [m], dovute ai fenomeni di attrito lungo la condotta, vengono calcolate come:

$$Y_{dist} = J \times L$$

Dove:

- L è la lunghezza della condotta [m];
- J la cadente piezometrica [m/m].

Per il calcolo della cadente piezometrica J si è fatto riferimento alla seguente formula empirica di Gaukler Strikler, largamente utilizzata nel calcoli delle perdite di carico distribuite

$$J = 10.3xQ^2/(Ks^2xD^{5.33})$$

dove

- Q è la portata della corrente in [m^3/s]
- D è il diametro interno della condotta in [m]
- Ks è il coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strikler della condotta[m1/3/s].

Nella tabella sottostante estratta dal Manuale dell'Ingegnere sono i riportati i coefficienti di scabrezza di Gaukler-Strikler in funzione della condizione della condotta e gli equivalenti parametri di scabrezza quali la scabrezza omogenea equivalente ε [mm], la scabrezza secondo il coefficiente di Bazin e di Kutter.

TAB. 5.I. – COEFFICIENTI DI SCABREZZA PER LE CONDOTTE.

Tipo di condotta	Scabrezza omogenea equivalente ε (mm)	Bazin γ ($m^{1/2}$)	Kutter m ($m^{1/2}$)	Gauckler-Strickler k ($m^{1/3}s^{-1}$)
1 — Tubazioni tecnicamente lisce (vetro, ottone o rame trafilato, resina)	0 ÷ 0,02	—	—	—
2 — Tubazioni in acciaio:				
a) rivestimenti degradabili nel tempo				
— tubi nuovi, verniciati per centrifugazione	0,05	—	—	120
— bitumati per immersione	0,10 ÷ 0,15	≤ 0,06	≤ 0,12	100
— in servizio corrente con leggera ruggine	0,2 ÷ 0,4	0,10	0,15	90
— con asfalto o catrame applicati a mano	0,5 ÷ 0,6	0,16	0,20 ÷ 0,25	85 ÷ 80
— con tubercolizzazione diffusa	1,0 ÷ 3,0	0,23	0,30 ÷ 0,35	75 ÷ 70
b) rivestimenti non degradabili				
— cemento applicato per centrifugazione	0,05 ÷ 0,15	≤ 0,06	≤ 0,12	120
3 — Tubazioni in lamiera saldata:				
— in buone condizioni	0,2 ÷ 0,3	0,10	0,15	90
— in servizio corrente, con incrostazioni	0,4 ÷ 1,0	0,16	0,20 ÷ 0,25	85 ÷ 75
4 — Tubazioni in lamiera chiodata:				
— 1 fila di chiodi longitudinali	0,3 ÷ 0,4	0,10	0,18	90 ÷ 85
— 2 file di chiodi longitudinali	0,6 ÷ 0,7	0,16	0,25	85 ÷ 80
— Idem, con incrostazioni fino a	3,0	0,30	0,35	70
— 4-6 file di chiodi longitudinali	2,0	0,23	0,30	75
— 6 file di chiodi longitudinali + 4 trasversali	3,0	0,30	0,35	70
— Idem, con incrostazioni fino a	5,0	0,36	0,45	65
5 — Tubazioni in ghisa:				
— con rivestimento cementizio centrifugato	0,10	≤ 0,06	≤ 0,12	105
— nuove, rivestite internamente con bitume	0,15	0,06	0,12	100
— nuove, non rivestite	0,2 ÷ 0,4	0,10	0,15	90
— con lievi incrostazioni	0,4 ÷ 1,0	0,16	0,20 ÷ 0,25	85 ÷ 75
— in servizio corrente, parzialmente arrugginite	1,0 ÷ 2,0	0,23	0,35	75 ÷ 70
— fortemente incrostate	3,0 ÷ 5,0	0,36	0,45	65
6 — Tubazioni in cemento:				
— cemento-amianto	0,10	≤ 0,06	≤ 0,12	105
— cem. arm. nuove, intonaco perfettamente liscio	0,10 ÷ 0,15	0,06	0,12	100
— cem. arm. con intonaco liscio, in servizio da più anni fino a	2,0	0,23	0,35	70
— gallerie con intonaco di cemento, a seconda del grado di finitura	2,0 ÷ 5,0	0,23 ÷ 0,36	0,30 ÷ 0,45	70 ÷ 65

Nel caso in esame è stato assunto un valore di Ks , coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strikler, pari 75, corrispondente a tubazioni in acciaio in servizio corrente con incrostazioni. Tale valore è ampiamente cautelativo

4.2.2 Perdite di carico concentrate della condotta

Le perdite di carico concentrate sono proporzionali al carico cinetico secondo la formula:

$$\Delta h1 = \Sigma Ki \cdot U2/(2 \cdot g)$$

dove K è un coefficiente che dipende dalla forma del punto singolare della condotta (imbocco, curva, derivazione, sbocco ecc.).

Di seguito si riportano il coefficiente K delle principali singolarità della condotta di scarico.

- imbocco sagomato Kc = 0.2
- imbocco a spigolo vivo Kc = 0.5
- curva a 45° Kc = 0.15
- saracinesca a completa apertura Kc = 0.2
- farfalla a completa apertura Kc = 0.35
- curva a 90° a R=1 Kc = 0.25
- curva a 90° a R=1,5 Kc = 0.18

Tale tabella non è esaustiva di tutte le singolarità che si possano incontrare in una condotta idraulica, ma sono quelle che presumibilmente possono trovarsi nelle condotte di scarico a mare. Nella letteratura tecnica (Manuali Ingegneri) sono reperibili i valori di K per il calcolo delle perdite di carico concentrate.

La condotta presenta 2 curve a 45° nel tratto di raccordo in spiaggia.

4.2.3 Perdite di carico per salinità

Alle perdite distribuite e concentrate occorre infine aggiungere una quantità dipendente dalla differenza di densità fra le acque reflue e l'acqua di mare: tale quantità è pari a circa 0.28 m per ogni 10 metri di profondità, definita come perdita di carico per salinità.

4.2.4 Perdite di carico del diffusore

Per le perdite di carico del diffusore si può procedere secondo una metodologia con calcolo esatto attraverso un calcolo iterativo oppure secondo una metodologia approssimata con calcolo diretto.
Generalmente la differenza tra calcolo esatto e calcolo approssimato porta ad un errore dell'ordine del 10/15%, in funzione dei parametri individuati e della superficie del foro terminale. Tale errore comporta una sovrastima del metodo approssimato rispetto al metodo esatto. In fase di progettazione preliminare si è ritenuto quindi sufficiente utilizzare un calcolo approssimato.
Per il calcolo della perdita di carico del diffusore con metodo approssimato, si utilizza la somma delle perdite di carico distribuite della condotta del diffusore e della perdita di carico della luce sotto-battente ricavata dalla formula seguente:

$$Q = \mu \cdot ST \cdot (2 \cdot g \cdot h)0.5$$

considerando tutta la portata di progetto e per ST la somma della superficie di tutti gli ugelli presenti nel diffusore.

Per il calcolo delle perdite di carico distribuite occorre comunque considerare la portata media transitante che risulta essere pari al 50 % della portata di progetto.

4.2.5 Innalzamento livello medio mare (Storm-surge)

Alle suddette perdite di carico si deve aggiungere l'effetto dell'innalzamento del livello medio mare legato alla concomitanza di alta marea, bassa pressione e vento durante fenomeni meteo-marini intensi ("storm-surge"). Per il mare ligure tale innalzamento può essere cautelativamente stimato in 0,90m.

5 – Verifiche di stabilità della condotta

E' stata eseguita una verifica al galleggiamento delle tubazioni utilizzate per la realizzazione delle condotte di scarico a mare di esercizio e di emergenza facenti parte del presente progetto.

Il calcolo è stato eseguito considerando le condotte semplicemente appoggiate sul fondale marino mettendo a confronto il peso della tubazione gunitata e deducendo la sottospinta idrostatica.

Nei calcoli effettuati si è assunto il peso specifico del calcestruzzo della gunitatura pari a 2.400 kg/m^3 ed il peso specifico dell'acciaio pari a 7.850 kg/m^3.

Nel caso della condotta DN700, 711mm x 16mm con rivestimento in gunite di 6cm, risulta:

- peso tubo in aria = 623 kg/m
- peso volume acqua interno tubo = 362 kg/m
- P= 623 + 362 = 985 kg/m
- S= spinta idrostatica = 542 kg/m
- peso tubo pieno immerso (dedotta spinta idrostatica) = P-S = 443 kg/m

Il coefficiente di sicurezza al galleggiamento (P/S) a tubo pieno risulta pertanto pari a circa 1,82.

6 – Rivestimenti e protezione catodica

Al fine di garantire la necessaria protezione delle condotte sia da possibili danni meccanici sia dai possibili effetti della corrosione elettrochimica le tubazioni dovranno essere dotate di opportuni rivestimenti protettivi.

Sulla tubazione è prevista l'applicazione di un rivestimento esterno bituminoso pesante secondo norme UNI 5256 Cl IV e la realizzazione di gunitatura in CLS dello spessore di 6,0 cm.

La condotta sarà inoltre protetta in particolare dalla corrosione elettrochimica mediante l'applicazione di anodi sacrificali in lega di zinco aventi caratteristiche come indicato nelle specifiche tecniche.

Essi verranno saldati direttamente sulla tubazione in acciaio da cui sarà stato preventivamente rimosso il rivestimento anticorrosivo. Dopo il montaggio degli anodi si dovrà eseguire il ripristino a regola d'arte del rivestimento anticorrosivo bituminoso e del rivestimento con cemento o altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Per garantire un'adeguata protezione dalla corrosione per un tempo di 20 anni, sarà necessario saldare 16 anodi su ogni stringa di tubazione di lunghezza pari a 48m per quanto riguarda il DN700 della condotta principale. Per le tratte di tubazione utilizzate per il diffusore si installeranno n° 14 anodi per il DN500 e n° 10 anodi per il DN300.

Il ripristino della protezione dei giunti (con rivestimento bituminoso e malta cementizia, o altro materiale idoneo) dovrà essere previsto anche sui giunti dove non sono stati saldati gli anodi e avrà parimenti la funzione di garantire adeguata protezione da agenti esterni ambientali e da danni meccanici.

6.1 Dimensionamento protezione catodica

La quantità di anodi Q necessari alla protezione è determinato dalla seguente relazione:

$$Q = \frac{I \cdot Y \cdot 8760}{C \cdot P}$$

dove C è la capacità di corrente pratica dello zinco pari a 780 Ah/kg, P è il peso unitario dell'anodo pari a 14 kg.

Assumendo un valore cautelativo di densità della corrente ρc pari a 9 mA/m^2 per condotte munite di gunitatura, la corrente totale I risulta pari al prodotto della densità di corrente per la superficie laterale della condotta in questione.

Considerando stringhe di tubazione di lunghezza pari a 48m, la superficie laterale sarà quindi equivalente al valore della circonferenza moltiplicato per 48.

Y è la vita utile attesa degli anodi espressa in anni. Nel caso in questione si assume Y = 20 anni.

Si riporta di seguito il numero di anodi necessari per stringa di tubazione da 48m per un periodo di 20 anni, al variare del diametro.

	DN700	DN500	DN300
n° anodi	16	14	10

6 – Specifiche tecniche

6.1 – Tubazioni in acciaio e rivestimenti

Per la realizzazione delle condotte si prevede l'utilizzo di tubazioni in acciaio al carbonio saldate longitudinalmente SAW, secondo norme API 5L X60, estremità smussate per saldature di testa, rivestimento esterno bituminoso pesante secondo norme UNI 5256 Cl IV, rivestimento interno in primer bituminoso secondo norme UNI 5256 Cl A, fornite di certificati EN 10204 3.1.

Per la condotta principale saranno utilizzate tubazioni DN700, 711x16mm. Le suddette tubazioni avranno un rivestimento in gunite in calcestruzzo dello spessore di 6 cm, densità media di 2400 kg/m3, armata con rete elettrosaldata (diametro filo = 2 mm, maglia della rete 25 x 50 mm).

Il diffusore terminale della condotta principale sarà realizzato mediante tubazioni DN500, 508x16mm, e DN300, 323x16mm, non gunitate.

I giunti saranno del tipo con saldatura testa a testa con lembi smussati; per consentire la saldatura dei tubi le estremità dovranno essere non rivestite per una lunghezza di 150 mm.

Le tubazioni dovranno essere esenti da laminazioni e difetti e tutte le saldature dovranno essere controllate in continuo con ultrasuoni o metodi equivalenti secondo le norme citate.

Alla fine delle operazioni di saldatura tra le barre dovrà essere applicato, previa accurata pulizia e spazzolatura meccanica del giunto, il rivestimento esterno in bitume ed il rivestimento in CLS armato.

6.2 – Pezzi Speciali

Si prevede l'impiego dei seguenti pezzi speciali:

- Flange Welding Neck PN 16, ANSI B16.5 classe 150 in acciaio tipo A105/S355 o equivalente, per tubazione di diametro DN700, DN500 e DN300 aventi caratteristiche sopra specificate;

- Bocchelli a collare lungo, classe 150 ricavati da lamiera in acciaio al carbonio tipo A105/S355 del diametro delle condotte utilizzate e cioè DN700, DN500 e DN300 aventi caratteristiche sopra specificate;

- Flange Lap Joint Stub End, PN16, ANSI B16.5 classe 150 in acciaio tipo A105/ S355 per bocchello di cui sopra, diametri DN700, DN500 e DN300 aventi caratteristiche sopra specificate;

- Guarnizione in neoprene rivestita in acciaio inox o di altro materiale in grado comunque di garantire analoghe prestazioni di tenuta.

- Curve a saldare DN700, in acciaio ASTM A 234 WPB, spessore pari a 16 mm, angoli da 45° e 90°, raggio di curvatura pari a 1.5 D, saldate a guscio con controllo RX sull'intera saldatura, verniciate con resine epossidiche di protezione.

6.3 – Anodi sacrificali

Gli anodi sacrificali per la protezione catodica della condotta a mare saranno in lega di zinco conformi alla specifica U.S. Mil. Spec. A18001-J (o k) con capacità di corrente di 780 Ah/kg, potenziale - 1100 Mv, peso specifico 7.14 g/cmc, delle dimensioni di 465x95x50 mm con peso netto (escluso quello degli inserti in acciaio) di 14 kg/cadauno.

6.4 – Materassi tipo Sarmac

Per il sostegno, la protezione e l'appesantimento del diffusore si prevede l'utilizzo di materassi bituminosi tipo Sarmac costituiti da un involucro esterno riempito di materiale litico e mastice bituminoso, opportunamente armati mediante rete metallica a doppia torsione e dotati dei necessari dispositivi di sollevamento.

Dimensioni: singoli elementi da (6 x 2.35 x 0.2) m

Rivestimento esterno costituito da geotessile con tessuto in poliestere.

Materiale litico costituito da ciottoli o pietrame di cava di natura calcarea di pezzatura proporzionata allo spessore del manufatto.

Mastice bituminoso del tipo idraulico, costituito da bitume, filler calcareo o cemento, sabbia di frantoio.

Armatura metallica costituita da elementi di rete metallica a doppia torsione, maglia tipo 8x10 filo diametro 2.7 mm zincata in conformità alle norme UNI EN 10223-3

Dispositivi di sollevamento costituiti da anelli in poliestere resi solidali alla struttura mediante ancoraggi metallici.

Flessibilità: i materassi dovranno essere in grado di deformarsi sulla condotta e di adattarsi costantemente alle variazioni dei fondali senza compromettere la propria integrità anche alle basse temperature.

Resistenza all'impatto: i materassi dovranno garantire la propria funzionalità ed integrità strutturale anche in caso di urti accidentali, quali ad esempio la caduta di un ancora.

Il valore della penetrazione alla temperatura di 5 °C dovrà essere inferiore a 80 mm per materassi di qualsiasi spessore testati mediante un attrezzatura a pendolo del peso di 2.7 t agente alla velocità di 3.55 m/s cioè con un'energia di impatto pari a 16 kJ. La punta del pendolo sarà costituita una lama verticale di spessore 50 mm, smussata da entrambi i lati con angolo di 25°, e arrotondamento della punta con raggio 10 mm.

Resistenza all'impronta: i materassi dovranno sopportare carichi fissi e permanenti senza subire limitazioni della propria funzionalità e della propria vita utile. La massima impronta misurata sarà pari ad 1/3 dello spessore del materasso soggetto ad un carico di 9 t trasmesso da un tubo di diametro 600 mm.

Compatibilità ambientale: i materassi immersi in acqua non dovranno rilasciare contaminanti quali IPA, metalli pesanti ed idrocarburi totali in eccesso ai limiti di potabilità quando testati in accordo alle ANSI/ANS 16/1/1986.

6.5 – Procedimento e controllo delle saldature e qualifica dei saldatori

Le saldature dovranno essere del tipo con elettrodi rivestiti ad arco manuale (SMAW):

- Prima passata: elettrodo cellulosico d=3.25 mm tipo E52T3CKV0 UNI5132 (E7010 AWS5.5).
- Riempimento: elettrodo basico d=3.25/4.0 mm tipo E52L4BKV30 UNI5132 (E7018 AWS 5.1).

I saldatori dovranno essere qualificati secondo la norma API 1104.

Il costruttore dovrà presentare una dettagliata procedura di saldatura (WPS) da sottoporre all'approvazione del committente; la procedura dovrà essere supportata da una qualifica di procedimento secondo la norma API 1104 "Standard for welding of pipelines and related facilities".

I controlli dovranno svolgersi secondo le seguenti modalità:

- esame visivo e dimensionale delle saldature.
- controllo radiografico al 100% delle saldature con criteri d'accettabilità secondo le norme previste.

6.6 – Metodologie realizzative condotta

In considerazione delle caratteristiche del litorale della provincia di Genova la metodologia di prefabbricazione e posa delle condotte sottomarine da utilizzare sarà quella del varo di stringhe di tubazione in galleggiamento.

Le stringhe di tubazione verranno realizzate, in area debitamente attrezzata fuori dall'acqua, mediante la saldatura di almeno 4 canne di tubo di lunghezza di circa 12m in modo da ottenere stringhe di lunghezza pari ad almeno circa 48m dotate di flange alle estremità. In funzione dell'andamento planimetrico delle condotte potrà essere necessario realizzare anche stringhe di lunghezza inferiore.

Le saldature dovranno essere del tipo con elettrodi rivestiti ad arco manuale (SMAW) e verranno eseguite secondo un procedimento qualificato da saldatori abilitati al procedimento secondo la normativa API Standard 1104 "Standard for welding of pipelines and related facilities". Non saranno accettate tipologie di saldatura diverse da quella indicata. La citata norma API 1104 dovrà essere integralmente applicata in tutte le fasi di esecuzione e controllo.

Il costruttore dovrà presentare una dettagliata procedura di saldatura (WPS) da sottoporre all'approvazione della DL, la procedura dovrà essere supportata da una qualifica di procedimento secondo la norma API 1104.

Su ogni saldatura dovrà essere svolto un esame visivo e dimensionale, nonché un controllo radiografico del 100% delle saldature con criteri d'accettabilità UNI 7278 (par. A4.7, cat. 2).

Su ogni giunzione saldata dovrà essere ripristinato il rivestimento esterno bituminoso pesante e la gunitatura con materiale cementizio analogo a quello impiegato per la gunitatura originale delle tubazioni

Su ogni stringa di tubazione verranno saldati anodi sacrificali in zinco in corrispondenza di una giunzione saldata, preventivamente al ripristino della gunitatura. Il numero degli anodi da posizionare varia in funzione del diametro della tubazione.

Le stringhe così prefabbricate verranno varate e rimorchiate in galleggiamento sul sito dove verranno affondate, posizionate nella sede di posa e flangiate tra loro.

Durante il trasporto per garantire il galleggiamento della tubazione è permesso esclusivamente l'utilizzo di cilindri di spinta in acciaio omologati e conformi alla normativa di riferimento.

Le operazioni di serraggio dei bulloni delle flange di accoppiamento dovranno essere eseguite mediante chiave dinamometrica, con una coppia di serraggio compatibile con la bulloneria ed il corretto accoppiamento delle flange, come prescritto dalla Norma DIN13. Non

saranno accettate modalità di serraggio diverse da quella sopraindicata. Le modalità impiegata dovranno essere opportunamente documentate in fase esecutiva.

Tutti i giunti flangiati dovranno essere “cavallottati” con cavo o treccia di rame di idonea sezione, saldamente fissata o saldata alla tubazione e tale da garantire la continuità elettrica della tubazione stessa.

Il tratto di approdo delle condotta, dalla scogliera e fino alla batimetrica dei -10m s.l.m. dovrà essere interrato al di sotto del fondale marino per proteggere le condotte dalle sollecitazioni dei fenomeni meteo-marini più intensi.

Per la corretta realizzazione della trincea di posa delle tubazioni si dovrò utilizzare pontone, preferibilmente autopropulso, dotato di sistema di posizionamento costituito da ricevitori DGPS-RTK e computer di navigazione con software di monitoraggio in continuo delle operazioni di escavo (tipo Qinsy, PDS2000, Hypack o caratteristiche analoghe)