



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**Mims**

Ministero delle infrastrutture  
e della mobilità sostenibili

**Siciliacque**

SICILIACQUE S.p.A.

Via Vincenzo Orsini, 13 - 90139 Palermo C.F./P.IVA:05216080829  
e-mail:siciliacque@siciliacquespa.it PEC:siciliacque@siciliacquespa.com



REGIONE SICILIANA

**Interventi per il potenziamento del sistema idrico della Sicilia sud - occidentale**

# Adduzione da Montescuro ovest per Mazara, Petrosino, Marsala



## PROGETTO ESECUTIVO

CUP: C21B21012820001  
PNRR-M2C4-I4.1-A2-53

**IMPRESSE ESECUTRICI:**

(Mandante)



Via Del Grande Archivio n°32  
80138 Napoli  
Tel. 0541 623903  
ingallinasrl@legalmail.it

(Mandante)



Corso Garibaldi n°259  
80055 Portici (NA)  
Tel. 0824 947519  
idroambiente@cgn.legalmail.it

(Mandataria)



Via Angelo Banti n°6  
00138 Roma  
Tel. 06 88588146  
info@cebat.it

RESPONSABILE

Alessandro Ceconi

**CEBAT**  
Via Angelo Banti, 26/28  
00138 Roma  
P.IVA/C.F. 15324221009

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**COORDINAMENTO:**

Ing. Maurizio Carlino  
Ing. Nicola D'Alessandro  
Ing. Domenico D'Alessandro (63')

**STRUTTURE:**

Ing. Giuseppe Ferraro  
Ing. Giuseppe Limblici  
Ing. Manuela Carlino

**IDRAULICA:**

Ing. Maurizio Carlino  
Ing. Luigi Di Natali  
Ing. Martina Carlino  
Ing. Dino Carlino

**GEOLOGIA:**

Dott. Geol. Massimo Carlino  
Dott. Geol. Francesco Morgante  
Dott. Geol. Giuseppe Salvaggio

**GEOTECNICA:**

Ing. Domenico D'Alessandro (62')  
Ing. Raimondo D'Alessandro  
Geom. Raimondo Ferula

**SICUREZZA:**

Ing. Alfonso Collura  
Ing. Desiderio Carlino  
Ing. Daniele Vinti

**AMBIENTE:**

Arch. Carmelo Carlino  
Ing. Valeria Carlino  
Ing. Claudia Carlino

**COMPUTO:**

Geom. Giovanni La Rocca  
Ing. Marirateresa Messinese  
Geom. Andrea Vaccaro

**RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE:**

Ing. Maurizio Carlino  
(Ordine degli Ingegneri  
della Prov. di Agrigento  
n°A628)



**IL R.U.P.**

Ing. Vincenzo Sferruzza  
(Ordine degli Ingegneri  
della Prov. di Palermo  
n°3895)

**SICILIACQUE S.p.A.**  
Il responsabile del procedimento  
Ing. Vincenzo Sferruzza

*Vincenzo Sferruzza*

Elaborato

### RELAZIONE GENERALE

Classe 1

RELAZIONI

N. Tavola

1.1

Formato  
A4

Revisióni	N°	DESCRIZIONE	DATA
	1° emissione		Dicembre 2023
	2° emissione		Maggio 2024
	3° emissione		

-



## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
3. INQUADRAMENTO GENERALE, ITER PROGETTUALE E AUTORIZZATIVO .....	5
3.1. Il vecchio progetto MMP (Marsala, Mazara, Petrosino) .....	6
3.2. Il nuovo Progetto MMP (Marsala, Mazara, Petrosino) .....	8
4. STUDIO DEL FABBISOGNO IDRICO .....	9
5. OBIETTIVI DA PERSEGUIRE .....	11
5.1. Descrizione dell'intervento.....	11
6. ATTIVITA' ED INDAGINI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE.....	12
6.1. Rilievi topografici.....	12
7. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO.....	13
8. INSERIMENTO URBANISTICO.....	14
9. STUDIO GEOLOGICO.....	16
9.1. STUDIO GEOELETTICO.....	18
10. STUDIO GEOTECNICO .....	19
11. STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO .....	20
12. VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI.....	23
12.1. Relazione paesaggistica.....	23
12.2. Studio di Impatto Ambientale.....	25
12.3. Valutazione di Incidenza Ambientale.....	27
12.4. Piano di monitoraggio ambientale .....	29
12.5. Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo .....	29
13. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELL'IMPATTO ARCHEOLOGICO .....	30
14. L'ACQUEDOTTO MARSALA-MAZARA-PETROSINO .....	31
14.1. Schema idraulico attuale e futuro .....	32
14.2. Scelta del tracciato .....	36
14.3. Scelta delle tubazioni.....	37
14.3.1. Cenni sul dimensionamento idraulico delle condotte .....	38
14.3.2. Cenni sulla verifica statica delle tubazioni .....	38
14.4. Modalità di scavo, posa e rinterro delle tubazioni .....	39
14.5. Manufatti ed Opere d'Arte.....	40
14.6. Impianto di protezione catodica .....	41
14.7. Sistema di automazione e telecontrollo .....	42
14.8. Tratto in TOC in territorio del Comune di Menfi (AG) .....	43
15. INTERFERENZE: CENSIMENTO E RISOLUZIONE .....	44

15.1.	Interferenze stradali .....	45
15.2.	Attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori.....	47
15.3.	Attraversamenti dei corsi d'acqua minori.....	49
15.4.	Attraversamenti ferroviari.....	50
15.5.	Interferenze Metanodotti.....	51
15.6.	Interferenze altri acquedotti .....	52
16.	II DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE.....	52
17.	CAVE E DISCARICHE .....	54
18.	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO.....	54
18.1.	Bonifica ordigni bellici .....	54
19.	ESPROPRI ED ASSERVIMENTI .....	55
20.	SCHEMA DI CONTRATTO E CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO .....	55
21.	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE .....	56
22.	CALCOLO DELLA SPESA .....	56
22.1.	Computo dei lavori.....	57
22.2.	Costi della sicurezza.....	58
22.3.	Quadro economico .....	59

## 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione generale del progetto esecutivo degli **“Interventi per il potenziamento del sistema idrico della Sicilia sud-occidentale - Adduzione da Montescuro Ovest per Mazara, Petrosino e Marsala”** avviato, a seguito della determina di avvio della progettazione prot. n. 001-0004463-GEN/2021 del 09/06/2021.

Con decreto ministeriale n. 517, del 16 dicembre 2021, registrato alla Corte dei Conti in data 30 dicembre 2021 al n.3227, è stato disposto, in attuazione di quanto previsto dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - Misura M2C2 - I4.1 “Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico” il finanziamento di questo intervento denominato: **PNRR-M2C4-I4.1-A2-53**.

Siciliacque S.p.A. è stata nominata *oggetto attuatore* per l'attuazione dell'intervento.

La relazione illustra l'iter seguito nel corso della progettazione nel rispetto delle indicazioni contenute nella *Documento preliminare di indirizzo e di avvio della progettazione* predisposto dal R.U.P. ai sensi dell'art. 23, comma 4, del D.Lgs. 50/16 e dell'art. 15, commi 5 e 6, del D.P.R. 207/2010 per la redazione del Progetto Definitivo ai sensi dell'art.23, D.Lgs.50/2016.

Il progetto esecutivo ottempera a tutte le prescrizioni e integrazioni contenuti nei provvedimenti di approvazione del progetto definitivo.

Le opere previste in progetto attingono alle seguenti fonti di finanziamento:

- Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), “Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico” dell'Investimento 4.1, Missione 2, Componente C4 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) - Decreto del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS) n. 517 del 16/12/2021 - PNRR-M2C4-I4.1-A2-53 - Atto d'obbligo tra MIMS e Siciliacque del 05/07/2022
- Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2027 - Delibera CIPESS n. 1/2022 del 15/02/2022 - Determina MIT n. 6493 del 09/05/2023.
- Fondo per lo Sviluppo e la Coesione (FSC) 2014-2020 - Piano Operativo Ambiente, Sotto Piano "Interventi per la tutela del territorio e delle acque" L2- Alimentazione di Mazara del Vallo, Petrosino e Marsala - Delibera CIPE n. 55/2016 del 01/12/2016 - Convenzione tra il Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia e Siciliacque del 12/08/2022.
- Fondi Opere Indifferibili 2023
- Fondi Siciliacque S.p.a. (copertura attraverso la Tariffa del Sistema Idrico Integrato)

Con determina a contrarre prot. n. 3866 del 25 maggio 2023, Siciliacque ha disposto l'indizione della gara per l'affidamento dell'appalto per la progettazione esecutiva, l'espletamento delle procedure espropriative e l'esecuzione dei lavori per gli *“Interventi per il potenziamento del sistema idrico della Sicilia Sud-Occidentale: Adduzione da Montescuro Ovest per Mazara, Petrosino, Marsala”*. Inoltre veniva disposto che la scelta del contraente sarebbe stata effettuata mediante procedura aperta in osservanza delle norme del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., con il criterio di aggiudicazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa, individuata sulla base del miglior rapporto qualità prezzo, ai sensi dell'articolo 95 Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i., e secondo lo schema di disciplinare di gara approvato dal Consiglio di Amministrazione della Società nella seduta del 11 maggio 2023.

In seguito a gara di evidenza Europea, con atto prot. n. 6039 del 01 agosto 2023, è stata disposta l'aggiudicazione ai sensi dell'articolo 32, commi 5 e 6, del decreto legislativo n. 50 del 2016 in favore del RTI: CEBAT SPA - INGALLINA SRL - IDROAMBIENTE SRL la cui offerta è risultata quella economicamente più vantaggiosa.

In data 01/12/2023 è stato stipulato contratto di appalto per un importo complessivo di euro 51.292.944,97 al netto del ribasso del 30,08% offerto in sede di gara, di cui € 47.540.600,49 per lavori e servizi al netto del

ribasso (ulteriormente distinti in € 46.309.405,28 per lavori, € 652.257,61 per oneri di progettazione esecutiva, € 578.937,60 per oneri per espletamento procedure espropriative, frazionamenti e tipi mappali) ed € 3.752.344,48 per costi della sicurezza non soggetti a ribasso.

**SOGGETTO AFFIDATARIO:** Associazione Temporanea d'Imprese: Cebat S.p.a. con sede in Roma, Via Angelo Banti n. 26/28 Codice Fiscale e Partita Iva 15324221009 (Capogruppo mandataria) - Ingallina S.r.l., con sede in Napoli, Via del Grande Archivio n. 32 - Codice Fiscale e Partita Iva 04806590875 (Mandante), Idroambiente S.r.l., con sede in Portici (NA), Corso Garibaldi n. 259 (Mandante).

L'Appaltatore ha l'obbligo di redigere il progetto esecutivo e per l'esecuzione della progettazione esecutiva ha individuato la Società Delta Ingegneria S.r.l., con sede in Agrigento, via Artemide n. 3.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione è stata condotta nel rispetto della normativa vigente:

- DPR 5 ottobre 2010 n°207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006";
- L.R. 12 luglio 2011 n°12 recepimento D.Lgs 12/04/2006 n°163 e D.P.R. 207/2010;
- D.Lgs 50/2016 "Codice dei contratti pubblici";
- Legge Regionale n°21 del 29/04/1985 "Norme per l'esecuzione dei lavori pubblici in Sicilia".
- L.R. 17 maggio 2016 n.8 Modifiche alla legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 per effetto dell'entrata in vigore del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50
- L.R. 26 gennaio 2017, n. 1. Modifiche alla legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 e alla legge regionale 17 maggio 2016, n. 8 in materia di UREGA.
- D.Lgs del 3 aprile 2006 n° 152 "Codice dell'Ambiente";
- D.M. 12 /12 /85 "Norme tecniche per le tubazioni";
- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 7 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
- D.Lgs 81/2008 aggiornato con D.Lgs 106/2009 "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili".
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n° 161 del 10 agosto 2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- NTC 2018 – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- DM 4 aprile 2014. Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n. 327 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità
- Legge n. 29 luglio 2021, n. 108
- Prezzario Unico Regionale per i Lavori Pubblici anno 2022
- Tubazioni in acciaio: Norme UNI 10224 + Norme UNI 9099 (rivestimento ex in PEad) + D.M. 174 del 06/04/2004 (rivestimento interno in epox);
- Tubazioni in ghisa: giunto elastico conforme alla UNI EN 681-1 e UNI 9163 + pressioni di funzionamento norme UNI EN 545

- Pezzi speciali ghisa: giunto elastico conforme alle UNI EN 681-1 e UNI 9164 + flangia conforme norma UNI EN 1092-2

### 3. INQUADRAMENTO GENERALE, ITER PROGETTUALE E AUTORIZZATIVO

Siciliacque S.p.a. è stata costituita il 10 luglio 2003, a seguito del decreto del Presidente della Regione Siciliana del 2 aprile 2002, in attuazione dell'art. 23 della legge Regionale n.10/99, che ha previsto la costituzione di una società mista partecipata dall'EAS - Ente Acquedotti Siciliani (oggi in liquidazione), dalla Regione Siciliana e da un partner strategico, scelto tramite gara, a cui affidare la gestione degli schemi idrici di interesse regionale e la realizzazione dei relativi investimenti. Con bando pubblicato sulla G.U.R.S. in data 20.09.02, fu indetta, dalla Regione Siciliana e dall'EAS (Ente Acquedotti Siciliani - oggi in liquidazione), la gara pubblica per l'acquisto, da parte di un partner strategico, del 75% del capitale sociale di Siciliacque.

In data 20 aprile 2004 si concluse l'operazione di sottoscrizione e versamento dell'aumento di capitale sociale riservato al Partner Strategico – RTI con Enel S.p.A. mandataria - che, così come previsto nei documenti di gara, intervenne a mezzo del terzo nominato IDROSICILIA S.p.A., costituita a tale scopo dai soci del Raggruppamento. La compagine sociale di Siciliacque è ad oggi costituita da due soci, in quanto la Regione Sicilia è divenuta titolare del 25% del capitale sociale dopo l'acquisizione delle quote di EAS.

Oggetto della Convenzione è *“la gestione degli schemi acquedottistici della Sicilia e del relativo servizio di erogazione di acqua per uso potabile”*.

Tra i compiti del Concessionario vi è anche (art.2, lett.d): *“...la realizzazione e/o gestione delle attività relative ai servizi e/o alle opere idriche di razionalizzazione e/o integrazione e/o riconversione, ivi compresi l'esecuzione e il completamento di invasi, di adduttori e/o di ogni altra opera afferente il settore delle acque,...”*.

Ciò detto, nel corso degli anni Siciliacque ha progettato e realizzato diversi investimenti finalizzati al miglioramento, completamento ed ampliamento del sistema della grande adduzione sovrambito della Sicilia. Il progetto in esame si configura come un progetto di ampliamento del perimetro di azione del gestore sovrambito, atto a completare una serie di investimenti che hanno portato al rafforzamento e miglioramento del sistema di adduzione delle provincie di Trapani e Agrigento.

E' il più importante degli interventi di potenziamento del sistema idrico della sicilia sud-occidentale e prevede la fornitura della zona costiera dell'ATO di Trapani (40% della popolazione della provincia), con lo scopo di compensare l'attuale deficit di risorsa e sostituire parte dell'esistente sistema di approvvigionamento, nel tempo divenuto di scarsa qualità, sostituendolo ed integrandolo con risorse di tipo convenzionale.

I comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino hanno come unica fonte di approvvigionamento idrico acque profonde emunte da pozzi, che prelevano da una falda ricca ma abbondantemente depauperata a causa di un non regolamentato e non facilmente controllabile prelievo a fini irrigui, legato all'importante sviluppo agricolo della zona.

L'ingente sfruttamento delle risorse sotterranee ha determinato negli anni:

- abbassamento del piano di falda
- aumento di alcune sostanze (nitrati, composti azotati, solfati) dovute all'intenso sfruttamento agricolo della zona unito all'elevata permeabilità dei suoli
- immissione del cuneo salino nella falda dolce.

La situazione ha indotto i comuni interessati a richiedere da una decina di anni all'Agenzia Regionale Rifiuti ed Acque (oggi Assessorato dell'energia e dei servizi di pubblica utilità - Dipartimento Regionale dell'acqua e dei rifiuti) l'adozione di una soluzione adeguata e definitiva.

L'iter autorizzativo del progetto è di seguito descritto:

- nomina del RUP con nota prot. 001-004463-GEN/2021 del 09/06/10202...;

- *Determina di Avvio della Progettazione* con nota prot.4463-GEN/2021 del 09/06/2021;
- Ultimazione del progetto definitivo marzo 2022;
- presentazione istanza per il rilascio del provvedimento di VIA nell'ambito del provvedimento unico in materia ambientale (PUA) ai sensi dell'art.27 del D.Lgs. 152/2006, compreso il rilascio dell'autorizzazione Paesaggistica e del nulla osta ai fini del vincolo idrogeologico con nota prot. n. 001-003122-GEN/2022 del 02/05/2022;
- trasmissione del progetto alle Soprintendenze per i Beni Culturali ed Ambientali di Agrigento e di Trapani per la verifica preventiva dell'interesse archeologico con nota prot. 001-0003383 – GEN/2022 del 11/05/2022;
- richiesta pareri preliminari ai seguenti enti: ANAS, Consorzio di Bonifica di Agrigento e Trapani, Comandi Militari forze armate, RFI, SNAM, comuni di Campobello di Mazara, Castelvetrano, Marsala, Mazara del Vallo, Menfi e Petrosino;
- predisposizione modifica al tracciato, mediante la realizzazione di un tratto in sotterraneo con ricorso alla tecnologia della trivellazione orizzontale controllata, superando l'interferenza a seguito delle osservazioni fatte dal comune di Menfi sull'incompatibilità urbanistica con due aree C4 e TV del PRG ed aggiornamento di alcuni elaborati del progetto definitivo, riemessi in rev.1 nel mese di dicembre 2022;
- avviso di avvio del procedimento ai proprietari così come previsto dal comma 2 dell'art. 11 del DPR 327/01;
- indizione della conferenza di servizi decisori in forma semplificata in maniera asincrona con nota prot.9004 del 29.12.2022.
- in data 24/05/2023, con determina prot. n. 001-0003824-GEN/2023, sulla scorta dei pareri acquisiti a tale data, per come sopra richiamati ed allegati alla suddetta determina, il Responsabile del Procedimento ha preso atto che il Progetto Definitivo in oggetto risultava approvabile allo stato degli atti;
- ai sensi dell'art. 16 del D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 e s.m.i., è stato inviato a tutti i proprietari delle particelle catastali interessate dall'intervento, l'avviso di avvio del procedimento come previsto dall'art. 11 comma 2 del D.P.R. n. 327/2001;
- preliminarmente e durante i lavori della Conferenza dei Servizi sono stati acquisiti tutti i pareri, nulla osta, atti di assenso, vincolanti per l'espressione del giudizio in merito all'approvazione in linea tecnica del progetto in epigrafe;
- in data 03/03/2022 è stato nominato con procedura di gara ad evidenza pubblica il soggetto verificatore ai sensi del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. individuato nella società Normatempo Italia srl di Torino con contratto codice CIG :89973174DE;
- in data 28/06/2022 è stato inviato il progetto definitivo al Soggetto Verificatore;
- con PEC del 05/09/2023 il Soggetto Verificatore ha trasmesso il Rapporto Finale di Verifica del Progetto definitivo "VL21- 3715" conforme, con osservazioni di rimando alla redazione del progetto esecutivo;
- in data 22 novembre 2023 è stato acquisito il Provvedimento unico in materia ambientale ex art. 27 D. Lgs. 152/06 e s.m.i; corredato dal "Parere Ministero della Cultura atto di protocollo n° MIC-MIC\_SS-PNRR-04/08/2023-0016601-P del 04/08/2023";
- La Chiusura della Conferenza dei Servizi è intervenuta con determina prot. Siciliacque N. 001-0009390-GEN/2023 del 27/11/2023 di integrazione della determina Siciliacque prot. N. 001-0003824-GEN/2023 del 24/05/2023 di chiusura della Conferenza di Servizi.
- il progetto definitivo delle opere è stato validato, con provvedimento del Responsabile Unico del Procedimento prot. n. 9395/23 del 27 novembre 2023;
- con atto prot. n. 9440/23 del 28 novembre 2023 Siciliacque ha approvato il progetto definitivo delle opere, datato Giugno 2023, per un importo complessivo di € 98.780.000,00 di cui € 71.745.194,15 per lavori e servizi a base d'appalto ed € 27.034.805,85 per somme a disposizione dell'amministrazione;
- con provvedimento prot. Siciliacque n. 001-0009513-GEN/2023 del 30/11/2023 l'Ing. Vincenzo Sferruzza è stato nominato responsabile Unico del Procedimento;

### **3.1. Il vecchio progetto MMP (Marsala, Mazara, Petrosino)**

La problematica è stata oggetto di un tavolo tecnico tra la Regione Siciliana e Siciliacque, alla fine del quale (seduta del 18/10/2007) è stato individuato nel maggiore sfruttamento dell'invaso Garcia a fini potabili il bacino di risorsa disponibile a soddisfare il fabbisogno dei comuni di Mazara del Vallo, Marsala e Petrosino.



Siciliacque, si è quindi dotata di uno studio di fattibilità finalizzato all'individuazione della soluzione progettuale più idonea per alimentare suddetti comuni, inserendo il progetto nello schema generale della grande adduzione, area sud-occidentale.

Nel giugno 2008, durante la Conferenza dei Sindaci e del Presidente della Provincia dell'Autorità d'Ambito n. 7 di Trapani, il Sindaco di Marsala ha evidenziato la grave situazione idrica in cui versa il comune amministrato a causa della ridotta disponibilità di risorse offerte dal bacino idrogeologico e della non adeguata qualità delle acque, chiedendo il riconoscimento dello stato di emergenza idrica della piana di Marsala e Mazara del Vallo.

Nel corso della stessa riunione il Sindaco di Marsala ha evidenziato che l'emergenza idrica necessitava l'individuazione improcrastinabile di una soluzione di lungo periodo ad opera di tutti i soggetti istituzionalmente coinvolti nella distribuzione del servizio idrico. La richiesta è stata inoltrata all'Agenzia Regionale (oggi Dipartimento Acque e Rifiuti) per l'individuazione di una rapida soluzione.

In data 24 Giugno 2008 si è svolta una riunione presso la sede dell'ARRA alla quale sono intervenuti i rappresentanti dell'Ufficio del Genio Civile di Trapani, dell'ATO 7, del Comune di Marsala, del Comune di Mazara del Vallo, di Siciliacque e della stessa ARRA. Durante la riunione è stato presentato lo studio di fattibilità di Siciliacque, approvato alla conclusione dei lavori del tavolo tecnico.

Siciliacque si è impegnata a mettere in atto tutte le iniziative necessarie all'attuazione della soluzione proposta condivisa, mentre l'intervento è stato inserito tra le opere finanziate con fondi FAS. Pertanto, è stato redatto il progetto definitivo ed il progetto esecutivo. In data 08/06/12 il Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti ha emesso il necessario Decreto di finanziamento per la quota pubblica.

L'obiettivo del progetto, era quello di integrare le risorse idriche dei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino con 8,0 Mmc annui disponibili nei sistemi Sovrambito Montescuro Ovest, Garcia e Dissalata da Nubia attraverso la realizzazione di una derivazione diretta dal ramo basso dell'acquedotto Montescuro Ovest e con un potenziamento (aumento capacità di derivazione, trattamento e veicolazione) del sistema Garcia.

Il progetto prevedeva, per l'alimentazione dei comuni, la disponibilità residua delle seguenti fonti:

- recupero perdite vecchio acquedotto Montescuro Ovest mediante la realizzazione del nuovo (20%)
- produzione dissalatore di Trapani (40%)
- aumento della derivazione dall'invaso Garcia, potabilizzato presso l'impianto di Sambuca di Sicilia (40%)

In data 08.04.2013 l'UREGA di Trapani, a conclusione delle operazioni di gara, aggiudicava provvisoriamente l'appalto dei lavori alla ditta Funaro Costruzioni s.r.l.. In seguito ad informativa interdittiva della Prefettura di Trapani nei confronti della ditta Funaro, Siciliacque provvedeva alla revoca dell'aggiudicazione definitiva. L'impresa Funaro depositava ricorso al TAR di Palermo avverso all'informativa prefettizia ed all'atto di revoca dell'aggiudicazione definitiva. In seguito a ricorso al TAR avverso al provvedimento della prefettura, il TAR concedeva la sospensiva del provvedimento, assegnando 60 gg. alla prefettura per approfondimenti. In data 28.06.17 perveniva a Siciliacque l'Atto stragiudiziale con cui la Società Funaro Costruzioni S.r.l., in Liquidazione e già in Amministrazione Giudiziaria, significava che il lungo tempo trascorso aveva fatto irrevocabilmente venir meno l'interesse a conseguire l'aggiudicazione dell'appalto dei lavori.

Essendo trascorso un tempo abbastanza lungo dalla redazione originaria del progetto, Siciliacque ha valutato la possibilità che lo stesso potesse essere modificato per adeguare meglio l'opera al nuovo assetto del sistema del sistema di adduzione idropotabile sovrambito, in considerazione delle intervenute modifiche gestionali che possono essere riassunte come di seguito indicato:

- off-line definitivo del dissalatore di Trapani, per vetustà tecnologica ed impatto ambientale, con una riduzione di risorsa disponibile sul sistema pari a 8,5 Mmc/anno;
- aumento della domanda dei comuni approvvigionati dall'acquedotto Montescuro Ovest pari a circa 3 Mmc/anno, dovuto alle carenze gestionali ed all'assenza di investimenti generati dalla mancata individuazione di un gestore di ambito nella provincia di Trapani;
- progressivo depauperamento delle risorse locali della Val di Mazara e della Piana di Marsala;

- raggiungimento del limite idraulico dell'acquedotto Montescuro Ovest, ramo basso, con impossibilità a derivare ulteriori volumi a favore dei comuni in oggetto.

**Tutto ciò ha determinato la necessità di procedere ad una revisione delle scelte progettuali rispetto a quelle del progetto originario del 2009.**

### **3.2. Il nuovo Progetto MMP (Marsala, Mazara, Petrosino)**

Come scritto in precedenza, l'approvvigionamento idrico dei comuni di Mazara del Vallo, Marsala e Petrosino è garantito esclusivamente dall'utilizzo di risorse idriche locali, prelevate attraverso l'emungimento dai numerosi pozzi perforati nelle formazioni calcarenitico-sabbiose che caratterizzano la zona della Val di Mazara e la Piana di Marsala.

Il vigente Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Regione Siciliana stima la capacità di emungimento dai pozzi ad uso potabile in:

- comune di Marsala: 6,3 Mmc/anno
- comune di Mazara del Vallo: 4,3 Mmc/anno
- comune di Petrosino: 0,9 Mmc/anno

Considerato che il fabbisogno annuo dei tre comuni, secondo il P.R.G.A., è pari a 15,46 Mmc/anno, si evidenzia un **deficit di risorsa pari a 3,94 Mmc/anno**.

Lo scenario fin qui rappresentato ha portato Siciliacque a ripensare l'idea progettuale originaria nell'ottica di utilizzare nuove risorse disponibili sui sistemi Garcia e Montescuro Ovest al posto dell'indisponibilità di risorsa di acqua dissalata. Ciò è possibile grazie ad una serie di investimenti che Siciliacque ha realizzato in parte ed ha in corso di realizzazione lungo il sistema di adduzione della Sicilia Occidentale.

Gli investimenti maggiori sono:

- il "Potenziamento del Potabilizzatore Garcia di Sambuca di Sicilia" che ha consentito di incrementare la produzione nominale del potabilizzatore da 600 l/s a 900 l/s: entrata in funzione febbraio 2010;
- il "Raddoppio dell'acquedotto Garcia dalla Vasca che ha generato un incremento di portata derivabile dall'invaso Garcia pari a 160 l/s: entrata in funzione ottobre 2014.
- il "Raddoppio del II° tratto dell'acquedotto Garcia dalla Vasca di disconnessione al potabilizzatore Garcia di Sambuca di Sicilia e revamping della stazione di sollevamento Garcia" che consentirà un incremento portata derivabile dall'invaso Garcia fino a 710 l/s pari a 22 Mmc/anno. Questo intervento è stato inserito nel PNRR, codice PNRR-M2C4-I4.1-A2-52, sarà ultimato entro il 2025.
- la "Riqualificazione del collegamento funzionale fra l'acquedotto Staglio ed il sistema di Campobello di Mazara": entrata in funzione giugno 2019;
- la "Riqualificazione dell'Acquedotto Staglio" che consentirà di ripristinare l'originaria produzione dei pozzi per un totale annuo derivabile pari a 6,3 Mmc: ultimazione lavori 2023.

Dalla combinazione di questi interventi saranno recuperate le risorse disponibili a soddisfare il fabbisogno dei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino, per un totale di 9,5 Mmc/anno.

Il nuovo acquedotto sarà collegato al sistema Garcia, acque potabili, al nodo di Menfi ed al sistema Montescuro Ovest-Staglio, al nodo di Campobello di Mazara e, potrà essere alimentato con portate fino a 300 l/s, per complessivi 9,5 Mmc/anno.

Avrà uno sviluppo complessivo di quasi 70 Km e potrà alimentare i tre comuni, fino ai serbatoi indicati come centri nevralgici delle reti di distribuzione, con le seguenti portate:

- comune di Marsala: 179 l/s
- comune di Mazara del Vallo: 110 l/s
- comune di Petrosino: 11 l/s

L'acquedotto sarà funzionalmente interconnesso con un altro grande adduttore potabile della provincia di Trapani, ovvero l'acquedotto Bresciana. Ciò al fine di aumentare la resilienza del sistema di adduzione verso la zona costiera della provincia di Trapani, sia in termini di risorse disponibili che di infrastrutture acquedottistiche di adduzione.

In futuro, il nuovo acquedotto potrà essere interconnesso anche con l'acquedotto per le Isole Egadi, attraverso la realizzazione di una bretella di piccolo diametro per una lunghezza di circa 15 Km, quindi con un impegno economico e di tempi di attuazione ragionevoli. Questa possibilità rappresenta un'alternativa all'attuale sistema di adduzione che soffre di una certa vetustà, in termini di miglioramento della qualità del servizio di adduzione.

#### 4. STUDIO DEL FABBISOGNO IDRICO

Lo studio del fabbisogno idrico è stato condotto analizzando come documento di riferimento il *Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Sicilia*, oltre la bozza del Piano di Ambito dell'ATO TP, per consultazione e confronto non essendo ancora approvato il Piano definitivo e, successivamente sono state condotte interviste con i responsabili dei servizi idrici integrati dei tre comuni interessati.

Si rammenta che, *Il Piano Regolatore Generale degli Acquedotti della Sicilia (P.R.G.A.)*, approvato con D.P.R.S. del 20/04/2012, con una programmazione di oltre 50 anni, deve:

- a) considerare le esigenze idriche di tutti gli agglomerati urbani e rurali, sulla base di adeguate dotazioni individuali, ragguagliate all'incremento demografico prevedibile in un cinquantennio, tenendo conto del corrispondente sviluppo economico;
- b) accertare la consistenza delle varie risorse idriche esistenti o, correlativamente, indicare quali gruppi di risorse idriche siano, in linea di massima, da attribuire a determinati gruppi di abitati in base al criterio della migliore rispondenza dei primi a soddisfare il rifornimento idrico dei secondi;
- c) determinare gli schemi sommari delle opere occorrenti per la costruzione di nuovi acquedotti o la integrazione e sistemazione di quelli esistenti, in relazione ai precedenti punti, e redigere un preventivo generale di spesa tenendo anche conto dei progetti delle opere già elaborati dai comuni, dai consorzi di comuni o da enti pubblici che gestiscono acquedotti già esistenti o in via di costituzione per la costruzione e la gestione di acquedotti;
- d) determinare gli schemi sommari delle opere occorrenti per il corretto e razionale smaltimento dei rifiuti liquidi;
- e) armonizzare l'utilizzazione delle acque per il rifornimento idrico degli abitati con il programma per il coordinamento degli usi congiunti delle acque ai fini agricoli, industriali e per la navigazione.

Il P.R.G.A. rappresenta quindi lo strumento regolatore e di indirizzo per l'individuazione ed il dimensionamento di tutte le infrastrutture idrauliche ad uso potabile del territorio del Distretto Idrografico della Regione Siciliana.

Dall'analisi delle tabelle riportate nel Piano, si evince che il fabbisogno annuo stimato per i tre comuni è il seguente:

ALLEG.02 PRGA ATTUALIZZATI: FABBISOGNI DEI COMUNI DELLA PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE	Residenti	Dotazione l/abxg	Q <sub>media</sub> residenti [l/s]	Fluttuanti	Q <sub>media</sub> stagione estiva [l/s]	Volume annuo [m <sup>3</sup> ]	Q <sub>media</sub> annua [l/s]	Q nel giorno di max consumo [l/s]
MARSALA	80.713	290	270,9	17.114	49,5	8.928.536	283,1	424,7
MAZARA DEL VALLO	50.346	300	174,8	8.655	25,0	5.707.625	181,0	271,5
PETROSINO	8.072	260	24,3	2.849	8,2	830.135	26,3	39,5
<b>TOTALI</b>						<b>15.466.296</b>	<b>490,4</b>	

Con i dati desunti dal P.R.G.A. si riporta di seguito per ogni comune, il dettaglio di ciascuna fonte di alimentazione:

<b>COMUNE DI MARSALA</b>		
Codice e denominazione	Q disponibile [l/s]	Volume Derivato [m <sup>3</sup> /anno]
19TP00G0011P0001 Pozzi Cozzo Grande	99,0	3.122.064
19TP00G0011P0002 Pozzi Batt.S.Anna	50,0	1.576.800
19TP00G0011P0003 Pozzo Semeraro	10,0	315.360
19TP00G0011P0004 Pozzo Scacciaiazzo II	8,0	252.288
19TP00G0011P0006 Pozzo Bua	8,0	252.288
19TP00G0011P0007 Pozzo Stadio	10,0	315.360
19TP00G0011P0008 Pozzo Sammartano	5,0	157.680
19TP00G0011P0009 Pozzo Pastorella	10,0	315.360
<b>Totale</b>	<b>200,0</b>	<b>6.307.200</b>
<b>MAZARA DEL VALLO</b>		
Codice e denominazione	Q disponibile [l/s]	Volume Derivato [m <sup>3</sup> /anno]
19TP00G0012P0001 Pozzo Ramisella	41,8	1.318.205
19TP00G0012P0002 Gruppo pozzi Messina 1 e 2	20,0	630.720
19TP00G0012P0003 Pozzo S. Miceli	20,0	630.720
19TP00G0012P0004 Pozzo San Nicola 1	15,0	473.040
19TP00G0012P0005 Pozzo San Nicola 2	15,0	473.040
19TP00G0012P0007 Pozzo Fiumara	18,1	570.802
19TP00G0012P0008 Pozzo Castelluzzo	7,0	220.752
<b>Totale</b>	<b>136,9</b>	<b>4.317.278</b>
<b>PETROSINO</b>		
Codice e denominazione	Q disponibile [l/s]	Volume Derivato [m <sup>3</sup> /anno]
19TP00G0024P0001 Pozzo 1	18,5	583.416
19TP00G0024P0002 Pozzo 2	0,0	0
19TP00G0024P0003 Pozzo 3	0,0	0
19TP00G0024P0004 Pozzo 4	0,0	0
19TP00G0024P0005 Pozzo 5	10,0	315.360
<b>Totale</b>	<b>28,5</b>	<b>898.776</b>

Confrontando il fabbisogno annuo complessivo dei tre comuni, pari a 15,47 Mmc/anno ( $Q_{media}=490$  l/s), si evidenzia un deficit di risorsa disponibile pari a circa 4 Mmc/anno ( $Q_{media}=125$  l/s).

Oltre al soddisfacimento di questo deficit, considerato il decadimento delle caratteristiche qualitative e quantitative delle acque emunte dalla falda profonda, si reputa necessario sostituire il 50% circa delle acque della falda con altra risorsa di qualità elevata.

La sostituzione ha il duplice scopo di:

- ridurre l'emungimento dalla falda con l'obiettivo di fare innalzare il livello e ridurre l'ingresso del cuneo salino
- sostituire acqua con caratteristiche inferiori con acqua di buona qualità, derivante da fonti convenzionali.

Ciò detto, il nuovo acquedotto dovrà avere una capacità complessiva pari a:

$$125 \text{ l/s [deficit]} + (365 \times 0.5) \text{ l/s [sostituzione acqua pozzi]} = 307,5 \text{ l/s}$$

**Ai fini del dimensionamento dell'opera si considera una portata nominale di 300 l/s, pari a 9,5 Mmc/anno.**

Le risorse disponibili per il nuovo acquedotto saranno così composte:

- derivazione invaso Garcia (potabilizzate nell'impianto di Sambuca di Sicilia): 5,4 Mmc/anno
- derivazione sistema Montescuro Ovest (compreso il revamping del sistema Staglio): 4,1 Mmc/anno

Le forniture saranno suddivise tra i tre comuni, come indicato nella tabella seguente:

Comune	Fabbisogno da P.R.G.A. [l/s]	Portate medie pozzi [l/s]	Portate medie di progetto [l/s]
Mazara del Vallo	181,0	71,4	109,6
Petrosino	26,3	14,9	11,4
Marsala	283,1	104,2	178,9
<b>Totali</b>	<b>490,4</b>	<b>190,4</b>	<b>300</b>

## 5. OBIETTIVI DA PERSEGUIRE

Obiettivo del progetto è l'approvvigionamento idropotabile dei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino dal sistema Montescuro Ovest - Garcia per un totale di 9,5 Mmc/anno.

### 5.1. Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la costruzione di una linea di adduzione, derivata dal sistema Garcia (nodo Menfi), che adduce le acque potabili verso l'attuale serbatoio di Campobello di Mazara. In questo serbatoio pervengono anche le acque del sistema Montescuro Ovest e, in particolare, quelle del ramo principale (sorgenti) e quelle derivanti dal Campo Pozzi Staglio, oggetto di un separato intervento di riqualificazione.

Le due risorse sono complementari fino al raggiungimento della portata nominale di 300 l/s.

Il ramo Garcia-Serbatoio Campobello di Mazara è dimensionato per veicolare una portata massima pari a 300 l/s, potendo eventualmente sostituire il deficit di risorsa dovuto ad attività manutentive o ridotta disponibilità del sistema Montescuro con temporanei maggiori prelievi da Garcia.

Dal serbatoio Campobello di Mazara avrà origine il secondo tratto dell'acquedotto, ovvero la linea di adduzione che giungerà ai manufatti partitori in pressione, per la derivazione delle condotte di alimentazione dei tre comuni, distinte per ogni serbatoio cittadino da alimentare.

L'individuazione dei serbatoi da alimentare è stata fatta, per i comuni di Marsala e Mazara del Vallo che hanno sistemi di distribuzione mediamente complessi distinti a zone, dopo avere studiato il sistema di distribuzione interno.

Ne è derivata la scelta di approvvigionare i serbatoi:

- con un'altitudine maggiore rispetto agli altri serbatoi della rete
- dotati di sistemi di collegamento con gli altri serbatoi della rete
- afferenti ad una specifica zona di servizio

Ciò al fine di rendere il nuovo sistema di adduzione il più universale possibile, con la capacità di sostituzione di qualsiasi altra fonte locale, in modo da rendere i sistemi di approvvigionamento/distribuzione interni il più resilienti possibile.

Per quanto riguarda il comune di Petrosino, per espressa esigenza manifestata dallo stesso, la condotta di alimentazione del nuovo acquedotto sarà collegata direttamente all'attuale sistema di adduzione, a monte dell'arrivo al serbatoio comunale.

Lo sviluppo complessivo dell'adduttore principale è di 47.608 m ed ha diametri compresi tra 500 e 600 mm, mentre quello delle derivazioni secondarie è pari a 18.629 m con diametri compresi tra 150 e 500 mm.

## **6. ATTIVITA' ED INDAGINI A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE**

In fase di progettazione, sono stati acquisiti tutti gli elementi conoscitivi ed identificativi del territorio.

Sono state eseguite una serie di indagini dirette e indirette lungo tutto il tracciato di progetto con una concentrazione di esse in corrispondenza di attraversamenti (strade, ferrovie, fiumi, ecc.), in corrispondenza di opere d'arte (partitori, pozzetti di scarico e sfiato, camere di misura, ecc.) e per la scelta della tipologia delle opere no-dig.

Le indagini, le prove di laboratorio e le successive interpretazioni hanno consentito non solo il dimensionamento delle opere principali, ma la scelta del migliore tracciato di posa delle tubazioni.

Le attività svolte possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

- ricognizione sui luoghi lungo tutto il tracciato di progetto;
- rilievo topografico del tracciato dell'acquedotto;
- rilievo topografico di dettaglio per la restituzione di piani quotati relativi alle aree interessate alla realizzazione delle principali opere d'arte e manufatti (attraversamenti stradali, attraversamenti fiumi e valloni, serbatoi, manufatti partitori);
- indagini geognostiche per la caratterizzazione meccanica dei principali litotipi presenti nelle zone interessate dalla realizzazione delle opere d'arte principali e per la caratterizzazione meccanica dei terreni interessati dagli scavi;
- indagini ambientali per la redazione del piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo;
- indagini per la misura della resistività elettrica dei terreni interessati alla posa delle tubazioni;
- ricognizioni di campo per l'individuazione delle interferenze con infrastrutture esistenti;
- indagini magnetometrica per la preventiva individuazione delle aree da sottoporre a BOB;
- ricerca ed acquisizione regime dei vincoli gravanti sulla zona;
- ricerca ed acquisizione tavole PRG di tutti i comuni attraversati;
- ricerca ed acquisizione della serie completa di mappe catastali.

Queste attività sono state eseguite su tutte le innumerevoli alternative di tracciato individuate nel corso della redazione del progetto definitivo, consentendo di adeguare il tracciato di posa della tubazione e l'ubicazione delle opere d'arte che rappresentasse la migliore scelta possibile dal punto di vista ingegneristico, ambientale ed economico.

### **6.1. Rilievi topografici**

Le attività comprendono:

- rilievi plano-altimetrici puntuali con strumentazione GPS e/o Stazione Totale, anche con l'ausilio di voli con drone, finalizzati alla formazione di opportuna cartografia e/o modelli digitali del terreno (DTM), con definizione delle curve di livello ed un numero di punti rilevati non inferiore a 25 per ogni 1000 mq;
- rilievi plano-altimetrici di dettaglio per infrastrutture lineari per una fascia di larghezza non inferiore a 60 metri (30 + 30), rispetto l'asse dell'infrastruttura, con definizione di relativo piano quotato, e curve di livello e modello digitale del terreno (DTM), per un numero di punti rilevati non inferiore a n° 300 per Km;
- profili longitudinali con densità fino a 100 punti per Km;
- rilievo architettonico, impiantistico e strutturale;
- rilievo fotografico;
- sezioni trasversali per una lunghezza non inferiore a 60 m.

Per l'esecuzione dei rilievi è stata utilizzata una stazione totale avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- precisione misura angolare 0.5 Sec (0.15 mgon)
- Precisione misura distanze 0.6 mm + 1 ppm
- Precisione sistema ATR di riconoscimento automatico del prisma 0.5 sec (0.15 mgon)

I capisaldi utilizzati sono:

- I. Marsala (S.Matteo);
- II. Timpone Lippone (Mazara del Vallo)
- III. Strada Statale 115 bivio per Campobello di Mazara (Castelvetrano)
- IV. Selinunte tempio di Hera (Castelvetrano)
- V. Faro Granitola (Campobello di Mazara)
- VI. Menfi (Ponte sul fiume Carboj)

## 7. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

L'intervento ricade nei territori comunali di Menfi (AG), Castelvetrano (TP), Campobello di Mazara (TP), Mazara del Vallo (TP), Petrosino (TP) e Marsala (TP) ed è inquadrabile nella Cartografia Tecnica Regionale a scala 1:10.000 nelle sezioni: 618160, 618150, 618140, 618100, 618130, 618090, 617160, 617120, 617080, 617070, 617030.

Il territorio in oggetto si trova in quella parte dell'Isola che, partendo dal settore centro-meridionale, raggiunge l'estremità nord-orientale in prossimità del litorale trapanese.

Questo territorio comprende nell'ordine:

- la regione collinare sud-occidentale, solcata dai corsi d'acqua afferenti al litorale mediterraneo (fiume Carboj e fiume Belice);
- la successione delle spianate in quota, presente nel tratto compreso fra Castelvetrano e Marsala, che degradano lentamente verso occidente in direzione del mare ed incise a loro volta dalle aste dei fiumi Modione, Delia e Sossio o anche indicato cartograficamente come Fiumara Marsala.

La parte sud-occidentale del territorio è caratterizzata da una morfologia di tipo collinare, intervallata da ambienti di terrazzo marino in cui prevalgono le forme di modellamento proprie dei terreni di natura argillosa e, più subordinatamente, di natura arenacea e calcareo-marnosa.

In tutta quest'area la rete idrografica appare ben sviluppata: i principali corsi d'acqua ricevono l'apporto dei torrenti tributari allargando l'alveo e determinando ampie forme vallive.

Nel secondo settore prevalgono invece una serie di spianate, presenti nel tratto compreso fra Castelvetrano e Marsala, che tendono a degradare con modesta vergenza verso occidente, in direzione del mare. In tale territorio, dall'andamento morfologico determinato da un ambiente di medio-bassa collina, si inseriscono modeste ed incise vallate, come quelle percorse dalle aste dei fiumi Modione, Delia, Mázaro e Sossio.

Lungo tutta l'estensione del tracciato dell'adduttore principale, si intersecano nove importanti bacini idrografici.

- Area territoriale tra Fiume Belice e Fiume Carboj (058);
- Fiume Belice (057);
- Fiume Modione ed Area tra Fiume Modione e Fiume Belice (056);
- Area tra Fiume Arena e Fiume Modione (055);
- Fiume Arena (054);
- Fiume Màzaro ed Area tra Fiume Màzaro e Fiume Arena (053);
- Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi
- Bacino Idrografico del Fiume Màzaro (052).

Ognuna di queste aree presenta delle caratteristiche salienti dovute principalmente alla loro storia tettonica e deposizionale tuttavia, dal punto di vista geomorfologico possono essere accomunate dalla presenza di un generale aspetto pianeggiante che è tipico dell'intera fascia costiera meridionale dell'isola.

Più in dettaglio, l'area risulta articolata in una serie di successive ed ampie spianate di varia estensione. Tali spianate, di origine marina, sono da mettere in relazione con il sollevamento tettonico regionale avvenuto durante il Quaternario che ha comportato la creazione della predetta gradinata di terrazzi marini di vario ordine e grado. Occorre comunque evidenziare come lungo tale gradinata di terrazzi marini si rinvengono spesso differenti depositi di copertura, piuttosto omogenei dal punto di vista litologico, sottoposti ad una notevole erosione sub-aerea che ha uniformato i lineamenti morfologici tanto da conferire all'area nell'insieme un'appariscente andamento plano-altimetrico tabulare ed omogeneo, obliterando le possibili evidenze di superfici connesse a dislocazioni tettoniche e mascherando, pertanto, una complessa situazione tettonica.

I principali bacini idrografici attraversati sono quelli del fiume Belice e del fiume Arena. La valle del Belice si mostra con un andamento ampio e meandriforme, con una piana alluvionale sviluppata principalmente sul lato della sinistra idraulica. Il corso d'acqua presenta dunque un buon grado di maturazione e una bassa pendenza.

Il fiume Arena (nel primo tratto denominato Delia) invece, risulta essere arginato da sponde artificiali e quindi non presenta oggi un carattere meandriforme pur avendo un'ampia valle alluvionale. Tuttavia, attraverso l'esecuzione di numerosi sondaggi geognostici si è potuto constatare come anche in questo caso, la piana alluvionale si sviluppi principalmente, nell'area dell'attraversamento del tracciato, sulla sinistra idraulica. Complice di ciò è sicuramente la presenza di un potente affioramento di argille grigie afferenti alla Formazione Terravecchia, che limitava lateralmente l'erosione da parte delle acque del fiume.

I rimanenti bacini idrografici attraversati, presentano invece caratteristiche morfologiche completamente differenti rispetto ai precedenti, il loro reticolo idrografico superficiale infatti, data la natura dei terreni affioranti (per lo più caratterizzati da permeabilità primaria per porosità) e per le caratteristiche climatiche della zona, risulta complessivamente assai poco sviluppato; esso inoltre denota una modesta capacità filtrante dei terreni affioranti e quindi una discreta capacità di smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale. Tale caratteristica, si rinviene anche nell'area territoriale tra il Belice ed il Carboj dove si rinvengono numerosi corsi d'acqua secondari che, con il loro moto erosivo, hanno generato delle valli incise profonde e con andamento meandriforme come quelle dei Torrenti Finocchio e Gurra Finocchio. Caratteristica morfologica principale di tali bacini è il fatto che i loro corsi d'acqua tendono a scorrere in valli incise, relativamente profonde, in litologie dal carattere prevalentemente lapideo.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 1.2 per gli ulteriori dettagli.

## 8. INSERIMENTO URBANISTICO

Il tracciato dell'acquedotto interessa in successione i territori dei comuni di Menfi (AG), Castelvetro (TP), Campobello di Mazara (TP), Mazara del Vallo (TP), Petrosino (TP) e Marsala (TP).



Le opere previste in progetto sono prevalentemente del tipo sotterraneo, trattandosi in generale di condotte poste in opera con scavo in trincea e di manufatti di linea interrati quali pozzetti di sfiato e di scarico e simili.

Lungo l'acquedotto esistono anche delle opere fuori terra:

- i partitori in pressione, i manufatti di misura ed i manufatti di consegna. Sono tutti caratterizzati da una porzione interrata e da una porzione fuori terra con altezza alla gronda non superiore a m 3,50;
- le infrastrutture di attraversamento in aereo dei corsi d'acqua maggiori, costituite da strutture tubolari tralicciate in acciaio e da ponti-tubo autoportanti poggianti su spalle e pile in cemento armato.

Di seguito è riportata la descrizione delle caratteristiche urbanistiche riscontrate dalla sovrapposizione del tracciato dell'acquedotto con la cartografia dei Piani Regolatori Generali, vigenti in ogni territorio comunale attraversato.

#### 1) Comune di Menfi

Il tracciato del primo tratto dell'adduttore dell'acquedotto, compreso tra la prog.km 0+000 e la prog. km 7+350, ricade quasi integralmente in "Zona Agricola Produttiva E1" interessando in piccoli tratti la "Zona Agricola di Tutela degli ambienti dei valloni E4", in corrispondenza degli attraversamenti aerei dei Valloni Cavarretto, Cava del Serpente, Finocchio e Gurra Finocchio.

Il resto del tracciato ricade per due brevi tratti all'interno delle seguenti zone:

- "Verde privato per attività turistico complementari TV", per un'estesa di circa 155 m (cfr. art. 70 Norme Tecniche di Attuazione);
- "Zona di espansione stagionale a densità rada C4" (cfr. art. 50 Norme Tecniche di Attuazione) per un'estesa di circa 670 m.

Queste aree saranno attraversate con tecnologia di scavo TOC (Trivellazione Orizzontale Assistita).

#### 2) Comune di Castelvetro

Il tracciato del primo tratto dell'adduttore di progetto, compreso tra la prog. km 7+350 e la prog. 21+948, ricade prevalentemente in "Zona omogenea agricola E1", interessando in parte anche la "Zona omogenea agricola E3" nei due tratti in prossimità della vallata del Fiume Belice. Inoltre, per un brevissimo tratto ricadente tra la linea ferroviaria Alcamo-Trapani (Via Castelvetro) e la SS 115, interessa una "Zona per attrezzature ed impianti di interesse generale F-7.3".

La parte iniziale del secondo tratto dell'adduttore dell'acquedotto di progetto, compresa tra la prog. km 0+000 e la prog. km 0+250, ricadente anch'essa nel territorio di Castelvetro si trova tutta in una fascia di zonizzazione del tipo "Zona omogenea agricola E1".

Per quanto riguarda l'unico manufatto già esistente, ovvero il serbatoio di Campobello di Mazara, ubicato in territorio di Castelvetro (in prossimità del confine con il comune di Campobello di Mazara), si evidenzia che gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria previsti in progetto per il suddetto serbatoio non comporteranno variazioni delle volumetrie attualmente presenti.

#### 3) Comune di Campobello di Mazara

Il tracciato del secondo tratto dell'adduttore di progetto, compreso tra la prog. km 0+250 e la prog. km 3+900, ricade in "Zona Agricola Produttiva E1" ad eccezione di un breve tratto interrato di circa 115 m, ricompreso nella c.d. "Zona speciale con destinazione centro fieristico" (cfr. art. 87 delle Norme tecniche di Attuazione), nelle immediate vicinanze dell'autostrada A29, il cui attraversamento è previsto in progetto integralmente in sotterraneo, mediante posa in opera delle tubazioni con metodologia TOC, non interessando la superficie delle aree attraversate.

#### 4) Comune di Mazara del Vallo

Nell'ambito del territorio del Comune di Mazara del Vallo ricadono il tracciato del secondo tratto dell'adduttore di progetto, compreso tra la prog. km 3+900 e la prog. km 18+050, ed anche i tracciati di due diramazioni dall'acquedotto di progetto (denominate Mazara 1 e Mazara 2), destinate all'alimentazione di due esistenti serbatoi urbani.

Il tracciato dell'adduttore ricade in "Zona omogenea agricola E1" fino alla prog. km 15+190; quindi interessa la zona F6 (Parco territoriale del Fiume Mazaro), poi per un breve tratto la zona F1-f (attrezzature sportive), nuovamente la zona F6 ed infine la Zona E1 fino al confine con il Comune di Petrosino.

Il tracciato della diramazione Mazara 1, ricade in "Zona omogenea agricola E1" fino alla prog. km 5+680, poi interessa la zona F6 (Parco territoriale del Fiume Delia) ed infine ritorna in Zona E1 fino al serbatoio di Via Treviso.

Il tracciato della diramazione Mazara 2, ricade in "Zona omogenea agricola E1" fino alla prog. km 0+340, poi attraversa in successione la Zona F1-r (Area per attrezzature di interesse collettivo), la Zona E1, la Zona F3 (ville e giardini Pubblici), la viabilità urbana, la Zona E1 ed infine la viabilità urbana fino al serbatoio "Casa dell'Acqua".

#### 5) Comune di Petrosino:

Nell'ambito del territorio del Comune di Petrosino ricadono il tracciato del secondo tratto dell'adduttore di progetto, compreso tra la prog. km 18+050 e la prog. km 23+050 ed il tracciato della diramazione dall'adduttore, denominata "Petrosino", destinata ad alimentare la esistente rete comunale di adduzione. Entrambi i tracciati ricadono in "Zona Agricola".

Si rileva che il tracciato dell'adduttore interseca, alla prog. km 18+400 ed alla prog.km 22+400, il tracciato della bretella stradale ANAS denominata "Variante nel tratto Trapani – Mazara del Vallo, compreso tra lo svincolo "Birgi" sulla A29/dir e il collegamento alla SS 115 al Km 48+000 in corrispondenza dell'abitato di Mazara del Vallo." L'intersezione è con il "1° Stralcio Funzionale Marsala Sud (SS 188 - km 5+700) - Mazara del Vallo (rotatoria Porto)" della suddetta infrastruttura stradale, ancora in fase di progettazione ma già rappresentata sulla cartografia del P.R.G. Per l'interferenza con questa opera, non essendo note le caratteristiche costruttive, è stata prevista la posa della tubazione all'interno di un tubo camicia, per una lunghezza sufficiente ad attraversare l'eventuale futura opera stradale.

#### 6) Comune di Marsala:

Nell'ambito del territorio del Comune di Marsala ricadono la parte finale del tracciato del secondo tratto dell'adduttore, compreso tra la prog. km 23+050 e la prog. km 25+662, ed anche i tracciati di due diramazioni dall'adduttore, denominate "Marsala 1" e "Marsala 2" e destinate all'alimentazione rispettivamente del serbatoio "Sinubio" e del serbatoio "Cardilla".

I suddetti tracciati ricadono interamente in "Zona agricola", ai sensi del vigente strumento urbanistico.

## 9. STUDIO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico dell'area interessata dal progetto ha permesso di definire l'assetto geologico dell'ambiente terrestre nel quale saranno realizzati i lavori previsti in progetto.

La successione stratigrafica dei terreni interessati dal tracciato dell'acquedotto è costituita, dal basso verso l'alto, dalle seguenti litologie:

- terre rosse;

- le coltri di detrito:
  - in prevalenza fini in ambiente di natura argillosa
  - in prevalenza grossolane in ambiente di rocce lapidee
- i terreni alluvionali:
  - recenti ed attuali a grana fina e grossolane
  - antichi terrazzati a grana fina e grossolana
- le sabbie e le calcareniti pleistoceniche
- le argille sabbiose pleistoceniche
- depositi terrigeni pertinenti alla Formazione marnoso-arenacea della valle del Belice (Pliocene Medio – Pleistocene Inferiore)
- calcareniti organogene (Pliocene Superiore)
- argille sabbiose fossilifere (Pliocene Medio)
- marne calcaree e calcari marnosi della formazione dei trubi (Pliocene Inferiore)
- la serie gessoso-solfifera (Messiniano):
  - i gessi (Messiniano Superiore)
  - argille gessose (Messiniano Inferiore)
  - i calcari evaporatici (Messiniano)
- depositi sabbioso-argilloso-arenacei della Formazione Cozzo Terravecchia (Tortoniano – Messiniano Inferiore)

Il progetto, si è avvalso di una dettagliata e diffusa campagna d'indagini geognostiche, a cui sono seguite le caratterizzazioni di laboratorio.

Si è proceduto ad effettuare uno studio particolareggiato del substrato attraverso l'esecuzione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo, spinti a profondità variabile, in modo da ricostruire l'intero profilo stratigrafico soprattutto per le aree interessate dalla realizzazione delle opere d'arte principali, il prelevamento di campioni indisturbati ad opportune profondità, compatibilmente con la natura dei terreni individuati, sui quali sono state eseguite le analisi geotecniche e prove di schiacciamento per i campioni di roccia lapidea.

Tali sondaggi, sono presenti in tutti i siti dove insiste un qualsiasi tipo di attraversamento, sia esso stradale, fluviale, ferroviario o autostradale, per il quale, si deve operare una tipologia di attraversamento differente dal normale scavo e ove si trovano le opere d'arte maggiori (partitori, manufatti di misura e manufatto di consegna).

Ad esclusione di qualche attraversamento, che ha visto l'esecuzione di sondaggi geognostici con profondità comprese tra i 20 e i 40 metri dal p.c., la rimanente parte della campagna geognostica si è limitata a profondità non superiori a 10 metri dal p.c. (pochi casi a profondità di 15 m dal p.c.).

Sono stati prelevati 83 campioni a varie quote, di questi, 75 campioni sono indisturbati con grado di qualità Q5, prelevati con campionatore Shelby a pareti sottili e i rimanenti 8 campioni sono dei lapidei da considerare in qualche modo rimaneggiati, con grado di qualità Q2, prelevati direttamente dalle cassette catalogatrici e rispecchianti almeno il profilo stratigrafico e la composizione granulometrica.

Al fine di ottenere le principali caratteristiche fisiche e meccaniche delle litologie attraversate dal tracciato dell'acquedotto sono state eseguite le opportune prove di laboratorio geotecnico.

I risultati delle prove di laboratorio nonché i parametri delle prove penetrometriche, sono stati utilizzati per ricostruire le stratigrafie tipo, schematizzate ciascuna in corrispondenza dei siti di ubicazione delle opere d'arte principali.

Ad integrazione delle indagini dirette, in quei siti dove l'attenzione nell'attraversamento di alcune aree avrebbe dovuto essere maggiore, si è optato per l'esecuzione di indagini elettro-tomografiche, che permette di ricostruire una sezione bidimensionale del terreno attraverso i valori di resistività.

Al fine di caratterizzazione i terreni dal punto di vista dinamico, sono state eseguite anche indagini sismiche di tipo MASW, consentendo di determinare il comportamento del terreno sino ad almeno 30 metri dal piano campagna (Vs30). La conoscenza del profilo delle onde di taglio Vs degli strati che compongono i primi 30 metri di profondità risulta necessaria per:

- valutare l'azione sismica di progetto al livello del piano fondale tipo di opera
- valutare il potenziale di liquefazione del terreno.
- valutare l'accelerazione sismica per il calcolo della stabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno nei confronti dell'azione sismica
- valutare, in condizioni sismiche, la capacità portante ed i cedimenti di rilevati stradali, opere di sostegno, fondazioni degli edifici

Le indagini, le prove di laboratorio e gli studi geologici hanno consentito di disegnare la geologia e la geotecnica dei terreni attraversati. Riassumendo, in senso assolutamente macroscopico, potremmo considerare due ambienti geomorfologici principali: il primo e più esteso è quello costituito dalle spianate dei terrazzi marini, caratterizzati da una morfologia prevalentemente tabulare, la cui componente litologica principale è sicuramente la calcarenite, al di sotto della quale si rinvengono quasi sempre litotipi argilloso – sabbiosi a profondità variabili; il secondo ambiente morfologico è costituito dalle valli fluviali, ricordiamo che il tracciato in oggetto, attraversa ben nove bacini idrografici differenti e numerosi sottobacini caratterizzati da incisioni talvolta anche abbastanza profonde. Tale ambiente è caratterizzato dalla presenza di litotipi a componente argilloso – sabbiosa, che lascia il posto, nelle immediate vicinanze degli alvei a litotipi a carattere alluvionale quali sabbie e ghiaie.

Fondamentale è stata anche la caratterizzazione della circolazione sotterranea. I dati raccolti attraverso le indagini svolte, permettono di evidenziare che la circolazione idrica nel sottosuolo si sviluppa prevalentemente in corrispondenza degli acquiferi superficiali e delle aree limitrofe. Gli acquiferi superficiali sono caratterizzati anche da un'attività di tipo subalveo.

Di contro si evidenzia una circolazione del tipo a falda libera nelle zone di terrazzo marino, caratterizzate da zone porose (ghiaie, sabbie, calcareniti) con substrato argilloso.

Lungo le grandi aste fluviali prevalgono i sedimenti sciolti a prevalente composizione ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa, dotati pertanto di una permeabilità primaria per porosità. Mentre la maggioranza degli altri territori attraversati sono caratterizzati dalla presenza di litotipi calcarenitici caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità e secondaria per fratturazione.

In questo tipo di ambiente, la presenza di un substrato di natura argillosa consente alle acque d'infiltrazione di raccogliersi e di porsi in movimento nell'ambito della corrispondente falda idrica. In funzione della profondità delle argille si potrà determinare la presenza o meno di una falda stagionale o permanente.

La falda idrica di tipo subalveo è perenne e possiede ovviamente un'escursione di livello legata alle variazioni dei deflussi del ciclo fluviale. Inoltre è da considerare che a causa di fenomeni di esondazione degli alvei, in corrispondenza di eventi meteorici consistenti, buona parte dei terreni presenti nelle immediate vicinanze dei corsi d'acqua si trovano spesso in condizioni di elevata saturazione e mostrano conseguentemente una falda subaerea che, complice anche la natura argilloso – limosa degli stessi, permane per parecchi mesi a piano campagna.

Questo fatto di per sé è alquanto significativo, se si considera che gli scavi previsti per la posa delle condotte si sviluppano entro una fascia di terreno profonda mediamente m 3,00 - 3,50 dal p.c. Ciò, evidentemente, comporta nelle zone di fondovalle la necessità di prevedere ancoraggi idonei, per scongiurare l'insorgere di quei fenomeni che conducono nel tempo a vere e proprie forme di galleggiamento.

## 9.1. STUDIO GEOELETRICO

Lungo il tracciato dell'acquedotto in progetto è stata effettuata una campagna di rilievi geo-elettrici per rilevare la resistività del terreno di sedime della tubazione.

Le misurazioni sono state effettuate con il metodo di Wenner su un insieme di punti scelti in relazione all'andamento geologico degli affioramenti interessati dalle opere in progetto.

I risultati delle indagini, per i vari tratti di condotta, sono stati riportati in forma tabellare e grafica nella relazione specialistica a cui si rimanda per maggiori dettagli.

La resistività del terreno è stata rilevata per ogni punto di indagine alle profondità di 1.5 e 3 metri dal piano campagna.

Dalle misure di resistività effettuate, secondo quanto indicato nella Norma UNI EN 545 in Appendice D, si evince che i terreni esaminati, fatta eccezione di un due brevi tratti in prossimità del fiume Belice e del fiume Delia, non presentano caratteristiche di aggressività nei confronti delle tubazioni in ghisa sferoidale.

I valori di resistività variano da un minimo di 6.95 ohm x m a un massimo di 37,1 ohm x m e pertanto il rivestimento esterno delle tubazioni in ghisa in Zinco – Alluminio avente una massa minima di 400 g/mq risulta idoneo per i terreni di posa interessati dal tracciato dell'acquedotto in progetto.

In prossimità dell'attraversamento del fiume Belice e del fiume Delia i valori di resistività del terreno scendono al disotto di 5 ohm x m (variabili da 4,61 ohm x m a 2,31 ohm x m); in tali zone si è scelto di utilizzare rivestimenti esterni della tubazione in polietilene estruso.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 1.8 per ulteriori dettagli.

## 10. STUDIO GEOTECNICO

Lo studio definisce, alla luce di specifiche indagini, i modelli geotecnici dei volumi di terreno influenzati, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dei manufatti previsti in progetto ed illustra i procedimenti impiegati per le verifiche geotecniche. Le calcolazioni sono articolate per tutti gli stati limite previsti dalla normativa tecnica vigente, con riferimento al rapporto del singolo manufatto con il terreno, tenuto conto della risposta sismica locale.

Nello studio vengono descritte le indagini e le prove meccaniche di laboratorio e commentati i risultati ottenuti.

Lo studio ha consentito la scelta tipologica ed il successivo dimensionamento delle seguenti opere:

- sezioni di posa delle condotte: in terreni coesivi e no, con presenza di falda e no con particolare attenzione ai requisiti di sicurezza per i lavoratori;
- scelta e dimensionamento delle fondazioni dei manufatti maggiori (partitori, cabine di misura, cabine di manovra, etc.) e minori (pozzetti di sfiato e scarico)
- scelta e dimensionamento delle tipologie di attraversamenti fluviali
- scelta e dimensionamento delle fondazioni delle spalle e degli appoggi intermedi degli attraversamenti con ponte;
- scelta delle più idonee tecnologie no-dig per la risoluzione di alcune interferenze. In particolare lo studio, corroborato da una dettagliata campagna di indagini e prove in situ, ha valutato di volta in volta la tecnologia migliore in termini di *certezza* esecutiva, durata dell'opera ed impatto sull'ambiente circostante;
- valutazioni e scelte delle tipologie da adottare per le sistemazioni idrauliche e geotecniche di alcuni siti.
- verifiche statiche delle condotte, in assenza di pressione interna, all'interno delle trincee di posa
- calcolo e dimensionamento dei blocchi di ancoraggio per le condotte in ghisa sferoidale

I risultati di tutte le determinazioni sono inseriti nella *Relazione Geotecnica* con appendici ed allegati grafici.

## 11. STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

Nella redazione del progetto sono stati approfonditi tutti gli aspetti necessari ad individuare gli impatti dell'ambiente sull'opera e viceversa, dal punto di vista idrologico ed idraulico.

Lungo il tracciato di progetto, l'acquedotto incontra diciassette corsi d'acqua.

I corpi idrici presenti sul territorio, sono per lo più a regime torrentizio, "secchi" durante la maggior parte dell'anno ma capaci di convogliare portate elevate durante eventi di pioggia.

Anche i corpi idrici maggiori, come il fiume Belice, convogliano normalmente portate esigue, ma sono in grado di gonfiarsi enormemente durante gli eventi meteorici raggiungendo portate rilevanti.

Percorrendo l'acquedotto in senso idraulico si attraversano: il torrente Cavarretto, il torrente Cava del Serpente, il torrente Finocchio, il torrente Gurra Finocchio, il torrente Ravida, il torrente Case Nuove, il Fiume Belice, il fosso Dimina, il fiume Modione, il torrente San Giovanni e i suoi affluenti rinominati in base alle località per cui passano, il fiume Delia, il fiume Mazaro e la fiumara Sossio. In Figura 1, Figura 2, Figura 3 e Figura 4, sono riportati degli stralci planimetrici ottenuti da immagini satellitari, dove sono riportati i corsi d'acqua presenti sul territorio, il tracciato dell'acquedotto e la posizione degli attraversamenti.

Tutti i corsi d'acqua si muovono verso il versante meridionale della Sicilia, sfociando nel Mediterraneo, fra gli abitati di Menfi e Marsala.

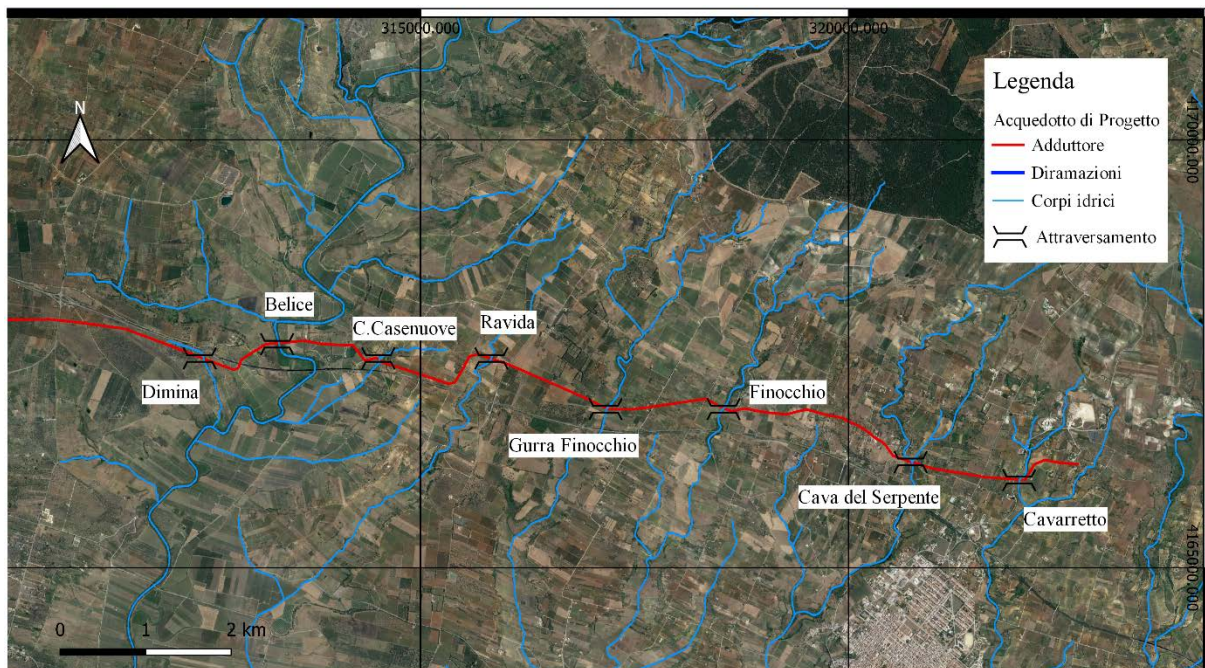


Figura 1 - Inquadramento degli attraversamenti dei corpi idrici (Parte 1) ED50 UTM33N



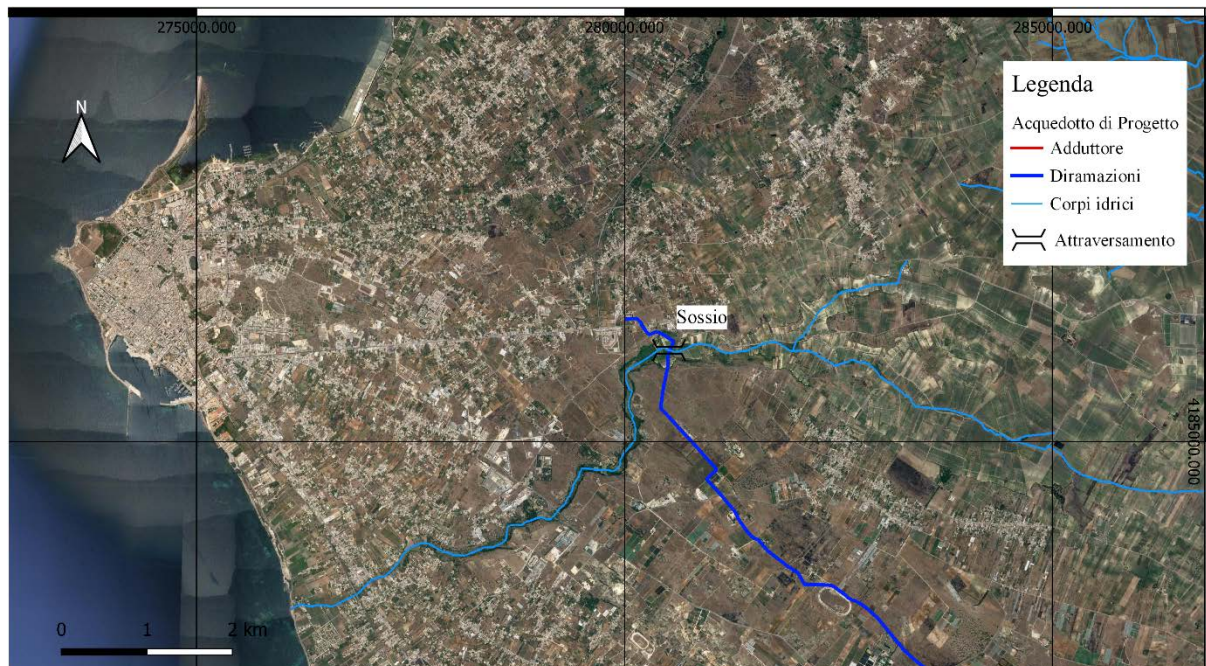


Figura 2 - Inquadramento degli attraversamenti dei corpi idrici (Parte 2) ED50 UTM33N



Figura 3 - Inquadramento degli attraversamenti dei corpi idrici (Parte 3) ED50 UTM33N





**Figura 4 - Inquadramento degli attraversamenti dei corpi idrici (Parte 4) ED50 UTM33N**

Per lo studio delle interferenze opera-ambiente idrologico sono stati esaminati i seguenti aspetti:

- analisi del tracciato e individuazione dei corsi d'acqua attraversati;
- analisi delle Carte del rischio e pericolosità idraulica del PAI;
- individuazioni bacini idrografici;
- raccolta e analisi dei dati relativi alle piogge registrati dalle stazioni pluviometriche delle aree di studio;
- stima delle precipitazioni intense e di breve durata;
- stima del tempo di corrivazione dei bacini idrografici;
- stima della pioggia lorda e della pioggia netta;
- stima degli idrogrammi di piena delle sezioni di attraversamento;
- verifiche idrauliche dei corsi d'acqua;
- verifica degli attraversamenti dei corpi idrici.

Per il dimensionamento delle opere idrauliche degli attraversamenti e dei parallelismi dei corsi d'acqua, si sono considerate le indicazioni delle vigenti normative, ovvero:

- "Prime direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art.96, lettera f, del R.D.523/1904", emanate dalla Regione Siciliana.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (Capitolo 5.1.2.3 – Compatibilità Idraulica).

Per tutti i corsi d'acqua attraversati sono state rispettate le previsioni delle NTC 2018 in merito al franco idraulico minimo ed all'interasse minimo di 40 m tra le spalle/pile ricadenti in alveo.

A seconda delle caratteristiche idrauliche, geologiche e geotecniche del sito, dell'importanza del corso d'acqua e della lunghezza dell'attraversamento, sono state adottate le seguenti categorie di attraversamenti:

- attraversamenti aerei su struttura metallica tralicciata a campata singola o doppia;
- attraversamenti aerei su tubo-ponte ad arco autoportante;
- attraversamento in Trivellazione Orizzontale Controllata
- attraversamenti con tecnologia a spingitubo



- attraversamenti in subalveo con scavo a cielo aperto e successiva sistemazione idraulica del corso d'acqua.

Nei paragrafi successivi sono descritte le tipologie di attraversamento.

## 12. VINCOLI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

La programmazione della progettazione di una nuova opera deve necessariamente armonizzare scelte di carattere tecnico-economico con soluzioni mirate alla salvaguardia ambientale.

Il territorio interessato dall'infrastruttura acquedottistica si compone di ambiti amministrativi e paesaggistici complessi e variegati.

Dal punto di vista amministrativo vengono coinvolti sistemi territoriali afferenti ai comuni di Menfi (AG), Castelvetro (TP), Campobello di Mazara (TP), Mazara del Vallo (TP), Petrosino (TP) e Marsala (TP).

Territorio e paesaggio sono categorie tutelate e protette sia in ambito nazionale quanto in quello regionale e locale attraverso strumenti di pianificazione - i Piani paesistici, introdotti dalla L.431/86 - e vincoli definiti dal Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Per la valutazione dell'impatto sul territorio, prima di tutto occorre conoscere l'esistenza di zone che possano essere soggette a qualsiasi tipo di vincolo. In particolare, sono stati analizzati tutti i documenti per la conoscenza dei seguenti aspetti:

- I fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti agli elenchi previsti dal TU approvato con RD 1775;
- zone di interesse archeologico;
- vincoli paesaggistici;
- vincoli aree boschive;
- parchi e riserve ai sensi della L.R. 14/88;
- siti della rete Natura 2000;
- aree a rischio frana e a rischio idrogeologico

Per la trattazione di tutte le interferenze sono stati elaborati i documenti e gli studi che prevede il Testo Unico dell'Ambiente, D.Lgs.152/2006.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 1.12 e 2.12 ÷ 2.16 per ulteriori dettagli.

### 12.1. Relazione paesaggistica

La Relazione Paesaggistica descrive gli elementi necessari alla verifica di conformità del progetto nonché alla compatibilità dell'intervento rispetto al contesto di appartenenza.

La finalità dello studio è quella di motivare ed evidenziare la qualità dell'intervento anche per ciò che attiene al linguaggio architettonico e formale adottato in relazione al contesto progettuale, contenendo tutti gli elementi necessari alla verifica della compatibilità paesaggistica dell'intervento, con riferimento ai contenuti, direttive, prescrizioni e ogni altra indicazione vigente sul territorio interessato.

Lo studio è stato redatto ai sensi dell'art. 3 del DPCM 12 dicembre 2005 approvato dall'Osservatorio Regionale per la qualità del Paesaggio nella seduta del 13.07.2006. La definizione di paesaggio in essa contenuta all'Art. 1 è la seguente: "Paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni". Il campo di applicazione della convenzione, specificato all'Art. 2, è il seguente: "La presente Convenzione si applica a tutto il territorio delle Parti e riguarda gli spazi naturali, rurali, urbani e periurbani. Essa comprende i paesaggi terrestri, le acque interne e marine. Concerne sia i paesaggi che possono essere considerati eccezionali, sia i paesaggi della vita quotidiana, sia i paesaggi degradati".

La Convenzione stabilisce, dunque, che natura e cultura costituiscono aspetti che sono contemporaneamente presenti all'interno di ogni paesaggio e non opera distinzioni, né concettuali, né operative, tra ciò che è considerato naturale e ciò che è considerato artificiale. Il suo campo di interesse non si limita, dunque, ad alcuni paesaggi (storici, naturali, eccezionali, ecc.), ma alla globalità dei paesaggi europei, siano essi aree urbane o periurbane, agricole o naturali, ordinarie o straordinarie. In altri termini essa pone il problema della qualità di tutti i luoghi di vita delle popolazioni dell'intero territorio.

Pertanto qualsiasi intervento sul territorio richiede politiche non solo di salvaguardia dei paesaggi esistenti ai quali si riconosca una qualità, ma anche di creazione di nuovi paesaggi di qualità, sia nelle innovazioni che avvengono per adeguamenti infrastrutturali necessari (strade, ferrovie, reti di distribuzione di fonti energetiche, ecc.), o nelle aree in via di profonda trasformazione, sia nel recupero delle aree degradate, come ad esempio cave e zone industriali dismesse, ed anche periferie urbane, zone di frangia, aree di agricoltura periurbana, ecc... Riguarda quindi l'analisi dei paesaggi "esistenti" e di quelli "futuri". Si tratta di una concezione vasta che individua nel paesaggio una risorsa culturale ed economica, e che risponde a una precisa linea di tendenza che si è manifestata nelle politiche per il paesaggio di diversi Paesi europei negli ultimi decenni.

Nel caso specifico, lo studio e la caratterizzazione dell'assetto paesaggistico dell'area del tracciato sono stati eseguiti prendendo come riferimento un'area di rispetto a destra e a sinistra del tracciato ampia circa 5 km, cioè una porzione di territorio in grado di fornire un quadro esauriente dell'ambito territoriale in cui si inserisce l'intervento. Sono considerate le principali emergenze architettoniche e ambientali presenti anche oltre questa fascia e che talune opere, a corredo dell'acquedotto, potrebbero influenzare sotto il profilo paesaggistico oppure ambientale. Nell'area considerata, oltre ad analizzare i segni distintivi del territorio dal punto di vista naturale, antropico e storico-culturale, è stata effettuata la valutazione percettiva del sito di progetto, attraverso un rilievo fotografico, individuando i canali di massima fruizione del paesaggio, tramite i quali è possibile indagare la visibilità dell'opera.

Tutte le componenti dell'opera sono state progettate con lo scopo di minimizzare le interferenze con il territorio evitando le aree a più alto valore naturalistico attraverso l'adozione di una serie di misure tecnico-operative finalizzate a contenere gli effetti indotti dalle attività di costruzione dell'opera sull'ambiente in generale, e sulle aree con vincolo paesaggistico, in particolare.

Dall'esame delle caratteristiche paesaggistiche del territorio interessato dalle opere in progetto e dalle analisi, valutazioni e considerazioni esposte nel presente Studio, non è emersa alcuna componente che possa venire potenzialmente compromessa dall'acquedotto in progetto e dalle opere annesse.

Il progetto proposto è stato elaborato in linea con le migliori tecniche disponibili, cercando di promuovere gli obiettivi di tutela paesaggistica talvolta anche al di sopra degli aspetti tecnico-economici relativi all'impianto in esercizio.

Dallo studio emerge che la condizione paesaggistica a seguito dell'intervento, può essere valutata non dissimile dalla condizione territoriale ante-operam. Infatti, la realizzazione del Progetto prevede opere che, nella fase di esercizio, sono rappresentate da adduttori completamente interrati e quindi invisibili, ad esclusione degli attraversamenti aerei e manufatti fuori terra per l'alloggiamento dei quadri elettrici. Le trasformazioni sostanziali sono a breve termine e reversibili, in quanto riferite alla sola fase di cantiere. Al termine dei lavori saranno messi in atto tutti gli interventi di mitigazione e ripristino morfologico e vegetazionale che consentiranno un'ottima integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico.

Il rischio paesaggistico, antropico e ambientale è ridotto al minimo grazie al fatto che, in fase di esercizio l'opera:

- non deturpa le risorse naturali e i caratteri culturali, storici, visivi, morfologici, testimoniali, né diminuisce i caratteri connotativi dei territori (parametro delle sensibilità e della vulnerabilità);
- non diminuisce sostanzialmente la qualità visiva degli ambiti che attraversa (parametro della capacità di assorbimento visuale);

- non altera la capacità di mantenimento dell'efficienza funzionale dei sistemi ecologici o delle situazioni di assetti antropici consolidati (parametro della stabilità).

Per gli uliveti e coltivazioni di pregio attraversati saranno adottate tutte le misure compensative adeguate al mantenimento dell'alto valore paesaggistico ad essi riconosciuto.

In corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua, oltre alle attività di ripristino vegetazionale, sono previsti tutti gli interventi per la ricostituzione morfologica dell'alveo e degli argini grazie ad interventi che contribuiscono alla conservazione delle caratteristiche formali e percettive del paesaggio. Laddove si prevede l'attraversamento aereo si è optato per materiali, forme e opere di mitigazione compatibili con il contesto, pertanto le trasformazioni paesaggistiche dal punto di vista percettivo resteranno pressoché invariate.

Per l'attraversamento delle di Sciare di Marsala si sono valutate con accuratezza tutte le misure cautelative di questo habitat naturale sia in fase di progettazione, sia in fase di cantiere e di gestione.

## 12.2. Studio di Impatto Ambientale

Lo Studio è volto ad esaminare gli eventuali effetti reali o potenziali derivanti dal progetto in esame sulle componenti ambientali, ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e secondo i contenuti del relativo allegato VII alla Parte II.

Lo Studio è stato elaborato attraverso un'articolata successione di fasi e di attività che si possono così riassumere: analisi della documentazione tecnica di progetto; raccolta ed esame della documentazione bibliografica, scientifica e tecnica esistente (strumenti di pianificazione e di tutela, norme tecniche, carte tematiche, ecc.); indagini di campagna; analisi delle informazioni e dei dati raccolti; caratterizzazione delle componenti ambientali potenzialmente interessate; stima degli impatti.

Le suddette attività hanno permesso di identificare e suddividere secondo una dimensione temporale gli eventuali impatti positivi e negativi, temporanei e permanenti, sull'ambiente naturale ed antropico, definendo, al contempo, le idonee misure di mitigazione da adottare al fine di minimizzarne gli eventuali effetti.

Il tracciato dell'acquedotto in progetto interseca i territori protetti della ZSC ITA010014 "Sciare di Marsala" ed è posto ad una distanza minima di circa 270 m dei confini della ZSC ITA010005 "Laghetti di Preola e Gorgi Tondi e Sciare di Mazara", nonché ZSP ITA010031 "Laghetti di Preola e Gorgi Tondi, Sciare di Mazara e Pantano Leone": si sono valutati i reali o potenziali effetti sulle componenti habitat e fauna tutelate attraverso la redazione dello Studio di Incidenza Ambientale e l'attivazione della relativa Procedura di Valutazione di Incidenza.

Dall'esame delle caratteristiche ambientali del territorio interessato dalle opere in progetto e dalle analisi, valutazioni e considerazioni esposte nel presente Studio, non è emersa alcuna componente ambientale che possa venire potenzialmente compromessa dall'acquedotto in progetto e dalle opere annesse.

Il progetto proposto è stato elaborato in linea con le migliori tecniche disponibili, cercando di promuovere gli obiettivi di tutela ambientale senza trascurare gli aspetti tecnico-economici relativi all'impianto in esercizio. Dalle valutazioni preliminari effettuate è emersa sin da subito la coerenza del progetto proposto con gli strumenti di tutela e di pianificazione territoriale e urbanistica, dal livello comunitario a quello comunale. Ciò premesso, nella valutazione delle alternative progettuali, sono stati acquisiti tutti gli elementi conoscitivi ed identificativi del territorio: sono state eseguite una serie di indagini dirette e indirette lungo tutto il tracciato di progetto e soprattutto in corrispondenza degli attraversamenti (strade, ferrovie, fiumi, ecc.), in corrispondenza di opere d'arte (partitori, pozzetti di scarico e sfiato, camere di misura, ecc.) e per la scelta della tipologia delle opere no-dig. Le indagini, le prove di laboratorio e le successive interpretazioni, hanno consentito sia il dimensionamento delle opere principali sia la scelta del migliore tracciato di posa delle tubazioni: le innumerevoli alternative di tracciato esaminate nel corso della redazione del progetto definitivo hanno infatti consentito di indirizzare di volta in volta verso la scelta migliore.

Dalla disamina dei vincoli territoriali e ambientali e degli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti nell'area in esame, non è emerso alcun elemento che possa limitare o precludere la realizzazione dell'intervento proposto che risulta, altresì, coerente con le strategie pianificatorie messe in atto dai pertinenti strumenti esaminati.

Nella tabella seguente è riportato un riepilogo degli impatti residuali sulle componenti ambientali esaminate in ciascuna delle fasi di cantiere e di esercizio, valutati in larga misura come trascurabili e non significativi; la fase di dismissione non è esaminata in quanto, considerata la tipologia di opera in progetto, non si prevede una vita utile massima degli impianti in esame e quindi una dismissione degli stessi. Per le componenti salute pubblica e aspetti socio-economici si registra, in dettaglio, un impatto significativo positivo di lungo periodo e di intensità media durante la fase di esercizio: l'iniziativa proposta garantirà, infatti, l'approvvigionamento idropotabile dei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino, risolvendo le attuali criticità dovute all'approvvigionamento idrico da pozzi profondi con falde abbondantemente depauperate, a cui si aggiungono le benefiche ricadute sociali, occupazionali ed economiche a livello locale, sia nel breve (fase di cantiere) che nel lungo periodo (fase di esercizio).

		COMPONENTI AMBIENTALI							
		ATMOSFERA	FLORA E VEGETAZIONE	FAUNA ED ECOSISTEMI	LITOSFERA E IDROSFERA	PAESAGGIO	RUMORE E VIBRAZIONI	ARCHEOLOGIA	SALUTE PUBBLICA E ASPETTI SOCIO-ECONOMICI
FASE DI	CANTIERE	T	T	T	T	T	T	T	T
FASE DI	ESERCIZIO	T	T	T	T	T	T	T	M +
Legenda valutazione impatti		T = trascurabile/ non significativo		B = basso	M = medio	E = elevato		ME = molto elevato	
		impatto significativo: "+" = positivo    "-" = negativo							

L'assenza di significativi impatti residuali negativi, diretti e indiretti, sulle componenti biotiche ed abiotiche del territorio interessato dalle opere in progetto, va intesa sia per l'area oggetto di interventi che per quelle limitrofe.

Dalle informazioni acquisite attraverso il web-gis del Portale Nazionale del Ministero della Transizione Ecologica e tramite il web-gis del Portale Valutazioni Ambientali dell'Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente della Regione Sicilia, emergono piani, programmi e progetti per i quali si ritiene di potere ragionevolmente escludere un impatto cumulativo sinergico con l'acquedotto in progetto.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale fornirà la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di realizzazione ed esercizio dell'acquedotto in esame, facendo emergere l'eventuale necessità di "azioni correttive" in caso di risposte ambientali non in linea con le previsioni effettuate nel presente Studio.

Concludendo, verificata l'assenza di potenziali impatti residuali significativi negativi sulle componenti ambientali esaminate, si ritiene che il progetto proposto può essere considerato sostenibile dal punto di vista

ambientale rispetto all'ambito territoriale di riferimento, anche in virtù delle ottimizzazioni di cui è provvisto e delle misure di mitigazione previste.

### 12.3. Valutazione di Incidenza Ambientale

La Valutazione di Incidenza Ambientale è finalizzata ad individuare e valutare i principali effetti (incidenze significative) che qualsiasi piano, progetto o intervento, può avere su un sito o proposto sito della rete Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, tenuto conto degli obiettivi di conservazione del sito medesimo.

Come già detto, il tracciato dell'acquedotto in progetto interseca i territori protetti della ZSC ITA010014 "Sciare di Marsala" ed è posto ad una distanza minima di circa 270 m dei confini della ZSC ITA010005 "Laghetti di Preola e Gorgi Tondi e Sciare di Mazara", nonché ZSP ITA010031 "Laghetti di Preola e Gorgi Tondi, Sciare di Mazara e Pantano Leone"

L'interferenza con i predetti Siti Natura 2000 ha richiesto un approfondimento volto alla valutazione delle eventuali interferenze dirette o indirette degli interventi in progetto con il sistema ambientale e con gli obiettivi di conservazione dei predetti Siti, motivo per cui è stato redatto lo studio e attivata la procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale di cui al D.P.R. 357/97 e s.m.i.. Nello specifico, si valutano i reali o potenziali effetti degli interventi previsti sulle componenti habitat, vegetazione, flora e fauna tutelate nei Siti della Rete Natura 2000 sopra richiamati.

Lo studio è redatto ai sensi dell'articolo 6 del DPR 120/2003 e s.m.i., in ottemperanza alle disposizioni di cui alla L.R. 8 maggio 2007 n. 13 e al D.A. ARTA 36/GAB del 14 febbraio 2022, in linea con quanto disposto dalle Linee guida nazionali per la Valutazione di incidenza - Direttiva 92/43/CEE «Habitat» art. 6, paragrafi 3 e 4 (allegato 1) - del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, approvate in conferenza Stato-Regioni in data 28 novembre 2019.

Il percorso logico della Valutazione di Incidenza Ambientale si compone dei seguenti livelli:

- Livello I, verifica (screening): processo che identifica la possibile incidenza significativa di un piano/progetto/programma su un sito della rete Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri piani/progetti/programmi; solo nel caso in cui emergono incidenze significative (principio di precauzione), al livello 1 segue la valutazione appropriata (livello 2);
- Livello II, valutazione appropriata: analisi dell'incidenza del piano/progetto/programma sull'integrità del sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani/progetti/programmi, nel rispetto della struttura e della funzionalità del sito e dei suoi obiettivi di conservazione con l'individuazione delle misure di mitigazione eventualmente necessarie.
- Analisi di soluzioni alternative: individuazione e analisi di eventuali soluzioni alternative per raggiungere gli obiettivi del piano/progetto/programma, evitando incidenze negative sull'integrità del sito.
- Definizione delle misure di compensazione: individuazione di azioni, anche preventive, in grado di bilanciare le incidenze previste, nei casi in cui non esistano soluzioni alternative o le ipotesi proponibili presentino comunque aspetti con incidenza negativa, ma per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico sia necessario che il piano/progetto/programma venga comunque realizzato.

A conclusione di ciascun livello viene valutata la necessità di procedere o meno al livello successivo. Per ciascuno dei livelli è predisposto un sistema di formulari al fine di incrementare la trasparenza, l'obiettività e la versatilità d'impiego dei dati raccolti, oltre a dimostrare l'applicazione del principio precauzionale. Ciascuna fase viene conclusa con un verbale o matrice che documenti le valutazioni effettuate.

Alla luce delle analisi e delle considerazioni esposte, si può affermare che gli interventi previsti dal progetto in esame non interferiranno con il sistema ambientale e con gli obiettivi di conservazione dei primi due siti

Natura 2000. L'indagine, conclusa in fase di screening, evidenzia come gli interventi siano posti su viabilità esistente esterna ai due siti. Tale viabilità interessa inoltre aree agricole.

Per quanto concerne invece la ZSC Sciare di Marsala (ITA010014), si è ritenuto opportuno procedere alla valutazione appropriata e alla proposta di adeguate misure di mitigazione.

Dall'analisi foristica emerge che le specie più suscettibili sono alcune specie tipiche delle praterie steppiche come *Ambrosinia bassi*, ampiamente diffusa nelle sciare che compongono buona parte degli ambienti naturali presenti nella ZSC. Fra le specie legnose, quelle più interessate sono *Chamaerops humilis* e secondariamente *Rhamnus lycioides* ssp. *oleoides*, mentre specie più rare come *Quercus calliprinos* vengono intercettate in poche aree di limitata superficie. Specie di particolare pregio come *Ziziphus lotus* non sono interessate dalle azioni previste.

Per quanto riguarda gli habitat, quello maggiormente interessato è l'habitat di interesse prioritario 6220, mentre l'incidenza sull'habitat 5330 è limitata a poche aree nei pressi del Vallone di S. Onofrio (Fiume Sossio). Non vengono intercettati altri habitat di interesse prioritario a carattere puntiforme come il 3170 e il 5220. Per quanto concerne invece gli habitat presenti all'interno delle due fiumare del Sossio e del Mazzaro, il passaggio delle condutture in aereo permette di non avere incidenze.

Per quanto concerne l'habitat 5330, come evidenziato nella tabella riportata al paragrafo 3.3.1.2 e qui riproposta, l'incidenza è trascurabile, essendo inferiore allo 0,1%. Si evidenzia tuttavia che il piccolo tratto interessato contiene una parte di un più cospicuo popolamento di Quercia spinosa diffuso lungo i margini del vallone. Si prevedono pertanto delle misure di mitigazione volte a tutelare, laddove possibile, gli esemplari di quercia spinosa e di altre specie legnose di pregio, mentre gli interventi di ripristino proposti volgono verso un incremento delle superfici di macchia.

Per quanto concerne l'habitat 6220, la superficie interessata rappresenta lo 0,3% della superficie totale dello stesso internamente alla ZSC. Nei tratti interessati dall'habitat 6220\* il tracciato, per gran parte della percorrenza (circa il 77%) è stato posto al centro di stradelle esistenti, pertanto, l'interferenza è relativa esclusivamente ai bordi dove è presente in una forma disturbata. Gli interventi di mitigazione e di ripristino attraverso la tecnica della semina con raccolta di fiorume, adottata al fine di evitare l'inserimento di specie alloctone, e l'impianto specie arbustive tipiche dell'area di Sciara utilizzando specie con germoplasma autoctono, consentiranno la ripresa nelle aree interferite in tempi rapidi.

In merito alle specie faunistiche presenti, le interferenze degli interventi in progetto sono trascurabili ed eventualmente concentrate nei dintorni dell'area di intervento, oltre che reversibili in quanto limitate al solo periodo di esecuzione dei lavori (fase di cantiere), poiché legati essenzialmente al disturbo connesso con le attività di cantiere, generato dalla presenza di mezzi, macchine operatrici e del relativo personale.

Nella fase di esercizio, in considerazione della tipologia di progetto in esame, si esclude qualsiasi tipo di interferenza negativa sulle specie animali e vegetali e sui relativi habitat tutelati.

In merito all'analisi faunistica relativa alle condizioni ante-operam, l'intervento proposto, in considerazione del fatto che interesserà per lo più superfici agricole (e solo per brevi tratti aree aperte seminaturali come le praterie-pascolo tipiche dell'area vasta) e la condotta sarà interrata, non comporterà significative modifiche degli habitat di interesse faunistico presenti. Infatti, anche in questo caso, l'interferenza complessiva risulta essere trascurabile e non significativa.

Alla luce delle considerazioni esposte si può ritenere che la condotta in progetto non inciderà significativamente sugli equilibri generali e sulle tendenze di sviluppo attuali della componente faunistica e vegetazionale del territorio indagato.

Come specificato, nell'ambito interessato dal cantiere saranno attuati tutti gli accorgimenti progettuali e operativi volti a mitigare gli impatti e al termine delle attività, si procederà anche alla esecuzione degli interventi di ripristino.

Si può affermare, quindi, che nell'ambito dell'area Natura 2000 attraversata e sulle componenti tutelate, ovvero habitat e specie inclusi negli Allegati delle Direttive Comunitarie, la temporanea incidenza del

progetto non produrrà, nel tempo, effetti negativi sulla tutela della biodiversità e non impedirà la continuità naturalistica del territorio e dei corridoi ecologici ivi presenti.

#### **12.4. Piano di monitoraggio ambientale**

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) è stato elaborato come parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale.

Per monitoraggio ambientale (MA) si intende l'insieme dei controlli, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo, di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere.

Secondo quanto riportato nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (DLgs 152/2006 e smi; DLgs 163/2006 e smi) - Rev. 1" del 16/06/2014 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali), il MA persegue i seguenti obiettivi:

- verificare lo scenario ambientale di riferimento (monitoraggio ante operam) utilizzato nello SIA per la valutazione degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto;
- verificare le previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell'attuazione del progetto (monitoraggio in corso d'opera e post operam), in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale soggetta ad un impatto significativo;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere e di esercizio (monitoraggio in corso d'opera e post operam);
- individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro risoluzione (monitoraggio in corso d'opera e post operam);
- comunicare gli esiti delle attività di cui ai punti precedenti.

Il presente documento rappresenta una proposta del "Piano di Monitoraggio Ambientale" che sarà implementato in accordo alle fasi di realizzazione del progetto in esame; questa proposta sarà successivamente revisionata e dettagliata di concerto con gli Enti di controllo preposti.

Si rimanda all'elaborato specialistico per maggiori dettagli.

#### **12.5. Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo**

La realizzazione dell'intervento produrrà del materiale (terre e rocce) proveniente dalle attività di scavo, perforazione, trivellazione necessarie per la posa delle condotte e per la realizzazione dei manufatti e delle opere d'arte previste in progetto.

Ai sensi dell'art. 2 comma f, DPR 13 giugno 2017 n. 120 (G.U. 7 agosto 2017, n. 183) è stato predisposto il "Piano di utilizzo" delle terre e rocce da scavo ai fini dell'utilizzo degli stessi come sottoprodotti per la realizzazione di rinterri, riempimenti, modellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari e spandimenti in sito.

E' stato predisposto e realizzato un apposito piano di indagine ambientale lungo tutto il tracciato dell'acquedotto per la caratterizzazione dei terreni di sedime, secondo quanto indicato nell'allegato 2 del DPR 120/2017.

Sono stati individuati punti di campionamento ogni 500 metri di sviluppo del tracciato dell'acquedotto o nei punti di maggiore interesse e, per ogni punto di indagine, è stato prelevato un campione di terreno ogni

metro di profondità fino al raggiungimento della profondità di posa della condotta. I campioni prelevati sono stati sottoposti alle analisi di laboratorio previste per legge e, successivamente è stato valutato il quadro ambientale del sito di produzione dei materiali da scavo.

La campagna di indagini ha previsto l'esecuzione di n.138 sondaggi spinti fino alla profondità di 3.00 metri dal p.c. ed il prelevamento di 413 campioni da avviare alle analisi di laboratorio per la determinazione dei parametri di legge, compresa in alcuni casi l'analisi per BTEX e IPA.

In tutti i campioni esaminati i valori analitici sono risultati inferiori alle "Concentrazioni Soglia di Contaminazione", di cui alla colonna A Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n°152 del 2006 e s.m.i..

Pertanto, nel rispetto della normativa vigente, i materiali provenienti dagli scavi, classificati come terre e rocce da scavo, sono stati destinati a riutilizzo, recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali dei siti di destinazione individuati. Per la parte non recuperabile si è previsto il conferimento in centri di recupero o riutilizzo e, come ultima soluzione, il conferimento in discariche autorizzate.

I materiali provenienti dal fresato di bitume, da demolizioni di manufatti in calcestruzzo, manufatti stradali o altre tipologie di manufatti che dovessero rinvenirsi durante i lavori, saranno conferiti in centri di recupero-riutilizzo o centri di smaltimenti autorizzati per il codice CER individuato di volta in volta.

Come già detto nei paragrafi precedenti, si è scelto di utilizzare la tecnologia TOC (trivellazione orizzontale controllata) per l'attraversamento delle aree di PRG "TV" e "c4" del Comune di Menfi, per l'attraversamento del fiume Delia e per l'attraversamento dell'autostrada A29 Palermo-Mazara del Vallo. Val la pena ricordare che in questo caso, la perforazione sarà effettuata con una miscela di fanghi bentonitici (argille naturali) sia per la lubrificazione che per il trasporto dello smarino.

I fanghi e i detriti di scavo estratti dal foro, vengono raccolti in un'unità per la separazione meccanica (sistema primario di vibrovagliatura, sistema in serie di cicloni desander/desilter, e sistema di vagliatura secondario).

Prima di procedere allo smaltimento, la bentonite ed i detriti separati verranno analizzati (per ogni singolo autocarro) e, in base ai valori ottenuti, sarà identificato il codice europeo di rifiuto CER e di conseguenza si procederà al corretto smaltimento presso la discarica autorizzata.

Lo scarico di destinazione sarà localizzato, compatibilmente con la disponibilità, entro un raggio di 20 km.

I codici CER che si applicano in fase preliminare sono i più cautelativi e precisamente:

- Terre e rocce da scavo: 17.05.04;
- fanghi bentonitici: 01.05.04.

### **13. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELL'IMPATTO ARCHEOLOGICO**

Lo studio si pone come obiettivo la realizzazione di un'approfondita analisi archeologica nel generale processo di valutazione ambientale inerente il progetto, tramite il calcolo della valutazione dell'impatto archeologico avente come fondamento un'analisi quantitativa e non solo qualitativa del dato archeologico.

Lo studio archeologico è realizzato in adeguamento all'art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016 che ha inglobato i precedenti artt. 95 e 96 del D.Lgs. n. 163/2006 sulla verifica preventiva dell'interesse archeologico e ha come finalità quella di fornire indicazioni sull'interferenza tra l'opera da realizzare e le possibili preesistenze archeologiche nell'area tramite la redazione di una carta del rischio archeologico che rappresenta uno strumento essenziale per una progettazione infrastrutturale che consenta la tutela e la salvaguardia del patrimonio archeologico.

Considerato il tipo di intervento da effettuare, l'iter dell'analisi archeologica preventiva si è svolto in 5 differenti fasi:



1. raccolta e studio dei dati di archivio e dei dati bibliografici editi;
2. ricerca mirata sui singoli distretti comunali interessati dalla futura realizzazione dell'opera, con il fine di acquisire la più estesa conoscenza storico-archeologica sull'area vasta, con un'attenzione particolare rivolta all'immediato circondario del tracciato indicato in progetto;
3. accurata ricognizione di superficie (survey), su tutta l'area che sarà oggetto dei lavori per una fascia di 80 metri a cavallo della condotta.
4. "lettura geomorfologica del territorio"
5. analisi foto-interpretativa effettuata attraverso lo studio di eventuali anomalie riscontrabili tramite l'analisi di fotografie aeree e satellitari dell'area in questione.

Inoltre, è stata effettuata la consultazione della cartografia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000 e delle carte tecniche in scala 1:10.000, analizzando la toponomastica locale che potesse rappresentare un indizio di insediamenti antichi.

Gli obiettivi dell'analisi della risorsa archeologica per garantirne la tutela, per citare Darvill (2006, 420-421), sono:

- considerare la ricca diversità dei resti archeologici, vale a dire l'ambiente storico;
- facilitare il patrimonio archeologico nel soddisfare le domande poste dalla società nella sua interezza;
- trovare un compromesso nell'uso del territorio che contiene il patrimonio archeologico per favorire lo sviluppo locale e la coesistenza con il patrimonio stesso.

La finalità consiste dunque nel fornire eventuali ed ulteriori dati rispetto a quelli già noti per l'area interessata dal progetto, al fine di ridurre il grado di rischio relativo all'incidenza che l'opera da realizzare potrebbe avere sull'eventuale patrimonio archeologico presente.

Le risultanze ed il metodo seguito sono riportati nel dettaglio del documento 1.7 del progetto.

#### 14. L'ACQUEDOTTO MARSALA-MAZARA-PETROSINO

Il progetto prevede la realizzazione di un acquedotto che ha origine al nodo Menfi lungo l'adduttore Garcia acque potabili e, con uno sviluppo complessivo di quasi 70 km, alimenta i comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino.

Da un punto di vista idraulico l'acquedotto può essere suddiviso in adduttore principale, ovvero la spina centrale del sistema con i diametri maggiori e, sistema di diramazioni, per l'approvvigionamento dei singoli centri di domanda.

Lo sviluppo complessivo dell'adduttore principale è di 47.608 m con diametri delle tubazioni compresi tra 500 e 600 mm, mentre quello delle derivazioni secondarie è pari a 18.629 m e diametri tubazioni compresi tra 150 e 500 mm.

Di seguito è riportata la tabella riepilogativa delle caratteristiche idrauliche di ogni tratto:

	TRATTO	LUNGHEZZA	DN	PORTATA
		[m]	[mm]	[l/s]
<b>ADDUTTORE</b>	Partitore Menfi – Serbatoio Campobello di Mazara	21.948	500	171÷300
	Serbatoio Campobello di Mazara – Partitore Mazara 1	6.352	600	300
	Partitore Mazara 1 – Partitore Mazara 2	7.659	600	263
	Partitore Mazara 2 – Partitore Petrosino	8.211	600	190

<b>DIRAMAZIONI</b>	Partitore Petrosino - Partitore Marsala	3.438	600	179
	<b>Totale</b>	<b>47.608</b>		
	Diramazione Mazara 1 (Serbatoio Via Treviso)	8.021	250	37
	Diramazione Mazara 2 (Serbatoio Casa dell'Acqua)	2.207	300	73
	Diramazione Petrosino (Serbatoio Centro)	1.597	150	11
	Diramazione Marsala 1 (Serbatoio Sinubio)	294	300	99
	Diramazione Marsala 2 (Serbatoio Cardilla)	6.510	500	80
	<b>Totali</b>	<b>18.629</b>		

Come detto in premessa, l'unica opera esistente che sarà adeguata al nuovo acquedotto è il serbatoio di linea sito a Campobello di Mazara.

Il serbatoio sarà oggetto di una accurata attività di restauro conservativo che comprenderà il ripristino delle opere civili, il rifacimento del piping all'interno della camera di manovra per l'alloggiamento delle nuove tubazioni e relative apparecchiature idrauliche, l'installazione degli apparecchi di misura e telecontrollo, la realizzazione di una stazione di disinfezione a biossido di cloro ed una a ipoclorito, l'allargamento della superficie esterna che sarà adibita durante la costruzione a magazzino tubazioni e, successivamente ad ospitare una nuova struttura a raddoppio dell'esistente. Completano l'opera l'arredo esterno che comprenderà oltre a pavimentazioni di tipo ecologico e nuove recinzioni, il cancello, la nuova strada di accesso, l'impianto di alberi e cespugli di abbellimento, affini alle colture della zona.

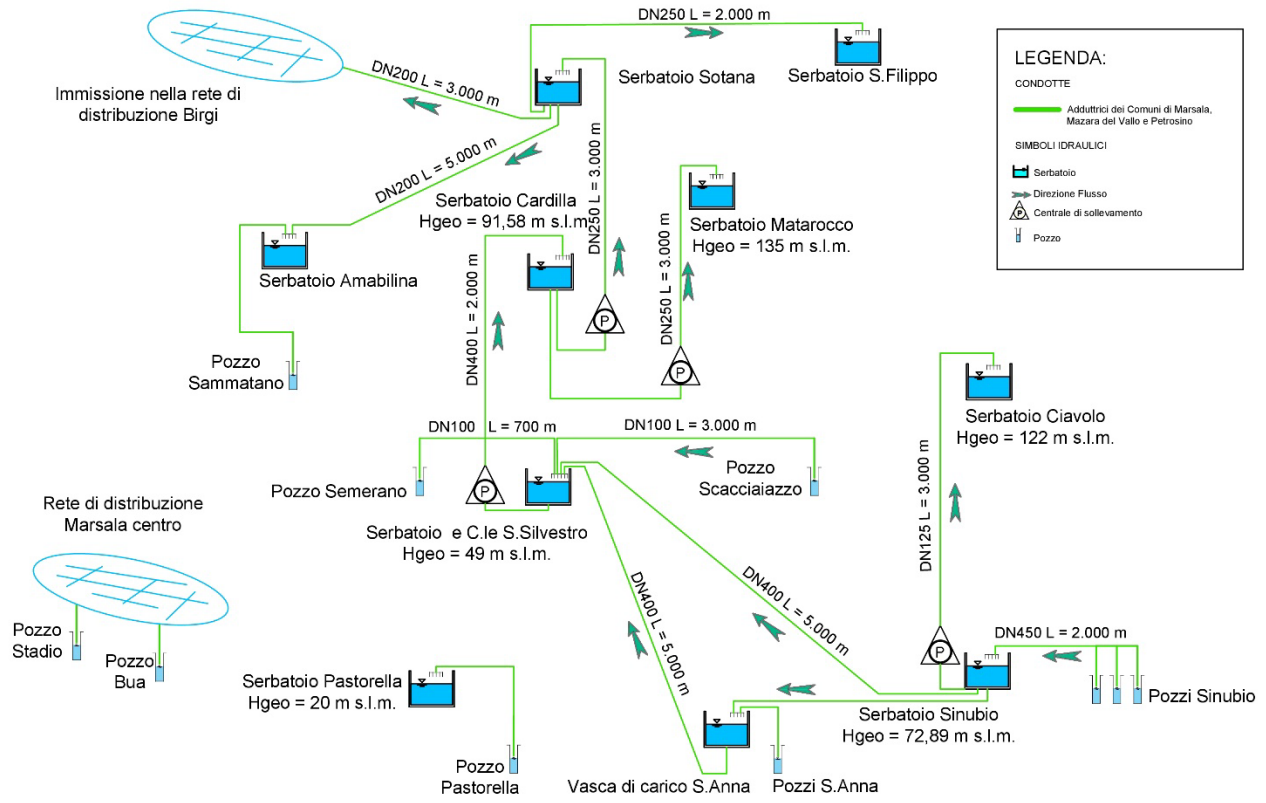
Da un punto di vista idraulico, nel serbatoio saranno realizzate:

- la tubazione di ingresso del nuovo acquedotto
- la tubazione di uscita del nuovo acquedotto
- il rifacimento sistema di alimentazione del comune di Campobello di Mazara
- il rifacimento sistema di alimentazione della frazione Triscina del comune di Castelvetrano
- la tubazione di interconnessione con l'acquedotto Bresciana

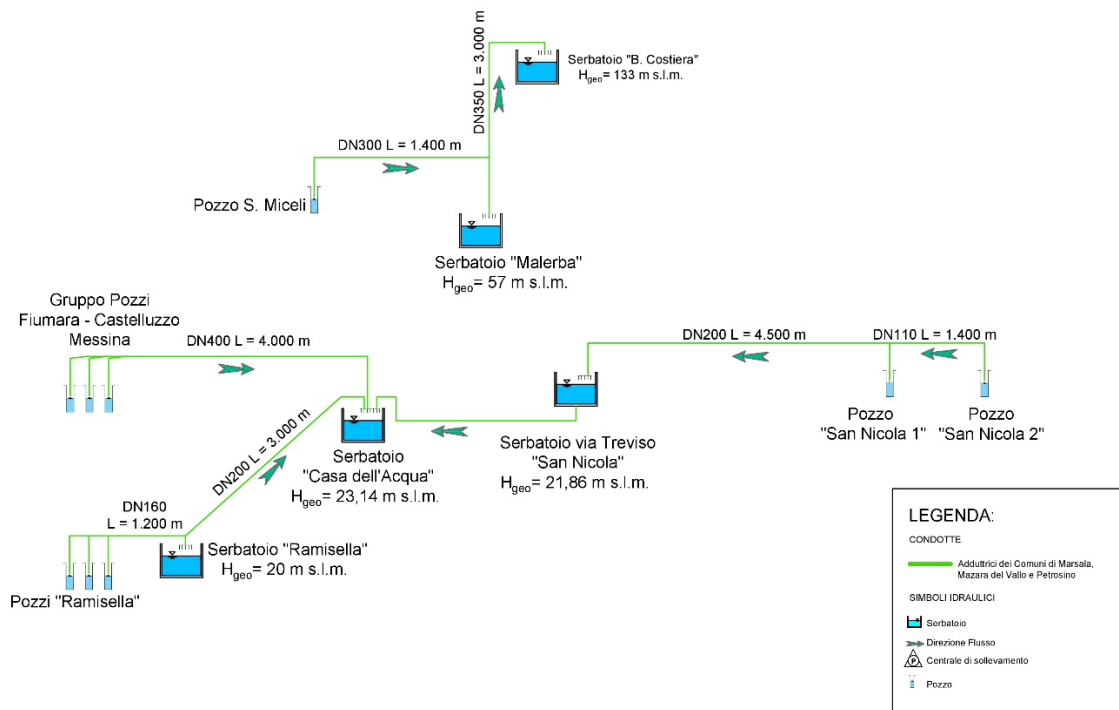
Si rimanda agli elaborati grafici per i dettagli dell'opera e per l'analisi dello stato di fatto e di progetto.

#### 14.1. Schema idraulico attuale e futuro

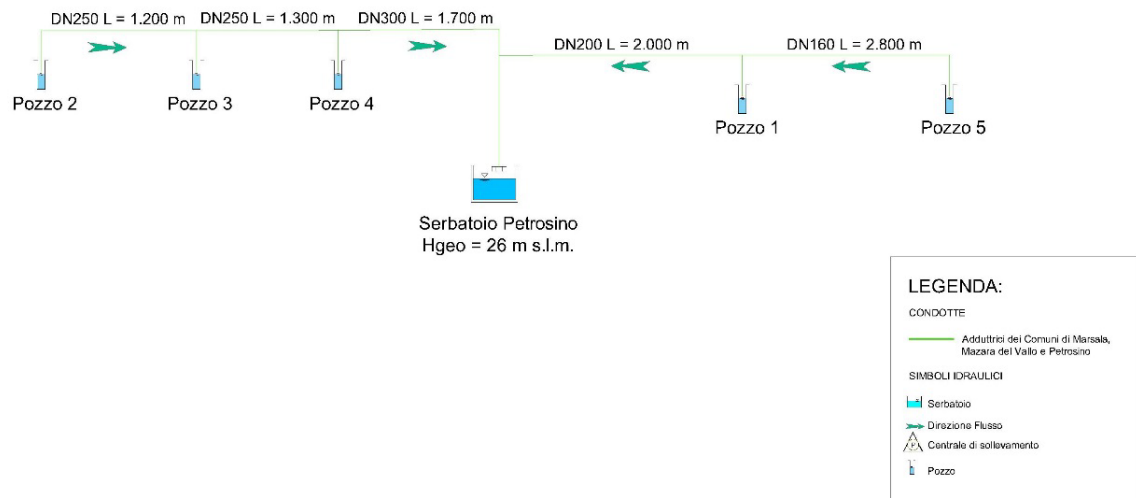
Di seguito sono riportati gli attuali schemi di alimentazione dei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino:



Schema approvvigionamento idrico comune di Marsala



Schema approvvigionamento idrico comune di Mazara del Vallo



Schema approvvigionamento idrico comune di Petrosino

Di sotto è riportato lo schema idraulico dell'intervento con l'inquadramento generale dei collegamenti con gli altri sistemi di adduzione sovrambito ricadenti nella zona.



## 14.2. Scelta del tracciato

Il tracciato dell'acquedotto è stato studiato ed adeguato lungo i numerosi sopralluoghi, a seguito delle indagini e degli studi specialistici con lo scopo di:

- trovare il tracciato più "sicuro" per l'alloggiamento delle tubazioni;
- attraversare i corsi d'acqua maggiori nelle sezioni idraulicamente più adeguate per la realizzazione di opere durature e di poco impatto, anche alla luce del sempre più frequente manifestarsi di fenomeni meteorologici piuttosto violenti;
- valutare la stabilità o l'instabilità dei terreni attraversati, evitando opere di consolidamento geotecnico a favore di scelte di tracciato più "sicure";
- aggirare le zone di interesse archeologico;
- rispettare le zone ove siano presenti vincoli di tipo ambientale, paesaggistico, territoriale, urbanistico, sia a carattere generale che settoriale
- essere compatibile con gli strumenti di gestione del bacino idrografico,
- impattare poco con opere importanti (metanodotti SNAM, grandi adduttori irrigui, elettrodotti AT), considerando che il percorso prescelto è stato negli anni quello preferenziale per spostarsi da est ad ovest e viceversa per tutte le grandi infrastrutture a rete;
- creare il minor impatto sull'ambiente.

L'individuazione di un possibile tracciato è avvenuta preliminarmente a *tavolino*, con l'ausilio di:

- un software che genera immagini virtuali della Terra utilizzando riprese satellitari ottenute dal telerilevamento terrestre;
- conoscenza del territorio;
- uso della piattaforma GIS
- uso della piattaforma SITR, Sistema Informativo Territoriale Regionale.

Successivamente è stata effettuata una approfondita verifica di campo, mediante sopralluoghi nelle aree interessate, con visite sui luoghi e copertura a piedi di tutto il tracciato. A valle delle risultanze di tali operazioni di campo, sono state apportate tutte le più opportune variazioni del tracciato in relazione alle oggettive situazioni riscontrate sul territorio oggetto d'indagine.

La scelta definitiva del tracciato ha tenuto conto anche della natura dei terreni attraversati e delle relative coltivazioni (erbacee, arboree ed arbustive) e dell'opportunità di intersecare con criterio razionale le particelle delle ditte da espropriare, cercando di limitare l'interessamento di zone con presenza di colture pregiate e di alberi di ulivo con caratteristiche di monumentalità, considerata la storica vocazione agricola dei territori attraversati.

Per lo studio del tracciato si stima che siano state utilizzate più di 175 giorni/uomo per l'individuazione definitiva.

Il successivo affinamento step-by step ha consentito la definizione del tracciato finale, che è stato oggetto del presente studio.

Particolare attenzione è stata dedicata all'attraversamento di una vasta area che costituisce un habitat naturale molto importante. Questa è la zona speciale di conservazione ZSC ITA 010012 "Sciare di Marsala" con habitat 6220 e 5330.

L'attraversamento di quest'area, per dimensioni e posizione geografica, rappresenta un passaggio obbligato dell'acquedotto che deve raggiungere i serbatoi Sinubio e Cardilla del comune di Marsala che si trovano all'interno dell'area. L'acquedotto provenendo da est, dal territorio di Mazara del Vallo, passando poi per quello di Petrosino, dovendo raggiungere la sua destinazione finale non può che attraversare la zona sopra citata, vista la posizione geografica dei siti finali.

Ciò detto, si sono comunque previsti tutti gli accorgimenti tecnici e costruttivi, coinvolgendo anche le fasi di cantiere, per minimizzare l'impatto dell'opera sull'ambiente.

In quest'area, per ridurre l'uso del suolo, il tracciato dell'acquedotto ha privilegiato la viabilità esistente, scegliendo percorsi più adeguati al rispetto dell'ambiente che all'ingegneria, giustificando un conseguente aumento del costo dell'opera. Sono state ridotte le superfici impegnate nelle attività di cantiere, utilizzate aree di deposito delle tubazioni al di fuori della ZSC e, valutato, sia il totale riutilizzo delle terre e rocce da scavo evitando l'inserimento di terreni alloctoni nella zona che, inserite una serie di opere di mitigazione post realizzazione dell'opera.

### 14.3. Scelta delle tubazioni

Di seguito sono indicati i principi generali che hanno guidato la stazione appaltante nella scelta dei materiali con cui realizzare l'opera, ovvero:

- durata dell'opera nel tempo
- economicità di gestione
- semplicità realizzativa
- rispetto dell'ambiente
- utilizzo di materiali con materie prime provenienti in gran parte da riciclo/riutilizzo
- adattamento del materiale al contesto

In particolare, nella scelta del materiale delle condotte, che rappresenta la fornitura di maggior rilievo nell'opera, si è cercato un materiale che assicurasse le seguenti caratteristiche:

- elevata resistenza meccanica alle azioni interne ed esterne
- elevata resistenza di tipo fisico-chimico alle azioni legate al tipo di terreno di posa specie nei tratti con matrice argillosa;
- vita utile della condotta superiore a 50 anni
- disponibilità di una vasta gamma di pezzi speciali
- facilità di posa

Le tubazioni da utilizzare per la realizzazione dell'acquedotto, saranno le seguenti:

- tubazioni in ghisa sferoidale (> 90% del tracciato);
- tubazioni in acciaio (opere speciali);
- tubazioni in Polietilene ad Alta Densità (scarichi e drenaggi)

Le tubazioni in ghisa sferoidale, nonostante il maggior costo in termini d'investimento, risultano complessivamente le più indicate per il loro minore costo di ammortamento in relazione alla maggiore durata delle condotte, per il minore costo di gestione e manutenzione e, soprattutto, per i notevoli vantaggi offerti in termini di sicurezza, elasticità ed affidabilità.

La scelta della ghisa come materiale prediletto deriva dalla perfetta compatibilità di questo tipo di tubazioni con le caratteristiche geomorfologiche del territorio attraversato, dalla scelta dei tracciati pensati proprio per questo materiale, dalle pressioni di esercizio e dalla semplicità realizzativa. Lo scopo è quello di realizzare un acquedotto che duri molto oltre la vita utile per il quale è stato progettato.

Per quanto riguarda alcune opere d'arte particolari, come gli attraversamenti su ponte in acciaio, quelli in spingitubo, quelli con tecnologie no-dig, è stato preferito l'uso di tubazioni in acciaio saldato, perchè maggiormente idonee all'infilaggio, al tiro ed alla posa a cielo aperto. Le tubazioni sono sempre con giunto cilindrico a saldare con giunzione del tipo testa-testa. Unica singolarità è rappresentata dai tratti in TOC, per i quali sarà utilizzata una tubazione in acciaio non saldato, di alto spessore e con rivestimento esterno rinforzato.

Sia per la ghisa che per l'acciaio le classi di pressione e spessore sono state determinate tratto per tratto a seconda delle sollecitazioni esterne ed interne.

Per quanto riguarda i rivestimenti esterni, è stato condotto un accurato studio dei terreni, verificando la sua resistività e quindi la facilità o meno di innesco di fenomeni di corrosione. Per alcuni tratti sono stati considerati rivestimenti speciali in luogo di quelli tradizionali.

Eccetto che per alcune zone, i rivestimenti esterni delle tubazioni sono la lega zinco-alluminio per la ghisa ed il triplo strato di polietilene per l'acciaio.

Per i rivestimenti interni si è optato per la malta cementizia d'altoforno centrifugata sulle tubazioni in ghisa e per la resina epossidica per quelli in acciaio.

Le tubazioni di scarico, sia lungo linea che dai manufatti maggiori (serbatoi, partitori, camere di misura e manovra, attraversamenti), saranno realizzate in polietilene ad alta densità con giunzione del tipo testa-testa per elettrofusione o in polietilene ad alta densità, a doppia parete, con giunzione a manicotto.

#### **14.3.1. Cenni sul dimensionamento idraulico delle condotte**

Ai fini del dimensionamento idraulico delle condotte, il progetto ha tenuto conto di tutti i possibili scenari di funzionamento ai quali le tubazioni saranno soggette in fase di esercizio dell'acquedotto, valutando per ogni scenario le grandezze idrauliche.

Particolare attenzione è stata fatta nella scelta del valore da assegnare alla scabrezza delle pareti interne delle tubazioni ed alla sua varianza nel tempo a contatto del fluido trasportato. Come detto in precedenza, i rivestimenti interni utilizzati sono la malta cementizia d'altoforno centrifugata per i tubi in ghisa e la resina epossidica per le tubazioni in acciaio. Si tratta di rivestimenti non degradabili nel tempo per i quali in letteratura si indicano valori di scabrezza (Colebrook-White) variabili fra 0,03 e 0,1 mm.

Per il dimensionamento idraulico l'acquedotto è stato assimilato ad una rete idraulica ramificata del tipo "rete aperta", costituita da un insieme di tratti di tubazione che si differenziano l'uno dall'altro per la portata defluente, il diametro e la lunghezza. I vari tratti della rete sono collegati fra di loro in punti detti nodi idraulici.

Lo studio idraulico dell'acquedotto è stato condotto determinando le portate Q defluenti nei vari tratti della rete e le quote piezometriche dei vari nodi idraulici.

Per il calcolo della rete è stato utilizzato il software Epanet (sviluppato dall'U.S: Environmental Protection Agency) che negli algoritmi di risoluzione permette l'utilizzo della formula di Darcy-Weisbach per il calcolo delle perdite di carico e, per il coefficiente di resistenza la formula di Colebrook – White.

Per il coefficiente di scabrezza è stato assunto il valore di 0,1mm che così come indicato in letteratura e nei manuali tecnici specifici, rappresenta un valore di sicurezza per il calcolo delle perdite di carico a tubi usati per la tipologia di tubazione usata in progetto.

I risultati dei calcoli sono riportati in forma tabellare e grafica nell'elaborato 1.3.

#### **14.3.2. Cenni sulla verifica statica delle tubazioni**

La verifica statica delle tubazioni interrate è stata effettuata nel rispetto delle indicazioni rilasciate dal Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985 (di seguito indicato come Decreto) e dalla successiva Circolare del 20 marzo 1986 n. 27291.

Queste norme prevedono che il calcolo debba comprendere l'esame dei diversi possibili scenari idraulici di funzionamento delle opere, sia durante l'esercizio che in fase di collaudo ed in base a questi va effettuato il dimensionamento statico (oltre che quello idraulico) delle tubazioni.

Applicando, nei tratti più sollecitati della tubazione, il carico del terreno con la sua componente verticale e orizzontale, nonché considerando la pressione interna dell'acqua e la sovrappressione dovuta ai moti vari, la valutazione delle caratteristiche della sollecitazione nelle sezioni maggiormente sollecitate (sezione di



chiave, sul fianco e sul fondo) della tubazioni può essere effettuata ipotizzando che il comportamento statico della condotta sia riconducibile a quello di un anello elastico sottile e che la sezione sia completamente reagente.

Come indicato dalla norma, per le verifiche statiche delle tubazioni si è seguito il metodo delle tensioni ammissibili nei tre scenari:

- Tubazione vuota
- Tubazione piena non in pressione
- Tubazione piena in pressione

Dai calcoli si sono determinate le classi di spessore e pressione sia per le tubazioni in ghisa sferoidale che per quelle in acciaio.

I risultati sono riportati nell'elaborato specialistico "Relazione idraulica".

#### **14.4. Modalità di scavo, posa e rinterro delle tubazioni**

Nella realizzazione degli acquedotti in ghisa sferoidale ed in acciaio occorre prestare la massima cura nelle fasi di trasporto, movimentazione, scarico e posa in opera affinché le tubazioni siano protette contro qualsiasi eventuale danno.

A tale scopo dovranno essere impiegate unicamente attrezzature e mezzi d'opera specifici per ogni attività lavorativa sopra indicata.

Lo scavo dovrà essere effettuato con idonei mezzi da scegliere in funzione alle caratteristiche del terreno di sedime e della geometria della sezione di posa.

La larghezza della trincea di scavo è stata dimensionata avendo cura di garantire a fianco del tubo un margine di 20÷30 cm (in funzione del DN del tubo), necessario per effettuare la corretta esecuzione del giunto.

La posa della tubazione dovrà avvenire in modo da garantire un contatto uniforme col terreno su tutta la lunghezza della canna, realizzando apposito letto di posa con materiale permeabile arido opportunamente vagliato e compattato, di altezza pari a 20 cm (cfr. elab.3.5.1-3.5.5).

Il rinfiacco e il ricoprimento della tubazione saranno realizzati per omogeneità con lo stesso materiale del letto di posa ed avrà un'altezza del ricoprimento sulla generatrice superiore pari a 20 cm.

Il materiale da utilizzare per il letto di posa, rinfiacco e ricoprimento della tubazione dovrà avere le seguenti proprietà:

- deve essere sufficientemente stabile quando posato da sostenere la tubazione nella posizione corretta e tale da consentire alla tubazione installata di sopportare i carichi esterni;
- non deve causare corrosione, danneggiamento o degradazione del rivestimento del tubo con il quale è a contatto;
- deve poter essere compattato alla densità richiesta.

Ove prevista l'adozione dei sostegni delle trincee di scavo, si deve porre attenzione a riempire adeguatamente tutti gli spazi vuoti lasciati dall'asportazione del sistema di sostegno.

Per il riempimento definitivo dello scavo è possibile utilizzare lo stesso materiale di scavo opportunamente vagliato. Si prevede un'altezza minima di ricoprimento, dall'estradosso della tubazione al piano campagna, pari a 1,20 m.

Per la determinazione degli angoli delle pareti di scavo inerenti alle sezioni in trincea di progetto si è fatto riferimento alle norme specificatamente indicate dal titolo IV del D.lgs. 81/2008 (da art. 118 a art. 121), al DM 11 marzo 1988 con relativa Circolare del Ministero dei lavori Pubblici 30483/1988 e dalle Linee Guida ISPESL per l'esecuzione in sicurezza delle attività di scavo.

Dall'analisi della relazione geologica allegata al progetto si è potuto constatare che le trincee in progetto interessano:

- terreni sciolti a composizione sabbioso – limosa scarsamente addensati;
- terreni sciolti di origine alluvionale scarsamente addensati caratterizzati da una frazione fine (sabbia con limi) e da una frazione grossolana (sabbia e ghiaia);
- calcareniti organiche e sabbia cementata.

In considerazioni delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dal tracciato dell'acquedotto in progetto, le sezioni di scavo saranno realizzate come di seguito:

- a parete verticale con struttura di sostegno in elementi metallici per le pose in terreni sciolti;
- con pendenza delle pareti pari a 75° per le pose in terreni calcarenitici scarsamente cementati, disomogenei e con lenti di sabbie;
- con pendenza delle pareti pari a 90° per le pose in calcarenite omogenea cementata.

#### 14.5. Manufatti ed Opere d'Arte

Lungo l'acquedotto sono previsti manufatti di linea per l'alloggiamento dei sistemi di sfiato e scarico e per la misura delle portate, i partitori per l'alimentazione delle diramazioni, i manufatti di consegna in corrispondenza dei serbatoi comunali ed un partitore all'interno del quale saranno ubicate tutte le apparecchiature necessarie a realizzare la derivazione dall'acquedotto Garcia.

I manufatti di linea previsti sono i seguenti:

- manufatti di scarico ubicati in corrispondenza al vertice concavo tra due livellette di posa, delle dimensioni determinate in funzione del diametro della tubazione, dell'ingombro dei pezzi speciali e delle apparecchiature da installare. In esso saranno installati i necessari pezzi speciali in ghisa flangiati compreso un tronchetto a "T" munito di valvole a saracinesca per il controllo dello scarico (cfr. elab.3.6.2.1-5);
- manufatti di sfiato ubicati in corrispondenza al vertice convesso tra due livellette di posa, delle dimensioni determinate in funzione del diametro della tubazione dall'ingombro dei pezzi speciali e delle apparecchiature. In esso saranno installati i necessari pezzi speciali in ghisa flangiati compreso un tronchetto a "T" per la sistemazione dell'apparecchio automatico di sfiato a tre funzioni, una saracinesca di intercettazione fra il pezzo a "T" e lo sfiato stesso per permettere la rimozione del sistema di sfiato per eventuali attività di manutenzione senza per questo essere costretti a sospendere l'esercizio dell'acquedotto (cfr. elab.3.6.1.1-2);
- manufatti di misura ubicati in corrispondenza delle progressive km 7.590 e 16.155 dell'acquedotto, di dimensioni adatte al diametro della tubazione ea all'ingombro dei pezzi speciali, apparecchiature idrauliche e misura (cfr. elab.3.6.5).

I partitori sono i seguenti:

- Partitore Menfi (derivazione dall'acquedotto Garcia): in calcestruzzo armato gettato in opera, costituito da una camera di manovra interrata e da un vano fuori terra che consente l'accesso alla camera di manovra sottostante. La linea di derivazione, in acciaio, sarà attrezzata con una valvola a farfalla di sezionamento, un misuratore di portata elettromagnetico, una valvola a fuso per la regolazione della portata da derivare e da una ulteriore valvola a saracinesca di linea a valle della fuso. Nel vano fuori terra saranno ubicati i quadri di comando e telecontrollo e sarà prevista la realizzazione di un sistema di movimentazione manuale delle apparecchiature (tipo paranco scorrevole a catena) (cfr. elab.3.6.3.1).
- Partitore Mazara 1: in calcestruzzo armato gettato in opera, costituito da una camera di manovra interrata e da un vano fuori terra che consente l'accesso alla camera di manovra sottostante. Sulla linea principale ci saranno le farfalle di sezionamento ed un misuratore elettromagnetico per la misura della

portata in uscita dal manufatto. Sulla diramazione per Mazara (Serbatoio "Via Treviso") è previsto l'inserimento di una batteria di apparecchiature idrauliche costituite da valvola di intercettazione, misuratore di portata e valvola di regolazione a fuso. Nel vano fuori terra saranno ubicati i quadri di comando e telecontrollo e sarà prevista la realizzazione di un sistema di movimentazione manuale delle apparecchiature (tipo paranco scorrevole a catena) (cfr. elab.3.6.3.2).

- Partitore Mazara 2: in calcestruzzo armato gettato in opera, costituito da una camera di manovra interrata e da un vano fuori terra che consente l'accesso alla camera di manovra sottostante. Sulla linea principale ci saranno le farfalle di sezionamento ed un misuratore elettromagnetico per la misura della portata in uscita dal manufatto. Sulla diramazione per Mazara (Serbatoio "Casa dell'Acqua") è previsto l'inserimento di una batteria di apparecchiature idrauliche costituite da valvola di intercettazione, misuratore di portata e valvola di regolazione a fuso. Nel vano fuori terra saranno ubicati i quadri di comando e telecontrollo e sarà prevista la realizzazione di un sistema di movimentazione manuale delle apparecchiature (tipo paranco scorrevole a catena) (cfr. elab.3.6.3.3).

- Partitore Petrosino: in calcestruzzo armato gettato in opera, costituito da una camera di manovra interrata e da un vano fuori terra che consente l'accesso alla camera di manovra sottostante. Sulla linea principale ci saranno le farfalle di sezionamento ed un misuratore elettromagnetico per la misura della portata in uscita dal manufatto. Sulla diramazione per Petrosino è previsto l'inserimento di una batteria di apparecchiature idrauliche costituite da valvola di intercettazione misuratore di portata e valvola di regolazione a fuso. Nel vano fuori terra saranno ubicati i quadri di comando e telecontrollo e sarà prevista la realizzazione di un sistema di movimentazione manuale delle apparecchiature (tipo paranco scorrevole a catena) (cfr. elab.3.6.3.4).

- Partitore Marsala: in calcestruzzo armato gettato in opera, costituito da una camera di manovra interrata e da un vano fuori terra che consente l'accesso alla camera di manovra sottostante. Le linee in derivazione per i serbatoi del comune di Marsala ("Sinubio" e "Cardilla") saranno corredati da valvole a farfalla con interposto un misuratore di portata elettromagnetico per la regolazione delle due derivazioni. Nel vano fuori terra saranno ubicati i quadri di comando e telecontrollo e sarà prevista la realizzazione di un sistema di movimentazione manuale delle apparecchiature (tipo paranco scorrevole a catena) (cfr. elab.3.6.3.5).

In corrispondenza dei serbatoi comunali sono previsti i manufatti di consegna in calcestruzzo armato gettato in opera costituiti da una camera di manovra interrata e da un adiacente vano fuori terra prefabbricato (cfr. elab.3.6.4.1-5). All'interno della camera interrata sono ubicati i misuratori di portata fiscali e le necessarie valvole di sezionamento e di regolazione della portata del tipo a fuso. All'interno del vano fuori terra sono ubicati i quadri elettrici e di telecontrollo della postazione.

#### **14.6. Impianto di protezione catodica**

Come detto in precedenza, l'acquedotto sarà realizzato con tubazioni in ghisa sferoidale eccetto che in occasione delle opere speciali, per cui non è necessario prevedere un sistema di protezione catodica diffuso, ma puntuale per dette opere (cfr. elab.3.10.3-4).

In particolare, si prevede la realizzazione di singoli impianti di protezione catodica in relazione all'utilizzo di tubazioni in acciaio nei seguenti casi:

- tratti di acquedotto da realizzarsi con tubazioni interrate in acciaio poste in opera con scavo in trincea;
- tratti di acquedotto da realizzarsi con tubazioni interrate in acciaio poste in opera con metodologia TOC;
- tratti di acquedotto da realizzarsi con tubazioni in acciaio poste in opera all'interno di tubi di protezione (tubi camicia) anch'essi in acciaio, quest'ultimi posti in opera con metodologia spingi-tubo;

A seconda delle lunghezze e del diametro del tratto di condotta da proteggere, si prevede di utilizzare le seguenti tipologie di impianto di protezione:

- impianto a corrente impressa con dispersore anodico verticale da alloggiarsi in apposito pozzo anodico;
- impianto ad anodi sacrificali con modalità di posa orizzontale a sviluppo parallelo alla tubazione da proteggere.

Vale la pena ricordare che la corrosione dei metalli è un fenomeno fisico-chimico che avviene con degradazione di uno o più metalli in contatto con un certo ambiente e che comporta la presenza simultanea di due reazioni, una anodica di ossidazione e una catodica di riduzione. Quando un metallo è a contatto con un elettrolita (acqua, terreno, umidità ecc.) assume un potenziale elettrico, determinato dalle reazioni chimiche citate, il cui valore dipende dal metallo e dall'elettrolita.

Due metalli diversi a contatto elettrico fra loro e immersi in un elettrolita, assumendo due valori diversi di potenziale, provocano il flusso di una corrente elettrica spontanea che tende a condurre i potenziali naturali dei due metalli verso uno stesso valore detto potenziale misto o di corrosione.

La circolazione di corrente nel metallo avviene a livello elettronico, mentre nell'elettrolita avviene mediante migrazione ionica connessa alle reazioni di ossidoriduzione, con disgregazione del metallo con potenziale naturale più anodico. Fornendo dall'esterno alla coppia di metalli una corrente elettrica si provoca forzatamente una variazione del potenziale misto inducendo una sovratensione. Se questa sovratensione è tale da rendere il potenziale di un metallo più elettronegativo di quello che è il suo potenziale di ossidoriduzione, non esiste più la possibilità che il metallo si corroda.

Su questo concetto si basa la protezione catodica che consiste appunto nella realizzazione di un impianto in grado di condurre il potenziale delle strutture a valori di immunità.

Un impianto di protezione catodica è pertanto costituito da una sorgente di corrente continua, che può essere un alimentatore catodico, un anodo galvanico o un drenaggio, collegata alla struttura.

Nel caso di un impianto con alimentatore, sarà necessario installare, a servizio dello stesso, anche un dispersore che andrà immerso nello stesso elettrolita in cui è posata la struttura, per garantire il flusso ionico della corrente di protezione.

L'impianto di protezione catodica andrà completato con un sistema di monitoraggio per il controllo del livello di protezione.

Gli alimentatori saranno del tipo a corrente costante.

I dispersori di corrente, del tipo superficiale o profondo, sono costituiti da anodi al ferro-silicio preinfustati in camicia di lamierino con polvere di carbone.

Si rimanda all'elaborato specialistico 1.8.2 per tutte le informazioni sui criteri di scelta e dimensionamento dei singoli impianti.

#### **14.7. Sistema di automazione e telecontrollo**

Ai fini della gestione dell'opera è stato previsto un sistema di telecontrollo il quale oltre a permettere una gestione ottimizzata dell'acquedotto, consente di identificare, in tempo reale, situazioni di malfunzionamento.

Il sistema di telecontrollo è costituito da un sistema integrato e flessibile in grado di modificare la configurazione in funzione delle esigenze gestionali e delle necessità contingenti (cfr. elab.1.15).

Esso si articolerà su tre livelli:

- dispositivi di misura e controllo
- unità periferiche remote

- centro di supervisione

I dispositivi di misura e controllo costituiscono l'interfaccia tra il sistema di automazione e telecontrollo ed il campo definito livello 0. Sono costituiti da due tipologie di apparecchiature: i sensori e gli attuatori. I primi sono sensibili alle grandezze fisiche dell'impianto, come ad esempio la pressione o la portata, e mediante i propri trasduttori sono in grado di convertirle in segnali elettrici utili per la trasmissione ed elaborazione da parte delle periferiche remote (PLC). I secondi sono le componenti in grado di agire sul processo industriale convertendo un segnale di comando ricevuto da un controllore in un'azione fisica, come l'apertura o chiusura di una valvola di regolazione.

Le unità periferiche remote costituiscono l'anello gerarchicamente superiore, definito livello 1, a quello rappresentato dai dispositivi di misura e controllo. Ognuna di esse è costituita da un'unità elettronica a microprocessore in grado di gestire i segnali di input dal campo, siano essi analogici che digitali, elaborarli mediante le logiche sviluppate ed implementate nel firmware del microcontrollore, fornire i segnali di output verso gli attuatori di campo. Le unità periferiche comunicano con il livello gerarchicamente superiore del sistema di automazione e telecontrollo, rappresentato dal centro di supervisione e/o al sistema di invio di allarmi verso numeri di reperibilità. E' stata prevista un'unità periferica remota (PLC) in corrispondenza di ogni opera d'arte (manufatto partitore, manufatto di misura e manufatto di consegna), la connessione tra i dispositivi di misura e controllo con il PLC è effettuata mediante collegamento cablato.

Il centro di supervisione nella sede di Siciliacque è dotato di un server sul quale è installato il software di supervisione SCADA aziendale. Lo SCADA racchiude in sé diverse funzioni di acquisizione, di condizionamento, di gestione e presentazione delle informazioni in ingresso dal campo e in uscita verso di esso. Il software SCADA inoltre consente, per mezzo del database presente al suo interno, la gestione statistica e storica delle informazioni sul sistema.

In termini generali il sistema di telecontrollo garantirà:

- gestione della regolazione delle portate derivate dai partitori;
- misura delle portate lungo linea ed erogate;
- misura delle pressioni lungo linea;
- monitoraggio del sistema e riconoscimento delle condizioni anomale di funzionamento;
- gestione degli allarmi (sia allarmi propri del sistema di automazione e telecontrollo sia allarmi di funzionamento dell'acquedotto);
- interrogazione delle variabili per ricostruzione trend.

Il sistema di automazione e telecontrollo consentirà pertanto un sensibile miglioramento nella gestione dell'acquedotto rispetto ad una conduzione "manuale" e ridurrà al contempo il fabbisogno di personale sul campo.

#### **14.8. Tratto in TOC in territorio del Comune di Menfi (AG)**

Il tratto iniziale dell'adduttore principale, in ghisa sferoidale DN 500, attraversa per 7 km il territorio del Comune di Menfi (AG), interessando per la maggior parte del tracciato terreni con destinazione urbanistica di tipo agricolo ad eccezione dei seguenti tratti ricadenti in:

- zona TV (Verde privato per attività turistiche complementari): dalla progressiva 2+308 alla progressiva 2+471 per una lunghezza complessiva pari a 163 m;
- viabilità comunale: dalla progressiva 2+471 alla progressiva 2+643, per una lunghezza complessiva pari a 172 m;
- zona C4 (Zona di espansione stagionale a densità rada): dalla progressiva 2+291 alla progressiva 2+302 e dalla progressiva 2+ 643 alla progressiva 3+142, per una lunghezza complessiva pari a 510 m.

È utile evidenziare che motivazioni di carattere tecnico e vincolistico obbligano a mantenere il tracciato dell'acquedotto nell'ambito di una ristretta fascia di territorio ricadente all'interno di dette Zone in quanto:

- il tracciato della tubazione deve essere mantenuto a monte (nord geografico) dell'infrastruttura strategica costituita dal Gasdotto SNAM "GAME A-B-C" costituito da 3 condotte affiancate DN 1200 mm che attraversano le suddette Zone con andamento all'incirca parallelo al tracciato della S.S. 115;
- l'attraversamento del Vallone Cava del Serpente che costeggia sul lato est le predette Zone può avvenire unicamente nella sezione individuata in progetto in quanto risulterebbe impossibile effettuarlo in altre sezioni a causa (i) della presenza di un ritombamento artificiale effettuato sul corso del vallone in corrispondenza della bretella stradale di accesso alla Zona TV ed anche (ii) in relazione alla particolare conformazione geomorfologica della parte più a monte che assume una tipica configurazione a forma di canyon;
- presenza nelle porzioni più a sud delle Zone "TV" e "C4" in questione, di un'Area di interesse archeologico di cui al comma 1, lettera m) dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004, per cui occorre mantenersi a sufficiente distanza dalla stessa, conformemente a quanto indicato dalla competente Soprintendenza presso la quale è in fase di definizione la Valutazione preventiva dell'interesse archeologico sull'opera, ai sensi dell'art. 25 del D.lgs. 50/2016 (ex procedimento ViArch).

La presenza del futuro acquedotto sulle zone "TV" e "C4", apporrebbe un vincolo superficiale (anche con sostituzione dell'esproprio con servitù di acquedotto) che limiterebbe la possibilità edificatoria delle arre in cui il PdL è consentito, incidendo in maniera determinante sull'assetto urbanistico del territorio in questione. Tale previsione determinerebbe quindi, a parere del comune di Menfi, una non conformità urbanistica con il PRG vigente nel comune stesso.

Dopo approfonditi studi geologici e geotecnici, corroborati anche da indagini in sito, si è individuata una soluzione migliorativa per il tratto di acquedotto in questione, che consente di superare le problematiche urbanistiche sopra descritte e di ridurre l'impatto dell'opera sul territorio.

Al posto della posta tradizionale della tubazione con scavo in trincea e successivo ricoprimento, è stata prevista l'adozione di una tecnica di posa NO-DIG. In particolare è stata scelta la tecnologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), dalla progressiva 2+192 alla progressiva 3+224, superando le interferenze con le zone di PRG denominate "TV" e "C4".

La trivellazione si sviluppa all'interno di una formazione calcarenitica sufficientemente compatta al cui interno sono presenti alcune lenti e strati sabbiosi meno addensati o sciolti, senza la presenza di falda.

La TOC prevista sarà realizzata con tubazioni DN 500 in acciaio non saldato di idoneo spessore rivestite esternamente in polietilene ed avrà una lunghezza complessiva di 1.080,70 m.

Il ricorso alla tecnologia NO-DIG consente:

- l'eliminazione delle interferenze con l'assetto urbanistico delle aree interessate;
- l'annullamento degli impatti sulla naturalità dei suoli in corrispondenza del tracciato della TOC.

Con riferimento a quest'ultimo aspetto si evidenzia come la realizzazione della TOC comporti una sensibile riduzione delle estensioni di suolo interessate, sia temporaneamente che in maniera definitiva. Infatti, la superficie occupata dai cantieri e dal successivo esproprio passa dai 15.000 m<sup>2</sup> della posa tradizionale ai 4.400 m<sup>2</sup> relativi ai 2 cantieri di entrata ed uscita della TOC, per la sola durata del cantiere (4 mesi).

Per gli aspetti di dettaglio sul tratto in TOC in questione si rinvia agli specifici elaborati progettuali.

- 3.4.8.3 – Attraversamento TOC Menfi - Pianta e profilo di dettaglio;
- 3.12.3.23 – Sezioni geologiche e geotecniche Adduttore I tratto - TOC Menfi;
- 6.8.3 – Planimetria di cantiere –TOC attraversamento Menfi.

## 15. INTERFERENZE: CENSIMENTO E RISOLUZIONE

Lo studio delle interferenze è stato condotto conformemente all'art.14, dell'Allegato XXI, al Decreto legislativo 12 Aprile 2006, n.163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in

attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, e art.24 del DPR 207/2010 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163” (cfr. elab.1.10).

È stato fatto il censimento delle interferenze ed analizzate nel dettaglio con il gestore dell'opera (ANAS, RFI, SNAM, ENEL, Consorzi di Bonifica, Provincie, Comuni). Successivamente sono state ed individuate le ipotesi di risoluzione delle stesse.

### 15.1. Interferenze stradali

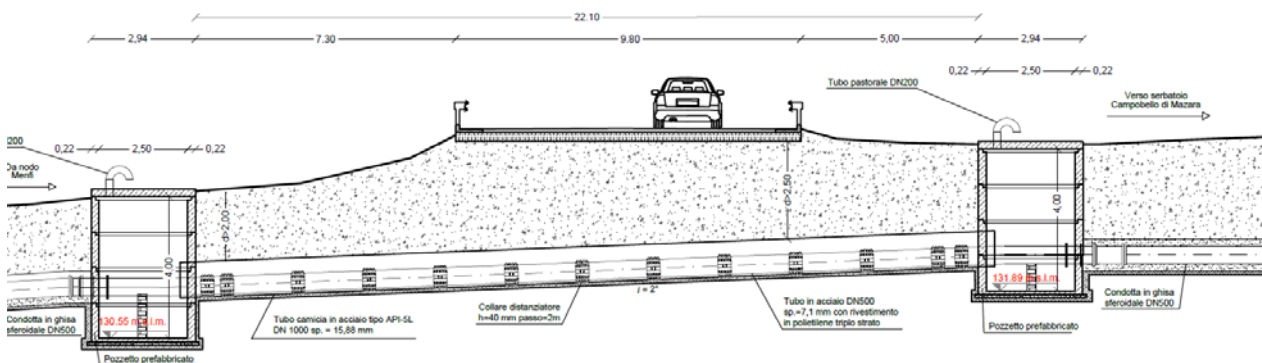
Come si rileva dalle planimetrie e dai profili longitudinali allegati al progetto, l'acquedotto intersecherà lungo il suo tracciato strade statali, provinciali e comunali oltre a viabilità secondaria di “penetrazione agricola”.

Gli attraversamenti stradali sono sempre realizzati con condotte in acciaio contenute in tubi di protezione in acciaio, del diametro e spessore adeguato a potere essere infisso nel terreno con pressotrivella e di classe di resistenza adeguata e, diametri tali da formare una intercapedine sufficiente per garantire lo smaltimento della massima portata transitante in condotta (nello scenario di massimo utilizzo).

All'interno del tubo-guaina, la condotta sarà dotata di opportuni collari distanziatori di materiale isolante non deteriorabile, applicati in modo da non occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e tali da consentire il libero deflusso delle acque.

L'estradosso del tubo guaina avrà un ricoprimento minimo di 2,50 rispetto al piano stradale e sarà posto in opera con pendenza uniforme e con andamento rettilineo e normale all'asse stradale.

Per ciascuno degli attraversamenti, a monte e valle del tubo di protezione, saranno ubicati due pozzetti di ispezione muniti di botole di accesso, di cui uno (quello posto a quota inferiore) dotato di collettore fognario di allontanamento o di apertura laterale (luce di sfioro) con grata di protezione, opportunamente dimensionati per consentire lo smaltimento dell'intera portata transitante in caso di rottura della tubazione verso il corpo ricevente o altra opera di allontanamento delle acque (vedi figura di sotto).



Per la realizzazione di tale tecnica di posa è indispensabile disporre di un'area lateralmente all'opera da sottopassare, in asse con la direzione dell'attraversamento. Tale area di cantiere è destinata all'installazione delle attrezzature e le sue dimensioni risultano variabili relativamente alle dimensioni della condotta da porre in opera.

Per quanto riguarda gli attraversamenti dell'Autostrada “A29 Palermo – Mazara del Vallo” è previsto l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata.

L'utilizzo della tecnologia TOC consente la posa di tubazioni sotterranee flessibili, per l'attraversamento di strade, ferrovie, fiumi, canali, centri urbani, evitando così lo scavo a cielo aperto. Essa permette di posare le tubazioni alle profondità volute, nelle posizioni più protette svincolandosi da problematiche legate alle difficoltà di scavo e del livello di falda. Questo grazie alla possibilità di direzionare la perforazione seguendo traiettorie curvilinee per evitare gli ostacoli presenti nel soprassuolo o sottosuolo.

Il cantiere per l'esecuzione della TOC limita l'occupazione temporanea alle sole due zone di partenza e di arrivo della perforazione. Gli ingombri di cantiere dipendono dalle caratteristiche geometriche e geologiche dell'attraversamento e quindi dal tipo e dimensioni della perforatrice.

Di seguito è riportato l'elenco degli attraversamenti stradali, la denominazione dell'infrastruttura e la tecnologia utilizzata per l'attraversamento:

ID	COMUNE	INFRASTRUTT. INTERFERITA	TIPOLOGIA INTERFERENZA	TIPOLOGIA E MODALITÀ ESECUTIVE ATTRAVERSAMENTO	LUNGHEZZA INTERF. [m]	PROGR.	PICCH.	TRATTO ACQUEDOTTO
						DA-A [m]		
1	Menfi (AG)	SP41	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	8	867-875	52-53	I Tratto
2	Menfi (AG)	SC Menfi S. Margherita-Montagnolo	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	7	1242-1249	72-73	I Tratto
3	Menfi (AG)	SC Contrada Feudotto	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	7	1999-2006	110-111	I Tratto
4	Menfi (AG)	SC Contrada Agareni	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	5	3362-3367	185-186	I Tratto
5	Menfi (AG)	SP42	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	7	4333-4340	237-238	I Tratto
6	Menfi (AG)	SC Contrada Figurella	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	7	4722-4729	258bis-259bis	I Tratto
7	Menfi (AG)	SC Contrada Figurella	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	12	5334-5346	289-290	I Tratto
8	Menfi (AG)	SP48	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	6	7133-7139	379-380	I Tratto
9	Castelvetrano (TP)	SC Contrada Casenuove	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	6	9089-9095	479-480	I Tratto
10	Castelvetrano (TP)	SC Contrada della Presa	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	7	9397-9404	494-495	I Tratto
11	Castelvetrano (TP)	SS115	Trasversale	Inferiore in corrispondenza Viadotto "Belice"	10	10728-10738	565-566	I Tratto
12	Castelvetrano (TP)	SP13	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	8	12980-12988	677-678	I Tratto
13	Castelvetrano (TP)	SS115Dir	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	12	14967-14979	5-11 (cfr.tavola 3.4.10.2)	I Tratto
14	Castelvetrano (TP)	SP89	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	15	16108-16123	832bis-833bis	I Tratto
15	Castelvetrano (TP)	SC Contrada Canulotto	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	10	17244-17254	894-894bis	I Tratto
16	Castelvetrano (TP)	SC Contrada Canulotto	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	5	18119-18124	937-938	I Tratto
17	Castelvetrano (TP)	SP81	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	6	18873-18879	974-975	I Tratto
18	Castelvetrano (TP)	SP81 Dir	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	19834-19844	1023-1023bis	I Tratto
19	Castelvetrano (TP)	Strada Consorzio Bonifica	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	5	21336-21341	1101-1102	I Tratto
20	Castelvetrano (TP)	SS115	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	21362-21372	4-9 (cfr.tavola 3.4.10.5)	I Tratto
21	Campobello di Mazara (TP)	SC Contrada Fontanelle	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	8	521-529	30-30bis	II Tratto
22	Campobello di Mazara (TP)	Autostrada A29 Palermo - Mazara del Vallo	Trasversale	Inferiore con TOC	80	1425-1505	14-22 (cfr.tavola 3.4.8.1)	II Tratto
23	Campobello di Mazara (TP)	Via Birribaida	Trasversale	Inferiore con TOC	20	1605-1625	32-34 (cfr.tavola 3.4.8.1)	II Tratto
24	Campobello di Mazara (TP)	SP86	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	15	3847-3862	196bis-197	II Tratto
25	Mazara del Vallo (TP)	SP86	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	22	5258-5280	267bis-268bis	II Tratto
26	Mazara del	SP86	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	23	6311-6334	319bis-	II Tratto



	Vallo (TP)						320bis	
27	Mazara del Vallo (TP)	SP86	Parallelismo	Inferiore con scavo a cielo aperto	1532	6657-8189	337-413bis	II Tratto
28	Mazara del Vallo (TP)	SP25	Trasversale	Inferiore con TOC	10	9349-9359	12-13 (cfr. 3.4.8.2)	II Tratto
29	Mazara del Vallo (TP)	SC Contrada Malopasso	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	6	10763-10769	542bis-543bis	II Tratto
30	Mazara del Vallo (TP)	SP42	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	13	11941-11954	600-600bis	II Tratto
31	Mazara del Vallo (TP)	SP50	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	6	13072-13078	656bis-657bis	II Tratto
32	Mazara del Vallo (TP)	SC Contrada Critazzu	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	6	14031-14037	705bis-705ter	II Tratto
33	Mazara del Vallo (TP)	SC Contrada Critazzu	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	25	15190-15215	762bis-763bis	II Tratto
34	Mazara del Vallo (TP)	SR18	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	16752-16762	839bis-840	II Tratto
35	Marsala (TP)	Contrada Cozzogrande/Focilli a	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	833	24527-25360	1229-1272	II Tratto
36	Mazara del Vallo (TP)	Autostrada A29 Palermo - Mazara del Vallo	Trasversale	Inferiore in corrispondenza Viadotto "del Fiume Delia"	35	5228-5263	264-265	Diramazione Mazara 1
37	Mazara del Vallo (TP)	SS115	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	8	5667-5675	8-12 (cfr. tavola 3.4.10.7)	Diramazione Mazara 1
38	Mazara del Vallo (TP)	Via Margi	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	6	6921-6927	356-357	Diramazione Mazara 1
39	Mazara del Vallo (TP)	SC Contrada Critazzu	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	900	75-975	5-50	Diramazione Mazara 2
40	Mazara del Vallo (TP)	Contrada Affacciata	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	149	1012-1161	52-60	Diramazione Mazara 2
41	Mazara del Vallo (TP)	Via Pier Luigi Nervi	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	918	1161-2079	60-107	Diramazione Mazara 2
42	Mazara del Vallo (TP)	Piazzale Casa dell'Acqua	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	128	2079-2207	107-111	Diramazione Mazara 2
43	Petrosino (TP)	SC Contrada Fornaca	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	8	1187-1195	59-59bis	Diramazione Petrosino
44	Marsala (TP)	SP63	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	38-48	2ter-2quater	Diramazione Marsala 1
45	Marsala (TP)	SP63	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	9	307-316	16-17	Diramazione Marsala 2
46	Marsala (TP)	SC Contrada Scacciaiazzo	Trasversale	Inferiore con scavo a cielo aperto	1305	2403-3708	125-190	Diramazione Marsala 2
47	Marsala (TP)	SP62	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	3727-3737	191-192	Diramazione Marsala 2
48	Marsala (TP)	SS188	Trasversale	Inferiore con Spingitubo	10	6366-6376	4-9 (cfr. tavola 3.4.10.6)	Diramazione Marsala 2

## 15.2. Attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori

Per la realizzazione degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali è stato necessario ricorrere ad attraversamenti di tipo aereo, prevedendo la realizzazione di strutture tubolari tralicciate e ad arco autoportante, eccetto che per l'attraversamento del Fiume Delia, ove è stata previsto un attraversamento mediante ricorso a tecnologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) e quello sul torrente Ravida in cui è prevista la tecnica di attraversamento in spingitubo.

In tutti i casi, eccetto i due segnalati, le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni incontrati in corrispondenza degli attraversamenti non sono risultate compatibili alla realizzazione di sistemi di scavo con tecnologia no-Dig.

La realizzazione della posa della tubazione con scavo a cielo aperto in alveo è stata scartata per la quasi totalità dei corsi d'acqua attraversati, per l'importanza dei corsi d'acqua attraversati, in modo da evitare alterazioni sul regime idraulico del sub-alveo.

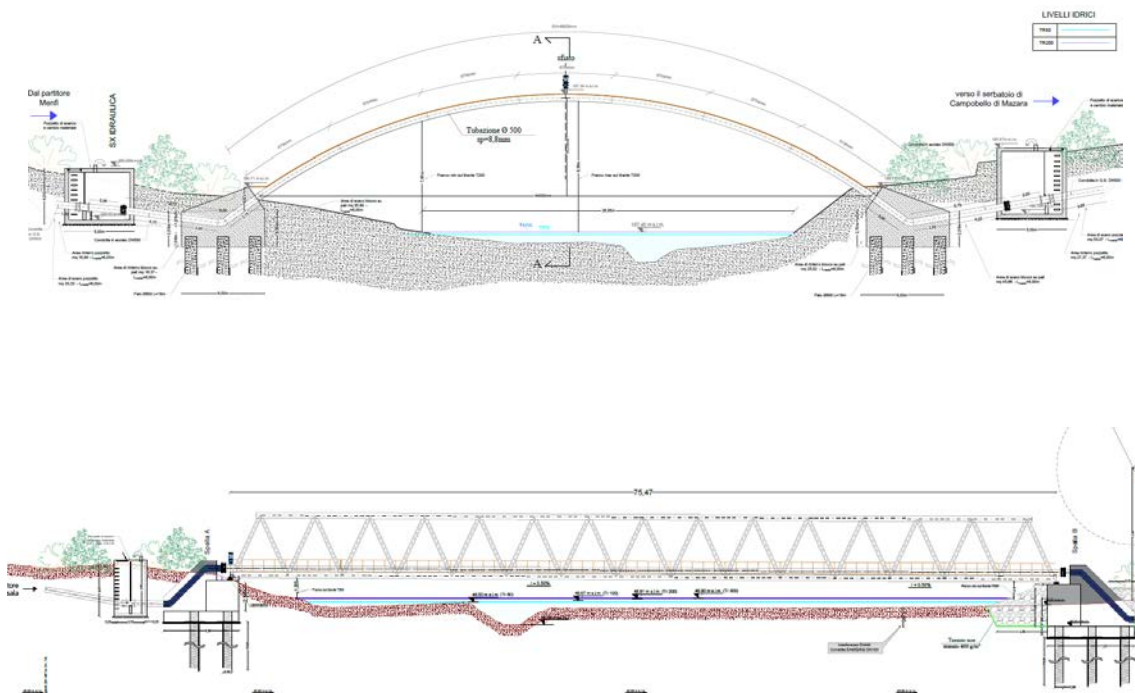
Nella relazione Idrologica è riportata la verifica delle caratteristiche idrologiche dei bacini e la stima delle portate di massima piena. Per accertare il rispetto di un adeguato franco di sicurezza dell'opera di attraversamento sono state eseguiti i calcoli della quota idrica raggiunta dai corsi d'acqua in corrispondenza del colmo della piena relativa al tempo di ritorno di 200 anni.

La struttura metallica porta tubo è stata concepita con luci autoportanti di 75 metri vincolate alle estremità con spalle in c.a. fondate su pali o con fondazioni di tipo superficiale a seconda della tipologia del terreno di sedime.

In caso di attraversamenti multi-campata gli appoggi intermedi sono stati realizzati con pile in c.a. fondate su pali, prevedendo idoneo pulvino di estremità per realizzare l'appoggio della struttura metallica costituente la passerella.

La tubazione sarà vincolata su apposite selle costituite da rulli e all'estremità sono previsti giunti compensatori che consentiranno il movimento assiale del tubo dovuto all'effetto della variazione termica.

A titolo esemplificativo è riportato lo schema di un attraversamento aereo ad arco autoportante ed a struttura tralicciata:



e quello dell'attraversamento in TOC:



CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 4	IMPLUVIO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 5	IMPLUVIO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 6	IMPLUVIO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 7	FOSSO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 8	FOSSO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 9	IMPLUVIO	SUB ALVEO
CASTELVETRANO	FOSSO MINORE 10	FOSSO	SUB ALVEO
MAZARA DEL VALLO	FOSSO MINORE 11	FOSSO	SUB ALVEO
MAZARA DEL VALLO	FOSSO MINORE 12	IMPLUVIO	SUB ALVEO
MAZARA DEL VALLO	FOSSO MINORE 13	IMPLUVIO	SUB ALVEO
PETROSINO	FOSSO MINORE 14	IMPLUVIO	SUB ALVEO
MARSALA	FOSSO MINORE 15	FOSSO	SUB ALVEO
MAZARA DEL VALLO	C. DEL CELSO	FOSSO	SUB ALVEO
MAZARA DEL VALLO	SAPORITO	FOSSO	SUB ALVEO

#### 15.4. Attraversamenti ferroviari

Per il dimensionamento degli attraversamenti ferroviari si è fatto riferimento alle *Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto*, Decreto Ministeriale n. 2445 del 23/02/1971 come modificato dal D.M 10 Agosto 2004.

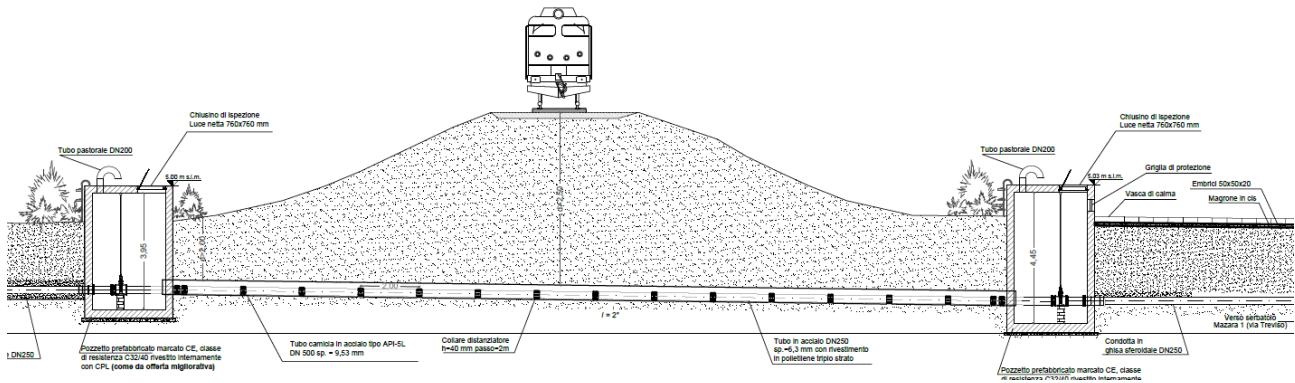
Sono presenti i seguenti attraversamenti:

ID	COMUNE	INFRASTRUTTURA INTERFERITA	TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO	LUNGHEZZA ATTRAVERSAMENTO [M]	PROGRESSIVA [M]	TRATTO ACQUEDOTTO	TRONCO LINEA FERRATA
1	Castelvetrano (TP)	Linea Ferroviaria-Porto Empedocle - Castelvetrano	Inferiore - Spingitubo	29,80	15.073-15.103	I Tratto	Tratto Selinunte - Latomie Prog. 6+891
2	Castelvetrano (TP)	Linea Ferroviaria "Alcamo diramazione Trapani (via Castelvetrano)"	Inferiore - Spingitubo	28,20	21.272-21.300	I Tratto	TR0731 Prog.120+116
3	Mazara del Vallo (TP)	Linea Ferroviaria "Alcamo diramazione Trapani (via Castelvetrano)"	Inferiore -Spingitubo	28	6088-6116	Diramazione Mazara 1	TR0733 Prog.133+235

In questi casi per l'acquedotto sono state scelte tubazioni in acciaio di diametro e spessore adeguato, inseriti in un tubo camicia in acciaio, del diametro e spessore adeguato a potere essere infisso nel terreno con pressotrivella e di classe di resistenza adeguata e, diametri tali da formare una intercapedine sufficiente per garantire lo smaltimento a pelo libero della massima portata transitante in condotta (nello scenario di massimo utilizzo).

All'interno del tubo-guaina, la condotta sarà dotata di opportuni collari distanziatori di materiale isolante non deteriorabile, applicati in modo da non occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e tali da consentire il libero deflusso delle acque.

L'estradosso del tubo guaina avrà un ricoprimento minimo di 2,50 rispetto al piano ferroviario e sarà posto in opera con pendenza uniforme e con andamento rettilineo e normale all'asse ferroviario (vedi figura sotto).



Per ciascuno degli attraversamenti, a monte e valle del tubo di protezione, saranno ubicati due pozzetti di ispezione muniti di botole di accesso, di cui uno (quello posto a quota inferiore) dotato collettore fognario di allontanamento o di apertura laterale (luce di sfioro) con grata di protezione, opportunamente dimensionati per consentire lo smaltimento dell'intera portata transitante in caso di rottura della tubazione verso il corpo ricettore o altra opera di allontanamento delle acque.

**15.5. Interferenze Metanodotti**

Il tracciato di progetto prevede attraversamenti e parallelismi con le tubazioni del metanodotto gestito da SNAM, di seguito indicati in tabella:

ID	COMUNE	INFRASTRUTTURA INTERFERITA	TIPOLOGIA INTERFERENZA	TIPOLOGIA E MODALITÀ ESECUTIVE ATTRAVERSAMENTO	LUNGHEZZA INTERFERENZA [m]
1	Menfi (AG)	Metanodotto	Trasversale	Inferiore con trincea di scavo	10
2	Menfi (AG)	Metanodotto	Parallelismo	Trincea di scavo	200
3	Castelvetrano (TP)	Metanodotto	Trasversale	Inferiore con trincea di scavo	10
4	Castelvetrano (TP)	Metanodotto	Trasversale	Inferiore con trincea di scavo	10
5	Mazara del Vallo (TP)	Metanodotto	Trasversale	Inferiore con trincea di scavo	10
6	Petrosino (TP)	Metanodotto	Trasversale	Inferiore con trincea di scavo	10
7	Marsala (TP)	Metanodotto	Trasversale	Attraversamento Aereo (Fiume Sossio)	50

Nel caso di attraversamento trasversale si prevede, in fase di esecuzione dei lavori, l'individuazione del metanodotto interferito con scavo eseguito fino al raggiungimento e alla messa a nudo del sotto servizio.

Successivamente sarà completata la sezione di scavo fino al raggiungimento della quota di posa in opera dell'acquedotto in progetto, interposte idonee beole in cls fra i due impianti (distanza minima fra la generatrice inferiore del metanodotto e la superiore dell'acquedotto pari a 50 cm) e ripristinata la preesistenza con materiale idoneo alla realizzazione del letto di posa e del riempimento.



Nel caso di parallelismo la tubazione dell'acquedotto in progetto verrà posizionata in opera ad una distanza D dal metanodotto non inferiore a:

$$D \geq (P + R)$$

dove P indica la profondità dal piano campagna della generatrice superiore del metanodotto mentre R rappresenta il raggio della tubazione.

In corrispondenza di tutte le interferenze sarà apposta palina di segnalazione riportante le caratteristiche dell'acquedotto, l'opera interferente, la profondità di posa di entrambi i servizi e le coordinate dell'interferenza.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 1.10 e 3.13.1-9 per ulteriori dettagli.

### 15.6. Interferenze altri acquedotti

L'acquedotto in progetto interferisce lungo il tracciato con le condotte irrigue gestite dai Consorzi di Bonifica CB 1 di Trapani, CB 3 di Agrigento e con l'Acquedotto Bresciana gestito dal Comune di Trapani.

Le interferenze sono indicate nella tabella che segue:

ID	COMUNE	INFRASTRUTTURA INTERFERITA	TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO	LUNGHEZZA INTERFERENZA [m]
1	Menfi (AG)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
2	Menfi (AG)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
3	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
4	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Superiore - Scavo a cielo aperto	10
5	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
6	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
7	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
8	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
9	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
10	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 3 AG	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
11	Castelvetrano (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
12	Campobello di Mazara (TP)	Acquedotto Bresciana	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
13	Campobello di Mazara (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Superiore - Scavo a cielo aperto	10
14	Campobello di Mazara (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
15	Mazara del Vallo (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
16	Mazara del Vallo (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10
17	Mazara del Vallo (TP)	Adduttore Irriguo CB 1 TP	Inferiore - Scavo a cielo aperto	10

E' stato previsto che la condotta in progetto attraversi gli adduttori esistenti sia superiormente che inferiormente e che la posa avvenga mediante uno scavo in trincea a cielo aperto.

La posa della condotta avverrà rispettando una distanza minima di 50 cm fra le generatrici contigue delle due tubazioni.

## 16. II DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

Come descritto precedentemente, l'acquedotto di progetto è dotato di una serie di manufatti strutturali che necessitano un dimensionamento elaborato con un calcolo strutturale eseguito secondo norma.

Sono state scelte due tipologie di fondazione:

- diretta (superficiale) realizzata con una piastra fondata direttamente sulla calcarenite;
- indiretta (profonda) realizzata con plinti su pali in terreno sabbioso.

Per quanto riguarda il dimensionamento degli attraversamenti aerei previsti in progetto, sono state dimensionate due tipologie di strutture a tubo autoportante di luce pari a 44,00 e 30,00 metri, una tipologia di ponte a struttura ad arco formate da due travi HEA parallele che sostengono la tubazione per luci di 77,60 m

ed una tipologia di ponte struttura reticolare portante di luce pari a 75,50m, che sono state replicate per le strutture a più campate, di maggiore lunghezza.

Il calcolo strutturale dei tralicci porta tubo è stato eseguito per gli attraversamenti di seguito indicati:

- fiume Belice – multi campata di 151 metri (cfr. elab.3.4.9.6);

Il calcolo strutturale dei ponte con struttura ad arco porta tubo è stato eseguito per gli attraversamenti di seguito indicati:

- vallone Cava del Serpente – mono campata di 77,60 m (cfr. elab.3.4.9.2);
- vallone Finocchio - mono campata di 77,60 m (cfr. elab.3.4.9.3);
- fiume Mazaro – mono campata di 77,60 metri (cfr. elab.3.4.9.9.1);
- fiume Sossio – mono campata di 77,60 metri (cfr. elab.3.4.9.10.1);

Il calcolo strutturale dei ponte tubo autoportanti è stato eseguito per gli attraversamenti di seguito indicati:

- vallone Cavarretto – mono campata di 44 metri (cfr. elab.3.4.9.1);
- vallone Gurra Finocchio - mono campata di 44 metri (cfr. elab.3.4.9.4);
- vallone Case Nuove - mono campata di 30 metri (cfr. elab.3.4.9.5);
- fiume Modione – mono campata di 44 metri (cfr. elab.3.4.9.7);
- torrente San Giovanni - mono campata di 44 metri (cfr. elab.3.4.9.8);

Per i manufatti presenti lungo il tracciato si sono eseguiti i calcoli strutturali relativi a:

- partitore di Menfi (cfr. elab.3.6.3.1);
- partitore di Mazara 1 (cfr. elab.3.6.3.2);
- manufatto di Misura 1 e 2 (cfr. elab.3.6.5);
- pozzetti di sfiato e scarico (cfr. elab.3.6.1.1-2, 3.6.2.1-5);
- pozzetti TOC (cfr. elab.3.6.1.3-5);
- manufatti di consegna (tipo) (cfr. elab.3.6.4.1-5);
- manufatto di regolazione serbatoio Campobello (cfr. elab.3.8.1.1, 3.8.4.4).

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si è fatto riferimento al D.M. 17/01/18 ed alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7, utilizzata come norma di dettaglio.

L'analisi sismica dinamica è stata svolta con il metodo dell'analisi modale; la ricerca dei modi e delle relative frequenze è stata perseguita con il metodo delle "iterazioni nel sottospazio". I modi di vibrazione considerati sono in numero tale da assicurare l'eccitazione di più dell'85% della massa totale della struttura. Per ciascuna direzione di ingresso del sisma si sono valutate le forze modali che vengono applicate su ciascun nodo spaziale (tre forze, in direzione X, Y e Z, e tre momenti).

Per la verifica della struttura si è fatto riferimento all'analisi modale, pertanto sono prima calcolate le sollecitazioni e gli spostamenti modali e poi viene calcolato il loro valore efficace. Le verifiche sono state condotte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, modellando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo conto sia della rigidità flettente che di quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla Winkler.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

## **17. CAVE E DISCARICHE**

La realizzazione degli interventi di progetto produrrà del materiale proveniente dalle attività di scavo e sbancamento necessarie per la posa delle condotte, per la realizzazione dei manufatti e di tutte le opere d'arte previste in progetto.

Il computo dei volumi di scavo ha consentito di individuare la quantità totale del materiale scavato; per detti volumi è stato previsto, per quanto possibile, il riutilizzo per il rinterro dei cavi, mentre per il volume eccedente è stato previsto lo spandimento in sito.

Il solo materiale proveniente dalla rimozione di calcestruzzi e del tappetino d'usura in corrispondenza degli attraversamenti di strade asfaltate, sarà invece conferito a discarica.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 1.9.1-2 e 2.13.1.1-3, 2.13.2.1-3 per ulteriori dettagli.

## **18. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO**

Ai sensi dell'art. 33, comma 1, lettera f) e dell'art. 39 del DPR n. 207/2010, è stato redatto il Piano di Sicurezza e di Coordinamento, finalizzato a prevedere l'organizzazione delle lavorazioni più idonee a prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, attraverso l'individuazione delle eventuali fasi critiche del processo di costruzione e la definizione delle relative prescrizioni operative (cfr. elab. 6.1).

Il PSC, al quale si rimanda, è redatto secondo quanto previsto nell'allegato XV al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i..

Il Piano contiene una serie di misure formulate avendo presente il complesso delle attività del cantiere, concernenti l'individuazione, l'analisi, la valutazione dei rischi e le conseguenti procedure, la valutazione del rumore, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori nonché la stima dei relativi costi.

In particolare, il piano contiene le disposizioni relative: al coordinamento delle imprese per gli apprestamenti destinati a garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori; le misure di prevenzione da adottare in ragione delle situazioni di presenza simultanea o successiva di varie imprese e di lavoratori autonomi; le modalità di utilizzo della viabilità e delle zone di deposito del cantiere ed all'occorrenza le modalità di utilizzo di impianti comuni (infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva).

Le prescrizioni contenute nel piano dovranno essere integrate in funzione delle scelte organizzative dell'imprenditore che esegue i lavori. In tal senso, l'impresa esecutrice sarà tenuta ad attuare quanto previsto nel PSC e dovrà inoltre predisporre un proprio Piano Operativo di Sicurezza (POS) che dovrà avere le caratteristiche di un piano complementare di dettaglio del PSC. L'impresa aggiudicataria potrà presentare proposte di integrazione al PSC laddove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza dei lavoratori nel cantiere. Inoltre il piano è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni da cui si evince la prevista durata dei giorni di lavoro.

### **18.1. Bonifica ordigni bellici**

In relazione a quanto stabilito dal comma 2-bis dell'art. 92 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. rientra tra gli obblighi del Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione la valutazione del rischio dovuto alla presenza di ordigni bellici inesplosi rinvenibili durante le attività di scavo nei cantieri.

Al fine di valutare tale rischio si è proceduto a svolgere un'analisi storica e documentale corredata dall'acquisizione dei dati disponibili, concernenti eventuali rinvenimenti di ordigni bellici e/o di bonifiche da



ordigni bellici, relativi alle aree interessate dai lavori di scavo ed a quelle limitrofe. Successivamente sono state individuate le linee viarie e ferroviarie o comunque le infrastrutture strategiche presenti nelle aree oggetto di studio, al tempo in cui accaddero gli eventi bellici presi in considerazione.

A supporto della valutazione si sono acquisiti anche gli esiti di indagini di campo, di tipo magnetometrico, effettuate lungo le porzioni di tracciato che risultano più prossime alle infrastrutture strategiche come sopra richiamate, nelle quali può sussistere una maggiore probabilità di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi.

Alla luce delle analisi e delle valutazioni svolte, si è ritenuto necessario effettuare le attività di "Bonifica Bellica Sistemica Terrestre" su una superficie di circa 230.000 mq, come indicato negli elaborati specialistici. La superficie interessata dalla Bonifica, potrà essere modificata da parte del Comando Autonomo Militare cui il progetto di bonifica preventiva dovrà essere sottoposto per il parere di competenza (ex art. 91 comma 2-bis del D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.).

L'intera procedura inerente all'effettuazione della Bonifica Bellica dovrà svolgersi nel rispetto di quanto previsto dalla GEN-BST 001 Edizione 2020 2^ SERIE AA.VV. AGGIORNATA AL 20 GENNAIO 2020 (DIRETTIVA TECNICA BONIFICA BELLICA SISTEMICA TERRESTRE - a mente dell'art. 4, comma 2 del D.M. 28 febbraio 2017) emanata dal MINISTERO DELLA DIFESA (Segretariato Generale della Difesa e Direzione Nazionale Armamenti Direzione dei Lavori e del Demanio).

Le attività di Bonifica Bellica sulle aeree sopra individuate, da effettuarsi da parte di Soggetti specializzati, dovranno in ogni caso essere eseguite prima dell'inizio dei lavori allo scopo di evitare l'insorgere di eventuali rischi interferenti con le attività lavorative concernenti la realizzazione dell'opera.

Per i dettagli sulla metodologia di individuazione delle aree soggette a rischio alto ed altissimo e sulle indagini e studi condotti, si rimanda agli elaborati specialistici (cfr.6.6.1-3, 6.7.1-2, 6.7.3.1-10).

## **19. ESPROPRI ED ASSERVIMENTI**

La normativa applicata per la determinazione delle indennità di esproprio è quella definita dal Decreto Presidente della Repubblica 8 Giugno 2001 n. 327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni di pubblica utilità".

Lungo il tracciato dell'adduttore è stata prevista una fascia di esproprio di 6,00 m in asse alla tubazione e una ulteriore fascia di occupazione temporanea della larghezza di 9,00 m dalla precedente da asservire temporaneamente durante l'esecuzione dei lavori. Pertanto durante tutta la fase di realizzazione dell'infrastruttura in progetto la fascia disponibile per le attività di cantiere è pari a 15,00 metri asse condotta.

All'interno della ZSC ITA010012 la fascia di asservimento temporanea è stata ridotta a 6,00 m in asse alla tubazione oltre la fascia di esproprio di 6,00 metri. La fascia disponibile durante le lavorazioni è pertanto pari a 12,00 metri rispetto all'asse della condotta.

Lungo le diramazioni, di diametro inferiore all'adduttore, la fascia di esproprio è stata prevista pari a 6,00 m mentre la fascia di occupazione temporanea pari a 6,00 metri. Pertanto durante tutta la fase di realizzazione dell'infrastruttura in progetto la fascia disponibile per le attività di cantiere è pari a 12,00 metri asse condotta.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 5 per ulteriori dettagli.

## **20. SCHEMA DI CONTRATTO E CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

Lo schema di contratto contiene le clausole dirette a regolare il rapporto tra stazione appaltante ed Impresa (cfr. elab.4.9).

Il Capitolato speciale d'Appalto è stato suddiviso in due parti, la prima contenente le norme generali, la seconda le norme di accettazione e di misurazione delle opere nonché le modalità di esecuzione delle stesse.

**CAPITOLATO PARTE I° - Norme generali (cfr. elab. 4.8.1)**

La parte I° riporta tutto l'articolato normativo dei rapporti tra l'Ente committente e l'Impresa esecutrice dei lavori in ordine alla consegna dei lavori, alle modalità di pagamento, alle penali per mancato inizio dei lavori, alla concessione di anticipazioni, alle penali per ritardata ultimazione.

**CAPITOLATO PARTE II° - Norme tecniche (cfr. elab. 4.8.2)**

La parte II° contiene tutte le disposizioni particolari per l'esecuzione delle opere, valutazione e contabilizzazione delle stesse, norme per la fornitura ed accettazione dei materiali, per la costruzione e messa in esercizio degli impianti, di buona esecuzione di manufatti ed accettazione dei materiali da impiegare.

Si rimanda agli elaborati specialistici di classe 4.1 ÷ 4.5 per ulteriori dettagli.

**21. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE**

Di seguito è riportato il cronoprogramma delle fasi attuative che macroscopicamente si articola come indicato:

- 1) Esecuzione dei servizi affidati all'appaltatore:
  - redazione progettazione esecutiva
  - esecuzione procedure espropriative
- 2) Esecuzione dei lavori:
  - esecuzione lavori 1° milestone
  - esecuzione lavori 2° milestone (ultimazione lavori)

ID	Nome attività	Durata	Importo	Trimestre																													
				M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
1	REDAZIONE PROGETTO ESECUTIVO	43 g	932'982,72	[Gantt bar from M1 to M3]																													
2	APPROVAZIONE PROGETTO ESECUTIVO	18 g	-	[Gantt bar from M3 to M4]																													
3	PROCEDURE ESPROPRIATIVE AI SENSI DEL D.P.R. 327/2001	315 g	828'000,00	[Gantt bar from M1 to M15]																													
4	ONERI DELLA SICUREZZA	504 g	3'752'344,48	[Gantt bar from M3 to M28]																													
5	IMPORTO LAVORI	478 g	86'231'936,96	[Gantt bar from M3 to M28]																													
6	ADDUTTORE PRINCIPALE I TRATTO	472 g	25'232'111,81	[Gantt bar from M3 to M28]																													
7	ADDUTTORE PRINCIPALE II TRATTO	467 g	26'310'61,98	[Gantt bar from M3 to M28]																													
8	INTERVENTI AL SERBATOIO ESISTENTE CAMPOBELLO DI MAZARA	124 g	1'208'276,56	[Gantt bar from M7 to M11]																													
9	DIRAMAZIONE MAZARA 1	122 g	2'816'960,10	[Gantt bar from M7 to M11]																													
10	DIRAMAZIONE MAZARA 2	95 g	1'347'754,97	[Gantt bar from M7 to M11]																													
11	DIRAMAZIONE PETROSINO	97 g	436'932,62	[Gantt bar from M25 to M29]																													
12	DIRAMAZIONE MARSALA 1	77 g	386'230,13	[Gantt bar from M21 to M25]																													
13	DIRAMAZIONE MARSALA 2	244 g	5'851'376,89	[Gantt bar from M16 to M24]																													
14	IMPIANTO DI TELECONTROLLO	112 g	266'486,08	[Gantt bar from M25 to M29]																													
15	OPERE DI MITIGAZIONE, RIPRISTINI VEGETAZIONALI E INERBIMENTI	430 g	2'367'706,61	[Gantt bar from M3 to M28]																													

In considerazione delle caratteristiche idrauliche dell'adduttore, il cronoprogramma è stato redatto privilegiando l'esecuzione di quelle opere che permettono di realizzare alla fine del 15° mese (milestone n.1) di potere ultimare un lotto funzionale dell'acquedotto. Tale tratto potrà entrare in esercizio non appena ultimato e collaudato in corso d'opera, consentendo l'alimentazione del comune di Mazara del Vallo.

**22. CALCOLO DELLA SPESA**

Il costo dell'opera è stato determinato elaborando un accurato computo metrico estimativo, i cui prezzi unitari sono stati desunti dal Prezzario unico regionale per i lavori pubblici aggiornato ai sensi del comma 2 dell'art. 26 del D.L.n.50 del 17/05/2022 adottato con Decreto assessoriale n. 17/Gab del 29.06.2022 e con proroga di validità fino al 31 dicembre 2023.

Per le voci non comprese nel suddetto prezzario sono state predisposte apposite analisi dei prezzi determinate applicando i costi della manodopera dei trasporti e noli, ai rispettivi prezzi elementari dei materiali, dedotti da apposite offerte tecnico - economiche richieste ai principali operatori economici specializzati di settore.

Il progetto è stato suddiviso in corpi d'opera e l'ammontare di ciascuno di essi è stato calcolato in capitoli separati del computo metrico estimativo, mentre nel Capitolato Speciale d'Appalto parte I è riportata la distribuzione percentuale utile ai fini del pagamento degli Stati d'Avanzamento.

Si fa presente che mentre il C.S.A. è stato elaborato in conformità al disposto di cui all'art. 43 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., dove ancora non integrate nelle Linee-Guida ANAC e dei decreti del MIT attuativi del D.Lgs. 50/2016.

## 22.1. Computo dei lavori

Il computo metrico estimativo è stato redatto applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari riportati nell'elaborato elenco dei prezzi unitari. Tali prezzi sono dedotti dal Prezzario unico regionale per i lavori pubblici aggiornato ai sensi del comma 2 dell'art. 26 del D.L.n.50 del 17/05/2022 adottato con Decreto assessoriale n. 17/Gab del 29.06.2022 e con proroga di validità fino al 31 dicembre 2023 con Decreto assessoriale n.4/Gab. del 20.01.2023, ai sensi dell'articolo 10 della legge regionale 12 luglio 2011, n. 12 e dell'articolo 24 del Decreto del Presidente della Regione Siciliana del 31 gennaio 2012, n. 13. Per quanto riguarda le voci mancanti, il relativo prezzo è stato determinato mediante analisi:

- a) applicando alle quantità di materiali, mano d'opera, noli e trasporti, necessari per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari dedotti da listini ufficiali o dai listini delle locali camere di commercio ovvero, in difetto, dai prezzi correnti di mercato;
- b) aggiungendo ulteriormente una percentuale pari al quindici per cento, per spese generali;
- c) aggiungendo infine una percentuale del dieci per cento per utile dell'esecutore.

Per spese generali comprese nel prezzo dei lavori e perciò a carico dell'esecutore, si intendono:

- a) le spese di contratto ed accessorie e l'imposta di registro;
- b) gli oneri finanziari generali e particolari, ivi comprese la cauzione definitiva o la garanzia globale di esecuzione, ove prevista, e le polizze assicurative;
- c) la quota delle spese di organizzazione e gestione tecnico-amministrativa di sede dell'esecutore;
- d) la gestione amministrativa del personale di cantiere e la direzione tecnica di cantiere;
- e) le spese per l'impianto, la manutenzione, l'illuminazione e il ripiegamento finale dei cantieri, ivi inclusi i costi per l'utilizzazione di aree diverse da quelle poste a disposizione dal committente; sono escluse le spese relative alla sicurezza nei cantieri stessi non assoggettate a ribasso;
- f) le spese per trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera;
- g) le spese per attrezzi e opere provvisorie e per quanto altro occorre alla esecuzione piena e perfetta dei lavori;
- h) le spese per rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del direttore dei lavori o del responsabile del procedimento o dell'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- i) le spese per le vie di accesso al cantiere, l'installazione e l'esercizio delle attrezzature e dei mezzi d'opera di cantiere;

- l) le spese per idonei locali e per la necessaria attrezzatura da mettere a disposizione per l'ufficio di direzione lavori;
- m) le spese per passaggio, per occupazioni temporanee e per risarcimento di danni per abbattimento di piante, per depositi od estrazioni di materiali;
- n) le spese per la custodia e la buona conservazione delle opere fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- o) le spese di adeguamento del cantiere in osservanza del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, di cui è indicata la quota di incidenza sul totale delle spese generali, ai fini degli adempimenti previsti dall'articolo 86, comma 3-bis, del codice;
- p) gli oneri generali e particolari previsti dal capitolato speciale di appalto.

Avendo scelto che il progetto definitivo è posto a base di gara, ai sensi dell'articolo 53, comma 2, lettera b), del Codice degli Appalti, le quantità totali delle singole lavorazioni sono ricavate da computi di quantità parziali, con indicazione puntuale dei corrispondenti elaborati grafici; le singole lavorazioni, risultanti dall'aggregazione delle rispettive voci dedotte dal computo metrico estimativo, sono poi raggruppate, in sede di redazione dello schema di contratto e del bando di gara, ai fini della definizione dei gruppi di categorie ritenute omogenee di cui all'articolo 3, comma 1, lettera s). Tale aggregazione avviene in forma tabellare con riferimento alle specifiche parti di opere cui le aliquote si riferiscono.

Le varie voci di lavoro del computo metrico estimativo sono state aggregate secondo le rispettive categorie di appartenenza, generali e specializzate, allo scopo di rilevare i rispettivi importi, in relazione ai quali individuare:

- a) la categoria prevalente;
- b) le categorie scorporabili di importo superiore al dieci per cento dell'importo totale dei lavori oppure a 150.000 euro e subappaltabili a scelta del concorrente;
- c) nell'ambito delle categorie suddette, quelle di cui all'articolo 37, comma 11, del codice, definite strutture, impianti ed opere speciali;
- d) quelle ricadenti nel sopra indicato comma 11 che superano il quindici per cento.

Si rimanda agli elaborati specialistici per ulteriori dettagli.

## **22.2. Costi della sicurezza**

La determinazione dei costi della sicurezza, riportati nella presente sezione, è stata effettuata mediante stima analitica per il cantiere analizzato nel presente PSC.

Per la determinazione dei costi unitari si è fatto riferimento al Prezzario unico regionale per i lavori pubblici aggiornato ai sensi del comma 2 dell'art. 26 del D.L.n.50 del 17/05/2022 adottato con Decreto assessoriale n. 17/Gab del 29.06.2022 e con proroga di validità fino al 31 dicembre 2023 con Decreto assessoriale n.4/Gab. del 20.01.2023.

Come per le lavorazioni, i costi computati rientrano esclusivamente nella gestione dei rischi di tipo interferenziale, prescindendo dai costi aziendali che le imprese dovranno sostenere per la normale gestione interna propria del rischio stesso.

Nell'ambito del PSC, è stato eseguito uno specifico studio sull'attività di bonifica degli ordigni belli. Sebbene per questa attività è necessario accantonare dei costi, questi non sono stati inseriti nella voce dei costi della sicurezza ma nelle somme a disposizione dell'amministrazione. Questo perché le attività di BOB inizieranno certamente prima e comunque indipendentemente dall'individuazione dell'operatore economico che eseguirà l'appalto dei lavori.

Si rimanda agli elaborati specialistici per ulteriori dettagli.

### **22.3. Quadro economico**

Il quadro economico è stato determinato con riferimento al D.P.R. 207/2010, articoli 16, 22, 32 e 42, il comma 11-bis dell'articolo 23 del d.lgs. 50/2016 (introdotto dall'articolo 1, comma 20, lettera "a" della legge 55/2019) e l'articolo 6, comma 7 della legge 120/2020.

Il quadro economico costituisce il pannello di controllo dei costi di tutto l'intervento e delle voci di spesa che interessano le varie attività che dovranno essere eseguite.

Si riporta di seguito il quadro economico del progetto definitivo, posto a base di gara, ed il quadro economico del progetto esecutivo in cui sono state introdotte, tra le somme a disposizione, le previsioni per sorveglianza Archeologica (voce B1.19) e le somme per l'attuazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (voce B1.20) :

<b>A</b>	<b>Somme a base d'appalto</b>		
<b>A.1</b>	<b>Importo a base di gara</b>	<b>Costo attività</b>	<b>Totale parziale</b>
A.1.1	Importo dei lavori	66 231 986,95 €	
A.1.2	di cui Euro 6.392.665,89 per importo manodopera conforme costi su Tabelle Ministero del Lavoro (art. 95, c. 10 e art. 23, c. 16 del d.lgs. 50/2016)		
A.1.3	Costi della sicurezza da PSC non soggetti a ribasso	3 752 344,48 €	
A.1.4	Progettazione esecutiva	932 862,72 €	
A.1.5	Procedure espropriative, frazionamenti e tipi mappali	828 000,00 €	
	Totale Somme non soggette a ribasso (A.1.3)	3 752 344,48 €	
	Totale Somme soggette a ribasso (A.1.1 + A.1.4 + A.1.5)	67 992 849,67 €	
	<b>Totale parziale quadro A - Somme a base di gara</b>	<b>71 745 194,15 €</b>	<b>71 745 194,15 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.1</b>	<b>Spese tecniche - Indagini</b>		
B1.1	Indagini archeologiche in corso d'opera	10 000,00 €	
B1.2	Indagini geologiche	252 741,58 €	
B1.3	Indagini preventive ricerca ordigni bellici	19 000,00 €	
B1.4	Analisi di laboratorio	90 000,00 €	
B1.5	Analisi specialistiche	1 300,00 €	
B1.6	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche obbligatorie ai sensi art 111 D. Lgs 50/2016	335 004,57 €	
	<b>Totale spese indagini e analisi</b>	<b>708 046,15 €</b>	<b>708 046,15 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.1</b>	<b>Spese tecniche - Progettazione, D.L., collaudo</b>		
B1.7	Rilievi	34 501,98 €	
B1.8	Progettazione di fattibilità, definitiva	- €	
B1.9	Direzione lavori e contabilità (compreso Ufficio D.L.)	2 678 259,11 €	
B1.10	Coordinamento sicurezza in fase di progettazione (interno)	- €	
B1.11	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione	595 894,72 €	
B1.12	Progettazione geologica	56 163,47 €	
B1.13	Supporto al Rup	- €	
B1.14	Collaudo statico (NCT 2018)	149 419,63 €	
B1.15	Consulenze specialistiche	279 060,12 €	
B1.16	Consulenze e spese legali	- €	
B1.17	Collaudo tecnico-amministrativo	228 823,57 €	
B1.18	Revisione tecnico contabile	47 651,56 €	
	<b>Totale spese rilievi, progettazione, d.l. collaudo</b>	<b>4 069 774,16 €</b>	<b>4 069 774,16 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.2</b>	<b>Spese tecniche - Allacciamenti</b>		
B2.1	Rete di energia elettrica	30 000,00 €	
B2.2	Spese per spostamento linea elettrica pozzo Messina - Mazara del Vallo	70 000,00 €	
B2.3	Fibra ottica – reti dati	2 000,00 €	
	<b>Totale spese allacciamenti</b>	<b>102 000,00 €</b>	<b>102 000,00 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.3</b>	<b>Imprevisti/accantonamenti/Spese generali</b>		
B.3.1	Imprevisti (max 8% dell'importo dei lavori a base di gara comprensivo degli costi della sicurezza) incluso accantonamenti per modifiche alle opere da eseguire (articolo 106, comma 1, lettera "a" del d.lgs. 50/2016)	5 617 332,31 €	
B.3.2	Art.113, d.lgs. 50/2016 – 2% dell'importo dei lavori a base d'asta (incentivo funzioni tecniche interne esclusa la quota del 20% per beni strumentali per interventi finanziati con risorse comunitarie o a destinazione vincolata)	- €	
B.3.3	Oneri di verifica preventiva dell'interesse archeologico (articolo 25, comma 12, d.lgs. 50/2016)	69 600,00 €	
B.3.4	Oneri per bonifica ordigni bellici	508 356,35 €	
B.3.5	Oneri di verifica del progetto (art. 26, c. 5, d.lgs. 50/2016)	67 832,79 €	
B.3.6	Contributo Stazione appaltante in favore di ANAC	800,00 €	
B.3.7	Spese di carattere strumentale per lo svolgimento di attività tecniche e per i sopralluoghi a copertura delle spese delle amministrazioni aggiudicatrici (articolo 23, comma 11-bis del d.lgs. 50/2016)	- €	
B.3.8	Spese per Commissione Giudicatrice L.R. 26 gennaio 2017	- €	
B.3.9	Compenso per il collegio consultivo tecnico (obbligatorio fino al 30/06/2023 per contratti di lavori di opere pubbliche con importo superiore alla soglia comunitaria – art. 6, comma 7 della legge 120/2020)- Quota a carico della Stazione Appaltante	267 839,43 €	
B.3.10	Polizze rischi professionali personale interno per progettazione (art. 24, c. 4, d.lgs. 50/2016)	105 000,00 €	
B.3.11	Oneri per procedure di VIA - Decreto Direttoriale Min. Ambiente n. 47 del 02.02.2018	43 815,69 €	
B.3.12	Spese per pubblicità e notifiche	209 040,06 €	
B.3.13	Oneri di scarica	454 353,50 €	
B.3.14	Acquisizione di aree o immobili, asservimenti, spese di registrazioni, trascrizioni decreti, notifiche volture, volture, postali, ecc	5 085 132,92 €	
B.3.15	Contributo previdenziale 4% su spese tecniche	233 225,48 €	
	<b>Totale Imprevisti, accantonamenti, spese generali</b>	<b>12 662 328,52 €</b>	<b>12 662 328,52 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.4</b>	<b>IVA/oneri fiscali</b>		
B.4.1	IVA 10 % sui lavori al netto della manodopera	5 983 932,11 €	
B.4.2	IVA 10 % su manodopera	639 266,59 €	
B.4.3	IVA 10% su costi sicurezza	375 234,45 €	
B.4.4	IVA 22% su spese tecniche	1 275 149,68 €	
B.4.5	IVA 22% su forniture e servizi	442 670,77 €	
B.4.6	IVA 10% su imprevisti	561 733,23 €	
B.4.7	IVA su accantonamenti	0	
B.4.8	IVA su spese strumentali	0	
B.4.9	IVA 22% su indagini, rilievi, prove di laboratorio	163 360,59 €	
B.4.10	IVA 22% su contributo previdenziale (4%) su spese tecniche	51 309,60 €	
	<b>Totale IVA/oneri</b>	<b>9 492 657,02 €</b>	<b>9 492 657,02 €</b>
	<b>Arrotondamenti</b>	<b>- €</b>	<b>- €</b>
	<b>TOTALE GENERALE (inclusa IVA)</b>		<b>98 780 000,00 €</b>

## PROGETTO ESECUTIVO

<b>A</b>			
<b>Somme a base d'appalto</b>			
<b>A.1</b>	<b>Importo a base di gara</b>	<b>Costo attività</b>	<b>Totale parziale</b>
A.1.1	Importo dei lavori di cui Euro 6.392.665,89 per importo manodopera conforme costi su	66.231.986,95 €	
A.1.2	Tabella Ministero del Lavoro (art. 95, c. 10 e art. 23, c. 16 del d.lgs. 50/2016)		
A.1.3	Costi della sicurezza da PSC non soggetti a ribasso	3.752.344,48 €	
A.1.4	Progettazione esecutiva	932.862,72 €	
A.1.5	Procedure espropriative, frazionamenti e tipi mappali	828.000,00 €	
Totale Somme soggette a ribasso (A.1.1 + A.1.4 + A.1.5)		67.992.849,67 €	
Ribasso offerto in sede di gara 30,08%		20.452.249,18 €	
Importo per lavori e servizi al netto		47.540.600,49 €	
Totale Somme non soggette a ribasso (A.1.3)		3.752.344,48 €	
<b>Totale parziale quadro A - Importo netto contrattuale</b>		<b>51.292.944,97 €</b>	<b>51.292.944,97 €</b>
<b>B</b>			
<b>Somme a disposizione</b>			
<b>B.1</b>	<b>Spese tecniche - Indagini</b>		
B1.1	Indagini archeologiche in corso d'opera	10.000,00 €	
B1.2	Indagini geologiche	252.741,58 €	
B1.3	Indagini preventive ricerca ordigni bellici	19.000,00 €	
B1.4	Analisi di laboratorio	90.000,00 €	
B1.5	Analisi specialistiche	1.300,00 €	
B1.6	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche obbligatorie ai sensi art 111 D. Lgs 50/2016	335.004,57 €	
<b>Totale spese indagini e analisi</b>		<b>708.046,15 €</b>	<b>708.046,15 €</b>
<b>B</b>			
<b>Somme a disposizione</b>			
<b>B.1</b>	<b>Spese tecniche - Progettazione, D.L., collaudo</b>		
B1.7	Rilievi	34.501,98 €	
B1.8	Progettazione di fattibilità, definitiva	- €	
B1.9	Direzione lavori e contabilità (compreso Ufficio D.L.)	2.678.259,11 €	
B1.10	Coordinamento sicurezza in fase di progettazione (interno)	- €	
B1.11	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione	595.894,72 €	
B1.12	Progettazione geologica	56.163,47 €	
B1.13	Supporto al Rup	- €	
B1.14	Collaudo statico (NCT 2018)	149.419,63 €	
B1.15	Consulenze specialistiche	279.060,12 €	
B1.16	Consulenze e spese legali	- €	
B1.17	Collaudo tecnico-amministrativo	228.823,57 €	
B1.18	Revisione tecnico contabile	47.651,56 €	
B1.19	Sorveglianza Archeologica scavi	140.000,00 €	
B1.20	Piano di monitoraggio ambientale	763.249,97 €	
<b>Totale spese rilievi, progettazione, d.l. collaudo</b>		<b>4.973.024,13 €</b>	<b>4.973.024,13 €</b>
<b>B</b>			
<b>Somme a disposizione</b>			
<b>B.2</b>	<b>Spese tecniche - Allacciamenti</b>		
B2.1	Rete di energia elettrica	30.000,00 €	
B2.2	Spese per spostamento linea elettrica pozzo Messina - Mazara del Vallo	70.000,00 €	
B2.3	Fibra ottica – reti dati	2.000,00 €	
<b>Totale spese allacciamenti</b>		<b>102.000,00 €</b>	<b>102.000,00 €</b>

<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.3</b>	<b>Imprevisti/Accantonamenti/Spese generali</b>		
B.3.1	Imprevisti (max 8% dell'importo dei lavori a base di gara comprensivo degli costi della sicurezza) incluso accantonamenti per modifiche alle opere da eseguire (articolo 106, comma 1, lettera "a" del d.lgs. 50/2016)	5.617.332,31 €	
B.3.2	Art.113, d.lgs. 50/2016 – 2% dell'importo dei lavori a base d'asta (incentivo funzioni tecniche interne esclusa la quota del 20% per beni strumentali per interventi finanziati con risorse comunitarie o a destinazione vincolata)	- €	
B.3.3	Oneri di verifica preventiva dell'interesse archeologico (articolo 25, comma 12, d.lgs. 50/2016)	69.600,00 €	
B.3.4	Oneri per bonifica ordigni bellici	508.356,35 €	
B.3.5	Oneri di verifica del progetto (art. 26, c. 5, d.lgs. 50/2016)	67.832,79 €	
B.3.6	Contributo Stazione appaltante in favore di ANAC	800,00 €	
B.3.7	Spese di carattere strumentale per lo svolgimento di attività tecniche e per i sopralluoghi a copertura delle spese delle amministrazioni aggiudicatrici (articolo 23, comma 11-bis del d.lgs. 50/2016)	- €	
B.3.8	Spese per Commissione Giudicatrice L.R. 26 gennaio 2017	- €	
B.3.9	Compenso per il collegio consultivo tecnico (obbligatorio fino al 30/06/2023 per contratti di lavori di opere pubbliche con importo superiore alla soglia comunitaria – art. 6, comma 7 della legge 120/2020)- Quota a carico della Stazione Appaltante	222.844,48 €	
B.3.10	Polizze rischi professionali personale interno per progettazione (art. 24, c. 4, d.lgs. 50/2016)	105.000,00 €	
B.3.11	Oneri per procedure di VIA - Decreto Direttoriale Min. Ambiente n. 47 del 02.02.2018	43.815,69 €	
B.3.12	Spese per pubblicità e notifiche	209.040,06 €	
B.3.13	Oneri di scarica	208.255,56 €	
B.3.14	Acquisizione di aree o immobili, asservimenti, spese di registrazioni, trascrizioni decreti, notifiche volture, volture, postali, ecc	5.085.132,92 €	
B.3.15	Contributo previdenziale 4% su spese tecniche	248.168,77 €	
	<b>Totale Imprevisti, accantonamenti, spese generali</b>	<b>12.386.178,93 €</b>	<b>12.386.178,93 €</b>
<b>B</b>	<b>Somme a disposizione</b>		
<b>B.4</b>	<b>IVA/oneri fiscali</b>		
B.4.1	IVA 10 % sui lavori di contratto al netto della manodopera	4.183.965,33 €	
B.4.2	IVA 10 % su manodopera di contratto	446.975,20 €	
B.4.3	IVA 10% su costi sicurezza	375.234,45 €	
B.4.4.1	IVA 22% su spese tecniche al netto	1.086.474,87 €	
B.4.4.2	IVA 22% su servizi in contratto con i lavori	270.862,95 €	
B.4.5	IVA 22% su forniture e servizi	378.630,34 €	
B.4.6	IVA 10% su imprevisti	561.733,23 €	
B.4.7	IVA su accantonamenti	- €	
B.4.8	IVA su spese strumentali	- €	
B.4.9	IVA 22% su indagini, rilievi, prove di laboratorio, PMA	362.075,58 €	
B.4.10	IVA 22% su contributo previdenziale (4%) su spese tecniche	54.597,13 €	
	<b>Totale IVA/oneri</b>	<b>7.720.549,08 €</b>	<b>7.720.549,08 €</b>
	<b>Accantonamenti per ribasso d'asta</b>	<b>21.597.256,74 €</b>	<b>21.597.256,74 €</b>
	<b>TOTALE GENERALE (inclusa IVA)</b>		<b>98.780.000,00 €</b>