



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA
 IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA
 SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 Ing. PhD Alessia Delle Site
 SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 Dott. Avv. Vittorio Gennari
 Sig.ra Claudia Iacobelli
 Ing. Barnaba Paglia

aceq
 Ingegneria
 e servizi



CONSULENTE
 Ing. Biagio Eramo

ELABORATO
A258PDS R012 2

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

COD. ATO2 AAM10121

DATA APRILE 2022 SCALA

Sottoprogetto CUP G31B21006920002
**RADDOPPIO VIII SIFONE – TRATTO CASA
 VALERIA – USCITA GALLERIA RIPOLI
 FASE 1**
 (con il finanziamento dell'Unione
 europea – Next Generation EU)  European Union

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	06/2022	Aggiornamento elaborati CSLPPP	
2	10/2022	Aggiornamento elaborati MITE e CSLPPP	
3			
4			
5			
6			

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA
 ED ECONOMICA

TEAM DI PROGETTAZIONE
 CAPO PROGETTO
 Ing. Angelo Marchetti
 ASPETTI AMBIENTALI
 Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi
 Hanno collaborato:
 Ing. Nicola Epifanio
 Ing. Matteo Botticelli
 Ing. Francesca Giorgi
 Arch. Antonio Pesare

 Consulenti:
 I.R.I.D.E. srl

RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ DELL'OPERA

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

INDICE

1. Premessa	5
2. Il contributo del progetto alla Strategia Globale di Sviluppo Sostenibile	8
3. Obiettivi tecnici-funzionali e ambientali e sociali dell'opera	11
3.1. Individuazione degli obiettivi tecnico-funzionali	11
3.2. Individuazione degli obiettivi ambientali e sociali	13
4. Descrizione del progetto sotto il profilo della sostenibilità	15
4.1. Inserimento dell'opera nel contesto	15
4.2. Caratteristiche tecnico-funzionali dell'opera	25
4.3. Tecniche e modalità di realizzazione dell'opera	33
4.4. Gestione e bilancio dei materiali	34
4.1. Ottimizzazioni progettuali ai fini del corretto inserimento paesaggistico ambientale dell'opera	41
5. Coerenza del progetto con gli obiettivi prefissati	43
6. Benefici per la collettività ed il territorio	46
6.1. Il contesto territoriale e sociale di riferimento	46
6.2. L'analisi della Convenienza sociale del progetto	50
6.3. Le esigenze e aspettative della collettività	61
7. Analisi degli obiettivi ambientali definiti dal regolamento UE 852/20 e verifica del principio DNSH	64
7.1. Premessa	64
7.2. Descrizione degli obiettivi ambientali definiti dal regolamento UE 852/20	64
7.3. Il principio di non arrecare danno significativo - DNSH	69
7.4. Applicazione al progetto	73
7.4.1. Parte 1 della lista di controllo	75
7.4.2. Parte 2 della lista di controllo	75
7.4.3. Sintesi verifica del DNSH	76
7.4.4. Mitigazione ai cambiamenti climatici	78
7.4.5. Adattamento ai cambiamenti climatici	79
7.4.6. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	81
7.4.7. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	83

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

8. Analisi del ciclo di vita e carbon footprint.....	85
8.1. <i>Analisi del ciclo di vita e stima della Carbon Footprint</i>	<i>85</i>
8.2. <i>Definizione degli scopi ed obiettivi LCA e CFP.....</i>	<i>85</i>
8.2.1. <i>Obiettivi dello studio.....</i>	<i>85</i>
8.2.2. <i>Unità funzionale</i>	<i>85</i>
8.2.3. <i>Confini del sistema</i>	<i>86</i>
8.2.4. <i>Categorie di dati utilizzati ed assunti</i>	<i>86</i>
8.2.5. <i>Software e database.....</i>	<i>88</i>
8.3. <i>Analisi dell'inventario (LCI).....</i>	<i>90</i>
8.4. <i>Valutazione degli impatti (LCIA).....</i>	<i>92</i>
8.4.1. <i>Metodologia ReCiPe 2016.....</i>	<i>92</i>
8.4.2. <i>Risultati metodo ReCiPe 2016 Midpoint (H).....</i>	<i>95</i>
8.5. <i>Interpretazione dei risultati</i>	<i>97</i>
8.1. <i>Assorbimento della CO2 per opera degli interventi a verde.....</i>	<i>98</i>
8.2. <i>L'ottimizzazione delle azioni di progetto per il controllo e il contenimento dell'impronta carbonica</i>	<i>99</i>
9. Consumo di risorse.....	100
9.1. <i>Bilancio e gestione dei materiali.....</i>	<i>100</i>
9.2. <i>Consumo complessivo di energia</i>	<i>101</i>
10. La resilienza dell'opera.....	103
10.1. <i>La resilienza ai cambiamenti climatici.....</i>	<i>103</i>
10.2. <i>La resilienza ai cambiamenti socio-economici.....</i>	<i>104</i>
11. Conclusioni	108
12. Monitoraggio	109
Allegato I: Analisi della vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici	113
1. Introduzione.....	113
1.1. <i>Finalità e struttura dell'allegato.....</i>	<i>113</i>
1.2. <i>Aspetti generali del fenomeno: mitigazione, adattamento e resilienza per le infrastrutture idriche</i>	<i>113</i>
2. Analisi di rischio: caratterizzazione degli hazards e delle vulnerabilità ai cambiamenti climatici.....	115
2.1. <i>Definizione della metodologia di analisi.....</i>	<i>115</i>

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

<i>2.2. Definizione del contesto di analisi: ambito territoriale di riferimento</i>	<i>117</i>
<i>2.3. Evoluzione climatica ed identificazione degli hazards climatici nazionali</i>	<i>118</i>
2.3.1. Evoluzione Climatica Nazionale ed identificazione delle Macroregioni Climatiche.....	118
2.3.2. Zonazione delle anomalie climatiche	123
2.3.3. Aree Climatiche Omogenee	127
2.3.4. Sintesi degli Hazards e valutazione della probabilità Identificazione degli Hazards	130
<i>2.4. Identificazione delle possibili vulnerabilità del contesto territoriale e del sistema acquedotto</i>	<i>134</i>
2.4.1. Aspetti generali.....	134
2.4.2. Categoria Acque.....	135
2.4.3. Categoria Massa solida	137
<i>2.5. Valutazione del Rischio.....</i>	<i>137</i>
2.5.1. Aspetti generali.....	137
2.5.2. Categoria Acque.....	138
2.5.3. Categoria Massa solida	139
<i>2.6. Sintesi dell'incrocio probabilità – vulnerabilità - rischio e strategie progettuali</i>	<i>140</i>
3. Riferimenti bibliografici.....	142
Allegato II: Check list n. 5 della Circolare del 13 ottobre 2022 n.33.....	143
Allegato III: Check list n.31 della Circolare del 13 ottobre 2022 n.33	146
Allegato IV: Dati tabellari dello studio LCA	147

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

1. PREMESSA

Nell'ottica di raggiungere gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Agenda 2030 dell'ONU, il presente documento rappresenta la Relazione di Sostenibilità dell'Opera con riferimento al progetto **"Raddoppio VIII Sifone - Tratto Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli - fase1"**.

La presente relazione è stata redatta secondo le *"Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC"* di luglio 2021, emanate dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS) ed è volta a fornire una chiara lettura delle potenzialità ed opportunità che l'opera avrà sul territorio.

Nel proseguo della trattazione verranno analizzati i principali aspetti ambientali e sociali correlati alla fase di cantiere e di esercizio dell'opera, allo scopo di fornire un quadro esaustivo della Sostenibilità del progetto in esame.

Dopo una prima disamina degli obiettivi tecnico - funzionali, ambientali e sociali dell'opera verrà descritto il progetto evidenziando le scelte progettuali volte alla gestione sostenibile della cantierizzazione ed al corretto inserimento paesaggistico ambientale dell'opera. Verranno evidenziati i benefici sociali dell'opera ed analizzata la coerenza del progetto con gli obiettivi di base dello stesso. Verranno trattati alcuni temi di notevole importanza per la sostenibilità, tra cui il ciclo di vita dell'opera, la carbon footprint, il consumo di risorse e la resilienza dell'opera.

In aggiunta a quanto detto, il presente documento riporta le analisi e le risultanze per l'applicazione del principio "Do No Significant Harm" (DNSH), attraverso la dimostrazione che il progetto contribuisce ad almeno uno degli obiettivi definiti dal Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia" e "non arreca danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali.

Al fine di agevolare la lettura del presente documento, di seguito il raffronto tra i contenuti della Relazione di sostenibilità dell'opera indicati nelle Linee Guida sopra citate ed il riferimento ai paragrafi del presente documento in cui gli stessi contenuti vengono trattati.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Contenuti relazione di sostenibilità dell'opera (LLGG PFTE)		Rif. Par.
1	la descrizione degli obiettivi primari dell'opera in termini di "outcome" per le comunità e i territori interessati, attraverso la definizione quali e quanti benefici a lungo termine, come crescita, sviluppo e produttività, ne possono realmente scaturire, minimizzando, al contempo, gli impatti negativi;	Cap. 2 e 3
	individuazione dei principali portatori di interessi ("stakeholder") e indicazione dei modelli e strumenti di coinvolgimento dei portatori d'interesse da utilizzare nella fase di progettazione, autorizzazione e realizzazione dell'opera, in coerenza con le risultanze del dibattito pubblico;	Cap. 6
2	l'asseverazione del rispetto del principio di "non arrecare un danno significativo" ("Do No Significant Harm" - DNSH), come definito dal Regolamento UE 852/2020, dal Regolamento (UE) 2021/241 e come esplicitato dalla Comunicazione della Commissione Europea COM (2021) 1054 (Orientamenti tecnici sull'applicazione del citato principio, a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza);	Cap. 7
3	la verifica degli eventuali contributi significativi ad almeno uno o più dei seguenti obiettivi ambientali, come definiti nell'ambito dei medesimi regolamenti, tenendo in conto il ciclo di vita dell'opera;	Par. 7.4
4	una stima della Carbon Footprint dell'opera in relazione al ciclo di vita e il contributo al raggiungimento degli obiettivi climatici;	Par. 8.2 e 8.3
5	una stima della valutazione del ciclo di vita dell'opera in ottica di economia circolare, seguendo le metodologie e standard internazionali (Life Cycle Assessment - LCA) con particolare riferimento alla definizione e all'utilizzo dei materiali da costruzione ovvero dell'identificazione dei processi che favoriscono il riutilizzo di materia prima e seconda riducendo gli impatti in termini di rifiuti generati;	Par. 8.1
6	in ogni caso, l'analisi del consumo complessivo di energia con l'indicazione delle fonti per il soddisfacimento del bisogno energetico, anche con riferimento a criteri di progettazione bioclimatica;	Cap. 9

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Contenuti relazione di sostenibilità dell'opera (LLGG PFTE)		Rif. Par.
7	la definizione delle misure per ridurre le quantità degli approvvigionamenti esterni (riutilizzo interno all'opera) e delle opzioni di modalità di trasporto più sostenibili dei materiali verso/dal sito di produzione al cantiere;	Cap. 4 e 9
8	una stima degli impatti socio-economici dell'opera, con specifico riferimento alla promozione dell'inclusione sociale, la riduzione delle disuguaglianze e dei divari territoriali nonché il miglioramento della qualità della vita dei cittadini;	Cap. 6
9	l'individuazione delle misure di tutela del lavoro dignitoso, in relazione all'intera filiera societaria dell'appalto (subappalto); l'indicazione dei contratti collettivi nazionali e territoriali di settore stipulati dalle associazioni dei datori e dei prestatori di lavoro comparativamente più rappresentative sul piano nazionale di riferimento per le lavorazioni dell'opera;	Cap. 4
10	l'utilizzo di soluzioni tecnologiche innovative, ivi incluse applicazioni di sensoristica per l'uso di sistemi predittivi (struttura, geotecnica, idraulica, parametri ambientali);	Cap. 4
11	l'analisi di resilienza, ovvero la capacità dell'infrastruttura di resistere e adattarsi con relativa tempestività alle mutevoli condizioni che si possono verificare sia a breve che a lungo termine a causa dei cambiamenti climatici, economici e sociali. Dovranno essere considerati preventivamente tutti i possibili rischi con la probabilità con cui possono manifestarsi, includendo non solo quelli ambientali e climatici ma anche quelli sociali ed economici, permettendo così di adottare la soluzione meno vulnerabile per garantire un aumento della vita utile e un maggior soddisfacimento delle future esigenze delle comunità coinvolte.	Cap. 10

Tabella 1-1 Raffronto contenuti LLGG PFTE con i contenuti del presente documento

Al fine di non appesantire il presente documento e renderlo più agevole nella lettura, alla Relazione di sostenibilità dell'opera "Raddoppio VIII Sifone - Tratto Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli - fase 1" sono allegati i seguenti documenti:

- ALLEGATO I: Analisi della vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici;
- ALLEGATO II: Check list n. 5 della Circolare del 13 ottobre 2022 n. 33.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- ALLEGATO III: Check list n. 31 della Circolare del 13 ottobre 2022 n. 33.
- ALLEGATO IV: Dati tabellari dello studio LCA.

2. IL CONTRIBUTO DEL PROGETTO ALLA STRATEGIA GLOBALE DI SVILUPPO SOSTENIBILE

L'insorgere della pandemia di Covid-19 ha cambiato le prospettive economiche. Al fine di sostenere gli investimenti in questa situazione particolare, a livello dell'Unione Europea il dispositivo per la ripresa e la resilienza proposto tramite il Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio COM(2020) 408 final offre un sostegno finanziario su larga scala agli investimenti pubblici e alle riforme, che renderanno le economie degli Stati membri più resilienti e meglio preparate per il futuro.

Secondo tale regolamento gli stati Membri redigono il proprio Piano per la Ripresa e la Resilienza (PNRR).

In quest'ambito, Acea ATO2 è stata coinvolta ed ha rivalutato le opere strategiche già previste e non nel Programma degli Interventi approvato, che potrebbero avere un'accelerazione in termini di tempi e sostenibilità finanziaria tramite gli strumenti di finanziamento.

Per quanto riguarda il settore idrico, Acea ATO2 sta portando avanti un CLUSTER di progetti strategici che sono finalizzati alla Messa in Sicurezza dell'intero sistema acquedottistico Peschiera dell'ATO2.

Con il DPCM del 18/04/2021 sono state riconosciute queste Opere e nominato l'Ing. Massimo Sessa come Commissario Straordinario per la loro attuazione e con DL 31/05/2021 è stato rilasciato il Decreto semplificazioni per agevolare l'iter autorizzativo di queste opere.

Ad Agosto 2021 è stato inoltre emanato il Decreto del MEF che assegna i 191,5 miliardi di euro del PNRR italiano tra le Amministrazioni titolate sugli interventi.

Le Linee guida elaborate dalla Commissione Europea per l'elaborazione dei PNRR identificano le Componenti come gli ambiti in cui aggregare progetti di investimento e riforma dei Piani stessi.

Il Piano Nazionale Ripresa e resilienza italiano si articola in sedici Componenti, raggruppate in sei Missioni.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

L'intervento di Raddoppio del VIII Sifone tra Casa Valeria e l'Uscita Galleria Ripoli si inserisce nella seguente Missione:

Missione M2: RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA

Componente C4: TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA

M2C4.4: GARANTIRE LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE RISORSE IDRICHE LUNGO L'INTERO CICLO E IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' AMBIENTALE DELLE ACQUE INTERNE E MARITTIME

Investimento 4.1: Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico

La Missione 2 "è volta a realizzare la transizione verde ed ecologica della società e dell'economia per rendere il sistema sostenibile a garantire la sua competitività. Comprende interventi per l'agricoltura sostenibile e per migliorare la capacità di gestione dei rifiuti; programmi di investimento e ricerca per le fonti di energia rinnovabili; investimenti per lo sviluppo delle principali filiere industriali della transizione ecologica e la mobilità sostenibile. Prevede inoltre azioni per l'efficientamento del patrimonio immobiliare pubblico e privato; e iniziative per il contrasto al dissesto idrogeologico, per salvaguardare e promuovere la biodiversità del territorio. E per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e la gestione sostenibile ed efficiente delle risorse idriche."

Alla luce di ciò, si vuole evidenziare che l'Italia è particolarmente esposta ai cambiamenti climatici e deve accelerare il percorso verso la neutralità climatica nel 2050 e verso una maggiore sostenibilità ambientale.

Gli investimenti nelle infrastrutture idriche sono stati insufficienti per anni e causano oggi rischi elevati e persistenti di scarsità e siccità.

Le sempre più frequenti crisi idriche, dovute ai cambiamenti climatici in atto, comportano la necessità di rendere più efficienti e resilienti le infrastrutture idriche primarie per usi civili, agricoli, industriali e ambientali, in modo da garantire la sicurezza dell'approvvigionamento idrico in tutti i settori e superare la "politica di emergenza".

L'investimento mira a garantire, pertanto:

- la sicurezza dell'approvvigionamento idrico di importanti aree urbane;
- l'adeguamento e mantenimento della sicurezza delle opere strutturali;
- una maggiore resilienza delle infrastrutture, anche in un'ottica di adattamento ai cambiamenti climatici in atto.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Si precisa, inoltre, che per la presente relazione si è fatto riferimento alla Circolare del 30 dicembre 2021 n. 32 - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH) ed alle schede tecniche allegate, nonché alla Circolare del 13 ottobre 2022 n. 33 "Aggiornamento Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH)"

Nel caso del progetto in esame, relativo alla realizzazione della prima fase del progetto di Raddoppio dell'VIII Sifone Tratto Casa Valeria – Uscita Galleria Ripoli, rientrante nella Missione M2C4 Investimento 4.1 ("Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico"), si specifica come le schede di interesse risultino la Scheda 5 "Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici" e la Scheda 31 "Irrigazione" allegate alla presente relazione.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

3. OBIETTIVI TECNICI-FUNZIONALI E AMBIENTALI E SOCIALI DELL'OPERA

3.1. Individuazione degli obiettivi tecnico-funzionali

Nella logica di assegnare sempre con maggiore enfasi al processo progettuale una modalità di evoluzione che si basi su quella che si potrebbe definire "progettazione per obiettivi", assume un ruolo di primaria importanza l'individuazione, l'interpretazione e la caratterizzazione degli "obiettivi di progetto".

Nei due paragrafi che seguono, pertanto, si esegue questa lettura del progetto distinguendo per praticità e per vocazione gli obiettivi tecnici e funzionali da quelli ambientali e sociali.

Gli obiettivi tecnico-funzionali del progetto sono spesso conseguenza delle criticità riscontrate allo stato attuale. Nel caso in specie si fa presente come il sistema esistente abbia una serie di problematiche che si riversano sul mancato rispetto delle esigenze manifestate dalla collettività che usufruisce del servizio.

Tra le motivazioni e le criticità poste alla base del progetto si riportano le seguenti:

- Vetustà del sistema Acquedottistico esistente realizzato con tecnologie ad oggi ampiamente superate, che da tempo hanno esaurito la vita utile di progetto stimata con un'analogia ai criteri di riferimento della progettazione di nuove Opere;
- Insufficiente robustezza: l'attuale assetto presenta una mancanza intrinseca di robustezza rispetto ad eventi accidentali in grado di compromettere la capacità di trasporto dell'infrastruttura o di provocare una contaminazione della risorsa trasportata;
- Limitata possibilità di ispezione: il sistema acquedottistico ha limitata possibilità di ispezione causata dalle carenze dei sezionamenti, degli scarichi e conseguente impossibilità di monitorare lo stato di conservazione delle strutture e di programmare qualsiasi intervento manutentivo preventivo;
- Inadeguata capacità di trasporto della configurazione attuale, non risulta adeguata al carico effettivamente disponibile.

Gli obiettivi che si intende perseguire con la realizzazione dell'intervento di raddoppio dell'VIII Sifone sono pertanto i seguenti:

- abbattere il rischio di non disporre di una capacità di trasporto adeguata nel territorio del Comune di Roma;
- garantire robustezza, durabilità e affidabilità ed un'idonea flessibilità all'VIII Sifone fino all'uscita della galleria Monte Ripoli;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- superare le attuali criticità dell'adduttrice esistente la quale, nonostante sia progettata per funzionare in pressione, in molte condizioni presenta un livello di carico non sufficiente a garantire il corretto funzionamento della linea stessa;
- adeguare il quadrante al carico disponibile presso i manufatti di Tivoli a seguito della realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio.

Riguardo all'ultimo punto in elenco occorre infatti specificare che con le nuove future opere, il sistema Marcio sarà in grado di fornire l'intera portata di concessione delle sorgenti dell'Acqua Marcia a una quota piezometrica superiore di circa 35 m a quella odierna in zona Tivoli.

Per poter sfruttare la pressione aggiuntiva occorre adeguare l'attraversamento dell'Aniene e la galleria Ripoli esistente, oggi non idonei a sopportare tali livelli di pressione.

Stante le criticità dell'acquedotto esistente, così come sopra esposte, è stato possibile individuare i seguenti Macro Obiettivi Tecnici (MOT) correlati all'opera in progetto:

- MOT.01 Migliorare l'affidabilità e l'efficienza del sistema esistente;
- MOT.02 Garantire l'approvvigionamento idrico del territorio;

È possibile far corrispondere ad ogni Macro Obiettivo Tecnico uno o più Obiettivi Specifici (OST). Di seguito si riportano quelli individuati in relazione all'intervento in esame.

MOT.01 - Migliorare l'affidabilità e l'efficienza del sistema esistente

- OST.1.1 garantire robustezza ed affidabilità del sistema;
- OST.1.2 garantire un servizio sicuro e continuativo al territorio;
- OST.1.3 adeguare la portata di concessione (a seguito della realizzazione del Nuovo Acquedotto Marcio);

MOT.02 - Garantire l'approvvigionamento idrico del territorio;

- OST.2.1 garantire ispezionabilità e monitorabilità del sistema;
- OST.2.2 garantire il fabbisogno idropotabile futuro dell'area servita (ATO2).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

3.2. Individuazione degli obiettivi ambientali e sociali

In analogia a quanto visto dal punto di vista tecnico, nell'ottica di una progettazione integrata e sostenibile sono stati definiti gli obiettivi ambientali e sociali che insieme a quelli tecnico-funzionali costituiscono gli "obiettivi di progetto".

I Macro Obiettivi Ambientali (MOA) dell'opera in progetto sono i seguenti:

- MOA.01 Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e cultura-le per il riequilibrio territoriale;
- MOA.02 Tutelare il benessere sociale;
- MOA.03 Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzandone il prelievo;
- MOA.04 Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo
- MOA.05 Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali

Ad ogni Macro Obiettivo Ambientale sono corrisposti diversi Obiettivi Specifici (OSA), di seguito individuati.

MOA.01 - Conservare e promuovere la qualità dell'ambiente locale, percettivo e culturale per il riequilibrio territoriale:

- OSA.1.1 Garantire un'adeguata tutela del patrimonio culturale: obiettivo del progetto è quello di tutelare il patrimonio culturale circostante l'area di intervento, minimizzando/escludendo le interferenze con i principali elementi paesaggistici, archeologici ed architettonici vincolati e di interesse;
- OSA.1.2 Progettare opere coerenti con il paesaggio: il tracciato previsto deve essere il più possibile compatibile con il paesaggio circostante, in particolare con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio ossia quegli elementi strutturanti il paesaggio.

MOA.02 - Tutelare il benessere sociale:

- OSA.2.1 Tutelare la salute e la qualità della vita: obiettivo del progetto è quello di tutelare la salute dell'uomo ed in generale la qualità della vita;
- OSA.2.2 Proteggere il territorio dai rischi idrogeologici: il presente obiettivo vuole eliminare il più possibile le interferenze tra il progetto e le aree classificate come a pericolosità idraulica e da frane;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- OSA.2.3 Minimizzare il disturbo durante la realizzazione dell'opera: obiettivo del progetto è quello di ridurre il più possibile le emissioni atmosferiche ed acustiche durante le fasi di cantiere.

MOA.03 - Utilizzare le risorse ambientali in modo sostenibile minimizzandone il prelievo:

- OSA.3.1 Preservare la qualità delle acque: obiettivo del progetto è quello di tutelare la qualità delle acque che potrebbero essere inquinate dalle attività in esercizio;
- OSA.3.2 Contenere il consumo di suolo;
- OSA.3.3 Minimizzare la quantità dei materiali consumati ed incrementare il riutilizzo: l'obiettivo è quello di cercare di riutilizzare il più possibile il materiale scavato in modo da minimizzare il consumo di risorse riducendo gli approvvigionamenti da cava.

MOA.04 - Ridurre la produzione di rifiuti, incrementandone il riutilizzo:

- OSA.4.1 Minimizzare la produzione dei rifiuti: allo stesso modo dell'obiettivo precedente, in questo caso si intende minimizzare la produzione di rifiuti e quindi minimizzare i quantitativi di materiale da smaltire, favorendo il riutilizzo dello stesso nell'opera stessa di progetto o presso impianti di recupero o siti di deposito definitivo.

MOA.05 - Conservare ed incrementare la biodiversità e ridurre la pressione antropica sui sistemi naturali:

- OSA.5.1 Conservare e tutelare la biodiversità: l'obiettivo riguarda la tutela della biodiversità attraverso la minimizzazione dell'occupazione di aree naturali e semi naturali al fine di non alterare gli habitat naturali presenti sul territorio.

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO SOTTO IL PROFILO DELLA SOSTENIBILITÀ

4.1. Inserimento dell'opera nel contesto

Dal punto di vista territoriale l'opera in progetto è ubicata all'interno del territorio della provincia di Roma, nel Comune di Tivoli.

In merito al tratto in oggetto, attualmente l'VIII Sifone attraversa inferiormente la Tiburtina Valeria e la ferrovia, per poi superare in ponte tubo il Fiume Aniene e riportarsi al di sotto della quota stradale in prossimità di Largo Saragat. Tale tratto permette di derivare la risorsa idrica dal sistema acquedottistico dell'Acqua Marcia con lo scopo di alimentare il quadrante Sud-Est della città di Roma.

Il presente progetto, facente parte della prima fase funzionale del Raddoppio dell'VIII Sifone tra Casa Valeria e l'Uscita Galleria Ripoli, ha lo scopo di realizzare un raddoppio della prima tratta dell'attuale VIII Sifone, oggi costituita da un ponte canale in pressione di attraversamento del Fiume Aniene, lasciando inalterate le attuali modalità di funzionamento in termini di pressione e portata. L'intervento ha lo scopo di garantire robustezza, durabilità, affidabilità ed un'adeguata flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità del sistema mediante la realizzazione di due condotte in pressione completamente interrato in acciaio rivestite con tubo camicia in calcestruzzo ed il collegamento con l'esistente VIII Sifone.

La totalità della nuova infrastruttura, all'interno della quale ricade la prima fase funzionale di progetto, si inquadra nell'ambito degli interventi necessari ad assicurare l'adduzione della portata captata dalle sorgenti dell'Acqua Marcia verso la città di Roma e i comuni dell'ATO2.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

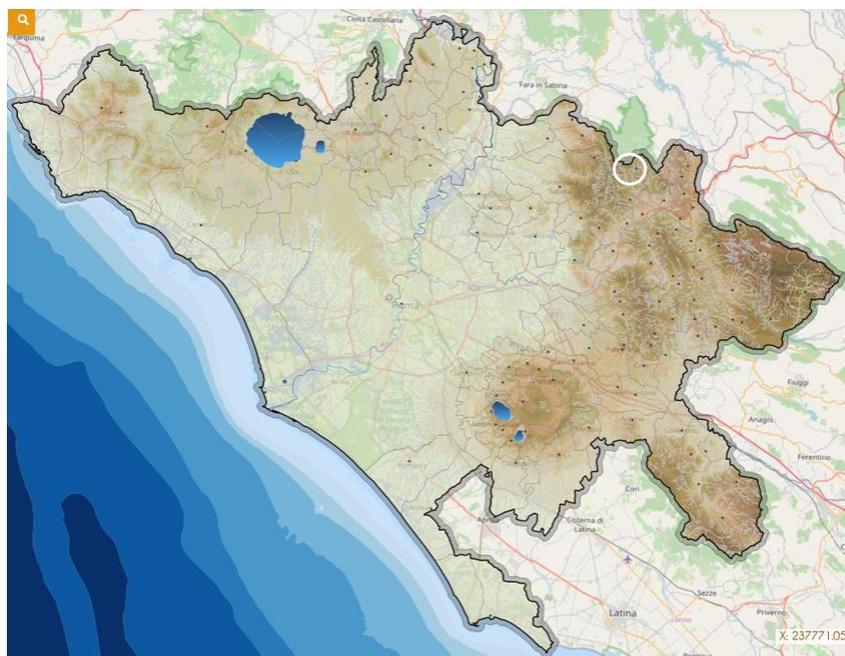


Figura 4-1. Città metropolitana di Roma. In bianco è evidenziata l'area di studio. (Fonte: Città metropolitana di Roma Capitale)

Al fine di inquadrare l'opera nel contesto di riferimento territoriale e ambientale, di seguito si riportano alcune analisi in relazione ai principali vincoli ambientali che sono stati tenuti in considerazione nelle scelte progettuali dell'opera.

Tali analisi ambientali sono state alla base di alcune scelte progettuali, finalizzate a minimizzare le interferenze con aree sensibili e vincolate presenti nel contesto di riferimento. La scelta del tracciato completamente interrato, la scelta delle tecniche di scavo, dell'individuazione delle aree di cantiere, della gestione dei materiali, delle altezze e dimensioni dei manufatti fuori terra, nonché le best practice previste durante le lavorazioni di cantiere sono tutti elementi che concorrono a rendere l'opera sostenibile dal punto di vista ambientale ed inserita correttamente all'interno del contesto paesaggistico di riferimento.

Di seguito si riportano quindi le principali analisi di contesto in cui il progetto si inserisce, distinguendo per ogni aspetto ambientale le interferenze del progetto sia in fase di cantiere che di esercizio.

Risulta evidente, infatti, come in fase di cantiere il territorio interessato sia maggiore rispetto alla fase di esercizio, in quanto le condotte in progetto sono previste totalmente interrate e quindi l'area interessata dagli scavi a cielo aperto ed i pozzi previsti per il microtunnelling verrà totalmente ripristinata allo stato originario, così come le aree previste per i cantieri fissi. In fase di esercizio, quindi, vengono considerati come elementi di interferenza solamente i manufatti fuori terra, di dimensioni esigue.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

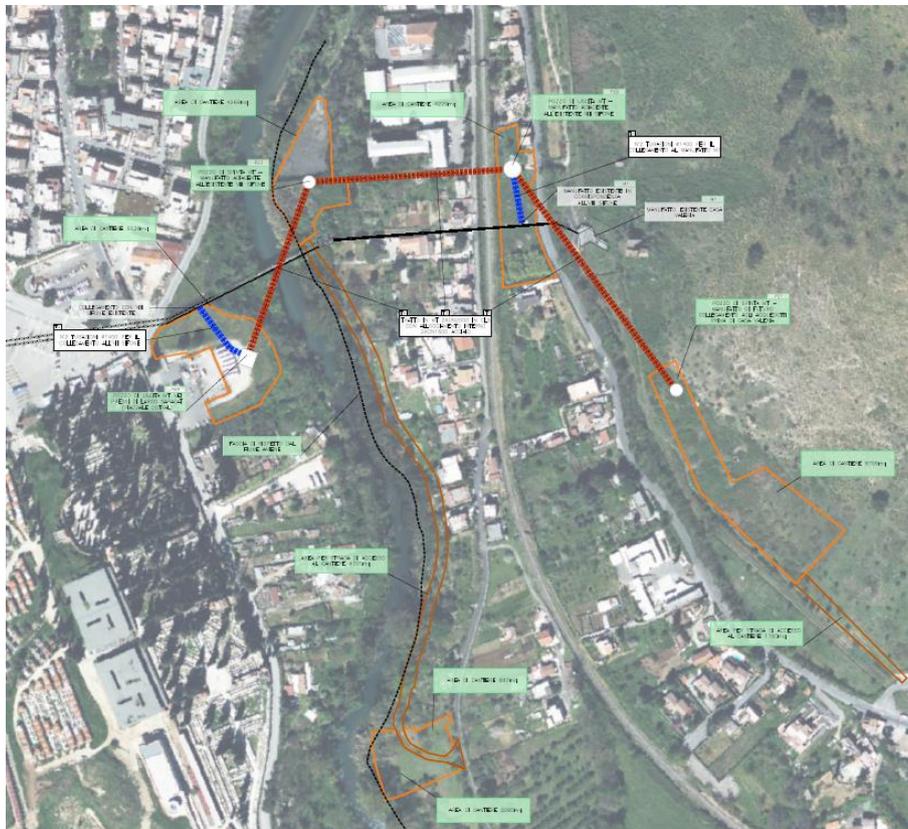


Figura 4-2 Opere di progetto ed aree di cantiere - Raddoppio VIII Sifone

Entrando nel merito delle analisi territoriali e ambientali, rispetto al sistema vincolistico ed in particolare in relazione ai beni paesaggistici, si è fatto riferimento alla Tavola B del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) del Lazio, dalla quale emerge la presenza di diversi beni.

Fase di cantiere:

- *Individuazione degli immobili e delle aree di notevole interesse pubblico (art. 134 co, I lett.a e art. 136 D.Lgs. 42/2004)*
 - *lett. c) e d) beni d'insieme: vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche (Art. 8 NTA) - cd058_141 Monti Lucretili*
- *Ricognizione delle aree tutelate per legge (art. 134 co, I lett.b e art. 142 D.Lgs. 42/2004)*
 - *lett. c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 36 NTA) c058_0172 – Fiume Aniene*
 - *lett. f) protezione dei parchi e delle Riserve Naturali (Art. 38 NTA) - f057 Riserva Naturale Regionale Monte Catillo*

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- *lett. g) protezione delle aree boscate*
- *lett. m) protezione linee di interesse archeologico e relativa fascia di rispetto (Art. 42 NTA) ml_0262_Acquedotto sotto terra Anio Vetus*
- *Individuazione del patrimonio identitario regionale (art, 134 co. I lett c) D.Lgs. 42/2004)*
 - *Beni puntuali testimonianza dei caratteri archeologici e storici e relativa fascia di rispetto (Art. 46 NTA), tp_058_2227 e tp_058_2228 – punti archeologici tipizzati;*
 - *Beni lineari testimonianza dei caratteri archeologici e storici e relativa fascia di rispetto (Art.46 NTA), tl_0317 – linee archeologiche tipizzate.*

Fase di esercizio:

- *Individuazione degli immobili e delle aree di notevole interesse pubblico (art. 134 co, I lett.a e art. 136 D.Lgs. 42/2004)*
 - *lett. c) e d) beni d'insieme: vaste località con valore estetico tradizionale, bellezze panoramiche (Art. 8 NTA) - cd058_141 Monti Lucretili*
- *Ricognizione delle aree tutelate per legge (art. 134 co, I lett.b e art. 142 D.Lgs. 42/2004)*
 - *lett. c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 36 NTA) c058_0172 – Fiume Aniene*
 - *lett. f) protezione dei parchi e delle Riserve Naturali (Art. 38 NTA) - f057 Riserva Naturale Regionale Monte Catillo*
- *Individuazione del patrimonio identitario regionale (art, 134 co. I lett c) D.Lgs. 42/2004)*
 - *Beni lineari testimonianza dei caratteri archeologici e storici e relativa fascia di rispetto (Art.46 NTA), tl_0317 – linee archeologiche tipizzate.*

In relazione ai beni culturali si è fatto riferimento alla Tavola C del PTPR, dalla quale emerge che l'area di progetto è interessata dai seguenti beni del patrimonio culturale:

- *va_0590 – senza nome*
- *sp_041 - schema piano regionale dei parchi*
- *pac_019 – Parchi archeologici e culturali*
- *pascoli, rocce, aree nude*

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- *sistema agrario permanente*
- *aree con fenomeni di frazionamento fondiario*

Non si rileva tuttavia la presenza di beni culturali ai sensi dell'art.10 del Codice.

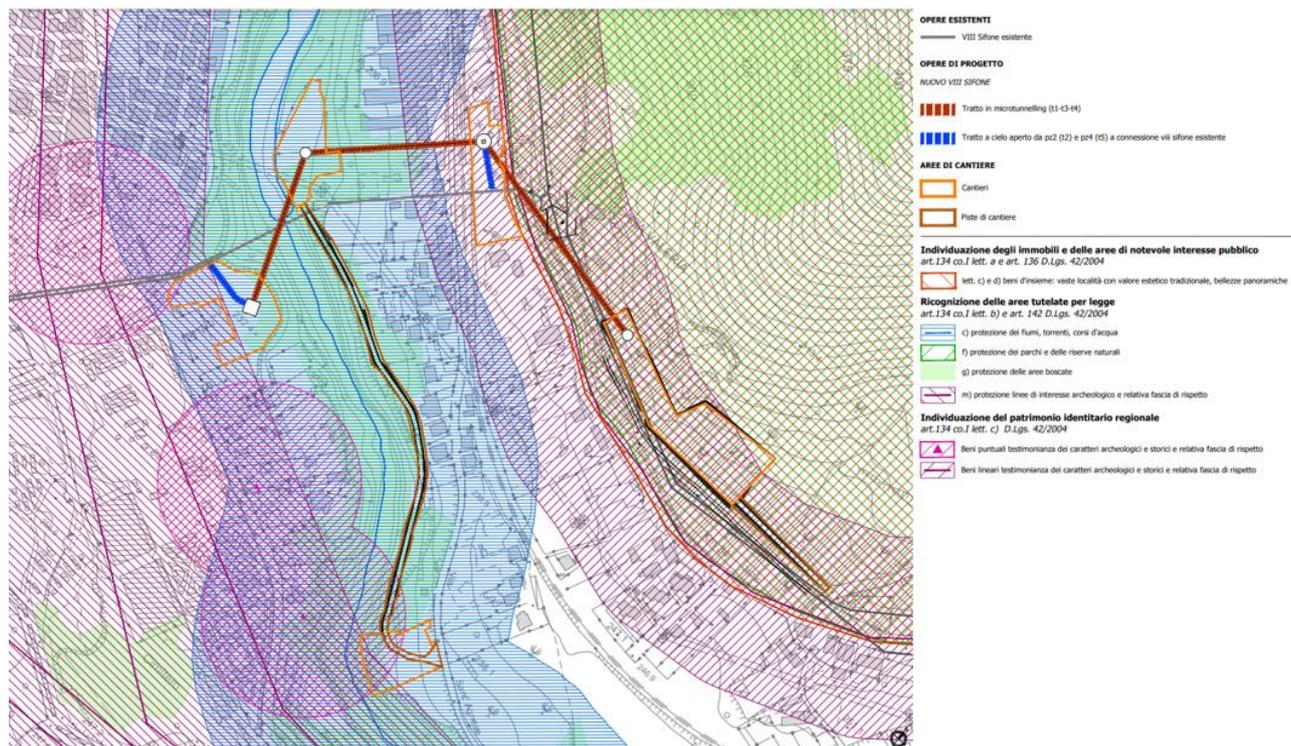


Figura 4-3 Carta dei vincoli e delle tutele (elaborazione shapefile Tav. B PTPR Lazio)

Stante l'analisi effettuata si specifica che verrà redatta apposita Relazione Paesaggistica ai fini dell'ottenimento dell'Autorizzazione Paesaggistica.

In riferimento alle Aree Naturali Protette, si rileva la presenza di:

- EUAP 1038 *Monte Catillo*, (interessato dal pozzo PZ1 e relativa area di cantiere e parte del tratto T1)

Non si rileva invece la presenza di aree appartenenti alla Rete Natura 2000, come si evince dallo stralcio della "*Carta delle aree naturali protette e altre aree di interesse conservazionistico*" riportata di seguito.

Il sito più vicino è la ZSC IT6030033 "*Travertini Acque Albule (Bagni di Tivoli)*" a circa 4 km di distanza (cfr. Figura 4-4).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

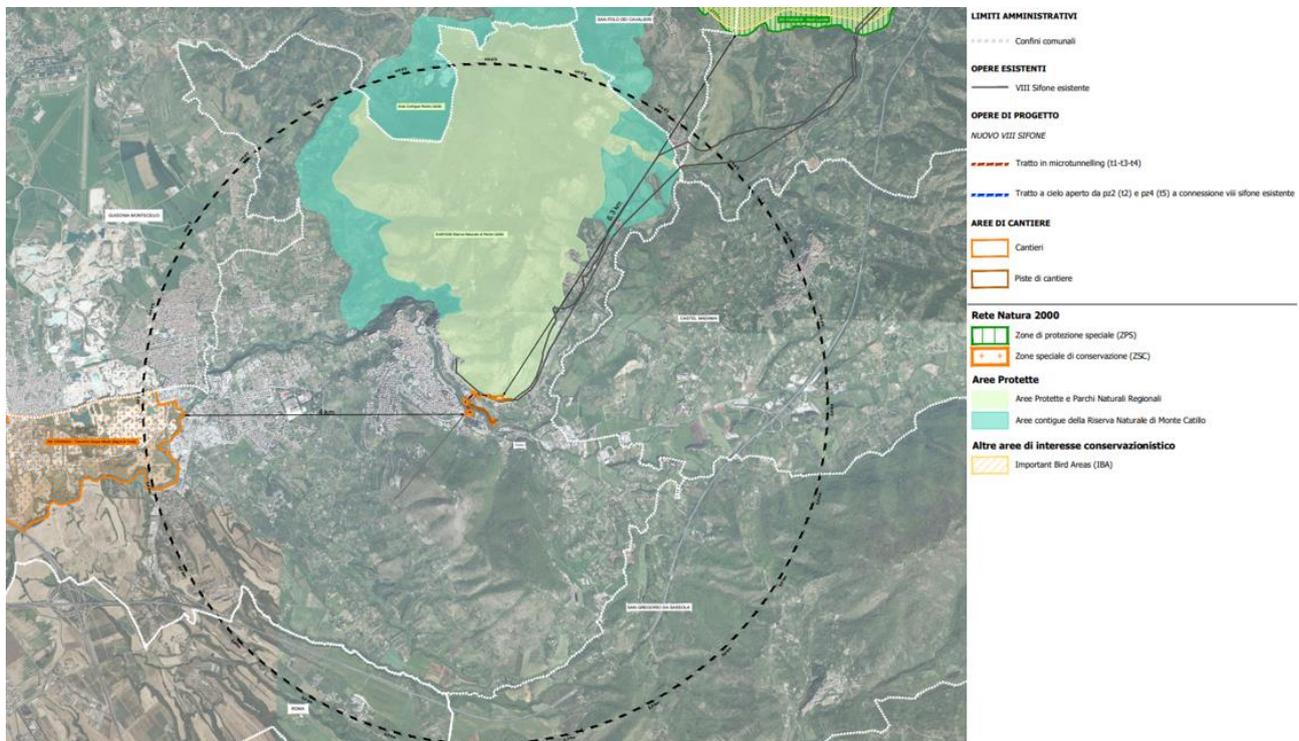


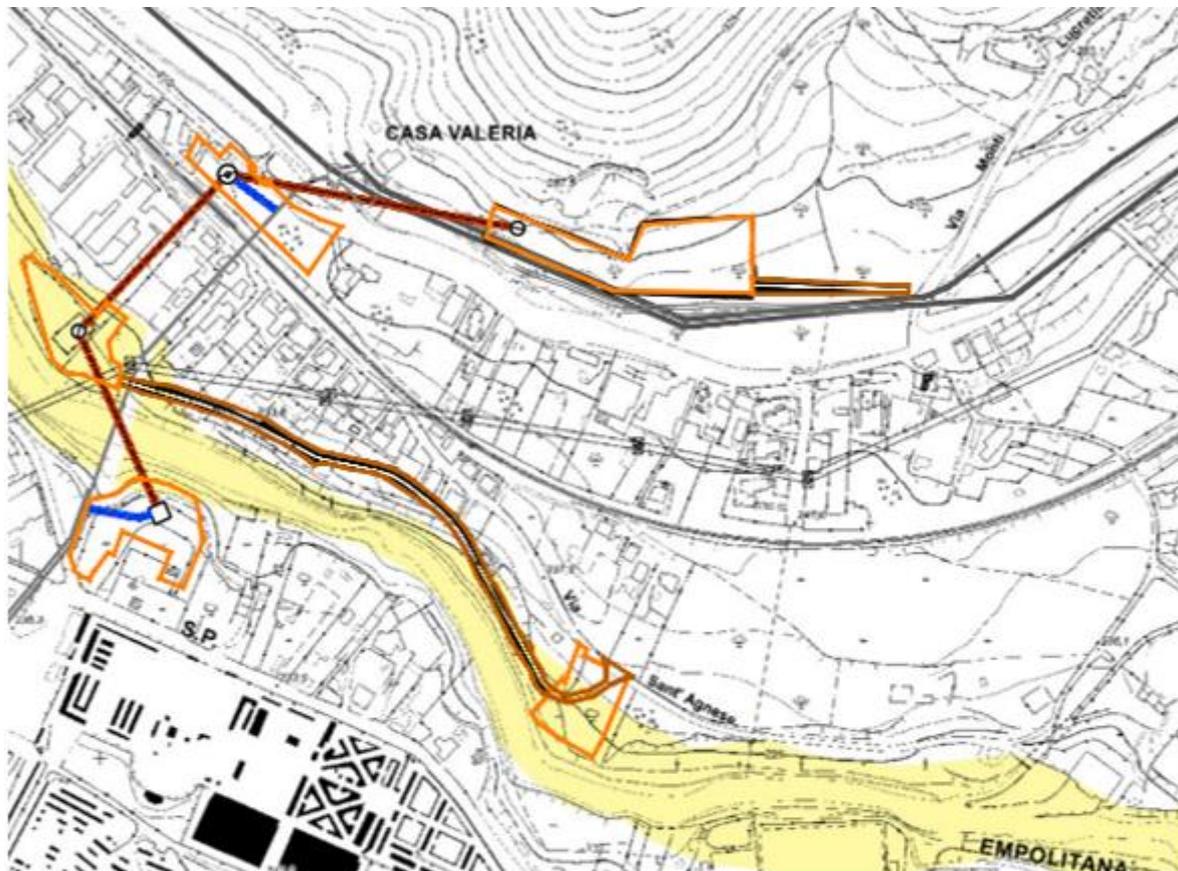
Figura 4-4 Carta delle aree naturali protette e altre aree di interesse conservazionistico

In ultimo, sempre con riferimento ad aree vincolate, la consultazione della Cartografia del Vincolo Idrogeologico della Regione Lazio acquisita dai rispettivi Comandi Provinciali del Corpo Forestale dello Stato, e in particolare quello della Provincia di Roma, non ha evidenziato la presenza di aree sottoposte a vincolo idrogeologico in corrispondenza dell'area di progetto.

Dal punto di vista della pericolosità idraulica e geomorfologica si fa riferimento rispettivamente alle mappe del PGRA e del PAI.

In Figura 4-5 si riportano, unite, le tavole della *Carta della pericolosità idraulica* (89P, 90P, 91P e 92P) del secondo ciclo del PGRAAC.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA



Stralcio PGRA - Carta della pericolosità idraulica

Classi di pericolosità

-  P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
-  P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
-  P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)
-  P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti da ingressione marina)
-  Bacini con alta vulnerabilità alle flash floods

Figura 4-5 PGRAAC - Carta della pericolosità idraulica (tavole 89P,90P,91P e 92P)

In Figura 4-6 si riportano, unite, le tavole della *Carta del rischio idraulico* (89P, 90P, 91P e 92P) del secondo ciclo del PGRAAC. Le opere e le relative aree di cantiere interessate ricadono nella classe di rischio più bassa R1- rischio moderato o nullo.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

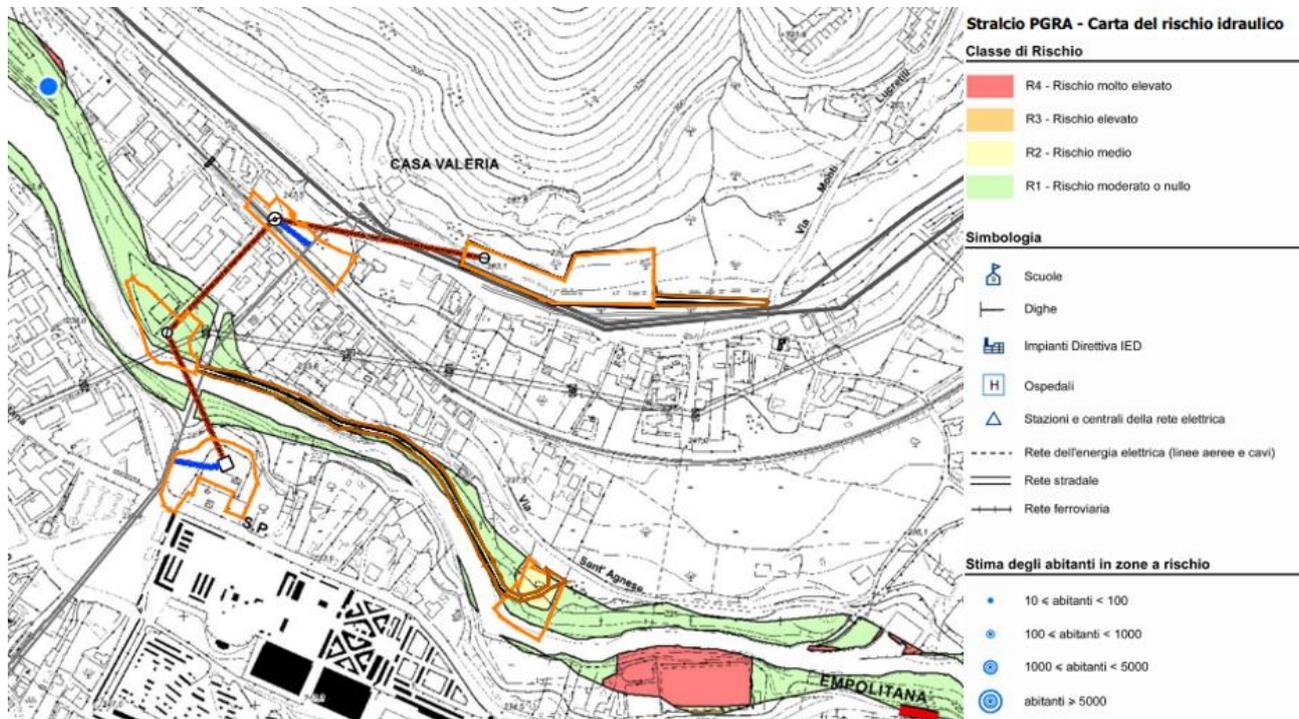


Figura 4-6 PGRAAC - Carta del rischio idraulico (tavole 89P,90P,91P e 92P)

In Figura 4-7 è riportato invece lo stralcio della Carta delle pericolosità geomorfologica del PAI per l'area di interesse.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

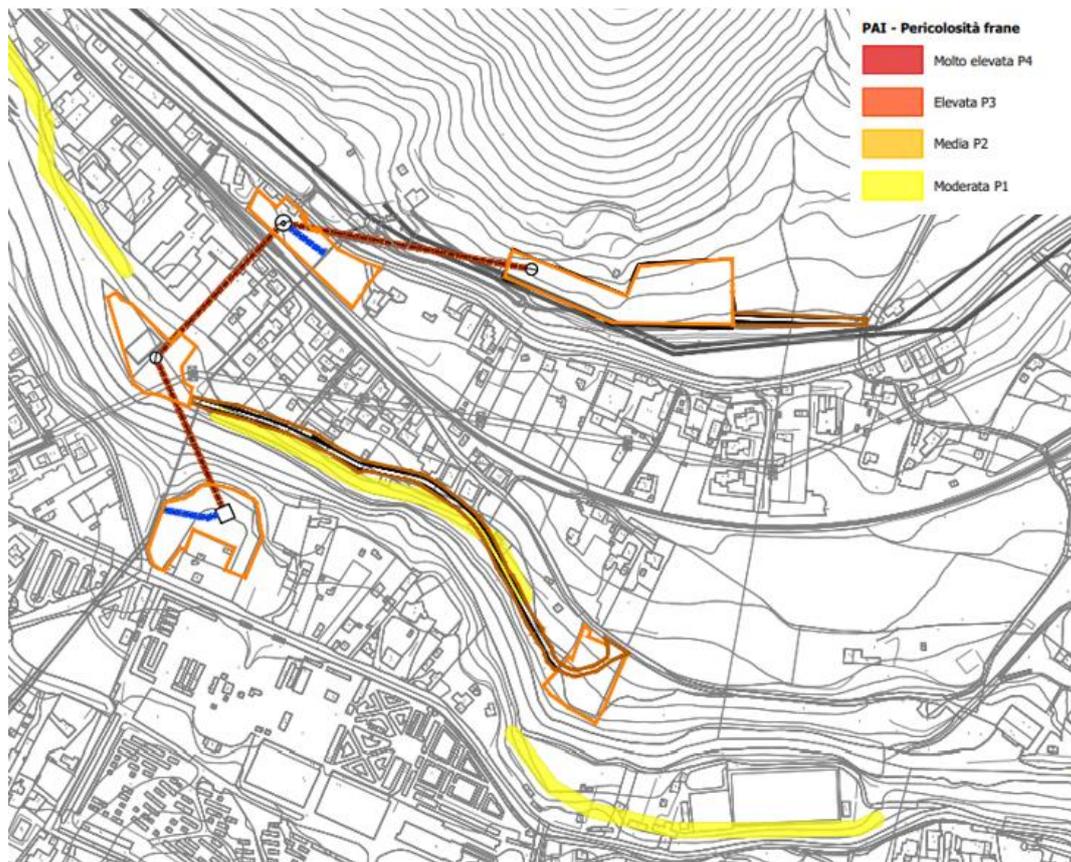


Figura 4-7 Frane cartografate nel PAI – Stralcio elaborato grafico Carta della pericolosità geomorfologica

In ultimo, sulla base della Carta dell'uso del suolo della Regione Lazio¹ è stato possibile individuare le aree interessate dal progetto, sia in fase di cantiere che di esercizio, distinguendo le diverse tipologie di suolo agricolo e naturale.

Fase di cantiere:

- Oliveti
- Cespuglieti ed arbusteti
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Boschi di latifoglie

Fase di esercizio:

- Oliveti
- Cespuglieti ed arbusteti

¹ Regione Lazio, Open-data, shape file Carta Uso del suolo aggiornamento 2016

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- Sistemi colturali e particellari complessi

Si specifica che in termini quantitativi di superfici interessate, l'area di progetto interessa prevalentemente "Oliveti", "cespuglieti ed arbusteti" e "Sistemi colturali e particellari complessi".

Nella figura seguente si riporta uno stralcio della *Carta dell'uso del suolo* dell'area in oggetto.

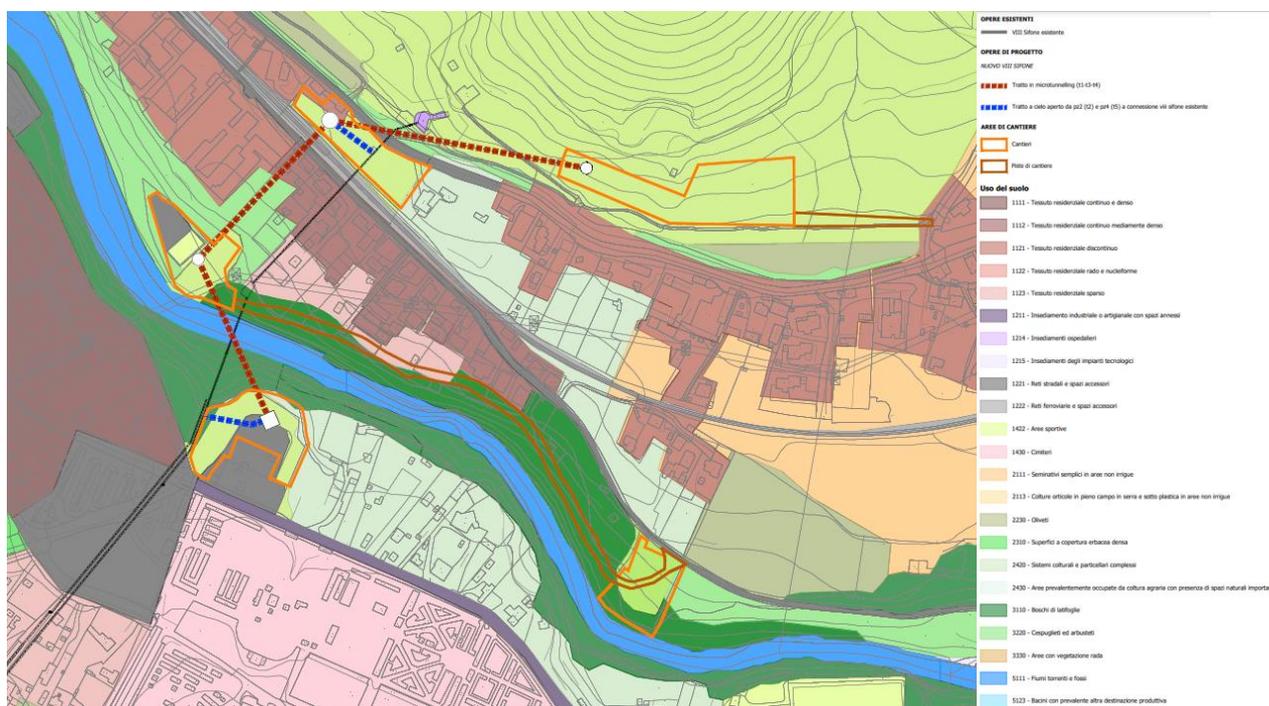


Figura 4-8 Carta uso del suolo dell'area di interesse (Fonte: Geoportale della Regione Lazio, Corine Land Cover aggiornato al 2016.)

Come sopra anticipato, tali analisi ambientali sono state alla base di alcune scelte progettuali, finalizzate a minimizzare le interferenze con aree sensibili e vincolate presenti nel contesto di riferimento. La scelta del tracciato completamente interrato, la scelta delle tecniche di scavo, dell'individuazione delle aree di cantiere, della gestione dei materiali, delle altezze dei manufatti fuori terra, nonché le best practice previste durante le lavorazioni di cantiere sono tutti elementi che concorrono a rendere l'opera sostenibile dal punto di vista ambientale ed inserita correttamente all'interno del contesto paesaggistico ambientale di riferimento, come meglio trattato nel proseguo del documento.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

4.2. Caratteristiche tecnico-funzionali dell'opera

Tra le motivazioni poste alla base del progetto del Raddoppio del VIII Sifone figura l'importanza prioritaria dell'opera per il superamento dei rischi insiti nell'approvvigionamento idropotabile dell'area metropolitana romana che coinvolge fasce del territorio di ATO2, più o meno ampie a seconda dei casi deficitari di portata derivanti dall'interruzione prolungata dell'esercizio di una o di entrambe le condotte dell'Acquedotto Marcio esistente.

Attualmente l'VIII Sifone permette di derivare la risorsa idrica dal sistema acquedottistico dell'Acqua Marcia con lo scopo di alimentare il quadrante Sud-Est della città di Roma. Il suo tracciato completo è lungo circa 11 km, dal Manufatto di Casa Valeria sino al Manufatto di Osa Pedemontana.

Per quanto concerne il progetto in esame, si fa riferimento al tratto di VIII Sifone compreso tra il Manufatto di Casa Valeria e il calice di sfioro localizzato a monte della galleria in pressione verso Colle Ripoli.

Stante le criticità dell'acquedotto esistente, già evidenziate al par.3.1, emerge la necessità di potenziare il sistema esistente attraverso la realizzazione delle nuove condotte.

Le alternative progettuali definite sono state sottoposte ad una valutazione comparativa, relativa a tutti i criteri e requisiti considerati per gli aspetti progettuali valutati al fine di individuare l'alternativa progettuale complessivamente più vantaggiosa.

Il tracciato della condotta di adduzione deriva da una dettagliata analisi, considerando diverse possibili alternative, al fine di tener conto di alcuni vincoli/interferenze presenti sul territorio (attraversamenti ferroviari e stradali, vincoli imposti dalle normative ambientali, paesaggistiche, territoriali ed urbanistiche, sia a carattere generale che settoriale, ecc.), individuando così il percorso più idoneo sotto gli aspetti funzionali, economici e meno impattanti sul territorio. È stata successivamente effettuata una approfondita verifica di campo, mediante sopralluoghi nelle aree interessate, con "camminamenti" lungo i tracciati preventivamente individuati. A valle delle risultanze di tali operazioni di campo, sono state apportate tutte le più opportune variazioni dei tracciati in relazione alle oggettive situazioni riscontrate sul territorio oggetto d'indagine.

Si precisa che, nell'ambito della redazione del presente progetto, ai fini della risoluzione delle interferenze dell'infrastruttura stradale di collegamento Est-Ovest della direttrice Tiburtina, denominata "Passante Est" prevista dal progetto sviluppato dal Dipartimento VII-Viabilità e Infrastrutture servizio 2 - Viabilità zona sud della Città metropolitana di

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Roma Capitale (rappresentato nella figura sottostante), è stato istituito un tavolo tecnico tra ACEA ATO 2 SpA e CMRC finalizzato alla messa a punto di soluzioni condivise.

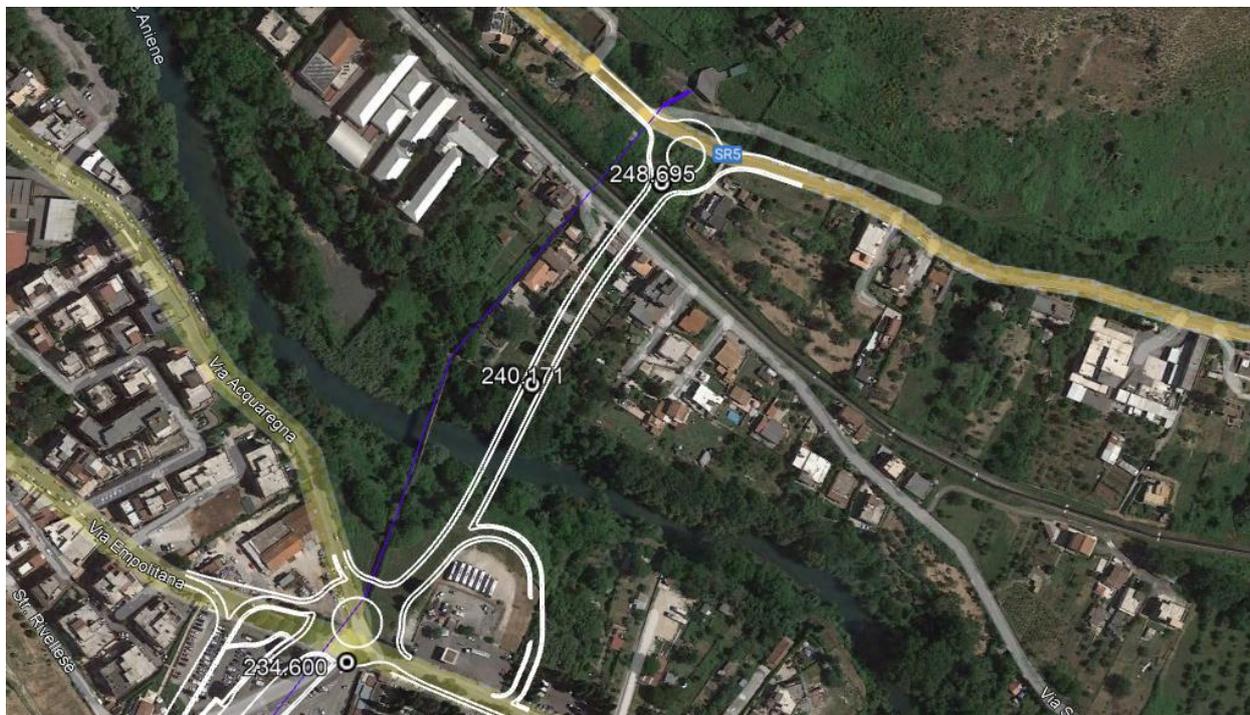


Figura 4-9 Progetto dell'infrastruttura stradale di collegamento Est-Ovest della direttrice Tiburtina, denominata "Passante Est"

In particolare, il progetto della nuova viabilità interferisce con gli assetti esistenti; l'area risulta, infatti, attraversata sia dal Sifone VIII DN1400 mm in acciaio sia dalla condotta di scarico parallela al Sifone VIII interferenti con la rotatoria n.2 di progetto su Largo Saragat nonché dalle condotte fognarie su Largo Giuseppe Saragat, Via Empolitana e Via Acquaregna.

Nell'ambito del tavolo tecnico è stata condivisa la necessità, ai fini della risoluzione dell'interferenza di cui sopra, di prevedere all'interno del progetto della nuova viabilità la posa in opera di due condotte in acciaio, quindi posate all'interno della sede stradale lungo il cavalcaferrovia, e di presentare all'interno della procedura di VIA in corso anche il progetto denominato "A258PD - Raddoppio VIII sifone Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli". In definitiva, agli inizi del 2021 è stata sviluppata una prima idea progettuale, collegata all'opera stradale prevista da CMRC e presentata ad Acea Ato2, che avrebbe consentito una sinergia con il ponte stradale e pedonale previsto per attraversare il fiume Aniene. Tale sinergia è sfumata in relazione al non avanzamento del progetto stradale stesso. Acea Ato2 ha quindi intrapreso una progettualità autonoma.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- valutazione degli aspetti tecnici realizzativi, aspetti patrimoniali, aspetti vincolistici / autorizzativi, aspetti interferenze e tempi di realizzazione, in base ai quali sono definite e descritte le alternative progettuali;
- analisi multicriteria, al fine di individuare la soluzione ottimale di progetto per la collettività.

La metodologia utilizzata è di tipo quali-quantitativa, finalizzata alla formulazione di un giudizio di convenienza dell'intervento in funzione di più criteri di riferimento, in cui per ogni criterio e requisito esaminato è stata rappresentata l'entità dell'impatto o dell'interferenza adottando la seguente scala di colori dal verde (impatto nullo o trascurabile) al rosso (impatto alto):

NULLO O TRASCURABILE	
BASSO	
MEDIO	
ALTO	

Figura 4-11 Entità interferenza

La somma dei differenti livelli di impatto ha consentito di determinare la soluzione ottimale sviluppata nel PFTE.

Per la valutazione complessiva, è di seguito riportata l'analisi multicriteria relativa a tutti i requisiti e criteri considerati, per gli aspetti tecnici realizzativi, patrimoniali, ambientali e geologici, aspetti legati alle interferenze al fine di individuare l'alternativa progettuale complessivamente più vantaggiosa.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

	REQUISITI/CRITERI	ALT PRG			
		a	b	c	d
Aspetti tecnici e realizzativi	A.1. Ottimizzazione / aumento affidabilità sistema idrico esistente				
	A.2. Robustezza				
	A.3. Interferenze con infrastrutture esistenti/fabbricati esistenti				
	A.4. Facilità di posa/esecuzione				
	A.5. Compatibilità con la continuità dell'esercizio esistente durante i lavori				
	A.6. Ispezionabilità ed aspetti manutentivi				
	A.7. Aspetti gestionali e di esercizio				
	A.8. Complessità di cantierizzazione				
	A.9. Interferenza con zone ad elevata sensibilità archeologica				
Aspetti patrimoniali	B.1. Problematiche patrimoniali				
	B.2. Evitare di invadere colture importanti				
	B.3. Prevedere tracciati facilmente accessibili in previsione di future manutenzioni				
Aspetti ambientali/ geologici/ paesaggistici/ vincolistici/ autorizzativi					
	C.1. Interferenza con i "beni paesaggistici"				
	C.2. Interferenza con zone ad elevata sensibilità archeologica				
	C.3. Compatibilità dell'opera con aree a rischio frana				
	C.4. Compatibilità dell'opera con aree a rischio idraulico				
	C.5. Impatto sulla circolazione idrica sotterranea				
	C.6. Compatibilità dell'opera con aree a rischio sismico/autorizzazione sismica				
	C.7. Problematiche di carattere litotecnico, geomeccanico e geologico-strutturale				
	C.8. Interferenza con sottosuolo-gestione e materiale di scavo				
	C.9. Compatibilità ecosistema fluviale				
	C.10. Consumo di suolo (mq consumo di suolo)				
C.11. Impatto visivo / paesaggio (Visibilità della nuova opera)					
Aspetti legati alle interferenze					
	D.1. Interferenza con linee ferroviarie				
	D.2. Interferenza con linee Alta Tensione (interrate o aeree)				
	D.3. Interferenza con linee elettriche media e bassa tensione (interrate o aeree)				
	D.4. Presenza di alberature				
	D.5. Interferenza con condotte SNAM				
D.6. Interferenza con linee telefoniche					

Figura 4-12 Risultati Analisi Multicriteria

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dalla valutazione finale a seguito dell'analisi effettuata l'alternativa progettuale complessivamente più vantaggiosa risulta essere **l'alternativa b)**.

Di seguito si riporta una descrizione delle opere in progetto facenti parte della prima fase funzionale del Raddoppio dell'VIII Sifone Casa Valeria – Uscita Galleria Ripoli.

In particolare, vengono descritti i macro-tratti in cui è stato suddiviso il progetto, secondo lo schema riportato nella figura seguente:

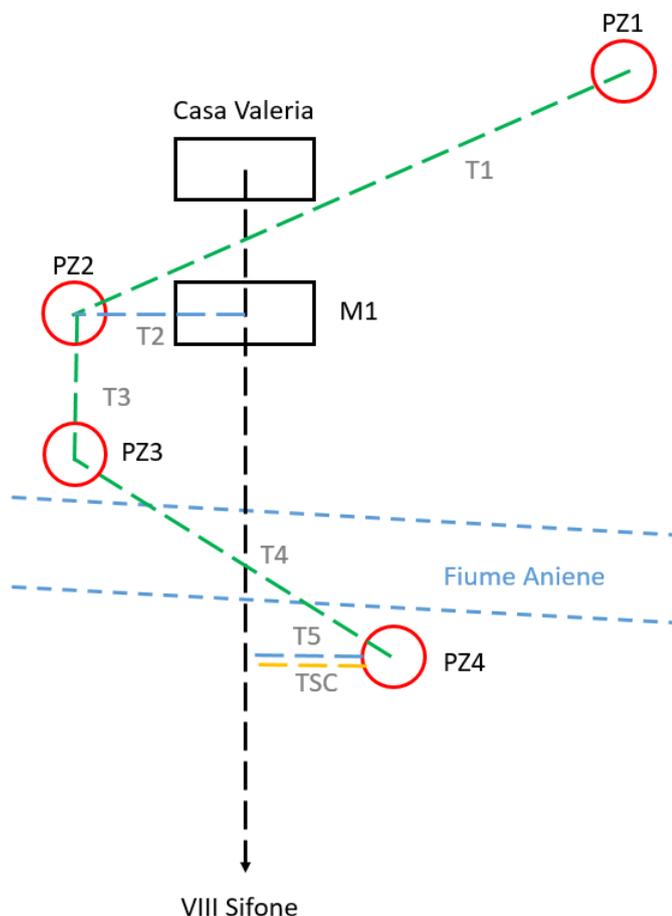


Figura 4-13 Schema con individuazione Macro Tratti di progetto

- Tratto di collegamento dal Pozzo di spinta MT PZ1 al Pozzo di uscita MT PZ2 (denominato T1)

Tale tratto T1, di lunghezza complessiva di circa 240 m, è costituito da due condotte DN1600 mm in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 mm posate mediante microtunneling al fine di limitare eventuali interferenze durante la fase di posa e permettono il collegamento tra il Manufatto PZ1 e le condotte di

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

progetto DN1600 mm posate all'interno dell'opera di attraversamento dell'Aniene.

I pozzi PZ1 e PZ2 sono costituiti da manufatti circolari completamente interrati con un diametro interno di 11 m e 15 m rispettivamente. Il pozzo PZ1 è realizzato all'interno del piazzale limitrofo al manufatto di Casa Valeria, mentre il pozzo PZ2 è posizionato tra la Via Tiburtina Valeria e la ferrovia in adiacenza all'esistente manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1.

All'interno del manufatto PZ1, i due DN1600 mm sono chiusi con due piatti cechi, in modo da costituire una predisposizione per un futuro punto di allaccio in grado di intercettare il 1° e il 2° Acquedotto Marcio bypassando così il nodo di Casa Valeria. In questo segmento di tubazioni non transita portata relativamente al funzionamento previsto per le opere di progetto comprese nella prima fase funzionale, ma risulta propedeutico alla realizzazione delle fasi successive degli interventi previsti sul sistema.

- Tratto di collegamento dal Pozzo di uscita MT PZ2 al Pozzo di spina MT PZ3 (denominato T3)

Tale tratto T3, di lunghezza complessiva di circa 180 m, è costituito da due condotte DN1600 mm in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 mm posate mediante microtunneling.

Durante la fase di cantiere le tubazioni verranno spinte in un primo tratto T3 dal pozzo PZ3, manufatto completamente interrato con un diametro interno di 11 m posto in destra idrografica del Fiume Aniene, verso il Pozzo PZ2 ed un secondo tratto T4 dal Pozzo PZ3 verso il manufatto PZ4.

- Tratto di collegamento dal Pozzo di spinta MT PZ3 al Pozzo di uscita MT PZ4 (denominato T4)

Tale tratto T4, di lunghezza complessiva di circa 160 m, è costituito da due condotte DN1600 mm in acciaio rivestite con tubo camicia in cls DN2000 mm posate mediante microtunneling al fine di permettere l'attraversamento in subalveo del Fiume Aniene.

All'interno del manufatto circolare PZ4, completamente interrato e con una dimensione interna di 14 m x 14 m, viene anche realizzato il collegamento per lo scarico dell'intero sistema costituente il Nuovo VIII Sifone (Tratto TSC).

- Tratto di collegamento tra il manufatto M1 alla connessione con le condotte in arrivo al nodo PZ2 (denominato T2) e dall'VIII Sifone al nodo PZ4 (denominato T5)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Tali tratti sono costituiti da due condotte DN1400 mm in acciaio che permettono di derivare la risorsa idrica in uscita dal tronco dell'VIII Sifone esistente alle nuove condotte di progetto al nodo di connessione PZ2 posto tra la Via Tiburtina Valeria e la ferrovia ed al nodo PZ4 in sinistra idrografica del Fiume Aniene.

All'interno del manufatto PZ2, collocato in adiacenza all'esistente manufatto d'ispezione dell'VIII Sifone M1, e del manufatto PZ4 viene realizzata la presa in carico dall'attuale VIII Sifone mediante un primo tratto di tubazione DN1400 mm che si suddivide successivamente in due tubazioni distinte, ognuna delle quali alimenta una canna del nuovo VIII Sifone.

Al fine di ottimizzare le attività di derivazione verso la nuova opera è prevista l'installazione di opportune apparecchiature di sezionamento sia sull'attuale DN1400 mm che costituisce l'VIII Sifone sia sulla nuova derivazione a Y di progetto.

I due tratti di connessione T2 e T5 vengono posati con scavo a cielo aperto, per una lunghezza complessiva pari a circa 50 m e 55 m rispettivamente.

Nelle tabelle seguenti si riporta la nomenclatura dei manufatti e dei macrotratti di nuova realizzazione.

Nome	Descrizione
PZ1	Pozzo di spinta - Manufatto circolare completamente interrato di 11 m di diametro
PZ2	Pozzo di uscita - Manufatto circolare completamente interrato di 15 m di diametro
PZ3	Pozzo di spinta - Manufatto completamente interrato di 11 m di diametro
PZ4	Pozzo di uscita - Manufatto circolare completamente interrato di 14 m di diametro

Tabella 4-1 Nomenclatura dei manufatti di nuova realizzazione

Nome	Descrizione
T1	Tratto di collegamento dal pozzo di spinta PZ1 al Pozzo di uscita MT PZ2 (di circa 240 m)
T3	Tratto di collegamento dal pozzo di uscita PZ2 al pozzo di spinta PZ3 (di circa 180 m)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nome	Descrizione
T4	Tratto di collegamento dal Pozzo di spinta PZ3 al Pozzo di uscita PZ4
T5	Tratto di collegamento tra il manufatto M1 alla connessione con le condotte in arrivo al nodo PZ2 (denominato T2) e dall'VIII Sifone al nodo PZ4

Tabella 4-2 Nomenclatura dei macrotratti

4.3. Tecniche e modalità di realizzazione dell'opera

La selezione delle modalità di scavo più idonee per ciascuna tratta del nuovo acquedotto è stata effettuata sulla base di valutazioni che coinvolgono una serie di fattori tra i quali:

- caratteristiche geometriche di scavo e del tracciato;
- caratteristiche geologiche, geomeccaniche, geotecniche e idrogeologiche delle formazioni interessate dallo scavo;
- interazione con l'ambiente circostante, con eventuali preesistenze ed eventuale presenza di specifici vincoli;
- aspetti legati alla sicurezza delle maestranze coinvolte e alla sicurezza delle operazioni di scavo;
- aspetti legati alla produttività, alle tempistiche di scavo e alle interazioni delle varie fasi di scavo dell'intero progetto.

Di seguito vengono esplicitate le tecniche e le modalità con cui l'opera viene realizzata.

Per la realizzazione dei tratti T1, T3 e T4 è previsto il ricorso alla tecnologia del microtunnelling, mediante la posa di tubazioni DN1600. Per quanto riguarda la realizzazione dei tratti T2 e T5 per i collegamenti al manufatto esistente M1, si procede con uno scavo tradizionale a cielo aperto.

La tecnologia del microtunnelling rientra tra le tecnologie no dig e consente di effettuare la posa di condotte riducendo al minimo, o eliminando del tutto, lo scavo a cielo aperto, con molteplici vantaggi dal punto di vista ambientale, sociale ed economico

La posa avviene mediante la spinta, da un pozzo di partenza fino ad uno di arrivo, di sezioni di tubo della lunghezza variabile da 1 a 3 metri. Lo scavo viene realizzato con una MTBM, costituita da una fresa o da una trivella con testa orientabile, che disgrega il materiale durante l'avanzamento. Il materiale di risulta viene portato in superficie tramite un sistema chiuso di circolazione d'acqua e bentonite mantenuto in movimento da grosse pompe.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

L'orientamento della testa di perforazione è controllato tramite un segnale laser inviato dal pozzo di partenza lungo la direzione della perforazione, che incide su un rivelatore solidale con la testa fresante, la quale può essere guidata da un operatore per mezzo di un sistema di martinetti idraulici.

La tecnologia viene prevalentemente impiegata per la posa di condotte idriche e fognarie, in generale di grandi dimensioni, e può essere utilizzata con buoni risultati su tutti i tipi di terreno.

La tecnologia descritta può eventualmente prevedere l'utilizzo di additivi e fluidificanti e l'utilizzo di bentonite.

Alla luce di quanto sopra esposto in considerazione dell'eventuale utilizzo di additivi o fluidificanti, si ipotizza di gestire il materiale escavato dalle attività sopra descritte come rifiuto.

4.4. Gestione e bilancio dei materiali

Con la finalità di effettuare un'organizzazione del cantiere sostenibile dal punto di vista ambientale, uno dei principali temi riguarda la gestione dei materiali.

Rispetto alla tipologia di intervento in esame risulta evidente come materiali prevalentemente prodotti dal progetto siano le terre e rocce da scavo, quelli invece da approvvigionare calcestruzzo e acciaio.

In merito alla produzione di terre e rocce da scavo, la loro gestione dipende dalla tipologia e macchinari di scavo. Come già ampiamente descritto al precedente capitolo, il progetto prevede 2 tecniche differenti di scavo (scavo in tradizionale, scavo in microtunnelling).

Le terre prodotte da microtunnelling non possono essere riutilizzate come sottoprodotto ai sensi del DPR 120/17 in quanto non sono di buona qualità, data la produzione di fanghi bentonitici durante tale tipologia di scavo. Al contrario le terre prodotte dallo scavo tradizionale, stante la metodologia di scavo, e a valle della caratterizzazione ambientale delle terre, possono essere riutilizzate.

Nell'ambito del progetto, è stata effettuata da ACEA un'analisi di campioni di terreno per il riutilizzo di parte delle terre provenienti dall'area di cantiere PZ1. L'ubicazione dei punti di prelievo è riportata di seguito:

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

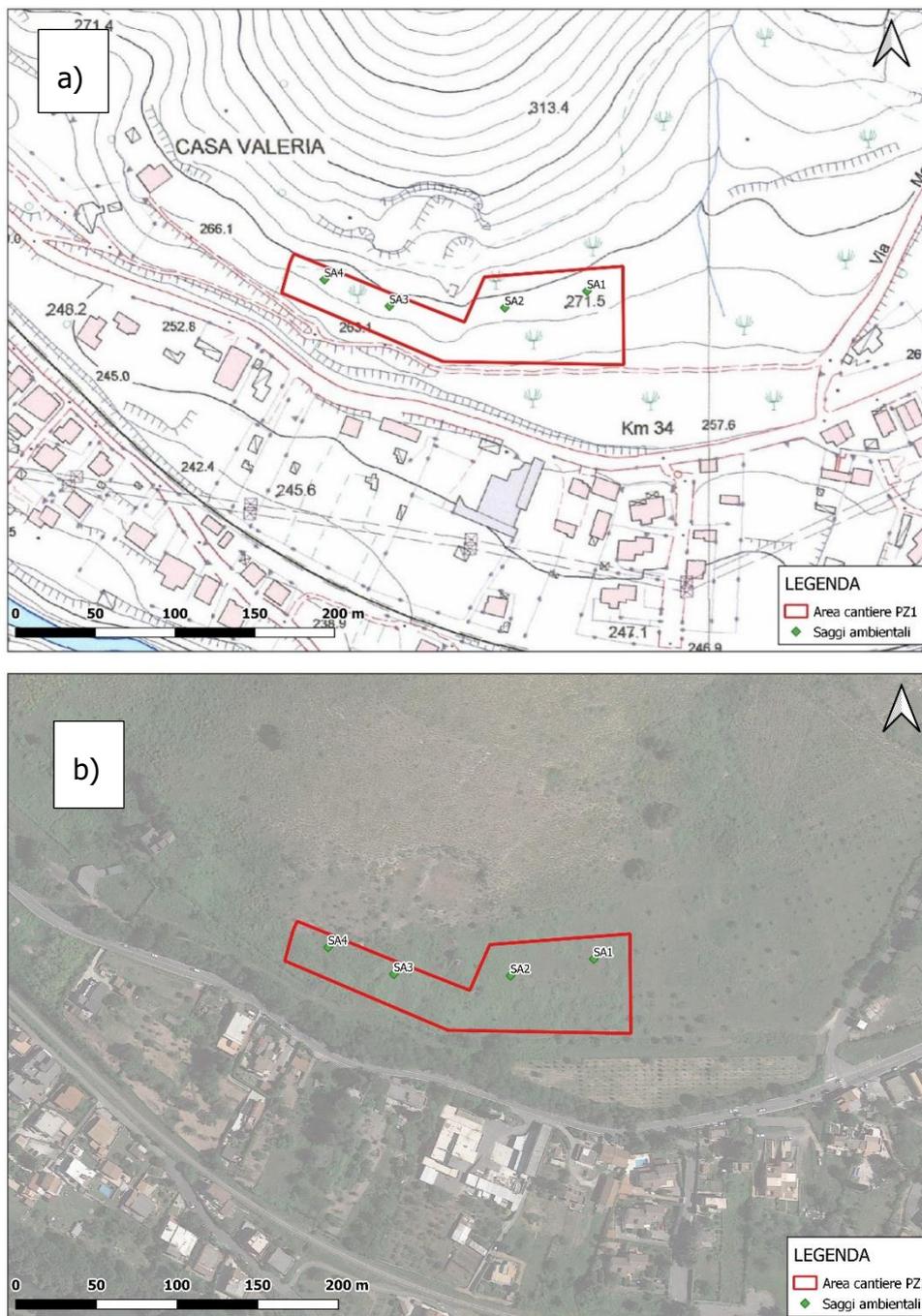


Figura 4-14 Ubicazione dei punti di indagine su base C.T.R. 5000 (a) ed immagine satellitare (b). In rosso l'area di cantiere PZ1, in verde l'ubicazione dei saggi ambientali.

La caratterizzazione ambientale, per la quale si rimanda alla fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, viste le modeste profondità di scavo, sarà effettuata mediante la realizzazione di saggi di scavo. Nello specifico, in riferimento

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

alla tabella 2.1 dell'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione" del D.P.R. 120/17, vista la superficie interessata dagli scavi, sono stati individuati n. 4 punti di prelievo presso i quali realizzare saggi di scavo spinti fino alla profondità di 2 m da p.c.

Per ognuno dei saggi di scavo realizzati verranno prelevati:

- n.1 campione nell'intervallo 0-1 metro da p.c.;
- n.1 campione nell'intervallo 1-2 metri da p.c.

Al fine di evitare fenomeni di contaminazione incrociata, tra un saggio di scavo e quello successivo, tutte le attrezzature a diretto contatto con i terreni saranno lavate con acqua pulita in pressione, tramite idropulitrice.

Il materiale prodotto durante il corso delle operazioni di scavo sarà sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio al fine di accertarne i requisiti ambientali, attraverso l'analisi di uno specifico set di parametri analitici, verificati in rapporto ai limiti previsti dal D. Lgs. 152/2006.

Come previsto dal DPR 120/17 è stato redatto il "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti".

Le terre e rocce da scavo verranno riutilizzate in sito per la realizzazione del cantiere PZ1.

Per una corretta gestione dei materiali, al fine di verificare la disponibilità di attività estrattive nell'area è stata effettuata una ricerca delle cave attive in un raggio di 30 km dal baricentro del tracciato di progetto dell'acquedotto.

Nello specifico sono state individuate le cave dalle quali vengono estratti materiali inerti e per malte cementizie o leganti, come riportato in Tabella 4-3 e Figura 4-15.

Codice	Rag. Sociale	Provincia	Comune	Litologia	Distanza [km]
RIO001	SO.GE.MA	Roma	Riofreddo	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	20,23
GUI005	BUZZI UNICEM	Roma	Guidonia	Calcari da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	9,51

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Codice	Rag. Sociale	Provincia	Comune	Litologia	Distanza [km]
ROG001	CALCESTRUZZI TURANESE	Roma	Roccagiovine	Sabbie e ghiaie da inerti per costruzioni	12,01
MAL001	C.I.M.	Roma	Marcellina	Calcri da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	4,66
TIV021	BUZZI UNICEM	Roma	Tivoli	Materiali vulcanici per leganti, inerti, inerti leggeri e isolanti	4,44
66062C	NOMENTANA CAVE	L'Aquila	Oricola	Calcri da inerti per costruzioni e/o malte cementizie	21,91

Tabella 4-3 Elenco delle cave attive nel raggio di 30 km dal tracciato di progetto

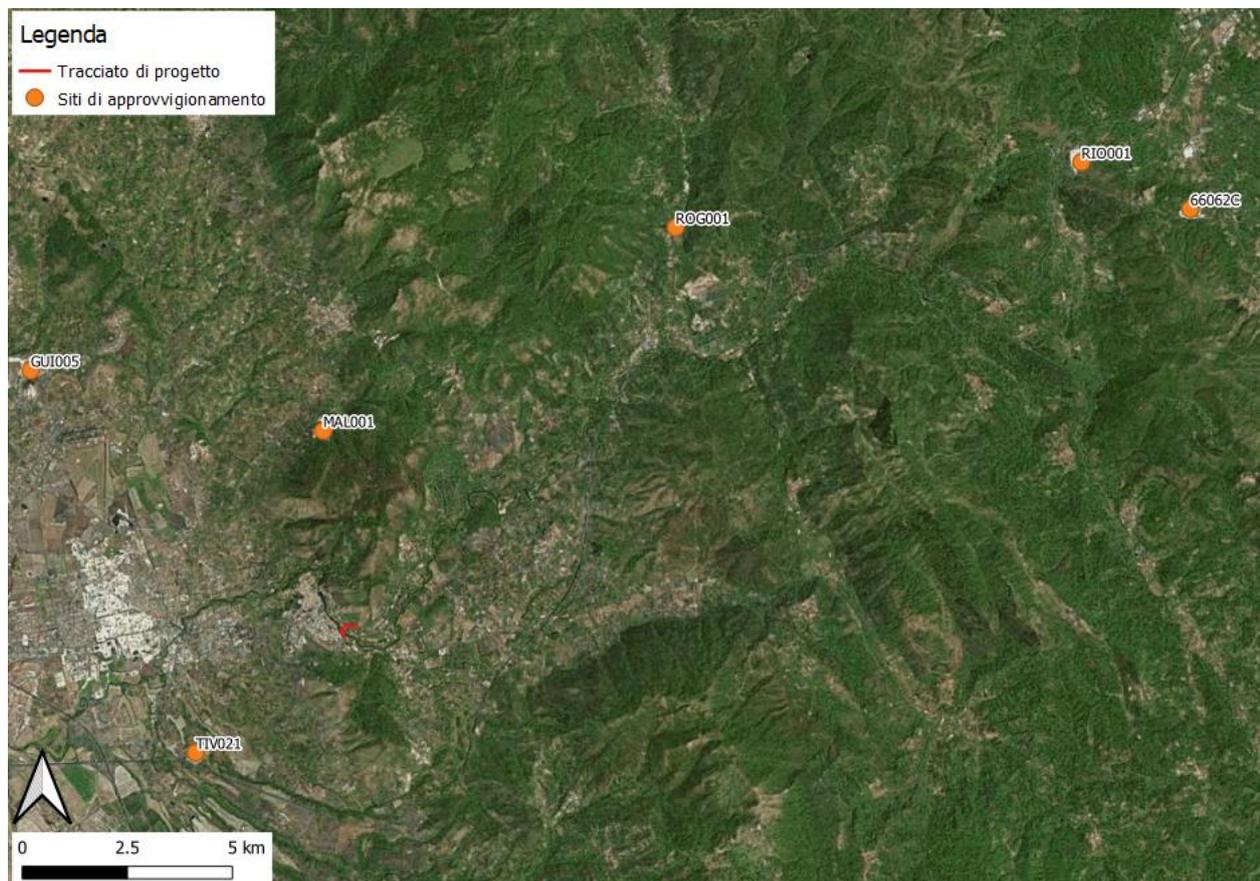


Figura 4-15 Ubicazione delle cave attive nel raggio di 30 km dal tracciato di progetto

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Per quanto concerne gli impianti di gestione dei rifiuti, è stata effettuata una ricerca dei siti autorizzati allo stoccaggio ed al recupero dei rifiuti con codice C.E.R. 17 05 04 (terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03) ubicati nel territorio regionale del Lazio posti ad una distanza massima dal tracciato di progetto di circa 50 km. Tale ricerca ha messo in evidenza l'esistenza di 5 siti attivi, riportati in Tabella 4-4 e Figura 4-16.

N	Rag. Sociale	Comune	Provincia	Tipologia impianto	Distanza [km]
1	Nieco S.p.a.	Roma	RM	Discarica	15,55
2	QUATTRO "A"	Roma	RM	Discarica	28,5
3	Società McCubo	Genazzano	RM	Discarica / Recupero	20,94
4	Società Paolacci	San Cesareo	RM	Discarica / Recupero	15,39
5	Trash	Roma	RM	Discarica / Recupero	12,91

Tabella 4-4 Impianti di gestione rifiuti attivi in un raggio di 30 km dal tracciato di progetto

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

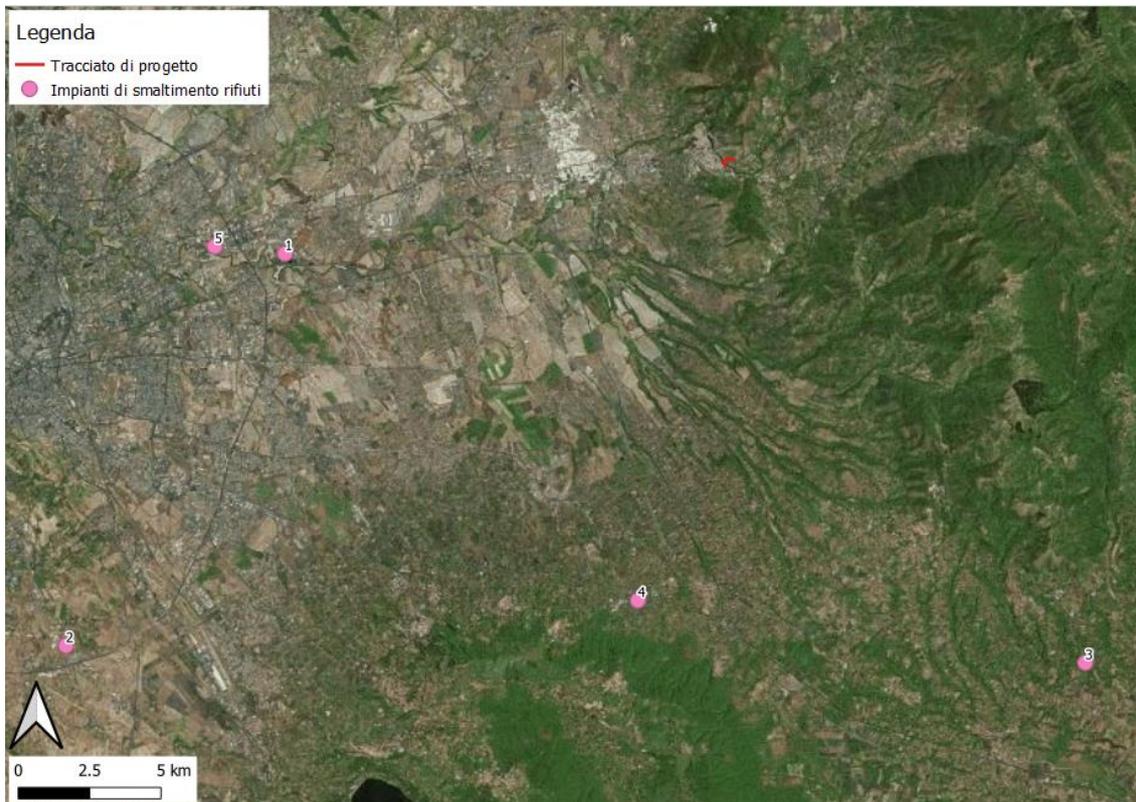


Figura 4-16 Ubicazione degli impianti di gestione rifiuti attivi nel raggio di 30 km dal tracciato di progetto

Stante la gestione dei materiali da approvvigionare e smaltire come sopra riportata, al fine di fornire i quantitativi di materiale complessivo prodotto ed i fabbisogni, di seguito si riporta una tabella con il bilancio delle terre e rocce da scavo.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

CANTIERE DI PRODUZIONE DELLE T&R	Descrizione sintetica dello scavo	VOLUMI TOT SCAVO [mc]	MODALITA' DI SCAVO				DESTINAZIONE TERRENO SCAVATO				
			SCAVO TRADIZIONALE [mc]	TRATTE IN MICROTUNNELLING		RIFIUTO		RIUTILIZZO IN SITO			
				pozzi [mc]	condotte [mc]	[mc]	[ton]	[mc]	[ton]	scopo del riutilizzo	
1	PZ1 - POZZO DI SPINTA MT - MANUFATTO DI FUTURO COLLEGAMENTO AGLI ACQUEDOTTI PRIMA DI CASA VALERIA	7.293	0	4.273	0	3.873	7.746	400	800	Rinterro presbanco PZ1	
	Area di cantiere 01		985	0	0	72	145	913	1.825	Rinterro area di cantiere 01	
	Smarino MT		0	0	2.035	2.035	4.069	0	0		
2	PZ2 - POZZO DI USCITA MT - MANUFATTO ADIACENTE ALL'ESISTENTE VIII SIFONE	15.151	0	6.468	0	6.468	11.319	0	0		
	Palificata		1.689	0	0	1.689	2.955	0	0		
	Collegamento Manufatto M1		6.994	0	0	6.994	12.240	0	0		
3	PZ3 - POZZO DI SPINTA MT - MANUFATTO ADIACENTE ALL'ESISTENTE VIII SIFONE	9.795	0	2.771	0	2.771	4.849	0	0		
	Palificata		950	0	0	950	1.662	0	0		
	Area di cantiere 03		242	0	0	242	424	0	0		
	Strada di accesso		3.020	0	0	3.020	5.285	0	0		
	Smarino MT		0	0	2.812	2.812	4.922	0	0		
4	PZ4 - POZZO DI USCITA MT NEI PRESSI DI LARGO SARAGAT	13.761	0	9.513	0	9.513	16.648	0	0		
	Palificata		2.595	0	0	2.595	4.542	0	0		
	Collegamento VIII Sifone		1.652	0	0	1.652	2.891	0	0		
TOTALE IN BANCO		45.999	18.127	23.025	4.847	44.687	79.697	1.313	2.625		
TOTALE IN CUMULO		55.199	21.752	27.631	5.817	53.624	95.637	1.575	3.150		

Tabella 4-5 Bilancio materiali prodotti complessivo e per ogni area di cantiere

Nella tabella seguente si riportano tutti i materiali ed i quantitativi prodotti dal progetto gestiti nell'ambito della disciplina dei rifiuti, da smaltire in appositi impianti di recupero o discariche.

Tipologia di Rifiuto	Codice C.E.R	Attività di provenienza	Recupero	Quantità TOT
			Smaltimento	Stimate (t)
Imballaggi in plastica	150102	costruzione	riutilizzo/discarica	<1
Imballaggi in legno	150103	costruzione	riutilizzo/recupero/discarica	2,5
Ferro e acciaio	170405	costruzione e demolizione	riutilizzo/riciclaggio	5
Materiali isolanti, diversi da quelli di cui alle voci 170601e 170603	170604	costruzione	discarica	<1
Cemento	170101	costruzione e demolizione	riciclaggio/recupero/discarica	120

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Tipologia di Rifiuto	Codice C.E.R	Attività di provenienza	Recupero	Quantità TOT
			Smaltimento	Stimate (t)
Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903	170904	demolizione	recupero/discarica	<10
Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503	170504	operazioni di scavo	recupero /discarica	95.600
Rifiuti biodegradabili (sfalci, ramaglie e potature arbusti)	200201	demolizione	riciclaggio/ recupero	10-15

Tabella 4-6 Rifiuti prodotti dalla realizzazione del progetto

Per quanto riguarda i fabbisogni per l'acciaio e il calcestruzzo la tabella seguente ne riporta i quantitativi.

CANTIERE	acciaio armature, tubi e carpenterie	cemento compreso tubi, jet grouting e pali
	kg	mc
PZ1	467.000	2.460
PZ2	428.000	3.350
PZ3	491.000	3.810
PZ4	676.000	8.850
Totale	2.062.000	18.470

Figura 4-17 Tabella riepilogativa fabbisogno acciaio e cls

4.1. Ottimizzazioni progettuali ai fini del corretto inserimento paesaggistico ambientale dell'opera

Nell'ottica della sostenibilità ambientale sono stati previsti a valle della realizzazione dell'opera, interventi di ripristino e inserimento paesaggistico ambientale.

Le tipologie di interventi che prevedono l'impianto di specie arboree ed arbustive prevedono sestri d'impianto naturaliformi dove le specie impiegate sono state selezionate a seguito dei sopralluoghi prima dell'installazione del cantiere così da poter ricostituire lo stato iniziale. L'obiettivo degli interventi di ripristino è di ricreare in maniera fedele il paesaggio presente allo stato ante operam. A completamento del

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

ripristino, una volta impiantate tutti gli individui previsti è previsto l'inerbimento della superficie mediante un miscuglio di sementi piantato mediante idrosemina.

A seguito dei rilievi vegetazionali effettuati al fine di caratterizzare lo stato ante operam dei luoghi, sono state individuate principalmente 6 tipologie di ambienti da ripristinare.

- Aree boscate igrofile a prevalenza di *Populus nigra*
- Aree boscate miste con *Quercus pubescens* (a sostituzione del nucleo di *Bambusaee alloctone*)
- Aree ripariali a prevalenza di *Arundo donax*
- Arbusteti a prevalenza di *Prunus spinosa* e *Rubus ulmifolius*
- Arbusteto con olivi
- Aree prative agricole

Per i dettagli delle aree ripristinate (specie, localizzazione, quantità) si rimanda agli elaborati grafici allegati alla presente relazione, in particolare alle tavole di "Dettaglio degli interventi di progetto" per ogni area di cantiere (cfr. elaborati da A258-SIA-D-049-0 a A258-SIA-D-053-0).

Per quanto attiene gli esemplari arborei, singoli o all'interno di nuclei o formazioni boscate, per i quali è necessario l'espianto, si potrà prevedere di selezionare gli esemplari autoctoni con il migliore stato di conservazione, al fine di poterli reimpiantare a fine lavori per ottenere un migliore ripristino dell'area. L'espianto e la conservazione temporanea dei suddetti individui arborei saranno effettuati in modo opportuno, al fine di non danneggiare gli esemplari stessi e di non alterarne le funzioni.

L'individuazione di dettaglio degli esemplari da espiantare e conservare sarà comunque effettuata in fase di progettazione esecutiva da un professionista botanico.

Per quanto riguarda gli olivi, gli individui da espiantare e trapiantare al termine dei lavori sono stati già individuati (cfr. A258-SIA-D-050-0 Dettaglio degli interventi di progetto PZ1).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

5. COERENZA DEL PROGETTO CON GLI OBIETTIVI PREFISSATI

La finalità del presente paragrafo è quella di verificare che l'intervento di progetto sia coerente con gli obiettivi di base prefissati, sia tecnico-funzionali che ambientali e sociali. Viene pertanto effettuata nel seguito una verifica della coerenza interna.

A fronte di quanto emerge dall'analisi delle criticità dello stato attuale dell'acquedotto esistente sotto il profilo tecnico, le scelte progettuali sono atte alla risoluzione delle criticità, dovute principalmente a:

- Vetustà del sistema Acquedottistico esistente realizzato con tecnologie ad oggi ampiamente superate, che da tempo hanno esaurito la vita utile di progetto stimata con un'analogia ai criteri di riferimento della progettazione di nuove Opere;
- Insufficiente robustezza: l'attuale assetto presenta una mancanza intrinseca di robustezza rispetto ad eventi accidentali in grado di compromettere la capacità di trasporto dell'infrastruttura o di provocare una contaminazione della risorsa trasportata;
- Limitata possibilità di ispezione: il sistema acquedottistico ha limitata possibilità di ispezione causata dalle carenze dei sezionamenti, degli scarichi e conseguente impossibilità di monitorare lo stato di conservazione delle strutture e di programmare qualsiasi intervento manutentivo preventivo;
- La capacità di trasporto nella configurazione attuale non risulta adeguata al carico effettivamente disponibile.

La realizzazione del nuovo sistema acquedottistico mira direttamente al perseguimento di alcuni obiettivi e consente, inoltre, di raggiungerne indirettamente altri, specie nell'ottica di lungo periodo.

Il presente progetto, facente parte della prima fase funzionale del Raddoppio dell'VIII Sifone tra Casa Valeria e l'Uscita Galleria Ripoli, ha lo scopo di realizzare un raddoppio della prima tratta dell'attuale VIII Sifone, oggi costituita da un ponte canale in pressione di attraversamento del Fiume Aniene, lasciando inalterate le attuali modalità di funzionamento in termini di pressione e portata.

L'intervento ha lo scopo di garantire robustezza, durabilità, affidabilità ed un'ideale flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità del sistema mediante la

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

realizzazione di condotte in pressione completamente interrato in acciaio rivestite con tubo camicia in calcestruzzo ed il collegamento con l'esistente VIII Sifone.

La totalità della nuova infrastruttura, all'interno della quale ricade la prima fase funzionale di progetto, si inquadra nell'ambito degli interventi necessari ad assicurare l'adduzione della portata captata dalle sorgenti dell'Acqua Marcia verso la città di Roma e i comuni dell'ATO2.

Sotto il profilo ambientale l'obiettivo principe è migliorare lo status quo dello scenario ambientale in cui il progetto si inserisce: in altri termini, che l'opera raggiunga elevati standard di sostenibilità. La verifica della coerenza dell'intervento in progetto è stata, dunque, condotta sulla base delle risultanze delle analisi condotte nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, in relazione ai singoli fattori ambientali e agenti fisici.

L'analisi dello stato dei luoghi, e segnatamente l'analisi sull'assetto delle tutele in atto e il quadro programmatico presenti e future, mette in risalto una porzione territoriale che risulta ricca di numerosi beni appartenenti al patrimonio culturale e paesaggistico ambientale.

In tale contesto le scelte progettuali non possono prescindere dal porre particolari riguardi sulla localizzazione degli interventi e sulle modalità di realizzazione degli stessi, in particolar modo alla localizzazione dei cantieri. Il progetto, infatti, prevede la realizzazione di opere completamente interrato al fine di risolvere le problematiche del sistema acquedottistico esistente, pertanto, l'esercizio del progetto non determina un'impronta sul territorio e per tale ragione l'attenzione è stata posta principalmente alla fase di realizzazione dell'opera.

All'interno di tale scenario, particolari attenzioni sono volte ai beni paesaggistici ed in particolare al vincolo sul Fiume Aniene, nonché alla protezione delle aree protette, interessate direttamente dall'opera e da alcune delle aree di cantiere necessarie per la realizzazione dell'acquedotto. A tal proposito sono stati condotti degli studi specifici tra cui la Relazione Paesaggistica e lo Studio di Impatto Ambientale sopra citato.

Analoghe considerazioni valgono per quanto attiene la progettazione nel perseguire gli obiettivi di tutela del benessere sociale, l'utilizzo sostenibile delle risorse ambientali e la conservazione ed incremento della biodiversità.

In tale ottica e in virtù del fatto che l'opera in progetto è sotterranea ed il suo esercizio non determina inquinamento acustico ed atmosferico, come sopra anticipato, l'attenzione è stata posta alla fase di cantiere. Le simulazioni acustiche ed atmosferiche effettuate nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale hanno fatto emergere alcune situazioni di criticità tali per cui è stato necessario prevedere delle mitigazioni durante la fase di cantiere, quali barriere acustiche ed antipolvere, grazie alle quali le interferenze vengono ridotte al minimo.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

La corretta gestione della cantierizzazione, volta ad una minimizzazione delle aree di cantiere, ad una gestione sostenibile del cantiere sia in termini di utilizzo delle risorse, sia in termini di minimizzazione dei consumi e delle sorgenti emmissive, ha contribuito alla minimizzazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico al fine di garantire il benessere sociale nonché alla conservazione della biodiversità.

Nel perseguire, in ultimo, l'obiettivo di ridurre la produzione di rifiuti incrementandone il riutilizzo, il progetto prevede che quota parte del materiale scavato sarà riutilizzato come sottoprodotto ai sensi dell'art. 24 del DPR 120/17. Il restante materiale prodotto verrà gestito come rifiuto.

Da quanto emerso fin ora è possibile affermare che l'opera in esame non possa essere causa di alterazioni significative nell'ambiente. Tale affermazione è dovuta principalmente alla constatazione che il progetto è principalmente sotterraneo e non prevede la realizzazione di manufatti significativi.

Alla luce di quanto brevemente riportato è possibile concludere che il progetto in esame risulta coerente con gli obiettivi di base dell'iniziativa.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

6. BENEFICI PER LA COLLETTIVITÀ ED IL TERRITORIO

6.1. Il contesto territoriale e sociale di riferimento

L'area di studio ricade nell'ambito del territorio provinciale di Roma, nel Comune di Tivoli in una zona prevalentemente agricola.

In merito all'analisi del contesto demografico e della distribuzione della popolazione nell'area in esame in riferimento all'ambito regionale e provinciale, secondo i dati dell'Istat² riferiti all'anno 2021, la popolazione residente nel Lazio è di abitanti 5.730.399, dei quali 2.767.173 sono uomini e 2.963.226 sono donne.

Età	Regione Lazio		
	Uomini	Donne	Totale
0-4	110.488	104.449	214.937
5-14	274.153	259.005	533.158
15-24	279.907	258.300	538.207
25-34	304.810	292.848	597.658
35-44	376.875	383.005	759.880
45-54	463.749	493.915	957.664
55-64	399.001	436.422	835.423
65-74	298.667	345.762	644.429
75+	259.523	389.520	649.043
Totale	2.767.173	2.963.226	5.730.399

Tabella 6-1 Popolazione residente nel Lazio distinta per tipologia e fascia d'età (Fonte: demo Istat- 2021)

Dalla seguente tabella è possibile evincere come sia distribuita la popolazione a livello regionale tra i due sessi nelle varie classi di età.

² Demo – Geodemo Istat (<https://demo.istat.it/popres/index.php?anno=2021&lingua=ita>)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

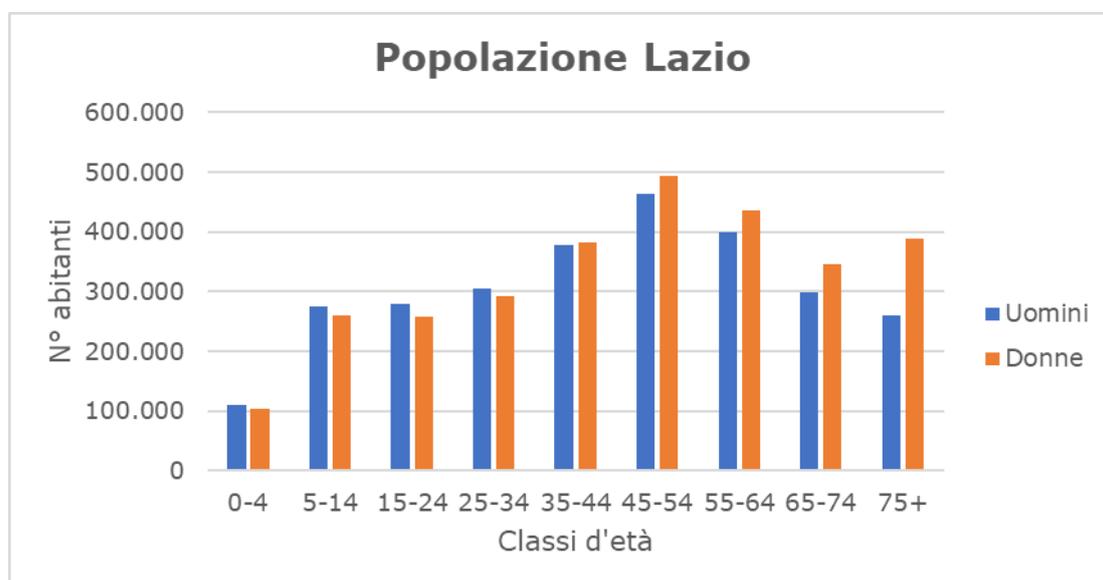


Figura 6-1 Composizione della popolazione residente nel Lazio distinta per tipologia e fascia d'età (Fonte: demo Istat - 2021)

La provincia nella quale ricade l'intervento in esame è Roma e nella tabella seguente è riportata la suddivisione dei residenti della provincia di Roma per fasce di età.

Età	Provincia di Roma		
	Uomini	Donne	Totale
0-4	82.203	77.892	160.095
5-14	206.230	194.270	400.500
15-24	205.972	191.212	397.184
25-34	220.256	214.588	434.844
35-44	277.396	286.483	563.879
45-54	346.024	373.844	719.868
55-64	292.851	324.829	617.680
65-74	208.803	249.795	458.598
75+	188.780	290.023	478.803
Totale	2.028.515	2.202.936	4.231.451

Tabella 6-2 Popolazione residente nella Provincia di Roma distinta per tipologia e fascia d'età (Fonte: demo Istat - 2021)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

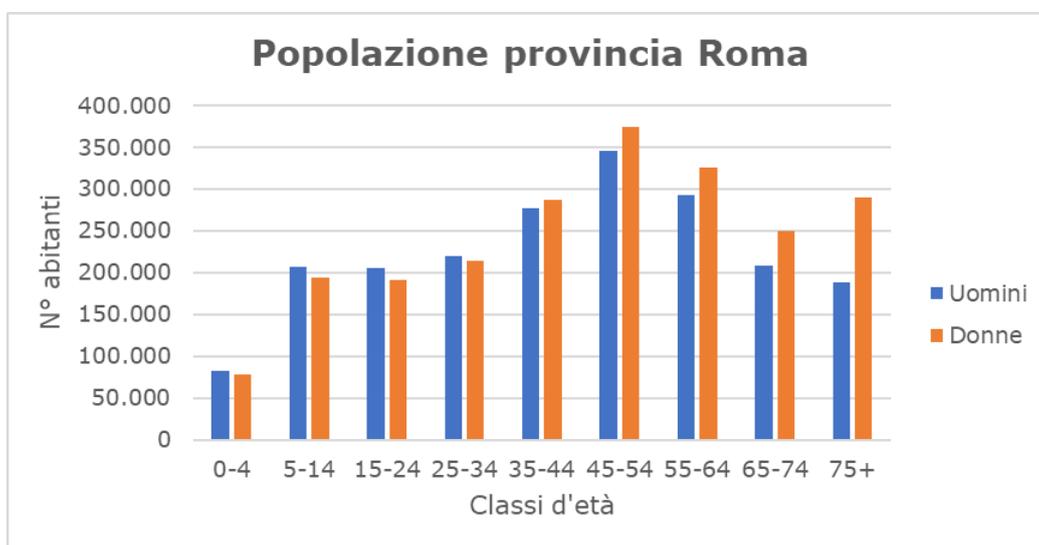


Figura 6-2 Composizione della popolazione residente nella Provincia di Roma distinta per tipologia e fascia d'età

Analizzando la popolazione residente nella provincia di Roma, all'annata 2021, si osserva la presenza di circa 4,3 milioni di individui, dei quali 2 milioni sono uomini e 2,3 milioni donne. La ripartizione in fasce di età è messa in evidenza in Figura 6-2, nella quale si riscontra, analogamente a quanto evidenziato per i dati regionali, che la fascia più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età, seguita da quelle tra i 35-44 e i 55-64 anni di età. Entrando nel dettaglio dell'area di studio, di seguito sono riportati i dati demografici del Comune di Tivoli riferiti all'anno 2021³.

Età	Uomini	Donne	Totale
0-4	1.021	916	1.937
5-14	2.666	2.624	5.290
15-24	2.721	2.506	5.227
25-34	3.093	2.876	5.969
35-44	3.775	3.643	7.418
45-54	4.436	4.609	9.045
55-64	3.788	4.068	7.856
65-74	2.795	3.110	5.905
75+	2.183	3.216	5.399
Totale	26.478	27.568	54.046

Tabella 6-3 Popolazione residente nel Comune di Tivoli (Fonte: DEP Lazio 2021)

³ dati.istat.it

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

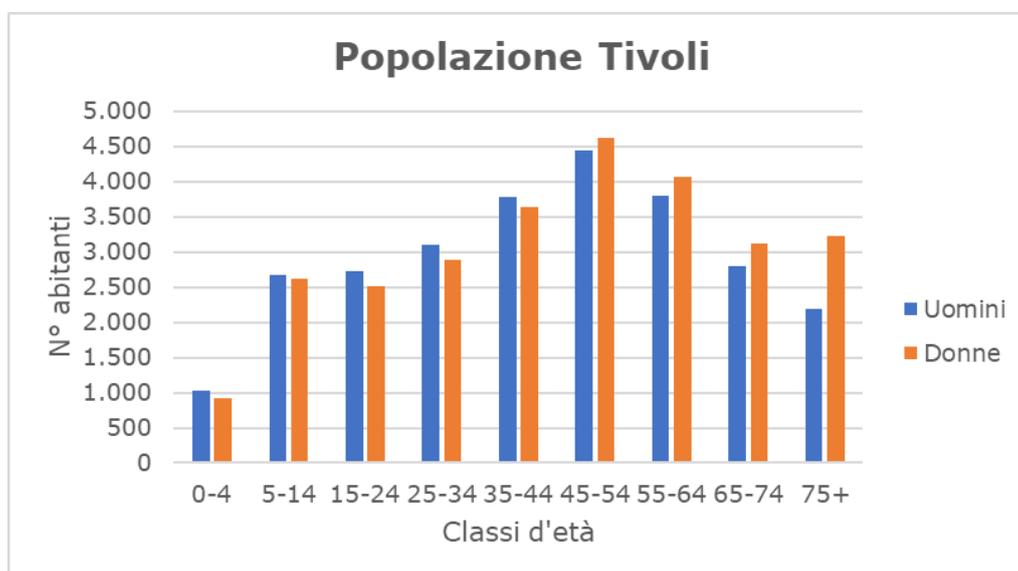


Figura 6-3 Composizione della popolazione residente nel Comune di Tivoli distinta per tipologia e fascia d'età

Dalla precedente tabella emerge che gli abitanti del Comune di Tivoli ammontano a poco più di 54 mila residenti, suddivisi in 26 mila uomini e circa 28 mila donne. La popolazione tende a distribuirsi maggiormente nel range tra i 35 e i 64 anni, mentre la fascia più popolosa si conferma essere quella tra 45-54 anni, con una lieve prevalenza della popolazione femminile su quella maschile.

È stato inoltre calcolato il movimento naturale della popolazione nell'anno 2019, considerando le nascite, i decessi, e la loro differenza, detta anche saldo naturale confrontando il Comune di Roma ed il Comune di Tivoli per avere un termine di paragone, utile per l'analisi della convenienza sociale riportata al paragrafo successivo.

Comune	Popolazione Residente	Nascite	Decessi	Saldo naturale	N. famiglie	Componenti Media	Tasso di natalità
Roma	2.848.084	20.293	28.274	-7981	1.358.192	2,1	7,4
Tivoli	54.046	357	666	-309	24.875	2,22	6,5

Tabella 6-4 Movimento naturale della popolazione nei Comuni di Tivoli e Roma (Fonte: Istat 2019)

I dati Istat esaminati hanno consentito di avere un quadro del contesto demografico, evidenziando che tra i diversi gruppi di riferimento analizzati (livello nazionale, regionale, provinciale, comunale) gli andamenti della distribuzione della popolazione

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

nelle diverse fasce di età considerate sono in linea tra loro. In termini generali si evince infatti che la fascia di età più popolosa risulta essere quella tra i 45-54 anni di età.

6.2. L'analisi della Convenienza sociale del progetto

Per l'analisi della convenienza sociale del progetto, è stato preso in riferimento il metodo STeMA - TIA *Sustainable Territorial economic/environmental Management Approach* elaborato dall'Università Tor Vergata che opera attraverso determinanti che rappresentano, in sintesi, gli aspetti economici, infrastrutturali, sociali, ambientali, culturali, di capacità istituzionale che influenzano quali-quantitativamente la spesa e che, nell'insieme, formano il capitale territoriale dell'area interessata.

Sviluppato da Prezioso nel progetto *ESPON 3.3: Territorial Dimension of Lisbon/Gothenburg* (2004-2006) per valutare la capacità territoriale delle NUTS (Nomenclatura delle Unità Territoriali per le Statistiche) 2 e 3 in relazione alle politiche di competitività in sostenibilità, il metodo è stato poi rivisitato in relazione alla Politica di coesione nel 2008 e nel 2011 per essere applicato alle regioni e alle province italiane al fine di valutarne la capacità politica, prima della predisposizione dei PON e dei POR 2014-2020 secondo l'approccio coesivo integrato europeo.

Il metodo è il risultato di un processo metodologico quali quantitativo la cui applicazione al policy planning si fonda su 9 step logici (cfr. Figura 6-4) e le seguenti 10 ipotesi semplificative:

1. Il territorio è un sistema artificiale (essendo una convenzione linguistica) formato da un insieme di elementi biotici ed abiotici;
2. Il territorio, l'ambiente, l'economia, la cultura, ecc. confluiscono in un unico sistema, il territorio;
3. Il sistema può essere studiato, applicando le teorie scientifiche oggi accreditate anche tra gli economisti (Cfr. Georgescu - Roegen), a ciclo chiuso entro i contorni che lo delimitano (culturali, fisici, scientifico-disciplinari, ecc.) o a ciclo aperto quando questo interagisce con un altro sistema. Il sistema territorio può dunque essere studiato entro i limiti amministrativi o settoriali che lo delimitano (una regione o il sistema delle infrastrutture) o nell'interazione tra entità (la cooperazione tra due province o l'interazione tra idrosfera geosfera ed atmosfera);
4. Sia che lo si studi a ciclo chiuso, sia che lo si studi a ciclo aperto, il sistema è l'espressione sintetica del comportamento e dello stato degli elementi biotici ed abiotici che lo compongono, per cui un sistema è sempre diverso da un altro;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

5. Per conoscere il sistema territorio bisogna conoscere il processo che lega gli elementi tra di loro (vulnerabilità) e lo stato (criticità o status quo) dei singoli elementi che lo compongono. Gli elementi del sistema territorio vengono comunemente chiamati indicatori;
6. Stabilendo in t_0 il momento in cui si dà avvio all'analisi ed allo studio di un sistema territorio, se ne considera a quel momento la sua posizione come di equilibrio parziale ed il suo stato come il risultato dei processi (anche storici) che ne hanno determinato lo stato. Quello stato prende il nome di configurazione iniziale del sistema e può essere misurato. La configurazione iniziale prende il nome di Valore Territoriale Iniziale (VTI);
7. Ogni sistema può essere scomposto in sub-sistemi e studiato secondo gli assunti precedentemente enunciati;
8. Ogni sistema o sub-sistema subisce sollecitazioni interne ed esterne al cambiamento (nello STeMA-TIA le policy). Di volta in volta esso assumerà una nuova posizione di equilibrio parziale entro i limiti consentiti dalla capacità di rigenerare attivamente le risorse di cui i suoi elementi sono espressione nella fase di sviluppo del sistema. Un sistema che superi i limiti della propria riproducibilità e della conservazione attiva delle risorse di cui dispone si trasforma in un altro sistema;
9. I limiti della riproducibilità del sistema rappresentano la soglia di sostenibilità del sistema territorio. Questa configurazione finale prende il nome di Valore Territoriale Finale (VTF);
10. La misura che separa lo stato di equilibrio parziale iniziale del sistema (VTI) dalla soglia di sostenibilità viene definita carrying capacity del sistema/territorio. Essa rappresenta allo stesso tempo la domanda e l'offerta ammissibile di una policy, di un piano o di un progetto, oltre la quale il sistema si trasformerebbe in altro ingenerando il paradosso dello sviluppo sostenibile (entro cui tutte le policy devono ormai muoversi): un'offerta che per realizzarsi deve impiegare più risorse di quelle disponibili;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

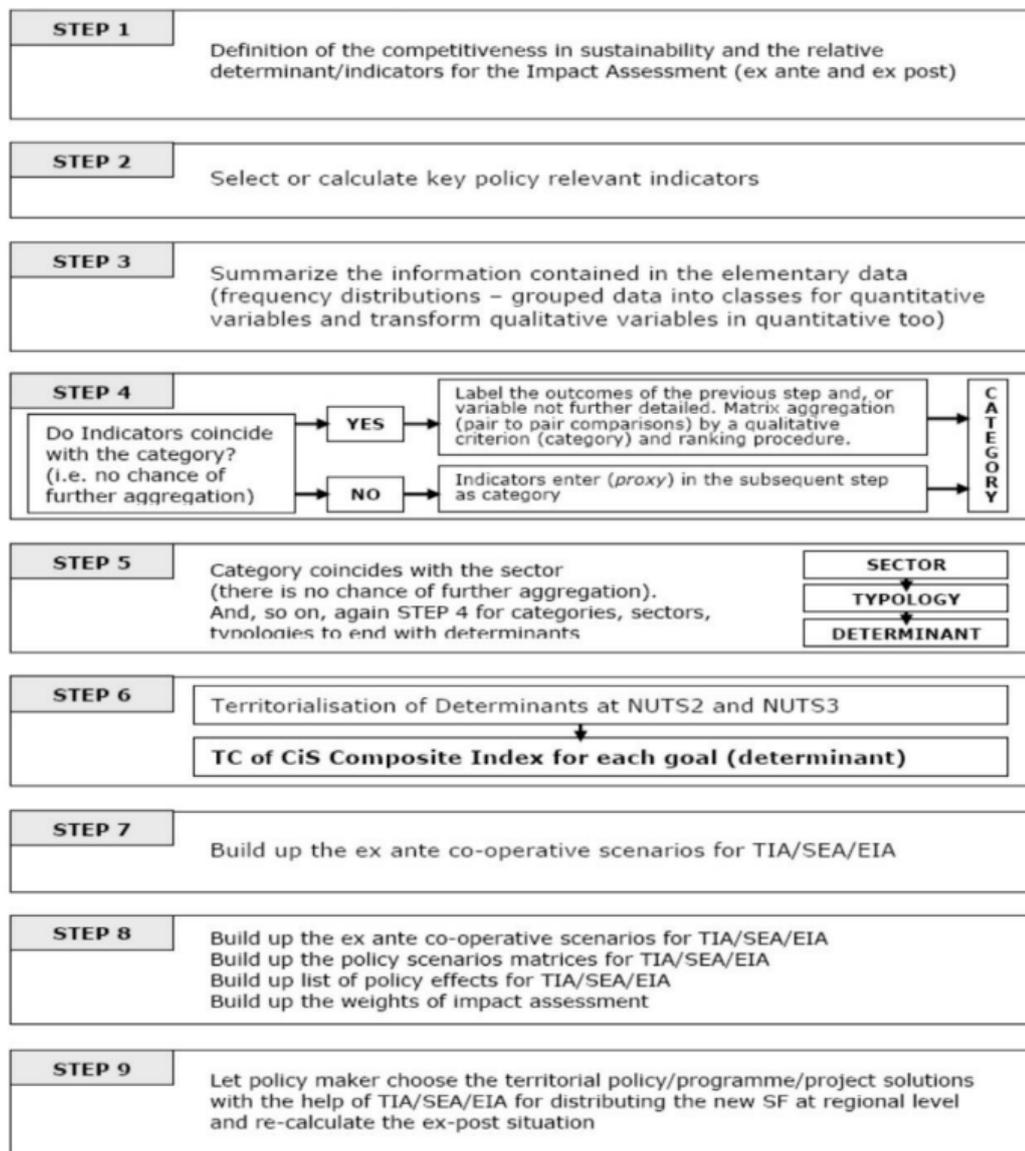


Figura 6-4 Step logici del processo decisionale STeMA-TIA (Fonte: Prezioso, 2006)

Nell'ambito del TIA, l'impatto costituisce il momento di confronto tra *ex ante* (assenza di policy o status quo al tempo t_0 in cui inizia la valutazione) ed *ex post* (simulazione dell'applicazione di una possibile policy attraverso azioni programmatiche o progettuali o tempo t_1 in cui si conclude la valutazione).

Stabilendo in t_0 il momento in cui si è dato avvio all'analisi ed allo studio del sistema territoriale nell'area del Raddoppio del VIII Sifone, se ne è considerata a quel momento la sua posizione come di equilibrio parziale ed il suo stato come il risultato dei processi che lo hanno determinato. Questa fase prende il nome di configurazione iniziale del

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

sistema ed è misurata. La configurazione iniziale prende il nome di Valore Territorializzato Iniziale (VTI) della Compatibilità economica ambientale e sociale.

Nel quadro degli indirizzi del quadro strategico di sviluppo e in relazione alla Strategia Europa 2020 è stato possibile identificare tra le tre determinanti di sistema direttamente connessi ai pilastri della strategia europea (Smart Growth, Sustainable Growth, Inclusive Growth) il pilastro *Inclusive Growth* (Crescita inclusiva) in riferimento al tema della convenienza sociale che si vuole approfondire in questo capitolo ed in grado di rappresentare il VTI del territorio di fronte alla sfida progettuale voluta da ACEA ATO2 spa.

La metodologia STeMA TIA, di natura sistemico-qualitativa è stata strutturata declinando gli obiettivi che la rendono aderente alla Strategia Europa 2020 distinguendo le policy (crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva), dal momento della programmazione e della progettazione (cfr. Tabella 6-5).

Policy	Obiettivi di programmazione	Azioni di Progetto
Crescita intelligente	Innovazione digitale	Technological and innovative design Supporto alla cooperazione municipal e istituzionale Uso/sviluppo di tecnologie ad impatto zero Meccanismi di certificazione e di qualità
	Sviluppo di reti di servizio	Sviluppo di reti di servizi Sviluppo di reti energetiche sostenibili Aumento dell'accessibilità ai servizi
Crescita sostenibile	Sviluppo competitivo ed economico	Supporto alle attività produttive locali Nuovi business e strumenti di servizio Controllo delle tariffe
	Efficienza delle risorse naturali	Uso di risorse rinnovabili Protezione attiva delle risorse naturali Minore consumo di risorse naturali Prevenzione dai rischi naturali
	Cambiamento Climatico	Politiche energetiche

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Policy	Obiettivi di programmazione	Azioni di Progetto
		Adattamento e mitigazione del CC Climate Active adaptation and mitigation
	Biodiversità	Green and eco-services
Crescita inclusiva	Benessere	Inclusione delle persone anziane Tempo libero Inclusione sociale Tutela dei bambini Riduzione della povertà Integrazione culturale
	Occupazione	Omogenizzazione del costo di impresa Supporto alla creazione di impresa Supporto alla mobilità dei lavoratori Supporto alle pari opportunità
	Salute pubblica	Finanziamento dei programmi sociali Sicurezza Assistenza sociale

Tabella 6-5 Declinazione della Europe 2020 Strategy rispetto al progetto

Con riferimento al caso specifico del progetto di Raddoppio del **VIII Sifone - Tratto Casa Valeria- Uscita Galleria Ripoli - fase1**, sono stati presi in considerazione le azioni di progetto evidenziate in grassetto nella tabella sopra riportata riferite alla Crescita inclusiva.

STeMA-TIA prevede la costruzione di diverse matrici di interazione per confrontare i diversi indicatori trasformandoli progressivamente in indici e in determinanti che, sulla base di affidabili teorie scientifiche, dato il valore di un indicatore quantitativo (I1 o I2) ne restituisce, progressivamente, il valore qualitativo fino a confluire nel corrispondente indicatore sintetico / composito (Ix).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

$I_1 \backslash I_2$	a	b	c	d
A	Aa (1)	Ab (1)	Ac (2)	Ad (2)
B	Ba (2)	Bb (2)	Bc (2)	Bd (3)
C	Ca (3)	Cb (3)	Cc (3)	Cd (3)
D	Da (3)	Db (4)	Dc (4)	Dd (4)

Figura 6-5 Esempio di interazione matriciale qualitativa tra due indicatori (Fonte: Prezioso, 2011)

Con

$Aa > Ab > \dots > Ba > Bb > \dots > Dd$

e riorganizzando i risultati (valori I_x) nel modo seguente:

$I_x = Aa, Ab = \text{valore alto} = A$

$I_x = Ac, Ad, Ba, Bb, Bc = \text{valore medio alto} = B$

$I_x = Bd, Ca, Cb, Cc, Cd, Da = \text{valore medio basso} = C$

$I_x = Db, Dc, Dd = \text{valore basso} = D$

La matrice (a tre vie) che correla tutti i passaggi del metodo STeMA TIA è di seguito rappresentata:

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

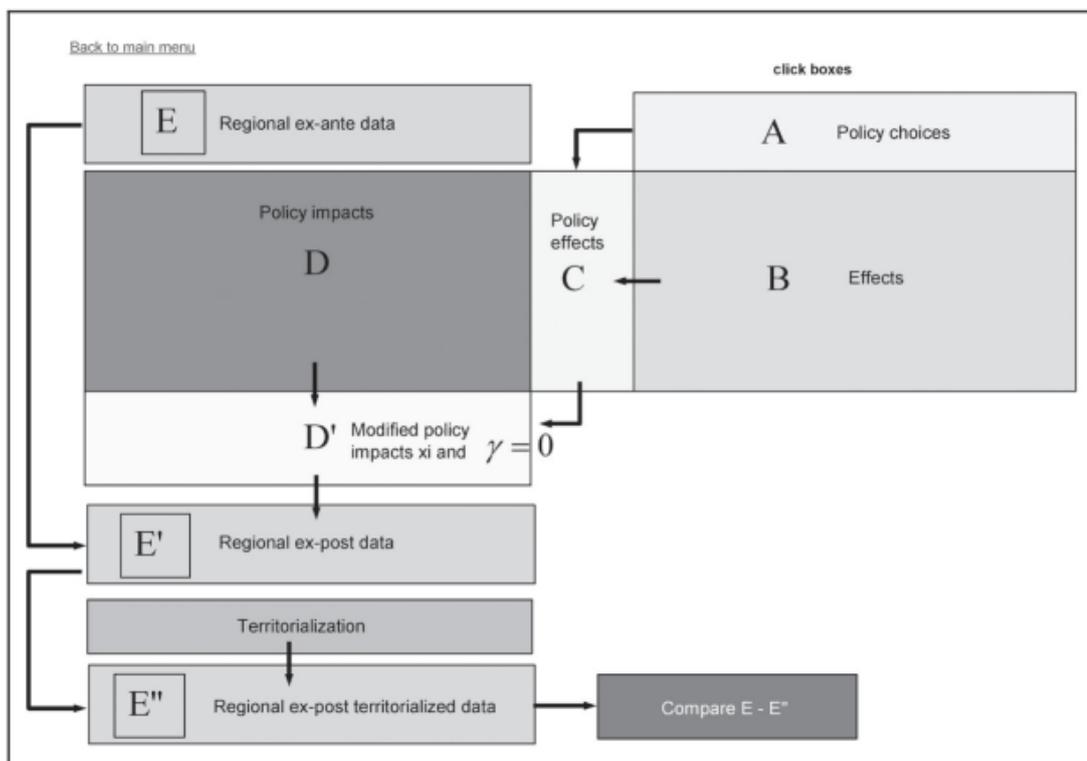


Figura 6-6 Matrice di correlazione STeMA

Con:

A = lista delle azioni correlate ad una o più politiche.

$a = 1, \dots, h, \dots, l$. La lista copre tutte le azioni che un policy maker potrebbe eseguire in relazione ad una Strategia UE come la Cohesion Policy;

La lista è la stessa per ogni obiettivo (determinante) della politica (matrice)

B = contributo di ogni singola azione all'ottenimento dell'effetto correlato

(le azioni contribuiscono con differenti pesi; potrebbe anche succedere che alcune azioni non contribuiscono a produrre un certo effetto);

C = lista degli effetti della policy.

Questa lista copre gli effetti correlati a differenti obiettivi (determinanti). Questa lista è diversa per ogni obiettivo/determinante (matrice);

D = impatto degli effetti sugli indicatori

E = lista pesata degli indicatori.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Questa lista contiene gli indicatori utilizzati per calcolare gli obiettivi/determinanti ex ante (E – status quo al tempo t0) e i valori ex post prima (E') e dopo la territorializzazione (E").

Nella costruzione concettuale di STeMA, la valutazione della convenienza sociale della soluzione progettuale del Raddoppio del VIII Sifone è stata effettuata attraverso la costruzione della determinante sociale, attraverso indicatori che rappresentano in sintesi gli aspetti sociali che formano il capitale territoriale dell'area interessata.

Ogni azione di policy può essere considerata inizialmente in termini binari (0-1, assenza/presenza). Una volta accertata la 'presenza' dell'azione (1) come sua potenziale capacità di generare un effetto positivo di policy, ogni azione assumerà peso/capacità "Alto", "Medio", "Basso" di generare un certo effetto.

Questa formula permette di calcolare l'impatto delle policies scelte. Politiche, effetti ed indicatori sono tutti pesati.

Nella tabella seguente sono riportati gli indicatori di base e di seguito la valutazione quali quantitativa della convenienza sociale (Valutazione ex-ante e Valutazione ex-post) della soluzione progettuale analizzata.

Convenienza sociale				
Q_Popolazione	Q_Densità	Q_TFT - Tasso fecondità totale	Q_SpVit - Speranza di vita > 65	Q_SAL Tasso natalità

Tabella 6-6 TIA della Convenienza sociale (Fonte: Elaborazione con Metodologia STeMA TIA)

Per completezza di analisi sono stati considerati oltre ai dati statistici del Comune di Tivoli interessato dal progetto, anche i dati del Comune di Roma, al fine di analizzare le ripercussioni che il progetto potrebbe avere anche nel territorio romano.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nella Tabella si riportano i risultati quali quantitativi dell'applicazione del metodo TIA nella fase ex ante.

EX ANTE

	Q_Popolazione	Q_Densità	Q_TFT - Tasso fecondità totale	Q_SpVit - Speranza di vita > 65	Q_SAL Tasso natalità	Convenienza sociale ex ante
Comune di Roma	A	A	D	A	A	B
Comune di Tivoli	D	D	A	D	D	C

Tabella 6-7 Valutazione ex ante della convenienza sociale del Raddoppio del VIII Sifone

Dove:

- A = Molto Alto
- B = Alto
- C = Medio
- D = Basso

L'area oggetto del tracciato è caratterizzata, in fase ex ante, da un basso tasso di natalità ed un basso tasso di speranza di vita (D) e al contempo si caratterizza per un tasso molto alto di fecondità (A). Dall'analisi valutativa effettuata, riportata nella tabella seguente (cfr.Tabella 6-8), emerge che la realizzazione dell'opera migliorerebbe la situazione complessiva in tutto il territorio innalzando per tutti e due i comuni il valore della convenienza sociale.

Questo accade nel Comune di Tivoli, ambito territoriale su cui insisterà l'opera, dove si passa per tutti gli indicatori ad un valore alto (B) e medio (C). Ciò significa che il vantaggio sociale si avrà nell'ambito territoriale del Comune interessato, ma si riverserà anche nel territorio comunale di Roma.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

EX POST

	Q_Popolazione	Q_Densità	Q_TFT - Tasso fecondità totale	Q_SpVit - Speranza di vita > 65	Q_SAL Tasso natalità	Convenienza sociale ex post
Comune di Roma	A	A	C	A	A	A
Comune di Tivoli	B	B	A	C	B	B

Obiettivi con salto di valore nel post operam

Tabella 6-8 Valutazione ex post della convenienza sociale del Raddoppio del VIII Sifone

Nelle figure riportate di seguito si rappresenta la Convenienza sociale ex ante ed ex post dell'opera in progetto, risultante dalla media dei valori dei singoli indicatori dei Comuni analizzati.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

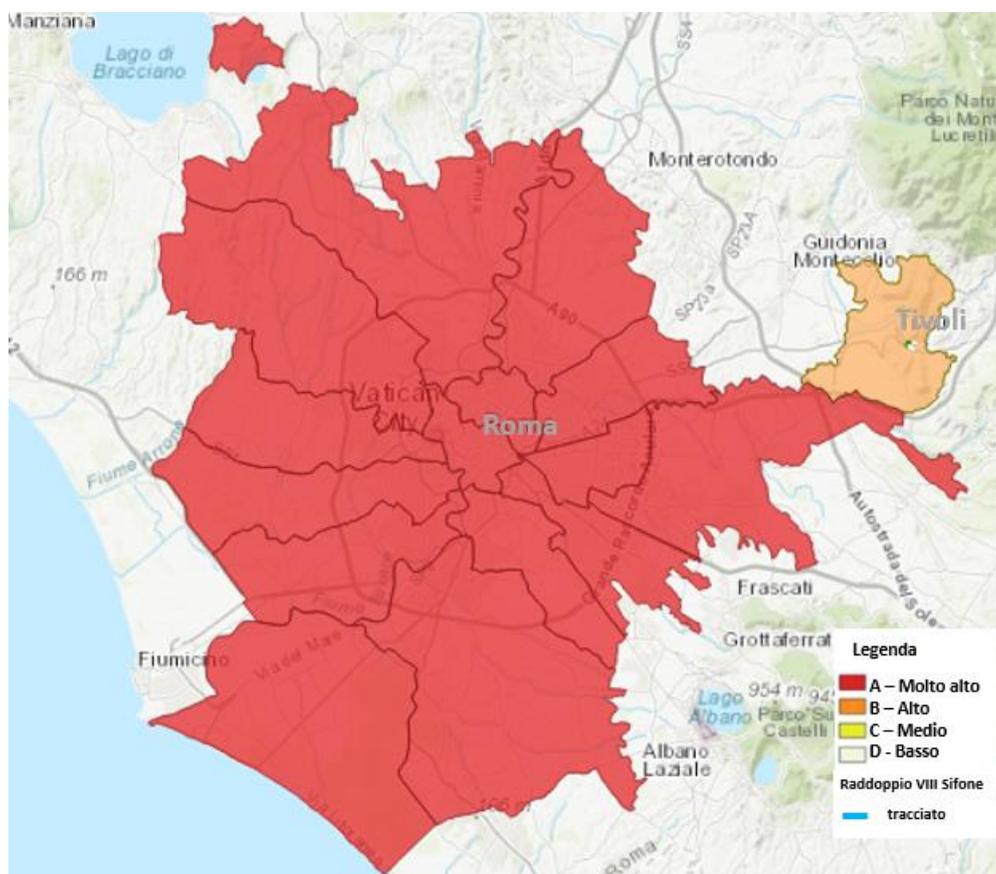


Figura 6-8 Convenienza sociale ex post del progetto

6.3. Le esigenze e aspettative della collettività

Nel nuovo modello di sviluppo infrastrutturale promosso dalle strategie globali di sviluppo sostenibile e dal PNRR la realizzazione di infrastrutture sostenibili non può prescindere dal coinvolgimento attivo e sistematico di tutti coloro che direttamente o indirettamente ne vengono interessati durante le diverse fasi dell'intero ciclo di vita. Risulta pertanto fondamentale strutturare un efficace modello di governance territoriale basato sul dialogo costante tra Società Civile, Istituzioni, Enti Territoriali e Committenti con l'obiettivo di costruire uno scenario di interventi integrati che possano indirizzare in una prospettiva unica di lungo periodo la crescita sostenibile dei territori.

Per una prima raccolta di dati in merito alle esigenze ed aspettative della collettività rispetto al progetto specifico ed il tessuto urbanistico e sociale, il canale principalmente utilizzato è stato il Web attraverso le pagine dei giornali locali, del Comune interessato

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

ed i gruppi social creati dagli utenti⁴, con particolare riferimento al 2021, al fine di individuare le tematiche chiave di interesse e conoscere il sentiment degli stessi rispetto alla specifica infrastruttura, da cui sono emersi i temi più dibattuti di seguito riportati.

Impatti sul tessuto urbanistico e sociale

- *Non adeguata sicurezza del servizio idrico, dovuta alla vetustà della rete;*
- *Prolungamento interventi manutentivi, dovuti alla limitata possibilità di ispezione;*
- *Abbassamenti di pressione, perdite idriche;*

Ciò che è emerso dal web è che il sistema idrico attuale risulta vulnerabile e non adeguato in termini di portata e sicurezza ed il prolungamento di interventi manutentivi dovuti alla limitata possibilità di ispezione rende la realizzazione delle nuove condotte un'opera urgente e prioritaria per evitare rischi rilevanti nell'approvvigionamento idrico dell'area metropolitana di Roma e soddisfare le esigenze della collettività e migliorare la qualità della vita delle comunità interessate.

L'interruzione del funzionamento dell'acquedotto, per le necessarie attività di manutenzione o per un eventuale collasso, produrrebbe infatti una mancata dotazione idrica al territorio oggi servito, ma soprattutto a Roma.

Date infatti le caratteristiche della rete idrica e delle opere di adduzione in parte aggravatisi nel tempo, gli interventi in progetto andranno a migliorare il sistema idrico, attraverso due nuove condotte che garantiranno robustezza ed affidabilità e di conseguenza un servizio continuo ed adeguato a tutto il territorio, garantendo idonea ispezionabilità e monitorabilità, soddisfacendo così le esigenze della collettività.

In riferimento agli obiettivi di progetto descritti al cap. 3 ed in particolare al macro obiettivo MOA. 02 "*Tutelare il benessere sociale*" e al suo obiettivo specifico OSA 2.1 "*Tutelare la salute e la qualità della vita: obiettivo del progetto è quello di tutelare la salute dell'uomo ed in generale la qualità della vita*" questo risulta poter essere soddisfatto dall'intervento in progetto. Dall'analisi effettuata infatti emerge un generale

⁴ Gruppo Facebook – Acea AT02 Disservizi e mancanza d'acqua;
Twitter #AceaAT02;
Pagine web: Tiburno.tv, Romatoday, Corriere Roma;
Comune di Roma, Comune di Tivoli.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

miglioramento della qualità della vita dei territori interessati ed una risposta concreta alle esigenze della collettività.

In una visione più generale, inoltre, per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Agenda 2030 dell'ONU, le opere infrastrutturali rappresentano un'occasione concreta per supportare la crescita dei territori e delle comunità.

L'intervento in progetto, in tal senso, può essere ricondotto ai seguenti obiettivi e target rispettivi dei 17 *Sustainable Development Goals* dell'Agenda 2030⁵:



GOAL 6: ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI

Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie

Target 6.4 Entro il 2030, *umentare sostanzialmente l'efficienza idrica da utilizzare in tutti i settori e assicurare prelievi e fornitura di acqua dolce per affrontare la scarsità di acqua e ridurre in modo sostanziale il numero delle persone che soffrono di scarsità d'acqua.*



GOAL 12: CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI

Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo

Target 12.2 Entro il 2030, *raggiungere la gestione sostenibile e l'uso efficiente delle risorse naturali.* Il target sottolinea l'esigenza di adottare e garantire sistemi di produzione e consumo sostenibili al fine di ridurre ai minimi termini, attraverso l'attuazione di piani decennali, gli effetti negativi che minano la salute dell'essere umano e di tutti gli ecosistemi.

L'implementazione di impianti sanitari sostenibili è fondamentale, infatti, anche per preservare al meglio le risorse idriche.

⁵ così come definiti nell'Agenda 2030 sottoscritta nel 2015 da 193 Paesi delle Nazioni Unite, tra cui l'Italia.

7. ANALISI DEGLI OBIETTIVI AMBIENTALI DEFINITI DAL REGOLAMENTO UE 852/20 E VERIFICA DEL PRINCIPIO DNSH

7.1. Premessa

Il regolamento UE 852/2020 "relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088" definisce «ecosostenibile» (Capo II art. 3) un'attività economica che rispetta 4 requisiti, quali:

- contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento degli obiettivi ambientali;
- non arreca danno significativo ai medesimi obiettivi ambientali (DNSH);
- fornisce garanzie minime di salvaguardia previste dall'art. 18 del Regolamento (Diritti umani);
- è conforme ai requisiti minimi di vaglio tecnico in relazione ai criteri di rispetto degli obiettivi ambientali.

Per dar conto della sostenibilità di una iniziativa progettuale, occorre riferirsi agli obiettivi ambientali della tassonomia europea. In altre parole, per poter ritenere sostenibile una iniziativa occorre che questa non solo rispetti e dia conto di una molteplicità di aspetti ma che sia tale da poter dare un contributo positivo ad almeno uno degli obiettivi di cui sopra.

Quindi, è importante eseguire un attento esame degli obiettivi di sostenibilità così come declinati in sede europea e poter quindi eseguire un esame preliminare su questi, prima ancora di svolgere le altre considerazioni in termini di sostenibilità delle opere.

Nello specifico si considera che sulla base del regolamento UE 852/2020 e sue appendici ed allegati è possibile definire gli argomenti e gli elementi da trattare per singolo obiettivo, come nel seguito sviluppato.

7.2. Descrizione degli obiettivi ambientali definiti dal regolamento UE 852/20

Gli obiettivi ambientali così come indicati dal regolamento UE 852/2020 sono i seguenti:

- 1) mitigazione dei cambiamenti climatici;
- 2) adattamento ai cambiamenti climatici;
- 3) uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine;
- 4) transizione verso un'economia circolare;
- 5) prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
- 6) protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA



Figura 7-1 Obiettivi ambientali - Regolamento UE 852/2020

Di seguito se ne riporta una breve descrizione.

OA.1 - Mitigazione dei cambiamenti climatici (art. 10 del regolamento)

L'intervento deve essere volto a stabilizzare le concentrazioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera al fine di impedire pericolose interferenze di origine antropica con il sistema climatico, evitando o riducendo le emissioni di gas ad effetto serra o aumentando l'assorbimento dei gas a effetto serra anche attraverso prodotti o processi innovativi.

Per questo obiettivo ambientale sono considerati obiettivi specifici i seguenti:

- a) la produzione, la trasmissione, lo stoccaggio, la distribuzione o l'uso di energie rinnovabili conformemente alla direttiva (UE) 2018/2001, anche tramite tecnologie innovative potenzialmente in grado di ottenere risparmi significativi in futuro oppure tramite il necessario rafforzamento o ampliamento della rete;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- b) il miglioramento dell'efficienza energetica, fatta eccezione per le attività di produzione di energia elettrica di cui all'articolo 19, paragrafo 3;
- c) l'aumento della mobilità pulita o climaticamente neutra;
- d) il passaggio all'uso di materiali rinnovabili di origine sostenibile;
- e) l'aumento del ricorso alle tecnologie, non nocive per l'ambiente, di cattura e utilizzo del carbonio (carbon capture and utilisation – CCU) e di cattura e stoccaggio del carbonio (carbon capture and storage – CCS), che consentono una riduzione netta delle emissioni di gas a effetto serra;
- f) il potenziamento dei pozzi di assorbimento del carbonio nel suolo, anche attraverso attività finalizzate ad evitare la deforestazione e il degrado forestale, il ripristino delle foreste, la gestione sostenibile e il ripristino delle terre coltivate, delle praterie e delle zone umide, l'imboschimento e l'agricoltura rigenerativa;
- g) la creazione dell'infrastruttura energetica necessaria per la decarbonizzazione dei sistemi energetici;
- h) la produzione di combustibili puliti ed efficienti da fonti rinnovabili o neutre in carbonio.

OA.2 - Adattamento ai cambiamenti climatici (art. 11 del regolamento)

L'intervento comprende soluzioni di adattamento che riducono il rischio di effetti negativi sul clima o riducono tali effetti, senza accrescere effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente fornendo soluzioni di adattamento per i medesimi scopi.

Per questo obiettivo ambientale gli obiettivi specifici devono essere individuati, valutati e classificati in ordine di priorità utilizzando le migliori proiezioni climatiche disponibili con l'obiettivo di prevenire e ridurre, in primo luogo, gli effetti negativi sull'intervento generati dai cambiamenti climatici legati al contesto nel quale si sviluppa l'intervento e, se del caso, provvedendo a sviluppare forme di tutela per il territorio e l'ambiente nel quale si sviluppa l'intervento per far fronte a possibili effetti generati dai cambiamenti climatici stessi.

OA.3 - Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine (art. 12 del regolamento)

L'intervento deve contribuire in modo sostanziale a conseguire il buono stato dei corpi idrici sia superficiali che sotterranei, prevenendo il deterioramento di quelli in buono stato ovvero dà un contributo al conseguimento del buono stato ecologico anche con riferimento alle acque marine.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Per questo obiettivo ambientale sono considerati obiettivi specifici i seguenti:

- a) la protezione dell'ambiente dagli effetti negativi degli scarichi di acque reflue urbane e industriali, compresi i contaminanti che destano nuove preoccupazioni, quali i prodotti farmaceutici e le microplastiche, per esempio assicurando la raccolta, il trattamento e lo scarico adeguati delle acque reflue urbane e industriali;
- b) la protezione della salute umana dagli effetti negativi di eventuali contaminazioni delle acque destinate al consumo umano, provvedendo a che siano esenti da microorganismi, parassiti e sostanze potenzialmente pericolose per la salute umana e aumentando l'accesso delle persone ad acqua potabile pulita;
- c) il miglioramento della gestione e dell'efficienza idrica, anche proteggendo e migliorando lo stato degli ecosistemi acquatici, promuovendo l'uso sostenibile dell'acqua attraverso la protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili, anche mediante misure quali il riutilizzo dell'acqua, assicurando la progressiva riduzione delle emissioni inquinanti nelle acque sotterranee e di superficie, contribuendo a mitigare gli effetti di inondazioni e siccità, o mediante qualsiasi altra attività che protegga o migliori lo stato qualitativo e quantitativo dei corpi idrici;
- d) la garanzia di un uso sostenibile dei servizi ecosistemici marini o il contributo al buono stato ecologico delle acque marine, anche proteggendo, preservando o ripristinando l'ambiente marino e prevenendo o riducendo gli apporti nell'ambiente marino.

OA.4 - Transizione verso un'economia circolare (art. 13 del regolamento)

L'intervento deve sviluppare azioni verso un'economia circolare compresa la prevenzione, il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti, dando risposta ad obiettivi specifici

Per questo obiettivo ambientale sono considerati obiettivi specifici i seguenti:

- a) materie prime, nella produzione, anche attraverso: i) la riduzione dell'uso di materie prime primarie o aumentando l'uso di sottoprodotti e materie prime secondarie; o ii) misure di efficienza energetica e delle risorse;
- b) aumenta la durabilità, la riparabilità, la possibilità di miglioramento o della riutilizzabilità dei prodotti, in particolare nelle attività di progettazione e di fabbricazione;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- c) aumenta la riciclabilità dei prodotti, compresa la riciclabilità dei singoli materiali ivi contenuti, anche sostituendo o riducendo l'impiego di prodotti e materiali non riciclabili, in particolare nelle attività di progettazione e di fabbricazione;
- d) riduce in misura sostanziale il contenuto di sostanze pericolose e sostituisce le sostanze estremamente preoccupanti in materiali e prodotti in tutto il ciclo di vita, in linea con gli obiettivi indicati nel diritto dell'Unione, anche rimpiazzando tali sostanze con alternative più sicure e assicurando la tracciabilità dei prodotti;
- e) prolunga l'uso dei prodotti, anche attraverso il riutilizzo, la progettazione per la longevità, il cambio di destinazione, lo smontaggio, la rifabbricazione, la possibilità di miglioramento e la riparazione, e la condivisione dei prodotti;
- f) aumenta l'uso di materie prime secondarie e il miglioramento della loro qualità, anche attraverso un riciclaggio di alta qualità dei rifiuti;
- g) previene o riduce la produzione di rifiuti, anche la produzione di rifiuti derivante dall'estrazione di minerali e dalla costruzione e demolizione di edifici;
- h) aumenta la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti;
- i) potenzia lo sviluppo delle infrastrutture di gestione dei rifiuti necessarie per la prevenzione, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio, garantendo al contempo che i materiali di recupero siano riciclati nella produzione come apporto di materie prime secondarie di elevata qualità, evitando così il *downcycling*;
- j) riduce al minimo l'incenerimento dei rifiuti ed evita lo smaltimento dei rifiuti, compresa la messa in discarica, conformemente ai principi della gerarchia dei rifiuti;
- k) evita e riduce la dispersione di rifiuti.

OA.5 - Prevenzione e riduzione dell'inquinamento (art. 14 del regolamento)

L'intervento deve sviluppare azioni di prevenzione e riduzione dell'inquinamento se contribuisce in modo sostanziale alla protezione dell'ambiente mediante il perseguimento di obiettivi specifici.

Per questo obiettivo ambientale sono considerati obiettivi specifici i seguenti:

- a) la prevenzione o, qualora ciò non sia possibile, la riduzione delle emissioni inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo, diverse dai gas a effetto serra;
- b) il miglioramento del livello di qualità dell'aria, dell'acqua o del suolo nelle zone in cui l'attività economica si svolge, riducendo contemporaneamente al minimo gli effetti negativi per la salute umana e l'ambiente o il relativo rischio;
- c) la prevenzione o la riduzione al minimo di qualsiasi effetto negativo sulla salute umana e sull'ambiente legati alla produzione e all'uso o allo smaltimento di sostanze chimiche;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- d) il ripulimento delle dispersioni di rifiuti e di altri inquinanti.

OA.6 - Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi (art. 15 del regolamento)

L'intervento da un contributo sostanziale alla protezione e al ripristino della biodiversità e degli ecosistemi se contribuisce in modo sostanziale a proteggere, conservare o ripristinare la biodiversità o a conseguire la buona condizione degli ecosistemi ovvero a proteggere quelli che sono già in buone condizioni.

Per questo obiettivo ambientale sono considerati obiettivi specifici i seguenti:

- a) la conservazione della natura e della biodiversità, anche conseguendo uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat e delle specie naturali e seminaturali, o prevenendone il deterioramento quando presentano già uno stato di conservazione soddisfacente, e proteggendo e ripristinando gli ecosistemi terrestri, marini e gli altri ecosistemi acquatici al fine di migliorarne la condizione nonché la capacità di fornire servizi ecosistemici;
- b) l'uso e la gestione sostenibile del territorio, anche attraverso l'adeguata protezione della biodiversità del suolo, la neutralità in termini di degrado del suolo e la bonifica dei siti contaminati;
- c) pratiche agricole sostenibili, comprese quelle che contribuiscono a migliorare la biodiversità oppure ad arrestare o prevenire il degrado del suolo e degli altri ecosistemi, la deforestazione e la perdita di habitat;
- d) la gestione sostenibile delle foreste, compresi le pratiche e gli utilizzi delle foreste e delle superfici boschive che contribuiscono a migliorare la biodiversità o ad arrestare o prevenire il degrado degli ecosistemi, la deforestazione e la perdita di habitat.

7.3. Il principio di non arrecare danno significativo - DNSH

Il principio di "non arrecare danno significativo" è tra i principi base del regolamento UE 2021/241 che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento e fissa all'Articolo 5 "Principi orizzontali", co.2 che riporta "2. *Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo»*".

Ne consegue quindi che un'opera che si vuole definire sostenibile deve rispettare tale principio e pertanto deve dare evidenza della sua coerenza con detto principio, fornendo gli elementi atti a dimostrare che il progetto contribuisce ad almeno uno degli obiettivi

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

definiti nel Regolamento UE 852/2020 e "non arreca un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali riportati all'art.9 e descritti al paragrafo precedente.

All'art. 17 è specificato cosa si intende per "Danno significativo agli obiettivi ambientali".

Si tratta quindi di provvedere come primo elemento sostanziale a dar conto che l'iniziativa, in una forma diretta o indotta, sia in grado di dare un contributo fattivo al raggiungimento almeno di uno degli obiettivi della tassonomia e con questo si deve rappresentare la dimensione "positiva" della sostenibilità ambientale, in cui il progetto è valutato sulla base del suo contributo effettivo a migliorare lo scenario ambientale futuro, e tale approfondimento viene correlato allo "Obiettivo sostenuto dal Progetto in maniera prevalente".

Il secondo elemento di analisi è rappresentato dalla dimensione "negativa" cioè la necessità di valutare l'investimento in base al potenziale impatto avverso sull'ambiente. Questa è la vera Valutazione DNSH.

A tale scopo è utile fare riferimento alla lista di controllo (allegato I al Regolamento C58/01) che può essere usata a supporto della analisi del nesso tra ciascuna misura e il principio DNSH.

Si tratta di rispondere alle domande poste nella lista di controllo, fornendo analisi supplementari e/o documenti giustificativi, in modo mirato e limitato, per corroborare le risposte alle domande della lista. La lista di controllo si basa sul seguente albero delle decisioni, che dovrebbe essere usato per ciascuna misura, e che individua due fasi dell'albero delle decisioni alle quali deve corrispondere apposita lista e specifiche informazioni a supporto.

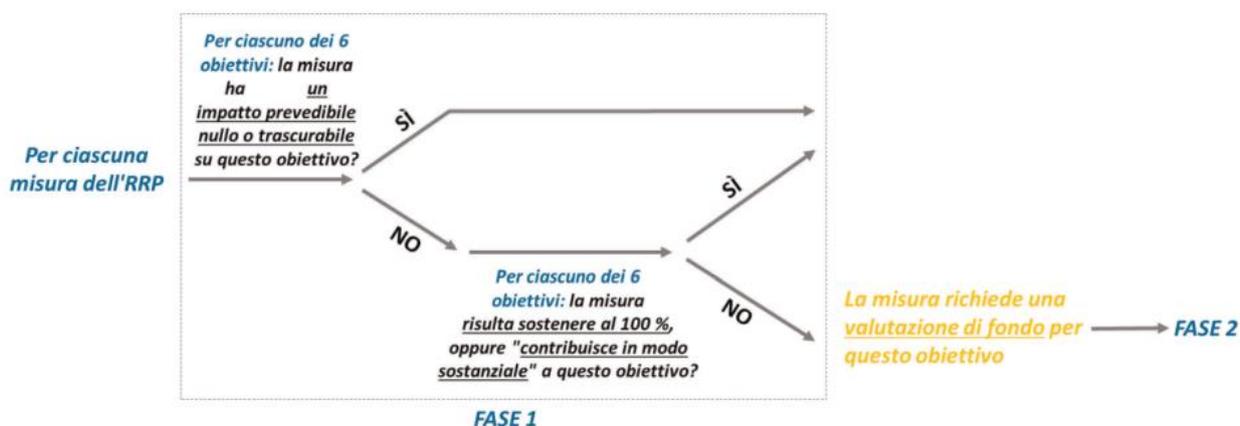


Figura 7-2 Albero delle decisioni

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nello specifico si ha:

Fase 1 - *Filtrare i sei obiettivi ambientali per individuare quelli che richiedono una valutazione di fondo.*

Come primo passo, si compila la parte 1 della lista di controllo per individuare quale dei sei obiettivi ambientali richieda una valutazione di fondo della misura alla luce del principio DNSH. Questo primo vaglio agevolerà l'analisi, distinguendo tra obiettivi ambientali per i quali la valutazione DNSH avrà bisogno di una valutazione di fondo, e quelli per cui può essere sufficiente un approccio semplificato.

Parte 1 della lista di controllo

Indicare quali tra gli obiettivi ambientali che seguono richiedono una valutazione di fondo DNSH della misura	Si	No	Motivazione se è stata apposta una X nella casella «No»
Mitigazione dei cambiamenti climatici			
Adattamento ai cambiamenti climatici			
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine			
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti			
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo			
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi			

Figura 7-3 Modello Parte 1 lista di controllo

Qualora la risposta sia «no», deve essere fornita una breve giustificazione (nella colonna di destra rimandando a eventuali documenti di approfondimento e di dettaglio progettuali) del motivo per cui l'obiettivo ambientale non richiede una valutazione di fondo DNSH della misura, sulla base di uno dei seguenti casi:

- La misura ha un impatto prevedibile nullo o trascurabile sull'obiettivo ambientale connesso agli effetti diretti e agli effetti indiretti primari della misura nel corso del suo ciclo di vita, data la sua natura, e in quanto tale è considerata conforme al principio DNSH per il pertinente obiettivo;
- La misura ha un coefficiente 100 % di sostegno a un obiettivo legato ai cambiamenti climatici o all'ambiente, e in quanto tale è considerata conforme al principio DNSH per il pertinente obiettivo;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- o La misura «contribuisce in modo sostanziale» a un obiettivo ambientale, ai sensi del regolamento Tassonomia, e in quanto tale è considerata conforme al principio DNSH per il pertinente obiettivo.

Qualora la risposta sia «sì», si deve procedere alla fase 2 della lista di controllo per gli obiettivi ambientali corrispondenti.

Quindi il primo passo è quello di individuare per ognuna delle misure proposte e per ognuno dei 6 obiettivi ambientali una delle seguenti possibili valutazioni:

- A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
- B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo
- C. La misura contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo
- D. Nessuna delle opzioni precedenti: la misura richiede una valutazione di fondo per questo obiettivo.

Fase 2 - Fornire una valutazione di fondo DNSH per gli obiettivi ambientali che la richiedono

Quale secondo passo, per ciascuna misura del piano, è da utilizzare la parte 2 della lista di controllo per effettuare una valutazione di fondo alla luce del principio DNSH per gli obiettivi ambientali nella cui casella «sì» è stata apposta una X nella fase 1. La parte 2 della lista di controllo raccoglie, per ciascuno dei sei obiettivi, le domande corrispondenti ai requisiti della valutazione DNSH. Le risposte alle domande nella parte 2 della lista di controllo devono pertanto essere «no», per indicare che nessun danno significativo è arrecato allo specifico obiettivo ambientale.

Parte 2 della lista di controllo – Esempio per l'obiettivo ambientale «mitigazione dei cambiamenti climatici»

Domande	No	Motivazione di fondo
Mitigazione dei cambiamenti climatici: Ci si attende che la misura comporti significative emissioni di gas a effetto serra?		

Figura 7-4 Modello Parte 2 lista di controllo – esempio per obiettivo OA.1

In questa parte della lista di controllo occorre confermare che la risposta è «no», e di fornire una spiegazione e una motivazione di fondo di quanto affermato rimandando se del caso a specifici documenti progettuali o di approfondimento ambientale.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dopo aver dato evidenza di poter perseguire almeno un obiettivo ambientale e di non arrecare danno agli altri, un progetto è ritenuto ecosostenibile se risponde ed è coerente con i criteri di vaglio tecnico. Per cui oltre alle evidenze sopra riportate occorre applicare al caso dei singoli progetti le indicazioni di cui all'Allegato 1 e 2 al Regolamento 2021/2139.

L'esame dei Regolamenti sopra indicati mette in evidenza quali sono i parametri di verifica da adottare per ogni obiettivo ambientale, come riportati nella tabella che segue.

Obiettivo Ambientale	Parametri di verifica
OA.1 - Mitigazione dei cambiamenti climatici	→ Emissione gas ad effetto serra
OA.2 - Adattamento ai cambiamenti climatici	→ Peggioramento degli effetti negativi del clima attuale e futuro
OA.3 - Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	→ Stato e potenziale ecologico acque superficiali o sotterranee e marine
OA.4 - Transizione verso un economia circolare	→ Inefficienze nell'uso dei materiali → Uso diretto o indiretto di risorse naturali → Aumento significativo produzione, incenerimento o smaltimento rifiuti
OA.5 - Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	→ Aumento significativo delle emissioni di sostanze nell'aria, nell'acqua e nel suolo rispetto all'ante operam
OA.6 - Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	→ Nuoce alla buona condizione e alla resilienza degli ecosistemi → Nuoce allo stato di conservazione degli habitat e delle specie

Figura 7-5 Parametri di verifica per ogni obiettivo della tassonomia

7.4. Applicazione al progetto

Come sopra esplicitato, quindi, una "misura" ovvero un'azione o nel caso in esame un'opera è coerente con il principio del Regolamento UE qualora rispetti 2 condizioni fondamentali:

- 1) Consenta il perseguimento di almeno uno dei 6 obiettivi della Tassonomia
- 2) Non comporta danni significativi per gli altri 5 obiettivi

Gli allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea forniscono i primi criteri operativi di vaglio tecnico iniziando dai primi due dei 6 obiettivi della

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Tassonomia. In tali allegati sono individuate le opere che possono essere di interesse per lo sviluppo ecosostenibile e le stesse sono accorpate per settori.

Nel caso specifico del progetto in esame, si prende a riferimento il gruppo di interventi riferibile al punto 5 "FORNITURA DI ACQUA, RETI FOGNARIE, TRATTAMENTO DEI RIFIUTI E DECONTAMINAZIONE" ed in particolare al punto 5.1 "Costruzione, espansione e gestione di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua".

Di seguito si riporta per ogni obiettivo la valutazione A (A. La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo), B (B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo), C (C. La misura contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo) o D (D. La misura richiede una valutazione di fondo sull'obiettivo).

Obiettivi ambientali	Valutazione DNSH sintetica	Valutazione DNSH estesa
Mitigazione dei cambiamenti climatici	B	La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo
Adattamento ai cambiamenti climatici	D	La misura richiede una valutazione di fondo sull'obiettivo
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	D	La misura richiede una valutazione di fondo sull'obiettivo
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo	A	La misura ha un impatto nullo o trascurabile sull'obiettivo
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	D	La misura richiede una valutazione di fondo sull'obiettivo

Tabella 7-1 Valutazione DNSH

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

7.4.1. Parte 1 della lista di controllo

In ottemperanza a quanto indicato nel documento "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)" di seguito si riporta la parte 1 della lista di controllo, che contiene l'individuazione degli obiettivi i quali necessitano di una valutazione di fondo (flag su "Sì" nella tabella di seguito) e che quindi non necessitano di una valutazione di fondo (flag su "No" nella tabella di seguito).

Indicare quali tra gli obiettivi ambientali che seguono richiedono una valutazione di fondo DNSH della misura	Sì	No	Motivazione progettuale
Mitigazione dei cambiamenti climatici		X	Si rimanda al par. 7.4.4
Adattamento ai cambiamenti climatici	X		Si rimanda alla parte 2 della Lista di controllo - par. 7.4.2
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	X		Si rimanda alla parte 2 della Lista di controllo - par. 7.4.2
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti		X	NON PERTINENTE (così come indicato negli Allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea per il punto 5.1)
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo		X	NON PERTINENTE (così come indicato negli Allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea per il punto 5.1)
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	X		Si rimanda alla parte 2 della Lista di controllo - par. 7.4.2

Tabella 7-2 Parte 1 lista di controllo

7.4.2. Parte 2 della lista di controllo

In ottemperanza a quanto indicato nel documento "Orientamenti tecnici sull'applicazione del principio «non arrecare un danno significativo» a norma del regolamento sul dispositivo per la ripresa e la resilienza (2021/C 58/01)" di seguito si

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

riporta la parte 2 della lista di controllo, che contiene l'individuazione degli obiettivi valutati D (D. La misura richiede una valutazione di fondo sull'obiettivo).

Domande	No	Motivazione progettuale
<u>Adattamento ai cambiamenti climatici:</u> Ci si attende che la misura conduca a un peggioramento degli effetti negativi del clima attuale e del clima futuro previsto su sé stessa o sulle persone, sulla natura o sugli attivi?	X	Si rimanda al par. 7.4.5
<u>Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine:</u> Ci si attende che la misura comporti un danno significativo all'uso sostenibile e alla protezione delle acque e delle risorse marine al buono stato o al buon potenziale ecologico di corpi idrici, comprese le acque di superficie e sotterranee, o al buono stato ecologico delle acque marine?	X	Si rimanda al par. 7.4.6
<u>Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi:</u> ci si attende che la misura nuoccia in misura significativa alla buona condizione e alla resilienza degli ecosistemi o nuoccia allo stato di conservazione degli habitat e delle specie, compresi quelli di interesse per l'Unione?	X	Si rimanda al par. 7.4.7

Tabella 7-3 Parte 2 lista di controllo

7.4.3. Sintesi verifica del DNSH

La tabella seguente riporta una sintesi dei risultati della verifica del DNSH per ogni obiettivo ambientale.

Obiettivo ambientale	Consente di perseguire l'obiettivo	Non comporta danno significativo	Verifica DNSH
Mitigazione dei cambiamenti climatici	X		Il raddoppio della prima tratta dell'esistente VIII Sifone consente l'adduzione della portata trasportata interamente a gravità, pertanto, il consumo medio netto di energia per

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Obiettivo ambientale	Consente di perseguire l'obiettivo	Non comporta danno significativo	Verifica DNSH
			l'estrazione e il trattamento è da considerarsi nullo. <i>(Si rimanda al par. 7.4.4 per i dettagli)</i>
Adattamento ai cambiamenti climatici		X	Grazie alle strategie e attenzioni previste nell'ambito della progettazione, il rischio dell'opera ai cambiamenti climatici risulta basso. <i>(Si rimanda al par. 7.4.5 per i dettagli)</i>
Usò sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine		X	Dalla valutazione dell'impatto sulle acque a norma della direttiva 2000/60/CE, effettuata nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, emerge un impatto sulle acque trascurabile, grazie alle caratteristiche intrinseche al progetto stesso e alle opportune scelte progettuali effettuate. <i>(Si rimanda al par. 7.4.6 per i dettagli)</i>
Economia circolare, compresi la prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti	-	-	NON PERTINENTE <i>(cfr. Allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea)</i>
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo	-	-	NON PERTINENTE <i>(cfr. Allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea)</i>

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Obiettivo ambientale	Consente di perseguire l'obiettivo	Non comporta danno significativo	Verifica DNSH
Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi		X	Sono state individuate le opportune misure di mitigazione, in fase di cantiere e di esercizio, per la biodiversità grazie alle quali viene garantita la protezione e conservazione della biodiversità e degli ecosistemi. <i>(Si rimanda al par. 7.4.7 per i dettagli)</i>

Tabella 7-4 Sintesi verifica DNSH

7.4.4. Mitigazione ai cambiamenti climatici

Come riportato nell'Allegato 1 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea, di seguito si dà riscontro al criterio di vaglio tecnico relativo all'obiettivo in oggetto e riferito all'attività di "Costruzione, espansione e gestione di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua".

Il criterio di vaglio tecnico è il seguente.

Obiettivo ambientale: OA1. Mitigazione dei cambiamenti climatici
Parametro di verifica: emissione gas ad effetto serra
Criterio di vaglio tecnico per il perseguimento obiettivo Il sistema per la fornitura di acqua soddisfa uno dei seguenti criteri: a) <u>il consumo medio netto di energia per l'estrazione e il trattamento è pari o inferiore a 0,5 kWh per metro cubo di acqua pronta per essere fornita.</u> Il consumo netto di energia può tener conto delle misure che riducono il consumo energetico, come il controllo della fonte (apporto di sostanze inquinanti), e, se del caso, della produzione di energia (ad esempio energia idraulica, solare ed eolica);

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

b) il livello di perdita è calcolato utilizzando il metodo di valutazione dell'indice di perdita dell'infrastruttura (ILI, Infrastructure Leakage Index) e il valore soglia è pari o inferiore a 1,5, oppure è calcolato utilizzando un altro metodo appropriato e il valore soglia è stabilito conformemente all'articolo 4 della direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento europeo e del Consiglio. Questo calcolo deve essere applicato alla porzione della rete di approvvigionamento idrico (distribuzione) in cui sono eseguiti i lavori, vale a dire a livello di zona di approvvigionamento idrico, distretto di misura (DMA, District Metered Area) o area a pressione controllata (PMA, Pressure Managed Area).

In risposta al **criterio a)**, L'intervento di progetto prevede il raddoppio della prima tratta dell'esistente VIII Sifone. Tale linea, nella tratta oggetto di intervento consente l'adduzione della portata trasportata interamente a gravità, senza dover ricorrere a sollevamenti o ad altri trattamenti energivori. Pertanto il **consumo medio netto di energia per l'estrazione e il trattamento** è da considerarsi identicamente nullo.

In merito al **Criterio b)** La continuità del servizio idrico, la resilienza del sistema acquedottistico e la riduzione delle perdite idriche sono gli obiettivi perseguiti con il progetto, che prevede la realizzazione del raddoppio della parte iniziale dell'esistente VIII Sifone. La nuova opera sarà realizzata per sopportare alte pressioni di esercizio, anche superiori ai valori massimi previsti da progetto, e sarà altamente ingegnerizzata, con l'installazione di dispositivi per il monitoraggio in continuo dei nodi che consentiranno di intervenire tempestivamente per il mantenimento in efficienza dello stato delle condotte nel tempo.

Stante quanto analizzato relativamente ai criteri a) e b), l'opera in progetto «risulta sostenere al 100% l'obiettivo» di Mitigazione dei cambiamenti climatici (valutazione DNSH: B. La misura risulta sostenere al 100% l'obiettivo), ai sensi del regolamento Tassonomia, e in quanto tale è considerata conforme al principio DNSH per il pertinente obiettivo.

7.4.5. Adattamento ai cambiamenti climatici

Come riportato nell'Allegato 1 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea, di seguito si dà riscontro a quanto richiesto per non arrecare danno al presente obiettivo ambientale.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nello specifico, sempre con riferimento all'attività di "Costruzione, espansione e gestione di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua" per non arrecare danno significativo (DNSH) all'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici, l'attività deve soddisfare i criteri di cui all'Appendice A dell'Allegato 1.

Appendice A

Criteri DNSH generici per l'adattamento ai cambiamenti climatici

I rischi climatici fisici che pesano sull'attività sono stati identificati tra quelli elencati nella tabella di cui alla sezione II dell'appendice A, effettuando una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità conformemente alla procedura che segue:

- a) esame dell'attività per identificare quali rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice possono influenzare l'andamento dell'attività economica durante il ciclo di vita previsto;
- b) se l'attività è considerata a rischio per uno o più rischi climatici fisici elencati nella sezione II della presente appendice, una valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità per esaminare la rilevanza dei rischi climatici fisici per l'attività economica;
- c) una valutazione delle soluzioni di adattamento che possono ridurre il rischio fisico climatico individuato.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista, così che:

- a) per le attività con una durata prevista inferiore a 10 anni, la valutazione è effettuata almeno ricorrendo a proiezioni climatiche sulla scala appropriata più ridotta possibile;
- b) per tutte le altre attività, la valutazione è effettuata utilizzando proiezioni climatiche avanzate alla massima risoluzione disponibile nella serie esistente di scenari futuri³²⁰ coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni per i grandi investimenti.

Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto delle più attuali conoscenze scientifiche per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con le relazioni del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico, le pubblicazioni scientifiche sottoposte ad esame inter pares e i modelli open source o a pagamento più recenti.

Per le attività esistenti e le nuove attività che utilizzano beni fisici esistenti, l'operatore economico attua soluzioni fisiche e non fisiche ("soluzioni di adattamento"), per un periodo

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

massimo di cinque anni, che riducono i più importanti rischi climatici fisici individuati che pesano su tale attività. È elaborato di conseguenza un piano di adattamento per l'attuazione di tali soluzioni.

Per le nuove attività e le attività esistenti che utilizzano beni fisici di nuova costruzione, l'operatore economico integra le soluzioni di adattamento che riducono i più importanti rischi climatici individuati che pesano su tale attività al momento della progettazione e della costruzione e provvede ad attuarle prima dell'inizio delle operazioni.

Le soluzioni di adattamento attuate non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche; sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale; e prendono in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi.

Per il progetto in esame è stata effettuata una specifica valutazione del rischio dell'opera ai cambiamenti climatici che ha evidenziato dei rischi prevalentemente bassi.

Le opere di progetto garantiscono un'elevata resilienza in quanto assicurano:

- robustezza strutturale e durabilità assicurata dall'utilizzo di materiali e tecnologie idonee a garantire la protezione igienico-sanitaria della risorsa trasportata ed affidabilità di esercizio;
- ridondanza, dovuta al fatto che le linee di attraversamento del fiume Aniene sono raddoppiate rispetto alla condizione odierna e connesse tra loro;
- flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità delle opere, garantita dai punti di accesso della condotta e dagli organi di governo installati sul nuovo sistema.

Per i dettagli sulla valutazione del rischio ai cambiamenti climatici si rimanda integralmente all'Allegato I al presente documento "Analisi della vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici".

7.4.6. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine

Come riportato negli Allegato 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea, di seguito si dà riscontro a quanto richiesto per non arrecare danno al presente obiettivo ambientale.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nello specifico, sempre con riferimento all'attività di "Costruzione, espansione e gestione di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua" per non arrecare danno significativo (DNSH) all'uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine, l'attività deve soddisfare i criteri di cui all'Appendice B degli Allegati 1 e 2.

Appendice B

Criteri DNSH generici per l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine

I rischi di degrado ambientale connessi alla conservazione della qualità dell'acqua e alla prevenzione dello stress idrico sono individuati e affrontati con l'obiettivo di conseguire un buono stato delle acque e un buon potenziale ecologico, quali definiti all'articolo 2, punti 22 e 23, del regolamento (UE) 2020/852, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e a un piano di gestione dell'uso e della protezione delle acque elaborato in tale ambito, per i corpi idrici potenzialmente interessati, in consultazione con i portatori di interessi pertinenti. Se è effettuata una valutazione dell'impatto ambientale a norma della direttiva 2011/92/UE del Parlamento europeo e del Consiglio ed essa comprende una valutazione dell'impatto sulle acque a norma della direttiva 2000/60/CE, non è necessaria un'ulteriore valutazione dell'impatto sulle acque, purché siano stati affrontati i rischi individuati.

Per il progetto di "*Raddoppio VIII Sifone - Tratto Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli - Fase 1*" è stato effettuato lo Studio di impatto ambientale a norma della direttiva 2011/92/UE del Parlamento europeo e del Consiglio ed esso comprende una valutazione dell'impatto sulle acque a norma della direttiva 2000/60/CE. Pertanto, come indicato nell'Appendice B, non è necessaria un'ulteriore valutazione dell'impatto sulle acque, purché siano stati affrontati i rischi individuati.

Vista la natura dell'opera, che si svilupperà con tracciati interrati, l'attenzione dovrà essere posta sulle aree di cantiere e sulle fasi realizzative durante le quali verranno adottati tutti gli accorgimenti per minimizzare le emissioni atmosferiche ed acustiche e per preservare la falda da possibili sversamenti accidentali.

Per le aree di cantiere verranno presi i seguenti accorgimenti:

- **PZ3:** Realizzazioni interferenti con la falda; realizzazione tappo di fondo in Jet Grouting e successivo scavo del pozzo.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- **PZ4:** Realizzazione opere di impermeabilizzazione e scavo del pozzo. Durante la realizzazione dei lavori si prevederà l'installazione di un piezometro per il campionamento delle acque di falda in funzione del potenziale inquinamento da idrocarburi derivante dalla pompa di benzina in adiacenza.

In conclusione, si può affermare che la realizzazione della prima fase funzionale del Raddoppio del VIII Sifone, avrà impatti trascurabili o prevalentemente bassi sul territorio; impatti che saranno comunque compensati dalla natura dell'opera che, consistendo in un servizio di pubblica utilità, produrrà notevoli benefici in termini di affidabilità del sistema assicurando una fornitura essenziale alla popolazione, quale quella dell'acqua potabile.

Per tutti gli ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati dello studio di impatto ambientale.

Alla luce di tali considerazioni è possibile affermare che l'opera in progetto non arreca danno significativo (DNSH) all'uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine.

7.4.7. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Come riportato negli Allegati 1 e 2 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea, di seguito si dà riscontro a quanto richiesto per non arrecare danno al presente obiettivo ambientale.

Nello specifico, sempre con riferimento all'attività di "Costruzione, espansione e gestione di sistemi di raccolta, trattamento e fornitura di acqua" per non arrecare danno significativo (DNSH) alla protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, l'attività deve soddisfare i criteri di cui all'Appendice D degli Allegati 1 e 2.

Appendice D

Criteri DNSH generici per la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Si è proceduto a una valutazione dell'impatto ambientale (VIA) o a un esame conformemente alla direttiva 2011/92/UE334. Qualora sia stata effettuata una VIA, sono attuate le necessarie misure di mitigazione e di compensazione per la protezione dell'ambiente. Per i siti/le operazioni situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse (compresi la rete Natura 2000 di aree protette, i siti del patrimonio mondiale dell'UNESCO e le principali aree di biodiversità, nonché

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

altre aree protette) è stata condotta, ove applicabile, un'opportuna valutazione e, sulla base delle relative conclusioni, sono attuate le necessarie misure di mitigazione.

Per il progetto del *Raddoppio del VIII Sifone - Tratto Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli - fase 1* è stato effettuato lo Studio di impatto ambientale, nel quale si è posta particolare attenzione alle aree che interessano direttamente l'area EUAP Monte Catillo. Alla luce delle analisi condotte nello SIA e agli interventi di inserimento paesaggistico previsti, è possibile affermare che il progetto non arreca danno significativo (DNSH) alla protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

8. ANALISI DEL CICLO DI VITA E CARBON FOOTPRINT

8.1. Analisi del ciclo di vita e stima della Carbon Footprint

Lo scopo del presente capitolo è quello di sviluppare un'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment - LCA) e stimare la Carbon Footprint (CFP) del progetto di realizzazione del **"Raddoppio VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli - fase 1"**, facente parte del sistema acquedottistico denominato Marcio.

Il presente progetto nasce dalla necessità di risolvere le criticità legate all'attuale acquedotto e adeguare l'offerta a standard tecnici ed ambientali all'avanguardia mirando alla mitigazione dei potenziali impatti sull'ambiente e sull'uomo. Infatti, tutto il Gruppo Acea è da anni impegnato in un processo di transizione ecologica che ha come obiettivo il conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 tramite la sostenibilità economica, sociale ed ambientale delle sue opere e servizi.

La valutazione LCA e la stima della Carbon Footprint che verranno sviluppate nei seguenti paragrafi, ai sensi della norma ISO 14040, ISO 14044 ed ISO 14064, riguardano il settore delle infrastrutture idrauliche. In particolare, saranno trattati i seguenti temi:

- Definizione degli scopi e obiettivi LCA;
- Analisi dell'Inventario (Life Cycle Inventory - LCI);
- Valutazione degli Impatti (Life Cycle Impact Assessment - LCIA);
- Interpretazione dei risultati (Life Cycle Interpretation).

8.2. Definizione degli scopi ed obiettivi LCA e CFP

8.2.1. Obiettivi dello studio

Il presente studio nasce dalla necessità di quantificare i benefici ed i potenziali impatti sull'ambiente e sull'uomo associati all'intero ciclo di vita del tratto di acquedotto "VIII Sifone" in esame, la cui realizzazione è traduzione delle attuali e future esigenze di approvvigionamento per il quadrante Sud-Est della città di Roma. Inoltre, tramite l'analisi LCA e la stima dell'impronta di carbonio dell'infrastruttura di progetto, sarà possibile determinare quali siano gli interventi o accorgimenti utili nella fase di realizzazione per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

8.2.2. Unità funzionale

Secondo la metodologia utilizzata, l'unità funzionale è il prodotto, servizio o funzione a cui devono fare riferimento tutti i dati di input e output dello studio e di conseguenza tutti i risultati che verranno presentati.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nel caso in esame l'unità funzionale è rappresentata da 300 m di acquedotto posati in opera.

8.2.3. Confini del sistema

I confini del sistema rappresentano la "scatola chiusa" al cui interno devono essere definiti tutti i processi coinvolti nello studio LCA e di CFP.

In questo caso l'analisi mira a definire le potenziali pressioni dovute alla realizzazione del "Raddoppio VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli - fase 1".

A tal proposito, per gli scopi ed obiettivi precedentemente menzionati, considerando che l'acquedotto avrà una vita utile superiore ai 25 anni e che successivamente a tale periodo non è ipotizzabile una dismissione dell'opera, è stato considerato un approccio definito dalle sopracitate norme ISO come "cradle to grave with option". Tale approccio si riferisce ad un tipo di analisi che comprende all'interno dei confini di sistema tutte le unità di processo dalla culla alla tomba, ossia a partire dall'estrazione delle materie prime necessarie per il processo di realizzazione ma escludendo la fase di dismissione, in quanto non applicabile al progetto in esame.

Di conseguenza, i risultati ottenuti dall'analisi verranno presentati in funzione delle fasi del ciclo di vita individuate:

1. Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali;
2. Trasporto dei materiali;
3. Costruzione dell'opera;
4. Esercizio e manutenzione (25 anni).

Inoltre, ai fini del presente studio sono state escluse le attività di:

- trattamento dei rifiuti;
- trattamento delle acque;

Per le motivazioni precedentemente menzionate è possibile affermare che le approssimazioni introdotte dall'utilizzo di un approccio "cradle to grave with option" non pregiudicano in alcun modo il raggiungimento degli scopi prefissati, fornendo invece un quadro più chiaro delle possibili pressioni ambientali associate alle singole fasi costituenti il ciclo di vita del progetto.

8.2.4. Categorie di dati utilizzati ed assunti

I dati di input e output dell'analisi, riguardanti il progetto in esame, possono essere suddivisi nelle seguenti macrocategorie:

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- consumi di materie prime e materiali;
- consumi energetici (termici o elettrici);
- rifiuti;
- emissioni in atmosfera.

In particolare, ad esclusione delle emissioni in atmosfera e dei consumi energetici termici (carburante mezzi) strettamente dipendenti dalla modellazione del processo di realizzazione dell'opera, i dati di base sono contenuti nella documentazione di progetto.

In una fase successiva, tutti i dati appartenenti ad ogni macrocategoria precedentemente menzionata sono stati rapportati ai fini dello studio all'unità funzionale, ovvero 300 metri di acquedotto posati in opera.

Per quel che concerne le materie prime ed i materiali implicati nella realizzazione dell'opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

- Calcestruzzo: avendo a disposizione il quantitativo totale di calcestruzzo pari a 18470 mc sono stati ipotizzati i quantitativi dei singoli componenti, associati a 300 m di acquedotto posati in opera, a partire da rapporti noti nella letteratura del campo edile. Nello specifico sono stati ottenuti 2143 t di clinker di cemento (67% CaO, 26% SiO₂, 5% Al₂O₃, 2% Fe₂O₃), 4286 t di sabbia, 9144 t di ghiaia e 857 t d'acqua;
- Acciaio carpenteria: a partire dal fabbisogno complessivo di acciaio (2062 t) è stata sottratta la quota parte che costituisce le tubazioni in acciaio di progetto, ottenendo il quantitativo totale di acciaio da carpenteria (1686 t). Successivamente, tale valore è stato rapportato a 300 m di infrastruttura posati in opera, ottenendo 723 t di acciaio da carpenteria.
- Acciaio condotte: utilizzando come dato di base le lunghezze e i diametri previsti dal progetto, è stato calcolato il peso totale in tonnellate delle condotte (376 t). Il precedente valore è stato rapportato a 300 m di acquedotto ottenendo 161 t di acciaio per unità funzionale.

Per quel che concerne i consumi di energia elettrica e termica implicati nella realizzazione dell'opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

- Energia elettrica: i consumi di energia elettrica associati alla fase di cantiere e di e di manutenzione, con orizzonte temporale a 25 anni, sono stati calcolati a partire dalla stima totale dei consumi di cantiere del progetto e dal numero di accensioni annuali degli impianti elettrici per la manutenzione. Normalizzando tali valori per l'unità funzionale si ha 552382 kWh per il fabbisogno elettrico di cantiere e 10719 kWh per gli interventi di manutenzione ordinaria.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- Energia termica: è associata al carburante per il funzionamento di tutti i mezzi implicati nel processo di estrazione, produzione e trasporto dei materiali oltreché di realizzazione dell'opera. In tal caso, a partire dall'attività dei mezzi in termini di metri percorsi, è stato ipotizzato un consumo medio pari a 25 l per 100 km.

In ultimo, per quanto riguarda le emissioni in atmosfera prodotte dalle attività, lavorazioni e macchinari implicati nel ciclo di vita dell'opera, sono stati considerati i seguenti assunti:

- Emissioni da mezzi: calcolate a partire dalle attività previste da cronoprogramma in termini di ore e tipologia di mezzi, normalizzando rispetto all'unità funzionale, e utilizzando fattori di emissione provenienti da medie nazionali attualizzate al 2021.
- Emissioni materie prime: calcolate a partire dai quantitativi di materiali o materie prime, normalizzate per l'unità funzionale, utilizzando fattori di emissione calcolati da ISPRA (Rapporto 327/2020). Per il clinker 747,6 kg CO₂/t mentre per l'acciaio delle condotte e di carpenteria le stime nazionali indicano 1,83 t CO₂ per tonnellata di prodotto finito.
- Emissioni consumi elettrici: stimate utilizzando i fattori di emissione ISPRA (Rapporto 317/2020), i quali indicano 444,4 g CO₂/kWh.

8.2.5. Software e database

I dati relativi al ciclo di vita della prima fase funzionale del tratto di acquedotto "Sifone VIII" sono stati analizzati tramite il software OpenLCA.

OpenLCA è un software sviluppato dal 2006 da GreenDelta, in grado di valutare le prestazioni ambientali ed energetiche di vari prodotti, processi e servizi.

Il software permette di lavorare con diversi database scaricabili dal sito ufficiale openLCA Nexus, in cui vengono forniti i dettagli di ogni banca dati per ottimizzare al meglio l'analisi del ciclo di vita del progetto in esame. Per la modellazione e confronto dei sistemi di prodotti il software fornisce un'interfaccia grafica in cui è possibile definire i Flussi, i Processi e i Prodotti coinvolti nel sistema in analisi.

I Flussi sono tutti gli input e gli output di prodotti, materiali e/o energia dei processi in esame, vengono definiti con nomi e in funzione delle loro proprietà.

OpenLCA distingue tre tipi di flusso:

- Flussi elementari: materiale o energia dell'ambiente in ingresso o in uscita direttamente dal sistema di prodotti in studio;
- Flussi di prodotto: materiale o energia scambiati tra i processi del sistema di prodotti in indagine;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- Flussi di rifiuti: materiale o energia che lascia il sistema di prodotto.

Ogni flusso creato deve essere definito da una proprietà del flusso di riferimento come massa, volume, area, ecc.

I Processi permettono l'interazione tra i vari input per l'ottenimento di output, per questo motivo è essenziale associare ogni processo ad un output di riferimento.

Un Sistema di prodotti contiene tutti i processi in studio correlati tra loro, da questo è possibile calcolare gli impatti, in funzione della metodologia di calcolo scelta (Impact Assessment Method) per tutti i processi a monte inseriti nell'analisi.

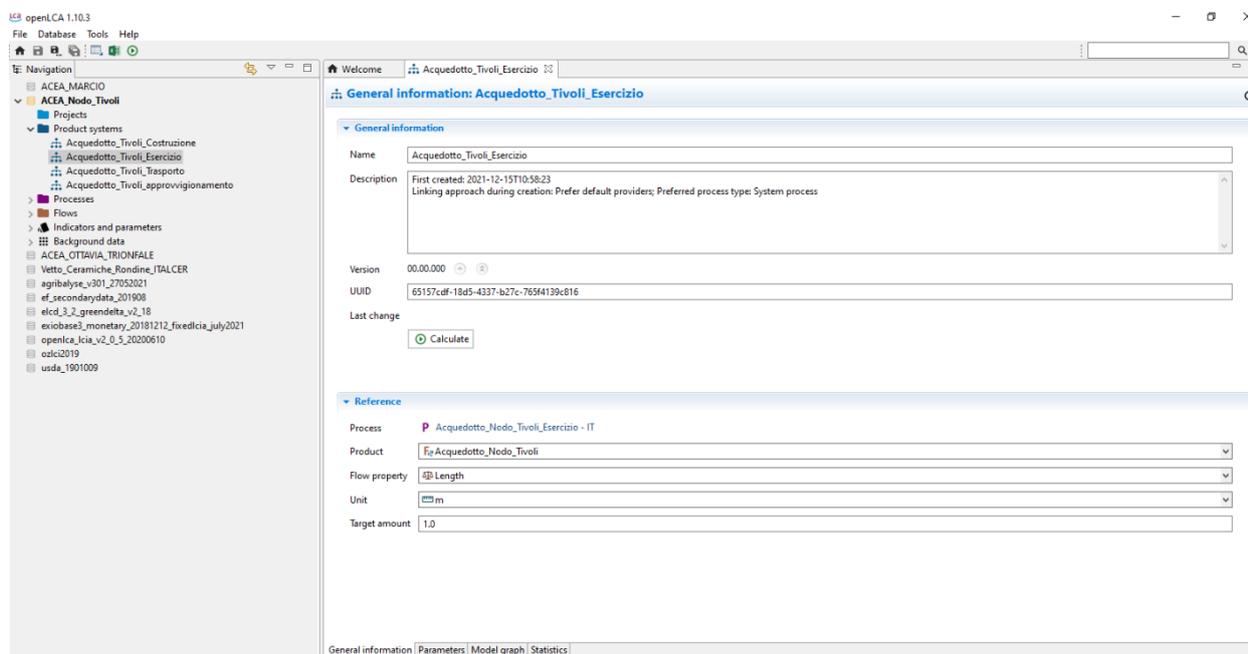


Figura 8-1 Esempio interfaccia grafica software openLCA

Ai fini del presente studio sono stati utilizzati fattori di impatto importati dai seguenti database internazionali:

- **Environmental Footprint Database.** È un database creato dalla European Commission's Single Market for Green Products nel 2019 con lo scopo di definire una metodologia europea univoca di valutazione e classificazione dell'impronta ecologica di numerosi prodotti e servizi;
- **ELCD Database.** È un database creato dal Joint Research Center della Commissione Europea nell'anno 2015 e successivamente aggiornato ed implementato. Il Centro comune di ricerca è il servizio scientifico interno della

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Commissione. Fornisce un supporto al processo decisionale dell'UE mediante consulenze scientifiche indipendenti e basate su prove concrete;

- **Exiobase Database.** È un database globale creato e mantenuto da diversi enti pubblici e privati, come ad esempio NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden e WU. È stato sviluppato armonizzando e dettagliando dati provenienti da un gran numero di paesi al fine di stimare le emissioni e gli effetti prodotti dall'estrazione di risorse per l'industria.

Per quanto concerne la stima degli impatti si è fatto riferimento alla metodologia ReCiPe 2016 (Impact Assessment Method) consolidata ed internazionale, al fine di avere dei risultati solidi e replicabili. Tale metodologia verrà descritta ed esaminata in modo dettagliato al paragrafo 8.4 del presente documento.

8.3. Analisi dell'inventario (LCI)

Le seguenti tabelle riassumono in modo dettagliato tutti gli input e output impiegati nelle diverse fasi del ciclo di vita dell'opera e per il successivo calcolo degli indicatori di impatto dell'analisi LCA. I dati sono stati suddivisi in funzione della:

- Macrocategoria, ovvero Materie Prime e materiali (MP), Consumi Energetici Elettrici o Termici (CEE – CET), Rifiuti (RI), Emissioni in Atmosfera (EA);
- Tipologia, ovvero se è un dato di input o output del processo in analisi;
- Descrizione.

Infine, ad ogni dato presentato è stato associato un quantitativo calcolato in funzione dell'unità funzionale di riferimento, che si ricorda essere pari a 300 m di acquedotto posato in opera.

Fase I - Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
MP	input	Ossido di calcio	1436,0 t
MP	input	Ossido di alluminio	107,0 t
MP	input	Ossido di silicio	557,0 t
MP	input	Ossido di ferro	43,0 t
MP	input	Acciaio carpenteria	723,0 t
MP	input	Acciaio condotte	161,0 t
MP	input	Acqua	857,0 mc
MP	input	Sabbia	4286,0 t

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase I - Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
MP	input	Ghiaia	9144,0 t
CET	input	Diesel	2138,0 kWh
EA	output	Monossido di carbonio (CO)	12,18 kg
EA	output	Metano (CH ₄)	0,28 kg
EA	output	Ossidi di azoto (NO _x)	18,13 kg
EA	output	Ossidi di zolfo (SO _x)	0,06 kg
EA	output	Particolato (PM)	0,63 kg
EA	output	Anidride carbonica (CO ₂)	3226,0 t

Tabella 8-1 Dati inventario dell'acquedotto "VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli" - Fase I, Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali

Fase II - Trasporto dei materiali			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
CET	input	Diesel	16031,0 kWh
EA	output	Monossido di carbonio (CO)	42,63 kg
EA	output	Metano (CH ₄)	0,58 kg
EA	output	Ossidi di azoto (NO _x)	32,35 kg
EA	output	Ossidi di zolfo (SO _x)	0,13 kg
EA	output	Particolato (PM)	1,37 kg
EA	output	Anidride carbonica (CO ₂)	11251,00 kg

Tabella 8-2 Dati inventario dell'acquedotto "VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli" - Fase II, Trasporto dei materiali

Fase III - Costruzione dell'opera			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
CET	input	Diesel	772614,0 kWh
CEE	input	Energia elettrica da rete nazionale	552382,0 kWh
EA	output	Monossido di carbonio (CO)	2225,47 kg
EA	output	Metano (CH ₄)	29,83 kg
EA	output	Ossidi di azoto (NO _x)	1985,18 kg
EA	output	Ossidi di zolfo (SO _x)	6,21 kg
EA	output	Particolato (PM)	85,38 kg
EA	output	Anidride carbonica (CO ₂)	796180,19 kg
RI	output	Ferro e acciaio	2144,0 kg
RI	output	Cemento	51451,0 kg
RI	output	Imballaggi in plastica	429,0 kg

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase III – Costruzione dell'opera			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
RI	output	Imballaggi in legno	1072,0 kg
RI	output	Materiali isolanti	429,0 kg
RI	output	Terre e rocce	34171,0 t
RI	output	Sfalci, ramaglie e potature arbusti	2324,0 kg
RI	output	Rifiuti misti	4288,0 kg

Tabella 8-3 Dati inventario dell'acquedotto "VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli" - Fase III, Costruzione dell'opera

Fase IV – Esercizio e manutenzione (25 anni)			
Macro categoria	Tipologia	Descrizione	Quantità per unità funzionale
CEE	input	Energia elettrica da rete nazionale	10719,0 kWh
EA	output	Anidride carbonica (CO ₂)	4,76 t

Tabella 8-4 Dati inventario dell'acquedotto "VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli" - Fase IV, Esercizio e manutenzione dell'opera (25 anni)

8.4. Valutazione degli impatti (LCIA)

8.4.1. Metodologia ReCiPe 2016

Goedkoop et al. (2009) hanno sviluppato un metodo per la valutazione dell'impatto del ciclo di vita denominato ReCiPe2008, il quale fornisce una caratterizzazione armonizzata di fattori a livello di punto medio (midpoint) e punto finale (endpoint). L'ultima versione attualmente disponibile sul mercato è quella aggiornata al 2016. Rispetto alla prima versione del metodo negli anni è stato ampliato il numero di interventi ambientali e aggiunto l'impatto relativo all'uso dell'acqua sulla salute umana, gli impatti dell'uso dell'acqua e dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi di acqua dolce e gli impatti dell'uso dell'acqua e della formazione di ozono troposferico sugli ecosistemi terrestri. Inoltre, il metodo è stato implementato con fattori di caratterizzazione rappresentativi su scala globale, ma è comunque possibile utilizzare fattori di caratterizzazione a scala nazionale e continentale.

L'obiettivo principale del metodo ReCiPe è trasformare la lunga lista dei risultati dell'inventario del ciclo di vita in un numero limitato di punteggi indicatori. Questi punteggi degli indicatori esprimono la gravità relativa su una categoria di impatto ambientale. In ReCiPe determiniamo indicatori a due livelli:

- 18 indicatori "midpoint",
- 3 indicatori "endpoint".

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

La figura seguente riassume le categorie di impatto implementate nel metodo.

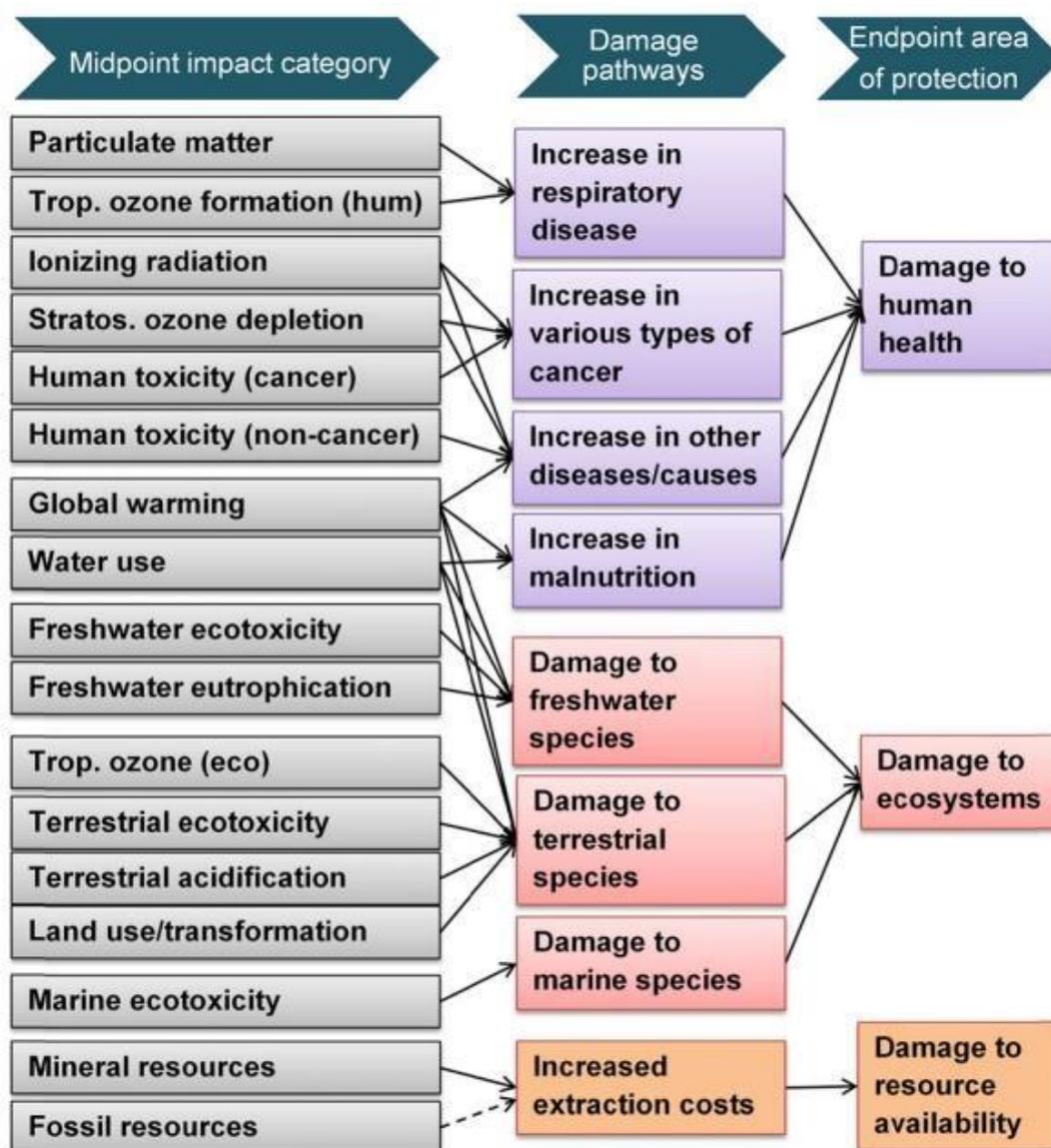


Figura 8-2 Categorie di impatto midpoint ed endpoint della metodologia ReCiPe2016

La tabella successiva indica, per ognuna delle 18 categorie di impatto midpoint, le rispettive unità di misura.

Categorie di impatto midpoint	Unità di misura
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Categorie di impatto midpoint	Unità di misura
Fossil resource scarcity	kg oil eq
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Freshwater eutrophication	kg P eq
Global warming	kg CO2 eq
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB
Human non - carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq
Land use	m2a crop eq
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Marine eutrophication	kg N eq
Mineral resource scarcity	kg Cu eq
Ozone formation, Human health	kg NOx eq
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq
Terrestrial acidification	kg SO2 eq
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Water consumption	m3

Tabella 8-5 Unità di misura delle categorie di impatto midpoint - metodologia ReCipe2016

La salute umana, la qualità dell'ecosistema e la scarsità di risorse (cfr. Figura 8-2) sono state definite in ReCipe2016 come le tre aree di protezione. Gli endpoint sono relativi alle tre aree di protezione. I DALY (Disability Adjusted Life Years), rilevanti per la salute umana, rappresentano gli anni persi o in cui una persona è disabile a causa di una malattia o di un infortunio. L'unità per la qualità dell'ecosistema è la perdita di specie locale integrata nel tempo (species*year). L'unità per la scarsità di risorse è il dollaro (\$), che rappresenta i costi aggiuntivi coinvolti per la futura estrazione di risorse minerali e fossili.

Ogni metodo (midpoint, endpoint) contiene fattori secondo tre prospettive future. Queste prospettive rappresentano un insieme di scelte su questioni come il tempo o le aspettative che una corretta gestione e/o lo sviluppo tecnologico possano evitare danni futuri. Le tipologie di approccio contemplate nel metodo sono:

- Individualist (I): a breve termine (20 anni), ottimismo sul fatto che la tecnologia possa evitare molti problemi in futuro,
- Hierarchist (H): modello di consenso (100 anni), come spesso si incontra nei modelli scientifici, questo è spesso considerato il modello predefinito,
- Egalitarian (E): a lungo termine (1000 anni) basato sul principio di precauzione.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

La tabella seguente fornisce i fattori di caratterizzazione per la normalizzazione degli impatti da midpoint ad endpoint relativamente ai danni nei confronti: della salute umana, dell'ecosistema terrestre, d'acqua dolce e marino oltreché della scarsità di risorse per le tre prospettive future.

Categorie di danno	Categorie di impatto	I	H	E
Human health	Climate change	8,1E-08	9,3E-07	1,3E-05
	Ozone depletion	2,4E-04	5,3E-04	1,3E-03
	Ionizing radiation	6,8E-09	8,5E-09	1,4E-08
	Fine particulate matter formation	6,3E-04	6,3E-04	6,3E-04
	Photochemical ozone formation	9,1E-07	9,1E-07	9,1E-07
	Cancer toxicity	3,3E-06	3,3E-06	3,3E-06
	Non-cancer toxicity	6,7E-09	6,7E-09	6,7E-09
	Water use	3,1E-06	2,2E-06	2,2E-06
Ecosystem quality: terrestrial	Climate change	5,3E-10	2,8E-09	2,5E-08
	Photochemical ozone formation	1,3E-07	1,3E-07	1,3E-07
	Acidification	2,1E-07	2,1E-07	2,1E-07
	Toxicity	5,4E-08	5,4E-08	5,4E-08
	Water use	0	1,4E-08	1,4E-08
	Land use	8,9E-09	8,9E-09	8,9E-09
Ecosystem quality: freshwater	Climate change	1,5E-14	7,7E-14	6,8E-13
	Eutrophication	6,1E-07	6,1E-07	6,1E-07
	Toxicity	7,0E-10	7,0E-10	7,0E-10
	Water use	6,0E-13	6,0E-13	6,0E-13
Ecosystem quality: marine	Toxicity	1,1E-10	1,1E-10	1,1E-10
Resource scarcity	Minerals fossils	0,46	0,46	0,46

Tabella 8-6 Fattori di caratterizzazione per la normalizzazione degli impatti da midpoint ad endpoint

8.4.2. Risultati metodo ReCiPe 2016 Midpoint (H)

Relativamente alle categorie di impatto sopra descritte della metodologia ReCipe 2016, si precisa che è stato considerato un approccio di tipo "Hierarchist" (H) ovvero con orizzonte temporale pari a 100 anni. Inoltre, sono state tralasciate le categorie non interessate da alcun impatto derivante dal ciclo di vita del progetto in esame. Di seguito vengono esplicitate le categorie di impatto midpoint effettivamente utilizzate ai fini del presente studio LCA in accordo con la metodologia proposta.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Categorie di impatto Midpoint	Unità di misura
Recipe2016	
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq
Fossil resource scarcity	kg oil eq
Global warming	kg CO2 eq
Mineral resource scarcity	kg Cu eq
Ozone formation, Human health	kg NOx eq
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq
Terrestrial acidification	kg SO2 eq
Water consumption	m3

Tabella 8-7 Categorie di impatto utilizzate ai fini dello studio LCA per l'acquedotto "VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli" - Metodo Recipe2016 - Midpoint

Nella seguente tabella vengono riassunti i risultati, in termini di valutazione degli impatti, calcolati con il metodo ReCipe2016 Midpoint in riferimento agli scenari delle Fasi I, II, III e IV.

Fase I - Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali		
Categorie di impatto	Unità di misura	Risultato
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	2,01
Fossil resource scarcity	kg oil eq	167,87
Global warming	kg CO2 eq	3225991,58
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	18378,78
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	18,12
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	18,12
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	6,59
Water consumption	m3	857,00

Tabella 8-8 Risultati dell'analisi degli impatti con metodologia ReCipe2016 Midpoint H - Fase I

Fase II - Trasporto dei materiali		
Categorie di impatto	Unità di misura	Risultato
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	3,60
Fossil resource scarcity	kg oil eq	1258,03
Global warming	kg CO2 eq	11270,38
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	32,35

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase II - Trasporto dei materiali		
Categorie di impatto	Unità di misura	Risultato
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	32,35
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	11,78

Tabella 8-9 Risultati dell'analisi degli impatti con metodologia ReCipe2016 Midpoint H - Fase II

Fase III - Costruzione dell'opera		
Categorie di impatto	Unità di misura	Risultato
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	220,17
Fossil resource scarcity	kg oil eq	104184,54
Global warming	kg CO2 eq	797195,71
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	1985,18
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	1985,18
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	720,87

Tabella 8-10 Risultati dell'analisi degli impatti con metodologia ReCipe2016 Midpoint H - Fase III

Fase IV - Esercizio (25 anni)		
Categorie di impatto	Unità di misura	Risultato
Fossil resource scarcity	kg oil eq	845,08596
Global warming	kg CO2 eq	4760

Tabella 8-11 Risultati dell'analisi degli impatti con metodologia ReCipe2016 Midpoint H - Fase IV

8.5. Interpretazione dei risultati

I risultati ottenuti nei paragrafi precedenti, relativi alle diverse fasi del progetto "Raddoppio VIII Sifone -Tratto Casa Valeria-Uscita Galleria Ripoli", fanno riferimento all'unità funzionale individuata nella prima parte di questo studio, ovvero 300 m di acquedotto posati in opera. Di conseguenza, per ottenere un computo complessivo degli impatti e delle emissioni di CO₂ basterà moltiplicare il valore normalizzato all'unità funzionale per la lunghezza lineare totale dell'acquedotto di progetto, pari a circa 700 metri.

Dalla disamina dei risultati riportati al paragrafo precedente emerge senza dubbio che il valore maggiormente significativo ottenuto, dal punto di vista degli impatti ambientali e sulla salute dell'uomo è quello relativo al Global Warming. Secondo gli scienziati del Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (Intergovernmental Panel on

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Climate Change - IPCC), promosso dalle Nazioni Unite, il Global Warming dipende dal forte aumento nell'atmosfera dei GHG (Greenhouse Gases), tra cui i principali sono: anidride carbonica, vapore acqueo, l'ossido nitroso, il metano e l'ozono. Il protocollo di Kyoto include anche l'esafluoruro di zolfo, gli idro-fluoro-carburi, e i per-fluoro-carburi. Per questo motivo il contributo di ogni gas al Global Warming è misurato dalla CO₂ equivalente, che esprime l'impatto sul riscaldamento globale di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di anidride carbonica.

Osservando i valori di Global Warming ottenuti, si nota come la fase più impattante dal punto di vista dei cambiamenti climatici è quella connessa all'estrazione e produzione dei materiali. Tuttavia, in tal caso si parla di emissioni non direttamente connesse con la realizzazione, la costruzione e l'esercizio dell'acquedotto "VIII Sifone", bensì imputabili agli impianti di estrazione e lavorazione delle materie prime (i.e. impianti siderurgici e cementifici).

Focalizzando l'attenzione alle emissioni direttamente prodotte dal progetto in esame, noteremo che il contributo al cambiamento climatico non è omogeneo per le diverse fasi. Il risultato, in termini di tonnellate di CO₂ equivalenti è riassunto nella seguente tabella.

Global Warming		
Fase	Risultato per unità funzionale	Risultato
Trasporto dei materiali	11,3 [t CO ₂ eq.]	26,3 [t CO ₂ eq.]
Costruzione dell'opera	797,2 [t CO ₂ eq.]	1859,3 [t CO ₂ eq.]
Esercizio e manutenzione	4,8 [t CO ₂ eq.]	11,1 [t CO ₂ eq.]

Tabella 8-12 Risultati indicatore Global Warming per unità funzionale e complessivi nelle diverse fasi di vita dell'infrastruttura di progetto

Dalla tabella è evidente che la fase più critica dal punto di vista dell'impronta di carbonio è quella di costruzione dell'opera in cui è previsto l'utilizzo massiccio di macchinari e mezzi per la realizzazione dell'opera, oltreché un cospicuo utilizzo di energia elettrica.

A tal proposito, ricordando che le emissioni in atmosfera sono state calcolate utilizzando tabelle specifiche per tipologia di mezzo con fattori di emissione provenienti da medie nazionali attualizzate al 2021, è possibile affermare che le 1859,3 t di CO₂ equivalente rappresentano un limite superiore estremamente cautelativo.

8.1. Assorbimento della CO₂ per opera degli interventi a verde

Come noto, l'incremento di CO₂ in atmosfera è causato principalmente dalle attività antropiche: una volta che un terreno naturale viene impermeabilizzato o subisce altre forme di trasformazione, perde la capacità di trattenere il carbonio che, di conseguenza, permane in atmosfera.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

L'obiettivo dell'analisi in questo campo è quello di quantificare i valori di stoccaggio di carbonio per ciascuna classe di uso del suolo presente nelle aree di interesse, allo scenario attuale e futuro, con lo scopo di valutare il cambiamento apportato dagli interventi e, se del caso provvedere alla definizione di specifici interventi a verde utili allo scopo.

Nel caso di interventi infrastrutturali come quello in oggetto, considerando anche la sua configurazione prettamente lineare, gli spazi occupati dall'opera lasciano poco territorio per la realizzazione di opere a verde. Nel caso del progetto in esame questo è tanto più vero per il fatto che visto il contesto di intervento si è fatto in modo di tenere contenuti gli interventi che implicano per l'appunto la modifica dell'uso del suolo.

8.2. L'ottimizzazione delle azioni di progetto per il controllo e il contenimento dell'impronta carbonica

La fase più importante in termini di carbon footprint per l'opera in esame è, come sopra riportato, quella di costruzione e come tale si ritiene opportuno focalizzare le successive fasi progettuali su attenzioni tali da ottimizzare detto aspetto.

Per questo motivo, si prevede per la fase di realizzazione dell'opera, la possibilità di prevedere l'utilizzo di macchinari e mezzi di ultima generazione (Best Available Technology), i quali consentiranno un abbattimento dei livelli stimati di CO₂ anche fino al 20%. Si potrebbe inoltre considerare l'adozione di mezzi e/o macchinari elettrici, ad oggi disponibili e facilmente reperibili in commercio ed aventi zero emissioni dirette in atmosfera, se non quelle legate alla ricarica delle batterie tramite rete elettrica nazionale.

Per poter concretizzare maggiormente la sostenibilità dell'intervento in termini pratici ed operativi le successive fasi di progetto saranno sviluppate in modo da implementare soluzioni a più elevato valore di sostenibilità e pertanto sarà possibile ridurre l'impronta carbonica della fase realizzativa.

Nello specifico dette attenzioni saranno sviluppate mediante specifiche azioni da perseguire nelle fasi di affidamento, ad esempio, mediante l'inserimento di premialità negli appalti con riferimento a:

- Approvvigionamenti di energia di cantiere privilegiando forniture derivanti da fonti rinnovabili
- Impiego di mezzi d'opera ad alta efficienza motoristica privilegiando mezzi ibridi ovvero quelli diesel con coerenza i criteri di Euro 6 o superiore
- Adozione anche di mezzi d'opera non stradali e/o trattori con elevata efficienza motoristica

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- Adozione di accorgimenti per evidente tutela delle aree agricole e di pregio naturalistico, quali distanze di rispetto, adozione di schermi, ecc
- Tutela della risorsa idrica con sistemi di protezione dei corpi idrici sia superficiali che sotterranei
- Tenere in considerazione le analisi di resilienza rispetto ai cambiamenti climatici introdotti in questa relazione di sostenibilità
- Miglioramento della gestione delle acque meteorologiche dilavanti all'interno del cantiere
- Utilizzo della risorsa idrica eliminando o comunque riducendo al minimo l'utilizzo della risorsa idrica per finalità di cantiere privilegiando la dove possibile il riutilizzo delle acque impiegate nel cantiere ovvero di quelle piovane che dovranno essere raccolte
- Raccolta e trattamento dei rifiuti di cantiere
- Massimizzare l'utilizzo del legno con certificazione FSC/PEFC o certificazioni equivalenti
- Controllo dei rifiuti liquidi e idonea gestione degli stessi

9. CONSUMO DI RISORSE

9.1. Bilancio e gestione dei materiali

Rimandando al par. 4.4 per i dettagli, nella tabella seguente si riporta una sintesi del bilancio delle terre e rocce da scavo e delle modalità di riutilizzo dello stesso.

CANTIERE DI PRODUZIONE DELLE T&R	Descrizione sintetica dello scavo	VOLUMI TOT SCAVO [mc]	MODALITA' DI SCAVO				DESTINAZIONE TERRENO SCAVATO			
			SCAVO TRADIZIONALE [mc]	TRATTE IN MICROTUNNELLING		RIFIUTO		RIUTILIZZO IN SITO		scopo del riutilizzo
				pozzi [mc]	condotte [mc]	[mc]	[ton]	[mc]	[ton]	
1 PZ1 - POZZO DI SPINTA MT - MANUFATTO DI FUTURO COLLEGAMENTO AGLI ACQUEDOTTI PRIMA DI CASA VALERIA	Pozzo PZ1	7.293	0	4.273	0	3.873	7.746	400	800	Rinterro presbanco PZ1
	Area di cantiere 01		985	0	0	72	145	913	1.825	Rinterro area di cantiere 01
	Smarino MT		0	0	2.035	2.035	4.069	0	0	
2 PZ2 - POZZO DI USCITA MT - MANUFATTO ADIACENTE ALL'ESISTENTE VIII SIFONE	Pozzo PZ2	15.151	0	6.468	0	6.468	11.319	0	0	
	Palificata		1.689	0	0	1.689	2.955	0	0	
	Collegamento Manufatto M1		6.994	0	0	6.994	12.240	0	0	
3 PZ3 - POZZO DI SPINTA MT - MANUFATTO ADIACENTE ALL'ESISTENTE VIII SIFONE	Pozzo PZ3	9.795	0	2.771	0	2.771	4.849	0	0	
	Palificata		950	0	0	950	1.662	0	0	
	Area di cantiere 03		242	0	0	242	424	0	0	
	Strada di accesso		3.020	0	0	3.020	5.285	0	0	
	Smarino MT		0	0	2.812	2.812	4.922	0	0	
4 PZ4 - POZZO DI USCITA MT NEI PRESSI DI LARGO SARAGAT	PZ4	13.761	0	9.513	0	9.513	16.648	0	0	
	Palificata		2.595	0	0	2.595	4.542	0	0	
	Collegamento VIII Sifone		1.652	0	0	1.652	2.891	0	0	
TOTALE IN BANCO		45.999	18.127	23.025	4.847	44.687	79.697	1.313	2.625	
TOTALE IN CUMULO		55.199	21.752	27.631	5.817	53.624	95.637	1.575	3.150	

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Tabella 9-1 Bilancio materiali prodotti complessivo per ogni cantiere

Come previsto dal DPR 120/17 è stato redatto il "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti".

Come già precedente affermato, le indagini effettuate fanno riferimento al riutilizzo delle sole terre provenienti dall'area di cantiere PZ1. L'effettiva gestione di tali volumi, in esclusione dal regime dei rifiuti, sarà possibile previa verifica dei requisiti ambientali per il riutilizzo in sito dei materiali in accordo a quanto indicato nell'art. 185, comma 1, lettera c) del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.. Tale verifica, sarà svolta attraverso la realizzazione di un opportuno piano di caratterizzazione in accordo con la tabella 2.1 dell'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione" del D.P.R. 120/17.

In particolare, vista la superficie interessata dagli scavi, sono stati individuati n. 4 punti di prelievo presso i quali realizzare saggi di scavo spinti fino alla profondità di 2 m da p.c.

Le altre terre scavate non riutilizzate verranno trattate nell'ambito della disciplina dei rifiuti e conferite in appositi siti di smaltimento, per i quali si rimanda al citato par. 4.4.

Stante tali considerazioni emerge come il progetto abbia la finalità di minimizzare il consumo di risorse, massimizzando ove possibile il riutilizzo delle terre e rocce da scavo che rappresentano i quantitativi maggiori di materiale prodotto dal progetto.

9.2. Consumo complessivo di energia

Oltre al consumo di materiali, il progetto determina anche un consumo di energia, sia durante la fase di cantiere che durante l'esercizio.

Per quel che concerne i consumi energetici implicati nella realizzazione dell'opera, di seguito si riportano i valori per ogni area di cantiere

Aree di cantiere	Consumi energetici di cantiere (MWh)
Area cantiere pozzo PZ1	1569
Area cantiere pozzo PZ2	886
Area cantiere pozzo PZ3	2250
Area cantiere pozzo PZ4	1713

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Totale	6418
--------	------

Tabella 9-2 Consumi energetici in cantiere

Per quanto riguarda la fase di esercizio non sono previsti consumi energetici in quanto la condotta di progetto consente l'adduzione della portata trasportata interamente a gravità, senza dover ricorrere a sollevamenti o ad altri trattamenti energivori.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

10. LA RESILIENZA DELL'OPERA

10.1. La resilienza ai cambiamenti climatici

Come espresso al par.7.4.4, per l'analisi della resilienza ai cambiamenti climatici si è fatto riferimento a quanto esplicitato nell'Appendice A dell'allegato 1 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea.

A livello teorico-concettuale, il rischio può essere valutato come la produttoria di una probabilità per una vulnerabilità, in relazione ad uno specifico "hazards" o pericolo che si vuole analizzare. Nella logica della presente analisi occorre, in prima istanza definire quali sono gli hazards da considerare, correlati al cambiamento climatico. A tal fine, come meglio espresso nel proseguo della presente trattazione, si è fatto riferimento al Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, il quale fornisce gli scenari evolutivi dei principali parametri meteoroclimatici sul territorio nazionale. A valle di detta analisi sono quindi stati definiti gli hazards di riferimento climatico, in relazione alle indicazioni derivanti dalla Tassonomia Europea. Una volta definiti gli Hazards climatici si valuta la probabilità di accadimento di detti hazards sul territorio specifico e parallelamente si valuta la vulnerabilità dell'opera (come caratteristica intrinseca della stessa) a detti Hazards.

Tale processo permette quindi di effettuare una stima qualitativa del Rischio agli Hazards da Cambiamento Climatico a cui è soggetta l'opera.

Ultimo step dell'analisi è quindi l'individuazione di Misure di mitigazione e adattamento ai Cambiamenti climatici che intervengono al fine di mitigare il rischio, suddivise nelle tre classi, green, grey e soft.

Di seguito si riporta un *flow chart* della metodologia sopra rappresentata.

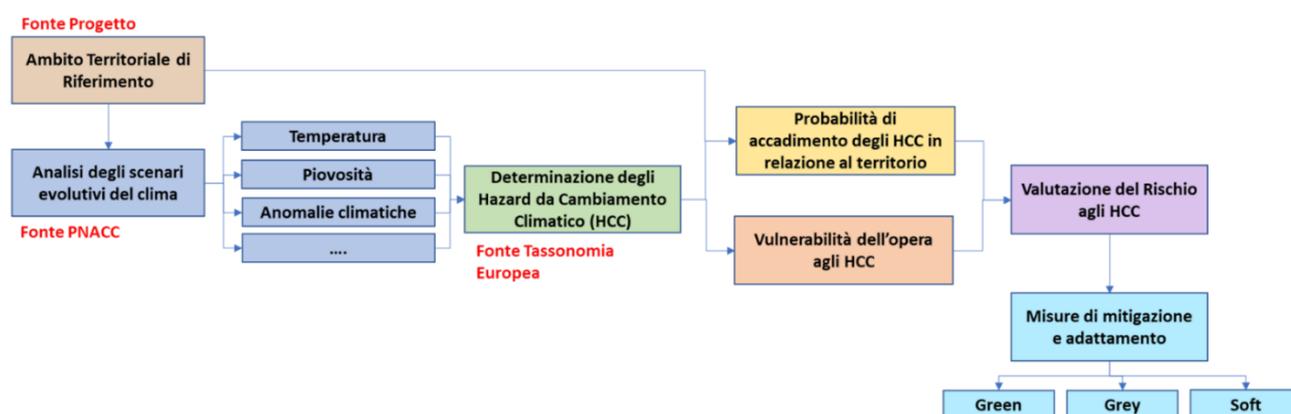


Figura 10-1 Flow chart metodologico

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

L'analisi del rischio effettuata, per la quale si rimanda integralmente all'Allegato I del presente documento "Analisi della vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici", ha fatto emergere per l'opera in progetto dei rischi bassi, in quanto nonostante la probabilità di accadimento dell'hazard per le acque e la massa solida sia per alcuni parametri media e alta, la vulnerabilità dell'opera a questi eventi climatici è sempre bassa.

Questo è dovuto principalmente agli accorgimenti presi in fase di progetto, grazie ai quali l'opera in progetto risulta resiliente ai cambiamenti climatici.

L'VIII Sifone esistente, nella tratta interessata dal progetto, è costituito da un sistema di condotte in pressione e manufatti che consentono la derivazione verso la città di Roma di parte della portata del sistema dell'Acqua Marcia.

Le condotte dell'Acquedotto Marcio presso la partenza dell'VIII Sifone si trovano in destra idraulica del fiume Aniene e, per poter deviare verso l'area romana ed in particolare verso il nodo di arrivo del sistema presso Osa, nella prima parte del loro percorso devono superare numerose interferenze con la viabilità viaria e ferroviaria e, soprattutto, con il fiume Aniene stesso.

L'orografia ed il contesto di inserimento, unito alle tecniche realizzative disponibili al tempo della realizzazione delle opere, ha imposto l'attraversamento in ponte canale del corso d'acqua, aspetto che espone la risorsa trasportata a rischi e vulnerabilità connessi sia alla robustezza intrinseca della tipologia di attraversamento che al regime del fiume.

In definitiva, le opere di progetto garantiscono un'elevata resilienza in quanto assicurano:

- robustezza strutturale e durabilità assicurata dall'utilizzo di materiali e tecnologie idonee a garantire la protezione igienico-sanitaria della risorsa trasportata ed affidabilità di esercizio;
- ridondanza, dovuta al fatto che le linee di attraversamento del fiume Aniene sono raddoppiate rispetto alla condizione odierna e connesse tra loro;
- flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità delle opere, garantita dai punti di accesso della condotta e dagli organi di governo installati sul nuovo sistema.

10.2. La resilienza ai cambiamenti socio-economici

Al fine di valutare la resilienza dell'opera ai cambiamenti sociali ed economici sono stati presi a riferimento i 14 Megatrend globali (MT) definiti dalla Commissione Europea e

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

sono state effettuate valutazioni qualitative sui processi aventi una connessione diretta con l'esercizio dell'acquedotto.

Per delineare un quadro di base a supporto delle suddette valutazioni è stata effettuata un'analisi del tessuto socioeconomico attuale considerando le seguenti variabili:

- **dati demografici**

popolazione residente: La popolazione censita nel Lazio al 31 dicembre 2019 ammonta a 5.755.700 unità con una riduzione di 17.376 abitanti (-3,0%) rispetto all'anno precedente.

La provincia più popolosa è Roma con 4.253.314 residenti al 2019. L'età media della popolazione residente del Lazio è di 45,0 anni contro i 45,2 a livello nazionale e i 44,8 della provincia di Roma. L'indice di dipendenza degli anziani, che rappresenta il numero delle persone con 65 anni e oltre ogni 100 persone in età lavorativa (15 - 64 anni) passa da 30,6 del 2011 a 34,3 nel 2019, in linea con il dato della provincia di Roma del 33,6 nel 2019. Si rimanda al par. 6.1 per gli approfondimenti.

andamento della crescita demografica: nel periodo 2011 - 2019 la provincia di Roma ha subito un aumento di popolazione residente del 7,8%; tale trend positivo risulta fortemente in controtendenza rispetto alla decrescita media della popolazione nazionale registrata tra gli anni 2011-2020 (-0,5%). Nel 2019, dopo quasi 70 anni, la popolazione della provincia di Roma ha superato 4,2 milioni di unità registrando un tasso di crescita medio annuo pari al 10,1% e la densità demografica risulta quasi raddoppiata (793,0 abitanti per km², a fronte di un valore medio regionale pari a 334,0). Il Comune di Tivoli al contrario negli ultimi anni ha registrato un lieve calo.

- **variabili economiche**

Prodotto Interno Lordo: la provincia di Roma presenta un PIL pro capite pari a 34 088.9 euro (2018) superiore rispetto alla media regionale che per lo stesso anno è pari a 32 737.5 euro. Nel 2018, il reddito disponibile ha segnato per il complesso dell'economia nazionale un incremento dell'1,9% rispetto al 2017; nel Lazio le famiglie residenti hanno sperimentato un aumento del loro reddito disponibile pari all'1,4%, sensibilmente più basso rispetto alla media nazionale; la domanda interna ha subito un leggero incremento in particolare la spesa per consumi delle famiglie.

Imprese e addetti: Con le 439.869 imprese presenti sul territorio regionale (2017), il Lazio rappresenta il 10,0 % della consistenza totale sul territorio

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

italiano. L'insieme di tali imprese occupa 1.891.086 addetti, cioè l'11,1 % degli addetti delle imprese presenti in Italia. La dimensione media per addetti delle imprese operanti nel Lazio è superiore all'analoga misura calcolata per l'intero territorio nazionale (4,3 addetti nel Lazio, 3,9 in Italia). Per quanto riguarda la provincia di Roma si registrano 1567,460 addetti delle imprese attive (2019)⁶.

- **livello occupazionale:** al 31 dicembre 2019, nel Lazio le forze di lavoro sono 2.673.000, il 9% in più rispetto al 2011. La provincia di Roma mostra valori del tasso di disoccupazione superiori alla media regionale, sia per la componente maschile che per quella femminile (14%) e più di un punto percentuale al di sopra di quello italiano.

L'analisi del contesto di riferimento evidenzia una complessiva stabilità del sistema sociale ed economico per cui è possibile prevedere una limitata esposizione del territorio agli scenari di vulnerabilità correlati ai Megatrend selezionati e riportati nella seguente tabella.

Scenari di vulnerabilità (Megatrend globali)	Dati socio-economici di riferimento
Condizioni di estrema povertà, divario, chance occupazionali (MT 1 DIVERSIFICAZIONE DELLE DISEGUAGLIANZE)	PIL pro capite e tasso di crescita Livello di occupazione
Consumi pro-capite, domanda di mobilità per beni e persone (MT 4 AUMENTO DEL CONSUMISMO)	Spesa media mensile familiare per consumi Saldo commerciale
Aumento popolazione, aumento richiesta acqua (MT 5 DIMINUZIONE DELLE RISORSE)	Andamento demografico
Invecchiamento della popolazione (MT 6 AUMENTO DEGLI SQUILIBRI DEMOGRAFICI)	Andamento demografico Presenza di popolazione giovane

Tabella 10-1 Esposizione del territorio agli scenari di vulnerabilità

⁶ Fonte: Istat, Registro statistico delle imprese attive (ASIA)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Nell'orizzonte temporale pluridecennale di vita utile delle nuove opere è da prevedere un significativo incremento demografico soprattutto dell'area di Roma con la conseguente crescita del fabbisogno idrico. Le risorse delle fonti locali attualmente disponibili nell'area romana e laziale diventano tuttavia sempre più precarie (anche in relazione alle sempre più stringenti norme sulle acque da destinare al consumo umano), non sono disponibili ulteriori significative sorgenti di acqua potabile ed i costi necessari per la loro captazione e adduzione risulterebbero oltretutto molto elevati.

Alla luce di quanto sopra, si riscontra un sostanziale allineamento tra la funzionalità della nuova Opera e le future esigenze delle comunità coinvolte, per cui non si rilevano particolari criticità di natura economica e sociale che possano compromettere le condizioni di operatività dell'acquedotto nel lungo periodo.

Per tutelare la risorsa trasportata è stato realizzato un sistema acquedottistico con tutte le tecnologie necessarie ai fini della protezione igienico-sanitaria per garantire un servizio sicuro e continuativo a tutto il territorio.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

11. CONCLUSIONI

La presente Relazione di Sostenibilità, elaborata sulla base di quanto definito dalle *"Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC"* del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS), fornisce un quadro di insieme sulla sostenibilità del progetto "Raddoppio VIII Sifone Tratto Casa Valeria Uscita Galleria Ripoli - fase1" ed una lettura delle potenzialità e dell'urgenza del progetto, stante le criticità dell'attuale sistema che risulta vulnerabile ai condizionamenti esterni.

Il documento evidenzia l'attenzione posta in fase di sviluppo del Progetto all'individuazione di soluzioni, in linea con gli indirizzi della strategia globale di sviluppo sostenibile, orientate alla sostenibilità e conservazione dell'ambientale e del territorio in cui il progetto si inserisce e ad una maggiore resilienza dell'opera sia dal punto di vista dei cambiamenti climatici, sia dal punto di vista sociale ed economico.

Le considerazioni riportate nel presente documento esplicitano il contributo della nuova opera agli obiettivi europei e nazionali, al fine di garantire a tutti la disponibilità di acqua in condizioni igienico-sanitarie di sicurezza, nonché garantire modelli sostenibili di produzione, consumo e gestione dell'opera.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

12. MONITORAGGIO

Con la finalità di controllare e verificare durante la fase di realizzazione del progetto quanto indicato nei precedenti paragrafi, si ritiene fondamentale prevedere una fase di monitoraggio, tale da confermare la sostenibilità dell'opera.

A tal fine, dovrà essere individuata una figura specifica in cantiere, rappresentata dal "*Responsabile ambientale di cantiere*", opportunamente selezionata in fase di gara, secondo specifiche modalità indicate nel bando. Tale figura dovrà avere i seguenti requisiti minimi:

- Ingegnere / Architetto / Geometra;
- Ottima conoscenza della normativa vigente in materia ambientale;
- Esperienza pregressa in cantieri civili infrastrutturali;
- Ottimo uso del PC e pacchetto office o similari e dimestichezza con strumenti e app digitali in generale.

Il Responsabile dovrà periodicamente monitorare una serie di parametri, riportandone gli esiti in uno specifico report, da redigere con cadenza mensile. Il report mensile, pertanto, riporterà i risultati di tutti i parametri, che rappresentano ognuno un aspetto di sostenibilità trattato nel presente documento, in modo da avere un quadro complessivo dei temi di particolare attenzione ed un resoconto periodico.

Alla fine della fase di cantiere dovrà essere redatto uno specifico report finale comprendente i risultati stimati di tutti i parametri nell'intero periodo in cui si svilupperà la cantierizzazione, fornendo un giudizio sul raggiungimento del relativo obiettivo di sostenibilità.

Tali report verranno messi a disposizione degli enti predisposti al controllo.

I parametri da monitorare/controllare/verificare sono i seguenti:

1. Consumi di carburante per il calcolo delle emissioni di CO2 eq.: l'obiettivo di sostenibilità è quello di produrre complessivamente emissioni di CO2 eq. inferiori a 1860 tonnellate (cfr. par. 8.5), calcolate per mezzo del software OpenLCA, al fine di verificare l'efficacia dell'adozione di accorgimenti e ottimizzazioni finalizzate a ridurre le emissioni dei gas serra in accordo all'obiettivo di Mitigazione dei cambiamenti climatici;
2. Riutilizzo del materiale prodotto: l'obiettivo di sostenibilità è quello di massimizzare il riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte dal progetto ai sensi del DPR 120/17, laddove possibile in funzione delle caratterizzazioni ambientali; in particolare per il progetto in esame è stato redatto il "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti", pertanto il quantitativo di materiale riutilizzato dovrà rispettare quanto indicato nel suddetto Piano;

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

3. Mezzi di cantiere a basse emissioni: l'obiettivo di sostenibilità è quello di incrementare il più possibile l'impiego in cantiere di mezzi Euro 6 o superiori;
4. Mezzi di cantiere elettrici: l'obiettivo di sostenibilità è quello di incrementare il più possibile l'impiego in cantiere di mezzi elettrici o ibridi;
5. Energia prodotta da fonti rinnovabili: l'obiettivo di sostenibilità è quello di incrementare il più possibile la produzione di energia in cantiere utilizzando fonti rinnovabili;
6. Riuso/riutilizzo dell'acqua: l'obiettivo di sostenibilità è quello di massimizzare il riuso/riutilizzo dell'acqua meteorica di dilavamento per le attività previste in cantiere.

Le verifiche sui sopracitati indicatori saranno rendicontate attraverso Report mensili in cui per ogni parametro sarà indicato il valore quantitativo. Solamente nel Report finale gli indicatori saranno messi a confronto, per mezzo di formulazioni matematiche, con il relativo obiettivo di sostenibilità al fine di fornire un giudizio qualitativo sul raggiungimento dell'obiettivo stesso. Tale giudizio sarà fornito sulla base della seguente tabella.

Parametro	U.d.m.	Obiettivo di sostenibilità	Metodo di calcolo	Raggiungimento obiettivo	
Consumi carburante per il calcolo di emissioni di CO2	t	Emissioni di CO2 inferiori a 1860 t di CO2 eq. calcolate dal software OpenLCA	$I_{CO2} = CO_2$ misurata/CO2 obiettivo	Se $0\% < I_{CO2} < 10\%$	BASSO
				Se $10\% \leq I_{CO2} < 20\%$	MEDIO
				Se $I_{CO2} \geq 20\%$	ALTO
Riutilizzo del materiale prodotto	m ³	Volumi di materiale da riutilizzare indicati dal Piano preliminare di utilizzo in sito	$I_{MR} = \text{volume riutilizzato} / \text{volume da riutilizzare}$	Se $I_{MR} < 1$	NON RAGGIUNTO
				Se $I_{MR} = 1$	RAGGIUNTO
Mezzi di cantiere a basse emissioni	n	Incremento impiego mezzi Euro 6 o superiore	$I_{MC} = \text{Mezzi impiegati Euro 6 o superiore} / \text{Totale mezzi (esclusi elettrici e ibridi)}$	Se $0\% < I_{MC} < 40\%$	BASSO
				Se $40\% \leq I_{MC} < 70\%$	MEDIO
				Se $I_{MC} \geq 70\%$	ALTO
Mezzi di cantiere elettrici	n	Incremento impiego mezzi elettrici o ibridi		Se $0\% < I_{ME} < 10\%$	BASSO
				Se $10\% \leq I_{ME} < 20\%$	MEDIO

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Parametro	U.d.m.	Obiettivo di sostenibilità	Metodo di calcolo	Raggiungimento obiettivo	
			I_{ME} =Mezzi impiegati elettrici o ibridi/Totale mezzi	Se $I_{ME} \geq 20\%$	ALTO
Energia prodotta da fonti rinnovabili	kW	Incremento energia da fonti rinnovabili	I_{ER} = energia prodotta fonti rinnovabili /Totale energia prodotta	Se $0\% < I_{ER} < 10\%$	BASSO
				Se $10\% \leq I_{ER} < 20\%$	MEDIO
				Se $I_{ER} \geq 20\%$	ALTO
Riuso / riutilizzo dell'acqua	l	Massimizzazione il riutilizzo delle acque di cantiere	I_{RI} = acqua di cantiere riutilizzata /Totale acqua disponibile	Se $0\% < I_{RI} < 40\%$	BASSO
				Se $40\% \leq I_{RI} < 70\%$	MEDIO
				Se $I_{RI} \geq 70\%$	ALTO

Tabella 12-1 Parametri monitoraggio sostenibilità

L'archiviazione dei report e delle informazioni in esso contenute avverrà attraverso il caricamento dei singoli report all'interno della stessa piattaforma utilizzata per il monitoraggio ambientale. Si tratta della piattaforma SIM, il Sistema Informativo Monitoraggio, con cui si intende l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo che consentono, per il tramite di una struttura di risorse specializzate, il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del Monitoraggio Ambientale e dei documenti ad essi correlati.

I dati ottenuti attraverso il monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità dell'opera dovranno essere elaborati e caricati sulla piattaforma SIM.

A tal fine saranno predisposte delle schede di rilievo contenenti:

- codice rilievo,
- localizzazione rilievo (coordinate geografiche),
- parametro monitorato,
- data e ora di inizio e fine rilievo,
- metodo di rilevamento,
- nome/unità di misura/valore del parametro rilevato.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Con cadenza mensile sarà predisposto un report con la descrizione dell'attività di monitoraggio svolta ed i risultati dei singoli parametri, includendo le seguenti informazioni minime:

- premessa (periodo di monitoraggio e finalità dello stesso);
- riferimenti normativi e obiettivi da raggiungere;
- parametri da monitorare e metodologia/strumentazione utilizzata
- attività da eseguire (quadro di sintesi);
- risultati ottenuti (schede di rilievo);
- documentazione fotografica;
- aggiornamento SIM (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIM);
- bibliografia;

Il report finale dovrà invece contenere le seguenti informazioni minime:

- premessa (periodo di monitoraggio e finalità dello stesso);
- riferimenti normativi e obiettivi da raggiungere;
- parametri da monitorare e metodologia/strumentazione utilizzata
- attività eseguite nei mesi precedenti (risultati, analisi ed interpretazione dati);
- attività da eseguire (quadro di sintesi);
- risultati ottenuti (schede di rilievo e giudizio qualitativo finale del livello di raggiungimento di ogni obiettivo);
- documentazione fotografica;
- confronto tra i risultati dei report mensili;
- aggiornamento SIM (stato avanzamento caricamento, verifica e validazione dati nel SIM);
- bibliografia.

ALLEGATO I: ANALISI DELLA VULNERABILITÀ E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

1. INTRODUZIONE

1.1. Finalità e struttura dell'allegato

Il presente allegato è volto ad analizzare le minacce legate ai cambiamenti climatici e determinare le vulnerabilità del progetto di Raddoppio del VIII Sifone – fase 1, al fine di dare riscontro a quanto richiesto per non arrecare danno all'obiettivo ambientale di Adattamento ai cambiamenti climatici, così come indicato nell'Allegato 1 al Regolamento 2021/2139 della Commissione Europea.

Senza voler entrare nel dettaglio delle analisi propriamente legate alla mitigazione degli impatti negativi dovuti al clima, ma perseguendo gli obiettivi di sostenibilità finalizzati alla resa adattiva e resiliente del sistema, gli aspetti trattati nella presente relazione mirano a valutare i rischi legati alla crisi climatica analizzando le condizioni di maggior vulnerabilità, gli elementi di valore ambientale e le situazioni territoriali che possono essere favorevoli per l'opera, gli esiti della valutazione degli effetti sull'ambiente e il relativo monitoraggio.

Il testo è quindi strutturato in due parti:

- La prima parte introduttiva legata alla definizione degli aspetti generali del fenomeno di mitigazione, adattamento e resilienza al cambiamento climatico per le infrastrutture idriche;
- La seconda parte è riferita all'analisi di rischio correlata agli hazards climatici ulteriormente strutturata in tre sotto parti:
 - Definizione degli hazards ed analisi probabilistica in relazione alle proiezioni climatiche;
 - Definizione delle vulnerabilità agli hazards climatici;
 - Definizione del rischio agli hazards climatici.

1.2. Aspetti generali del fenomeno: mitigazione, adattamento e resilienza per le infrastrutture idriche

È un dato acquisito che il modello di sviluppo della civiltà moderna ha da tempo mostrato i suoi limiti determinando, da un lato, l'impoverimento delle risorse primarie e dall'altro, contribuendo all'inquinamento ambientale ed al cambiamento del clima planetario.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Il manifestarsi di fenomeni climatici sempre più estremi, sono la risposta di un incontrollabile surriscaldamento globale universalmente noto come "greenhouse effect": il fenomeno che consente alle radiazioni solari ad onda corta di attraversare l'atmosfera terrestre impedendo la fuoriuscita di radiazioni a onda più lunga.

Le metropoli, le città e l'insieme delle infrastrutture necessarie, soprattutto se sviluppate secondo modelli tradizionali non rivolti alla sostenibilità, risultano essere inadeguate soprattutto nell'approvvigionamento idropotabile e aree fortemente vulnerabili agli impatti della *climate crisis*.

La città contemporanea e l'insieme delle relazioni complesse che la compongono, è oggi investita da crescenti cambiamenti che, soprattutto considerandone l'effetto cumulativo, stanno compromettendo da un lato gli assetti consolidati delle aree urbane e dall'altro, gli stili di vita delle comunità insediate. I sistemi urbani, infatti, affrontano oggi una serie di eventi estremi che sono effetto, da un lato del fenomeno in atto a scala globale del cambiamento climatico, dall'altro delle intense dinamiche di crescita e concentrazione demografica che rendono i territori più fragili e frammentati.

Gli effetti del cambiamento climatico sono per l'appunto, un prodotto complesso della più alta intensità e frequenza dei fenomeni meteorologici estremi e di una complessiva maggiore vulnerabilità a tali fenomeni dei sistemi territoriali.

Nello specifico, le infrastrutture idriche e gli studi relativi agli impatti climatici che si concentrano sui problemi del trasporto e della distribuzione delle risorse idriche, suggeriscono implicazioni di vasta portata. È quindi necessario ripensare strategie di adattamento ai rischi legati al clima al fine di rendere resilienti e proteggere tali sistemi infrastrutturali e, dunque, garantirne la continuità dei servizi e delle operazioni da essi svolti.

Con riferimento alla Direttiva Europea Quadro sulle acque (2000/60), la richiesta di raggiungere il "buono stato delle acque" prevede che i corsi d'acqua e di falda in stato sufficiente, scadente o pessimo dovrebbero raggiungere lo stato buono entro pochi anni. Per raggiungere tali obiettivi sono necessarie misure incisive che hanno cominciato ad essere individuate dai Piani Regionali di Tutela delle Acque. Le misure sono sostanzialmente di due tipi: quelle volte a ridurre il carico di inquinante (riducendo i carichi alla fonte o aumentando la capacità di depurazione) e quelle rivolte ad aumentare le "portate naturali", ovvero ridurre i prelievi. Le misure di adattamento per il settore delle risorse idriche dovranno puntare, quindi, prevalentemente a ridurre i consumi di risorse idriche naturali, favorendo il risparmio ed il ricorso a risorse non convenzionali (accumuli diffusi di acque di pioggia, riuso delle acque usate, dissalazione).

Questi effetti sulle infrastrutture idriche – che incidono inevitabilmente sulle risorse idriche – dovrebbero verificarsi in tempi variabili e possono essere intermittenti o

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

persistenti. Mentre l'innalzamento del livello del mare e l'aumento della temperatura saranno sperimentati in modo persistente ma graduale – consentendo una pianificazione a lungo termine – si prevede, contrariamente, che le forti precipitazioni o condizioni meteorologiche convettive, si possano verificare con una maggiore frequenza e / o intensità richiedendo, quindi, misure proattive a seconda delle possibili situazioni. Costruire la resilienza ai cambiamenti climatici mentre si fa fronte a una crescita significativa dell'insediamento antropico nei contesti urbanizzati è una doppia sfida. Pertanto, queste due questioni non dovrebbero essere affrontate isolatamente, ma in parallelo. In particolare, è importante notare che lo sviluppo della resilienza ai cambiamenti climatici come parte dei continui miglioramenti operativi e infrastrutturali può essere il modo più efficiente ed economico per raggiungere questo obiettivo.

Secondo il progetto di Raddoppio del VIII Sifone, in ragione della natura dell'opera infrastrutturale prevalentemente a carattere lineare, la robustezza e l'affidabilità – aspetti prestazionali di base approfonditi nella relazione strutturale preliminare di Acea – diventano obiettivi imprescindibili alla sostenibilità e alla resa resiliente della rete di fronte alla probabilità di accadimenti di eventi climatici più o meno estremi.

Nei paragrafi successivi sarà quindi esplicitata l'analisi che evidenzia dapprima, le vulnerabilità del sistema infrastrutturale in relazione ai possibili scenari di *Hazards* climatici a cui l'area che ingloba l'opera sarà esposta. Successivamente si riporta l'individuazione delle misure e le strategie di adattamento e resa resiliente a garanzia dell'affidabilità del sistema infrastrutturale idrico.

2. ANALISI DI RISCHIO: CARATTERIZZAZIONE DEGLI HAZARDS E DELLE VULNERABILITÀ AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

2.1. Definizione della metodologia di analisi

Come espresso nei precedenti paragrafi, obiettivo della presente relazione è la definizione dei livelli di rischio associati al fenomeno dei cambiamenti climatici.

A livello teorico-concettuale, il rischio può essere valutato come la produttoria di una probabilità per una vulnerabilità, in relazione ad uno specifico "hazards" o pericolo che si vuole analizzare. Nella logica della presente analisi occorre, in prima istanza definire quali sono gli hazards da considerare, correlati al cambiamento climatico. A tal fine, come meglio espresso nel proseguo della presente trattazione, si è fatto riferimento al Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, il quale fornisce gli scenari evolutivi dei principali parametri meteoroclimatici sul territorio nazionale. A valle di detta analisi sono quindi stati definiti gli hazards di riferimento climatico, in relazione alle indicazioni derivanti dalla Tassonomia Europea. Una volta definiti gli Hazards climatici si valuta la probabilità di accadimento di detti hazards sul territorio specifico e

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

parallelamente si valuta la vulnerabilità dell'opera (come caratteristica intrinseca della stessa) a detti Hazards.

Tale processo permette quindi di effettuare una stima qualitativa del Rischio agli Hazards da Cambiamento Climatico a cui è soggetta l'infrastruttura.

Di seguito si riporta un *flow chart* della metodologia sopra rappresentata e dettagliata nei paragrafi successivi.

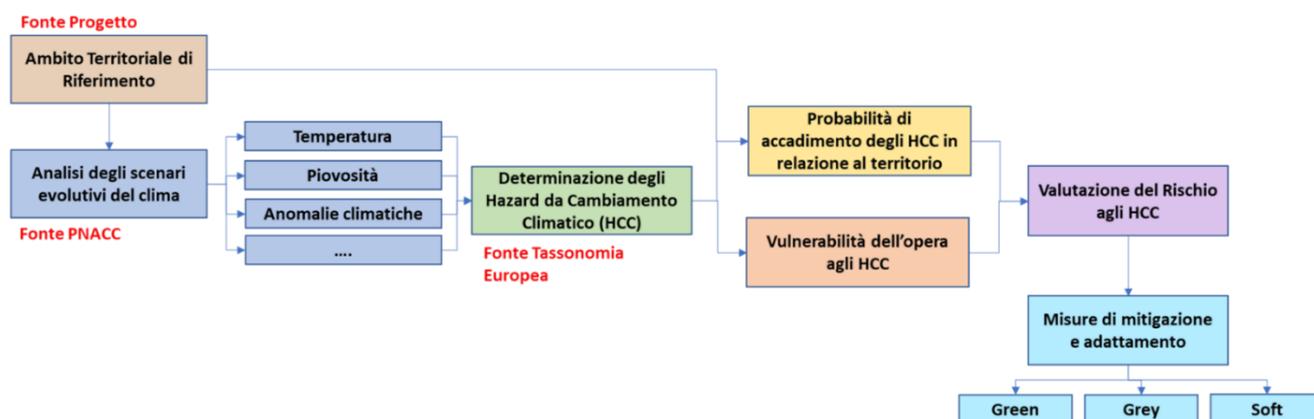


Figura 2-1 Flow chart metodologico

La metodologia prevede l'attribuzione quindi dei seguenti livelli di Probabilità e della Vulnerabilità.

Basso
Medio
Alto

Tabella 2-1 Livelli di valutazione della probabilità e della vulnerabilità

Per la valutazione del rischio si è fatto riferimento ad una matrice di calcolo che incrocia i dati di vulnerabilità con quelli di probabilità secondo lo schema di cui alla Tabella 2-2.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

LEGENDA				
RISCHIO		Vulnerabilità		
		Basso	Medio	Alto
Probabilità	Basso	Basso	Basso	Intermedio
	Medio	Basso	Intermedio	Elevato
	Alto	Intermedio	Elevato	Molto Elevato

Tabella 2-2 Matrice di valutazione del rischio

2.2. Definizione del contesto di analisi: ambito territoriale di riferimento

Dal punto di vista territoriale l'opera in progetto è ubicata all'interno del territorio della provincia di Roma nel Comune di Tivoli.

In merito al tratto in oggetto, attualmente l'VIII Sifone attraversa inferiormente la Tiburtina Valeria e la ferrovia, per poi superare in ponte tubo il Fiume Aniene e riportarsi al di sotto della quota stradale in prossimità di Largo Saragat. Tale tratto permette di derivare la risorsa idrica dal sistema acquedottistico dell'Acqua Marcia con lo scopo di alimentare il quadrante Sud-Est della città di Roma.

Il presente progetto, facente parte della prima fase funzionale del Raddoppio dell'VIII Sifone tra Casa Valeria e l'Uscita Galleria Ripoli, ha lo scopo di realizzare un raddoppio della prima tratta dell'attuale VIII Sifone, oggi costituita da un ponte canale in pressione di attraversamento del Fiume Aniene, lasciando inalterate le attuali modalità di funzionamento in termini di pressione e portata

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

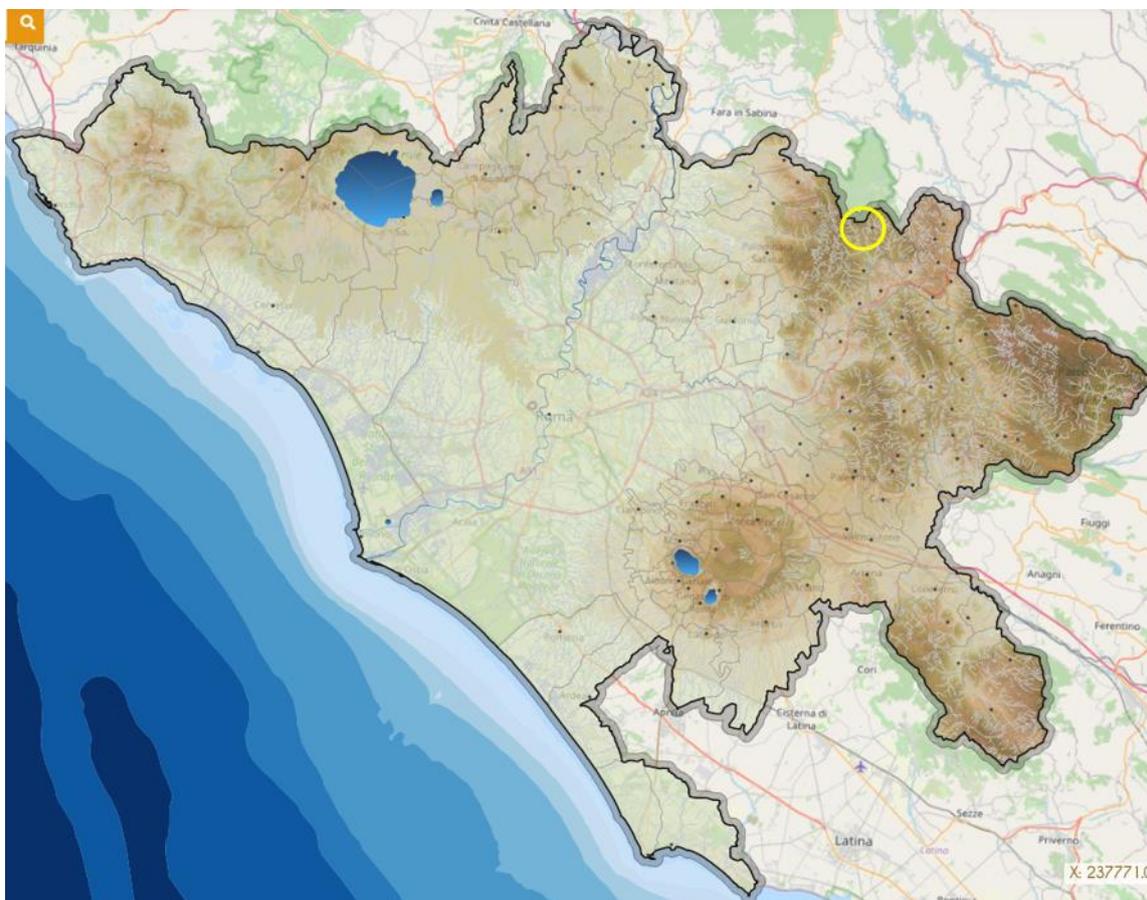


Figura 2-2 Inquadramento dell'area di progetto

2.3. Evoluzione climatica ed identificazione degli hazards climatici nazionali

2.3.1. Evoluzione Climatica Nazionale ed identificazione delle Macroregioni Climatiche

La presente sezione si avvale degli studi condotti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in riferimento al Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Ministero della Transizione Ecologica, 2020) e si propone di individuare, tramite la tecnica statistica della *cluster analisi*, l'esposizione a variazioni climatiche per il contesto territoriale che ingloba l'infrastruttura di Raddoppio del VIII Sifone. In tal senso, con il termine *cluster* si vuole indicare il raggruppamento di oggetti che hanno uno o più caratteristiche in comune. Secondo il Piano Nazionale è possibile individuare sei "macroregioni climatiche omogenee" per cui i dati osservati riportano condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981 -2010) (zonazione climatica).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Sono state dunque analizzate le anomalie climatiche attese in termini di proiezioni di temperatura e precipitazione medie stagionali e dei due diversi scenari climatici RCP (*Representative Concentration Pathway* 4.5 e 8.5).

Come sintesi del processo di analisi a costruzione di un *data base* di impatti/vulnerabilità a cui le zone territoriali di interesse saranno esposte, si è proceduto con la sovrapposizione di dati necessari a definire:

1. Zonazione delle anomalie climatiche sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021- 2050 (RCP 4.5 e RCP 8.5) per gli indicatori selezionati.
2. "Aree climatiche omogenee" – svolta attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

L'individuazione delle "macroregioni climatiche omogenee" che viene proposta dal Ministero dell'Ambiente nel documento di Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, rappresenta la base per lo studio delle anomalie climatiche future e la definizione delle "aree climatiche omogenee" Nazionali. Secondo la Figura 2-3 è possibile definire:

- Macroregione 1 - Prealpi e Appennino Settentrionale
- Macroregione 2 - Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale
- Macroregione 3 - Appennino centro-meridionale e alcune zone limitate dell'Italia nordoccidentale
- Macroregione 4 - Area alpina
- Macroregione 5 - Italia settentrionale
- Macroregione 6 - Aree insulari e l'estremo sud dell'Italia

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

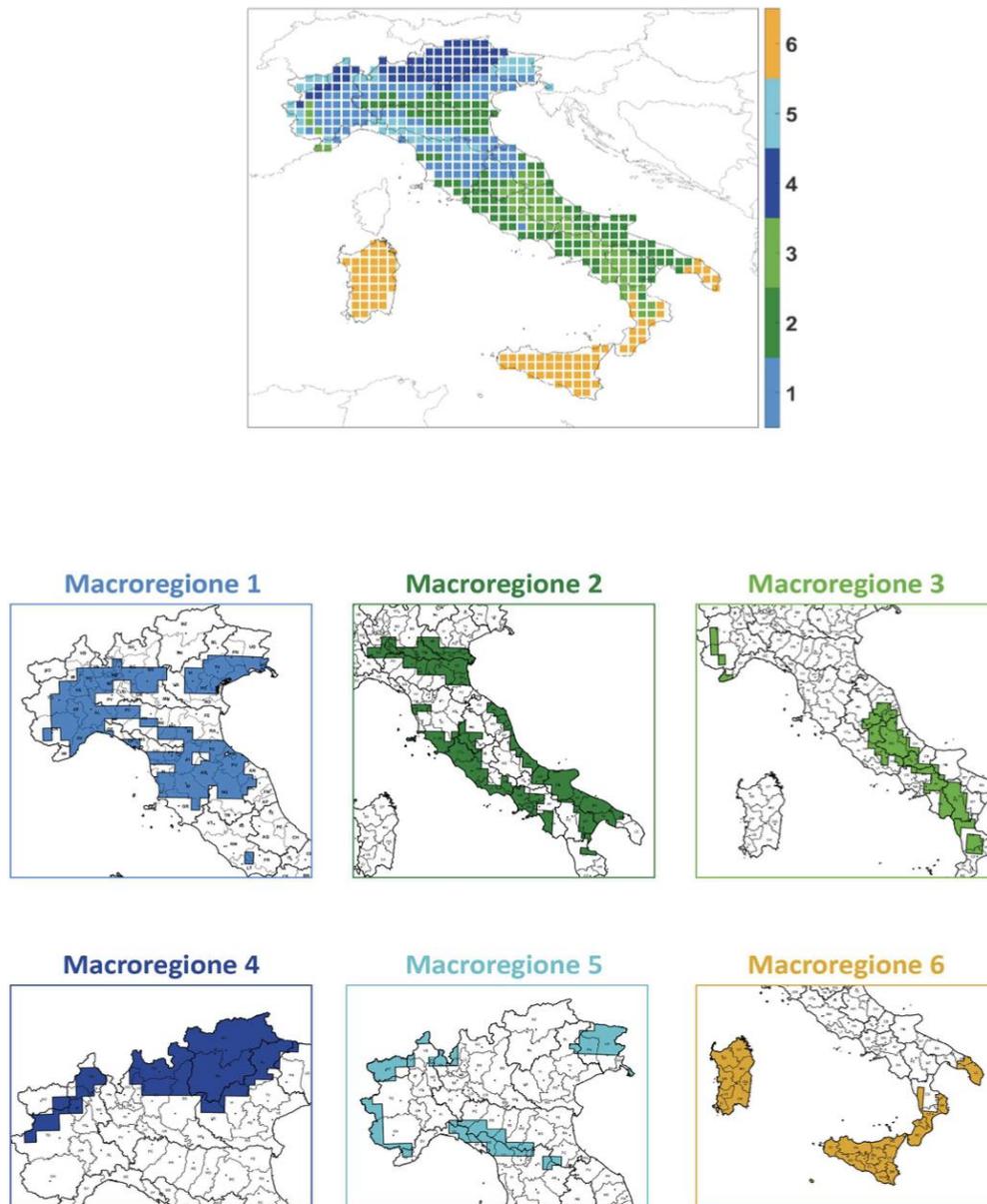
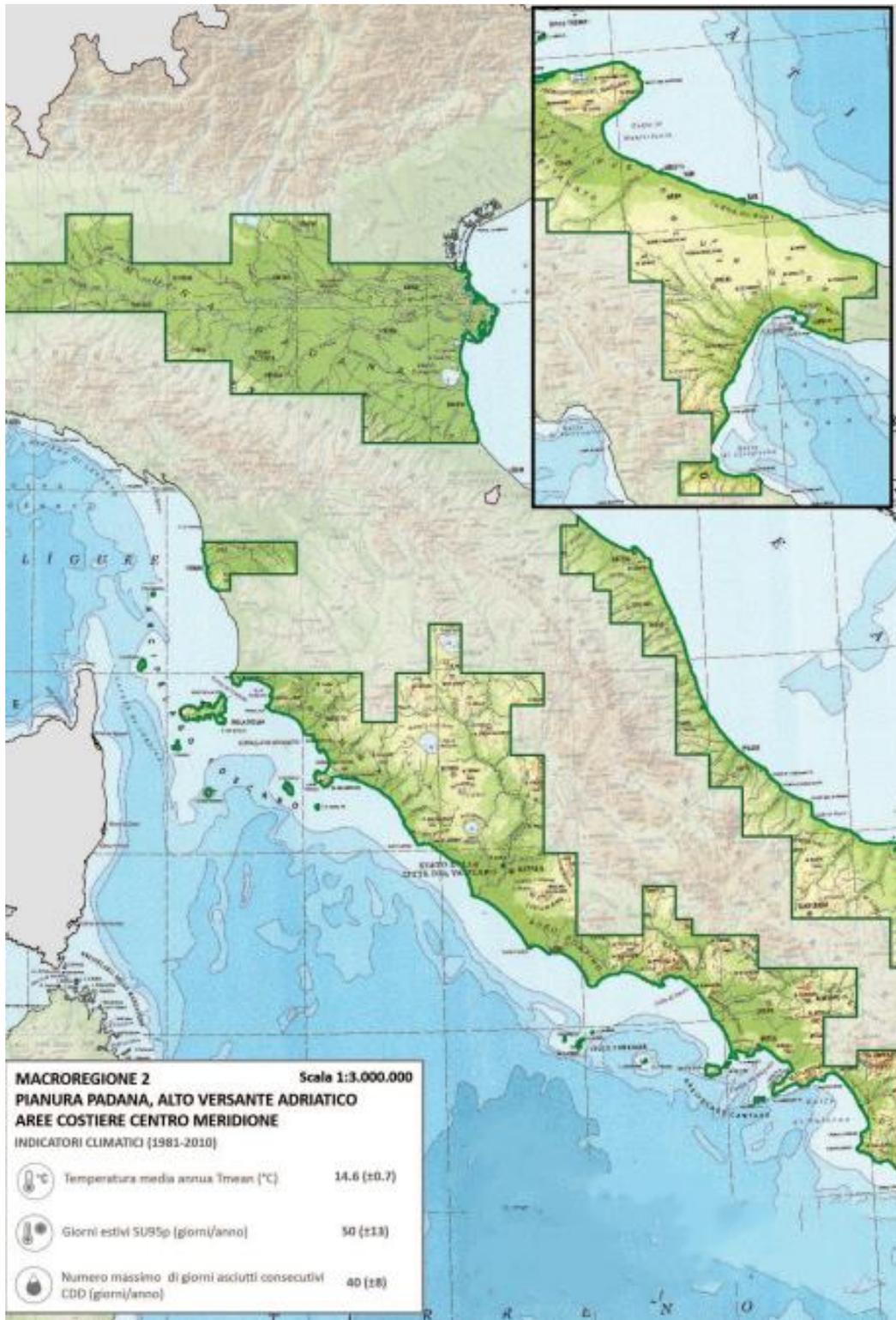


Figura 2-3 Zonazione climatica sul periodo climatico di riferimento (1981-2010)

Nello specifico la Macroregione 2 (Figura 2-4) ingloba l'area del progetto e, secondo i valori medi e la deviazione standard degli indicatori proposti dal Ministero dell'Ambiente, l'area è caratterizzata dal maggior numero di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i *summer days* (29,2°C) e da temperature medie elevate. Il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra caratteristiche

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

intermedie, mentre il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) risulta essere elevato.



RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Figura 2-4 Macroregione 2 - Piano Nazionale di adattamento al cambiamento climatico - Cartografia elaborata dal CMCC su dati dell'Istituto geografico militare

La Figura 2-5 riporta il quadro generale dei valori medi e delle deviazioni standard degli indicatori meteoroclimatici per la Macroregione 2.

Macroregione 2 - Pianura Padana, Alto versante Adriatico, Aree Costiere Centro Meridione e relative aree climatiche omogenee:

RCP 4.5: area calda - secca estiva (2A), area secca (2C) e area piovosa invernale - secca estiva (2D)

RCP 8.5: area piovosa - calda estiva (2C), area secca invernale - calda estiva (2D) e area calda - piovosa invernale - secca estiva (2E)

Include la pianura Padana, l'alto versante adriatico e le aree costiere dell'Italia centro-meridionale (comprese le aree di Lazio e Campania a più elevata urbanizzazione). La macroregione 2 è caratterizzata dal maggior numero di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i *summer days* (29,2°C) e da temperature medie elevate. Il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra caratteristiche intermedie, mentre il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) risulta essere elevato.

Indicatori climatici								
	Temperatura media annua Tmean (°C)	Precipitazioni intense R20 (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm)	Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C)	Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C)	Cumulata delle precipitazioni invernali WP (mm)	Cumulata delle precipitazioni estive SP (mm)	95° percentile della precipitazione R95p (mm)	Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)
	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)

Figura 2-5 Valori medi e deviazione standard degli indicatori per la Macroregione 2

La Tabella 2-3 riporta l'elenco degli indicatori di riferimento con le relative abbreviazioni, descrizioni ed unità di misura che verranno presi in considerazione al fine dell'analisi per l'area in questione.

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

Tabella 2-3 Indice degli Indicatori

2.3.2. Zonazione delle anomalie climatiche

Al fine di individuare aree climatiche omogenee nazionali per anomalie, il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (Ministero della Transizione Ecologica, 2020) raggruppa in categorie omogenee denominate "cluster di anomalie" tutti i valori degli indicatori. La zonazione climatica delle anomalie consente di identificare cinque cluster di anomalie – da A a E – per lo scenario RCP 4.5 (cfr. Figura 2-6) e per lo scenario RCP 8.5 (cfr. Figura 2-7)

Le figure seguenti restituiscono i valori medi, in termini di anomalia, per le singole classi.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

In riferimento al contesto territoriale di Tivoli, l'area interessata dal Raddoppio del VIII Sifone ricade nel Cluster D per lo scenario RCP 4.5 e nel Cluster C per lo scenario RCP 8.5.

Nello specifico:

- il Cluster D – con scenario RCP 4.5 –, individua un clima invernale piovoso e un clima estivo secco. Il cluster D è interessato da un aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%) e da una riduzione notevole di quelle estive (valore medio della riduzione pari al 25%). In generale, dalle analisi, si nota un aumento significativo sia dei fenomeni di precipitazione estremi (R95p) sia dei summer days (di 14 giorni/anno).
- Il Cluster C – con scenario RCP 8.5 –, individua un clima piovoso e caldo estivo. Il Cluster C è interessato da un aumento sia delle precipitazioni invernali che estive e da un aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi (valore medio dell'aumento pari al 13%). Infine, si osserva un aumento rilevante dei summer days (di 12 giorni/anno).

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

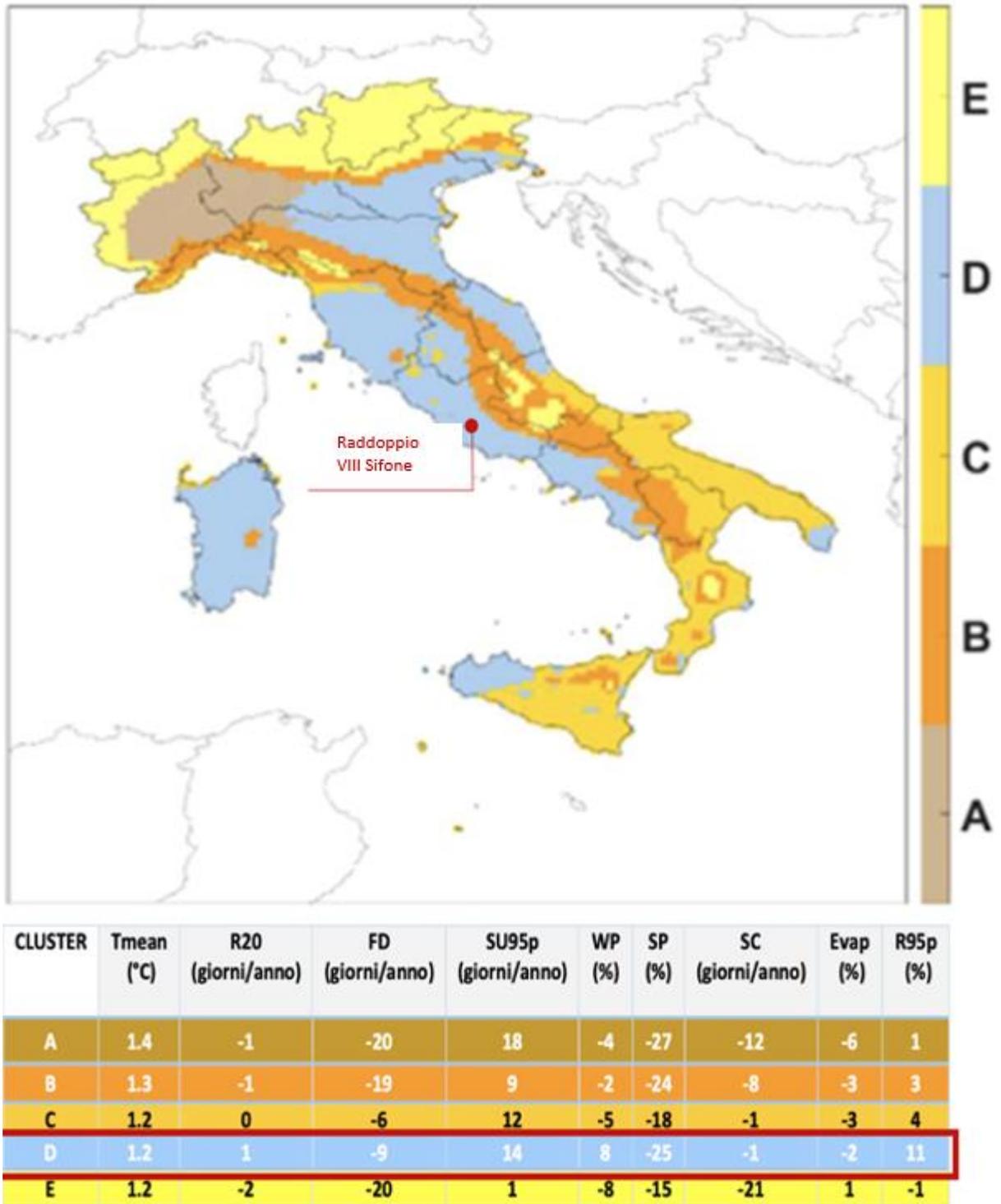
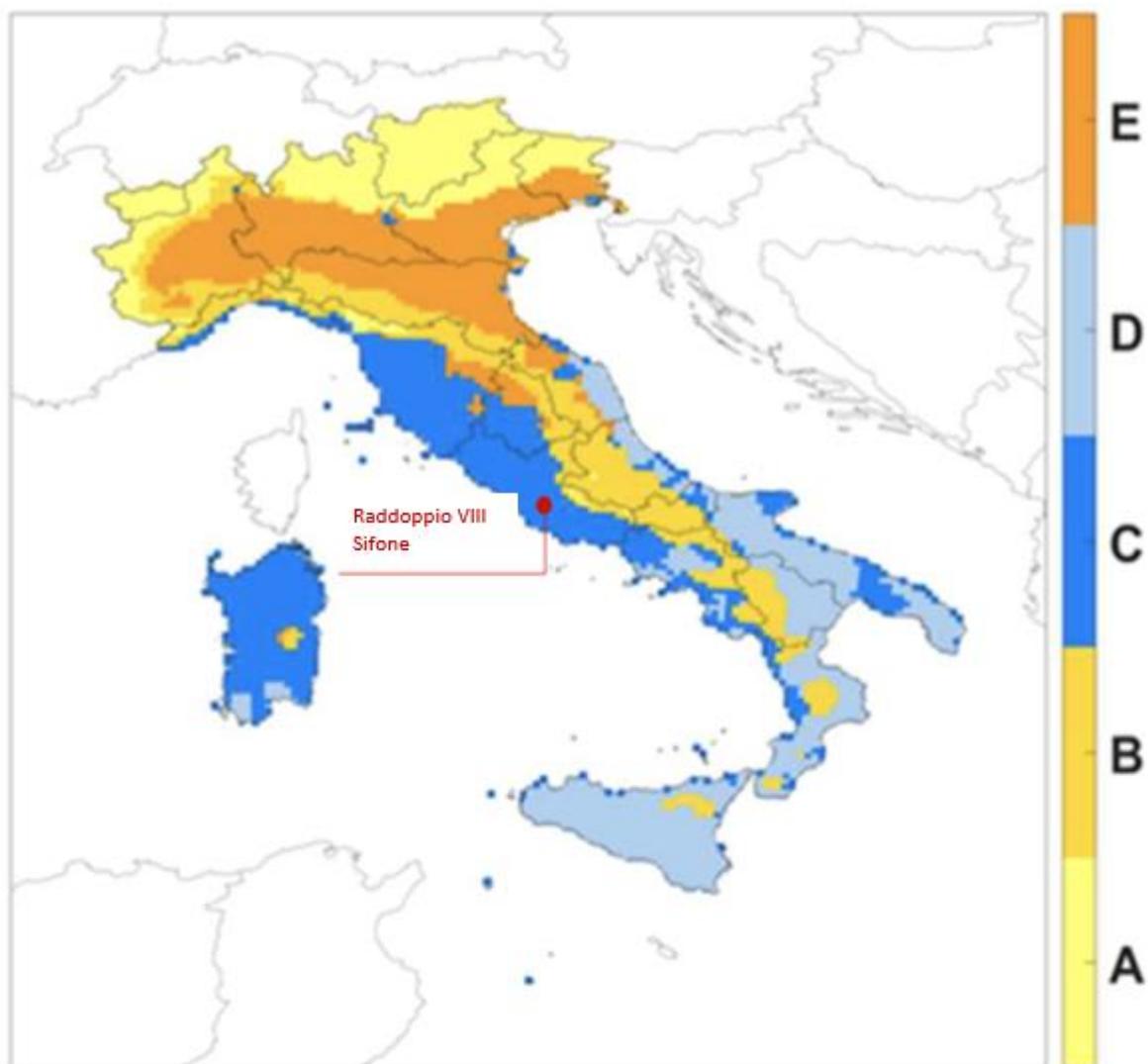


Figura 2-6 Scenario RCP4.5 - Mappatura e individuazione del Cluster per l'area del Raddoppio del VIII Sifone

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA



CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

Figura 2-7 Scenario RCP 8.5 - Mappatura e individuazione del Cluster per l'area del Raddoppio del VIII Sifone

Tra i due scenari considerati si evidenziano alcune differenze in termini di eventi estremi: per lo scenario RCP8.5 si osserva un lieve aumento percentuale della precipitazione (R95p) rispetto allo scenario RCP4.5.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Mentre per le anomalie WP e SP definite nello scenario RCP4.5 si evidenzia una riduzione, nel caso dello scenario RCP8.5, la Macroregione 2, sarà soggetta ad un aumento di precipitazioni estive e invernali.

2.3.3. Aree Climatiche Omogenee

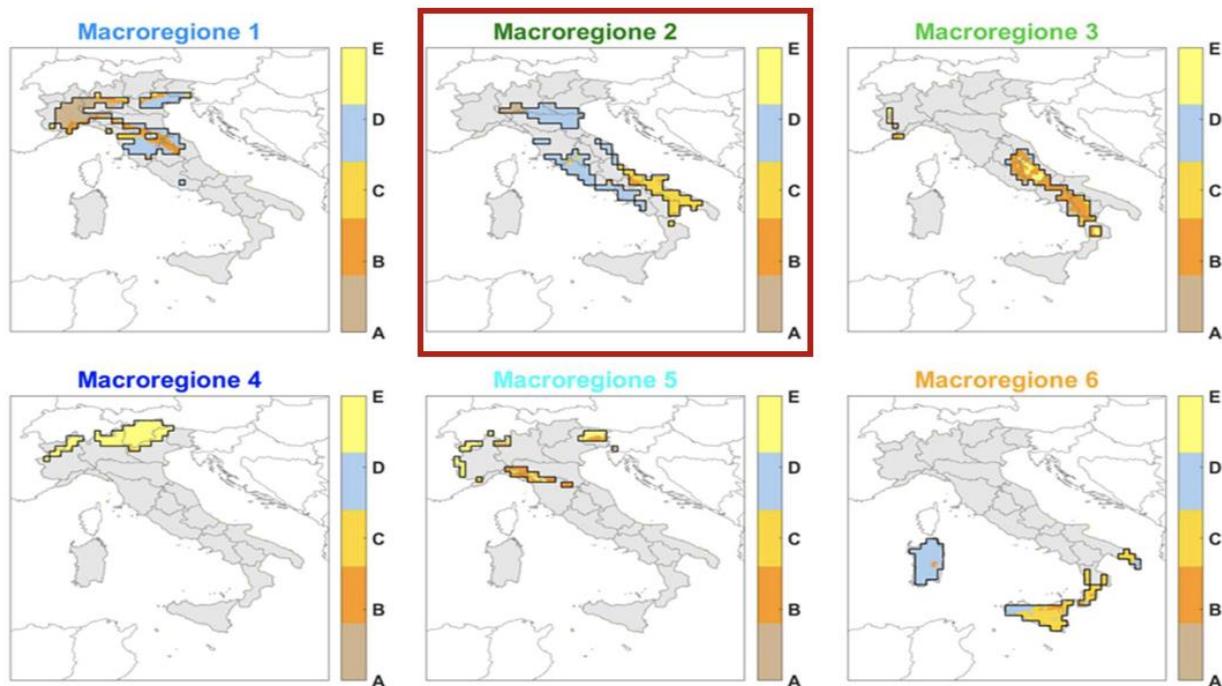
Dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale e i 5 cluster di anomalie scaturiscono 13 principali "aree climatiche omogenee" per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Per agevolare i successivi studi settoriali e facilitare l'individuazione delle anomalie prevalenti per ciascuna macroregione climatica omogenea, i cluster delle anomalie sono stati visualizzati separatamente per ognuna delle sei macroregioni climatiche omogenee, sia per lo scenario RCP4.5 (cfr. Figura 2-8) sia per lo scenario RCP8.5 (cfr. Figura 2-9).

Nello specifico dell'area ricadente nella Macroregione 2, si possono definire due scenari dati dall'intersezione tra Macroregione climatica omogenea 1 e area climatica omogenea secondo scenario RCP 4.5 – cluster D – e scenario RCP 8.5 – cluster C – che permettono di definire le seguenti anomalie:

1. Macroregione 2 secondo scenario RCP 4.5 – che ingloba l'area nel Cluster D – le anomalie principali prevedono:
 - Aumento dei fenomeni di precipitazioni invernali e riduzione di quelle estive;
 - Aumento significativo dei *summer days*.
2. Macroregione 2 secondo scenario RCP 8.5 – che ingloba l'area nel Cluster C – le anomalie principali prevedono:
 - Aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi;
 - Aumento significativo dei *summer days*.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA



Macroregioni climatiche omogenee

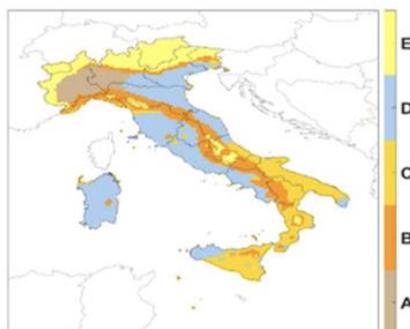


Cluster delle anomalie

Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	R95p (mm)	CDD (giorni/anno)
1	13	10	51	34	187	168	28	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	14.6	4	30	40	148	78	17	38
4	5.7	10	152	1	143	286	25	32
5	8.3	21	112	8	321	279	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

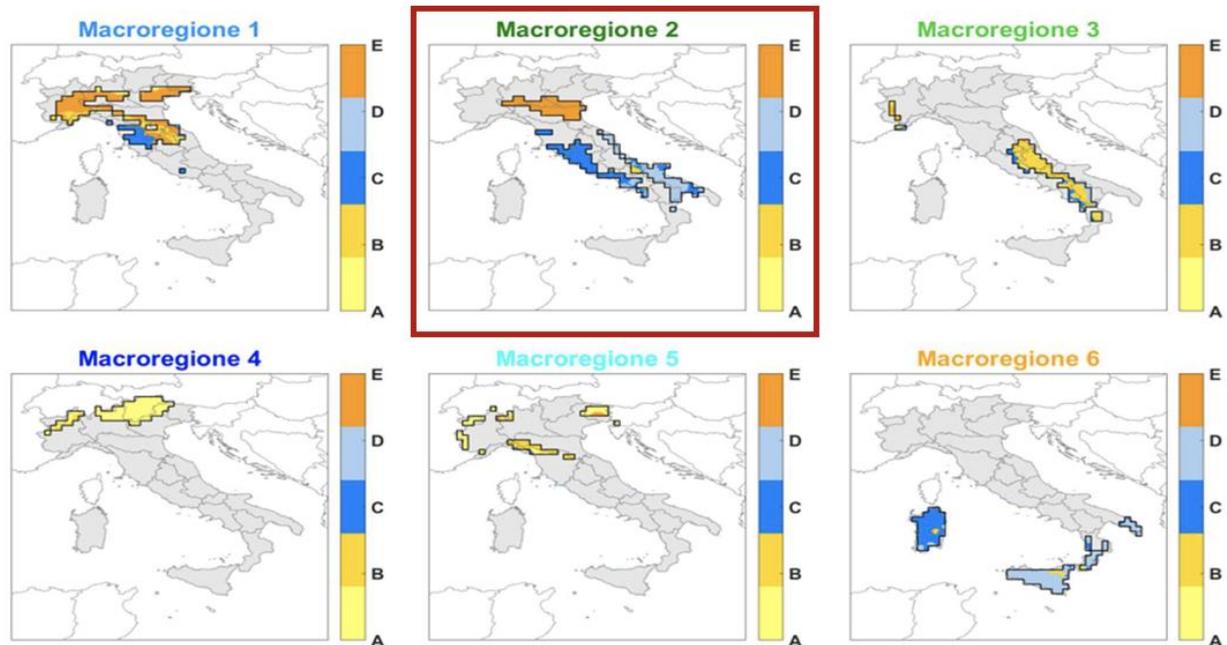
Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)



CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno)	R95p (mm)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	2	20	1	0	-16	21	1	1

Figura 2-8 Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP4.5) per ciascuna delle sei macroregioni

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA



Macroregioni climatiche omogenee



Valori medi delle macroregioni

Macroregioni	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	R95p (mm)	CDD (giorni/anno)
1	17	10	51	34	182	168	38	33
2	14.6	4	25	50	148	85	20	40
3	12.2	4	35	15	182	76	19	35
4	5.7	10	152	1	143	286	25	32
5	8.3	21	112	8	321	279	40	28
6	16	3	2	35	179	21	19	70

Cluster delle anomalie



Valori medi dei cluster delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010)

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (mm)	SP (mm)	SC (giorni/anno)	Evap (mm/anno)	R95p (mm)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

Figura 2-9 Zonazione climatica delle anomalie (2021-2050 vs 1981-2010, scenario RCP8.5) per ciascuna delle sei macroregioni.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

2.3.4. Sintesi degli Hazards e valutazione della probabilità Identificazione degli Hazards

Come espresso nella parte metodologica, una volta definito lo scenario evolutivo occorre definire gli Hazards rispetto ai quali poter valutare la vulnerabilità e successivamente il rischio.

Si è considerato quanto individuato dalla Tassonomia Europea e nello specifico quanto definito dalle procedure per "non arrecare un danno significativo". Tale metodologia, in relazione ai cambiamenti climatici prevede la definizione di alcuni Hazards specifici, suddivisi in "Cronici" ed "Acuti".

Detti Hazards sono inoltre suddivisi in 4 macro categorie:

- Temperatura,
- Venti,
- Acque,
- Massa Solida

Di seguito le tabelle esplicitano e approfondiscono le macro categorie secondo Hazards climatici Cronici e Hazards Climatici Acuti.

CRONICI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
	Innalzamento del livello del mare		

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

CRONICI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
		Stress idrico	

Tabella 2-4 Hazards Climatici Cronici

ACUTI			
Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
Ondata freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
		Collasso di laghi glaciali	

Tabella 2-5 Hazards Climatici Acuti

Partendo da tale suddivisione, la sintesi dell'analisi sugli *Hazards* climatici che potranno interessare la porzione territoriale all'interno della quale è inglobato il progetto in esame, è riportata di seguito.

Analisi della probabilità di accadimento di Hazards Cronici e Acuti nel contesto territoriale del Raddoppio del VIII Sifone.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Secondo gli scenari delineati in precedenza, il contesto territoriale di riferimento del progetto di Raddoppio del VIII Sifone è esposto ad anomalie differenti a seconda dei quadri RCP 4.5 e RCP 8.5.

Dall'incrocio delle seguenti anomalie è possibile avere una previsione di massima rispetto alle anomalie climatiche – Hazards climatici cronici e/o acuti – di cui al paragrafo precedente.

Il risultato dato dall'incrocio delle anomalie derivanti dall'analisi degli scenari RCP 4.5 e RCP 8.5, è proposto attraverso una differente campitura delle caselle in Tabella 2-7.

Secondo tre livelli di probabilità – come da definizione riportata nel paragrafo relativo alla metodologia – si propone una lettura per colori che al valore alto associa il colore rosso, al valore basso il verde e al valore medio il giallo.

Basso
Medio
Alto

Tabella 2-6 Livelli di valutazione della probabilità

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
<u>CRONICI</u>	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
	Innalzamento del livello del mare			
		Stress idrico		
<u>ACUTI</u>	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
		Collasso di laghi glaciali		

Tabella 2-7 Incrocio delle anomalie RCP 4.5 – RCP 8.5. Sintesi degli hazards climatici cronici e acuti.

La sintesi proposta in tabella prende in considerazione la probabilità di esposizione:

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

- ad un aumento complessivo di fenomeni di precipitazione invernali anche estremi
- ad una riduzione delle precipitazioni estive con aumento significativo dei *summer days*.

2.4. Identificazione delle possibili vulnerabilità del contesto territoriale e del sistema acquedotto

2.4.1. Aspetti generali

I diversi modelli climatici, assieme agli studi condotti dall'IPCC, sono concordi nel valutare un aumento della temperatura terrestre fino al 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto a 1981 -2010). Tale variazione – in riferimento al contesto territoriale in esame – può raggiungere i 5°C nell'arco temporale della fine del secolo. Tra i principali risultati evidenziati dalle analisi delle proiezioni climatiche future – per il medio e il lungo periodo – vi è una diminuzione delle precipitazioni estive e un generale aumento delle precipitazioni invernali. Associato a questi segnali, qualora il contesto fosse soggetto ad elevate emissioni di gas serra, è possibile prevedere un aumento della massima precipitazione giornaliera per la stagione autunnale (Allen et al., 2018; Lean & Rind, 2009).

Sia per lo scenario ad emissioni contenute che per quello ad emissioni elevate, emerge un consistente aumento di giorni con temperatura minima superiore a 27°C in estate e, nella stessa stagione, un aumento della durata dei periodi senza pioggia. Tra le conseguenze indotte dal cambiamento climatico, gli impatti su beni e servizi ecosistemici – a sostegno dei sistemi socioeconomici attraverso la fornitura di risorse e servizi di regolazione del clima – comporterà un cambiamento dell'assorbimento/rilascio e redistribuzione del calore e dei gas atmosferici.

La valutazione di questi impatti risulta però particolarmente complessa poiché i parametri che entrano in gioco nell'identificazione delle possibili vulnerabilità, sono diversi e possono in via generale essere classificati come naturali e come derivanti da una più diretta influenza antropica.

I fattori naturali di afflusso e deflusso sono essenzialmente: le precipitazioni e l'evapotraspirazione.

Tra i fattori di origine antropica rientrerebbero le estrazioni di acqua a mezzo di pozzi e l'eventuale ricarica artificiale della falda qualora si verificassero eventi di siccità estrema. Per quanto riguarda questi ultimi fattori si è preferito tralasciarli essendo difficile, allo stato attuale, una stima attendibile.

Pertanto, concentrandosi sul comportamento delle infrastrutture dedicata al trasporto della risorsa idrica al manifestarsi di:

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

1. Eventi di precipitazioni intensi in regime invernale con conseguente degrado del suolo e rischio di frana:
 - L'approvvigionamento idrico potrebbe essere soggetto ad un aumento in termini di accumulo che potrebbe compromettere la capacità di trasporto dell'infrastruttura e conseguenti limitazioni sulle possibilità di governo dell'acquedotto;
 - Un aumento del tasso di run-off comporterebbe un maggior dilavamento di sostanze presenti nel terreno (Benítez-Gilabert et al., 2010; Gascuel-Odoux et al., 2010; Loos et al., 2009, 2010; Rickards & Howden, 2012) andando ad incidere sulla massa solida;
2. Diminuzione delle precipitazioni medie annue in regime estivo, aumento della temperatura massima annuale e giornaliera in concomitanza con fenomeni prolungati di siccità:
 - Fenomeni di siccità e conseguente riduzione delle portate, unite a condizioni di sovra sfruttamento della risorsa idrica, possono influire sulla mobilità della risorsa in essere comportando scarsa funzionalità o, addirittura, assenza del servizio.

La sintetica panoramica sopra riportata mira ad evidenziare la variabilità dei potenziali impatti che il cambiamento climatico potrebbe comportare sulle infrastrutture di distribuzione della risorsa idrica e sulla continuità del servizio. Pertanto, le azioni volte a migliorare la capacità di adattamento (ovvero comprendere i problemi, valutare i problemi, selezionare e attuare misure di adattamento, comunicazione e coinvolgimento degli *stakeholder*) necessitano di un approccio locale con attenzione alla messa in rete delle intere opere infrastrutturali.

Rispetto alle anomalie climatiche analizzate e sintetizzate nel precedente paragrafo, si definiscono di seguito le probabili vulnerabilità climatiche a cui il contesto territoriale e il sistema infrastrutturale idrico potranno essere esposte. In tal senso si propone un'analisi incrociata tra anomalie climatiche a cui l'area potrà essere esposta in maniera elevata (rosso) e media (arancione) e impatti potenziali relativi alle variazioni: (i) di acque; (ii) di degrado del suolo. Tali valutazioni sono state svolte per delineare in fase successiva, una più coerente analisi del rischio.

2.4.2. Categoria Acque

Il rischio maggiore, collegato agli eventi piovosi estremi e in generale all'aumento di forti precipitazioni, è di natura indiretta e comporta alterazioni del territorio quali frane e cedimenti che possono compromettere la continuità, la funzionalità e la gestione della

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

rete di distribuzione. Tale aspetto viene approfondito nel sotto paragrafo successivo dal nome "Massa Solida".

A livello di operatività gli impatti principali che possono manifestarsi in regime invernale e estivo sono:

- la mancata possibilità di approvvigionamento idrico;
- la compromissione del trasporto e della distribuzione della risorsa acqua;
- la limitazione di governo dell'infrastruttura acquedottistica;
- la riduzione della portata;
- la mancanza di mobilità e il conseguente mal funzionamento o assenza di servizio.

A seguito delle analisi condotte in riferimento al progetto in esame, la vulnerabilità del nuovo sistema acquedottistico risulta bassa rispetto agli Hazards climatici a cui questo potrebbe essere esposto (cfr. Tabella 2-8).

Acque	
Hazard climatico	Vulnerabilità Raddoppio VIII Sifone
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Mancata possibilità di approvvigionamento idrico
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Compromissione del trasporto e della distribuzione della risorsa idrica
Stress idrico	Riduzione della portata e conseguente difficoltà di gestione delle risorse a disposizione
Siccità	Mal funzionamento del sistema o assenza di servizio
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Limitazione di governo dell'infrastruttura e conseguente difficoltà di gestione dell'acquedotto

Tabella 2-8 Vulnerabilità legata agli Hazard relativi alle acque

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

2.4.3. Categoria Massa solida

La variazione climatica relativa al degradamento e all'erosione del suolo influisce sul sistema di trasporto idrico all'interno di un quadro della stabilità geomorfologica del contesto territoriale di riferimento.

Come per le Acque, le vulnerabilità delle caratteristiche infrastrutturali per cedimento del suolo, sono di tipo operativo. Tali vulnerabilità sono state, dunque, trattate coerentemente all'impatto originale e relativamente agli aspetti di difesa del suolo, concorrendo alla resilienza della nuova opera infrastrutturale (cfr. Tabella 2-9).

Massa solida	
Hazard climatico	Vulnerabilità Raddoppio VIII Sifone
Degradazione del suolo	Possibile danneggiamento e degrado dei materiali costituenti l'opera
Erosione del suolo	Riduzione delle capacità meccaniche e della qualità del suolo
Soliflusso	Mancata possibilità di ispezione dei componenti infrastrutturali o di pozzi
Frana	Possibili fenomeni di danneggiamento e/o scalzamento dell'opera

Tabella 2-9 Vulnerabilità legata agli Hazards relativi alla Massa Solida

2.5. Valutazione del Rischio

2.5.1. Aspetti generali

Nel quadro generale relativo alle nuove condotte, si sollecita un cambiamento in relazione a due tipi di fenomeni climatici che influenzeranno tali opere:

1. La variazione nelle precipitazioni, che influenza negativamente la stabilità dei terreni comportando rischi che possono compromettere l'opera stessa, il funzionamento e la gestione delle risorse idriche;
2. L'aumento di valori estremi di temperatura in regime estivo, che in generale costituiscono un pericolo a livello di esposizione del contesto territoriale a stress idrici e periodi di siccità.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Di seguito si propone la valutazione dei possibili rischi a cui l'area che ingloba il progetto in esame potrebbe essere esposta. L'analisi propone una lettura degli *Hazards* climatici vs vulnerabilità per l'individuazione di quattro gradi di rischio ai quali vengono associati quattro colori rispettivamente illustrati in legenda, così come già indicati nella metodologia.

Basso
Intermedio
Elevato
Molto elevato

Tabella 2-10 Livelli di rischio

2.5.2. Categoria Acque

Secondo un cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni e data la variabilità idrogeologica, i rischi rispetto agli *Hazards* correlati alle acque risultano variare da un grado intermedio – rispettivamente al manifestarsi di fenomeni legati alla variazione e al manifestarsi di forti eventi di precipitazioni e qualora si dovessero presentare fenomeni estremi di siccità – ad un grado basso – laddove si presentano fenomeni di cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni –.

Questo è possibile perché la realizzazione della nuova infrastruttura è costituita da due nuove condotte completamente interrato messe a sistema, in grado di sopperire a qualsiasi evento naturale che dovesse provocarne il fuori servizio.

Di seguito la Tabella 2-11 individua il grado di rischio – dato dall'incrocio tra *Hazards* climatici e vulnerabilità del sistema acquedottistico –, attraverso campitura come da legenda sopra illustrata.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Acque	
Hazard climatico	Rischio
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Basso
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Intermedio
Stress idrico	Intermedio
Siccità	Intermedio
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Intermedio

Tabella 2-11 Individuazione del grado di rischio degli Hazards relativi alle acque

2.5.3. *Categoria Massa solida*

In merito ai rischi correlati alla massa Solida, in considerazione anche del contesto territoriale in cui si inserisce l'opera e della tipologia di opere d'arte/infrastruttura di progetto, i rischi risultano di grado basso in quanto l'infrastruttura di trasporto è completamente realizzata in sotterranea, tranne un breve tratto fuori terra, con coperture tali da non risentire gli effetti dovuti a degradazione, erosione e movimenti gravitativi. Nello specifico, la Tabella 2-12 permette di verificare il comportamento dell'infrastruttura al manifestarsi di fenomeni climatici estremi.

Massa solida	
Hazard climatico	Rischio
Degradazione del suolo	Basso
Erosione del suolo	Basso
Soliflusso	Basso
Frana	Basso

Tabella 2-12 Individuazione del grado di rischio degli Hazards per Massa Solida

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

2.6. Sintesi dell'incrocio probabilità – vulnerabilità - rischio e strategie progettuali

Alla luce delle analisi effettuate si riporta un quadro di sintesi della probabilità di accadimenti di eventi calamitosi derivanti dagli hazard climatici e vulnerabilità del VIII Sifone con conseguente rischio di esposizione.

Dalla Tabella 2-13 è possibile desumere come gli interventi previsti il progetto di Raddoppio del VIII Sifone permettano di definire l'opera resiliente di fronte ai possibili eventi innescati dal cambiamento climatico in relazione alla categoria Acque.

Acque		
Hazard climatico	Vulnerabilità Raddoppio VIII Sifone	Rischio
Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Mancata possibilità di approvvigionamento idrico	Basso
Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Compromissione del trasporto e della distribuzione della risorsa idrica	Intermedio
Stress idrico	Riduzione della portata e conseguente difficoltà di gestione delle risorse a disposizione	Intermedio
Siccità	Mal funzionamento del sistema o assenza di servizio	Intermedio
Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Limitazione di governo dell'infrastruttura e conseguente difficoltà di gestione dell'acquedotto	Intermedio

Tabella 2-13 Quadro di sintesi - Acque

Dalla Tabella 2-14 è possibile desumere come il progetto permetta di definire l'opera sicura rispetto a fenomeni di erosione, degrado, soliflusso e frana.

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Massa solida		
Hazard climatico	Vulnerabilità Raddoppio VIII Sifone	Rischio
Degradazione del suolo	Possibile danneggiamento e degrado dei materiali costituenti l'opera	Basso
Erosione del suolo	Riduzione delle capacità meccaniche e della qualità del suolo	Basso
Soliflusso	Mancata possibilità di ispezione dei componenti infrastrutturali o di pozzi	Basso
Frana	Possibili fenomeni di danneggiamento e/o scalzamento dell'opera	Basso

Tabella 2-14 Quadro di sintesi - Massa Solida

Con richiamo alla strategia progettuale adottata, le scelte di progetto sono state volte alla massimizzazione della resilienza dell'opera.

Secondo quanto riportato nel presente allegato, l'opera ha un **rischio basso** ai cambiamenti climatici in quanto, il progetto stesso fa sì che la vulnerabilità dell'opera agli hazard climatici previsti sia bassa.

Questo è possibile grazie ai seguenti accorgimenti progettuali che garantiscono un'elevata resilienza in quanto assicurano:

- robustezza strutturale e durabilità assicurata dall'utilizzo di materiali e tecnologie idonee a garantire la protezione igienico-sanitaria della risorsa trasportata ed affidabilità di esercizio;
- ridondanza, dovuta al fatto che le linee di attraversamento del fiume Aniene sono raddoppiate rispetto alla condizione odierna e connesse tra loro;
- flessibilità, ispezionabilità, monitorabilità e manutenibilità delle opere, garantita dai punti di accesso della condotta e dagli organi di governo installati sul nuovo sistema.

Tale soluzione progettuale consente di ottenere un generale miglior funzionamento del sistema, ottimizzando e potenziando le modalità di captazione dell'acqua e garantendo sempre una buona qualità della stessa, senza modificare l'uso attuale del suolo.

3. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Allen, M. R., Pauline Dube, O., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer France, W., Humphreys, S., Dasgupta, P., Millar, R., Dube, O., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., ... Waterfield, T. (2018). *Special report IPCC 2018_Chapters 1*. Australia.
2. Benítez-Gilabert, M., Alvarez-Cobelas, M., & Angeler, D. G. (2010). Effects of climatic change on stream water quality in Spain. *Climatic Change*, 103(3), 339–352. <https://doi.org/10.1007/S10584-009-9778-9>
3. Gascuel-Oudou, C., Weiler, M., & Molenat, J. (2010). Effect of the spatial distribution of physical aquifer properties on modelled water table depth and stream discharge in a headwater catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(7), 1179–1194. <https://doi.org/10.5194/HESS-14-1179-2010>
4. Lean, J. L., & Rind, D. H. (2009). How will Earth's surface temperature change in future decades? *Geophysical Research Letters*, 36(15). <https://doi.org/10.1029/2009GL038932>
5. Loos, R., Gawlik, B. M., Locoro, G., Rimaviciute, E., Contini, S., & Bidoglio, G. (2009). EU-wide survey of polar organic persistent pollutants in European river waters. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 157(2), 561–568. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2008.09.020>
6. Loos, R., Locoro, G., & Contini, S. (2010). Occurrence of polar organic contaminants in the dissolved water phase of the Danube River and its major tributaries using SPE-LC-MS2 analysis. *Water Research*, 44(7), 2325–2335. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.12.035>
7. Ministero della Transizione Ecologica. (2020). *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC*.
8. Rickards, L., & Howden, S. M. (2012). Transformational adaptation: Agriculture and climate change. *Crop and Pasture Science*, 63(3), 240–250. <https://doi.org/10.1071/CP11172>

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

ALLEGATO II: CHECK LIST N. 5 DELLA CIRCOLARE DEL 13 OTTOBRE 2022 N.33

Scheda 5 - Interventi edili e cantieristica generica non connessi con la costruzione/rinnovamento di edifici

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	<i>I punti 1 e 2 sono da considerarsi come elementi di premialità</i>			
	1	E' presente una dichiarazione del fornitore di energia elettrica relativa all'impegno di garantire fornitura elettrica prodotta al 100% da fonti rinnovabili?	Non applicabile	il contratto di fornitura verrà stabilito all'atto di realizzazione dell'opera
	2	E' stato previsto l'impiego di mezzi con le caratteristiche di efficienza indicate nella relativa scheda tecnica?	Sì	Nel progetto sarà previsto che questi elementi costituiranno una premialità in sede di appalto.
	3	E' stato previsto uno studio Geologico e idrogeologico relativo alla pericolosità dell'area di cantiere per la verifica di condizioni di rischio idrogeologico?	Sì	
	4	E' stato previsto uno studio per valutare il grado di rischio idraulico associato alle aree di cantiere?	Non applicabile	Non ci sono aree soggette a rischio idraulico
	5	E' stata verificata la necessità della redazione del Piano di gestione Acque Meteoriche di Dilavamento (AMD)?	Non applicabile	non è prevista alcuna impermeabilizzazione delle aree di intervento
	6	E' stata verificata la necessità presentazione autorizzazioni allo scarico delle acque reflue?	Non applicabile	

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

7	E' stato sviluppato il bilancio idrico dell'attività di cantiere?	Non applicabile	non è prevista alcuna impermeabilizzazione delle aree di cantiere
8	E' stato redatto il Piano di gestione rifiuti?	Sì	
9	E' stato sviluppato il bilancio materie?	Sì	
11	E' stato redatto il PAC, ove previsto dalle normative regionali o nazionali?	Non applicabile	Non previsto
12	Sussistono i requisiti per caratterizzazione del sito ed eventuale progettazione della stessa?	Sì	
14	E' confermato che la localizzazione dell'opera non sia all'interno delle aree indicate nella relativa scheda tecnica?	No	Alcune opere e aree di cantiere rientrano all'interno della Riserva di Monte Catillo (EUAP1038)
15	Per gli interventi situati in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo restando le aree di divieto, è stata verificata la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare in relazione alla presenza di Habitat e Specie di cui all'Allegato I e II della Direttiva Habitat e Allegato I alla Direttiva Uccelli, nonché alla presenza di habitat e specie indicati come "in pericolo" dalle Liste rosse (italiana e/o europea)?	Sì	
16	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97).	Non applicabile	l'intervento non ricade in siti di Rete Natura 2000

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex post	17	È disponibile la relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti, da cui emerga la destinazione ad una operazione "R" del 70% in peso dei rifiuti da demolizione e costruzione?	Non applicabile	fase PFTE, intervento di futura realizzazione
	18	Sono disponibili le schede tecniche dei materiali utilizzati?	Non applicabile	fase PFTE, intervento di futura realizzazione
	19	Se realizzata, è disponibile la caratterizzazione del sito?	Non applicabile	fase PFTE, intervento di futura realizzazione
	20	Se presentata, è disponibile la deroga al rumore presentata?	Non applicabile	fase PFTE, intervento di futura realizzazione

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

ALLEGATO III: CHECK LIST N.31 DELLA CIRCOLARE DEL 13 OTTOBRE 2022 N.33

Scheda 31 - Irrigazione

Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH

Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì/No/Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	È stata condotta un'analisi di adattamento ai cambiamenti climatici in conformità all'appendice 1 della Guida Operativa?	Sì	Per l'analisi di adattamento ai cambiamenti climatici si rimanda all'Allegato I
	2	Il progetto prevede interventi di ammodernamento dei sistemi di adduzione e di reti di distribuzione degli impianti irrigui esistenti?	Sì	Il progetto riguarda il raddoppio dell'VIII Sifone nel tratto Casa Valeria - Uscita Galleria Ripoli - fase 1
	3	Interventi in aree protette: verifica rispetto degli obiettivi di conservazione delle aree. Interventi non in aree protette: previsione di interventi mirati alla salvaguardia della biodiversità e degli habitat naturali (es. infrastrutture verdi, blu, ecc.)	Sì	Gli interventi ricadono in parte nella EUAP 1038 Monte Catillo, per le analisi di dettaglio sulla biodiversità è stato redatto lo Studio di impatto ambientale nel quale sono stati indicati anche gli interventi di inserimento paesaggistico ambientale
Ex-post	4	Verifica attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate.	Non applicabile	Intervento da realizzare
	5	Verifica attuazione delle soluzioni di uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine individuate.	Non applicabile	Intervento da realizzare
	6	Verifica attuazione delle soluzioni di protezione e ripristino della biodiversità e degli Ecosistemi individuate.	Non applicabile	Intervento da realizzare

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

ALLEGATO IV: DATI TABELLARI DELLO STUDIO LCA

Fase I - Estrazione delle materie prime e produzione dei materiali

Dati progettuali	
Lunghezza totale	700 m
Fabbisogno acciaio condotte	376 t
Fabbisogno acciaio carpenteria	1686 t
Fabbisogno calcestruzzo totale	16662 m ³

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
Fabbisogno acciaio UF				Emissione CO₂ per produzione acciaio			
Acciaio carpenteria	723	t	<i>1,83 t CO₂/t acciaio (da stime nazionali)</i>	CO ₂	1323	t	
Acciaio condotte	161	t		CO ₂	295	t	
Fabbisogno per calcestruzzo UF				Gas di scarico mezzi per estrazione inerti			
Calcestruzzo	Sabbia	4286	t	CO	3,523	kg	

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
				<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	NOx	5,245	kg
					SOx	0,019	kg
					PM	0,183	kg
					CO ₂	1709,474	kg
					CH ₄	0,081	kg
	Ghiaia	9144	t	<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	CO	8,654	kg
					NOx	12,882	kg
					SOx	0,046	kg
					PM	0,449	kg
					CO ₂	4198,707	kg
					CH ₄	0,199	kg
	Carburante per estrazione inerti	1824	kWh	-			
	Acqua	857	t	Emissione CO₂ per pompaggio acqua			

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
	Carburante per pompa acqua	315	kWh	<i>2380 g CO₂/litro carburante (da stime nazionali)</i>	CO ₂	0,082	t
	Clinker/cemento *	2143	t	-			
	Fabbisogno per cemento UF			Emissione CO₂ per produzione cemento			
* Clinker/ cemento	CaO (67% cemento)	1436	t	<i>747,6 kg CO₂/t cemento (da stime nazionali)</i>	CO ₂	1602	t
	SiO ₂ (23% cemento)	557	t				
	Al ₂ O ₃ (5% cemento)	107	t				
	Fe ₂ O ₃ (2% cemento)	43	t				

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase II - Trasporto dei materiali

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
<u>Trasporto inerti</u>	Carburante mezzi (Ip. autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 504 e distanza media cave = 4 km)	5163	kWh	Gas di scarico mezzi per trasporto			
				<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	CO	7,09	kg
					NOx	8,90	kg
					SOx	0,04	kg
					PM	0,31	kg
					CO ₂	3382,82	kg
<u>Trasporto acciaio carpenteria</u>	Carburante mezzi (Ip. autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 25 e distanza media fornitori = 11 km)	634	kWh	<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	CO	1,09	kg
					NOx	1,37	kg
					SOx	0,01	kg
					PM	0,05	kg
					CO ₂	519,19	kg
				<u>Trasporto acciaio condotte</u>	Carburante mezzi (Ip. autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 9 e distanza media fornitori = 119 km)	3027	kWh
NOx	4,35	kg					
SOx	0,02	kg					
PM	0,15	kg					
CO ₂	1652,89	kg					
<u>Trasporto cemento</u>		1299	kWh				
				CO	1,79	kg	

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
	Carburante mezzi (Ip. autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 40 e distanza media cave = 14 km)			<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	NOx	2,24	kg
					SOx	0,010	kg
					PM	0,08	kg
					CO ₂	851,24	kg
					CH ₄	0,04	kg
					CO	29,19	kg
<u>Trasporto acqua</u>	Carburante mezzi (Ip. autobotte a 30 km/h, distanza percorsa = 2562 km)	5907	kWh	<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	NOx	15,49	kg
					SOx	0,05	kg
					PM	0,79	kg
					CO ₂	4844,86	kg
					CH ₄	0,27	kg

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase III – Costruzione dell'opera

Dati progettuali - Rifiuti	
Tipologia di rifiuto	Quantità totale stimate(t)
Imballaggi in plastica	<1
Imballaggi in legno	2,5
Ferro e acciaio	5
Materiali isolanti	<1
Cemento	120
Rifiuti misti	<10
Terre e rocce	102300
Rifiuti biodegradabili	10-15

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
Smaltimento dei rifiuti diversi da terre e rocce	-			Imballaggi in plastica	429	kg	
	-			Imballaggi in legno	1072	kg	
	-			Ferro e acciaio	2144	kg	
	-			Isolanti	429	kg	
	-			Cemento	51451	kg	
	-			Rifiuti misti	4288	kg	
	-			Rifiuti biodegradabili	2324	kg	
	<i>Carburante mezzi (Ipotesi: autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 9 e distanza media discariche= 34 km)</i>	718	kWh	Gas di scarico mezzi per trasporto			
				<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	CO	0,98	kg
					NOx	1,23	kg
SOx					0,01	kg	
PM					0,04	kg	
CO ₂					467,31	kg	
CH ₄	0,02	kg					
Smaltimento terre	-			Rifiuto terre e rocce	34170,78	t	
	<i>Carburante mezzi (Ipotesi: autocarro a 50 km/h, n° viaggi = 1127 e</i>	76485	kWh	Gas di scarico mezzi per trasporto			
				<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors</i>	CO	105,08	kg
					NOx	131,89	kg
					SOx	0,56	kg
					PM	4,55	kg
					CO ₂	50110,92	kg

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati per unità funzionale							
Input				Output			
	<i>distanza media discariche= 29 km)</i>			<i>(Diesel) aggiornati al 2021</i>	CH ₄	2,39	kg
Attività relative alla totalità mezzi e attrezzatura di cantiere presenti nelle aree di cantiere per la realizzazione opera ⁽¹⁾	<i>Calcolato in base a ore totali mezzi cantieri</i>	695416	kWh	<i>Fattori emissione SCAB (South Coast Air Basin) Fleet Average Emission Factors (Diesel) aggiornati al 2021</i>	CO	2119,41	kg
					NOx	1852,06	kg
					SOx	5,64	kg
					PM	80,79	kg
					CO ₂	500123,26	kg
Energia elettrica cantiere	<i>Calcolati da dati di progetto di tutti i cantieri</i>	552382	kWh	Emissioni CO₂ per produzione energia elettrica			
				<i>444,4 g CO₂/kWh⁷</i>	CO ₂	245	t

Dati UF aree di cantiere	
Ipotesi mezzi	Ore totali (ipotesi 8 ore al giorno)
Escavatore (120 hp)	2020

⁷ https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/rapporti/Rapporto317_2020.pdf

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Dati UF aree di cantiere	
Ipotesi mezzi	Ore totali (ipotesi 8 ore al giorno)
Escavatore (175 hp)	3275
Autogrù	2926
Pala gommata	3275
Autocarro	4253
Betoniera	4201
Compressore	113
Pompa calcestruzzo	113
Macchina per pali	132
Trivella	1722

RELAZIONE DI SOSTENIBILITA' DELL'OPERA

Fase IV – esercizio e manutenzione (25 anni)

Dati progettuali	
Consumi energetici	
Esercizio	-
Manutenzione	25000 kWh

Dati per unità funzionale						
Input			Output			
Fabbisogno energia elettrica			Emissioni CO₂ per produzione energia elettrica			
Energia elettrica manutenzione	10719	kWh	444,4 g CO ₂ /kWh	CO ₂	4,76	t