



Acquedotto Pugliese S.p.A.

## Corso di formazione:

Materiali per la costruzione di condotte di scarico sottomarine

Esperienze AQP nella progettazione delle condotte  
sottomarine con particolare riferimento alla  
condotta sottomarina di Torre Calderino –  
Molfetta

Relatore: Ing. Gaetano Barbone

Direzione Operativa (DOPRI)  
Reti/Distribuzione e Fognatura, Impianti (MAT)  
Area Ingegneria (INGRI)

08 Aprile 2016

## Impianti di depurazione gestiti da AQP S.p.A.: 185 Impianti

Impianti di depurazione che hanno come recapito finale il mare tramite condotta sottomarina in esercizio: 17 Impianti

Impianto di depurazione	Portata media (anno 2015) [l/s]	Impianto di depurazione	Portata media (anno 2015) [l/s]	Impianto di depurazione	Portata media (anno 2015) [l/s]
Bari Est	875	Margherita di Savoia	49	Peschici (*)	11
Bari Ovest – Bitonto	817	Mola di Bari	47	Mattinata	9
Taranto Gennarini (*)	432	Vieste (*)	46	Santa Cesarea Terme	6
Lecce (*)	198	Polignano a Mare	33	Isole Tremiti	1
Barletta (*)	178	Otranto	29	(*) Condotte non gestite da AQP S.p.A.	
Conversano	49	Rodi Garganico	14		

Lunghezza condotta sottomarina a servizio di Bari Ovest – Bitonto 800 [m] del DN 1.200 - Lunghezza condotta sottomarina a servizio di Bari Est 800 [m] del DN 1.200

## Principali Impianti di depurazione gestiti da AQP S.p.A. che hanno come recapito finale il mare tramite condotta sottomarina

Distanza tra impianti di spinta a servizio delle condotte sottomarine di scarico dei reflui depurati dei presidi di Bari Est e Bari Ovest circa 12 Km;

Distanza tra impianti di spinta a servizio delle condotte sottomarine di scarico dei reflui depurati dei presidi di Bari Ovest e di Corato, Bisceglie, Molfetta e Ruvo di Puglia - Terlizzi circa 22 Km;



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

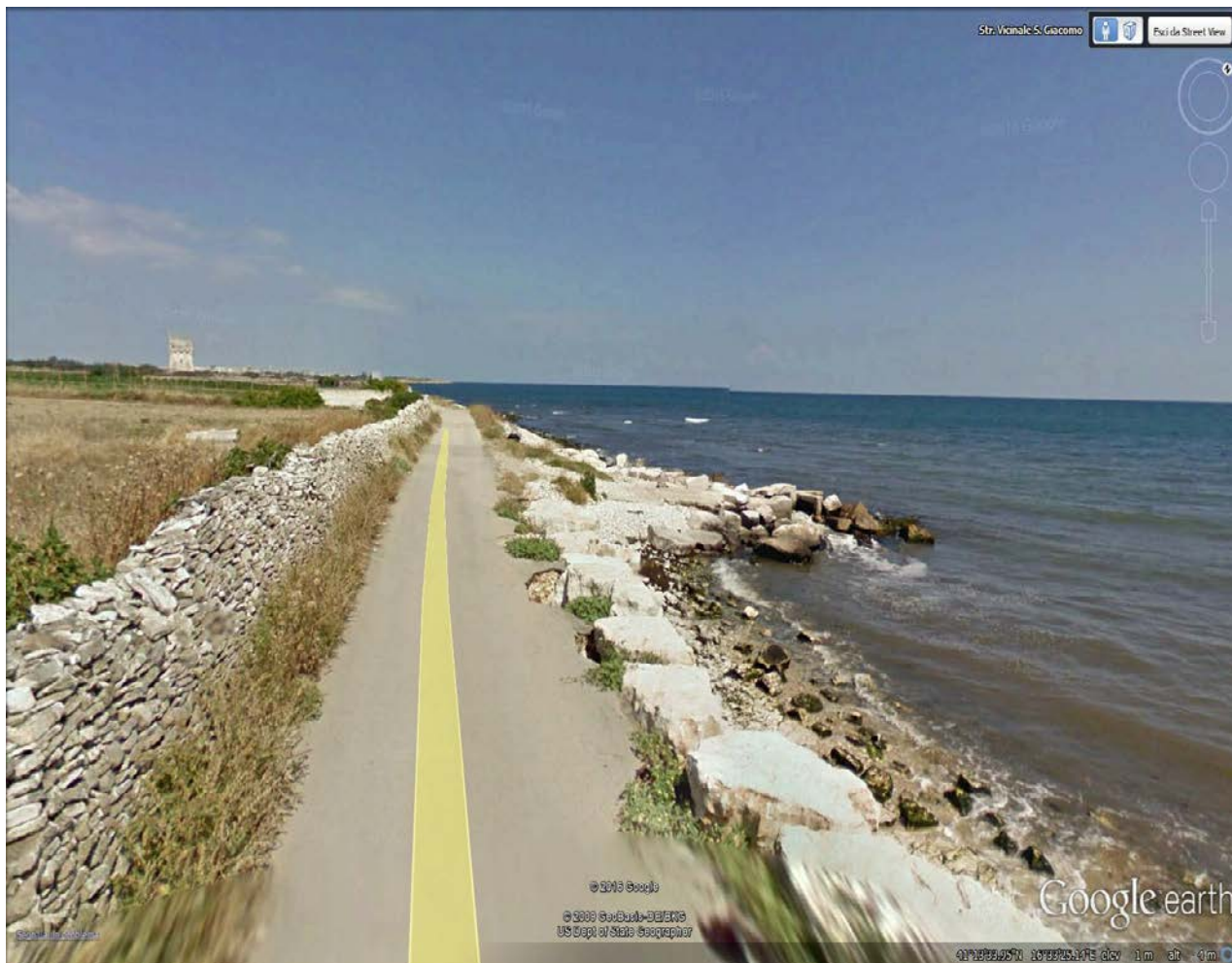
## Obiettivi realizzazione opera:

- Il Ministro dell'Interno con ordinanza del 12/03/2002 n. 3184 e successiva proroga del 12/03/2002 n. 3271, ha conferito all'allora Presidente della Regione Puglia On. Raffaele Fitto l'incarico e i poteri di Commissario Delegato per l'emergenza ambientale in Puglia;
- In data 30 settembre 2002 il Commissario Delegato per l'emergenza ambientale della Regione Puglia ha approvato con decreto commissariale n. 294/2002 il Piano d'Ambito e ha sottoscritto con l'Acquedotto Pugliese S.p.A. la convenzione per l'affidamento del Servizio Idrico Integrato nell'ex A.T.O. Puglia;
- **Nella definizione degli interventi urgenti a stralcio ai sensi dell'art. 141 della Legge 388/00** sono stati previsti interventi in grado di **ripristinare** al meglio la necessaria **affidabilità del ciclo di trattamento** nel suo complesso e garantire il mantenimento in ogni condizione delle caratteristiche dello **scarico ai requisiti di cui al D.Lgs. 152/06**;
- In quest'ottica è stata esaminata la funzionalità dei presidi depurativi dei Comuni di Bisceglie, Corato, Molfetta e Ruvo-Terlizzi, e sono stati previsti interventi di adeguamento del processo depurativo al fine di consentire il rispetto dei limiti allo scarico, previsti dagli artt. 27, 31, 32 del Decreto Legislativo 152/06;
- Attualmente l'impianto depurativo di Corato e quello consortile di Ruvo - Terlizzi immettono i reflui rispettivamente nel canale Fondo Griffi e nella Lama dell'Aglio attraverso i quali raggiungono il mare in un tratto di costa compreso tra Bisceglie e Molfetta. Nello stesso tratto costiero confluiscono i reflui degli impianti di depurazione di Bisceglie e Molfetta (scarico in battigia);
- In data **5 novembre 2002**, presso la struttura commissariale, è stata convocata una conferenza di servizi in cui i partecipanti hanno convenuto sulla opportunità di realizzare ***“un'unica condotta sottomarina a cui vengano convogliati i reflui dei Comuni in argomento, visto anche che il Comune di Molfetta sta ultimando i lavori del nuovo emissario a mare, dimensionato per raccogliere i reflui di Molfetta e Ruvo – Terlizzi e che il Comune di Bisceglie ha in corso i lavori di realizzazione del nuovo impianto, posizionato in maniera tale, che potrebbero essere intercettati i reflui di Corato e convogliati all'emissario di Molfetta”***



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Problematiche relative all'inquinamento marino ed ambientale





# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

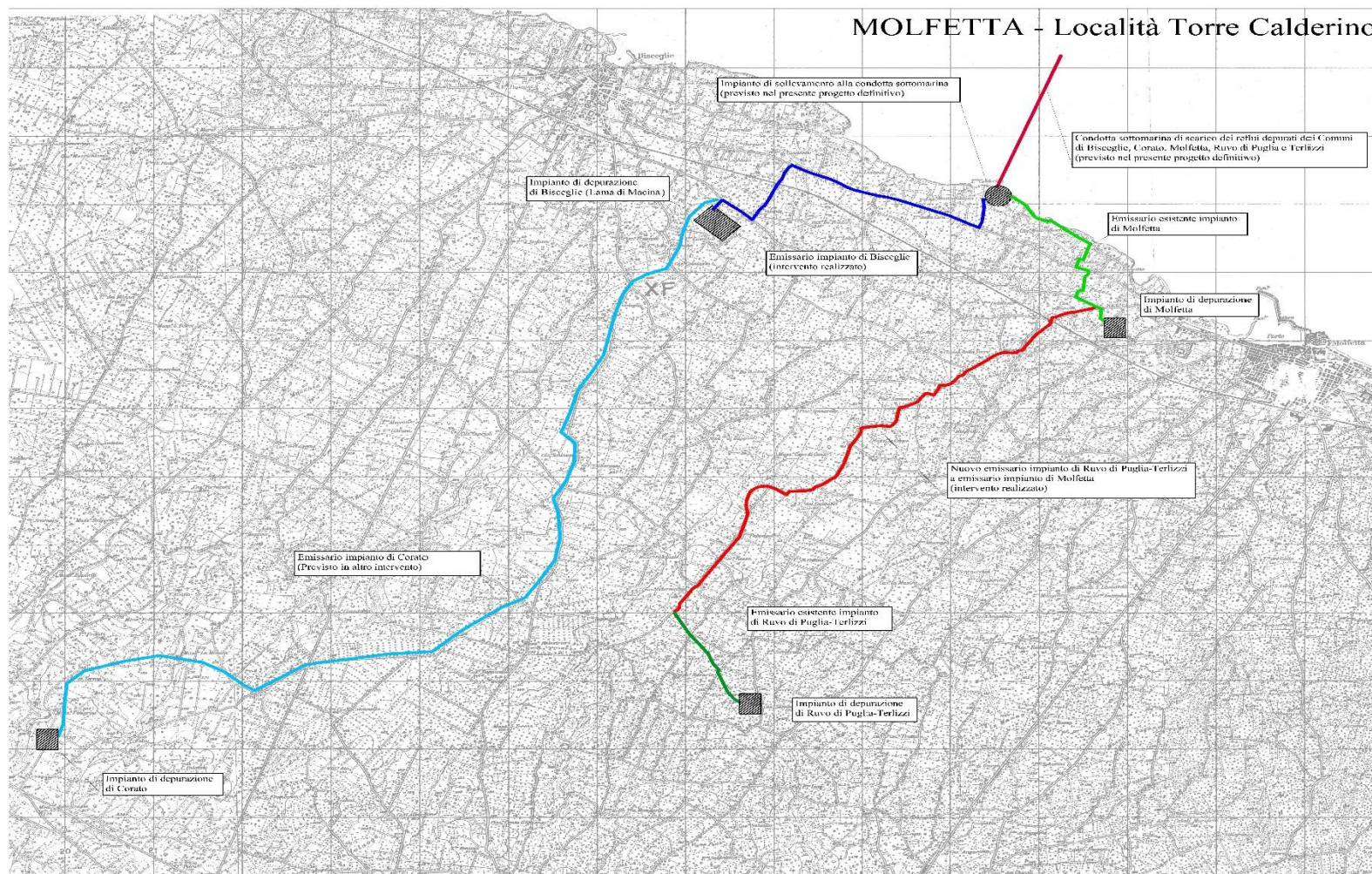
## Inquadramento Territoriale su Ortofoto





# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Inquadramento Cartografico e Territoriale



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

Prospetto riassuntivo interventi **realizzati**, in corso di realizzazione e **da realizzare**:

Intervento		Lunghezza [m]	DN [mm]	Materiale	Importo progetto	Stato attuativo
I° Lotto Funzionale	Collettore emissario Ruvo di Puglia – Terlizzi a Molfetta	7.500	500	PEAD corrugato	€2.373.000,00	Lavori ultimati
II° Lotto Funzionale	Collettore emissario Bisceglie a Torre Calderino	4.500	700	Ghisa sferoidale	€5.400.000,00	Lavori ultimati
III° Lotto Funzionale	Condotta sottomarina	3.322	800	Acciaio	€13.000.000,00	In Appalto
IV° Lotto Funzionale	Collettore emissario Corato a Bisceglie	14.600	600	Ghisa sferoidale	€13.250.000,00	Progettazione
Importo complessivo progetto «generale»					€34.023.000,00	



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Principali Normative di riferimento:**

- Piano di Tutela delle Acque Regione Puglia;
- Decreto Legislativo n. 152/2006:
  - Capo II Acque a specifica destinazione: Art. 83 Acque di balneazione;
  - Capo III Tutela qualitativa risorsa: Disciplina scarichi: Art. 100 Reti fognarie;
  - Capo III Tutela qualitativa risorsa: Disciplina scarichi: Art. 101 Criteri generali della disciplina degli scarichi;
- D.P.R. n. 470 del 08.06.1982 «Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione»;
- Siti di Importanza Comunitaria (PSIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)
- Piano d'Ambito Rimodulato;
- Piano Urbanistico Tematico Territoriale/Paesaggio (P.U.T.T./p);
- Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Piano Regolatore Generale Comune di Molfetta.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Vincoli Area SIC Mare:

Sito di Interesse

Comunitario (S.I.C.)

«IT9120009 –

Posidonieto

San Vito – Barletta»

In data **22 ottobre 2012**

Attivazione procedura di

Valutazione di Impatto

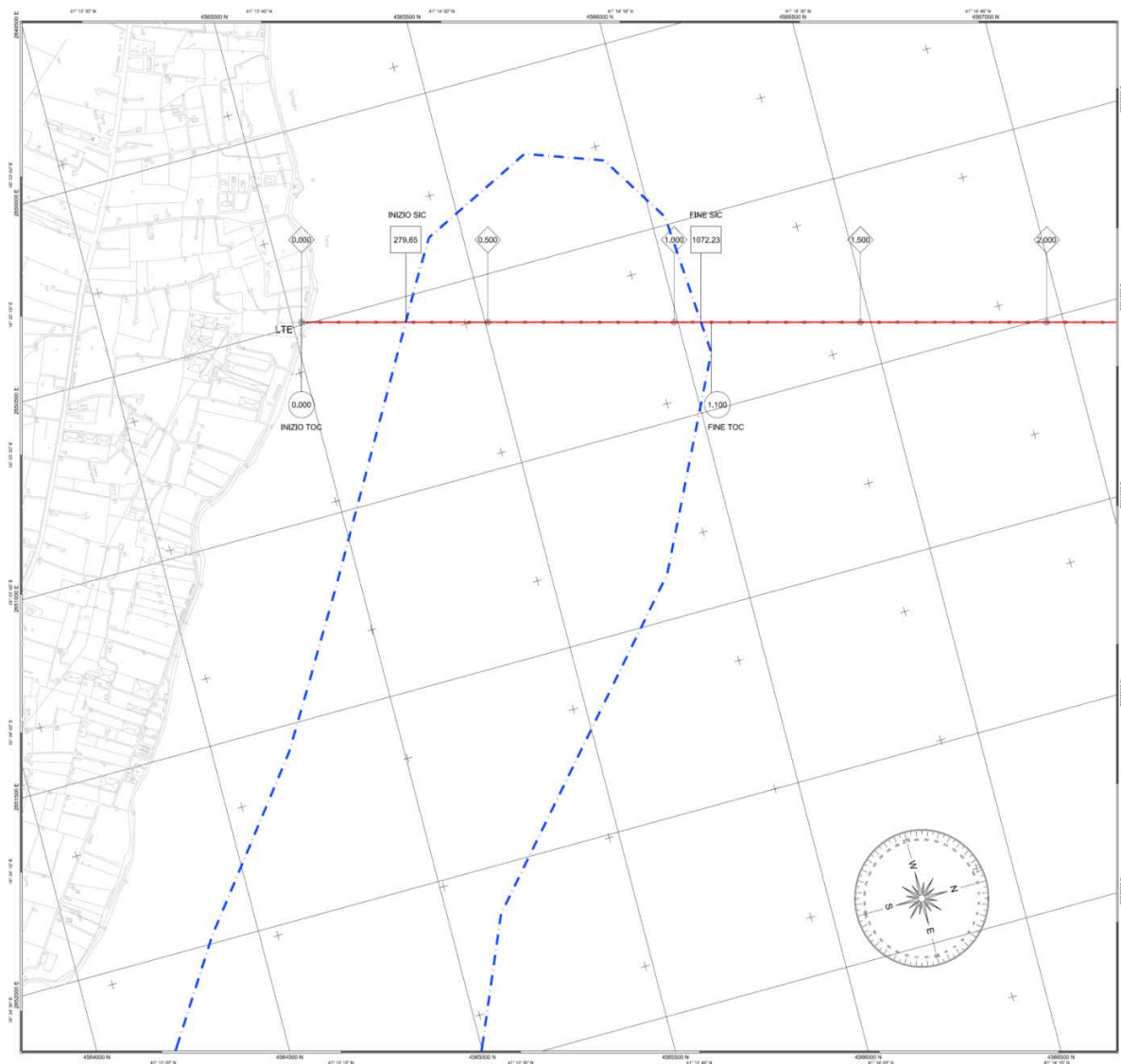
Ambientale in corso di  
completamento, seppur,

in data **16 febbraio 2016**

**il comitato VIA**

della Regione Puglia

ha proposto **giudizio non  
favorevole di compatibilità  
ambientale**



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Estratto parere comitato VIA della seduta del 16 febbraio 2016:

il Comitato Regionale per la Valutazione di Impatto Ambientale, Valutazione di incidenza e autorizzazione integrata ambientale propone, ai sensi dell'art. 28 c. 1 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. propone giudizio non favorevole di compatibilità ambientale in quanto:

- non viene dimostrata la sostenibilità degli sversamenti dei carichi inquinanti nel corpo idrico ricettore con riferimento alla capacità portante dell'ecosistema/sito di smaltimento da valutare correttamente in relazione alle correnti di gradiente, alla capacità di assimilazione della colonna d'acqua e biocenosi bentoniche di influenza e in relazione agli apporti quantitativi di sostanze biodegradabili, nutrienti e solidi sospesi;
- non viene dimostrata la soluzione della tecnica costruttiva in tunnel dell'opera di scarico come migliorativa degli impatti attesi sul sistema marino interessato.

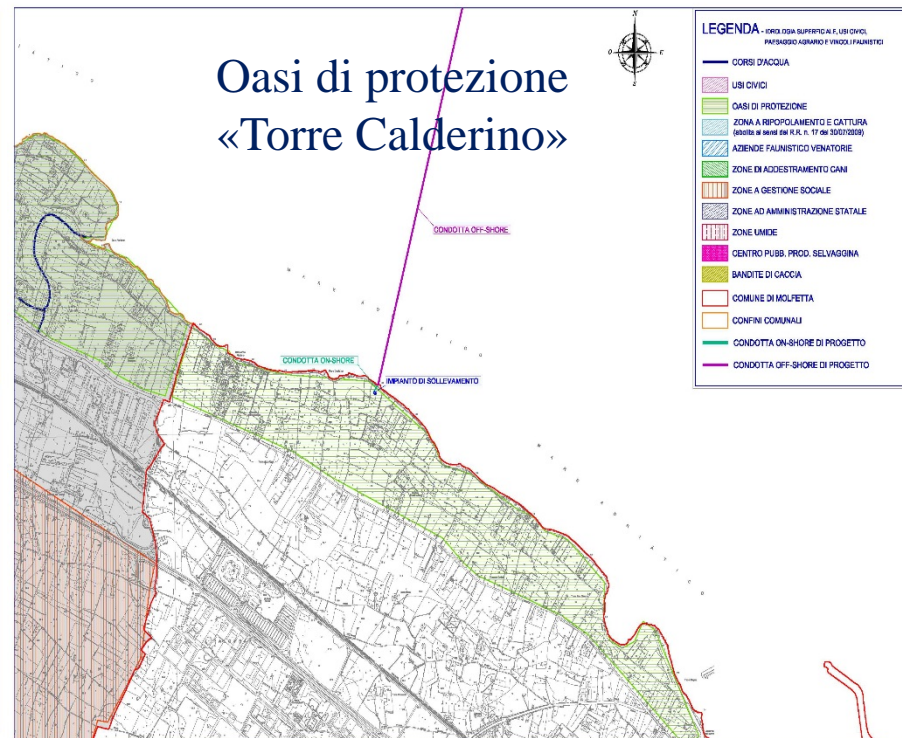
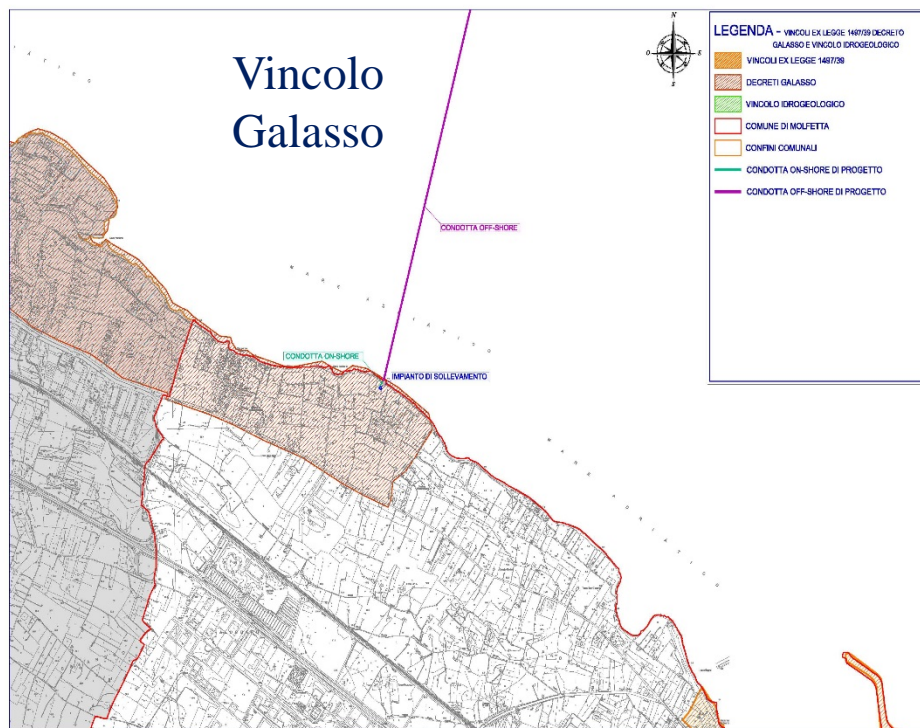
Modugno, lì 16-2-2016



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Vincoli Paesaggistici – Ambientali: Piano Urbanistico Tematico Territoriale/Paesaggio (P.U.T.T./p)

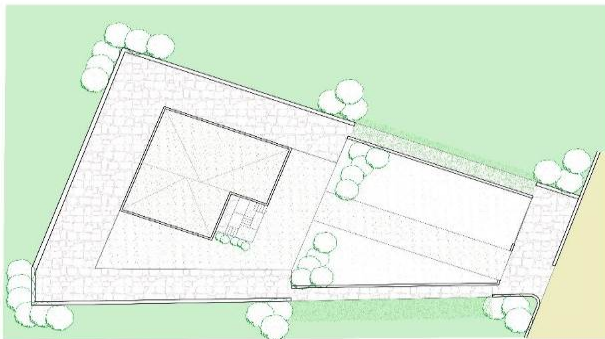
- Dalla verifica cartografica, l'area di intervento è interessata sia da A.T.E. che da A.T.D. del PUTT, per cui è stata trasmessa al Servizio Assetto del Territorio, con nota n.109802 del 29/09/2011, la richiesta di rilascio del parere di competenza.
- Il Servizio Assetto del Territorio - Ufficio Attuazione Pianificazione Paesaggistica si è già espresso con parere favorevole di compatibilità paesaggistica sulla realizzazione della condotta sottomarina.



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

**Fotoinserimento Impianto di spinta: Tetto verde, muri a secco, siepi, arbusti, altezza fuori terra di 50 cm.**

PLANimetria GENERALE



INSERIMENTO AMBIENTALE



PLANVOLUMETRICO - CONO VISUALE DA MARIE



PLANVOLUMETRICO - CONO VISUALE DA TERRA



VISTA INGRESSO PERSONO ILLUSTRATIVO



VISTA INTERNA DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO



VISTA CANCELLO D'INGRESSO AREA



VISTA VOLUME TECNICO





Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Fotoinserimento Impianto di spinta:** Doppia recinzione. Tra le due recinzioni percorso didattico con pannelli illustrativi. Sistema di illuminazione a luci led.





# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

**Foto Torre Calderino** in assenza dell'impianto di spinta



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Fotoinserimento Impianto di spinta con vista di Torre Calderino



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

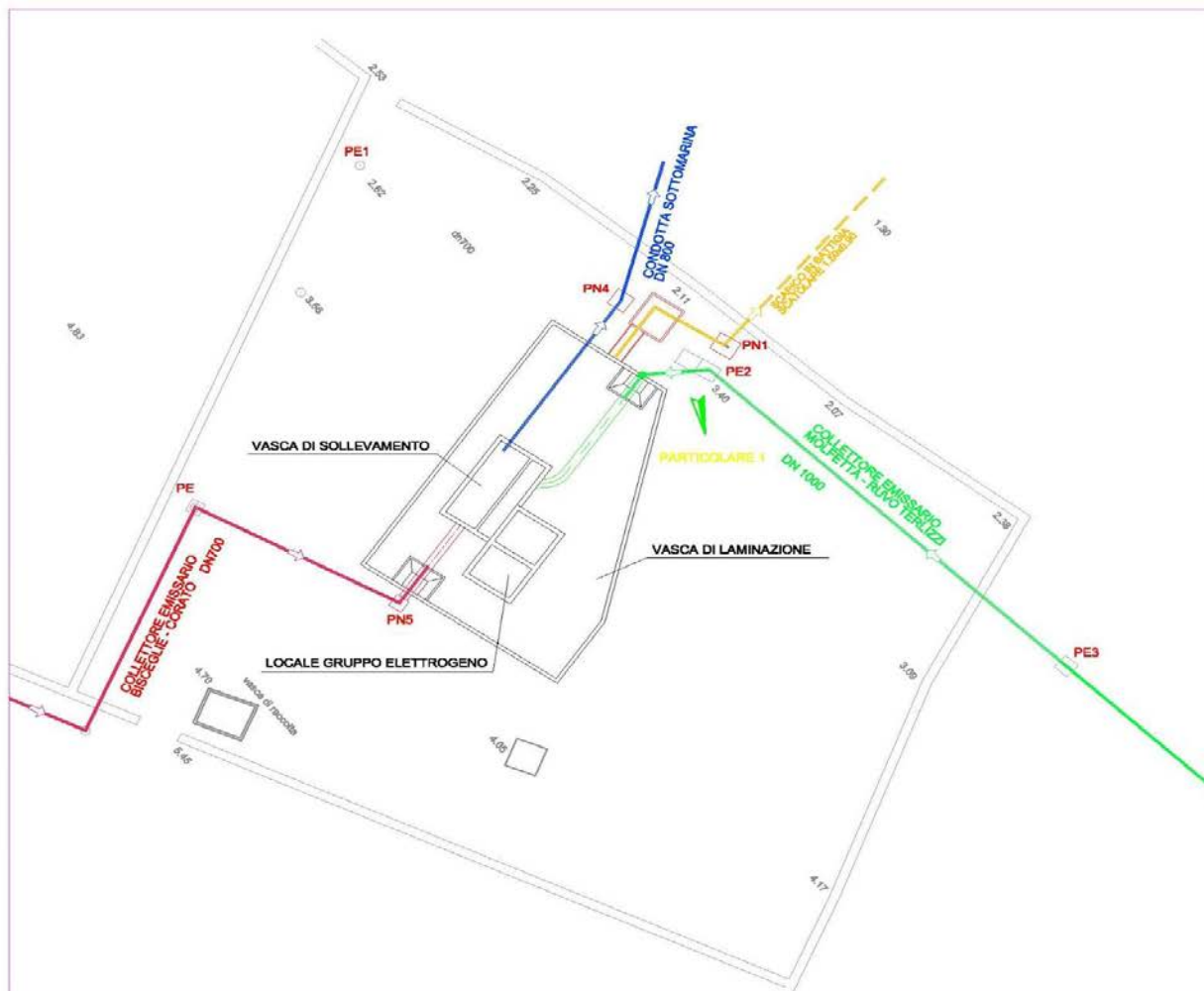
## Principali dati tecnici progettuali: Portata di progetto

Sistema di scarico dimensionato sulla base dei dati tecnici di portata in accordo alle indicazioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (P.T.A.) e delle dotazioni idriche del Piano d'Ambito Rimodulato (P.d.A.)

Impianti di depurazione	Abitanti Equivalenti totali urbani da P.T.A.	Dotazione netta da P.d.A. (l/ab*d)	Volume medio giornaliero (mc/d)	Portata media giornaliera (l/s)
Bisceglie	85.714	190	14.657	169,64
Molfetta	84.803	190	14.501	167,84
Corato	69.916	190	11.956	138,38
Ruvo - Terlizzi	70.965	190	12.135	140,45
Totale	311.398		53.249	616,31
Portata media di progetto condotta sottomarina				<b>700,00</b>



## Planimetria di dettaglio collettori impianti di depurazione – Impianto di spinta



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Principali interventi progettuali: Vasca di spinta reflui depurati**

- Area vasca 38,50 [m<sup>2</sup>];
- Altezza pari a 1,45 [m];
- Capacità vasca pari a 55,80 [m<sup>3</sup>]
- Installate n. 3 pompe sommerse (2 + 1 Riserva), con inverter (variazione di frequenza con avvio ed arresto pompe progressiva), diffusore antintasamento:  
Potenza pompa 55 [kW] - Prevalenza totale 12,70 [m] – Portata sollevata 350,00 [l/s];
- Installata valvola anticipatrice del colpo d'ariete: apertura valvola quando si superano i limiti di depressione e sovrappressione prefissati.

Per portata media di progetto (700,00 [l/s]) il volume utile di invaso delle acque in ingresso corrisponde al volume della vasca.

E' possibile far funzionare contemporaneamente tutte e tre le pompe per una portata massima di 900,00 [l/s].

Per portate superiori l'acqua depurata tracima dalle canalette, ricavate sul fondo della vasca e confluisce nella sottostante vasca di laminazione.

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Principali interventi progettuali: Vasca di laminazione**

- Volume vasca di 2.400 [m<sup>3</sup>];
- Altezza utile pari a 3,5 [m];
- Forma poligonale lati di lunghezza 14, 34, 24, 9 e 27 [m];
- Installati eiettori per pulizia fondo;
- In caso di emergenza è stato previsto uno scarico di troppo pieno: se il battente in vasca supera il livello massimo, l'acqua sfiora all'interno di una canaletta e viene convogliata all'interno di un nuovo pozzetto 1,5 x 0,9 [m] (scarico di emergenza) che tramite condotta DN 1000 esistente scarica l'acqua depurata in battigia;
- Installata grigliatura autopulente a funzionamento meccanico prima dello scarico in battigia per rimozione eventuali residui flottanti.

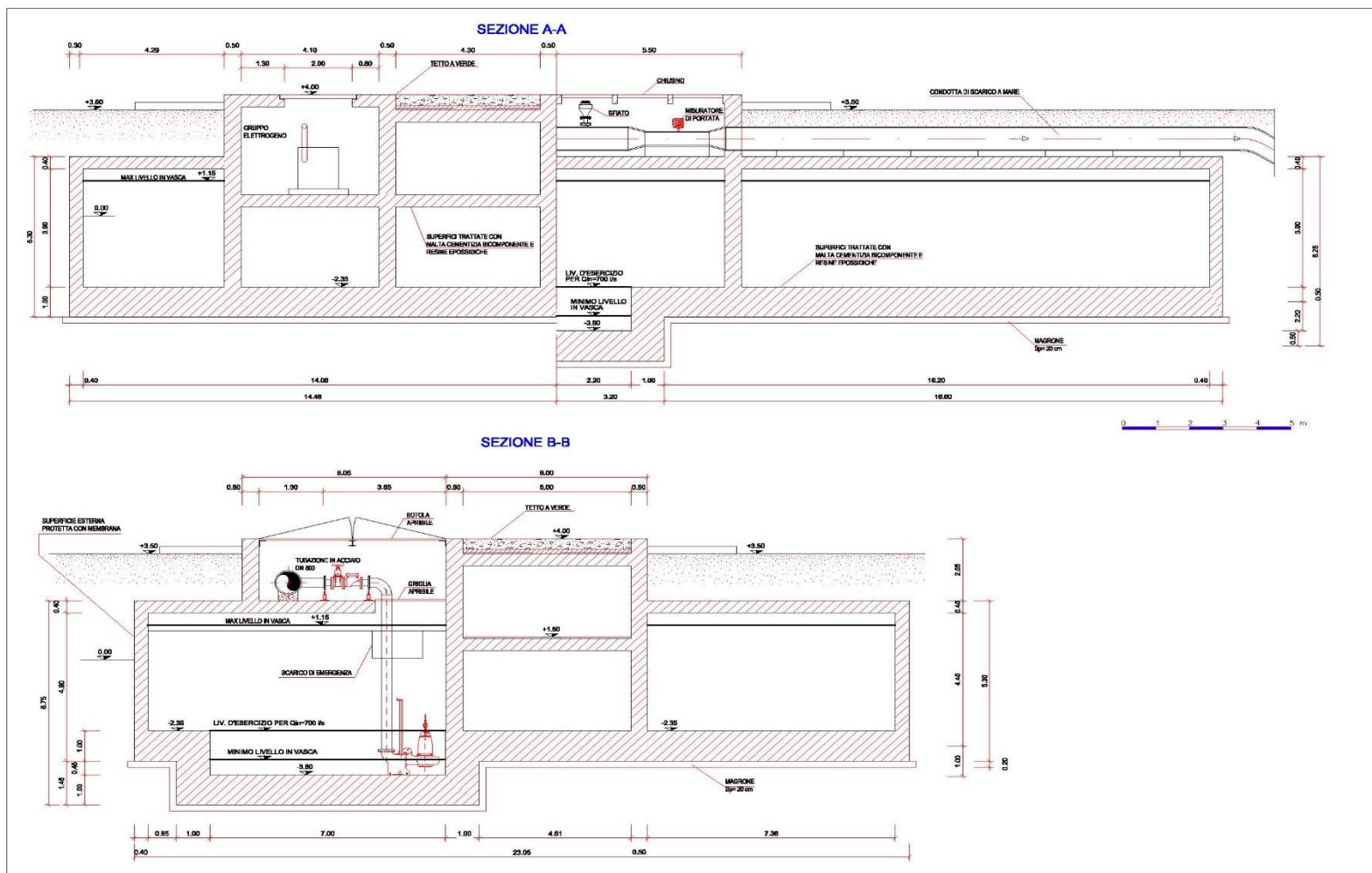
### **Principali interventi progettuali: Locale Gruppo Elettrogeno**

- Installato Gruppo Elettrogeno con Potenza di 200 [kVA] e serbatoio stoccaggio gasolio da 2.700 [l] con autonomia di tre giorni in caso di mancata fornitura energia elettrica all'impianto di spinta.



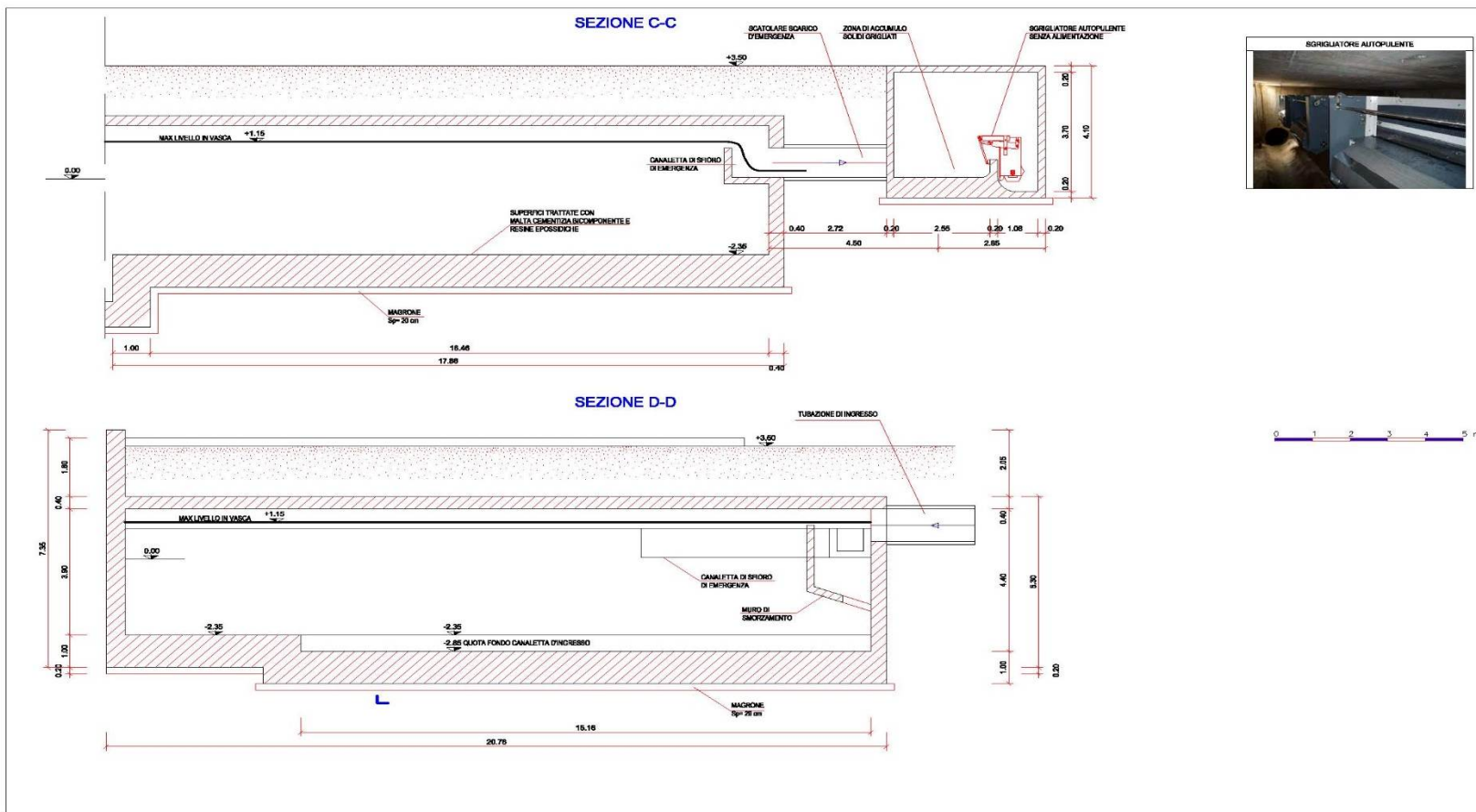
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Sezioni longitudinali Vasca di accumulo e spinta - Vasca di laminazione



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Sezioni longitudinali Vasca di laminazione e grigliatura



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Principali caratteristiche condotta sottomarina**

Lo scarico a mare avviene per mezzo di una condotta sottomarina in acciaio API 5LX – X65 appesantita esternamente con gunite il cui diametro interno è frutto di una ottimizzazione tecnico-economica.

Le **valutazioni tecniche** sono legate alla più razionale velocità di flusso nella condotta e di limitare le perdite di carico.

Le **valutazioni economiche** sono legate a due fattori principali: costo della fornitura e posa della condotta e costo dell'energia elettrica per il pompaggio.

Dall'analisi effettuata è scaturito un diametro nominale della condotta sottomarina pari a 32" ( $De = 812,80$  [mm]), spessore tubazione 14,27 mm.

**Massima profondità di posa su fondale – 31,50 m s.l.m.**

**Lunghezza totale 3.322 m di cui:**

- **TOC 1.100 m** (DN 800 - 32" – no appesantimento – spessore tubazione 14,27 mm)
- **Su fondale marino 1.994 m** (DN 800 - 32" – appesantimento con gunite spessore 80,00 mm – spessore tubazione 14,27 mm)



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Principali caratteristiche diffusore:

Diffusore lineare  $L = 228$  m in acciaio costituito da un unico braccio a diametro via via decrescente in grado di assicurare l'idonea distribuzione del deflusso dei reflui composto da quattro tronchi a diametro decrescente:

Diffusore	Lunghezza [m]	DN [mm]	Spessore tubazione [mm]	Spessore appesantimento in gunita [mm]
I° tratto	108	812,80	14,27	80,00
II° tratto	60	609,60	11,13	60,00
III° tratto	36	457,20	9,52	45,00
IV ° tratto	24	355,60	7,92	40,00

Tra i vari tronchi sono inserite 4 riduzioni coniche.

Le riduzioni di diametro sono indispensabili al fine di mantenere delle elevate velocità di flusso mano a mano che si procede verso la fine del diffusore stesso. Si minimizza il fenomeno della sedimentazione all'interno del diffusore che si verificherebbe a bassi regimi di portata.

Il diffusore è provvisto di 38 torrini di diffusione (interasse 6,0 m) ed una luce di fondo. Ogni torrino diffusore è dotato di relativa bocca di scarico orizzontale DN75 [mm] ed aventi direzione di scarico alternata. Velocità di efflusso alla fine del diffusore per portata media, superiori a 0,55 [m/s] e, in ingresso ai singoli tronchi, superiori a  $1,30 \div 1,40$  [m/s].

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### Dimensionamento idraulico diffusore: Numero bocche di efflusso

Suddividendo uniformemente i torrini lungo ogni braccio diffusore e fissando una velocità di efflusso di tentativo di uscita da ogni bocca  $V_u$  pari a 3,85 [m/s], nella situazione di massima portata risulta un numero  $N$  pari a:

$$N = Q / (V_u * A_i) = 0,700 / (3,85 * 0,004417) = 41$$

Il numero di bocche di uscita vengono suddivise in 18 + 10 + 6 + 4 lungo il ramo diffusore, oltre all'estremità finale.

All'estremità finale di diffusione è stata realizzata, tramite fondello flangiato, **una luce di scarico di fondo**, con sezione pari a 3 volte quella di un singolo torrino, in modo da assicurare un flusso con velocità accettabile anche nel tratto terminale (sezione della luce pari a  $3 \times 0,004417 = 0,013253$  [m<sup>2</sup>]) e per l'eventuale spurgo delle sabbie.

In definitiva il numero complessivo delle **bocche di efflusso da 75 [mm]** sono risultate pari a **38** per l'intero diffusore.

La distanza fra le bocche, pari a 6,00 [m], è stata fissata in maniera da impedire la sovrapposizione dei pennacchi di risalita già a breve distanza dagli ugelli.

Lungo i rami diffusori i torrini verticali sono dotati di una pipa finale di scarico a 90°, orientata alternativamente da uno o dall'altro lato rispetto all'asse della condotta.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico diffusore: Velocità di efflusso

a) Velocità e portata alle bocche di scarico ( $n^{\circ}$  38 torrini + 3 equivalenti dovuti alla luce terminale):

$$V_0 = 0,700 / (41 * 0,004417) = 3,86 \text{ [m/s]}$$

b) Portata unitaria delle bocche di scarico:  $Q_0 = 0,700 / 41 = 0,01707 \text{ [m}^3\text{/s]}$

c) Velocità all'inizio del diffusore:  $V_{11} = 0,700 / 0,4832 = 1,45 \text{ [m/s]}$

d) Velocità di uscita dal 1° tratto diffusore:  $V_{12} = (0,700 - 0,01707 * 18) / 0,4832 = 0,81 \text{ [m/s]}$

e) Velocità all'inizio del 2° tratto diffusore:  $V_{21} = (0,700 - 0,01707 * 18) / 0,2713 = 1,45 \text{ [m/s]}$

f) Velocità di uscita dal 2° tratto diffusore:  $V_{22} = (0,700 - 0,01707 * 28) / 0,2713 = 0,82 \text{ [m/s]}$

g) Velocità all'inizio del 3° tratto diffusore:  $V_{31} = (0,700 - 0,01707 * 28) / 0,1506 = 1,47 \text{ [m/s]}$

h) Velocità di uscita dal 3° tratto diffusore:  $V_{32} = (0,700 - 0,01707 * 34) / 0,1506 = 0,79 \text{ [m/s]}$

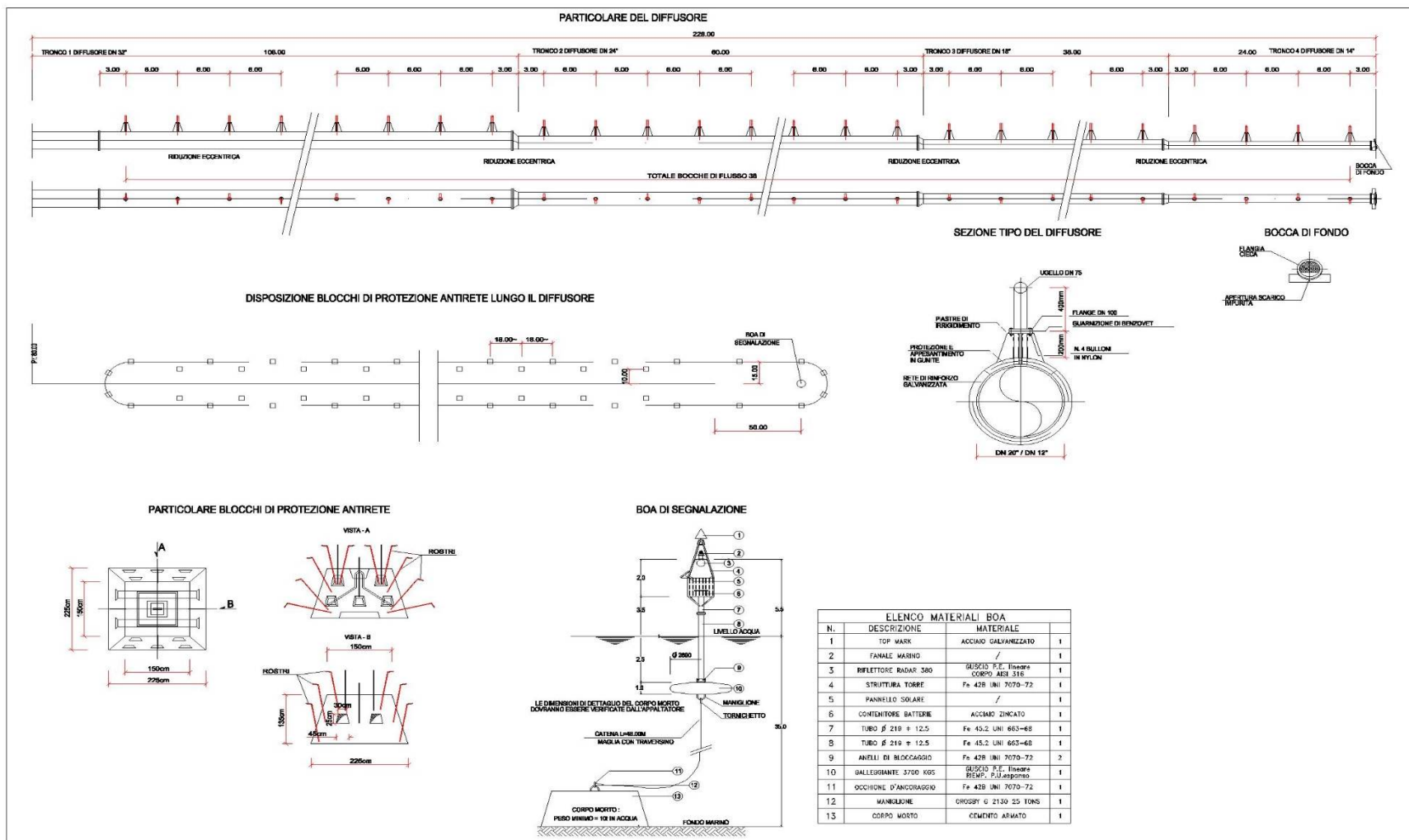
i) Velocità all'inizio del 4° tratto diffusore:  $V_{41} = (0,700 - 0,01707 * 34) / 0,0906 = 1,32 \text{ [m/s]}$

l) Velocità di uscita dopo l'ultima bocca del diffusore:  $V_{42} = (0,700 - 0,01707 * 38) / 0,0906 = 0,56 \text{ [m/s]}$



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Particolare diffusore, blocchi di protezione antirete e boa di segnalazione



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Particolare diffusore, blocchi di protezione antirete e boa di segnalazione

- Il diffusore della lunghezza complessiva di 228 m è di tipo telescopico ed è provvisto di 38 torrini di diffusione (interasse 6,0 m) ed una luce di fondo:

Diffusore	Lunghezza [m]	DN [mm]	Spessore tubazione [mm]	Spessore appesantimento in gunita [mm]
I° tratto	108	812,80	14,27	80,00
II° tratto	60	609,60	11,13	60,00
III° tratto	36	457,20	9,52	45,00
IV ° tratto	24	355,60	7,92	40,00

- Ogni torrino diffusore è dotato di relativa bocca di scarico orizzontale DN75 [mm] ed aventi direzione di scarico alternata. Velocità di efflusso per portata media, superiori a 0,55 [m/s] e, in ingresso ai singoli tronchi, superiori a  $1,30 \div 1,40$  [m/s]. Dotato di flangia intermedia al fine di minimizzare eventuali rotture del diffusore causate dalla pesca a strascico e per avere la possibilità di intercambiare e manutenzionare nel tempo la pipa finale di efflusso;
- Protezione del tratto di condotta fuori terra (ed in particolare del diffusore) con opportune barriere costituite da massi antirete in calcestruzzo muniti di uncini e rostri di acciaio distribuiti con una scansione prefissata;

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

I calcoli idraulici, valutati a partire dal limite di battigia, vengono effettuati per la situazione di portata massima di 700 [l/s], col fine di determinare le perdite di carico della condotta di scarico a mare.

*Carico idraulico complessivo della condotta sottomarina a partire dalla linea di battigia:*

$$H_{TOT} = H_D + H_C + H_I + H_M + H_S = 1,65 + 6,90 + 0,25 + 0,40 + 0,84 = 10,04 \text{ [m]}$$

- $H_D$  = Perdite di carico nel diffusore
- $H_C$  = Perdite di carico distribuite nella condotta sottomarina
- $H_I$  = Perdite di carico concentrate
- $H_M$  = Perdite di carico per altezza di marea
- $H_S$  = Perdite di carico per salinità



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = 1,19 + 0,16 + 0,12 + 0,11 + 0,07 = 1,65 \text{ [m]}$

Le perdite di carico nel diffusore in acciaio in corrispondenza della portata massima  $Q_u = 0,700 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Carico necessario all'erogazione dal singolo ugello della portata  $Q_d$ :

$$H = (Q_d / \mu * A)^2 / 2 * g$$

-  $Q_d = \text{Portata transitante nel singolo ugello} = Q_u / \text{numero ugelli} = 0,700 \text{ [m}^3/\text{s}] / 41 = 0,01707 \text{ [m}^3/\text{s}]$

-  $\mu = \text{coefficiente pari a } 0,80 \text{ (letteratura tecnica nel caso di orifizio raccordato e dotato di breve tronchetto con pipa finale DN 75 mm)}$

-  $A = \text{Area ugello (DN 75 mm)} = \pi * r^2 = 3,14 * (0,0375)^2 = 0,0044178 \text{ [m}^2\text{]}$

-  $g = \text{accelerazione di gravità} = 9,81 \text{ [m}^2/\text{s}]$

$$H = 1,19 \text{ [m]}$$

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$

$H_1$  = Perdite di carico lungo il 1° tratto diffusore DN 32"

**Portata di calcolo:  $Q_1 = Q_F + 0,55 Q_D$**

-  $Q_F$  = portata finale del tratto  $[m^3/s] = 0,3927 [m^3/s]$

-  $Q_D$  = portata scaricata nel tratto  $[m^3/s] = 0,3073 [m^3/s]$

**$Q_1 = 0,5617 [m^3/s]$**

**Velocità di calcolo:  $V_1 = Q_1/A_1$**

-  $Q_1 = 0,5617 [m^3/s]$

-  $A_1$  = Area I° tratto diffusore (DN 32") =  $\pi * r^2 = 0,4842 [m^2]$

**$V_1 = 0,5617 / 0,4842 = 1,16 [m/s]$**

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Perdite di carico

$$- H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$H_1$  = Perdite di carico lungo il 1° tratto diffusore DN 32" calcolate con l'equazione del moto uniforme:

$$H_1 = \beta * V_1^2 * L_1 / (D_1 * 2 * g)$$

-  $V_1$  = velocità fluido [m/s] = 1,16 [m/s]

-  $L_1$  = lunghezza del I° tratto del diffusore = 108 [m]

-  $D_1$  = diametro del I° tratto del diffusore = 784,26 [mm]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,81 [m<sup>2</sup>/s]

-  $\beta$  = coefficiente di resistenza calcolato con Colebrook:

$$1 / (\beta)^{-2} = - 2 * \log [ \varepsilon / (3,7 * D_1) + 2,51 / (Re * (\beta)^{-2}) ]$$

Re = Numero di Reynolds =  $V_1 * D_1 / \nu_C$  ( $\nu_C$  = viscosità cinematica =  $1,14 * 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s]).  $\varepsilon$  = scabrezza assoluta pari 300 micron per tener conto delle incrostazioni a lungo termine

$$H_1 = 0,16 [m]$$



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$

$H_2 = \text{Perdite di carico lungo il 2° tratto diffusore DN 24"}$

**Portata di calcolo:  $Q_2 = Q_F + 0,55 Q_D$**

-  $Q_F = \text{portata finale del tratto [m}^3/\text{s]} = 0,2220 \text{ [m}^3/\text{s]}$

-  $Q_D = \text{portata scaricata nel tratto [m}^3/\text{s]} = 0,1707 \text{ [m}^3/\text{s]}$

**$Q_2 = 0,3159 \text{ [m}^3/\text{s]}$**

**Velocità di calcolo:  $V_2 = Q_2/A_2$**

-  $Q_2 = 0,3159 \text{ [m}^3/\text{s]}$

-  $A_2 = \text{Area II° tratto diffusore (DN 24")} = \pi * r^2 = 0,2700 \text{ [m}^2\text{]}$

**$V_2 = 0,3159 / 0,2700 = 1,17 \text{ [m/s]}$**

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Perdite di carico

$$- H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$H_2$  = Perdite di carico lungo il 2° tratto diffusore DN 24" calcolate con l'equazione del moto uniforme:

$$H_2 = \beta * V_2^2 * L_2 / (D_2 * 2 * g)$$

-  $V_2$  = velocità fluido [m/s] = 1,17 [m/s]

-  $L_2$  = lunghezza del II° tratto del diffusore = 60 [m]

-  $D_2$  = diametro del II° tratto del diffusore = 587,34 [mm]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,81 [m<sup>2</sup>/s]

-  $\beta$  = coefficiente di resistenza calcolato con Colebrook:

$$1 / (\beta)^{-2} = - 2 * \log [ \varepsilon / (3,7 * D_2) + 2,51 / (Re * (\beta)^{-2}) ]$$

Re = Numero di Reynolds =  $V_2 * D_2 / \nu_C$  ( $\nu_C$  = viscosità cinematica =  $1,14 * 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s]).  $\varepsilon$  = scabrezza assoluta pari 300 micron per tener conto delle incrostazioni a lungo termine

$$H_2 = 0,12 [m]$$

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$

$H_3 = \text{Perdite di carico lungo il 3° tratto diffusore DN 18"}$

**Portata di calcolo:  $Q_3 = Q_F + 0,55 Q_D$**

-  $Q_F = \text{portata finale del tratto [m}^3/\text{s]} = 0,1195 \text{ [m}^3/\text{s]}$

-  $Q_D = \text{portata scaricata nel tratto [m}^3/\text{s]} = 0,1024 \text{ [m}^3/\text{s]}$

**$Q_3 = 0,1759 \text{ [m}^3/\text{s]}$**

**Velocità di calcolo:  $V_3 = Q_3/A_3$**

-  $Q_3 = 0,1759 \text{ [m}^3/\text{s]}$

-  $A_3 = \text{Area III° tratto diffusore (DN 18")} = \pi * r^2 = 0,1503 \text{ [m}^2\text{]}$

**$V_3 = 0,1759 / 0,1503 = 1,17 \text{ [m/s]}$**

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Perdite di carico

$$- H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$H_3$  = Perdite di carico lungo il 3° tratto diffusore DN 18" calcolate con l'equazione del moto uniforme:

$$H_3 = \beta * V_3^2 * L_3 / (D_3 * 2 * g)$$

-  $V_3$  = velocità fluido [m/s] = 1,17 [m/s]

-  $L_3$  = lunghezza del III° tratto del diffusore = 36 [m]

-  $D_3$  = diametro del III° tratto del diffusore = 436,16 [mm]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,81 [m<sup>2</sup>/s]

-  $\beta$  = coefficiente di resistenza calcolato con Colebrook:

$$1 / (\beta)^{-2} = - 2 * \log [ \epsilon / (3,7 * D_3) + 2,51 / (Re * (\beta)^{-2}) ]$$

Re = Numero di Reynolds =  $V_3 * D_3 / \nu_C$  ( $\nu_C$  = viscosità cinematica =  $1,14 * 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s]).  $\epsilon$  = scabrezza assoluta pari 300 micron per tener conto delle incrostazioni a lungo termine

$$H_3 = 0,11 [m]$$



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$

$H_4$  = Perdite di carico lungo il 4° tratto diffusore DN 14"

**Portata di calcolo:  $Q_4 = Q_F + 0,55 Q_D$**

-  $Q_F$  = portata finale del tratto  $[m^3/s] = 0,0512 [m^3/s]$

-  $Q_D$  = portata scaricata nel tratto  $[m^3/s] = 0,0683 [m^3/s]$

**$Q_4 = 0,0888 [m^3/s]$**

**Velocità di calcolo:  $V_4 = Q_4/A_4$**

-  $Q_4 = 0,0888 [m^3/s]$

-  $A_4$  = Area III° tratto diffusore (DN 14") =  $\pi * r^2 = 0,0906 [m^2]$

**$V_4 = 0,0888 / 0,0906 = 0,98 [m/s]$**

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_D = \text{Perdite di carico nel diffusore} = H + H_1 + H_2 + H_3 + H_4$

$H_4$  = Perdite di carico lungo il 4° tratto diffusore DN 14" calcolate con l'equazione del moto uniforme:

$$H_4 = \beta * V_4^2 * L_4 / (D_4 * 2 * g)$$

-  $V_4$  = velocità fluido [m/s] = 0,98 [m/s]

-  $L_4$  = lunghezza del IV° tratto del diffusore = 24 [m]

-  $D_4$  = diametro del IV° tratto del diffusore = 339,76 [mm]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,81 [m/s<sup>2</sup>]

-  $\beta$  = coefficiente di resistenza calcolato con Colebrook:

$$1 / (\beta)^{-2} = - 2 * \log [ \varepsilon / (3,7 * D_4) + 2,51 / (Re * (\beta)^{-2}) ]$$

Re = Numero di Reynolds =  $V_4 * D_4 / \nu_C$  ( $\nu_C$  = viscosità cinematica =  $1,14 * 10^{-6}$  [m<sup>2</sup>/s]).  $\varepsilon$  = scabrezza assoluta pari 300 micron per tener conto delle incrostazioni a lungo termine

$$H_4 = 0,07 [m]$$

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Perdite di carico

-  $H_C$  = *Perdite di carico distribuite nella condotta sottomarina*

Le perdite di carico distribuite nella condotta sottomarina in acciaio vengono calcolate con l'equazione del moto uniforme:

$$H_C = \beta * V_C^2 * L_C / (D_C * 2 * g)$$

-  $V_C$  = velocità fluido [m/s]

-  $L_C$  = lunghezza condotta sottomarina dall'L.T.E. = 3.094 [m]

-  $D_C$  = diametro interno condotta sottomarina = 784,26 [mm]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,81 [m<sup>2</sup>/s]

-  $\beta$  = coefficiente di resistenza calcolato con Colebrook assumendo scabrezza assoluta  $\epsilon$  condotta pari a 300 micron

$$H_C = 6,90 [m]$$

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Perdite di carico

-  $H_I$  = *Perdite di carico concentrate*

Le perdite di carico concentrate vengono calcolate con l'ausilio dell'equazione:

$$H_I = K * V_i^2 / (2 * g)$$

-  $V_i$  = velocità fluido [m/s]

-  $g$  = accelerazione di gravità = 9,8 [m<sup>2</sup>/s]

-  $K$  = coefficiente variabile in funzione del tipo e geometria della perdita:

a) Per imbocco:  $K = 0,70$  (n. 1)

b) Per riduzioni coniche diffusore:  $K = 0,50$  (n. 3)

c) Per sbocco finale diffusore:  $K = 1,20$  (n. 1)

$$H_I = 0,07 + 0,15 + 0,02 [m] = 0,25 [m]$$



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## **Dimensionamento idraulico: Perdite di carico**

-  $H_M = \text{Perdite di carico per altezza di marea}$

L'altezza di marea sul medio mare è stata fissata in 40 [cm] in base ai valori correnti attribuiti al fenomeno nel basso Mar Adriatico:

$$H_M = 0,40 [m]$$

-  $H_S = \text{Perdite di carico per salinità}$

Il controcarico dovuto alla salinità del mare  $H_S$  cioè l'altezza di carico da considerare in conseguenza del maggiore peso specifico dell'acqua di mare rispetto ai reflui effluenti, è stato calcolato assumendo un peso specifico dell'acqua marina pari a  $\gamma_s = 1,028$  [kg/l], valore medio nel Mar Adriatico, ed ipotizzando prudentemente un peso specifico dell'effluente eguale ad  $\gamma_a = 1,000$  [kg/l].

E' risultato, alla profondità massima di circa 30,0 [m] cui sono previsti gli ugelli diffusori.

$$H_S = (\gamma_s - \gamma_a) / \gamma_a * P_{\text{mas}} = (1,028 - 1,000) / 1,000 * 30,0 = 0,84 [m]$$

$$H_{\text{TOT}} = H_D + H_C + H_I + H_M + H_S = 1,65 + 6,90 + 0,25 + 0,40 + 0,84 = 10,04 [m]$$

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Dimensionamento idraulico: Potenza assorbita pompe di spinta

-  $P_p$  = *Potenza assorbita dalle pompe calcolata con la seguente formula*

$$P_p = \gamma * Q H / \eta_p \text{ [kW]}$$

-  $\gamma$  = peso specifico = 9.810 [N/m<sup>3</sup>]

-  $Q$  = portata sollevata di progetto = 0,700 [m<sup>3</sup>/s]

-  $H$  = prevalenza totale = perdite di carico + prevalenza geodetica = 12,70 [m]

-  $\eta_p$  = rendimento pompa = 0,80 [-]

$$P_p = 9.810 * 0,700 * 12,70 / 0,80 = 109 \text{ [kW]}$$

Risultano necessarie 3 pompe in parallelo (2 + 1 Riserva) sommerse, centrifughe, a girante aperta, antintasamento, con inverter, ciascuna da 55 [kW],  $H = 12,70$  [m], Portata sollevata da ognuna pari a 350,00 [l/s].

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Dimensionamento Vasca di Laminazione da 2.400 [m<sup>3</sup>]

La vasca di laminazione delle portate in ingresso ha un volume tale per cui garantisce un tempo di invaso di circa mezz'ora delle portate massime in ingresso.

Caso	Q ingresso vasca accumulo e sollevamento [l/s]	Q sollevata alla condotta [l/s]	Q invasata in vasca [l/s]	Tempo invaso [min](*)
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

(\*) Tempo di autonomia della vasca di sollevamento, prima che si attivi lo scarico di troppo pieno/emergenza (Volume vasca/Q invasata)

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Dimensionamento Vasca di Laminazione**

**Caso A:** La portata in ingresso è minima e viene interamente sollevata dalle pompe e non si accumula in vasca.

**Caso B:** Funzionamento ordinario, il volume occupato dall'acqua in vasca è pari al volume della vasca di sollevamento, e tutta l'acqua in ingresso viene pompata nella condotta sottomarina.

**Caso C:** Si ha la massima portata in ingresso, 2.190 [l/s](\*), ed il funzionamento ordinario di due pompe; il tempo di autonomia della vasca di laminazione è di 27 minuti.

**Caso D:** 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: by-pass di tutti gli impianti di depurazione, non funzionamento di tutte e tre le pompe di sollevamento e guasto del gruppo elettrogeno.

**Caso E:** Si solleva la massima portata che può transitare nella condotta (900,00 l/s) ed il tempo di invaso con massima portata in ingresso è di 31 minuti.

(\*) Portata = 2.190 [l/s] = Portata massima agli impianti di depurazione ( $4 * Q_m$ ) e by-pass impianti stessi



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Scarico di emergenza:**

Lo scarico di emergenza è stato dimensionato sulla portata massima in ingresso alla vasca di laminazione, pari a 2.190 [l/s].

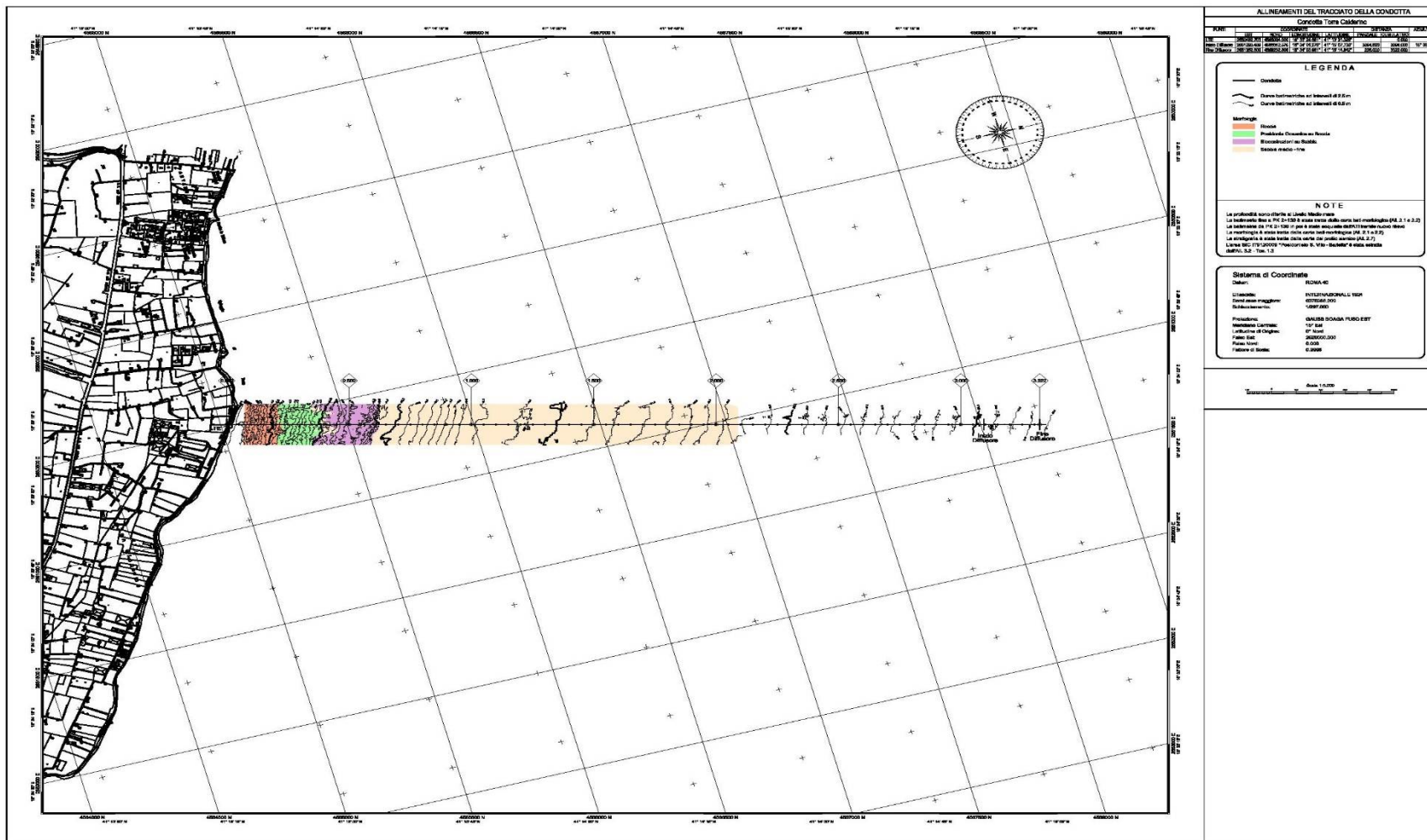
Il manufatto è costituito da una canaletta di sfioro che convoglia le acque ad uno scatolare di scarico, di dimensioni 1,50 x 0,90 [m].

Utilizzando la formula di Bazin per lo stramazzo a parete sottile, fissando un'altezza del fluido sopra la soglia pari a 0,20 [m], la lunghezza della lama di sfioro risulta pari a 13,0 [m].

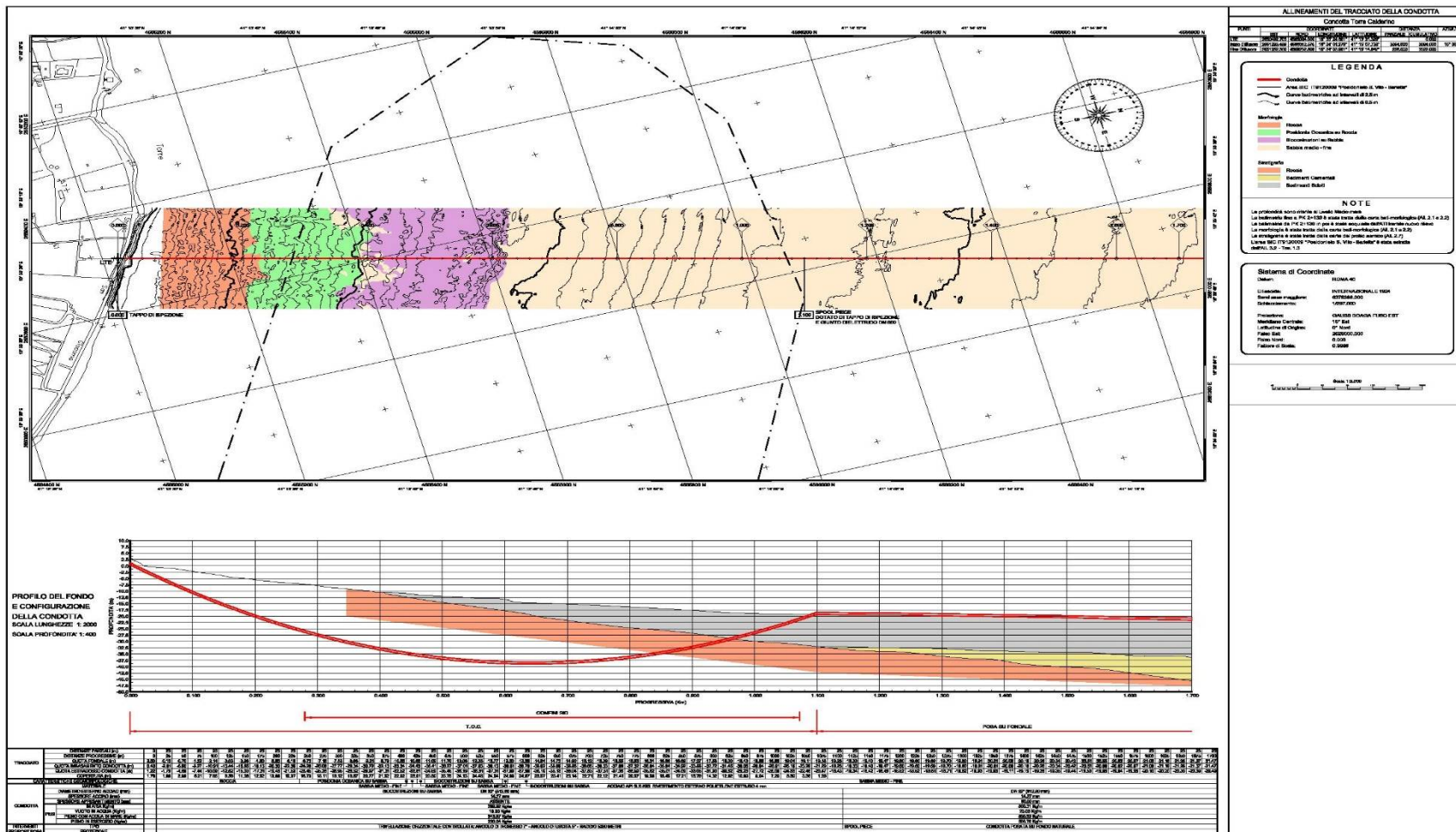
### **Canalette di ingresso e scarico:**

Le velocità e i battenti negli scatolari e nelle canalette trapezoidali di ingresso alla vasca sono stati calcolati applicando le formule di per il moto uniforme in canali a pelo libero.

**Planimetria condotta sottomarina con indicazione tipologia terreno: Roccia – Poseidonia – Biocostruzioni su sabbia – sabbia medio fine**

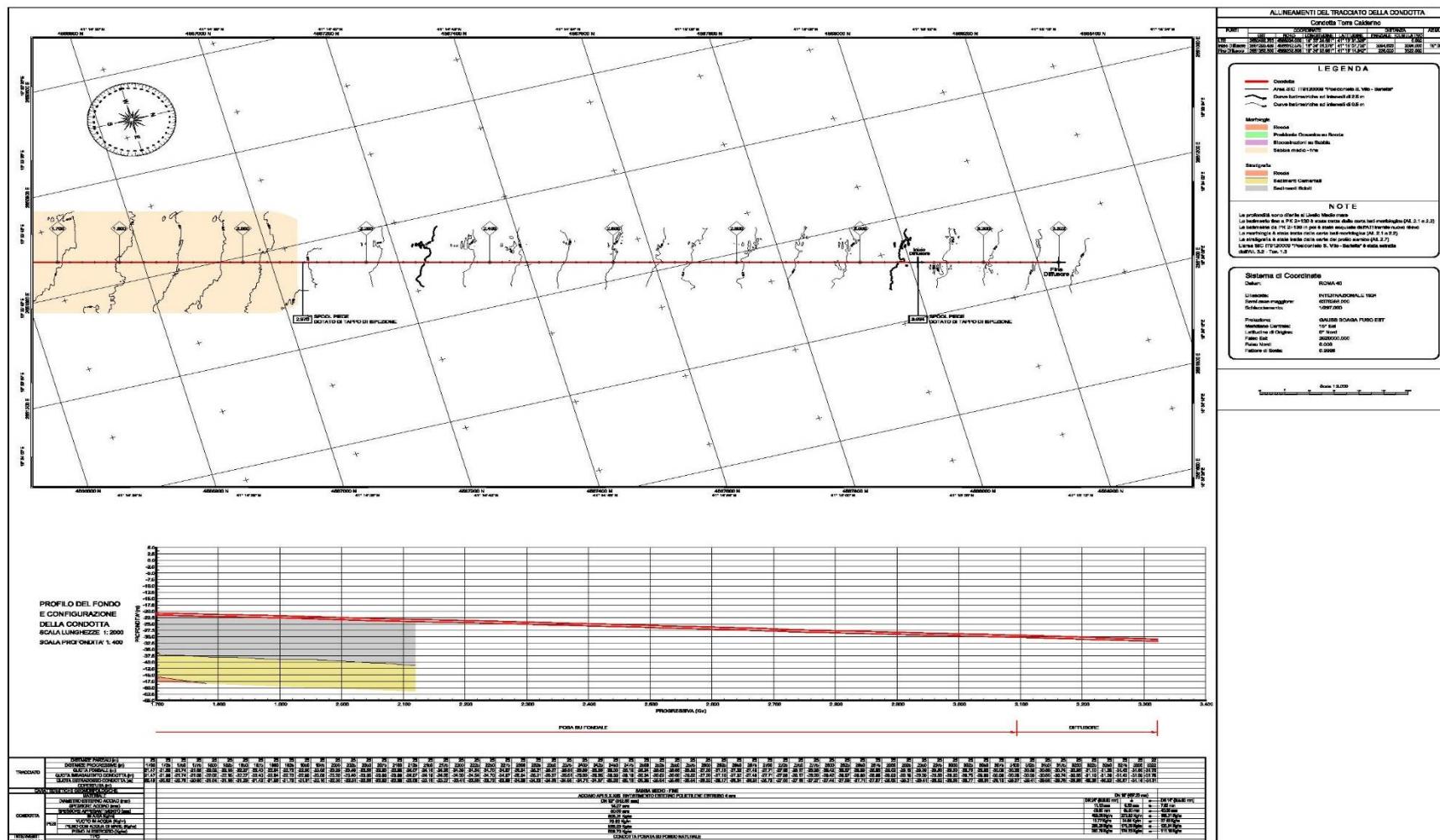


## Planimetria condotta sottomarina con indicazione vincolo SIC Mare (1.100 m) e Profilo longitudinale



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

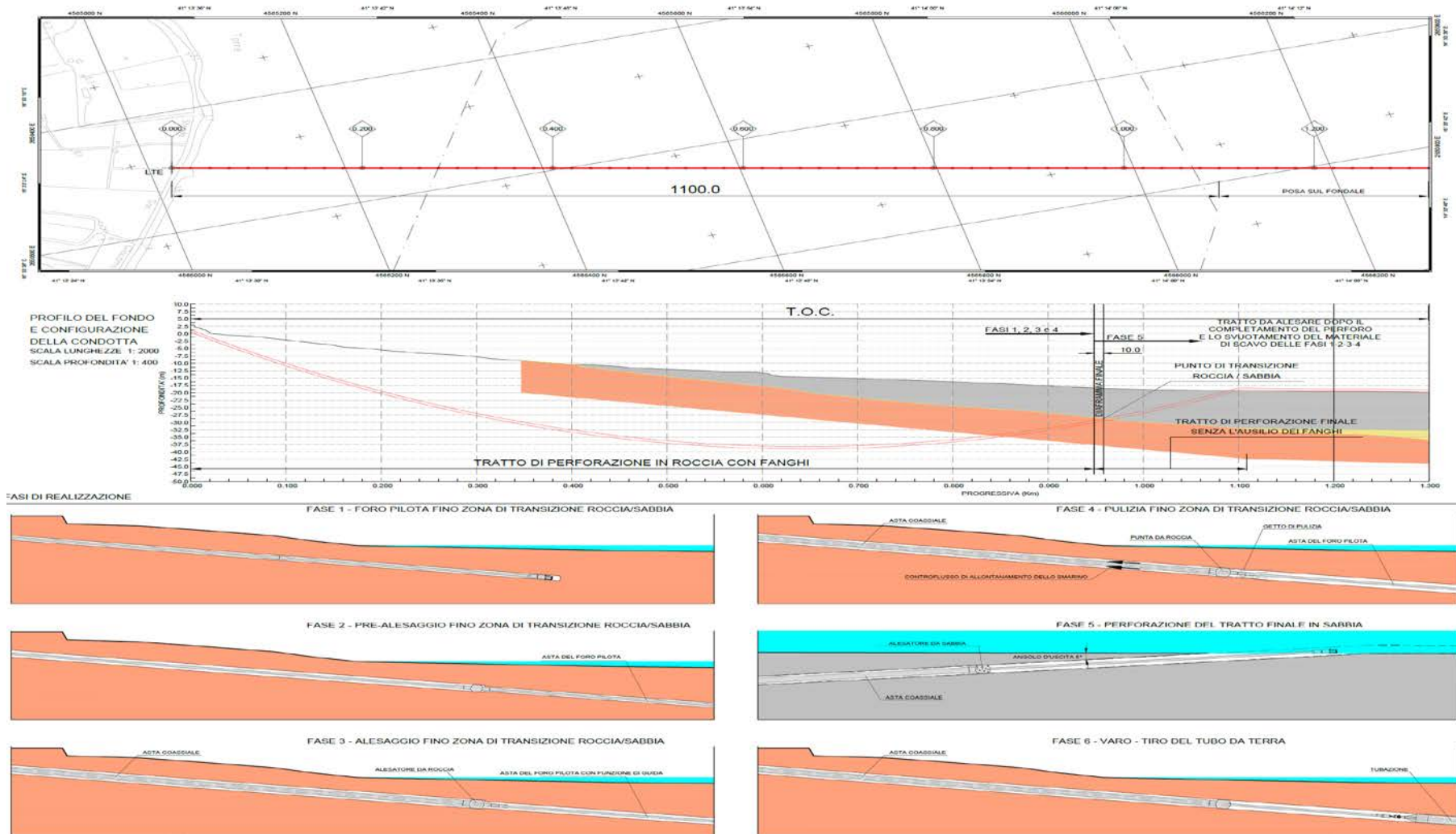
## Planimetria condotta sottomarina con indicazione vincolo SIC Mare (1.100 m) e Profilo longitudinale





# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Particolari condotta sottomarina: attraversamento con tecnologia T.O.C. tratto interessato dal vincolo SIC Mare (1.100 m)



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Particolari condotta sottomarina: attraversamento con tecnologia T.O.C. tratto interessato dal vincolo SIC Mare (1.100 m):**

Dati tecnici: angolo di ingresso ( $7^\circ$ ), angolo di uscita ( $5^\circ$ ), lunghezza (1.100 m).

***I° fase:*** 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+985;

***II° fase:*** Il primo alesaggio del foro verrà eseguito mediante un alesatore montato su aste di diametro maggiore di quelle usate per il foro pilota, con impiego di fango bentonitico nel foro. 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;

***III° fase:*** Il primo alesatore verrà ritirato fino al cantiere a terra per essere rimosso. Si monterà quindi al suo posto un secondo alesatore di 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;

***IV° fase:*** Si effettuerà il completo lavaggio del foro con acqua, in modo da rimuovere la bentonite dal foro stesso;

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

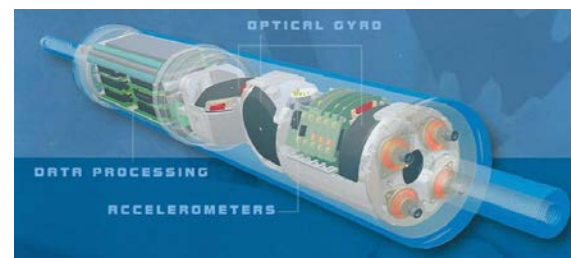
### **Particolari condotta sottomarina: attraversamento con tecnologia T.O.C. tratto interessato dal vincolo SIC Mare (1.100 m):**

**V<sup>•</sup> fase:** Lo sfondamento sul fondo marino (attraversamento del diaframma 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 (a base di gomma di guam);

**VI<sup>•</sup> fase:** 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.

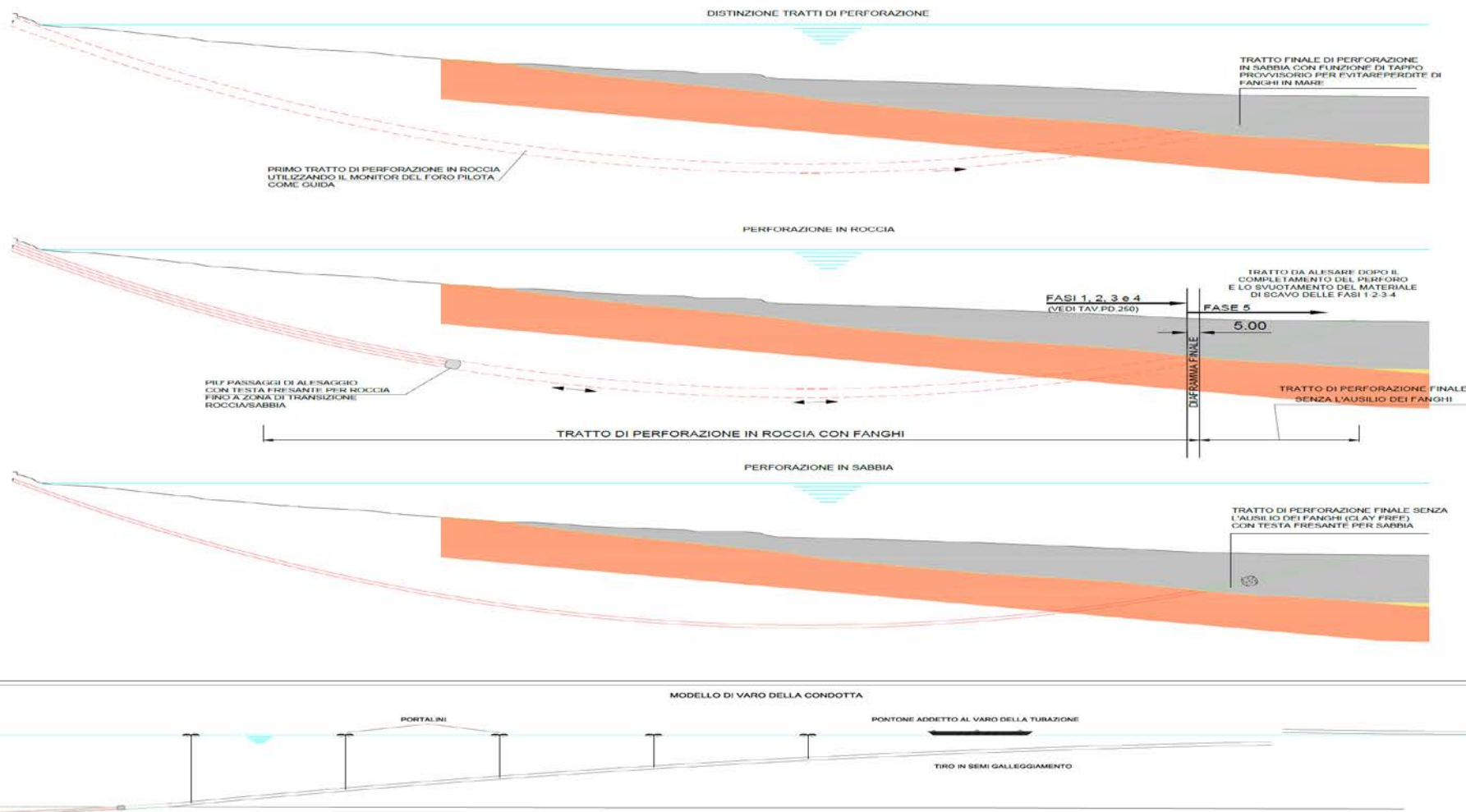
Le pompe ad alta pressione che regoleranno la portata del fluido bentonitico sono in grado di fluire tra i 2.500 e i 3.000 l/min.

Sarà adottato un sistema di guida di tipo giroscopico, montato in coda alla testa di perforazione



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

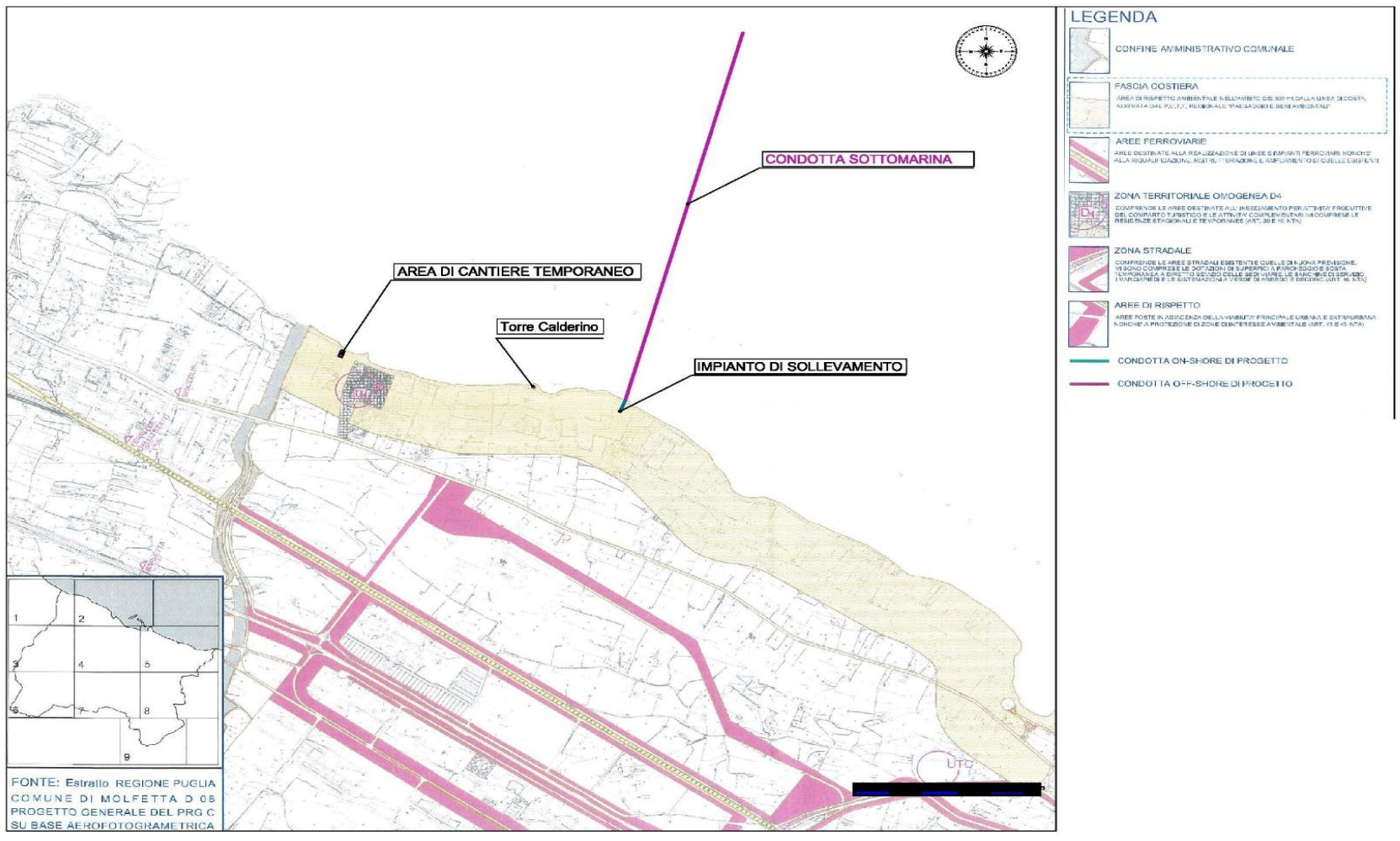
## Particolari condotta sottomarina: attraversamento con tecnologia T.O.C. tratto interessato dal vincolo SIC Mare (1.100 m)





Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## Planimetria area di cantiere temporaneo





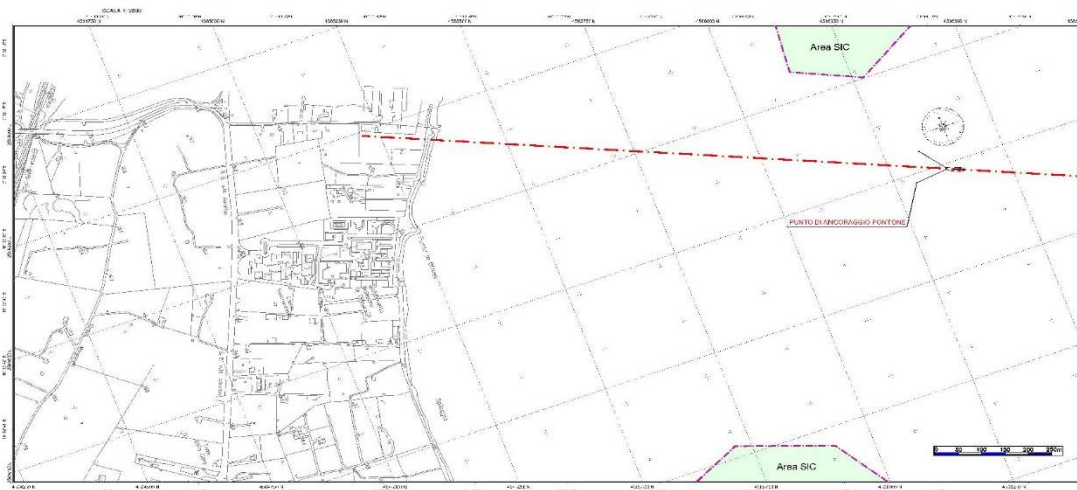
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Varo condotta sottomarina**




- E' previsto il varo in successione di n° 3 tratte di condotta della lunghezza, rispettivamente, di 1.100 m (correlata alla lunghezza della TOC) e di 997 m (ultime due tratte).
- E' stata individuata un'area libera da ogni infrastruttura avente una superficie di 8.000 mq, lunghezza di 140 m e larghezza di 40 m, livelletta pressoché uniforme e regolare;
- Assenza di interferenze con la viabilità litoranea, ubicata a sufficiente distanza da manufatti di interesse storico (Torre Calderino) 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, i mezzi appoggio dei sub, ecc.) minimamente interferente con l'area SIC, relativamente vicina all'area di posa della condotta sottomarina onde minimizzare i tempi di trasferimento delle varie tratte.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

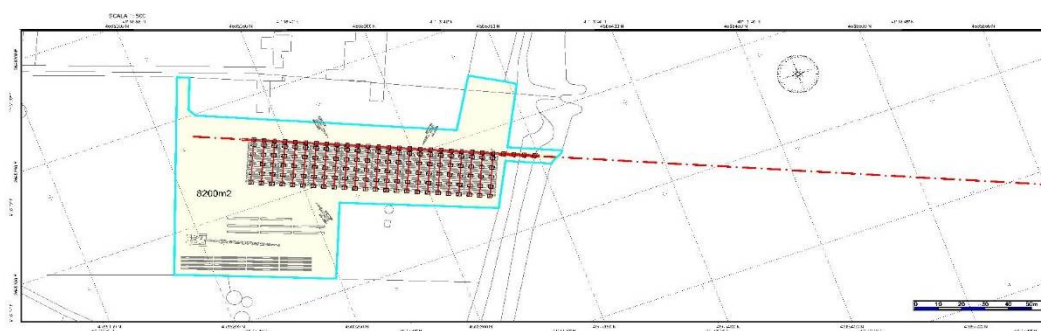
## Varo condotta sottomarina



ALLINEAMENTI DEL TRACCIATO DELLA CONDOTTA									
Condotta Torre Calderino									
PUNTO	EST	NORD	LONGITUDINE	LA	TIPOLOGIA	COORDINATE	PROFONDITÀ	PROFONDITÀ	PROFONDITÀ
1	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
2	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
3	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
4	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
5	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
6	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
7	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
8	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
9	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00
10	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00	430500.00

LEGENDA	
	Area SIC
	Condotta
	Area SIC

Sistema di Coordinate	
Dato:	ROMA 40
Ellissoide:	INTERNAZIONALE 1958
Semi asse maggiore:	6378137.000
Semi asse minore:	6356583.000
Perimetro:	40075017.380
Mediana Centrale:	10° Est
Longitudine di Origine:	0° Nord
Fuso Orario:	0.000
Fattore di Scala:	0.9999



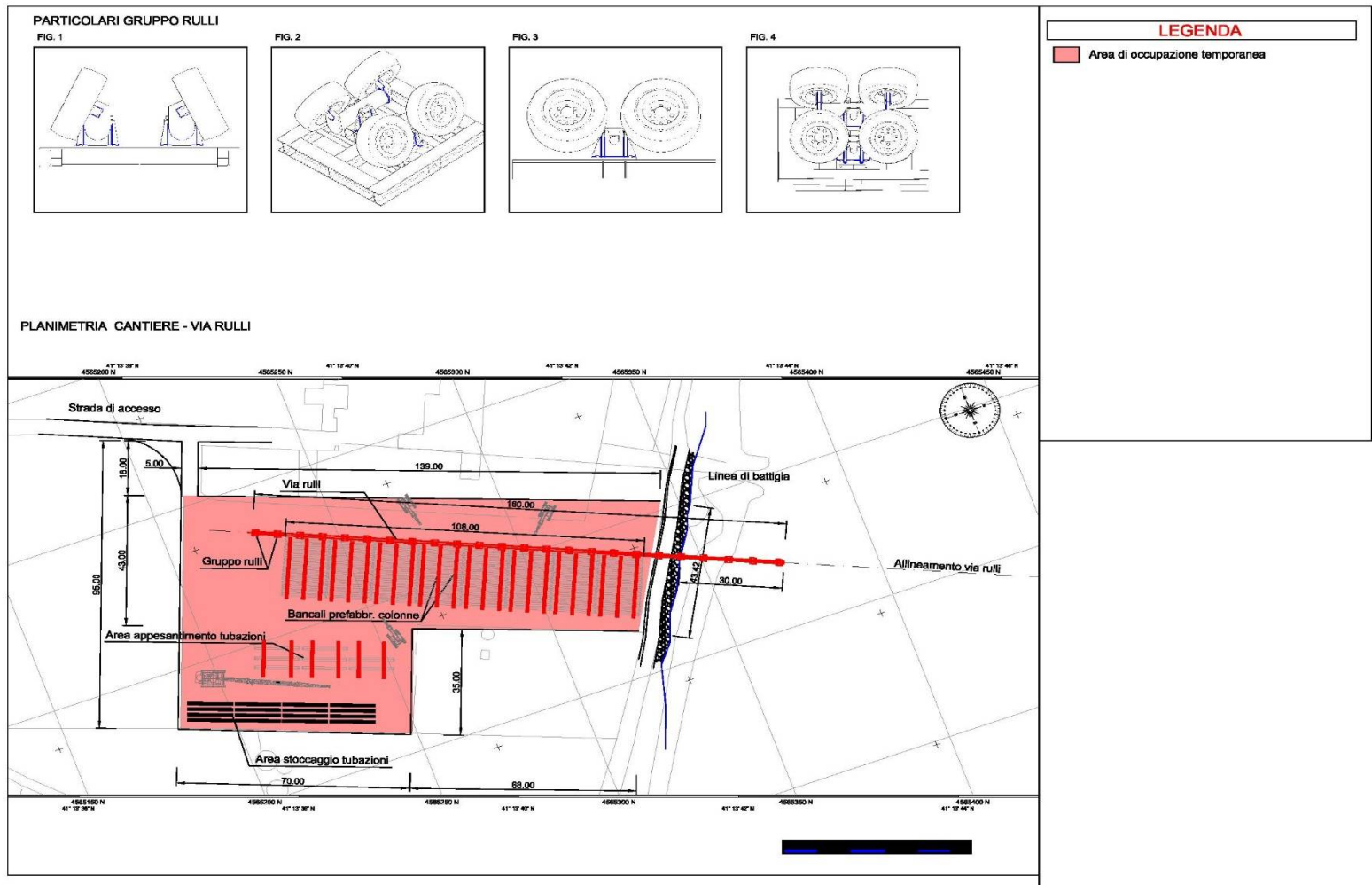
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Varo condotta sottomarina**

- All'interno dell'area di cantiere a terra verrà predisposta un'opportuna via a rulli costituente la rampa di varo;
- Tutte le rulliere dovranno essere montate su appositi basamenti in calcestruzzo (tipo “new-jersey”) dopo che il terreno sarà stato opportunamente spianato e preparato;
- I tubi in acciaio saranno trasportati via camion e stoccati in cataste su terreno sabbioso. Verranno sollevati, con imbracature di adeguata resistenza e costituzione tale da non danneggiarli, da due punti simmetrici rispetto alla mezzeria. Saranno accoppiati tramite accoppiatore esterno e saldati;
- Allestita la prima 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;

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Varo condotta sottomarina



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Varo condotta sottomarina: Traino in acqua delle stringhe:**

1: Un pontone, munito di verricello di tiro, si allineerà con l'asse della rampa di varo, ancorandosi ad una idonea distanza dalla linea di battigia (1.100 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;

2: Al fine di garantire il giusto peso residuo in acqua della condotta saranno installati appositi galleggianti di spinta, collegati al tubo tramite selle e tiranti di cavo d'acciaio, protetto da una guaina di gomma, di forma cilindrica in acciaio o di materie plastiche, capaci di sopportare una pressione massima di 3 bar;

3: Quando il varo della prima stringa sarà completato questa verrà bloccata in apposita clampa (morsetto di serraggio) 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. La via a rulli si sarà liberata e 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;

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



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Varo condotta sottomarina: Traino in acqua delle stringhe:**

5: 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 area” precedentemente individuate e segnalate;

6: 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;

7: La posizione della testa di tiro e di ritenuta verrà costantemente controllata durante il trasferimento con un sistema trasponder che permetterà di verificare passo passo la rotta ed, eventualmente, di apportare le necessarie correzioni di navigazione. Tutti i mezzi saranno in radiocollegamento fra di loro. Il pontone seguirà una ben precisa rotta, precedentemente definita e segnalata in superficie con boe fusiformi;

8: Nella posizione finale sarà allestito un campo trasponders da un survey vessel (imbarcazione), provvisto di radio posizionamento di superficie, sistema di posizionamento acustico in base corta e base lunga e ROV con manipolatore;



## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Varo condotta sottomarina: Traino in acqua delle stringhe:**

9: 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;

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

11: Verranno quindi essere rimossi definitivamente i galleggianti e i portalini tagliando i cavi di connessione col ROV o con i sommozzatori;

12: 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 trainata a ritroso all'interno del foro della TOC mollando via via i portalini e i galleggianti.

Si prevede di posare sul fondo marino due cavi per effettuare la guida magnetica con sistemi tipo Pratrack

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Protezione contro la corrosione della condotta sottomarina in acciaio con utilizzo combinato dei due sistemi:**

**1 Protezione passiva:** Rivestimento esterno alla condotta in polietilene triplo strato dello spessore di 4,0 mm. Rivestimento interno alla condotta mediante l'applicazione di uno strato di resina epossidica da 500 micron di spessore su tutta la superficie

### **2 Protezione attiva**

**2.1 A corrente impressa:** nel tratto in TOC (1.100 m) costituito da un alimentatore su dispersore verticale ubicato in corrispondenza dell'impianto di spinta costituito da anodi al ferro/silicio/cromo con letto di posa in back fill di carbon coke. In corrispondenza del punto di interconnessione con il tratto di condotta posato sul fondale, realizzato mediante uno spool-piece biflangiato, è prevista l'installazione di un giunto dielettrico;

**2.2 Con anodi sacrificali:** nel tratto di condotta posata (1.994 m) sul fondale naturale, sistema ad anodi sacrificali in lega di alluminio-zinco-indio. Anodi del peso di 140 kg/cad posti 1 anodo ogni 7 barre da 12,0 m (spaziatura di 84 m).

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Gestione – Funzionalità – Manutenzione Condotta sottomarina:**

- Realizzazione di n. 3 ingressi alla condotta mediante tronchetti flangiati sulla condotta “spool piece”, presidiati da flangia cieca di dimensioni 800 mm di diametro trasversalmente alla condotta e oltre 1200 m longitudinalmente, per poter accedervi con una tubazione di spurgo, quando necessario:

1 progr. Km 0+000 (L.T.E.)

**2 progr. Km 1.100 Spool piece (Tronchetti di collegamento flangiati)**

**3 progr. Km 1.970 Spool piece (Tronchetti di collegamento flangiati)**

**4 progr. Km 3.094 Spool piece (Tronchetti di collegamento flangiati)**

5 progr. Km 3.332 (Termine diffusore)

- La lunghezza della condotta è tale da richiedere di poter intervenire all'interno della condotta stessa, non solo dalle estremità ma anche in punti intermedi, quindi tre ingressi sono in corrispondenza degli “spool piece”, l'altro in prossimità del pozzetto di inizio T.O.C. Attraverso le aperture previste, 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.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

**Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti** e valutazione della capacità di abbattimento del potenziale carico inquinante immesso nel Mar Adriatico attraverso la condotta di scarico;

Impiego di modelli numerici, in grado di simulare la circolazione idrodinamica nell'area ed i principali processi di dispersione e di decadimento biochimico delle sostanze scaricate;

I parametri scelti per la verifica del rispetto dei limite di legge stabiliti in normativa sono la concentrazione dell'azoto e del fosforo totale (principali nutrienti responsabili delle proliferazioni algali), la concentrazione dei solidi sospesi, il BOD<sub>5</sub> (Biological Oxygen Demand) e la concentrazione del batterio Escherichia Coli;

I valori limite agli scarichi previsti nel D.Lgs 152/2006 sono

<b>BOD</b>	mg/l	<25	25	Tab 1/2
<b>COD</b>	mg/l	<125	125	Tab 1/2
<b>TSS</b>	mg/l	<20	35	Tab 1/2
<b>Azoto totale (N)</b>	mg/l	13,5	15	Tab 2
<b>Fosforo totale (P)</b>	mg/l	1,5	2	Tab 2
<b>E coli</b>	UFC/100 ml	<5000	5.000	All. 5



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti

Il software matematico utilizzato è il Delft3D:

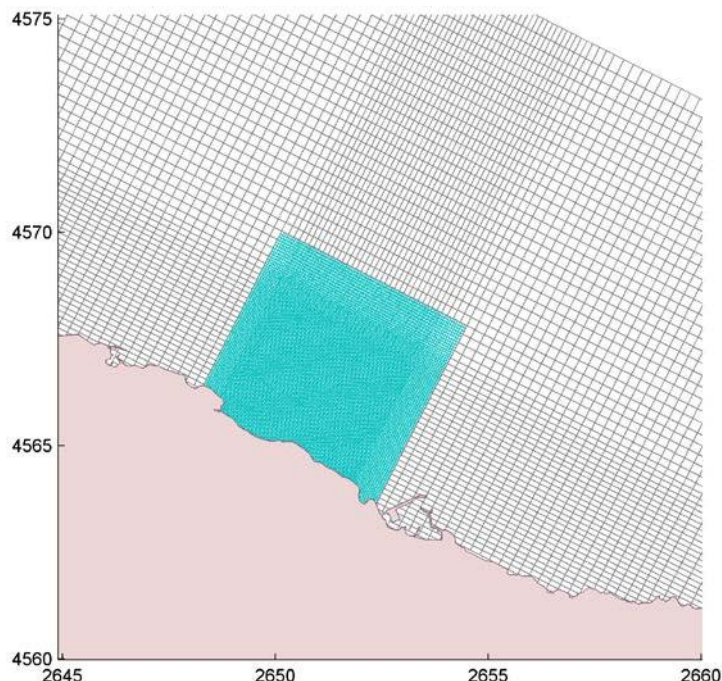
- modulo idrodinamico FLOW, per la simulazione della circolazione costiera in presenza di forzanti meteomarine in regime di moto vario sia con schematizzazioni bidimensionali che tridimensionali compresi gli effetti delle differenze di densità dovute a temperature non uniformi o alla distribuzione di salinità;
- modulo per la qualità delle acque WAQ per la simulazione dei processi di dispersione e decadimento batterico che avvengono in un ambiente acquatico marino/fluviale e di determinare, quindi, l'evoluzione sia nello spazio che nel tempo dei principali parametri.

La predisposizione del modello matematico idrodinamico richiede, come attività preliminare e indispensabile, la definizione della maglia di calcolo, rispetto alla quale tutte le grandezze di interesse verranno poi definite:

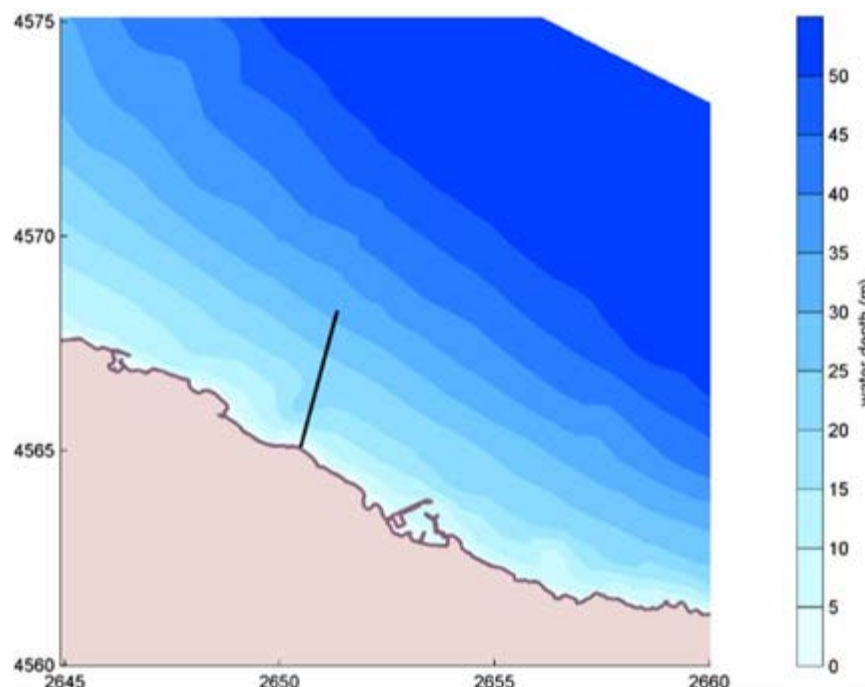
- **dominio generale**, costituito dalla regione più esterna che sviluppa lungo un tratto costiero lungo circa 22 km e largo circa 12 km. È costituito approssimativamente da 5.300 celle con una risoluzione spaziale variabile tra 250 e 500 m;
- **dominio di dettaglio** di circa 12.500 celle che si estende su un'area di circa 5 x 5 km dalla linea di costa fin oltre al punto di scarico del diffusore ed ha una risoluzione spaziale più regolare e pari a circa 40 m

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti



Griglia di calcolo modello  
Idrodinamico



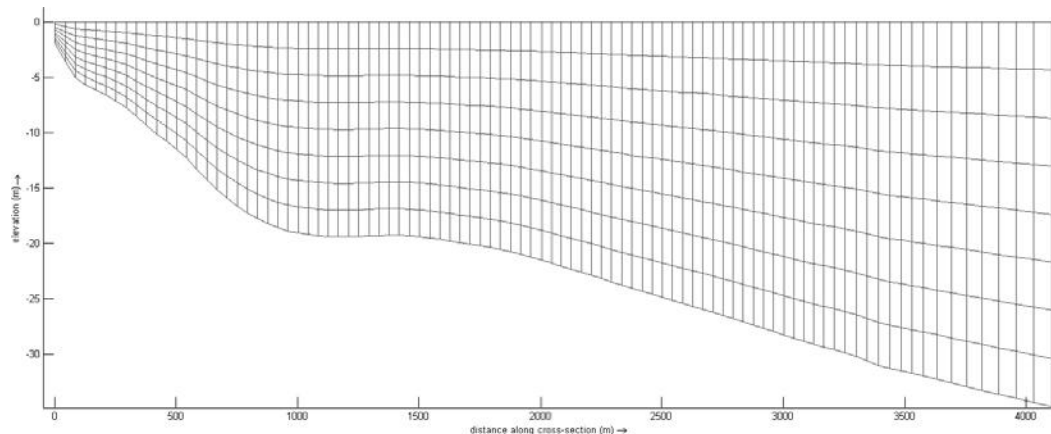
Schematizzazione batimetrica (m s.l.m.)

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti

Considerato l'obiettivo dello studio e la necessità di riprodurre i fenomeni di dispersione verticale dell'inquinante lungo la colonna d'acqua è stata adottata una **schematizzazione tridimensionale per entrambi i domini di calcolo** caratterizzata da 8 layers uniformi lungo la verticale;

Adottando questa schematizzazione di calcolo tridimensionale sono stati analizzati gli effetti della dispersione dell'inquinante lungo la colonna d'acqua e lo sviluppo di un sistema di correnti superficiali e profonde indotto dall'applicazione di un campo di vento uniforme sul dominio di calcolo.



Esempio di layer in sezione trasversale del modello

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti**

**I fosfati ed i nitrati** presenti nelle acque reflue che entrano nel ciclo trofico vengono trasformati in composti organici nel fitoplancton attraverso il processo di fotosintesi. I processi biochimici di trasformazione dei nutrienti avvengono in scale temporali molto lunghe rispetto ai processi di diluizione e trasporto e per questo motivo **un tracciante di tipo conservativo** è stato ritenuto idoneo per simulare il comportamento di queste sostanze;

**I microorganismi di origine fecale** sono soggetti naturalmente a sollecitazioni e fattori di tipo fisico, chimico e biologico che determinano la progressiva scomparsa degli stessi. Per questo tipo di sostanze è stato ritenuto quindi opportuno considerare **un tracciante non conservativo** soggetto ad una reazione di decadimento del primo ordine.

Il tasso di decadimento di una popolazione batterica è definito sulla base del parametro temporale  $T_{90}$ , vale a dire il tempo necessario per ridurre la concentrazione iniziale batterica di una quantità pari al 90%. Sulla base dei dati e delle informazioni disponibili in letteratura è stato considerato un  $T_{90}$  di variabile in funzione della profondità tra le 18 e 40 ore.

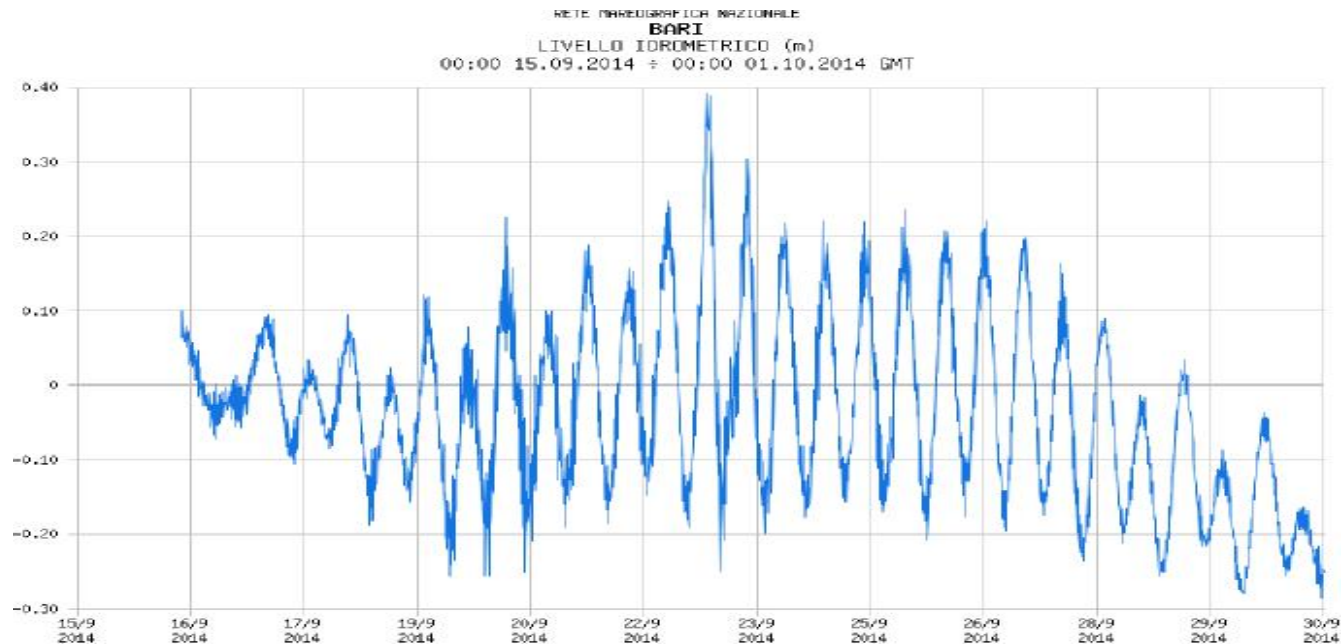
**In tutte le simulazioni effettuate è stata applicata allo scarico una portata costante e pari al valore nominale di progetto 700 [l/s].**

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti

Le principali forzanti esterne che condizionano la circolazione idrodinamica nel Mar Adriatico meridionale e considerate nella modellazione sono state:

## Diagramma marea al mareografo di Bari dal 15 al 30/09/2014



Forza mareale media con un periodo di 12 ore e con un'escursione di  $\pm 0,15$  [m s.l.m.]



# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

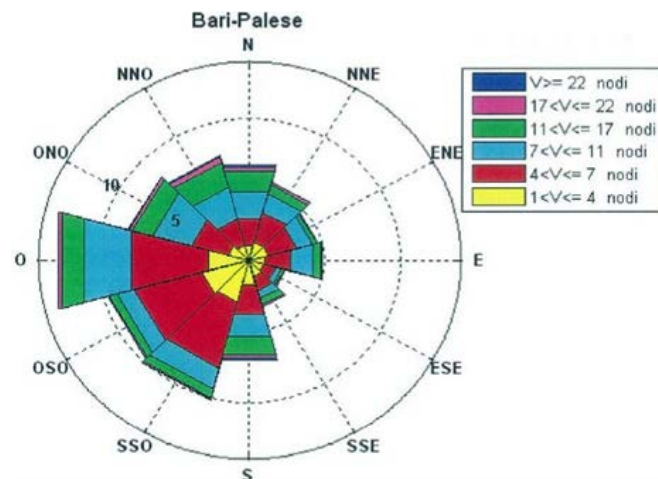
## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti

Le principali forzanti esterne che condizionano la circolazione idrodinamica nel Mar Adriatico meridionale e considerate nella modellazione sono state:

### Il Vento: Rosa dei venti 1951 – 2005 Anemometro Aeronautica Militare Palese

I venti di terra sono compresi nel settore ONO – SSE, hanno una frequenza di occorrenza di circa il 44% sui casi totali e sono costituiti in larga misura da eventi con intensità minori di 11 nodi.

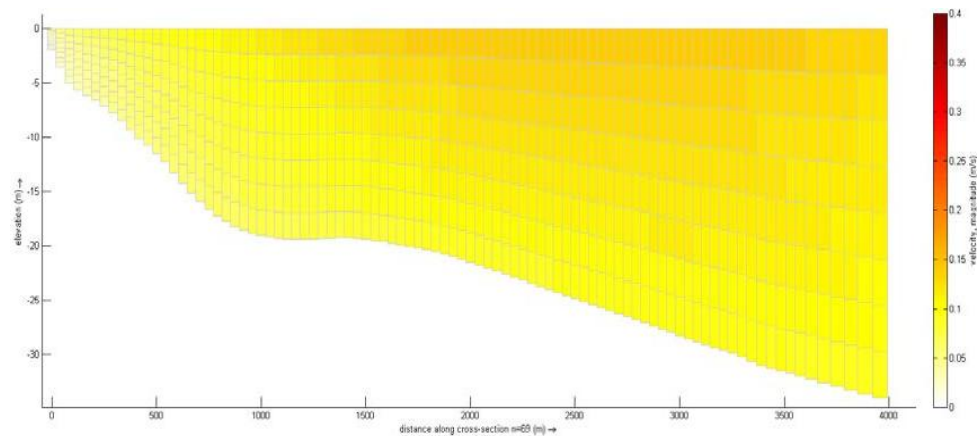
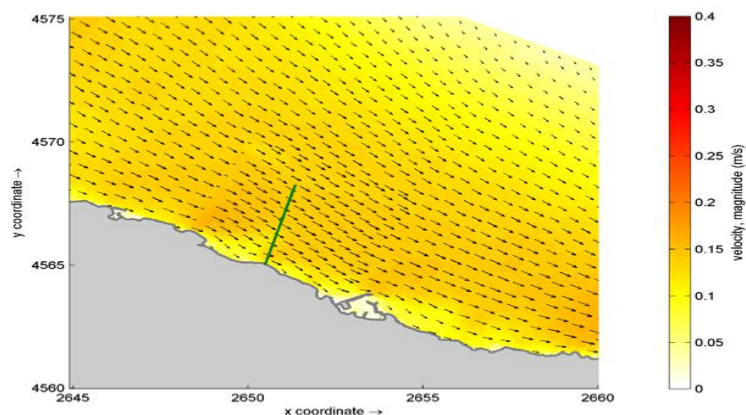
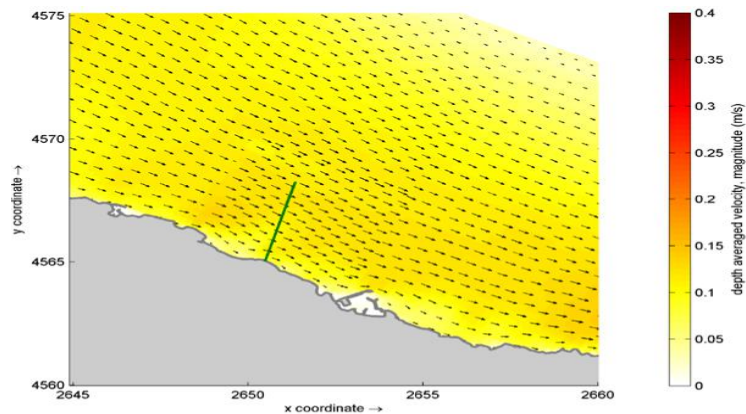
I venti spiranti dal mare sono prevalentemente concentrati nel settore NNO – NNE, hanno una frequenza di occorrenza di circa il 33 % e sono quelli che possono presentare episodi di maggiore intensità. Si è ritenuto pertanto di utilizzare, per l'analisi della dispersione legata al rilascio di traccianti, il vento spirante da NNO - NNE con velocità pari a 7 m/s (50%), supposto uniforme sul dominio di calcolo e costante nel tempo.



Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato

in Località Torre Calderino

**Analisi idrodinamiche (Vento da NNO costante ed uniforme con una intensità di 7 m/s, condizione meteomarina più sfavorevole in cui risulta massima la capacità di trasporto degli inquinanti verso le spiagge limitrofe)**



campi di moto lungo una sezione trasversale  
ortogonale alla linea di costa per lo stesso istante  
temporale.

campi di velocità mediata sulla verticale  
e sullo strato superficiale di massimo riflusso

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

## **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti.**

**Analisi idrodinamiche (Vento da NNO costante ed uniforme con una intensità di 7 m/s, condizione meteomarina più sfavorevole in cui risulta massima la capacità di trasporto degli inquinanti verso le spiagge limitrofe)**

## **Risultati**

Si osserva che la presenza di un vento con una componente parallela alla costa è in grado di determinare lo sviluppo di una corrente litoranea diretta verso Sud-Est a carattere sostanzialmente stazionario ed invariante rispetto alla fase di mare.

Le correnti di deriva presentano delle velocità medie sulla verticale nell'ordine di 10 [cm/s]. I valori più alti si osservano in prossimità della linea di costa dove le profondità sono minori e l'effetto di trascinamento del vento è più marcato. Dall'analisi dei profili di velocità lungo la sezione verticale si osserva che le velocità sono maggiori nei layer superficiali nell'ordine di 15 [cm/s] e tendono a diminuire fino a qualche cm/s nei livelli più bassi adiacenti ai fondali. Effetto delle escursioni di marea sulla circolazione locale risultano molto basse e trascurabili rispetto a quelle indotte dal campo di vento.

## Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

### **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti**

Nelle simulazioni eseguite si è ritenuto pertanto di utilizzare, per l'analisi della dispersione legata al rilascio di traccianti, solo il vento spirante dal settore NNO - NNE ( $v = 7,0$  m/s) in quanto esso costituisce una forzante peggiorativa per la dispersione rispetto alla situazione senza vento.

**I° Situazione attuale:** I reflui provenienti dagli impianti di depurazione al servizio dei comuni di Molfetta ( $Q = 157$  [l/s]), Bisceglie, Corato, Ruvo - Terlizzi ( $Q_{\text{tot}} = 438$  [l/s]) avvengono direttamente in battigia senza l'utilizzo di alcuna condotta sottomarina. Molfetta in Località Torre Calderino, i restanti sbocco a mare di Lama di Macina.

**II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento:**  $Q_{\text{tot}} = 700$  [l/s], parametri di concentrazione degli inquinanti in via cautelativa è stato fatto riferimento ai valori limite di legge D.Lgs. 152/2006.

**III° Condizioni di disservizio parziale dell'impianto di trattamento:**  $Q_{\text{tot}} = 700$  [l/s], concentrazioni allo scarico degli inquinanti più alti rispetto al caso precedente e riportati nella tabella seguente.

**IV° Condizioni di disservizio totale dell'impianto di trattamento:**  $Q_{\text{tot}} = 700$  [l/s], concentrazioni allo scarico degli inquinanti più gravosi rispetto al caso precedente e riportati nella tabella seguente.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti: Condizioni di input per le simulazioni numeriche nelle diverse condizioni di funzionamento.

	<b>Mar Adriatico</b>	<b>Refluo Servizio ordinario</b>	<b>Refluo disservizio parziale</b>	<b>Refluo disservizio totale</b>	<b>Limiti D.Lgs. 152/2006 (Tab. 1/2)</b>
Salinità [PSU]	38,31	1,50	1,50	1,50	-
Coliformi fecali (Escherichia Coli) [UFC/100ml]	-	5.000	<b>10<sup>5</sup></b>	<b>10<sup>6</sup></b>	5.000
Solidi Sospesi Totali [mg/l]	-	35	<b>80</b>	<b>486</b>	35
Azoto totale [mg/l]	-	15	<b>30</b>	<b>83</b>	15
Fosforo totale [mg/l]	-	2	<b>5</b>	<b>14</b>	2
BOD5 [mg/l]	-	25	<b>40</b>	<b>417</b>	25

PSU: Pratical Salinity Unit (legato alla conduttività)

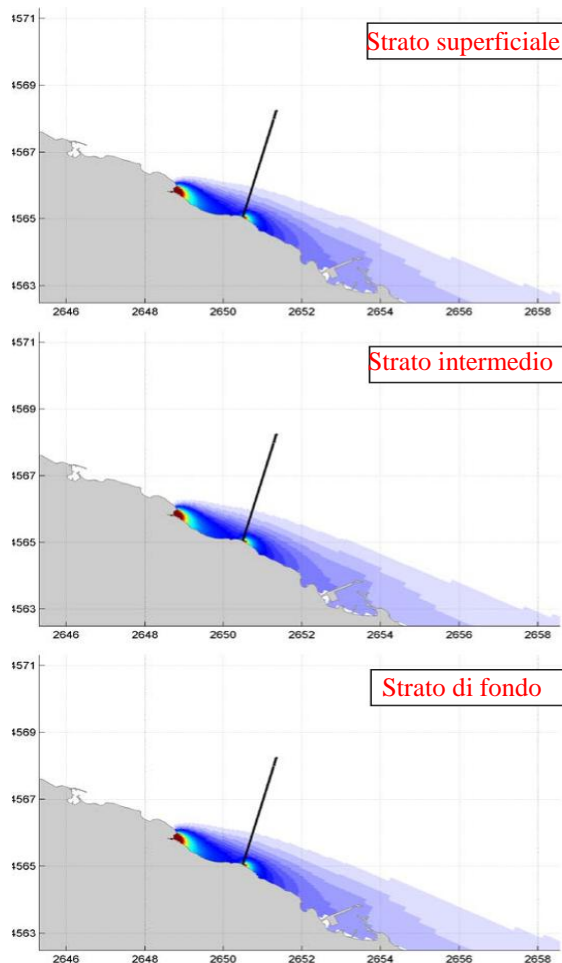
UFC/100ml: Unità Formanti Colonia (Misura la concentrazione batterica)



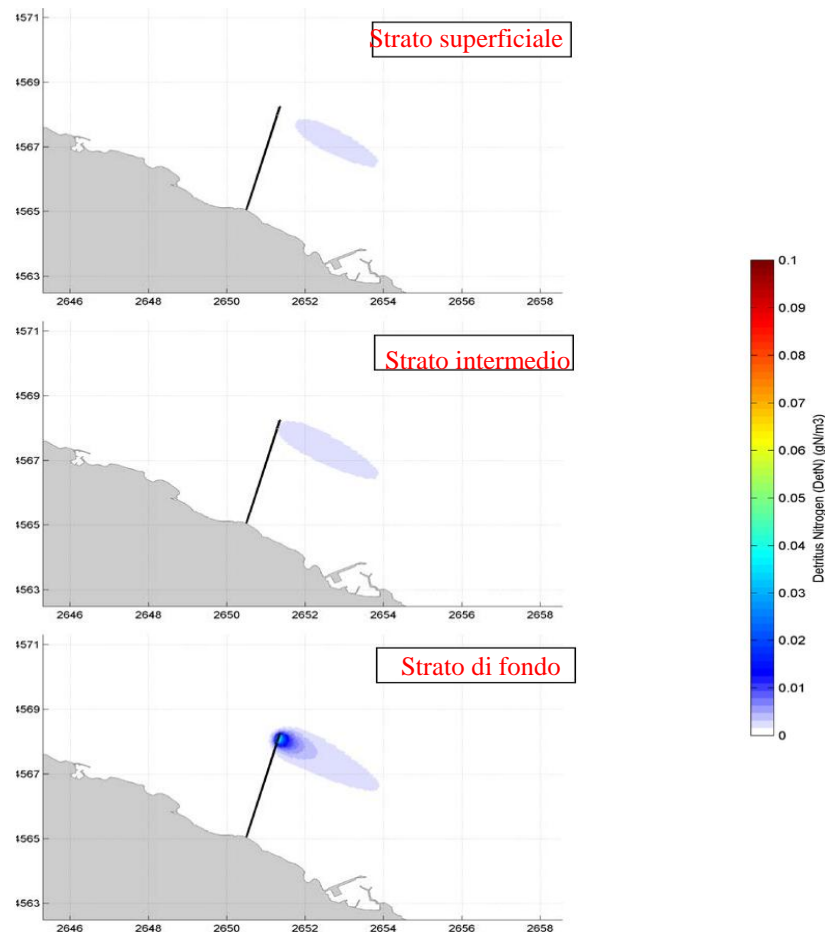
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti: AZOTO TOTALE [mg/l]

### I° Situazione attuale



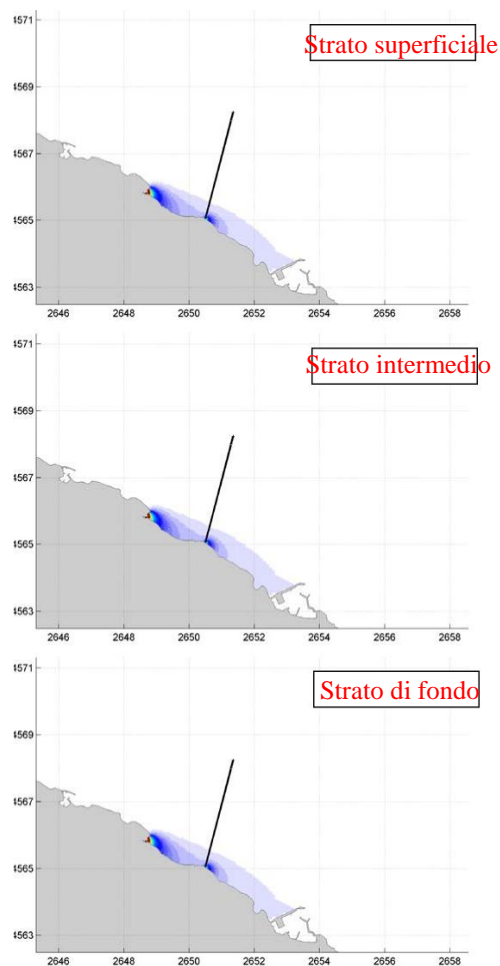
### II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento



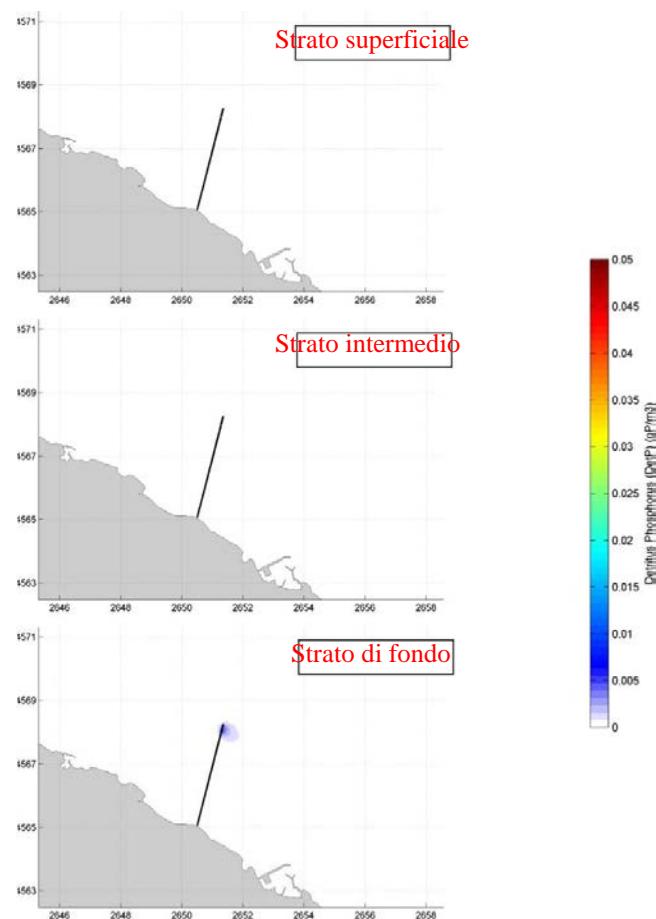
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti: FOSFORO TOTALE [mg/l]

### I° Situazione attuale



### II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento

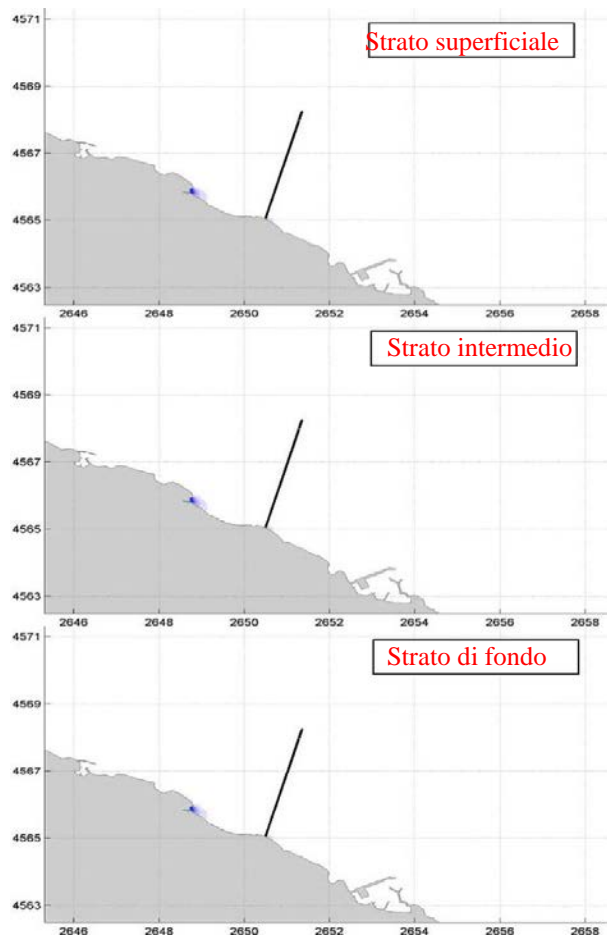


# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

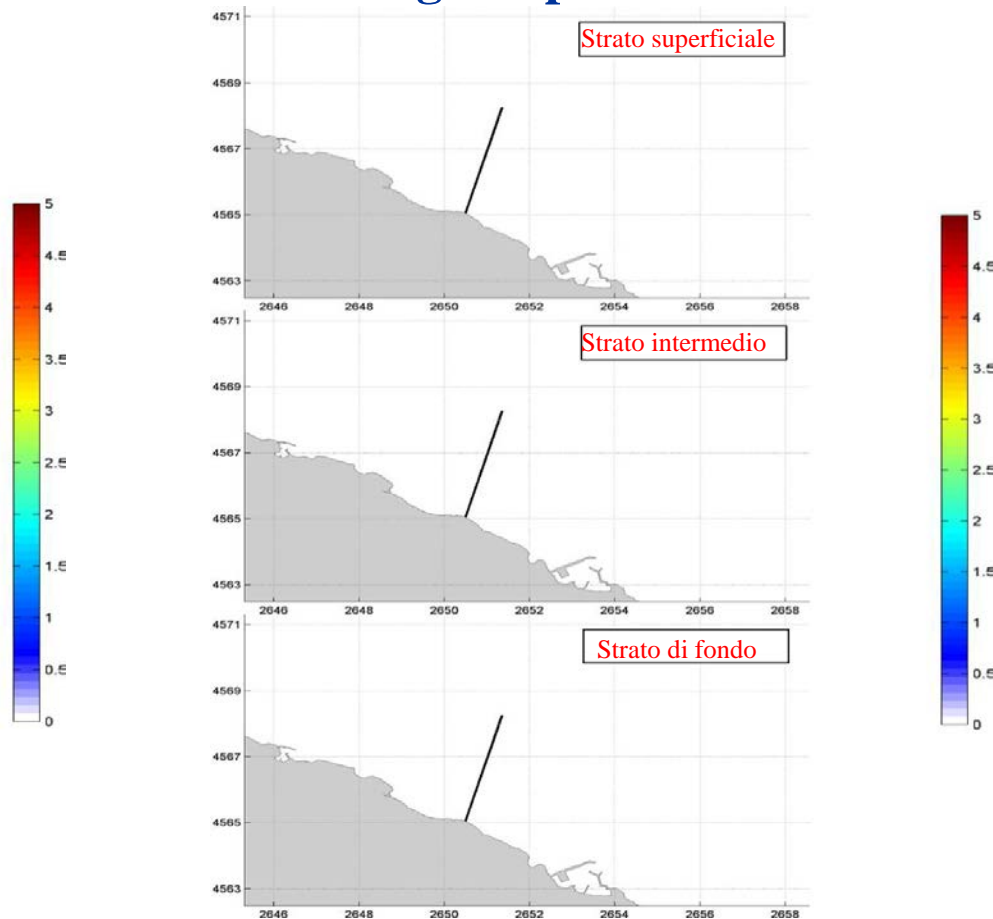
## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti:

**BOD<sub>5</sub>[mg/l]**

### I° Situazione attuale



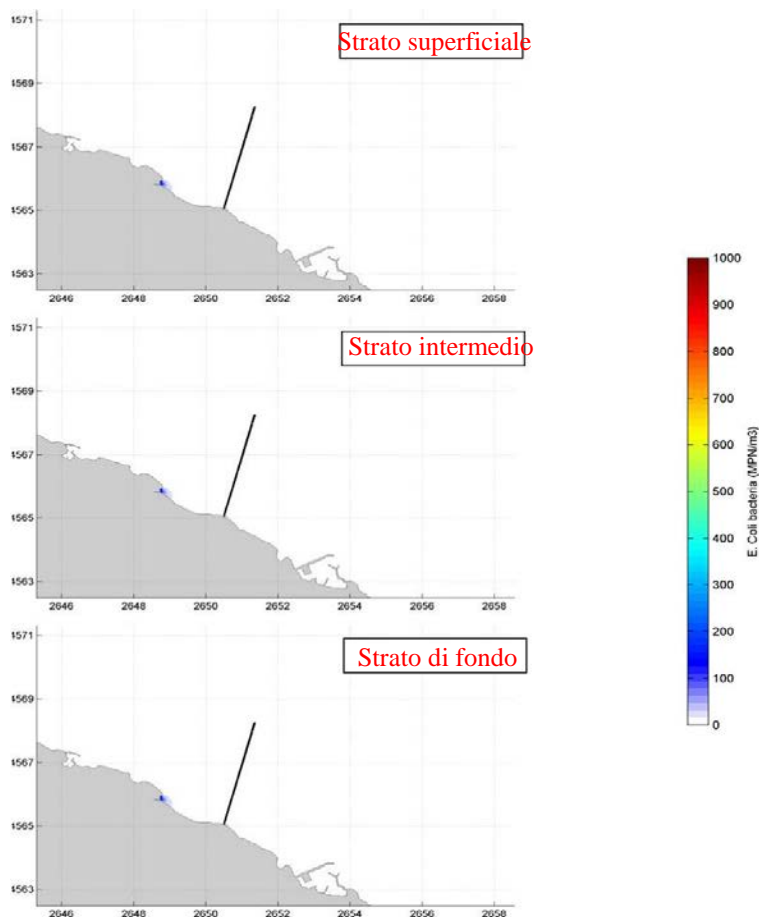
### II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento



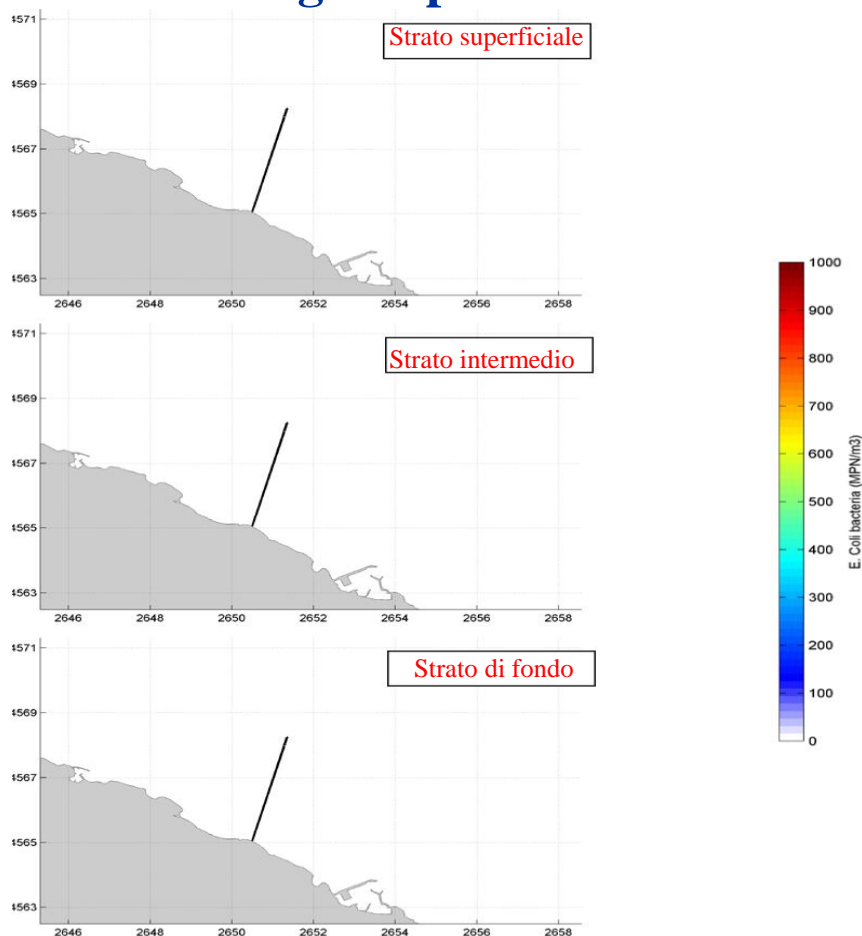
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti: ESCHERICHIA COLI [UFC/100ml]

### I° Situazione attuale



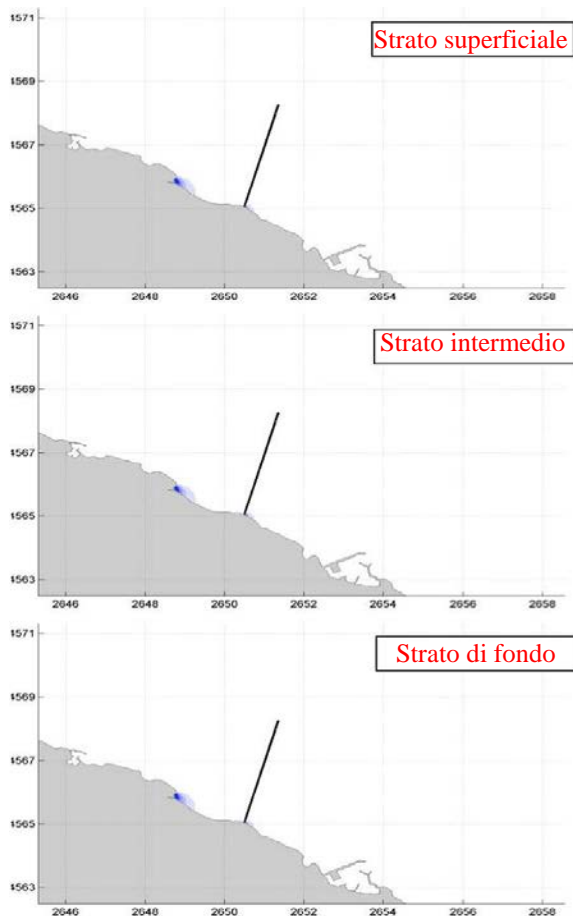
### II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento



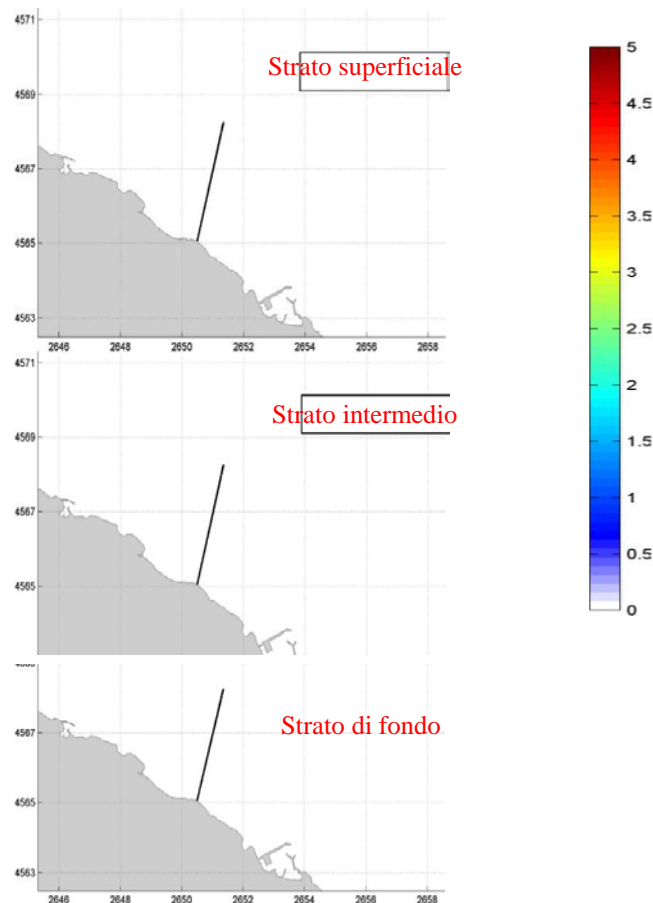
# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti: SOLIDI IN SOSPENSIONE [mg/l]

### I° Situazione attuale



### II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento





# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti:**

### **I° Situazione attuale – Risultati:**

Effetto della presenza di una corrente litoranea in grado di trasportare verso sud-est gli inquinanti e che determina un'estensione preferenziale del plume dei traccianti in direzione parallela alla costa piuttosto che un diffusione verso mare.

I traccianti tendono a diluirsi a distanza di qualche centinaio di metri dalla sorgente dove si osserva una riduzione delle concentrazioni sotto la soglia dello 0,1% rispetto al valore iniziale di scarico. In termini generali si osserva, inoltre, che la dispersione delle sostanze nella colonna d'acqua è abbastanza omogenea lungo la fascia costiera dove le basse profondità ed i forti gradienti di concentrazione dovuti alla vicinanza alla sorgente favoriscono il rimescolamento e tende ad essere meno accentuata spostandosi verso mare aperto.

Escherichia Coli, il principale indicatore di tipo biologico per quanto attiene la qualità delle acque di balneazione si osserva che nel livello superficiale, cioè nello strato di colonna d'acqua di riferimento in cui si eseguono i campionamenti per il controlli di qualità, i valori delle concentrazioni presentano dei valori superiori ai limiti di legge (pari a 500 [UFC/100ml] per un singolo campione) nelle vicinanze dei punti di immissione. Il carico batterico tende a diminuire per effetto della mortalità naturale e della dispersione idrodinamica mano a mano che ci si allontana dai punti di immissione.

Solidi in sospensione si osservano dei valori sostanzialmente bassi e nell'ordine di qualche [mg/l] che tendono progressivamente a diminuire allontanandosi dalla sorgente. Questo indica che i solidi in sospensione immessi a mare lungo la battigia sono soggetti a depositarsi nell'intorno del punto di scarico e non vengono trasportati lungo il litorale.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti:**

### **II° Condizioni di funzionamento ordinario degli impianti di trattamento – Risultati:**

Effetto della presenza di una corrente litoranea in grado di trasportare verso sud-est gli inquinanti e che determina un'estensione preferenziale del plume dei traccianti in direzione parallela alla costa. Rispetto al caso attuale è possibile immediatamente osservare come le concentrazioni delle sostanze considerate siano nettamente inferiori in ragione della maggiore capacità di diluizione e dispersione del sistema idraulico.

Plume dei traccianti si sviluppa in un'area marina lontana dalla linea di costa, le concentrazioni in prossimità della fascia adiacente le spiagge, ovvero l'area normalmente interessata per usi ricreativo turistici, presentano dei valori molto bassi e trascurabili.

I livelli di concentrazione sono più alti nei livelli più bassi della colonna d'acqua e tendono rapidamente a diminuire risalendo verso la superficie. Questo fatto indica che il refluo immesso in mare ad una quota di circa -30 m e al di sotto del limite del termoclino, è caratterizzato da una bassa componente dispersiva lungo la verticale che tende a far rimanere il refluo nei livelli più bassi adiacenti i fondali.

Escherichia Coli, si nota che i livelli massimi osservati in prossimità del punto di rilascio sono sempre di gran lunga inferiori ai limiti di legge e nell'ordine di qualche decina di unità (esprese in UFC/100ml), in ragione della notevole capacità di diluizione del refluo.

I Solidi Sospesi ed il BOD<sub>5</sub>: le differenze rispetto alla situazione di background sono minime e trascurabili.

# Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato in Località Torre Calderino

## **Analisi sulla dispersione dei reflui provenienti dagli impianti:**

### **Conclusioni:**

Lo stato di qualità delle acque nella condizione con condotta sottomarina appare notevolmente migliore rispetto a quella dello stato attuale. Il plume di diffusione del refluo che nelle condizioni attuali rimane tendenzialmente confinato alla fascia litoranea vicino a costa, si sviluppa in queste condizioni interamente in mare aperto determinando dei valori di concentrazione lungo la costa estremamente bassi e del tutto trascurabili.

La capacità dispersiva e di diluizione del refluo nella soluzione di progetto è visibilmente maggiore rispetto alla situazione attuale. A distanza di qualche decina di metri dal punto sorgente il fattore di diluizione espresso con il rapporto tra la concentrazione puntuale di una sostanza e la concentrazione della stessa sostanza allo scarico è inferiore allo 0,1 %.

Il refluo tende a rimanere confinato nei livelli più bassi della colonna d'acqua e, in tutti i casi considerati, tende a svilupparsi in mare aperto prevalentemente in direzione parallela alla costa. I valori di concentrazione in prossimità della linea di costa sono in ogni caso molto bassi e trascurabili rispetto al valore all'immissione.

La concentrazione dell'Escherichia Coli, non si osservano superamenti dei valori, nemmeno nella condizione particolarmente gravosa di disservizio totale degli impianti di trattamento. Valori di attenzione si osservano solo in prossimità dello scarico, nel livello più basso della colonna d'acqua con dei valori compresi tra 1.500 e 2.000 [UFC/100ml].

Progetto per la realizzazione della condotta sottomarina di scarico dei reflui depurati  
dagli impianti di Molfetta, Ruvo di Puglia – Terlizzi, Bisceglie e Corato  
in Località Torre Calderino

**GRAZIE PER LA CORTESE ATTENZIONE**