

## PIANO OPERATIVO TRIENNALE 2010-2012

### **ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.**

APPALTO INTEGRATO PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONDOTTA SOTTOMARINA DI SCARICO DEI REFLUI DEPURATI DEI COMUNI DI BISCEGLIE, CORATO, MOLFETTA, RUVO E TERLIZZI IN LOCALITA' TORRE CALDERINO (MOLFETTA)

#### ESECUZIONE DEI LAVORI



ILMA S.r.l.

Membro C.d.A.  
Sig. Stefano Marchionne



HTC S.r.l.

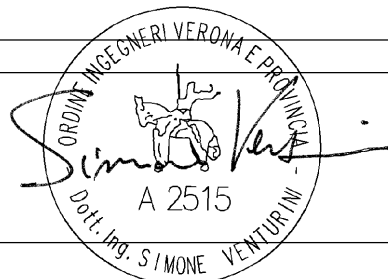
Leg. Rappr.  
Ing. Carlo Modugno

#### PROGETTAZIONE



S.p.A.

RESPONSABILE  
Ing. Simone Venturini



## PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE GENERALE**

DATA				
Luglio 2019		ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA		M. BRUNO	A. PARIS	S. VENTURINI
REVISIONE	1	Ottobre 2020 - RECEPIMENTO SCHEDA OSSERVAZIONI n.1 DEL 27/09/2019 DEL NUCLEO DI VALIDAZIONE		
	2			
	3			

ELABORATO N°:

**I10481-PE-RT-01**

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

## INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	VINCOLI NORMATIVI E TECNICI	8
3.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SCARICO	13
4.	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	14
4.1.	Portate in ingresso all'impianto	14
4.2.	Descrizione dell'impianto di sollevamento	15
4.2.1.	Vasca di sollevamento	15
4.2.2.	Vasca di laminazione	16
4.2.3.	Scarico di troppo pieno/emergenza	17
4.2.4.	Locale quadri elettrici e locale gruppo elettrogeno	17
4.3.	Aspetti architettonici, estetici e strutturali	18
4.4.	Qualità dei materiali e delle apparecchiature idrauliche, elettromeccaniche	20
4.5.	Schema di funzionamento	21
4.5.1.	Flessibilità di funzionamento a portata in ingresso variabile	21
4.5.2.	Sistemi di protezione da colpo d'ariete	24
4.6.	Cantierabilità dell'opera e organizzazione di cantiere	26
4.7.	Analisi acqua di falda	27
4.8.	Lavori di scavo	29
4.9.	Conclusioni	31
5.	CONDOTTA SOTTOMARINA	33
5.1.	Portata di scarico	33
5.2.	Caratteristiche del sistema	33
5.3.	Sistema di diffusione	40
5.4.	Dimensionamento dello spessore di parete	42
5.4.1.	Stress circonferenziali ammissibili	42
5.4.2.	Condizioni di collasso sezionale e stato di sollecitazione combinato	42
5.4.3.	Dati di base	44
5.4.4.	Calcolo del minimo spessore per pressione esterna	45
5.5.	Definizione degli spessori	46
5.6.	Protezione contro la corrosione	55

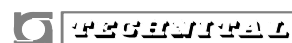
Pag. 1 di 83



Esecuzione dei lavori



Progettazione



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

5.7.	Stabilità condotta	57
5.8.	Gestione, funzionalità ed ispezionabilità	57
5.9.	Manutenzione	58
5.10.	Lavori di scavo	58
5.11.	Descrizione della metodologia di posa della condotta	58
5.12.	Descrizione della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)	69
5.12.1.	Articolazione generale delle fasi di perforazione pilota ed alesatura	70
5.12.2.	Sistema di fluidi di perforazione a base di acqua marina e bio polimeri biodegradabili	72
5.12.3.	Analisi specifica	74
5.13.	Descrizione della metodologia di protezione e segnalazione	77
5.14.	Cantierabilità dell'opera e organizzazione di cantiere	79
5.15.	Conclusioni	80
6.	COLLEGAMENTI IDRAULICI	83

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

## 1. PREMESSA

Il Progetto Esecutivo, di cui questa relazione è parte integrante, riguarda gli interventi già definiti in fase di Progettazione Definitiva, e prevede quindi la realizzazione della condotta sottomarina di scarico delle acque reflue depurate provenienti dai Comuni di Bisceglie, Corato, Ruvo, Terlizzi e Molfetta, in località Torre Calderino.

Le acque provenienti dagli impianti di depurazione dei suddetti Comuni vengono convogliate mediante collettori a gravità ad un impianto di spinta, da cui vengono sollevate con pompe sommerse all'interno di una condotta sottomarina che le scarica, attraverso un diffusore, in mare ad una distanza di circa tre chilometri dalla costa. L'impianto di spinta è dotato di una vasca di accumulo in grado di laminare le portate massime in uscita dagli impianti di depurazione.

Il progetto si compone dei seguenti interventi principali:

- lavori di varo della condotta sottomarina e del relativo diffusore;
- realizzazione dell'impianto di sollevamento, costituito da: vasca di sollevamento, vasca di laminazione, scarico di emergenza, locale di ispezione delle apparecchiature elettro-meccaniche; locale per quadri elettrici e locale per gruppo elettrogeno;
- collegamenti idraulici tra le condotte provenienti dagli impianti di depurazione e l'impianto di sollevamento: adeguamento dei manufatti esistenti e realizzazione di nuovi manufatti.

Lo scopo del progetto è quello di migliorare lo stato ambientale di quest'area di notevole valore paesaggistico e naturalistico. Allo stato attuale, infatti, i reflui depurati vengono scaricati in diversi punti, gravando sulla qualità delle acque superficiali di terra e di mare. Come indicato dalla "Relazione illustrativa" A.1 del Progetto Preliminare si registrano attualmente i seguenti scarichi:

- scarico in battigia dell'impianto di Molfetta;
- scarico nella Lama di Macina dell'impianto di Bisceglie;
- scarico nel Canale Fondo Griffi dei reflui depurati dell'abitato di Corato;
- scarico nel canale dell'Aglio dei reflui provenienti dal depuratore di Ruvo-Terlizzi.

*Pag. 3 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

La scelta di ubicare la condotta di scarico e la stazione di sollevamento in località Torre Calderino deriva dagli studi di Progettazione Preliminare ed è dipesa dall'articolazione delle opere idrauliche esistenti e dalla necessità di raccordare le quote piezometriche in uscita dai diversi impianti.

L'area di Torre Calderina si caratterizza però per la sua valenza paesaggistica; infatti, oltre alla presenza di beni architettonici, in mare si estende un posidonieto, identificato come Sito di Interesse Comunitario (S.I.C.) "IT9120009 - Posidonieto San Vito - Barletta".

Nella Progettazione Definitiva sono state perciò adottate misure volte a valorizzare la qualità ambientale di quest'area e a minimizzare l'impatto delle opere di nuova realizzazione, in accordo con le indicazioni che sono state espresse dal Comitato Regionale per la V.I.A nella seduta del 29 luglio 2013, a seguito della procedura di V.I.A, cui l'intervento è stato sottoposto in fase di progettazione Preliminare.

Il Progetto Definitivo ha introdotto diverse soluzioni finalizzate a migliorare le performance di scarico e a migliorare gli aspetti gestionali e funzionali delle opere di nuova realizzazione, integralmente riprese nel presente Progetto Esecutivo. In particolare, tra gli interventi proposti, gli elementi più rilevanti sono:

- estensione della lunghezza di scavo con tecnologia no-dig (T.O.C.) a 1.110 m;
- aumento della lunghezza del diffusore;
- aumento dello spessore della condotta sottomarina in acciaio a 14,27 mm;
- realizzazione di una vasca di laminazione interrata in grado di invasare le portate che eccedono la massima portata che può transitare nella condotta sottomarina;
- incremento della portata massima, che può transitare nella condotta sottomarina, a 900 l/s;
- realizzazione di un manufatto di scarico di troppo pieno/emergenza per la vasca di laminazione /sollevamento;
- utilizzo di valvola anticipatrice del colpo d'ariete ed inverter per la protezione dal colpo d'ariete;
- controllo delle sequenze di azionamento delle pompe mediante inverter per contenere i costi di gestione e l'usura dei macchinari;
- interrimento dei locali della stazione di sollevamento;

*Pag. 4 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

- impiego di rivestimenti ed elementi architettonici quali muri a secco, siepi, reti e creazione di percorsi didattici per integrare l'opera all'interno del territorio;
- utilizzo di un'area di cantiere distante 1 chilometro circa da località Torre Calderino per il pre-assemblaggio della condotta, al fine di migliorare la cantierizzazione e la viabilità.

In fase di Progettazione Esecutiva sono state approfondite le soluzioni progettuali adottate nel Progetto Definitivo, senza apportare modifiche sostanziali rispetto ad esso, in quanto, a seguito delle verifiche intermedie trascorse tra tali due fasi progettuali, si è potuto ovviare a tutte le problematiche riscontrate in sede di verifica. Le sole modifiche rilevanti sono due, di seguito descritte.

La prima consiste nell'identificazione di una nuova area di cantiere a terra (da occupare temporaneamente) per il preassemblaggio e il varo della condotta; si tratta di una modifica necessaria, essendo decaduti i termini degli accordi stabiliti con i proprietari dell'area precedentemente individuata, in sede di Progettazione Definitiva. La scelta finale è ricaduta su un'area privata posta nel territorio del Comune di Bisceglie, rappresentata negli elaborati grafici II048I-PE-DS-340 "Condotta sottomarina - Via a rulli: inquadramento geografico cantiere e risoluzione interferenza area SIC" e II048I-PE-DS-341 "Condotta sottomarina - Via a rulli: viabilità di cantiere"). Come meglio descritto al Paragrafo 5.11, la suddetta area rispetta tutti i requisiti tecnici necessari per il preassemblaggio delle stringhe e il loro successivo varo e, in particolare, **permette di utilizzare un corridoio di lavoro a mare non interferente con l'area SIC**. La relazione II048I-PE-RT-16 "Modifica dell'ubicazione dell'area di cantiere per lo stoccaggio, l'assemblaggio ed il varo della condotta - Relazione sull'invarianza ambientale" (in allegato alla presente revisione progettuale) è stata predisposta al fine di verificare se tale modifica sia da considerarsi significativa e come tale richiedere che il progetto debba essere nuovamente assoggettato alla procedura VIA. Sono state quindi sintetizzate le attività di valutazione effettuate nello SIA approvato, concentrando l'attenzione sugli impatti individuati per l'area di cantiere temporanea, destinata ad essere smobilitata e completamente ripristinata al termine delle lavorazioni. Sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione relativi agli Enti locali interessati dalla nuova area, evidenziando la compatibilità degli interventi con gli strumenti pianificatori. Per

Pag. 5 di 83

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

ogni componente interessata dall'area di stoccaggio ed assemblaggio, sono state valutate le modifiche indotte dalla nuova localizzazione e comparati gli effetti ambientali rispetto a quelli già valutati nello SIA approvato. La conclusione di questa attività di analisi è che la localizzazione della nuova area non comporta alcuna variazione significativa di impatto rispetto alle previsioni descritte nello SIA approvato, rendendo quindi tale modifica invariante rispetto alle valutazioni espresse dal Comitato per la V.I.A. Regionale.

La seconda modifica rilevante è invece relativa alla tipologia di acciaio che costituisce la condotta di progetto ed è stata introdotta a seguito delle criticità rappresentate alla Stazione Appaltante in occasione delle periodiche riunioni di coordinamento tenutesi contestualmente all'adeguamento del Progetto Esecutivo consegnato in data 12/07/2019, convocate in ordine alla necessità di recepire i contenuti della Scheda Osservazioni del 27/09/2019 emessa dal Nucleo di Verifica interno di AQP.

Le summenzionate criticità sono principalmente riconducibili al fatto che le attuali condizioni di mercato risultano sostanzialmente mutate rispetto a quelle esistenti al momento della redazione del Progetto Definitivo, presentato dall'Appaltatore in sede di offerta nell'ottobre del 2014.

In particolare, corre l'obbligo di rilevare che allo stato attuale non si riscontrano sul territorio nazionale produttori di tubi in acciaio al carbonio saldati elicoidalmente SAW in accordo alla norma API 5L Grado X65. Esistono al contrario produttori nazionali di tubi in acciaio al carbonio saldati elicoidalmente SAW in accordo alla norma UNI EN 10224.

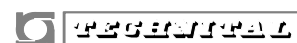
In aggiunta occorre incidentalmente rilevare che in considerazione dell'impiego a cui sono destinati i tubi oggetto di appalto, la norma di costruzione più coerente appare essere la UNI EN 10224, che disciplina le condizioni tecniche di fornitura di tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi. La norma API 5L è invece riconducibile alle condizioni tecniche di fornitura di tubi in acciaio al carbonio destinati al trasporto nel settore industriale, principalmente di petrolio e gas naturale.

In ogni caso, l'eventuale approvvigionamento di tubi API-5LX-X65 potrebbe avvenire esclusivamente presso produttori esteri, con inevitabili ed evidenti conseguenze in termini di dilatazione dei tempi di consegna (e quindi di esecuzione dell'Appalto), di difficoltà nel reperire piccole quantità per diametri minori e fittings, oltre che di minori garanzie dal punto di vista della qualità del prodotto rispetto al materiale di origine nazionale.

*Pag. 6 di 83*

*Esecuzione dei lavori*

*Progettazione*



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

---

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Per quanto sopra, **in accordo alle richieste formulate dalla Stazione Appaltante, è stata prodotta una verifica di congruità delle tubazioni in acciaio L355 (secondo la designazione UNI EN 10224), rispetto alle caratteristiche prestazionali che la tubazione è chiamata a soddisfare, sotto le medesime condizioni di carico e sollecitazioni considerate in sede di progettazione definitiva.**

In particolare, è stato dimostrato nella relazione II048I-PE-RT-09 “Dimensionamento dello spessore di parete della condotta sottomarina” (in allegato alla presente revisione progettuale) che, nonostante la riduzione del grado dell’acciaio, a parità di tutti gli altri parametri di progetto (e tra questi la massima profondità di posa), può essere mantenuto il medesimo spessore di parete delle tubazioni, così come già previsto in progetto.



## 2. VINCOLI NORMATIVI E TECNICI

Il presente progetto è stato redatto in accordo al D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006: *"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271 /CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole"*, con riferimento agli artt. 83, 100 e 101 rispettivamente in materia di acque di balneazione, di fognatura, collettamento e scarico come di seguito riportati:

### Capo II - Acque a specifica destinazione

#### Articolo 83 - Acque di balneazione

1. *Le acque destinate alla balneazione devono soddisfare i requisiti di cui al D.P.R. 8 giugno 1982, n. 470.*

2. *Per le acque che risultano ancora non idonee alla balneazione ai sensi del decreto di cui al comma 1, le regioni comunicano al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, entro l'inizio della stagione balneare successiva alla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto e, successivamente, con periodicità annuale prima dell'inizio della stagione balneare, tutte le informazioni relative alle cause della non balneabilità ed alle misure che intendono adottare, secondo le modalità indicate dal decreto di cui all'articolo 75, comma 6.*

### Capo III - Tutela qualitativa della risorsa: disciplina degli scarichi

#### Articolo 100 -Reti fognarie

1. *Gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti superiore a 2.000 devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane.*

2. *La progettazione, la costruzione e la manutenzione delle reti fognarie si effettuano adottando le migliori tecniche disponibili e che comportino costi economicamente ammissibili, tenendo conto, in particolare:*

- a) *della portata media, del volume annuo e delle caratteristiche delle acque reflue urbane;*
- b) *della prevenzione di eventuali fenomeni di rigurgito che comportino la fuoriuscita delle acque reflue dalle sezioni fognarie;*

*c) della limitazione dell'inquinamento dei ricettori, causato da tracimazioni originate da particolari eventi meteorici.*

*3. Per insediamenti, installazioni o edifici isolati che producono acque reflue domestiche, le regioni individuano sistemi individuali o altri sistemi pubblici o privati adeguati che raggiungano lo stesso livello di protezione ambientale, indicando i tempi di adeguamento degli scarichi a detti sistemi.*

### Capo III - Tutela qualitativa della risorsa: disciplina degli scarichi

#### Articolo 101 - Criteri generali della disciplina degli scarichi

*1. Tutti gli scarichi sono disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono comunque rispettare i valori limite previsti nell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto. L'autorizzazione può in ogni caso stabilire specifiche deroghe ai suddetti limiti e idonee prescrizioni per i periodi di avviamento e di arresto e per l'eventualità di guasti nonché per gli ulteriori periodi transitori necessari per il ritorno alle condizioni di regime.*

*2. Ai fini di cui al comma 1, le regioni, nell'esercizio della loro autonomia, tenendo conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili, definiscono i valori-limite di emissione, diversi da quelli di cui all'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto, sia in concentrazione massima ammissibile sia in quantità massima per unità di tempo in ordine ad ogni sostanza inquinante e per gruppi o famiglie di sostanze affini. Le regioni non possono stabilire valori limite meno restrittivi di quelli fissati nell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto:*

- a) nella Tabella 1, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali;*
- b) nella Tabella 2, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali ricadenti in aree sensibili;*
- c) nella Tabella 3/A, per i cicli produttivi ivi indicati;*
- d) nelle Tabelle 3 e 4, per quelle sostanze indicate nella Tabella 5 del medesimo Allegato.*

*3. Tutti gli scarichi, ad eccezione di quelli domestici e di quelli ad essi assimilati ai sensi del comma 7, lettera e), devono essere resi accessibili per il campionamento da parte dell'autorità competente per il controllo nel punto assunto a riferimento per il campionamento, che, salvo quanto previsto dall'articolo 108, comma 4, va effettuato*

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

*immediatamente a monte della immissione nel recapito in tutti gli impluvi naturali, le acque superficiali e sotterranee, interne e marine, le fognature, sul suolo e nel sottosuolo.*

*4. L' autorità competente per il controllo è autorizzata ad effettuare tutte le ispezioni che ritenga necessarie per l'accertamento delle condizioni che danno luogo alla formazione degli scarichi. Essa può richiedere che scarichi parziali contenenti le sostanze di cui ai numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17 e 18 della tabella 5 dell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto subiscano un trattamento particolare prima della loro confluenza nello scarico generale.*

*5. I valori limite di emissione non possono in alcun caso essere conseguiti mediante diluizione con acque prelevate esclusivamente allo scopo. Non è comunque consentito diluire con acque di raffreddamento, di lavaggio o prelevate esclusivamente allo scopo gli scarichi parziali di cui al comma 4, prima del trattamento degli stessi per adeguarli ai limiti previsti dalla parte terza del presente decreto. L'autorità competente, in sede di autorizzazione, può prescrivere che lo scarico delle acque di raffreddamento, di lavaggio, ovvero impiegate per la produzione di energia sia separato dallo scarico terminale di ciascuno stabilimento.*

*6. Qualora le acque prelevate da un corpo idrico superficiale presentino parametri con valori superiori ai valori-limite di emissione, la disciplina dello scarico è fissata in base alla natura delle alterazioni e agli obiettivi di qualità del corpo idrico ricettore. In ogni caso le acque devono essere restituite con caratteristiche qualitative non peggiori di quelle prelevate e senza maggiorazioni di portata allo stesso corpo idrico dal quale sono state prelevate.*

*7. Salvo quanto previsto dall'articolo 112, ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue:*

*a) provenienti da imprese dedite esclusivamente alla coltivazione del terreno e/o alla silvi coltura;*

*b) provenienti da imprese dedite ad allevamento di bestiame che, per quanto riguarda gli effluenti di allevamento, praticano l'utilizzazione agronomica in conformità alla disciplina regionale stabilita sulla base dei criteri e delle norme tecniche generali di cui all'articolo 112, comma 2, e che dispongono di almeno un ettaro di terreno agricolo per ognuna delle quantità indicate nella Tabella 6 dell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto;*

Pag. 10 di 83

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

*c) provenienti da imprese dedite alle attività di cui alle lettere a) e b) che esercitano anche attività di trasformazione o di valorizzazione della produzione agricola, inserita con carattere di normalità e complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale e con materia prima lavorata proveniente in misura prevalente dall'attività di coltivazione dei terreni di cui si abbia a qualunque titolo la disponibilità;*

*d) provenienti da impianti di acqua coltura e di piscicoltura che diano luogo a scarico e che si caratterizzino per una densità di allevamento pari o inferiore a 1 kg per metro quadrato di specchio d'acqua o in cui venga utilizzata una portata d'acqua pari o inferiore a 50 litri al minuto secondo;*

*e) aventi caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e indicate dalla normativa regionale;*

*f) provenienti da attività termali, fatte salve le discipline regionali di settore.*

*8. Entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto, e successivamente ogni due anni, le regioni trasmettono al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, al Servizio geologico d'Italia -Dipartimento difesa del suolo dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) e all'Autorità di vigilanza sulle risorse idriche e sui rifiuti le informazioni relative alla funzionalità dei depuratori, nonché allo smaltimento dei relativi fanghi, secondo le modalità di cui all'articolo 75, comma 5.*

*9. Al fine di assicurare la più ampia divulgazione delle informazioni sullo stato dell'ambiente le regioni pubblicano ogni due anni, sui propri Bollettini Ufficiali esiti internet istituzionali, una relazione sulle attività di smaltimento delle acque reflue urbane nelle aree di loro competenza, secondo le modalità indicate nel decreto di cui all'articolo 75, comma 5.*

*10. Le Autorità competenti possono promuovere e stipulare accordi e contratti di programma con soggetti economici interessati, al fine di favorire il risparmio idrico, il riutilizzo delle acque di scarico e il recupero come materia prima dei fanghi di depurazione, con la possibilità di ricorrere a strumenti economici, di stabilire agevolazioni in materia di adempimenti amministrativi e di fissare, per le sostanze ritenute utili, limiti agli scarichi in deroga alla disciplina generale, nel rispetto comunque*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

---

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

*delle norme comunitarie e delle misure necessarie al conseguimento degli obiettivi di qualità.*

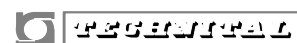
Inoltre, l'intervento in progetto è vincolato dalle vigenti normative in materia di acque di balneazione (D.P.R. 8 giugno 1982 n. 470 "Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione").

Sono state anche utilizzate le seguenti norme Internazionali:

/1/ American Petroleum Institute (A.P.I.) (1977): "Recommended practice for planning, designing, and construction of fixed offshore platforms." - RP-2A, Eighth Edition, Dallas - Texas

/2/ Det Norske Veritas (D.N.V.) (1981) "Rules for submarine pipeline system" -Appendix A- "Environmental loads", Oslo.

/3/ U.S. Army Corps of Engineers (1984): "Shore Protection Manual", vol I, Coastal Engineering Research Center, Washington D.C.



### **3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SCARICO**

Secondo lo schema di intervento redatto nel presente Progetto Esecutivo, i reflui depurati destinati allo scarico a mare, mediante la condotta sottomarina, provenienti dai Comuni di Bisceglie, Corato, Molfetta, Ruvo e Terlizzi, vengono intercettati in due punti distinti dell'esistente rete fognaria e convogliati alla stazione di sollevamento di nuova realizzazione, che si trova a circa una trentina di metri dalla costa, nella stessa posizione individuata nella fase di Progettazione Preliminare.

Dalla stazione di sollevamento le acque depurate vengono pompate nella condotta sottomarina, in acciaio e di diametro nominale 32", che le scarica ad una distanza di circa 3.300 m dalla costa. Il primo tratto della condotta di lunghezza 30 m è interrato on shore, il successivo di lunghezza 3.094 m è off-shore. La condotta sottomarina si suddivide in un tratto in T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata) di 1.110 m, un tratto di 1.994 m di posa sul fondale ed un tratto finale di diffusione di 228 m. Il diffusore è di tipo telescopico ed è provvisto di 38 torrini di diffusione ed una luce di fondo. La portata di progetto, su cui sono stati dimensionati la condotta ed il relativo diffusore, è di 700 l/s.

Nell'ipotesi del mancato funzionamento delle sezioni di equalizzazione degli impianti di depurazione e conseguente attivazione delle linee di by-pass, le portate massime provenienti dagli impianti vengono invase all'interno di una vasca di laminazione di 2400 m<sup>3</sup> completamente interrata, di cui l'impianto di sollevamento è provvisto. Inoltre, viene realizzato un manufatto di scarico di emergenza/troppo pieno a servizio della vasca di accumulo e sollevamento, con punto di scarico in battaglia, che corrisponde a quello già esistente.

Di seguito vengono descritte le opere che compongono il sistema di scarico.

## 4. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

### 4.1. Portate in ingresso all'impianto

La portata media in ingresso all'impianto corrisponde alla somma delle portate medie in uscita dai depuratori, pari a 700 l/s.

La massima portata su cui è stata dimensionato l'impianto di sollevamento è pari alla portata massima proveniente dagli impianti di depurazione.

I valori di portata massima di ciascun depuratore sono stati desunti dai documenti allegati all'Elaborato A1 "Relazione illustrativa" del Progetto Preliminare posto a base di gara, in particolare dalle seguenti determinazioni dirigenziali del Servizio Ecologia della Regione Puglia e/o Pareri del Comitato V.I.A. Provinciali rilasciate in occasione della verifica di assoggettabilità a V.I.A., dei "Progetti definitivi di potenziamento dei depuratori di Corato, Ruvo di Puglia - Terlizzi, Molfetta e Bisceglie":

- Impianto di depurazione di Corato: Determina Dirigenziale prot. n.77 in data 07 marzo 2014 del Servizio Ecologia della Regione Puglia.
- Impianto di depurazione consortile Ruvo di Puglia - Terlizzi: Parere nella seduta in data 25 febbraio 2014 del Comitato V.I.A., della Provincia di Bari;
- Impianto di depurazione di Molfetta: Determina Dirigenziale prot. n.3147 in data 23 aprile 2014 al Servizio Ambiente, Protezione Civile e Polizia Provinciale della Provincia di Bari;
- Impianto di depurazione di Bisceglie: Parere nella seduta in data 15 aprile 2014 del Comitato Regionale V.I.A.

L'impianto di Corato riceve solo le acque nere da fognatura separata, per cui la portata massima in uscita dall'impianto è pari al valore di portata di punta biologica, che corrisponde al doppio della portata media.

Il depuratore di Ruvo di Puglia- Terlizzi riceve acque da un sistema di fognatura mista, per cui la massima portata in ingresso all'impianto tiene conto dell'apporto delle acque meteoriche e corrisponde al quadruplo della portata media.

Anche per il depuratore di Bisceglie si considera il quadruplo della portata media in ingresso, in quanto il sistema di fognatura è di tipo misto.



Per l'impianto di Molfetta viene cautelativamente assunta sempre una portata massima pari a 4 Qm, in quanto, come descritto nell'allegato 3 alla Relazione A1 del Progetto Preliminare, si registrano notevoli portate in arrivo, nonostante il sistema di fognatura sia di tipo separato (a causa evidentemente di scarichi abusivi di acque di pioggia).

## **4.2. Descrizione dell'impianto di sollevamento**

Le opere che compongono l'impianto di sollevamento sono:

- una vasca di sollevamento;
- una vasca di laminazione;
- uno scarico di emergenza;
- un locale quadri elettrici;
- un locale gruppo elettrogeno;
- un locale per ispezione delle apparecchiature elettro meccaniche.

### 4.2.1. Vasca di sollevamento

La vasca di sollevamento è un pozzo di superficie di 38,50 m<sup>2</sup> e profondità di 1,45 m ed è alloggiata all'interno della vasca di laminazione, quasi al centro della stessa, ad una quota inferiore. La distanza tra il fondo della vasca di sollevamento e il fondo della vasca di accumulo corrisponde all'altezza di 1,45 m.

Le acque in ingresso alla vasca di accumulo, da due punti distinti, scorrono, attraverso due canalette a sezione trapezoidale ricavate sul fondo della vasca di accumulo, verso il pozzo di sollevamento (cfr. II048I-PE-DS-206 "Stazione di sollevamento- Pianta a q.ta ± 0.00"; II048I-PE-DS-207 "Stazione di sollevamento – Sezioni A-A e B-B"; II048I-PE-DS-209 "Stazione di sollevamento – Sezione E-E").

All'interno del pozzo sono alloggiati 3 pompe Flygt (2 + 1R) di tipo sommerso, centrifugo, girante aperta tipo 'N', bipolare su diffusore scanalato antintasamento. Ciascuna pompa è da 55 kW, ha prevalenza totale 12,4 m ed è in grado di sollevare una portata di 350 l/s. Il funzionamento delle pompe, dotate di inverter, è gestito dal sistema Multismart Flygt, cioè un controller per la gestione dei pompaggi, che consente di monitorare, salvare, inviare dati ed effettuare una completa analisi elettrica del sistema.



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Nel caso di funzionamento ordinario, cioè con una portata in ingresso pari a 700 l/s, il volume utile necessario di invaso delle acque in ingresso, corrisponde al volume della vasca di sollevamento. In caso di portate in ingresso maggiori, l'acqua tracima dalle canalette di ingresso, ricavate sul fondo della vasca, occupando il volume a disposizione fornito dalla vasca di laminazione.

È possibile far funzionare tutte e tre le pompe contemporaneamente e sollevare la massima portata che può transitare nella condotta, pari a 900 l/s.

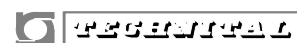
#### 4.2.2. Vasca di laminazione

Il volume di invaso della vasca è di 2.400 m<sup>3</sup> circa, che viene raggiunto con un battente di acqua in vasca di 3,5 m. La vasca è un poligono di 5 lati di lunghezza 14 m, 34 m, 24 m, 9 m e 27 m; la forma, quasi di trapezio, è stata scelta per rispettare i limiti della recinzione della stazione di sollevamento, e presentare un layout della stazione di sollevamento conforme a quanto previsto dal Progetto Preliminare, già oggetto di revisione a seguito dei pareri rilasciati dal Comitato di V.I.A.

Grazie all'impiego di muri deflettori l'acqua in ingresso viene indirizzata direttamente alla canaletta di sezione trapezoidale, che è ricavata sul fondo della vasca ed è diretta al pozzo di sollevamento, in modo tale che la superficie della vasca non venga sporcata da schizzi e spruzzi.

In caso di by-pass degli impianti di depurazione e/o presenza di fenomeni meteorici intensi, l'acqua in ingresso occuperà tutto il volume disponibile della vasca di laminazione e verrà sollevata dalle pompe presenti nel pozzo di sollevamento fino al raggiungimento del livello d'acqua minimo in vasca. Lo svuotamento della vasca di accumulo è garantito dalla pendenza del fondo della vasca in direzione del pozzo sollevamento.

La vasca di laminazione è dotata di eiettori per la pulizia del fondo, che sono orientati verso la vasca di sollevamento ed accessibili da botole d'ispezione. Sulla superficie della vasca vengono posizionate, lungo i muri perimetrali, botole per l'inserimento di scale verticali a pioli, così da rendere possibile l'accesso al fondo della vasca. Una botola di dimensioni maggiori, consente di calare sul fondo della



vasca anche un mezzo da lavoro tipo bobcat (cfr. II048I-PE-DS-205 “*Stazione di sollevamento – Pianta a q.ta ± 3.10*”).

#### 4.2.3. Scarico di troppo pieno/emergenza

Nella vasca di laminazione viene realizzato un manufatto di scarico di troppo pieno che si attiverà solo in caso di emergenza. Quando il battente in vasca supera il massimo livello consentito, l’acqua sfiora all’interno di una canaletta pensile (a mensola), ancorata alla parete della vasca, e viene convogliata all’interno di uno scatolare ad un pozzetto di ispezione di nuova realizzazione, il quale, mediante una tubazione DN1000, già esistente, scarica in battigia (cfr. II048I-PE-DS-208 “*Stazione di sollevamento – Sezioni C-C e D-D*” e II048I-PE-DS-202 “*Stazione di sollevamento – Planimetria con collegamenti idraulici – Stato di progetto*”).

La probabilità che lo sfioro di emergenza si attivi per l’ingresso di portate superiori alla portata di progetto è molto bassa; ad ogni modo è stato installato un manufatto di grigliatura prima dello scarico in battigia per la rimozione di eventuali residui flottanti. Il sistema di grigliatura è di tipo autopulente e non richiede l’utilizzo di energia elettrica: la lama stramazzone movimentata meccanicamente una ruota idraulica che aziona il meccanismo per la pulizia della griglia stessa. Eventuali solidi in galleggiamento in ingresso, nei casi eccezionali, vengono quindi trattenuti e non inviati allo scarico in battigia.

#### 4.2.4. Locale quadri elettrici e locale gruppo elettrogeno

I due locali, in cui si collocano i quadri elettrici ed il gruppo elettrogeno, hanno dimensioni invariate rispetto al Progetto Preliminare a base di gara, occupano una superficie di 60 m<sup>2</sup>, e sono interrati.

Il gruppo elettrogeno ha una potenza di 200 kVA, ed è dotato di un serbatoio, interrato esternamente al locale, per lo stoccaggio del gasolio di 2.700 l, che garantisce un’autonomia di circa tre giorni alla stazione di sollevamento in caso di mancata fornitura di energia elettrica dalla rete. La circolazione d’aria all’interno del locale, necessaria al raffreddamento del gruppo, viene consentita realizzando aperture grigliate: una al piede della porta ed una nella finestra. Inoltre, il gruppo elettrogeno è di tipo cofanato per ridurre le emissioni rumorose ed appoggiato su

piastre antivibranti (cfr. II048I-PE-DS-285 “Stazione di sollevamento - Cabina di trasformazione MT/BT - Gruppo elettrogeno: pianta, sezione e particolari”).

### **4.3. Aspetti architettonici, estetici e strutturali**

Il litorale pugliese è caratterizzato da un’alternanza di un segno frastagliato, tipico del fronte carsico, e da un segno continuo del sistema di appezzamenti agricoli, con elementi puntiformi che emergono dal sistema lineare del litorale, quali le torri di avvistamento.

Di grande rilevanza storica, culturale ed economica dell'hinterland molfettese, sono state nel Medioevo e all’incirca fino al XVIII secolo, le torri disseminate nel territorio rurale di Molfetta e che sono raggruppate lungo tre immaginarie direttrici: Molfetta-Bitonto, Molfetta-Terlizzi e Molfetta-Ruvo-Corato.

Verso Bisceglie e in prossimità del confine con il suo territorio, si erge a picco sul mare (su uno spuntone di costa rocciosa oggi in erosione) l’unica torre di avvistamento chiamata, sin dal 1569, Torre Calderina o Torre del Porto di San Giacomo, torre costiera del XVI secolo, particolarmente importante in quanto posizionata in un luogo strategico poiché da essa era possibile il collegamento visivo con il Castel del Monte e quindi comunicare per tempo anche agli abitati non rivieraschi più interni (verso Andria e oltre ancora, sino all’altopiano murgiano) il sopraggiungere di eventuali incursioni dal mare. Essa faceva parte del complesso sistema di torri di avvistamento del Regno di Napoli. La sua posizione permetteva la difesa del porto di San Giacomo, approdo medievale di Molfetta. Oggi, questa torre si trova al centro dell’omonima area protetta, proposta come SIC (cioè Sito di Importanza Comunitaria) dalla Unione Europea.

La verticalità della torre viene accentuata dall’orizzontalità delle murature in sasso che delimitano le proprietà agricole e l’entroterra dalla costa. Queste mura realizzano un sistema ritmico di linee che corrono parallele al litorale e perpendicolari allo stesso “geometrizzando” il territorio secondo uno schema tipico della centuriazione. Il ritmo percettibile ad occhio nudo viene dato dalle diverse altezze con cui questi muri si possono leggere all’interno di un sistema di “sali e scendi” che differenziano i tracciati pedonali e carrabili da quelli invalicabili della proprietà.

Questi muri sono una peculiarità del territorio che va conservata e valorizzata secondo la tradizione costruttiva tipica del luogo.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

I punti fermi del territorio sono stati in parte reinterpretati in una chiave moderna e funzionale in modo tale da attribuire un valore architettonico ad un manufatto “tecnico” spesso poco curato e privo di un suo linguaggio architettonico come il vano tecnico di un sollevamento (cfr. II048I-PE-DS-210 “Stazione di sollevamento - Analisi contesto”; II048I-PE-DS-211 “Stazione di sollevamento – Rendering dell’intervento”; II048I-PE-DS-212 “Stazione di sollevamento – Rendering mitigazione”).

Il tema del muro che riprende la “centuriazione” agricola attuale da una continuità di linguaggio paesaggistico definendo il limite dell’area di proprietà dell’acquedotto. Il segno forte di delimitazione della proprietà viene alternato con un segno trasparente dato dalla vegetazione all’interno di un disegno di definizione della proprietà stessa.

In questo sistema si ottiene un primo limite verso il contesto che maschera il vero limite dell’area tecnica costituito da un muro basso con recinzione metallica posta superiormente.

La rete metallica contribuisce a garantire la trasparenza della percezione visiva del paesaggio circostante ed una buona integrazione paesaggistica in evoluzione con il trascorrere del tempo attraverso un sistema di vegetazione spontanea e rampicante.

La tecnicità dell’intervento viene “contestualizzata” attraverso una nuova funzione dell’area e del limite fisico della stessa utilizzando gli elementi tecnici come supporti per elementi culturali e illustrativi, del luogo, del sistema dell’acquedotto, e della storicità del paesaggio circostante.

I pannelli suddivisi per temi illustreranno:

- l’acquedotto pugliese;
- la città di Molfetta;
- il paesaggio e i suoi prodotti agricoli;
- i rapporti storico culturali dell’Adriatico.

I pannelli saranno ancorati sulla recinzione metallica dando un effetto quasi di sospensione degli stessi tra i muri a secco e la vegetazione spontanea del litorale.

Il percorso che delimita l’area tecnica dell’acquedotto assumerà così il ruolo di un percorso culturale immerso tra gli elementi tipici del luogo, muri, vegetazione e mare,

con cannocchiali che si aprono verso l'altra sponda dell'Adriatico, illustrando la storia attraverso dei pannelli illustrativi.

Il sistema è stato pensato per integrarsi con l'obiettivo progettuale della riqualificazione del litorale prevista dagli strumenti urbanistici del luogo.

I materiali impiegati per la pavimentazione e i muri sono pietre locali di origine carsica naturali.

La mitigazione dell'intervento avverrà anche attraverso l'impiego di piante autoctone posizionate in prossimità dei muretti e della vegetazione rampicante in prossimità della recinzione metallica.

L'illuminazione notturna è garantita da luci led di colore caldo.

L'impianto di sollevamento viene dotato di impianto di irrigazione, con pop-up, e di impianto citofonico.

#### **4.4. Qualità dei materiali e delle apparecchiature idrauliche, elettromeccaniche**

Il calcestruzzo di classe di resistenza C35/45 (classe esposizione XS3-XA2), con caratteristiche illustrate in relazione II048I-PE-RT-11 "*Relazione specialistica sulle strutture*".

Le superfici interne sono trattate con malta cementizia bicomponente e resine epossidiche e quelle esterne rivestite da membrana HDPE.

I materiali delle apparecchiature elettromeccaniche sono i seguenti:

*Pompe sommerse (Flygt)*

Fusioni principali in ghisa

Girante in ghisa, parzialmente indurita

Albero in acciaio inox

Tenuta meccaniche: in carburo di tungsteno tipo "Plug in"

Finitura esterna: verniciatura standard Flygt

*Valvola anticipatrice del colpo d'ariete (Dorot)*

Il corpo della valvola è a globo e realizzato in ghisa sferoidale ASTM A536 ad alto profilo idrodinamico, tale da garantire basse perdite di carico ed alta resistenza alla cavitazione.

L'attuatore dovrà essere a doppia camera di controllo e dovrà avere un diaframma in gomma neoprenica NBR ad alta flessibilità e rinforzata con fibre di nylon. Non saranno quindi accettate soluzioni con attuatori a pistoni e/o parti realizzate in acciaio elettrosaldate.

#### *Sfiati (CSA)*

Corpo superiore inferiore in ghisa sferoidale GJS 500-7, verniciati con polveri epossidiche applicate mediante tecnologia a letto fluido.

Sistema di degasaggio in AISI 316

Corpo superiore in acciaio inox

Galleggiante e albero di guida in AISI 316

Guarnizioni in NBR

Sede di tenuta in AISI 304/316

Valvola di drenaggio in AISI 316

Eiettori per pulizia fondo vasca (Flygt)

L'idroeiettore consiste di un ugello in ghisa e un tubo eiettore di acciaio inossidabile. E' costruito per l'utilizzo delle pompe ITT Flygt serie N.

#### *Valvole a saracinesca*

Cuneo gommato, con corpo in ghisa sferoidale, realizzate in accordo alle normative di prodotto rilevanti ed al sistema di gestione della qualità EN ISO 9001.

Ulteriori dettagli sulle apparecchiature idrauliche ed elettromeccaniche installate all'interno della stazione di sollevamento sono indicati nell'elaborato II048I-PE-RT-31 "Capitolato speciale d'appalto delle apparecchiature idrauliche".

## **4.5. Schema di funzionamento**

### 4.5.1. Flessibilità di funzionamento a portata in ingresso variabile

Il sistema di scarico a mare è stato progettato per essere flessibile a variazioni di portata in ingresso.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Si possono infatti presentare diverse situazioni che determinano un'ampia fluttuazione della portata in ingresso. Gli scenari che sono stati valutati per il dimensionamento dell'impianto sono:

TABELLA 1 PORTATA IN INGRESSO PER DIVERSI SCENARI

<i>Scenario</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Q in ingresso al sollevamento</i>
1. Funzionamento a regime	Acqua depurata proveniente dai depuratori di Bisceglie, Corato, Molfetta e Ruvo-Terlizzi	700 l/s
2. Funzionamento in transitorio	Acqua depurata proveniente dai depuratori di Bisceglie, Molfetta e Ruvo-Terlizzi	478 l/s
3. Portata massima in ingresso	Portata massima in ingresso agli impianti di depurazione (4Qm per gli impianti in cui confluiscono le acque di pioggia + Molfetta, e 2Qm per l'impianto di Corato, che riceve solo le acque nere da sistema di fognatura separato) e by-pass degli impianti	2.190 l/s
4. Portata minima in ingresso	Portata minima assunta	500 l/s

Considerata quindi la possibile fluttuazione della portata in ingresso, si è scelto di installare pompe che lavorino sotto inverter secondo la logica di funzionamento a "livello costante" in vasca, come indicato nell'elaborato II08I-PE-RT-03 "Relazione di calcolo idraulico". Rilevando il livello in vasca con un misuratore analogico sarà possibile regolare la velocità delle pompe (e quindi la portata) in maniera tale che il livello rimanga il più costante possibile in vasca, ovvero tanta acqua entra in vasca, tanta ne viene pompata via dal sistema. Questo principio garantisce che ci sia sempre transito di acque all'interno della condotta sottomarina.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

La seconda (ed eventualmente terza) pompa entra in funzione con alternanza a tempo, con alternanza ciclica o dopo un tempo  $x$  tarabile da quando il funzionamento della prima pompa non è sufficiente a mantenere il set-point.

L'elemento qualificante che rende il sistema particolarmente flessibile alle variazioni di portata in ingresso è la vasca di laminazione; infatti, questa consente di far fronte ai picchi di portata, che possono verificarsi in caso di by-pass degli impianti di sollevamento e/o di transito in fognatura di portate eccezionali a causa di eventi meteorici intensi.

Si possono quindi distinguere diverse situazioni, a ciascuna delle quali corrisponde un tempo di invaso, quindi di autonomia del sistema:

TABELLA 2 AUTONOMIA VASCA DI ACCUMULO PER I DIVERSI CASI

<b>CASO</b>	<b><math>Q_{in}</math> (l/s)</b>	<b><math>Q_{soll}</math> (l/s)</b>	<b><math>Q</math> invasata (l/s)</b>	<b><math>t</math> invaso (min)</b>
A	500	500	0	-
B	700	700	0	-
C	2.190	700	1.490	27
D	2.190	0	2.190	18
E	2.190	900	1.290	31

Dove

$Q_{in}$  = portata in ingresso alla vasca di accumulo e sollevamento;

$Q_{soll}$  = la portata che viene sollevata dalle pompe alla condotta di scarico sottomarina;

$Q$  invasata = la portata che si accumula in vasca ( $Q_{in} - Q_{soll}$ );

$t$  invaso = il tempo di autonomia della vasca di sollevamento, prima che si attivi lo scarico di troppo pieno/emergenza (Volume vasca/ $Q$  invasata).

Nel caso A la portata in ingresso è minima, quindi viene interamente sollevata dalle pompe e non si accumula in vasca.



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Nel caso B di funzionamento ordinario, il volume occupato dall'acqua in vasca è pari al volume del pozzo di sollevamento, e tutta l'acqua in ingresso viene pompata nella condotta sottomarina.

Nel caso C si ha la massima portata in ingresso (2.190 l/s, caso peggiore) ed il funzionamento ordinario di due pompe; il tempo di autonomia della vasca di accumulo è di 27 minuti.

Nel caso D, quando la portata in ingresso è massima e l'impianto di sollevamento non è in azione, la portata viene laminata per un tempo di 18 minuti. Quest'ultima condizione è la peggiore in assoluto in quanto si hanno contestualmente: presenza di acque di pioggia in fognatura, by-pass di tutti gli impianti di depurazione, non funzionamento di tutte e tre le pompe di sollevamento e guasto del gruppo elettrogeno). Ad ogni modo si osserva che il tempo di autonomia della vasca è paragonabile a quello di un evento di precipitazione intensa.

Nel caso E si sceglie di sollevare la massima portata che può transitare nella condotta ed il tempo di invaso con massima portata in ingresso è di 31 minuti.

Da questa analisi si osserva che la vasca di accumulo permette di evitare lo scarico in battaglia, così da tutelare la qualità delle acque in prossimità del litorale di balneazione e del posidonieto.

#### 4.5.2. Sistemi di protezione da colpo d'ariete

##### *Valvola anticipatrice del colpo d'ariete*

Questa valvola è progettata per la protezione delle stazioni di sollevamento dagli effetti che i processi di moto vario generano nelle condotte in pressione alla variazione repentina della velocità del flusso.

La valvola si apre istantaneamente quando la pressione del sistema supererà i limiti prefissati sia con incrementi positivi che negativi per scaricare i picchi di alta pressione e per scaricare le pressioni del colpo d'ariete in fase di generazione.

La valvola è posta in derivazione del collettore di mandata delle pompe e scarica la pressione in eccesso direttamente nella vasca.

La valvola ha due camere in pressione, separate ed isolate una dall'altra mediante diaframma in neoprene rinforzato con tessuto in nylon. L'attuatore è costituito da

*Pag. 24 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

una membrana rinforzata con fibre di nylon racchiusa in un corpo globoidale a flusso avviato in ghisa.

La valvola pur garantendo una risposta immediata ed un controllo accurato della regolazione evita sia in fase di apertura sia di chiusura l'insorgere di picchi di pressione.

La separazione tra le camere di controllo e il corpo valvola avviene tramite un apposito disco in acciaio Inox. Il separatore ha una idonea sezione di passaggio al fine di consentire una corretta modulazione e regolazione senza essere soggetto ad interferenze.

Tutte le necessarie operazioni di manutenzione e riparazione sono possibili senza rimuovere il corpo dalla linea, ma semplicemente estraendo verticalmente l'otturatore.

La valvola è completa di piloti (tarati in fabbrica) a funzionamento idraulico per il controllo della pressione minima (depressione) e massima (sovrappressione) in grado di attivare la valvola in apertura con una velocità tale da garantire la totale prevenzione dai danni causati dal colpo d'ariete.

Sulla sommità della valvola si trova uno strumento per il degasaggio di adeguata capacità, in grado quindi di eliminare tutta l'aria che si dovesse accumulare nella circuiteria o nella camera superiore.

#### *Inverter*

I colpi d'ariete si verificano in caso di repentini cambiamenti di flusso e pressione che avvengono per avvio-arresto delle pompe o apertura-chiusure di valvole. Gli inverter consentono la regolazione di velocità e quindi la variazione di portata delle pompe (in genere vi è un limite sotto i 30 Hz). L'inverter è quindi un apparato che effettua la variazione di frequenza. La capacità di variare la frequenza consente di avviare e arrestare le pompe in maniera progressiva.

Gli avvii e gli arresti graduali riducono gli stress sui componenti meccanici, idraulici ed elettrici.

Le protezioni elettroniche presenti nei convertitori consentono una efficace e completa protezione della pompa.

*Pag. 25 di 83*

#### **4.6. Cantierabilità dell'opera e organizzazione di cantiere**

L'area di cantiere rientra nell'area prevista da espropriare indicata da Progetto Preliminare, vedi II048I-PE-DS-203 "*Stazione di sollevamento - Piano particellare d'esproprio: planimetrie catastali*" ed accessibile dalla strada statale come indicato nell'elaborato.

Nell'estate 2020 è stata eseguita, da parte della ditta Toma trivellazioni di Matera, una campagna geognostica integrativa per la verifica del modello litostratigrafico, strutturale ed idrogeologico nell'intorno della stazione di sollevamento e del tratto di condotta on shore. Nell'ambito di tale campagna sono state condotte le seguenti indagini:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con piezometro a tubo aperto spinti sino alla profondità di 12 m da p.c.;
- n. 6 pozzetti esplorativi realizzati mediante escavatore per la verifica dello spessore dei terreni di copertura;
- n. 8 prove di permeabilità tipo Lugeon in foro di sondaggio;
- n. 3 prelievi di campioni d'acqua in piezometro e n. 1 prelievo di campione d'acqua di mare per analisi chimiche di qualità ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 (tabella 2 allegato 5 parte IV).

Gli scavi per la realizzazione dell'opera avvengono in presenza di falda per cui sono state individuate opportune operazioni per la realizzazione di scavo in asciutto. Come illustrato nella relazione II048I-PE-RT-06 "*Relazione geotecnica*" e nell'elaborato grafico II048I-PE-DS-240 "*Stazione di sollevamento – Interventi di impermeabilizzazione dello scavo*", si ritiene si ritiene di garantire un'adeguata impermeabilizzazione mediante iniezioni di miscele cementizie, spinte fino ad una profondità di 10 m da p.c. (-6,5 m s.m.m.), andando quindi ad intestarsi all'interno dello strato con minor grado di fratturazione.

L'iniezione avverrà attraverso fori aventi diametro di circa 50 mm, posizionati lungo il perimetro esterno degli scavi e disposti a quinconce lungo una doppia fila con interasse 2,0 m. Questo interasse, come verrà di seguito precisato, potrà essere

*Pag. 26 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

adeguato in corso d'opera, attraverso iniezioni di seconda fase, sulla base dei riscontri emergenti a seguito delle prime iniezioni, secondo le specifiche indicate nella relazione geotecnica.

Inoltre, vista la modesta soggiacenza della falda superficiale, che si attesta grossomodo alla stessa quota del livello del mare (prossimo all'area di interesse), è probabile che vi saranno comunque infiltrazioni d'acqua da gestire, la cui entità dipenderà dall'effettivo e locale grado di fratturazione (in tal senso l'ammasso è molto eterogeneo). Le suddette portate potranno essere gestite attraverso un adeguato sistema di cunette di raccolta sul fondo e lo smaltimento successivo per mezzo di pompe.

#### **4.7. Analisi acqua di falda**

Al fine di verificare la qualità delle acque di falda presenti in corrispondenza dell'area di intervento, nell'ambito della campagna di indagini geognostiche condotta nell'estate del 2020, sono stati eseguiti i prelievi sottoelencati:

- n. 3 campioni d'acqua di falda (n. 1 campione in corrispondenza di ciascun piezometro);
- n. 1 campione d'acqua di mare antistante l'area d'intervento.

Le profondità di prelievo dei campioni di falda sono le seguenti:

- S1: 4,6 m;
- S2: 3,5 m;
- S3: 3,4 m.

Detti campioni sono stati inviati al laboratorio TecnoLab di Altamura (Bari) per l'esecuzione di analisi chimiche, con l'obiettivo di determinare i principali analiti necessari per la caratterizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/2006 (tabella 2 allegato 5 parte IV). Gli stessi sono stati determinati anche sulle acque di mare, per opportuno confronto, essendo possibili fenomeni di ingressione salina nella zona di intervento, che si trova lungo la linea di riva.

I risultati delle analisi sono riportati nell'elaborato II048I-PE-RT-05 "Indagini geognostiche".

Dall'esame dei risultati si evidenziano elevati valori di salinità in falda, indice di intrusione marina, come evidenziato nella tabella seguente.

*Pag. 27 di 83*

**Progetto Esecutivo**  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

<b>Parametro</b>	<b>Mare</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>pH</b>	6,8	6,8	6,6	6,8
<b>Conducibilità [<math>\mu</math>S/cm]</b>	54800	5310	13830	13730
<b>Solfati [mg/l]</b>	2238,5	335,4	669,0	664,9
<b>Cloruri [mg/l]</b>	1250,9*	185,6	373,0	372,10
<b>Sodio [mg/l]</b>	102018,2	766	2073,9	1990,9
<b>Fluoruri [mg/l]</b>	16,3	2,5	5,0	4,9
<b>Magnesio [mg/l]</b>	1440	108,9	284,5	269,3

(\*) Il valore dei cloruri è anomalo, visto che nelle acque di mare si attesta su valori di un ordine di grandezza superiore e non è in linea con i dati di conducibilità rilevati. Probabilmente si tratta di errore di trascrizione del dato analitico.

I dati mettono in luce l'assenza di inquinanti organici alifatici, aromatici e clorurati, con tutti gli analiti non rilevabili.

È tuttavia confermata la presenza di apporti organici, legati alla presenza dell'attuale scarico di acque reflue trattate proveniente dal depuratore di Molfetta, evidenziata dai valori di BOD5 (> 10 mg/l) riscontrati sia nelle acque di falda che nelle acque di mare.

In tutti i campioni si riscontrano elevate concentrazioni di nitrati.

Per quanto riguarda i metalli, i valori si mantengono sotto i limiti per le acque di falda, con l'eccezione delle concentrazioni di ferro, che risultano sempre piuttosto elevate.

Confrontando i risultati delle analisi con i limiti allo scarico di acque reflue industriali (cui le acque di aggotamento verranno assimilate) in acque superficiali, risulta che i limiti allo scarico vengono sempre rispettati, con l'eccezione dei nitrati e del rame. Si registra anche un superamento dello zinco nel campione S2 (2,3 mg/l contro un limite di 0,5 mg/l) e del ferro nel campione S3 (2,1 mg/l contro un limite di 2 mg/l).

Non vengono infatti considerati i valori elevati dei cloruri e dei solfati, trattandosi di scarico in mare.

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Nell tabella seguente sono riportati le concentrazioni di azoto nitrico e rame ed i corrispettivi limiti allo scarico.

<b>Parametro</b>	<b>Limite allo scarico</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Azoto nitrico [mg/l]</b>	20	34,1	64,7	65,1
<b>Rame [mg/l]</b>	0,1	0,2	0,6	0,4

È possibile che tali valori siano riconducibili ad attività agricole a monte dell'area, sebbene non si possa escludere un contributo dovuto all'attuale effluente del depuratore.

Le concentrazioni di rame sono in linea con quelle riscontrate nel campione di acqua di mare prelevato nella zona antistante, che presenta anche valori elevati di zinco (rame 0,4 mg/l, zinco 0,7 mg/l).

Per l'azoto, il valore rilevato in mare è anomalo (oltre 200 mg/l), quindi è difficile fare un raffronto con le concentrazioni riscontrate in falda; tuttavia, considerata la presenza dell'effluente sulla costa, è prevedibile che la concentrazione di azoto sia comunque elevata.

Considerato quindi che le acque di mare, nel tratto antistante l'area di progetto, hanno concentrazioni comparabili con quelle di falda (anche in virtù del fatto che risentono della presenza dello scarico dell'effluente del depuratore, che attualmente scarica in prossimità della battigia) e considerato che le acque di aggotamento sono in gran parte di origine marina, si ritiene sia accettabile scaricare le acque di aggotamento senza procedere ad alcun trattamento depurativo prima dello scarico, nonostante i superamenti dei limiti riscontrati.

#### **4.8. Lavori di scavo**

La movimentazione terre prevista in progetto risulta piuttosto limitata. Considerato che gli scavi per la posa della condotta a terra verranno ritombati con lo stesso materiale proveniente dai lavori, possiamo dire che la quasi totalità dei volumi scavati, ed in esubero rispetto alle esigenze progettuali, provengono dagli scavi posti in corrispondenza della centrale di sollevamento.

*Pag. 29 di 83*

Dai computi risulta che il volume di scavo corrisponde a circa 4.991 m<sup>3</sup>.

Ai sensi del DPR 120/17 e s.m.i. si tratta dunque di un cantiere di piccole dimensioni (Art. 2, comma 1, lettera t) per il quale la sussistenza delle condizioni per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti dovrà essere attestata dal produttore (ovvero dall'Appaltatore) tramite apposita dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (Allegato 6) da trasmettere al Comune ed all'ARPA territorialmente competenti entro 15 giorni dall'avvio dei lavori di scavo (Art. 21, comma 1).

Tale dichiarazione assolve la funzione del Piano di Utilizzo (Art. 21, comma 2).

La verifica dei requisiti di qualità ambientale (Art. 4, comma 1, lettera d e Art. 4, comma 2) sarà effettuata in corso d'opera mediante la formazione di un cumulo di materiale in opportune aree di caratterizzazione (Allegato 9, Parte A, punto A.1) che potranno anche coincidere con i siti di deposito intermedio (Art. 2, comma 1, lettera n e Art. 5).

Sarà prelevato un campione rappresentativo di ciascun cumulo (Allegato 9, Parte A, punto A.1) e su ciascun campione saranno effettuate le determinazioni analitiche previste in Allegato 4.

Qualora l'evidenza visiva del materiale dovesse mostrare presenza di materiale antropico (cd. riporto), si dovrà effettuare la quantificazione in peso (Allegato 10) e nel caso di valori superiori al 20% dovrà essere effettuato anche il test di cessione di cui all'Allegato 3 del DM 186/06 e s.m.i. (Art. 4, comma 3).

In base a quanto esposto nella relazione geologica e nella relazione geotecnica, si evince che gli scavi interesseranno materiale lapideo riconducibile a calcari micritici di colore chiaro e, in maniera assai più limitata (circa 5% del volume totale), sabbie e sabbie grossolane. Entrambi questi litotipi possono essere classificabili come A1 – A2.4 o A2.5 della classifica CNR UNI 10006, e pertanto sono considerati qualitativamente da buoni ad ottimi.

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Si prevede dunque che le volumetrie di scavo vengano gestite secondo la ripartizione di seguito indicata, riscontrabile anche da computo metrico:

- reimpiego (1.070 m<sup>3</sup>) quale materiale di ricoprimento in corrispondenza delle opere di progetto;
- reimpiego (2.000 m<sup>3</sup>) per la sistemazione dell'area utilizzata per l'allestimento del cantiere;
- conferimento, per la parte eccedente (1.921 m<sup>3</sup>), a discarica autorizzata.

Per quanto attiene al materiale di scavo che non sarà riutilizzato nel sito, lo stesso verrà gestito come rifiuto e smaltito presso impianto di smaltimento o recupero, previa caratterizzazione da eseguirsi su campione rappresentativo prelevato da un cumulo di materiale. Stante il volume di scavo, saranno predisposti due cumuli di circa 2.500 m<sup>3</sup> e prelevato un campione da ognuno.

Su ogni campione saranno effettuate le determinazioni analitiche previste dalla normativa vigente per la gestione dei materiali di risulta in regime di rifiuto, ovvero con conferimento ad idoneo impianto di smaltimento e/o recupero. Si tratta di:

- classificazione del materiale come rifiuto (cd. omologa), per la definizione del codice CER e della pericolosità (rif. Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.);
- ammissibilità in discarica, per individuare la tipologia di impianto di smaltimento cui conferire il materiale (rif. DM 27/09/10 e s.m.i.);
- idoneità al recupero, per definire le potenziali operazioni di recupero e dunque la tipologia di impianto di recupero cui conferire il materiale (rif. DM 186/06 e s.m.i.).

#### **4.9. Conclusioni**

Il sistema di scarico può fare affidamento su un impianto di sollevamento in grado di funzionare a fronte di diverse condizioni che si possono presentare: per portate massime e minime in ingresso, in caso di acque in ingresso non depurate e in caso di guasto delle pompe. L'opera si caratterizza per l'ottima qualità dei materiali impiegati, sia per quanto riguarda i rivestimenti delle opere civili sia per quanto

*Pag. 31 di 83*



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

---

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

riguarda i materiali delle apparecchiature elettromeccaniche. La gestione di funzionamento delle pompe avviene mediante un sistema di controllo, in grado di ottimizzare le prestazioni della strumentazione e di ridurre i consumi energetici. Inverter, valvola anticipatrice del colpo d'ariete e sfiato sono installati a protezione delle apparecchiature e della condotta di scarico.

L'impatto visivo dell'opera è pressoché nullo in quanto i locali che compongono l'impianto di sollevamento e la relativa vasca di laminazione sono completamente interrati. Sono stati inseriti dettagli architettonici per integrare l'opera all'interno del territorio, di notevole valenza paesaggistica, e viene proposto ai visitatori della zona litoranea un percorso didattico/culturale.

## 5. CONDOTTA SOTTOMARINA

### 5.1. Portata di scarico

La portata di progetto, sulla quale è stata dimensionata la condotta sottomarina, corrisponde alla somma delle portate medie in uscita dagli impianti di depurazione, maggiorata di un 15% (come da Progetto Preliminare a base di gara), ed è pari a 700 l/s. La portata massima che può arrivare alla stazione di sollevamento assunta è notevolmente maggiore rispetto alla portata di progetto della condotta, infatti è stata calcolata considerando il caso peggiore, che si presenta nel momento in cui gli impianti di depurazione non siano in funzione e vengano by-passati e sussista un evento di precipitazione intensa. Di conseguenza il valore di portata massima è dato dalla somma dei quadrupli delle portate medie degli impianti di depurazione che ricevono sia acque nere sia acque meteoriche, e del doppio della portata media dell'impianto che tratta le sole acque nere. Tale valore si attesta pari a 2.190 l/s.

Considerando quindi la possibilità di sollevare portate superiori rispetto alla portata di progetto, è stato verificato che il corretto funzionamento della condotta e del relativo diffusore è garantito fino a 900 l/s.

### 5.2. Caratteristiche del sistema

La condotta sottomarina di scarico è stata dotata di un diffusore lineare in acciaio con tronchi a diametro decrescente in grado di assicurare l'idonea distribuzione del deflusso dei reflui.

Al fine di migliorare sensibilmente la diffusione, il ramo diffusore previsto nel Progetto Definitivo è stato notevolmente allungato rispetto a quello previsto nel Progetto Preliminare posto a base di gara; ciò al fine di distribuire le bocche di efflusso in un campo più ampio.

Esso è composto da quattro tronchi a diametro decrescente: il primo della lunghezza di 108 [m] del diametro di 32" (diametro interno di 784,26 [mm]), il secondo della lunghezza di 60 [m] del diametro di 24" (diametro interno di 587,34 [mm]), il terzo della lunghezza di 36 [m] del diametro di 18" (diametro interno di 438,16 [mm]) e il quarto della lunghezza di 24 [m] del diametro di 14" (diametro interno di 339,76 [mm]). Tra i vari tronchi sono inserite 3 riduzioni coniche.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Le riduzioni di diametro sono indispensabili al fine di mantenere delle elevate velocità di flusso a mano a mano che si procede verso la fine del diffusore stesso.

Tale assunzione progettuale minimizza il fenomeno della sedimentazione all'interno del diffusore stesso, che altrimenti si verificherebbe, specie a bassi regimi di portata.

Infatti, l'obiettivo principale è stato quello di mantenere, alla fine del diffusore, in condizioni di portata media, delle velocità superiori a 0,55 [m/s] e, in ingresso ai singoli tronchi, superiori a 1,30 ÷ 1,40 [m/s].

Su ogni ramo del diffusore sono ricavati dei torrini diffusori con relative bocche di scarico orizzontali del diametro di 75 [mm], poste secondo una spaziatura costante ed aventi direzione di scarico alternata.

Bocche di scarico aventi diametri inferiori a 75 [mm] potrebbero creare problemi di occlusione.

I torrini sono stati opportunamente studiati (con una flangia intermedia) al fine di minimizzare eventuali rotture del diffusore causate dalla pesca a strascico e, soprattutto, per avere la possibilità di intercambiare e mantenere nel tempo la pipa finale di efflusso. L'intero diffusore è stato ubicato su un fondale marino naturale privo di contropendenze. Sulla base dell'andamento batimetrico dei fondali, è stato mantenuto il medesimo orientamento della condotta fissato nei documenti costituenti il Progetto Preliminare di gara pari a 15° 0' 0" Nord.

I dati caratteristici della rotta della condotta sono i seguenti:

TABELLA 3 – DATI ROTTA DELLA CONDOTTA

ALLINEAMENTI DEL TRACCIATO DELLA CONDOTTA							
Condotta Torre Calderino							
PUNTI	COORDINATE				DISTANZA		AZIMUTH
	EST	NORD	LONGITUDINE	LATITUDINE	PARZIALE	CUMULATIVO	
LTE	2650484.396	4565028.460	16° 33' 24.132"	41° 13' 33.923"		0.000	
Inizio Diffusore	2651285.196	4568017.081	16° 34' 00.827"	41° 15' 10.335"	3094.000	3094.000	15° 00' 00"
Fine Diffusore	2651344.209	4568237.314	16° 34' 03.533"	41° 15' 17.439"	228.000	3322.000	

La massima profondità raggiunta all'estremità finale del diffusore, così come risulta dagli elaborati grafici, è di poco superiore a -31,50 m.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

L'intero diffusore resterà quindi posato ad una profondità maggiore dei -30,00 m prescritta nei documenti di gara (cfr § 3.2 Elab. A.2 "Relazione tecnica").

Il profilo di posa selezionato, così come risultante dalla indagine morfo-batimetrica messa a disposizione dall'Acquedotto Pugliese (AQP), integrata nel tratto finale con i nuovi rilievi batimetrici effettuati in fase di gara da parte dell'ATI, si presenta abbastanza regolare, uniforme e senza contropendenze.

A partire dal L.T.E. e sino al P.K. 1+100 la condotta sottomarina verrà posata all'interno di un foro ottenuto mediante la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (TOC).

A partire dall'exit point della TOC posto al P.K. 1+100 e sino al diffusore finale posto al P.K. 3+322, la condotta verrà quindi adagiata direttamente sul fondale marino naturale senza dover prevedere alcuna zona di scavo di transizione.

Onde poter "raccordare" il tratto di condotta posata in TOC con il successivo tratto sottomarino, in corrispondenza del P.K. 1+100 è stato previsto uno "spool piece" biflangiato con configurazione a "S" della lunghezza complessiva di circa 4,00 m dotato anche di giunto dielettrico atto a creare una disconnessione elettrica tra il primo tratto in TOC protetto catodicamente con corrente impressa e il secondo tratto protetto invece con anodi sacrificali.

A partire dall'exit point della TOC e sino all'inizio del diffusore corrispondente al P.K. 3+094, ovvero per una lunghezza di 1994 m, la condotta verrà suddivisa in due lunghe tratte identiche da circa 997 m connesse con un altro "spool piece" biflangiato posto al P.K. 2+097 del tutto simile a quello precedente previsto al P.K. 1+100.

Un ulteriore "spool piece" è previsto anche all'inizio del diffusore al P.K. 3+094.

Tutti i tre "spool pieces" saranno dotati di passi d'uomo muniti di flange cieche, atti a consentire l'ispezionabilità interna della condotta e l'eventuale sua manutenzione durante la vita. Un ulteriore passo d'uomo atto a garantire l'ispezionabilità è previsto anche all'L.T.E. (inizio condotta).

In definitiva, la soluzione tecnica che è stata adottata, che prevede n° 4 passi d'uomo lungo la linea, distribuiti con un passo di scansione pressoché costante, atti a consentire totale ispezionabilità interna e manutenzione della linea, costituisce indiscutibilmente una forte miglioria di gestione funzionale dell'intera condotta sottomarina.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Relativamente al primo tratto in TOC, si precisa che la lunghezza è stata sensibilmente aumentata rispetto alle previsioni contenute nel Progetto Preliminare posto a base di gara (lunghezza finale di 1100 m, anziché di 560 m, indicata al § 7 dell'Elab. A.1 "Relazione illustrativa"), per evitare ogni interferenza con il SIC a mare IT9120009 "Posidonieto S.Vito-Barletta", rappresentato sulla Tav. 1.3 dell'All. 3.2 "Allegati Grafici allo Studio di Impatto Ambientale".

Nel merito, si precisa che è stata posta una particolare attenzione per la corretta georeferenziazione del suddetto SIC sugli elaborati grafici di progetto, inquadrati nel sistema di coordinate Gauss-Boaga (in perfetto accordo agli elaborati grafici del Progetto Preliminare) tenuto conto che, al contrario, l'area SIC riportata sulla Tav. 1.3 e sulla Fig. 3.15 dell'Elab. A.3 "Mappatura delle biocenosi" è rappresentata nel sistema UTM33 ED50 (ancorché non esplicitato con precisione sull'elaborato posto a base di gara, ma esattamente accertato e verificato sulla cartografia ufficiale di istituzione del SIC, disponibile presso la Regione Puglia – Assessorato all'Ecologia – Ufficio Parchi e Tutela della Biodiversità, aggiornata al 28/05/2010).

Proprio per i suesposti motivi, la lunghezza del tratto di condotta in TOC è stata necessariamente aumentata (dai 560 m previsti nel Progetto Preliminare ai 1100 m adottati nel Progetto Definitivo) al fine di scongiurare, come già detto, ogni interferenza con l'intera estensione dell'area SIC, che, in corrispondenza del tracciato della condotta, ha una larghezza di 792 m maggiore dei 700 m indicati sui documenti costituenti il Progetto Preliminare posto a base di gara (cfr § 9.1 Elab. A.1 "Relazione illustrativa", § 2.7 Elab. A.5 "Relazione di prefattibilità ambientale", etc).

Peraltro, a seguito della corretta georeferenziazione della suddetta area SIC nel sistema Gauss-Boaga, la stessa inizia ad una distanza dal L.T.E pari a circa 280 m, per cui, solo adottando una TOC di lunghezza minima di almeno 1072 m, si riesce a scongiurare ogni possibile interferenza.

Tenuto conto che all'interno dell'area SIC è stata accertata la presenza sia di praterie di Posidonia che di biocostruzioni di coralligeno (nel tratto più al largo), esattamente come risultante dai rilievi effettuati da AQP in fase di Progetto Preliminare da cui, se correttamente georeferenziati, sempre in corrispondenza del tracciato della condotta, si rileva che il coralligeno è stato classificato sino a circa 621 m di distanza dal L.T.E.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Conseguentemente, se si volesse scongiurare ogni possibile interferenza di dispersione di sedimenti dall'exit point della TOC, sia nella prateria di Posidonia che nelle adiacenti biocostruzioni di coralligeno, mantenendo un franco di sicurezza di almeno 30-40 m, la TOC dovrebbe comunque avere una lunghezza minima di almeno 650-660 m, maggiore quindi di almeno 100 m rispetto ai 560 m previsti nel Progetto Preliminare.

Si ribadisce quindi come la corretta georeferenziazione, sia della classificazione del fondale marino che della mappatura delle biocenosi, oltre che la precisa perimetrazione della stessa area SIC, giochino un ruolo fondamentale nella corretta scelta progettuale della lunghezza della TOC, se si vuole scongiurare ogni possibile interferenza con habitat sensibili e/o aree comunque tutelate a livello comunitario.

Nello specifico va anche rilevato, così come adeguatamente rappresentato sugli elaborati grafici di progetto, che il perimetro dell'area SIC (lato terra) non include tutta l'area del posidonieto, così come da classificazione del fondale elaborata in accordo ai rilievi effettuati nell'ambito del Progetto Preliminare posto a base di gara e specificatamente riportati nell'All. 2.1 "Carta bati-morfologica". Inoltre, sulla base di quanto evidenziato da quest'ultimo elaborato, procedendo da costa verso il largo, risulta esplicitamente che all'interno del SIC, dopo il posidonieto, sia presente una fascia di biocostruzioni su sabbia e quindi un'ampia zona finale di sabbia medio fine.

Invece, dall'All. 4.4a "Mappatura delle biocenosi – Carta 1", coerente con la Fig. 3.14 dell'Elab. 4.3 "Mappatura delle biocenosi", a partire dalla costa e procedendo verso il largo, risultano presenti le seguenti sequenze di fasce:

- alghe fotofile;
- biocenosi sciafile infralitorali su roccia senza concrezionamenti (posidonieto);
- precoralligeno / mattes morte di Posidonia oceanica;
- coralligeno;
- coralligeno e sabbie grossolane influenzate dalle correnti di fondo;
- ecotono;
- fanghi terrigeni costieri;
- fanghi costieri.

A parte quindi una certa discrepanza tra la classificazione del fondale rilevabile dall'All. 2.1 e la mappatura delle biocenosi rilevabile dall'All. 4.3, il dato certo e incontrovertibile

*Pag. 37 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

è che all'interno dell'area SIC, sempre lungo il previsto tracciato della condotta, nella parte più al largo (ovvero oltre i 621 m circa di distanza dal LTE), non sono sicuramente presenti né praterie di Posidonia oceanica e né tantomeno bioconcrezioni di natura coralligena e/o comunque habitat di pregio caratterizzanti il SIC.

In ogni caso, ai sensi delle vigenti disposizioni in materia ambientale, non è assolutamente giustificabile che all'interno di un SIC regolarmente perimetrato, ancorché privo di habitat caratterizzanti il SIC stesso o comunque già in parte degradato, in fase di cantiere si possa generare un "ulteriore" degrado senza ricorrere a opere di compensazione e mitigazione.

Proprio per questi motivi, la scelta operata nel Progetto Definitivo, integralmente ripresa nel presente Progetto Esecutivo, ancorché molto più onerosa e tecnicamente molto più difficile da attuare a livello operativo, è stata quella di evitare comunque ogni interferenza con l'area SIC, indipendentemente dalla maggiore o minore presenza di habitat di pregio caratterizzanti il SIC stesso e/o dalla presenza di biocenosi frammentate e a tratti discontinue (anche non perfettamente coerenti cartograficamente tra loro come ubicazione ed estensione), ricorrendo ad una TOC di ben 1100 m di lunghezza.

A questo punto, esattamente come riportato anche sugli elaborati grafici del presente Progetto Esecutivo, l'area di cantiere a mare, ovvero l'area di occupazione temporanea durante i lavori, risulta totalmente esterna all'area SIC.

Anche i mezzi navali necessari per il traino delle stringhe non interferiranno con l'area SIC, avendo prescelto un'opportuna area di cantiere a terra che consente a tutti i mezzi navali di operare su rotte individuate attraverso il "varco" presente attraverso il SIC stesso.

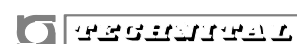
A seguito dell'adozione della TOC di elevata lunghezza, è stato quindi possibile eliminare del tutto ogni forma di scavo di trincee a cielo aperto lungo il tracciato della condotta che avrebbe determinato inevitabili dispersioni e risospensione di sedimenti marini.

In definitiva, la soluzione tecnologica e tecnica adottata consistente nel forte allungamento del tratto di condotta in TOC (circa il doppio rispetto alle previsioni del Progetto Preliminare posto a base di gara), unitamente alla completa eliminazione di ogni scavo a mare e alla scelta operata in merito alla ottimale ubicazione del cantiere a terra, costituisce indiscutibilmente una grossa miglioria finalizzata a incrementare l'azione di contenimento preventiva della diffusione di sedimenti in sospensione e ad azzerare ogni

*Pag. 38 di 83*

*Esecuzione dei lavori*

*Progettazione*



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

possibile impatto ambientale sulle praterie di posidonia ed aree di biocostruzioni di coralligeno.

Peraltro, la maggiore profondità dell'exit point rispetto alle previsioni contenute nel Progetto Preliminare (da circa -13,0 m di profondità si passa a circa -19.2 m di profondità), consente di minimizzare le azioni idrodinamiche agenti sulla condotta posata sul fondo e quindi di mantenere il medesimo grado di appesantimento, atto ad assicurare il giusto peso residuo di varo della condotta a tubo vuoto, senza ricorrere a sovrappessori di gunite o a zavorramenti aggiuntivi della condotta con materassi riempiti di materiale inerte legato con mastice bituminoso, così come previsti nel Progetto Preliminare (cfr § 6.2 All. A.2 "Relazione tecnica"), ambientalmente molto impattanti in caso di rottura dell'involucro esterno di geotessile.

La condotta sottomarina così progettata, appesantita con calcestruzzo, una volta riempita d'acqua, non ha infatti bisogno di alcuna stabilizzazione aggiuntiva atta a contrastare le azioni idrodinamiche provocate dal passaggio delle peggiori perturbazioni meteomarine attese nel sito in questione.

Il grosso spessore di appesantimento in calcestruzzo, correlato ad un elevato peso residuo in acqua della condotta in esercizio, pari ad oltre 500 kg/m (cfr maggiore rispetto a quello indicato nel Progetto Preliminare), dovuto al maggior peso specifico della gunite e al maggior peso dell'acciaio (corrispondente al maggior spessore della condotta che è stato adottato), è altresì pienamente in grado di contrastare l'impatto con eventuali azioni meccaniche esterne: ancoraggi, divergenti della pesca a strascico, etc.

Nel merito, giova precisare che la tipologia di materassi che sono stati adottati nel Progetto Preliminare non assolvono assolutamente ad alcuna funzione di protezione della condotta nei confronti di eventuali azioni meccaniche causate ad esempio da impatti con divergenti e reti da pesca, per almeno i seguenti motivi:

- ancorché previsti "in continuo" per l'intera tratta di condotta posata sul fondale, così come configurati, diventerebbero un possibile punto di aggancio, soprattutto nell'ipotesi altamente probabile che l'impatto non avvenga ortogonalmente all'asse della condotta;
- a causa del grosso diametro della condotta in rapporto al modestissimo spessore dei materassi, nonostante un'apparente configurazione relativamente "avvolgente" che dovrebbe essere assunta dagli stessi dopo la posa, in realtà si genereranno due ampie

*Pag. 39 di 83*



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

zone di “sospese” ai lati della condotta che indurranno fenomeni di “vortex shedding” (oscillazioni trasversali) sui materassi che, a causa degli inevitabili fenomeni di fatica, porteranno alla sicura rottura dell’involucro dei materassi nel tempo, con conseguente dispersione incontrollata del materiale bituminoso contenuto all’interno e inevitabile gravissimo inquinamento ambientale;

- le azioni idrodinamiche generate dalle onde e correnti di fondo, agenti proprio sulle suddette zone sospese, causeranno rilevanti azioni di “lift” con inevitabile scalzamento e sollevamento dei materassi dalla propria sede originaria e totale perdita di efficacia del sistema, non solo dal punto di vista protettivo, ma anche in termini di zavorramento della condotta.

Dal punto di vista della protezione, il tratto di condotta fuori terra (ed in particolare del diffusore) sono state previste opportune barriere, costituite da massi antirete in calcestruzzo, muniti di uncini e rostri di acciaio distribuiti con una scansione prefissata, già adottate con successo in casi simili; oltre ad essere molto efficaci nei confronti di eventuali azioni meccaniche trasversali esercitate dai divergenti della pesca a strascico o direttamente dalle reti da pesca, scoraggiano psicologicamente ogni operatore che, in violazione dei divieti già vigenti nell’area o di quelli che saranno apposti dopo la costruzione, volessero invadere le aree interdette.

Il suddetto sistema di protezione antirete del diffusore è stato adottato in perfetto accordo con quanto già previsto al § 6.3 dell’All. A.2 “Relazione tecnica” fecente parte del Progetto Preliminare posto a base di gara, ancorché successivamente non computati.

Il diffusore verrà anche segnalato mediante una boa (meda) luminosa.

### **5.3. Sistema di diffusione**

La condotta sottomarina di scarico è stata dotata di un diffusore lineare, lungo 228 m, in acciaio, costituito da un unico braccio a diametro via via decrescente, in grado di assicurare l’idonea distribuzione del deflusso dei reflui (DN32”, DN24”, DN18”, DN14”). Su ogni ramo diffusore sono ricavati dei torrini diffusori con relative bocche di scarico orizzontali del diametro di 75 mm, poste secondo una spaziatura costante ed aventi direzione di scarico alternata. L’estremità finale di diffusione è una luce di scarico di fondo, con sezione pari a 3 volte quella di un singolo torrino, che assicura un flusso con velocità accettabile anche nel tratto terminale e può essere utilizzata per l’eventuale

*Pag. 40 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

spurgo delle sabbie. I dettagli di dimensionamento del diffusore sono forniti nella relazione II048I-PE-RT-03 “*Relazione di calcolo idraulico*” e nell’elaborato grafico II048I-PE-DS-305 “*Condotta sottomarina – Particolari del diffusore*”.

Nel Progetto Definitivo è stato elaborato uno studio di analisi della diffusione che si è sviluppato nelle seguenti attività (vedi ALL.PD.4.1 “*Analisi della diffusione dei reflui*” e II048I-PE-RT-02 “*Relazione idrologica e meteomarina*”):

- La predisposizione un modello idrodinamico dispersivo e di qualità delle acque che si estende lungo la fascia di mare che bagna il litorale di Molfetta.
- La definizione degli scenari meteo marini potenzialmente critici in termini di dispersione ed in grado di favorire il trasporto del refluo verso terra (in questo caso caratterizzati da dei venti da NNE e NNO).
- L’esecuzione delle simulazioni con i modelli numerici nelle varie configurazioni di studio, valutando la dispersione nello spazio e nella colonna d’acqua di cinque parametri idonei a descrivere la qualità delle acque, tra cui le concentrazioni di Azoto totale, del Fosforo totale, del BOD<sub>5</sub>, del batterio Escherichia Coli e dei solidi totali in sospensione.

Dall’analisi, tra le varie conclusioni, emerge che lo stato di qualità delle acque, nella condizione di progetto definitivo ed esecutivo, appare notevolmente migliore rispetto a quella dello stato attuale e che la nuova soluzione progettuale proposta, caratterizzata da uno sviluppo lineare del diffusore di 228 m, presenta una capacità di diluizione significativamente maggiore rispetto al diffusore previsto in fase di Progetto Preliminare, che ha uno sviluppo lineare di 96 m.

#### **5.4. Dimensionamento dello spessore di parete**

La progettazione di una condotta sottomarina richiede una serie di attività di calcolo volte a determinare i minimi requisiti costruttivi dell'opera.

Tra questi riveste un carattere fondamentale il dimensionamento della condotta con la conseguente definizione dello spessore di parete.

Nel caso specifico, considerando che il diametro della condotta prevista nel presente progetto è legato ai requisiti funzionali ed idraulici della stessa e pertanto noto a priori, i requisiti costruttivi per la condotta sottomarina in pressione sono i seguenti:

- a) lo stato di sollecitazione circonferenziale indotto dalla pressione interna di progetto deve risultare minore del limite stabilito dalla normativa applicabile;
- b) la condizione di collasso sezionale per l'azione della pressione esterna deve coincidere, per quanto possibile, con lo stato di sollecitazione combinato massimo ammissibile, stabilito in base alla normativa applicabile.

Si noti che, mentre il requisito a) è essenzialmente un requisito di sicurezza, quello b) tende a ottimizzare l'impiego del materiale, evitandone la ridondanza in relazione alla condizione di collasso meno critica.

##### 5.4.1. Stress circonferenziali ammissibili

I limiti ammissibili da osservare per lo stato di sforzo circonferenziale indotto da pressione interna sono stabiliti dalle normative e/o standard di progetto di volta in volta applicabili, in base al valore della minima tensione di snervamento specificata (Specified Minimum Yield Stress, SMYS) e ad altri fattori quali tipologia della località attraversata, temperatura di esercizio, ecc.

Su tale argomento la normativa internazionale Det Norske Veritas (DnV'81) "Rules for submarine pipeline systems" in Zona 1 (ovvero in un'area situata oltre un raggio di 500 m da piattaforme o strutture sottomarine) impone un fattore applicabile alla tensione di snervamento pari a 0,72.

##### 5.4.2. Condizioni di collasso sezionale e stato di sollecitazione combinato

Nel caso specifico, trattandosi di una condotta sottomarina, tale problema riveste un carattere fondamentale nella verifica dello spessore di parete.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Del resto, l'unica metodologia adottabile per il varo della condotta è quella che prevede l'installazione sul fondo della trincea di una o più stringhe di tubo vuote internamente e pertanto soggette alla pressione esterna creata dal battente idraulico. In tale situazione la condotta si trova pertanto in condizioni di collasso sezionale. In generale tale condizione è espressa dalla seguente relazione:

$$[(\sigma_x \text{ flessione} + \sigma_x \text{ assiale}) / (\eta_x \sigma_{x \text{ cr}})]^a + \sigma_h / (\eta_h \sigma_{h \text{ cr}}) \leq 1$$

ovvero da una combinazione di frazioni degli stress critici longitudinali e circonferenziali (di compressione in quanto causati da pressione esterna), ove la differenza tra le varie normative che trattano il problema risiede nella definizione degli stress critici stessi, dell'esponente (a) e dei fattori di sicurezza  $\eta_x$  e  $\eta_h$ .

Lo stato di sollecitazione combinato ammissibile in condizioni di tubo vuoto è, invece, generalmente espresso tramite il criterio di Von Mises:

$$\sigma_{eq} = [(\alpha \sigma_x \text{ flessione} + \sigma_x \text{ assiale})^2 + \sigma_h^2 - (\alpha \sigma_x \text{ flessione} + \sigma_x \text{ assiale})\sigma_h]^{1/2} = \leq \eta \text{ SMYS } f_T$$

ove si è trascurato il taglio, e ove i fattori  $\alpha$ ,  $\eta$  e  $f_T$  vengono definiti nelle varie normative per varie condizioni.

Il criterio b) espresso in 4.1 consiste nell'adottare lo spessore di parete che rende uguale lo stato di sollecitazione longitudinale totale che soddisfa le relazioni riportate sopra, almeno come termine pratico di paragone per la verifica della condotta.

Su tale aspetto la normativa DnV'81 prescrive per i fattori di sicurezza  $\eta_x$  e  $\eta_h$  rispettivamente i valori 0,86 e 0,75 per le condizioni di tubo vuoto.

Per quanto riguarda lo stato di sollecitazione combinato,  $\eta$  assume gli stessi valori già definiti per la verifica delle sollecitazioni circonferenziali, mentre  $\alpha$  è consigliabile assumerlo uguale a 0,85 per il solo caso di installazione, essendo uguale a 1,00 in tutti gli altri casi.

#### 5.4.3. Dati di base

Per quanto riguarda la resistenza a collasso sezionale, il dimensionamento dello spessore di parete della condotta in questione viene eseguito sulla base dei seguenti dati:

Tensione di snervamento minima specificata (SMYS);

Diametro interno della condotta ( $ID_{nom}$ );

Massima ovalizzazione consentita dalla sezione di condotta ( $\delta$ ), espressa come  $(D_{max} - D_{min}) / (D_{max} + D_{min})$  nella normativa BSI 8010 e come  $2 \times (D_{max} - D_{min}) / (D_{max} + D_{min})$  nella normativa DnV'81;

Densità dell'acqua di mare ( $\rho_w$ );

Profondità di posa (h).

Per quanto riguarda la scelta del materiale, occorre precisare come la problematica specifica relativa alla progettazione e costruzione di condotte off-shore pone in risalto una serie di requisiti richiesti e non derogabili.

È evidente che tale scelta dovrà tener conto di quanto segue:

- le sollecitazioni radiali e flessionali a cui sono soggette le condotte possono essere indotte in regime dinamico e ciò pone una attenta valutazione di possibili difetti di fabbricazione riscontrabili sui tubi;
- i costi giornalieri delle operazioni di posa consigliano di evitare ritardi nell'esecuzione.

Da ciò deriva che le tolleranze dimensionali suggerite per i tubi devono essere di entità minima compatibile con il ciclo di fabbricazione e la scelta del tipo di acciaio deriva da una ottimizzazione economica, che tiene presente i costi di manifattura e quelli di installazione.

I requisiti minimi di qualità richiesti per l'acciaio generalmente sono in accordo con le normative nazionali UNI EN 10224.

È chiaro come l'intero processo di saldatura e le saldature stesse dovranno essere accuratamente controllate per evitare difetti o discontinuità nei cordoni.

Riguardo ai requisiti dell'acciaio, è necessario sottolineare la necessità di avere caratteristiche di durabilità nel tempo delle proprietà fisiche considerando le condizioni ambientali sfavorevoli nelle quali si troverà ad operare la condotta una volta installata.

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

A conclusione della breve esposizione è stato scelto, in alternativa all'originario acciaio API 5LX-X65 risultato attualmente di difficilissimo reperimento sul mercato italiano e con tempi di fornitura estremamente lunghi e quindi del tutto incompatibili con le esigenze di dare concreto avvio ai lavori, un classe L355 secondo norme che ad una elevatissima resistenza meccanica e a fatica unisce buone doti di saldabilità.

Tale acciaio ha una tensione di snervamento minima specificata (SMYS) pari a circa  $3.55 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>.

L'esponente della curva di Ramberg-Osgood da utilizzare nei calcoli viene definito, per tale materiale, in 20.4.

La massima ovalizzazione iniziale della condotta, ovvero quella di prefabbricazione, così come definita nella normativa BSI 8010, è fissata nello 0.5%. Nel caso specifico, tenendo conto, infine, che la condizione più penalizzante sotto il profilo della resistenza a collasso si verifica durante la condizione di installazione della condotta, non è stato imposto a priori alcun sovrappessore di corrosione.

Nel seguito si riassumono i principali parametri di calcolo:

ID <sub>nom</sub>	: Diametro interno condotta (Std. API)	=	784.26	mm
δ	: Massima ovalizzazione (secondo BSI)	=	0.50	%
	Materiale acciaio	=		L355
SMYS	: Tensione di snervamento minima spec.	=	$3.55 \times 10^8$	N/m <sup>2</sup>
H	: Massima profondità di posa	=	30.00	m
Sc	: Sovrappessore di corrosione	=	0.00	mm

Per tutti gli altri parametri che entrano nella formulazione di calcolo si rimanda alla tabella di input del programma che è stato utilizzato.

#### 5.4.4. Calcolo del minimo spessore per pressione esterna

Come già accennato, il minimo spessore che consente l'ottimizzazione della resistenza del materiale al collasso sezionale e alla sollecitazione combinata da

*Pag. 45 di 83*

pressione esterna e presso/tenso flessione è individuato dallo spessore che soddisfa contemporaneamente le relazioni ivi riportate.

La procedura di individuazione di tale spessore consiste nel risolvere il sistema delle due equazioni esprimenti i limiti di ammissibilità dello stress combinato e dei livelli di sforzo circonferenziale e membranale, ponendo note la profondità (e quindi la pressione esterna), e i valori critici di pressione esterna e momento e trovando la combinazione momento flettente - forza assiale soddisfacente.

A seconda della formulazione di resistenza al collasso sezionale adottata, il sistema può essere risolto in forma chiusa o iterativamente.

Nel seguito, vengono dati cenni della formulazione di resistenza al collasso suggerite dalla normativa DnV'81, che è stata utilizzata nel caso specifico.

La formulazione di resistenza al collasso sezionale è espressa sulla base dello stato di sforzo:

$$[\sigma_x / (\eta_x \sigma_{x\ cr})]^a + \sigma_h / (\eta_h \sigma_{h\ cr}) = 1$$

ove per le espressioni delle singole variabili si rimanda al testo della normativa.

È comunque da notare che la formulazione non tiene esplicitamente conto della ovalizzazione iniziale del tubo, se non attraverso i coefficienti di sicurezza indicati e una generica limitazione della massima ovalizzazione consentita, e per questo viene ritenuta poco conservativa se applicata per acque molto profonde che, però, nel caso specifico non ricorrono.

Un altro aspetto peculiare di questa formulazione è che il valore critico dello sforzo longitudinale è espresso da una media pesata dei valori critici per sforzo assiale e flessionale, quando generalmente si tende a mantenere separati i due effetti.

In relazione a quanto espresso in precedenza, nel successivo paragrafo si riporta, sotto forma tabellare, la sintesi delle verifiche effettuate in cui tutti gli spessori sono stati arrotondati a quelli commerciali maggiori più vicini.

## **5.5. Definizione degli spessori**

In relazione a quanto espresso in precedenza, si riporta sotto forma tabellare la sintesi delle verifiche effettuate.

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Il significato, in lingua inglese (in accordo alla normativa internazionale prescelta), della simbologia utilizzata nelle tabelle è il seguente:

DPT	: Depth (m)
NT	: Net thickness without corrosion overthickness (mm)
SIGH/SY	: Hoop / yield stress ratio
SIGN/SY	: Axial contribution to longitudinal / yield stress ratio
SIGM/SY	: Bending contribution to longitudinal / yield stress ratio
SYCR/SY	: Critical hoop / yield stress ratio
SXCR/SY	: Critical longitudinal / yield stress ratio
ALFA	: Exponent in DnV formulation of bucking
PULL	: Steel axial force (KN)
D/T	: Outer diameter / thickness ratio
TT	: Total thickness: net + corrosion overthickness (mm)



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

DESIGN THICKNESS CALCULATION		
USED FORMULATION FOR BUCKLING: DnV '81		
Internal diameter (I.D.)	784.26	mm
Yeld Stress with 0.2% residual strain	$3.550 \times 10^8$	N/m <sup>2</sup>
Poisson	0.330	
Young's Modulus	$2.070 \times 10^{11}$	N/m <sup>2</sup>
Ramberg Osgood curve exponent	20.4	
Corrosion overthickness	0.00	mm
Initial ovalization (BSI formulation)	0.50	%
Water density	10280	N/m <sup>3</sup>
Gravity acceleration	9.81	m/s <sup>2</sup>
Buckling safety factor: on axial stress	0.86	
Buckling safety factor: on axial stress	0.75	
Usage factors for stress formulation: on bending stress	0.85	
Usage factors for stress formulation: on yielding stress	0.72	

*Tab. 1 - Parametri di progetto formulazione DnV'81 - DN 32"*

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Depth	Net	Thick mm	SIGH/SY	SIGN/SY	SIGM/SY	SYCR/SY	SXCR/SY	ALFA	PULL KN	D/T	Tot.Thick mm
10.00	11.94		-.008	.000	.843	.103	1.044	1.327	.0	67.94	11.94
10.00	11.46		-.008	.008	.833	.095	1.033	1.355	100.0	70.70	11.46
10.00	10.99		-.008	.016	.823	.088	1.020	1.386	200.0	73.64	10.99
10.00	10.53		-.009	.025	.812	.080	1.006	1.420	300.0	76.78	10.53
10.00	10.08		-.009	.035	.800	.074	.992	1.458	400.0	80.14	10.08
10.00	9.64		-.009	.046	.787	.068	.976	1.500	500.0	83.71	9.64
11.00	12.08		-.008	.000	.842	.105	1.048	1.352	.0	67.21	12.08
11.00	11.60		-.009	.008	.833	.097	1.036	1.381	100.0	69.88	11.60
11.00	11.13		-.009	.016	.823	.090	1.024	1.414	200.0	72.74	11.13
11.00	10.67		-.009	.025	.812	.083	1.011	1.449	300.0	75.78	10.67
11.00	10.22		-.010	.035	.800	.076	.997	1.489	400.0	79.01	10.22
11.00	9.79		-.010	.046	.787	.070	.981	1.533	500.0	82.46	9.79
12.00	12.20		-.009	.000	.842	.108	1.051	1.377	.0	66.53	12.20
12.00	11.73		-.009	.008	.833	.100	1.040	1.407	100.0	69.13	11.73
12.00	11.26		-.010	.016	.823	.092	1.028	1.441	200.0	71.91	11.26
12.00	10.81		-.010	.025	.812	.085	1.015	1.478	300.0	74.85	10.81
12.00	10.36		-.011	.034	.800	.078	1.002	1.520	400.0	77.99	10.36
12.00	9.93		-.011	.045	.788	.072	.987	1.566	500.0	81.33	9.93
13.00	12.32		-.010	.000	.841	.110	1.053	1.400	.0	65.91	12.32
13.00	11.85		-.010	.008	.832	.102	1.043	1.432	100.0	68.44	11.85
13.00	11.39		-.010	.016	.822	.094	1.031	1.467	200.0	71.14	11.39
13.00	10.93		-.011	.024	.812	.087	1.019	1.506	300.0	74.01	10.93
13.00	10.49		-.011	.034	.800	.080	1.006	1.550	400.0	77.06	10.49
13.00	10.06		-.012	.044	.788	.073	.992	1.597	500.0	80.29	10.06
14.00	12.43		-.010	.000	.841	.112	1.056	1.423	.0	65.32	12.43
14.00	11.97		-.011	.007	.832	.104	1.046	1.457	100.0	67.80	11.97
14.00	11.51		-.011	.015	.822	.096	1.035	1.493	200.0	70.43	11.51
14.00	11.05		-.012	.024	.812	.089	1.023	1.534	300.0	73.23	11.05
14.00	10.61		-.012	.034	.800	.082	1.010	1.578	400.0	76.19	10.61
14.00	10.18		-.013	.044	.788	.075	.996	1.628	500.0	79.34	10.18
15.00	12.54		-.011	.000	.841	.114	1.058	1.446	.0	64.78	12.54
15.00	12.08		-.011	.007	.832	.105	1.048	1.480	100.0	67.20	12.08
15.00	11.62		-.012	.015	.822	.098	1.038	1.518	200.0	69.77	11.62
15.00	11.17		-.012	.024	.812	.090	1.026	1.560	300.0	72.50	11.17
15.00	10.73		-.013	.033	.800	.083	1.014	1.607	400.0	75.39	10.73
15.00	10.30		-.013	.043	.788	.077	1.000	1.658	500.0	78.45	10.30
16.00	12.64		-.012	.000	.840	.115	1.061	1.468	.0	64.27	12.64
16.00	12.18		-.012	.007	.831	.107	1.051	1.504	100.0	66.64	12.18
16.00	11.72		-.012	.015	.822	.099	1.040	1.543	200.0	69.16	11.72
16.00	11.28		-.013	.024	.812	.092	1.029	1.586	300.0	71.82	11.28
16.00	10.84		-.013	.033	.800	.085	1.017	1.634	400.0	74.64	10.84
16.00	10.41		-.014	.043	.788	.079	1.004	1.687	500.0	77.63	10.41
17.00	12.74		-.012	.000	.840	.117	1.063	1.490	.0	63.79	12.74
17.00	12.28		-.013	.007	.831	.109	1.053	1.527	100.0	66.12	12.28
17.00	11.83		-.013	.015	.822	.101	1.043	1.567	200.0	68.58	11.83
17.00	11.38		-.014	.023	.811	.094	1.032	1.612	300.0	71.19	11.38
17.00	10.94		-.014	.033	.800	.087	1.020	1.661	400.0	73.95	10.94
17.00	10.52		-.015	.042	.788	.080	1.008	1.715	500.0	76.86	10.52
18.00	12.84		-.013	.000	.839	.119	1.065	1.511	.0	63.34	12.84
18.00	12.38		-.013	.007	.831	.111	1.056	1.549	100.0	65.62	12.38
18.00	11.92		-.014	.015	.821	.103	1.046	1.591	200.0	68.04	11.92
18.00	11.48		-.014	.023	.811	.095	1.035	1.637	300.0	70.59	11.48
18.00	11.04		-.015	.032	.800	.088	1.023	1.687	400.0	73.29	11.04
18.00	10.62		-.015	.042	.789	.082	1.011	1.743	500.0	76.14	10.62
19.00	12.93		-.013	.000	.839	.121	1.067	1.532	.0	62.92	12.93
19.00	12.47		-.014	.007	.830	.112	1.058	1.572	100.0	65.16	12.47
19.00	12.02		-.014	.015	.821	.104	1.048	1.615	200.0	67.53	12.02
19.00	11.57		-.015	.023	.811	.097	1.037	1.662	300.0	70.03	11.57
19.00	11.14		-.016	.032	.800	.090	1.026	1.713	400.0	72.68	11.14

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

---

Ottobre 2020										II048I-PE-RT-01_Rev1.docx
19.00	10.72	-.016	.042	.789	.083	1.014	1.770	500.0	75.46	10.72
20.00	13.01	-.014	.000	.839	.122	1.069	1.553	.0	62.51	13.01
20.00	12.55	-.015	.007	.830	.114	1.060	1.593	100.0	64.72	12.55
20.00	12.11	-.015	.015	.821	.106	1.050	1.638	200.0	67.05	12.11
20.00	11.66	-.016	.023	.811	.098	1.040	1.686	300.0	69.50	11.66
20.00	11.23	-.016	.032	.800	.091	1.029	1.739	400.0	72.10	11.23
20.00	10.81	-.017	.041	.789	.085	1.017	1.797	500.0	74.83	10.81

*Tab. 1/a - Risultati dell'analisi di buckling - Condotta Dn 32"*

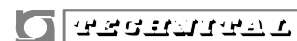
**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Buckling Analysis Results

Depth	Net	Thick	SIGH/SY	SIGN/SY	SIGM/SY	SYCR/SY	SXCR/SY	ALFA	PULL	D/T	Tot.Thick
		mm							KN		mm
21.00	13.09	13.09	-.015	.000	.838	.124	1.070	1.574	.0	62.13	13.09
21.00	12.64	12.64	-.015	.007	.830	.115	1.062	1.615	100.0	64.30	<b>12.64</b>
21.00	12.19	12.19	-.016	.015	.820	.107	1.052	1.660	200.0	66.59	12.19
21.00	11.75	11.75	-.016	.023	.811	.100	1.042	1.710	300.0	69.00	11.75
21.00	11.32	11.32	-.017	.031	.800	.093	1.031	1.764	400.0	71.55	11.32
21.00	10.90	10.90	-.018	.041	.789	.086	1.020	1.823	500.0	74.22	10.90
22.00	13.17	13.17	-.015	.000	.838	.125	1.072	1.594	.0	61.77	13.17
22.00	12.72	12.72	-.016	.007	.829	.117	1.063	1.636	100.0	63.90	12.72
22.00	12.27	12.27	-.016	.014	.820	.109	1.054	1.682	200.0	66.15	12.27
22.00	11.84	11.84	-.017	.023	.810	.101	1.044	1.733	300.0	68.53	11.84
22.00	11.41	11.41	-.018	.031	.800	.094	1.034	1.788	400.0	71.03	11.41
22.00	10.99	10.99	-.018	.040	.788	.088	1.023	1.849	500.0	73.65	10.99
23.00	13.25	13.25	-.016	.000	.838	.127	1.074	1.614	.0	61.42	13.25
23.00	12.80	12.80	-.016	.007	.829	.118	1.065	1.657	100.0	63.52	12.80
23.00	12.35	12.35	-.017	.014	.820	.110	1.056	1.704	200.0	65.74	12.35
23.00	11.92	11.92	-.018	.022	.810	.103	1.046	1.756	300.0	68.08	11.92
23.00	11.49	11.49	-.018	.031	.800	.096	1.036	1.813	400.0	70.53	11.49
23.00	11.07	11.07	-.019	.040	.788	.089	1.025	1.874	500.0	73.11	11.07
24.00	13.33	13.33	-.017	.000	.837	.128	1.075	1.633	.0	61.09	13.33
24.00	12.87	12.87	-.017	.007	.829	.120	1.067	1.678	100.0	63.16	12.87
24.00	12.43	12.43	-.018	.014	.820	.112	1.058	1.726	200.0	65.35	12.43
24.00	11.99	11.99	-.018	.022	.810	.104	1.048	1.779	300.0	67.65	11.99
24.00	11.57	11.57	-.019	.031	.800	.097	1.038	1.837	400.0	70.06	11.57
24.00	11.15	11.15	-.020	.040	.788	.090	1.027	1.899	500.0	72.59	11.15
25.00	13.40	13.40	-.017	.000	.837	.129	1.077	1.653	.0	60.77	13.40
25.00	12.95	12.95	-.018	.007	.828	.121	1.068	1.698	100.0	62.82	12.95
25.00	12.50	12.50	-.018	.014	.819	.113	1.059	1.748	200.0	64.97	12.50
25.00	12.07	12.07	-.019	.022	.810	.105	1.050	1.802	300.0	67.24	12.07
25.00	11.65	11.65	-.020	.031	.799	.098	1.040	1.860	400.0	69.61	11.65
25.00	11.23	11.23	-.020	.040	.788	.091	1.030	1.924	500.0	72.10	11.23
26.00	13.47	13.47	-.018	.000	.836	.131	1.078	1.672	.0	60.47	13.47
26.00	13.02	13.02	-.018	.007	.828	.122	1.070	1.718	100.0	62.49	13.02
26.00	12.58	12.58	-.019	.014	.819	.114	1.061	1.769	200.0	64.61	12.58
26.00	12.14	12.14	-.020	.022	.809	.107	1.052	1.824	300.0	66.84	12.14
26.00	11.72	11.72	-.020	.030	.799	.099	1.042	1.883	400.0	69.18	11.72
26.00	11.31	11.31	-.021	.039	.788	.093	1.032	1.948	500.0	71.63	11.31
27.00	13.53	13.53	-.018	.000	.836	.132	1.079	1.691	.0	60.18	13.53
27.00	13.09	13.09	-.019	.007	.828	.123	1.071	1.738	100.0	62.17	13.09
27.00	12.65	12.65	-.020	.014	.819	.115	1.063	1.790	200.0	64.27	12.65
27.00	12.21	12.21	-.020	.022	.809	.108	1.054	1.846	300.0	66.47	12.21
27.00	11.79	11.79	-.021	.030	.799	.101	1.044	1.906	400.0	68.77	11.79
27.00	11.38	11.38	-.022	.039	.788	.094	1.034	1.972	500.0	71.18	11.38
28.00	13.60	13.60	-.019	.000	.836	.133	1.080	1.710	.0	59.90	13.60
28.00	13.15	13.15	-.019	.007	.827	.125	1.073	1.758	100.0	61.87	13.15
28.00	12.71	12.71	-.020	.014	.819	.117	1.064	1.811	200.0	63.94	12.71
28.00	12.28	12.28	-.021	.022	.809	.109	1.055	1.867	300.0	66.11	12.28
28.00	11.86	11.86	-.022	.030	.799	.102	1.046	1.929	400.0	68.38	11.86
28.00	11.45	11.45	-.022	.039	.788	.095	1.036	1.995	500.0	70.75	11.45
29.00	13.66	13.66	-.019	.000	.835	.134	1.082	1.729	.0	59.64	13.66
29.00	13.22	13.22	-.020	.007	.827	.126	1.074	1.778	100.0	61.58	13.22
29.00	12.78	12.78	-.021	.014	.818	.118	1.066	1.831	200.0	63.62	12.78
29.00	12.35	12.35	-.021	.022	.809	.110	1.057	1.889	300.0	65.76	12.35
29.00	11.93	11.93	-.022	.030	.799	.103	1.048	1.951	400.0	68.00	11.93
29.00	11.52	11.52	-.023	.039	.788	.096	1.038	2.019	500.0	70.33	11.52
30.00	13.72	13.72	-.020	.000	.835	.136	1.083	1.747	.0	59.38	13.72
30.00	13.28	13.28	-.021	.007	.827	.127	1.075	1.797	100.0	61.30	13.28
30.00	12.84	12.84	-.021	.014	.818	.119	1.067	1.851	200.0	63.32	12.84
30.00	12.41	12.41	-.022	.021	.809	.111	1.058	1.910	300.0	65.43	12.41



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

---

Ottobre 2020										II048I-PE-RT-01_Rev1.docx
30.00	12.00	-.023	.030	.798	.104	1.049	1.974	400.0	67.64	12.00
30.00	11.59	-.024	.038	.788	.097	1.040	2.042	500.0	69.93	11.59
31.00	13.78	-.021	.000	.835	.137	1.084	1.766	.0	59.13	13.78
31.00	13.34	-.021	.007	.826	.128	1.076	1.816	100.0	61.03	13.34
31.00	12.90	-.022	.014	.818	.120	1.068	1.872	200.0	63.03	12.90
31.00	12.48	-.023	.021	.808	.112	1.060	1.931	300.0	65.11	12.48
31.00	12.06	-.023	.029	.798	.105	1.051	1.995	400.0	67.29	12.06
31.00	11.66	-.024	.038	.788	.098	1.041	2.065	500.0	69.55	11.66

*Tab. 1/b - Risultati dell'analisi di buckling - Condotta Dn 32"*

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Buckling Analysis Results

Depth	Net Thick mm	SIGH/SY	SIGN/SY	SIGM/SY	SYCR/SY	SXCR/SY	ALFA	PULL KN	D/T Tot.Thick mm	
32.00	13.84	-.021	.000	.834	.138	1.085	1.784	.0	58.89	13.84
32.00	13.40	-.022	.007	.826	.129	1.077	1.836	100.0	60.77	13.40
32.00	12.96	-.023	.014	.817	.121	1.070	1.891	200.0	62.74	12.96
32.00	12.54	-.023	.021	.808	.114	1.061	1.952	300.0	64.80	12.54
32.00	12.12	-.024	.029	.798	.106	1.052	2.017	400.0	66.95	12.12
32.00	11.72	-.025	.038	.787	.099	1.043	2.087	500.0	69.18	11.72
33.00	13.90	-.022	.000	.834	.139	1.086	1.802	.0	58.66	13.90
33.00	13.45	-.022	.007	.826	.130	1.079	1.854	100.0	60.52	13.45
33.00	13.02	-.023	.014	.817	.122	1.071	1.911	200.0	62.47	13.02
33.00	12.60	-.024	.021	.808	.115	1.063	1.973	300.0	64.51	12.60
33.00	12.18	-.025	.029	.798	.107	1.054	2.039	400.0	66.63	12.18
33.00	11.78	-.026	.038	.787	.100	1.045	2.109	500.0	68.83	11.78
34.00	13.95	-.022	.000	.834	.140	1.087	1.820	.0	58.44	<b>13.95</b>
34.00	13.51	-.023	.007	.825	.131	1.080	1.873	100.0	60.28	13.51
34.00	13.08	-.024	.014	.817	.123	1.072	1.931	200.0	62.21	13.08
34.00	12.66	-.025	.021	.807	.116	1.064	1.993	300.0	64.22	12.66
34.00	12.24	-.025	.029	.798	.108	1.055	2.060	400.0	66.31	12.24
34.00	11.84	-.026	.038	.787	.101	1.046	2.131	500.0	68.48	11.84
35.00	14.00	-.023	.000	.833	.141	1.088	1.838	.0	58.23	14.00
35.00	13.56	-.024	.007	.825	.133	1.081	1.892	100.0	60.05	13.56
35.00	13.13	-.024	.014	.816	.124	1.073	1.950	200.0	61.95	13.13
35.00	12.71	-.025	.021	.807	.117	1.065	2.013	300.0	63.94	12.71
35.00	12.30	-.026	.029	.797	.109	1.057	2.081	400.0	66.01	12.30
35.00	11.90	-.027	.037	.787	.102	1.048	2.153	500.0	68.15	11.90
36.00	14.06	-.024	.000	.833	.142	1.089	1.855	.0	58.02	14.06
36.00	13.62	-.024	.007	.825	.134	1.082	1.910	100.0	59.82	13.62
36.00	13.19	-.025	.013	.816	.125	1.074	1.970	200.0	61.71	13.19
36.00	12.77	-.026	.021	.807	.118	1.066	2.033	300.0	63.67	12.77
36.00	12.36	-.027	.029	.797	.110	1.058	2.102	400.0	65.72	12.36
36.00	11.96	-.027	.037	.787	.103	1.049	2.175	500.0	67.83	11.96
37.00	14.11	-.024	.000	.833	.143	1.090	1.873	.0	57.82	14.11
37.00	13.67	-.025	.006	.824	.135	1.083	1.929	100.0	59.60	13.67
37.00	13.24	-.026	.013	.816	.126	1.075	1.989	200.0	61.47	13.24
37.00	12.82	-.026	.021	.807	.119	1.068	2.053	300.0	63.41	12.82
37.00	12.41	-.027	.029	.797	.111	1.059	2.123	400.0	65.43	12.41
37.00	12.02	-.028	.037	.787	.104	1.051	2.196	500.0	67.52	12.02
38.00	14.16	-.025	.000	.832	.144	1.091	1.890	.0	57.62	14.16
38.00	13.72	-.025	.006	.824	.136	1.084	1.947	100.0	59.39	13.72
38.00	13.29	-.026	.013	.816	.127	1.076	2.008	200.0	61.24	13.29
38.00	12.87	-.027	.021	.806	.120	1.069	2.073	300.0	63.16	12.87
38.00	12.47	-.028	.029	.797	.112	1.061	2.143	400.0	65.16	12.47
38.00	12.07	-.029	.037	.786	.105	1.052	2.218	500.0	67.22	12.07
39.00	14.20	-.025	.000	.832	.145	1.092	1.908	.0	57.43	14.20
39.00	13.77	-.026	.006	.824	.136	1.085	1.965	100.0	59.19	13.77
39.00	13.34	-.027	.013	.815	.128	1.077	2.027	200.0	61.02	13.34
39.00	12.93	-.028	.021	.806	.121	1.070	2.093	300.0	62.92	12.93
39.00	12.52	-.028	.028	.796	.113	1.062	2.163	400.0	64.89	12.52
39.00	12.13	-.029	.037	.786	.106	1.054	2.239	500.0	66.92	12.13
<b>40.00</b>	<b>14.25</b>	<b>-.026</b>	<b>.000</b>	<b>.831</b>	<b>.146</b>	<b>1.092</b>	<b>1.925</b>	<b>.0</b>	<b>57.25</b>	<b>14.25</b>
40.00	13.82	-.027	.006	.823	.137	1.086	1.983	100.0	58.99	13.82
40.00	13.39	-.027	.013	.815	.129	1.078	2.045	200.0	60.80	13.39
40.00	12.98	-.028	.021	.806	.121	1.071	2.112	300.0	62.68	12.98
40.00	12.57	-.029	.028	.796	.114	1.063	2.184	400.0	64.63	12.57
40.00	12.18	-.030	.036	.786	.107	1.055	2.259	500.0	66.64	12.18

Tab. 1/c - Risultati dell'analisi di buckling - Condotta Dn 32"

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Il dimensionamento effettuato ha messo in evidenza l'ottima congruenza dei risultati ottenuti applicando la normativa DnV'81 che, come è noto, a parità di altre condizioni, porta a risultati lievemente più conservativi rispetto ad altre normative internazionali.

Per ogni profondità di posa e per ogni tiro residuo sulla condotta sono stati determinati gli spessori minimi di parete.

Chiaramente, a causa dell'effetto irrigidente, la condizione più penalizzate è sempre quella con tiro residuo sulla condotta pari a "zero".

Lo spessore minimo di parete ottenuto per la massima profondità di posa di -30 m è pari a 13,72 mm, che viene arrotondato per eccesso a quello commerciale di 14,27 mm.

Quest'ultimo spessore sarebbe in grado di garantire con tutti i coefficienti di sicurezza fissati dalla normativa il collasso sezionale della condotta sino alla profondità massima di -40 m.

A favore della sicurezza è stato del tutto trascurato l'effetto cerchiante apportato dalla gunitatura esterna della condotta.

Pertanto, trattandosi di tubazioni a "parete sottile", anche adottando del materiale L355 secondo la classificazione UNI EN 10224, a parità di tutti gli altri parametri e condizioni di progetto (e tra queste la massima profondità di posa) è possibile mantenere il medesimo spessore d'acciaio già a suo tempo verificato prevedendo un materiale di grado lievemente superiore.

## **5.6. Protezione contro la corrosione**

Una condotta sottomarina posata sul fondo o interrata è soggetta a condizioni ambientali particolarmente aggressive, pertanto è indispensabile proteggerla contro la corrosione. La progettazione della protezione contro la corrosione prevede l'utilizzo combinato dei due sistemi:

- a) protezione passiva
- b) protezione attiva.

Il sistema di protezione passiva consiste in un rivestimento esterno sia della condotta che dei giunti di saldatura, come di seguito descritto.

Per una scelta ottimale del rivestimento è necessario valutare gli effetti delle sollecitazioni indotte sulla condotta durante la posa (forza assiale, compressione, flessione, taglio, impatto e strisciamento) e il suo comportamento durante l'esercizio.

Tra i differenti tipi di rivestimento esterno ("coal tar", bitume, polietilene, resina epossidica), in questo caso si è preferito adottare un rivestimento esterno in polietilene, in perfetto accordo anche a quanto previsto al § 4 dell'All. A.2 "Relazione tecnica" del Progetto Preliminare posto a base di gara, aumentandone lo spessore sino a 4,0 mm.

Anche questo elemento rappresenta una miglioria rispetto al Progetto Preliminare posto a base di gara, sotto l'aspetto prestazionale e di durabilità delle tubazioni, con conseguente aumento della vita utile dell'opera con riferimento alla resistenza alla corrosione.

La scelta di adottare un rivestimento in polietilene a triplo strato è stata motivata principalmente dal fatto che la tubazione appoggiata sul fondo marino verrà ulteriormente rivestita con un strato esterno di calcestruzzo, che costituisce un'ottima protezione nei riguardi di eventuali danneggiamenti meccanici (urti, strisciamenti, ecc.) e per il fatto che non esiste una differenza di temperatura significativa tra il fluido all'interno della condotta e l'acqua marina.

Il rivestimento interno è stato invece realizzato mediante l'applicazione di uno strato di resina epossidica da 500 micron di spessore su tutta la superficie.

Anche questo elemento costituisce una netta miglioria prestazionale e di durabilità delle tubazioni, finalizzata ad un aumento della vita utile rispetto a quanto previsto al § 1.3 dell'All. A.13 "Disciplinare tecnico e prestazionale delle tubazioni in acciaio", che prevede uno spessore minimo di 250 micron di resina epossidica.



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

La protezione attiva contro la corrosione per le installazioni sottomarine è invece necessaria per impedire la corrosione della superficie esterna della condotta, esposta ad un ambiente aggressivo quando siamo in presenza del rivestimento della condotta danneggiato.

La protezione attiva può essere realizzata con i seguenti sistemi:

- a) a corrente impressa
- b) con anodi sacrificali.

Nel caso in esame la condotta sarà protetta catodicamente con entrambi i sistemi: nel tratto in TOC, dove non è possibile adottare anodi esterni, la condotta verrà inevitabilmente protetta con un sistema a correnti impresse; mentre il tratto di condotta posata sul fondale naturale, verrà protetta mediante un sistema ad anodi sacrificali in lega di alluminio-zinco-indio.

Per quanto attiene il sistema a corrente impressa, adottato nel primo tratto di condotta, si precisa che esso sarà costituito da un alimentatore su dispersore verticale, ubicato in corrispondenza della centrale di pompaggio, costituito da anodi al ferro/silicio/cromo con letto di posa in backfill di carbon coke.

In corrispondenza del punto di interconnessione realizzato mediante uno spool-piece biflagiato è chiaramente prevista l'installazione di un giunto dielettrico.

Nel dimensionamento del materiale anodico è stato tenuto conto di una densità di corrente per unità di superficie di 5 mA/mq.

Per il tratto di condotta a mare non interrata, dal dimensionamento sono scaturiti degli anodi del peso di circa 140 kg/cad posti secondo la seguente spaziatura: 1 anodo ogni 7 barre da 12,0 m, ovvero ogni 6 barre da 13,5 m (per una spaziatura di circa 84 m).

In ogni caso, come miglioramento tecnico del sistema di protezione catodica, fermo restando la medesima spaziatura, il peso è stato incrementato sino a 180 kg/cad.

La spaziatura effettiva risulta quindi inferiore rispetto alla previsione di 1 anodo ogni 100 m fissata al § 3.2 dell'All. A.2 "Relazione tecnica" del Progetto Preliminare posto a base di gara.

Il rivestimento dei giunti di saldatura sarà ottenuto utilizzando manicotti termorestringenti di tipo aperto, da avvolgere sul tubo.

Il materiale di base consiste in un polietilene modificato e irradiato con uno strato adesivo di mastice che si attiva riscaldandolo.

Pag. 56 di 83

Le estremità dei tubi non rivestite, già sabbiare in stabilimento e protette con fosfatante organico, dopo la saldatura saranno spazzolate meccanicamente e manualmente, in modo da eliminare ogni traccia di sostanze estranee (olio, grasso, fango, ossidi, spruzzi di saldatura, ecc.), sino all'ottenimento di un grado di pulizia St 3, in accordo con SIS 055900.

### **5.7. Stabilità condotta**

I calcoli di stabilità della condotta sottomarina sono ampiamente descritti nella relazione specifica II048I-PE-RT-08 "Relazione specialistica sulla stabilità della condotta". Lo studio rivela che, avendo prolungato il tratto in T.O.C., e avendo quindi portato l'exit point ad una profondità di -19 m (e non più di -12 m come da Progetto Preliminare), la stabilità della condotta è garantita con lo spessore di gunite prescelto da 8 cm, senza dover ricorrere a sovrassessori o alla posa di stabilizzazioni aggiuntive con materassi.

La modalità proposta nel Progetto Definitivo è conforme al Parere 29/7/2013 del Comitato Regionale VIA, in cui, tra le conclusioni, al punto 5 si riporta che "per il tratto di sovrapposizione al posidonieto, si prendano in considerazione tecniche alternative alla posa dei materassi bituminosi per l'ancoraggio della condotta".

### **5.8. Gestione, funzionalità ed ispezionabilità**

Si prevede di creare 4 ingressi alla condotta mediante tronchetti flangiati sulla condotta, presidiati da flangia cieca di dimensioni 800 mm di diametro trasversalmente alla condotta e oltre 1200 m longitudinalmente, per potervi accedere con una tubazione di spurgo, quando necessario.

La lunghezza della condotta, infatti, è tale da richiedere di poter intervenire all'interno della condotta stessa, non solo dalle estremità, ma anche in punti intermedi: tre ingressi sono previsti in corrispondenza degli "spool pieces", l'altro è previsto in prossimità del pozzetto di inizio del tratto in T.O.C. Attraverso tali aperture, è possibile introdurre anche quei particolari sistemi semoventi per la visione endoscopica della condotta, per il rilievo di danneggiamenti o altro o per la rimozione delle incrostazioni.

## **5.9. Manutenzione**

Il piano di manutenzione della condotta è riportato nella relazione II048I-PE-RT-18 “Piano di manutenzione delle opere e delle sue parti”.

## **5.10. Lavori di scavo**

Come già precedentemente anticipato, nel Progetto Definitivo, non è stata prevista alcuna operazione di scavo di trincee o dragaggi mare.

Non è stato previsto nemmeno alcun scavo di transizione per raccordare il primo tratto di condotta sottomarina in uscita dalla TOC con il secondo tratto da posarsi sul fondo naturale, in quanto, proprio in corrispondenza dell’exit point, è stato previsto uno speciale “spool piece” biflangiato con configurazione ad “S”.

L’unico scavo è limitato al cantiere a terra dell’attraversamento trenchless (in corrispondenza dell’entry point della TOC), necessario per l’installazione della macchina di perforazione, in corrispondenza dell’area su cui, peraltro, successivamente alle operazioni, verrà realizzata la vasca di accumulo dei reflui.

In definitiva, si ribadisce come la completa eliminazione di ogni scavo a mare costituisce indiscutibilmente una grossa miglioria, finalizzata a incrementare l’azione di contenimento preventiva della diffusione di sedimenti in sospensione e ad azzerare ogni possibile impatto ambientale sulle praterie di posidonia e sulle aree di biocostruzioni di coralligeno.

## **5.11. Descrizione della metodologia di posa della condotta**

Prima di iniziare le operazioni di varo, si dovrà procedere all’esecuzione di rilievi topografici, per individuare e segnalare con picchetti e boe di superficie tutti gli allineamenti.

Per quanto attiene la metodologia di posa della condotta, in linea del tutto generale, si opererà come nel seguito descritto.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Per la posa della condotta sottomarina e del diffusore viene previsto il metodo del tiro in semi galleggiamento di varie tratte di condotta con giunzione delle stringhe in un opportuno cantiere di prefabbricazione a terra.

In particolare, è previsto il varo in successione di n° 3 tratte di condotta della lunghezza, rispettivamente, di 1100 m (correlata alla lunghezza della TOC) e di 997 m (ultime due tratte).

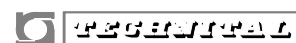
Chiaramente, mentre la lunghezza della prima tratta è tassativa, in fase operativa la lunghezza delle restanti due tratte potrebbe essere regolata e variata leggermente, a favore dell'una o dell'altra, a seconda delle effettive condizioni meteo che potrebbero verificarsi e che quindi potrebbero indurre ad anticipare o posticipare le operazioni di varo e trasferimento in posizione delle tratte stesse.

Sin dalla fase di Progettazione Definitiva, è stata posta dalla scrivente ATI una particolare attenzione alla selezione della più idonea e razionale area di cantiere a terra, sotto ogni profilo: facile accessibilità al cantiere dei mezzi d'opera, facile collegamento dalla viabilità ordinaria dei mezzi di trasporto, disponibilità di un'area libera da ogni infrastruttura avente una superficie di almeno 8.000 mq, lunghezza di almeno 140 m e larghezza di almeno 40 m, livellata tale da minimizzare movimenti terra correlati a spianamenti del terreno, sottofondo relativamente compatto (idoneo quale imbasamento dei bancali di prefabbricazione, da appoggiarsi semplicemente al suolo, senza sottofondazioni), assenza di interferenze con la viabilità litoranea, ubicata a sufficiente distanza da manufatti di interesse storico (Torre Calderina) o aree vincolate, allineata con l'esistente "varco" a mare dell'area SIC e quindi con la possibilità di utilizzare un corridoio di lavoro (attraverso il quale dovranno operare necessariamente il pontone di tiro, il mezzo navale per la stesa dei cavi e i mezzi di appoggio dei sub e dove si procederà alla sospensiva progressiva della condotta con portalini e galleggianti) minimamente interferente con l'area SIC, relativamente vicina all'area di posa della condotta sottomarina, onde minimizzare i tempi di trasferimento delle varie tratte, etc.

*Pag. 59 di 83*

*Esecuzione dei lavori*

*Progettazione*



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Essendo trascorsi diversi anni rispetto alla fase di Progettazione Definitiva ed essendo di conseguenza decaduti i termini degli accordi stabiliti con i proprietari dell'area privata che era stata individuata e proposta quale area di cantiere (da occupare temporaneamente), è risultato necessario adoperarsi per una nuova indagine sul posto. La scelta finale è ricaduta su un'area privata posta nel territorio del Comune di Bisceglie, individuata catastalmente al Foglio n° 15 e comprensiva delle particelle catastali n° 62-61-139-138-636-637-638-90-89-87-88-140-191-192. Essa rispetta tutti i requisiti sopra elencati e, in particolare, permette di utilizzare un corridoio di lavoro a mare non interferente con l'area SIC.

È stato quindi previsto l'utilizzo dell'intera area disponibile a terra, esattamente come rappresentata sui relativi elaborati grafici a varie scale (generale II048I-PE-DS-340 "Condotta sottomarina - Via a rulli: inquadramento geografico cantiere e risoluzione interferenza area SIC" e di dettaglio II048I-PE-DS-342 "Condotta sottomarina - Via a rulli: planimetria di varo"), in cui verrà predisposta la via a rulli, includendo anche un'area di preassemblaggio stringhe, posta lateralmente a questa e costituita da una serie di supporti atti poi a regolare il rotolamento delle stringhe sulla linea di varo, un'area di stoccaggio tubi, etc.

La scelta di una simile area di cantiere (sia a terra che a mare) consente quindi la massima ottimizzazione dell'organizzazione del cantiere stesso, sia in relazione al miglioramento della viabilità di accesso al cantiere, sia in relazione alle modalità di varo della condotta sottomarina, sia in relazione alle interferenze con i sottoservizi e le infrastrutture esistenti, sia in relazione ai rischi dovuti all'esecuzione dei lavori sulla sicurezza dei terzi.

A tutto ciò si aggiunge la minimizzazione dell'impatto ambientale, scongiurando ogni interferenza con aree protette e habitat sensibili.

All'interno dell'area di cantiere a terra verrà predisposta un'opportuna via a rulli costituente la rampa di varo vera e propria, di lunghezza commisurata agli spazi retrostanti la linea di battaglia.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Tale via a rulli dovrà essere necessariamente in asse con il tracciato di tiro della condotta ed avere una livelletta costante, in relazione alla pendenza del terreno prima e a quella del fondale poi.

La via a rulli, che interesserà nel tratto finale anche la stradina litoranea e la spiaggia, per una larghezza estremamente contenuta, proseguirà anche per un breve tratto a mare.

Tutte le rulliere dovranno essere montate su appositi basamenti in calcestruzzo dopo che il terreno sarà stato opportunamente spianato e preparato.

La spaziatura delle rulliere, costituite ognuna da una doppia fila di ruote, sarà in accordo a quanto richiesto dai calcoli di varo e comunque non superiore alla lunghezza di una barra.

I tubi in acciaio saranno trasportati via camion e stoccati in cataste su terreno sabbioso o comunque morbido.

Se necessario saranno predisposti degli appoggi costituiti da travi di legno o strisce di ghiaietto e, nel caso di cataste con più di due strati, interponendo tra uno strato e l'altro degli spezzoni di cavo di polipropilene 50 mm.

I tubi verranno sollevati, con imbracature di adeguata resistenza e costituzione tale da non danneggiarli, da due punti simmetrici rispetto alla mezzeria e non saranno in alcun modo utilizzate funi di sollevamento infilate all'interno del tubo stesso.

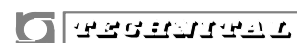
Tutti i tubi verranno quindi ispezionati per verificarne l'integrità del rivestimento e delle estremità, cianfrinati e portati sui supporti laterali di preassiemaggio, previa gunitatura esterna in calcestruzzo, che, a seconda dei casi, potrà essere realizzata in stabilimento o direttamente nell'area di cantiere.

Tutti i supporti (o bancali) saranno rivestiti di legno o gomma e fatti in modo tale da permettere il rotolamento delle stringhe sino alle rulliere della rampa di varo.

*Pag. 61 di 83*

*Esecuzione dei lavori*

*Progettazione*



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

I tubi saranno accoppiati tramite accoppiatore esterno e saldati secondo le procedure approvate in stretto accordo con quanto previsto all'All. A.13 "Disciplinare tecnico e prestazionale delle tubazioni in acciaio".

In particolare, l'accoppiamento delle estremità "a saldare" verrà realizzata, dopo la pulitura meccanica dei lembi, da apposito accoppiatore pneumatico interno in grado di allineare le superfici per la saldatura.

Detta attrezzatura, comandata all'esterno dell'opposta estremità del tubo da saldare, si muoverà per comando pneumatico all'interno della condotta. La rimozione dell'accoppiatore avverrà solo dopo l'ultimazione della 2<sup>a</sup> passata (hot pass).

Il numero di stazioni di saldatura sarà dettato dai termini di tempo entro cui dovranno essere assemblate le stringhe.

Le saldature saranno esaminate al 100% mediante radiografia e i giunti rivestiti con manicotti termorestringenti tipo "Raychem" o simili.

In particolare, per il controllo radiografico sarà prevista un'attrezzatura meccanizzata che effettua le esposizioni radioattive dall'interno della condotta.

Tale sistema offre vantaggi qualitativi, quantitativi e di sicurezza, in quanto le pareti della tubazione hanno spessore emivalente, l'esposizione è concentrica, quindi non deformante, ed infine è più rapida, quindi anche meno pericolosa.

Sarà comunque previsto un tunnel di piombo idoneo ad abbattere l'emissione radioattiva al di sotto dei valori ammessi.

Per quanto concerne lo sviluppo delle pellicole sarà prevista una stampatrice automatica, che rende in pochi minuti i film asciutti.

L'accertamento dei difetti, oltre alla ripetizione della radiografia, prevederà l'indagine con liquidi penetranti e/o polveri magnetiche e/o ultrasuoni.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Dopo l'applicazione dei manicotti termorestringenti, che serrati sotto l'azione delle torce ripristinano la continuità del rivestimento protettivo, verrà eseguito il test con l'Holiday detector, per la ricerca di eventuali discontinuità dielettriche.

Una volta allestita la 1<sup>a</sup> stringa sul bancale laterale, la stessa verrà fatta rotolare sino alla rampa di varo, all'estremità verso il mare sarà saldata la flangia sulla quale dovrà essere fissata la testa di tiro provvista anche di attacchi per il riempimento, collaudo e svuotamento della condotta.

Operativamente, per il traino in acqua della 1<sup>a</sup> stringa, si procederà secondo le procedure nel seguito descritte.

Un pontone, munito di verricello di tiro (pulling machine), si allineerà con l'asse della rampa di varo, ancorandosi ad una idonea distanza dalla linea di battigia (circa 1100 m) e, dopo aver collegato il cavo di tiro alla testata di tubo già predisposta sulla via a rulli, darà inizio alle operazioni di varo che consistono, fondamentalmente, nel recuperare il cavo e trascinare la condotta in semigalleggiamento, tramite l'azione di specifici galleggianti posti via via lungo la linea.

Un verricello a terra verrà usato come trattenuta per regolare la discesa verso il mare della condotta; il cavo del verricello verrà collegato ad una clampa di freno movibile, di volta in volta installata all'estremità della condotta verso terra.

Al fine di garantire il giusto peso residuo in acqua della condotta, saranno installati appositi galleggianti di spinta di forma cilindrica in acciaio o di materie plastiche, capaci comunque di sopportare una pressione massima di 3 bar.

Lungo la linea saranno installati anche dei portalini a catamarano di sospensioni della condotta.

I galleggianti saranno collegati al tubo tramite selle e tiranti di cavo d'acciaio, protetto da una guaina di gomma.



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Questo allestimento, grazie alla spinta dei galleggianti e all'uso integrato dei portalini permetterà alla stringa di galleggiare ad una altezza predefinita dal fondo.

Gli assiemi galleggianti/portalini saranno montati sul tubo poco prima di entrare in acqua, a mano a mano che la stringa verrà varata.

Sulla testa di tiro verrà posizionato un trasponder.

Quando il varo della prima stringa sarà completato, questa verrà bloccata in apposita clampa, prevista in prossimità dell'ultima posizione di accoppiamento alla fine della rampa di varo.

Il pontone resterà in posizione mantenendo appena in tiro il cavo di rimorchio.

Il cavo del verricello di ritenuta verrà quindi scollegato e riavvolto.

A questo punto la via a rulli si sarà liberata e pertanto la seconda stringa verrà portata in posizione sulla rampa di varo, a contatto con la prima per effettuare l'accoppiamento.

Un secondo verricello e/o una serie di spintori (terne di rulli motorizzati) o trattori verranno usati per spostare la seconda stringa.

La saldatura "in linea" verrà quindi eseguita, radiografata e rivestita secondo le procedure standard sopra descritte.

A questo punto si riprenderà il varo aprendo la clampa di freno della stringa e dando ordine di procedere al pontone nel recuperare il cavo.

Tutte le comunicazioni verranno fatte tramite radio su frequenza VHF dedicata.

Le suddette procedure si ripeteranno identiche per tutte le successive stringhe sino a formare una tratta di condotta di lunghezza predefinita.

Il sistema che è stato previsto (condotta in semigalleggiamento sostenuta da galleggianti e portalini) consente di regolare e mantenere il peso residuo in acqua entro limiti prefissati molto stretti e, nel contempo, consente anche di garantire la stabilità del sistema nei confronti delle azioni idrodinamiche esterne. In ogni caso, anche leggeri "sbisciamanti" orizzontali (dell'ordine di +/- 5,0 m) della condotta, durante il varo e il traino in mare, dovuti alle azioni di drag, non sono problematici.

*Pag. 64 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

In linea del tutto generale, infatti, un effetto di drag su una condotta in fase di varo non è mai così critico in quanto la stessa è estremamente elastica e un ipotetico sbisciamiento orizzontale, viene poi totalmente "recuperato" nel corso delle successive operazioni di trazione durante il varo, senza correre alcun rischio per l'integrità della condotta.

In ogni caso, saranno previste comunque delle procedure di emergenza (da attuarsi in casi di eventi meteo marini eccezionali), consistenti nell'allagamento e/o sgancio automatico dei galleggianti e, in particolarissime situazioni, anche nell'allagamento della tratta di condotta in fase di varo.

Una volta completata la tratta secondo la lunghezza prefissata, questa verrà rimorchiata e trasferita nella giusta posizione sino a che la testa di tiro e di coda non si saranno portate all'interno delle rispettive "target areas", precedentemente individuate e segnalate.

A questo punto il pontone dovrà essere disormeggiato dalla posizione iniziale e inizierà a muoversi lungo una rotta prestabilita e preventivamente controllata ad una velocità massima di 2 nodi, operando la ritenuta di coda mediante un secondo natante.

Le posizioni della testa di tiro e della testa di ritenuta verranno costantemente controllate durante il trasferimento con un sistema trasponder, che permetterà di verificare passo passo la rotta e, eventualmente, di apportare le necessarie correzioni di navigazione.

L'assetto del convoglio di trasferimento sarà pertanto il seguente:

- un pontone di traino (o rimorchiatore), con prora in direzione del moto, con almeno 100 m di cavo di rimorchio;
- un gommone recante a bordo almeno n° 4 sommozzatori (due dei quali pronti ad entrare in acqua), posto in posizione pressoché centrale della tratta;
- un natante con prora prevalente in opposizione alla direzione del rimorchio, in grado di effettuare la ritenuta e la manovra a mezzo di un secondo cavo della lunghezza di almeno 100 m.

Tutti i mezzi saranno in radiocollegamento fra di loro e sarà compito dei sommozzatori a bordo del gommone ispezionare la condotta in maniera continua durante il trasporto.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Il pontone seguirà una ben precisa rotta, precedentemente definita e segnalata in superficie con boe fusiformi.

Nella posizione finale sarà allestito un campo trasponder da un survey vessel, provvisto di radio posizionamento di superficie, sistema di posizionamento acustico in base corta e base lunga e ROV con manipolatore.

L'allineamento della testa della tratta in fase di posa rispetto all'ultima tratta già posata sul fondo verrà effettuato traguardando una serie di marker sul fondo.

Le correzioni sull'angolo di incidenza dell'allineamento e la distanza fra le testate delle tratte da collegare verrà effettuato agendo sui cavi di ormeggio dei mezzi navali con manovre di tonteggio.

Una volta che la singola tratta è in posizione, la condotta verrà quindi allagata aprendo le valvole delle teste di tiro da entrambi i lati tramite ROV e/o sommozzatori.

Verranno quindi rimossi definitivamente i galleggianti e i portalini, tagliando i cavi di connessione col ROV o con i sommozzatori.

Un'ispezione visiva finale col ROV dovrà confermare la posizione della condotta e le condizioni della stessa lungo tutta la sua lunghezza.

Con identica procedura a quella sopra descritta, si procederà anche alla predisposizione, trasporto e allineamento della stringa con l'asse del tracciato della condotta, per essere poi affondata, mollando via via i portalini e i galleggianti, ad una distanza di circa 170 m dall'exit point previsto per il tratto in TOC.

Il varo di questa tratta merita però una particolare attenzione rispetto alle altre.

Come già precedentemente definito, una simile condotta, se considerata priva di appesantimento, nella condizione di tubo vuoto sarà "galleggiante", mentre nella condizione di tubo allagato avrà un peso residuo elevatissimo (prossimo a 500 kg/m), che non consentirebbe il varo e né tantomeno il tiro all'interno del foro predisposto con la tecnica della TOC.

*Pag. 66 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

In tal caso, al fine di assicurare un peso residuo in acqua “variabile” ottimale, pari a circa 10-30 kg/m, sarà previsto lo zavorramento della condotta mediante parziale riempimento con acqua di mare o mediante gunitatura della condotta (lasciandola in quest’ultimo caso caso vuota).

La prima soluzione può essere applicata tramite l’inserimento all’interno delle singole stringhe costituenti la tratta di vari spezzoni di tubazioni in PEAD, fondellati e pieni d’aria, o manichette flessibili, collegati reciprocamente gli uni agli altri con cavi in acciaio, dotati di moschettoni, in grado di assicurare al sistema il giusto peso residuo, considerando l’allagamento parziale del solo meato interno compreso tra il tubo d’acciaio e gli spezzoni suddetti. In alternativa, la stessa soluzione può essere applicata considerando l’allagamento interno delle suddette tubazioni in PEAD (un’unica tubazione continua o spezzoni fondellati collegati con cavi d’acciaio), aventi diametro tale da garantire il peso residuo desiderato, una volta riempite d’acqua.

Gli spezzoni di tubazioni vengono installati all’interno delle varie stringhe direttamente sui bancali e collegati reciprocamente in corrispondenza della stazione di saldatura “in linea”. Una volta che la tratta è completamente varata, in concomitanza alla fase di sospensione con i portalini, si procede quindi all’allagamento parziale della stessa, prima di iniziare il trasporto in mare.

Solo dopo aver tirato l’intera tratta all’interno del foro in TOC, si procederà tramite un opportuno verricello munito di pastecca di rinvio sul fondo del mare a recuperare totalmente gli spezzoni di tubazioni in PEAD.

Completata la posa in opera delle varie tratte di condotta si procederà all’effettuazione dei rilievi dimensionali e alla realizzazione dei collegamenti finali mediante idonei “*Spool pieces*” biflangiati (totale n° 3).

I vari elementi costituenti gli “*Spool pieces*” verranno ammainati sul fondo del mare, il più vicino possibile al punto prestabilito (“*target area*”), alleggeriti con opportuni galleggianti a paracadute.

L’operazione verrà eseguita con l’uso della gru di bordo avente idonee capacità di sollevamento e attrezzata con cavi di lunghezza adeguata al fondale.

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Tenuto conto che questi dovranno essere costruiti a bordo, è chiaro come si imponga specifici requisiti sulla disponibilità di spazio sul ponte del mezzo per la fabbricazione finale degli stessi in fase di installazione.

La profondità di posa, invece, impone requisiti sulla capacità di ormeggio del mezzo, sulla disponibilità di un adeguato impianto di immersione (per la posa in alto fondale è previsto uno specifico impianto di saturazione), sulla disponibilità dei cavi delle gru.

Lo specifico sistema di connessione flangiato richiede altresì la possibilità da parte del mezzo di superficie di sostenere un sistema di “*guidelines*” ad ognuna delle due estremità di ogni tratta di condotta da collegare.

La scelta è stata pertanto essere indirizzata ad un *Diving Support Vessel* (DSV) con adeguato spazio di lavoro sul ponte e capacità di sollevamento o, in alternativa, di un *Crane Barge* (CB) opportunamente attrezzato con impianto di saturazione per alti fondali.

Per il collegamento delle varie tratte a mezzo “*Spool piece*” si procederà all’allineamento/avvicinamento dei piani di flangiatura con l’estremità delle tratte di condotta stessa.

Tale operazione verrà eseguita operando con la gru di sostegno, con eventuali *H-frame* e sistemi di fondo tipo *tir-fort* manovrati da una squadra di sommozzatori.

Dopo aver rimosso le testa di tiro e di ritenuta dalle “*sealines*” e accuratamente pulito tutti i piani di flangiatura da residui sabbiosi, i sommozzatori effettueranno il montaggio dello “*Spool piece*” procedendo con i successivi accoppiamenti flangiati di estremità già precedentemente definiti.

Il serraggio finale dei tiranti verrà eseguito mediante speciali apparecchiature subacquee tipo *Hydraulic Pulling System*, *Sea Serpent* o equivalente.

A questo punto si procederà all’appoggio esecutivo dei vari “*Spool pieces*” sul fondo, al recupero dei cavi di sostegno, dei galleggianti e delle eventuali *H-frame*.

Tutte le suddette operazioni verranno ripetute identiche per ogni collegamento.

Un'ispezione visiva finale col ROV dovrà confermare la posizione della condotta e le condizioni della stessa lungo tutta la sua lunghezza.

Completata la posa in opera della condotta si procederà all'effettuazione dei rilievi dimensionali e alla prefabbricazione dei vari rami diffusori con inclusi torrini di efflusso.

I vari elementi costituenti i diffusori verranno quindi ammainati sul fondo del mare, il più vicino possibile al punto prestabilito, senza fondelli (pieni d'acqua), alleggeriti con opportuni galleggianti a paracadute.

L'operazione verrà eseguita con l'uso di una gru avente idonee capacità di sollevamento e attrezzata con cavi di lunghezza adeguata al fondale, con procedure del tutto identiche a quelle già descritte per la posa degli "Spool-pieces".

#### **5.12. Descrizione della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.)**

La tecnologia TOC che è stata prevista al fine di eliminare ogni interferenza con l'area SIC, non richiede alcuno scavo e alcuna interruzione riducendo così al minimo l'impatto ambientale e paesaggistico, sia a medio che a lungo termine.

Essa permette di posare le tubazioni alle profondità volute, nelle posizioni più protette, svincolandosi completamente dalla eventuale problematica legata alle difficoltà di scavo. Con questa tecnologia la posa della tubazione risulta molto veloce e soprattutto sicura sia in termini di risultati che in termini di cantiere. I volumi di scavo vengono inoltre ridotti notevolmente.

In linea generale l'interramento di una condotta mediante la tecnologia TOC avviene tipicamente seguendo tre fasi di lavoro principali, rappresentate in Fig. 1, e che si possono sinteticamente riassumere come segue:

- perforazione pilota (o foro pilota) – pilot boring; consiste nell'eseguire un perforazione guidata di piccolo diametro, che parte da un punto collocato sulla superficie e segue una traiettoria prestabilita, con la possibilità di eseguire manovre direzionali correttive; questo è possibile grazie all'uso combinato di un sistema di guida (che fornisce sezione per sezione la posizione, orientamento ed

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

inclinazione della punta di perforazione) e di utensili di perforazione manovrabili e direzionabili dalla superficie (mediante semplici manovre di spinta e rotazione);

- alesatura - back/forward reaming consiste in una serie di passaggi di allargamento del foro pilota, tramite tiro (back) o spinta (forward) e contemporanea rotazione di opportuni utensili allargatori del foro (detti alesatori), che permettono di aumentare il diametro del foro, progressivamente ad ogni passaggio di alesatura, sino a raggiungere un diametro finale sufficiente al passaggio agevole del tubo da installare;
- tiro (o varo) – pull back; consiste nel tirare la tubazione da installare nel foro opportunamente allargato.

In ogni caso il ricorso alla TOC costituisce sicuramente una miglioria, in termini di minori impatti ambientali, se e soltanto se utilizzata con speciali accorgimenti, senza i quali essa può risultare addirittura più dannosa delle tecniche di interrimento tradizionali.

Si evidenzieranno questi speciali accorgimenti tecnologici ed operativi che possono rendere effettivamente efficace il ricorso alla tecnologia della TOC.

Gli accorgimenti, che verranno trattati nei successivi capitoli, riguarderanno:

- 1) l'articolazione delle fasi di perforazione pilota ed alesatura;
- 2) il ricorso ad un sistema di fluidi di perforazione a base di acqua marina e bio polimeri biodegradabili.

#### 5.12.1. Articolazione generale delle fasi di perforazione pilota ed alesatura

Tradizionalmente la fase di perforazione pilota nella TOC si conclude quando la punta di perforazione emerge nel punto di arrivo prestabilito. Se si procedesse in questo modo anche nel caso in esame, la conseguenza sarebbe che una parte rilevante del fluido di perforazione contenuto nel foro pilota si riverserebbe in mare, con due conseguenze inammissibili:

- a) la dispersione del fluido e dei detriti in mare;

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

b) l'impossibilità, nelle successive fasi di alesatura, di attuare la necessaria circolazione in foro di un opportuno fluido di perforazione per il trasporto fuori terra del detrito di scavo.

Per evitare questi inconvenienti il foro pilota dovrà essere interrotto alcune decine di metri prima del punto previsto di uscita sul fondo marino (Fig. 1), in modo da garantire che tra il fondo foro ed il fondo marino si frapponga uno strato di roccia sufficiente a contenere i fluidi di perforazione.

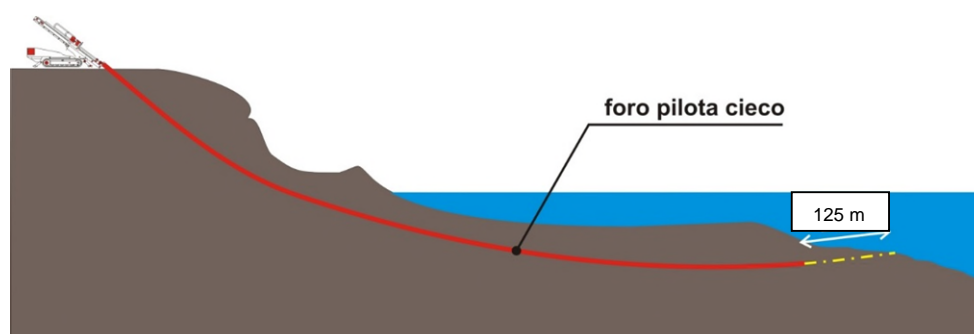


FIGURA 1- T.O.C. FASE 1

Le successive fasi di alesatura del foro pilota, che permetteranno di raggiungere un diametro finale del foro, verranno condotte utilizzando alesatori in avanzamento anziché i tradizionali alesatori in tiro (*back reamer*). Questo permetterà di mantenere il foro cieco (ovvero non comunicante con il fondo marino), sino al completamento dell'alesatura finale (Fig. 2 e 3).

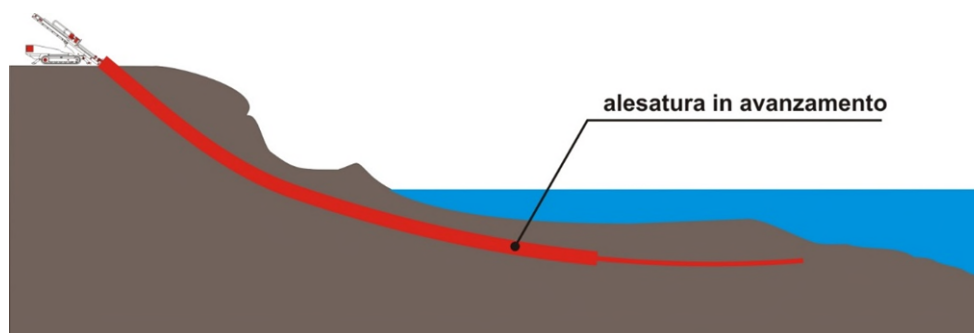


FIGURA 2- T.O.C. FASE 2



Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

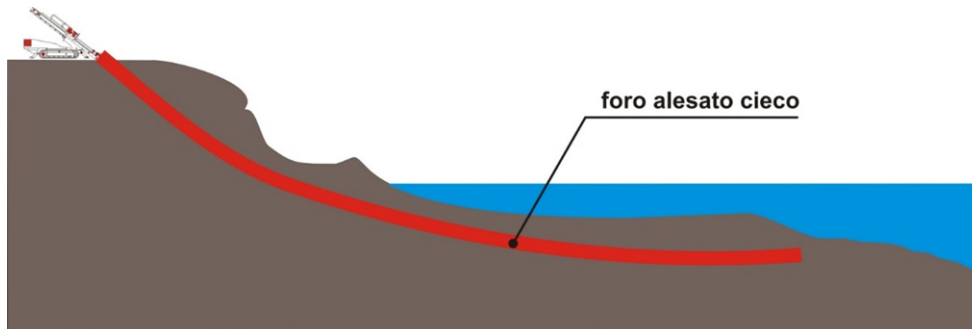


FIGURA 3- T.O.C. FASE 3

Al termine di questa fase di procederà ad un lavaggio con acqua marina del foro per l'evacuazione di tutto il fluido di perforazione eventualmente ancora presente nel foro. Terminata questa fase di procederà allo sfondamento del tratto residuo tra fondo foro e parete di fondo marino (Fig. 4), mediante alesatura in avanzamento con speciale punta alesatrice. In tale fase, la ridotta lunghezza del tratto da perforare permetterà di utilizzare semplice acqua marina e biopolimero per l'evacuazione dei detriti di scavo, evitando qualsiasi genere di fuoriuscita di fluido di perforazione in mare.

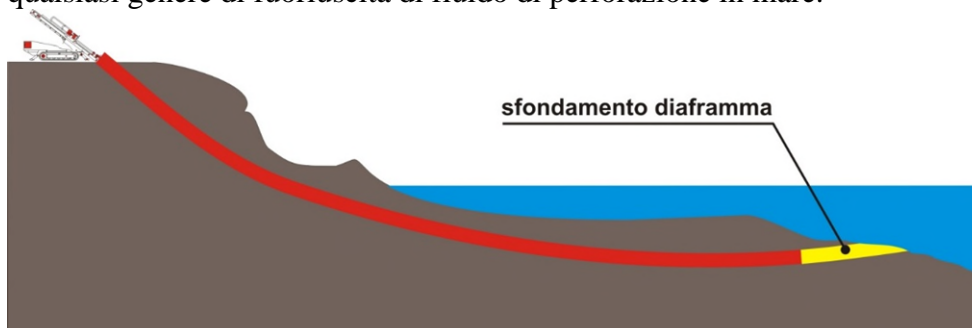


FIGURA 4- T.O.C. FASE 4

5.12.2. Sistema di fluidi di perforazione a base di acqua marina e bio polimeri biodegradabili

Benché gli accorgimenti afferenti le fasi di foro pilota ed alesatura siano teoricamente già sufficienti ad evitare che il fluido di perforazione possa disperdersi in mare, non si può escludere a priori la presenza di litoclasti negli strati rocciosi

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

attraversati, che possono permettere al fluido di perforazione di raggiungere il fondo marino disperdendosi in mare.

Se una tale eventualità si verificasse, utilizzando i normali fluidi di perforazione, che sono confezionati miscelando bentonite ed altri additivi (alcuni dei quali di sintesi non biodegradabili) ad acqua dolce normalmente corretta con aggiunta di carbonato sodico, si causerebbe la dispersione in mare di sostanze inquinanti che avrebbero effetti del tutto indesiderabili sull'habitat marino. Un altro problema, derivante dall'utilizzo di fluidi di perforazione ordinari, sarebbe rappresentato dai notevoli quantitativi di acqua dolce necessari per il confezionamento dei fluidi.

Per tutti i motivi appena elencati, quale accorgimento migliorativo, si ricorre all'impiego di un fluido di perforazione confezionato miscelando gomma di guam (un galattomannano estratto da un legume - il guam appunto) ad acqua marina filtrata. Il fluido che si ottiene ha certamente un costo maggiore rispetto ad un fluido tradizionale, ma permette di conseguire due importanti risultati:

- a) è completamente biodegradabile, pertanto, anche in caso di sversamenti accidentali, esso non causerebbe inquinamento marino;
- b) non comporta il consumo di una rilevante quantità di risorsa idropotabile.

Nel caso in esame, al fine di contenere i volumi complessivi di fluido di perforazione utilizzato, si potrà ricorrere anche all'impiego di un opportuno impianto di riciclo del fluido; quest'impianto permette una notevole riduzione della quantità complessiva di fluidi di perforazione esausti da smaltire in discarica speciale, e quindi anche una notevole riduzione dei viaggi di mezzi pesanti necessari al trasporto a discarica di tali fluidi. La riduzione dei quantitativi di fluidi utilizzati rispetto ad un impianto di perforazione che non preveda il riciclo, è pari a non meno del 90%. Un impianto di riciclo del fluido di perforazione è composto da una sezione di separazione della parte solida trasportata (i granuli di terreno), una sezione di trattamento per l'aggiunta di acqua fresca e/o biopolimeri ed una sezione di ripompaggio in circolo del fluido. Questo permette di attuare un ricircolo dei fluidi di perforazione, con vantaggi anche sul piano della tempistica e del consumo energetico in genere, perché non occorre preparare continuamente

nuovi quantitativi di fluido e quindi non occorre impiegare tempo e carburanti per la produzione continua di nuovi quantitativi di fluido.

Sul piano della salute dei lavoratori, l'impiego di bio polimeri riduce drasticamente l'esposizione al rischio che invece deriva dalla manipolazione di bentonite o di polimeri di sintesi.

### 5.12.3. Analisi specifica

Nello specifico caso, la Trivellazione Orizzontale Controllata adottata dalla scrivente ATI, in accordo a quanto sopra trattato a livello generale, è rappresentata nei seguenti elaborati grafici: II048I-PE-DS-322 "Condotta sottomarina - T.O.C.: fasi realizzative - Tav.1 di 2" e II048I-PE-DS-323 "Condotta sottomarina - T.O.C.: fasi realizzative - Tav.2 di 2".

Nell'elaborato II048I-PE-DS-301 "Condotta sottomarina - Batimetria e Profilo di posa dal PK 0+000 al PK 1+700" sono riportati, oltre alla stratigrafia attesa nel sito di intervento, i principali parametri tecnici caratterizzanti la TOC in termini di: i) angolo di ingresso (= 7°), ii) angolo di uscita (= 5°), iii) lunghezza tratto TOC (=1100 m), iv) raggio di curvatura ammissibile (= 5280 m).

In particolare, a livello di articolazione del lavoro, si precisa quanto segue :

- Il foro pilota verrà trivellato fino ad arrivare a ridosso della zona di transizione tra lo strato roccioso e quello sabbioso, ovvero sino al P.K. 0+975.
- Il primo alesaggio del foro verrà eseguito mediante un alesatore montato su aste di diametro maggiore di quelle usate per il foro pilota, in modo che l'alesatore e le nuove aste possano scorrere su quelle di perforazione già presenti a seguito dell'esecuzione del foro pilota. La manovra di alesatura sarà agevolata mediante circolazione di fango bentonitico nel foro.
- Il primo alesatore verrà fermato prima di raggiungere la testa di perforazione del foro pilota al P.K. 0+975, lasciando pertanto un diaframma roccioso di sicurezza di 10 m di spessore.
- A questo punto il primo alesatore verrà ritirato fino al cantiere a terra per essere rimosso. Si monterà quindi al suo posto un secondo alesatore di

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

diametro maggiore che verrà nuovamente fatto avanzare sempre fino al P.K.0+975.

- Questa operazione di alesaggio verrà ripetuta tante volte quanto necessario per allargare il foro fino al diametro voluto.
- Terminata l'ultima manovra di alesaggio, si fermerà l'alesatore a fondo foro e a questo punto si effettuerà il completo lavaggio del foro con acqua, in modo da rimuovere la bentonite dal foro stesso.
- Lo sfondamento sul fondo marino (attraversamento della zona di transizione tra lo strato roccioso e quello sabbioso e dell'ultimo tratto in sabbia per una lunghezza complessiva di 125 m) si otterrà riprendendo a spingere la testa di perforazione fino all'exit point eseguendo la manovra con l'alesatore ancora in sito per conferire al foro finale il diametro utile ad alloggiare la condotta. La testa di perforazione finale sarà calibrata per la perforazione di uno strato di terreno non coesivo. Per quest'ultimo tratto verrà utilizzato un fluido di perforazione completamente biodegradabile (i.e a base di gomma di guam).
- Dopo lo sfondamento all'estremità della batteria di perforazione verrà collegato il giunto reggispinga girevole tra l'ultimo alesatore e la testa di tiro della condotta per iniziare le operazioni di tiro da terra.

L'eventuale procedura operativa di emergenza in caso di mal funzionamento della colonna di perforazione sarà la seguente:

- Pulizia del foro tramite viaggi di flussaggio o con utensili auger;
- Sigillatura delle fratture di perdite di flusso mediante iniezioni di cemento;
- Correzioni di direzione se fossero rilevate deviazioni dal profilo di progetto;
- Uso di utensili derivati dal campo petrolifero per la "pesca" di aste o altro in caso di rottura della colonna di perforazione;
- Uso di "massa battenti" per liberare eventuali colonne di perforazione bloccate.

Le pompe ad alta pressione che regoleranno la portata del fluido bentonitico sono in grado di fluire tra i 2500 e i 3000 l/min. Come riportato nel paragrafo precedente, ultimata la manovra di alesaggio, si ferma l'alesatore a fondo foro e si effettua il lavaggio del foro con acqua, in modo da rimuoverne la bentonite.

**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Poiché il volume del foro alesato per ogni HDD (Horizontal Directional Drilling) è pari a 1600 m<sup>3</sup>, considerato che lo spazio tra il tubo di linea e le pareti del foro alesato sarà pari globalmente a 625 m<sup>3</sup>, la bentonite da trattare con filtropressatura sarà pari a circa 1.000 m<sup>3</sup> per ogni HDD. Si deve considerare che la filtropressatura di questa quantità di bentonite, alloggiata in vasche al Rig side, può durare tra i 10 e i 15 giorni.

Sulla base dei volumi e della gestione operativa dei fanghi, verranno predisposte adeguate aree di cantiere in cui posizionare due o più vasche.

In generale gli angoli di entrata ed uscita delle Trivellazioni Orizzontali Controllate sono funzione della morfologia, degli ostacoli da superare, delle caratteristiche dei terreni da trivellare e delle caratteristiche delle tubazioni da inserire.

Si deve cioè tener conto della superficie topografica che, nel caso dei fondi marini, può avere essa stessa un angolo di “discesa” non trascurabile; eventuali livelli di materiali alluvionali con tessiture grossolane devono essere superati in modo da diminuire la lunghezza dei tratti non favorevoli nei confronti del mantenimento della stabilità del foro di trivellazione; si debbono infine tenere in debita considerazione le caratteristiche di elasticità della condotta che devono essere compatibili con il profilo di trivellazione verificato con i calcoli di stress analysis.

La sonda di perforazione (Rig) è l’attrezzatura specifica utilizzata nelle operazioni di perforazione. Le caratteristiche del Rig vengono definite in funzione della lunghezza e del diametro della condotta. Per la condotta in esame, DN 800 (32”), si prevede l’utilizzo di un Mega o di Maxi Rig secondo la classificazione riportata nella seguente Tabella 6 .

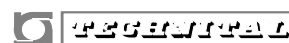
TABELLA 6 - POTENZIALITÀ E LIMITI DI APPLICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PERFORAZIONE

Tipologia	Caratteristiche di macchina		Limiti di perforazione	
	Tiro max.(kN.m)	Torsione max. (kN.m)	Lunghezza max.(m)	Diametro max.(m)
<b>Mega</b>	<b>4000</b>	<b>58</b>	<b>≈2000 (con DN 900)</b>	<b>1600</b>
<b>Maxi</b>	<b>2400</b>	<b>50</b>	<b>&gt;2000 (con DN 500)</b>	<b>1200</b>
Midi	800	25	>800 (con DN 300)	600
Mini	400	20	>500 (con DN 200)	400

Pag. 76 di 83

*Esecuzione dei lavori*

*Progettazione*



**Progetto Esecutivo**  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Micro	220	10	>200 (con DN 120)	200
-------	-----	----	-------------------	-----

Il sistema di controllo direzionale del foro prevede la conoscenza e il controllo dei seguenti parametri:

- Lunghezza totale;
- Lunghezza orizzontale - Lunghezza inclinata;
- Dislivello;
- Deviazione verticale.

Per il caso in oggetto, si prevede di posare sul fondo marino due cavi per effettuare la guida magnetica con sistemi tipo Pratrack II. La precisione di tale metodo è pari a  $\pm 0 - 2\%$  rispetto alla lunghezza di trivellazione. Si parla di un massimo di errore di 3,6 m in elevazione e in direzione. Tuttavia, di fatto, ci si attesta su errori molto inferiori.

Sarà inoltre adottato un sistema di guida di tipo giroscopico, come illustrato nella figura seguente, che verrà montato in coda alla testa di perforazione e che sostituirà quindi la guida magnetica durante le fasi di perforazione.

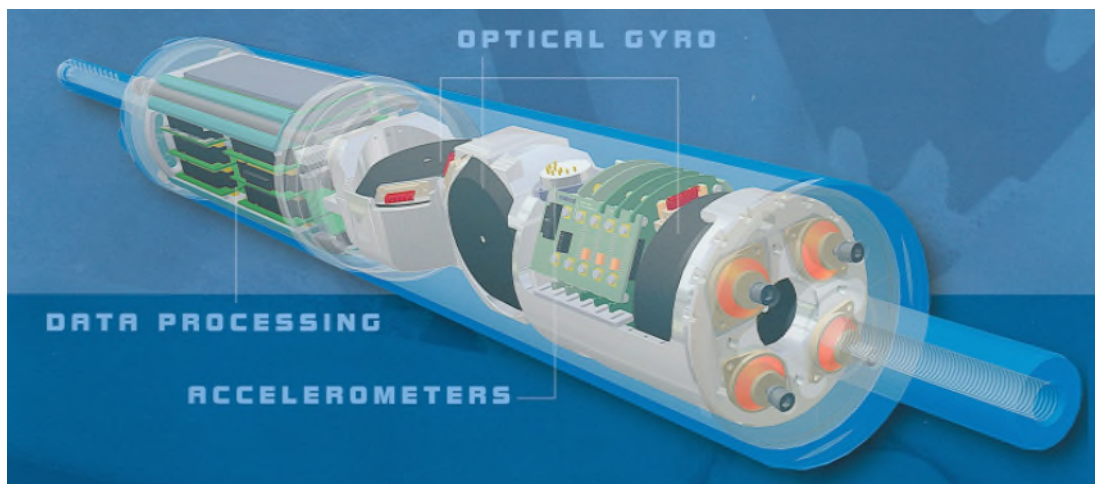


FIGURA 7 - RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL GIROSCOPIO PER TOC

### 5.13. Descrizione della metodologia di protezione e segnalazione

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Come già ricordato precedentemente, nel tratto sottocosta, laddove sono più violente le azioni meteomarine, la condotta sottomarina di cui trattasi è prevista posata all'interno di un foro realizzato con la tecnologia TOC, mentre nel tratto a maggiore profondità la condotta verrà posata direttamente sul fondo naturale.

In quest'ultimo tratto la condotta in acciaio appesantita con calcestruzzo non ha bisogno di stabilizzazioni aggiuntive dopo la posa, in quanto è perfettamente stabile sul fondo.

Terminate, quindi, le operazioni di varo della condotta, del diffusore e di tutti i collegamenti sul fondo si procederà unicamente alla realizzazione del sistema di protezione e di segnalazione.

Infatti come sistema di protezione aggiuntivo del diffusore e del tratto di condotta non interrata, contro eventuali azioni meccaniche esterne, sono state previste delle barriere meccaniche antipesca, nei tipi brevettati e già adottati in casi simili o per protezioni di gasdotti sottomarini e cavi di potenza.

Esse sono costituite da barriere di blocchi di protezione di calcestruzzo muniti di rostri ed appigli antirete che "scoraggiano" psicologicamente ogni pescatore che non rispetti i divieti di ancoraggio e pesca, visto che le stesse sono senz'altro in grado di rovinare irrimediabilmente ogni tipo di rete da pesca.

In estrema sintesi, si seguiranno le seguenti procedure operative:

- 1) Segnalazione dell'asse della condotta e del diffusore mediante boe e gavitelli opportunamente ancorati con l'ausilio dei sommozzatori.
- 2) Posizionamento di boette di segnalazione dei punti di posa impiegando un natante con a bordo l'antenna mobile del radioposizionamento.
- 3) Carico a bordo del natante dei blocchi previsti essere installati nella giornata dalla banchina in prossimità dell'area di cantiere.
- 4) Trasporto dei blocchi suddetti via mare.
- 5) Posizionamento ed ormeggio del natante di posa sulla verticale del punto di lavoro.
- 6) Ammaino dei blocchi, precedentemente imbarcati sulla coperta del natante, per mezzo di una gru o della gru principale.

*Pag. 78 di 83*



- 7) Verifica del corretto posizionamento dei blocchi da parte dei sommozzatori.
- 8) Recupero della braga di ammaino e degli ormeggi del natante.
- 9) L'avanzamento del natante ed il suo successivo ormeggio determinerà la ripetitività delle procedure operative di cui sopra.

Al termine dei lavori verrà posizionata anche la boa di segnalazione luminosa secondo le indicazioni fornite dalla Casa costruttrice.

#### **5.14. Cantierabilità dell'opera e organizzazione di cantiere**

In relazione alle caratteristiche dei lavori da eseguire, si osserva che, data la situazione ambientale in cui si andrà ad operare, non esistono particolari ostacoli ad una regolare cantierabilità dell'opera e alla organizzazione del cantiere se non porre particolare cura nella mitigazione dell'impatto ambientale temporaneo.

Ben consapevoli che sia per l'esecuzione delle opere a terra che per quelle a mare si opera in un ambiente con particolare pregio paesaggistico e turistico, si adotteranno tutte quelle precauzioni e opere provvisoriale per mitigare il più possibile l'effetto negativo (se pur temporaneo) sull'impatto ambientale durante le fasi di costruzione dell'opera.

La prima scelta per ottemperare a quanto sopra esposto sarà di eseguire i principali lavori a terra e di superficie in periodi dell'anno in cui la stagione turistica e la balneazione non hanno sviluppo.

Lo staff di cantiere sarà costituito da un direttore responsabile del progetto a cui verranno affiancati due capi cantiere, uno dei quali responsabile delle lavorazioni a terra; il secondo, specializzato nel settore delle condotte sottomarine, avrà la responsabilità di tutte le lavorazioni a mare.

L'impresa marittima costituente l'ATI gode di una particolare specializzazione nelle varie lavorazioni previste; perciò integrerà la propria attività e metterà a disposizione mezzi d'opera e maestranze particolarmente esperte nelle varie strutture che dovranno essere realizzate.

La esecuzione delle opere a terra e sotto costa non comporta particolari difficoltà, visto che si tratta di realizzare un tratto di condotta con la tecnica TOC, a bassissimo impatto ambientale, e sistemazioni esterne le cui caratteristiche risultano ben evidenziate nel progetto.



**Progetto Esecutivo  
Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

Per quanto riguarda l'esecuzione di queste opere nell'impianto di cantiere, che, ancorché temporaneo, sarà circoscritto alle sole aree già destinate all'impianto di sollevamento e ad un'area privata totalmente esterna, priva di vincoli ambientali, evitando quindi il più possibile quelle installazioni che creano disturbo paesaggistico.

I lavori di scavo mediante TOC saranno eseguiti impiegando metodi, sistemi e mezzi d'opera tali da non creare problematiche ambientali, depositi di rifiuti, imbrattamento del sistema viario e deturpazione del paesaggio.

L'esecuzione della TOC per lo scavo e posa della condotta nel primo lungo tratto avverrà esclusivamente per il tempo strettamente necessario e a lavori ultimati si provvederà al ripristino immediato dell'ambiente naturale.

Saranno evitate molestie e/o danni alla popolazione residente, in particolare per quanto attiene il rumore, gli odori, le polveri e i fumi, con particolari accorgimenti ed opere di protezione.

I lavori verranno inoltre eseguiti osservando scrupolosamente le norme di legge in materia di igiene e di sicurezza del lavoro e dell'ecologia.

Per quanto invece riguarda le opere a mare, l'Impresa impiegherà idonei ed affidabili mezzi marittimi per la posa della condotta e per le lavorazioni collegate.

Il personale di detti mezzi è particolarmente esperto nella realizzazione di condotte sottomarine.

### **5.15. Conclusioni**

Dall'esame dei dati batimetrici, geomorfologici, litologici, dei vincoli ambientali esistenti e di tutti gli altri dati che sono stati reperiti per l'elaborazione del presente Progetto Esecutivo, si può concludere che la soluzione in acciaio proposta è sicuramente la più razionale.

In sostanza la condotta in acciaio appesantita con calcestruzzo è stata adottata soprattutto a causa dei problemi di stabilità e anche come protezione del sistema nei confronti di agenti meccanici esterni (pesca a strascico, ancoraggi, etc).

Tra l'altro, la condotta in acciaio è l'unica in grado di minimizzare enormemente i volumi di scavo off-shore e il conseguente impatto ambientale.

*Pag. 80 di 83*

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

L'adozione della TOC nel tratto sotto costa consente di installare la condotta evitando ogni interferenza con la strada litoranea, con la spiaggia, con la battigia e con il primo lungo tratto di fondale in cui è stata accertata la presenza di habitat di particolare valenza naturalistica, minimizzando così l'impatto ambientale.

Sono stati evitati ogni forma di scavo a mare, di interrimento della condotta di tipo tradizionale, che non sarebbero infatti tollerabili, tanto meno in considerazione delle particolarità ambientali dell'area, interferente con un'area SIC.

In sostanza, il presente documento ha preso in esame i dati base di progetto, la descrizione generale della condotta e del relativo diffusore, le modalità di lavoro che l'ATI intende seguire, senza però entrare nelle analisi di stabilità specifiche, etc, che sono state dettagliatamente trattate in specifici ed ulteriori documenti di progetto.

Di seguito viene brevemente descritta la modalità con cui l'ATI, già in fase di Progettazione Definitiva, ha proceduto per la definizione delle soluzioni progettuali.

A partire dall'acquisizione della base progettuale, consistente di requisiti tecnici, dati base, normative e requisiti di sicurezza, è stata eseguita prioritariamente la selezione della migliore tecnica operativa di posa della condotta, la definizione del diffusore e la collocazione dello stesso, il tutto basato prevalentemente su criteri di verifica del grado di diffusione, etc, dando priorità a tecniche di lavoro che minimizzino gli impatti ambientali.

E' stata eseguita una analisi meteo-oceanografica del paraggio molto dettagliata, che ha permesso di stimare i carichi ambientali di progetto indispensabili per le successive verifiche di stabilità della condotta sottomarina.

Dopo aver definito lo spessore di parete dei tubi componenti, il sistema di scarico in base ai requisiti imposti dalle caratteristiche idrauliche e, soprattutto, di collasso sezionale, è

Progetto Esecutivo  
**Relazione Generale**

---

Ottobre 2020

II048I-PE-RT-01\_Rev1.docx

stato eseguito il dimensionamento generale della condotta (tipo di appesantimento, tipologia e caratteristiche geometriche, etc).

In parallelo sono state eseguite le verifiche igienico sanitarie che testimoniano l'idoneità del sistema di scarico nel pieno rispetto delle vigenti leggi.



## 6. COLLEGAMENTI IDRAULICI

I collegamenti idraulici alle opere esistenti previsti in progetto sono rappresentati nell'elaborato grafico II048I-PE-DS-202 "Stazione di sollevamento – Planimetria con collegamenti idraulici – Stato di progetto". I reflui depurati provenienti, mediante una condotta DN700, dai Comuni di Corato e da Bisceglie vengono intercettati, in prossimità della vasca di sollevamento, mediante scatolare e convogliati alla vasca di accumulo. Attraverso una canaletta trapezoidale ricavata sul fondo della vasca le acque entrano nel pozzo di sollevamento. I reflui provenienti da Molfetta e Ruvo-Terlizzi arrivano al pozzetto esistente PE2 ed entrano in uno scatolare ed diretto alla vasca di sollevamento. Nel suddetto elaborato grafico viene riportato un dettaglio del tratto tra il pozzetto PE2 e la vasca di accumulo/sollevamento.

Mantenere le tubazioni separate consente, da parte dell'ente gestore, di installare all'interno della vasca dispositivi di campionamento delle acque in ingresso.