

SS38 "dello Stelvio" - Tangenziale Sud di Sondrio

Nuovo attraversamento in viadotto della linea ferroviaria Sondrio-Tirano e nuove connessioni alla viabilità locale tra le Pk 40+000 e la Pk 40+700 nei Comuni di Sondrio e Montagna in Valtellina

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI634

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTI:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Ing. Carlo Mazzetti
Ordine Ing. Siena n. 1177

Dott. Luciano Luciani
Dott. Sc. Forestali

Dott. Giulio Tona
Ordine Agronomi e Forestali Firenze n. 1045

Ing. Michele Frizzarin
Ordine Ing. Verona n. A4547

Il responsabile dell'integrazione tra le varie discipline specialistiche:

Ing. Stefano Monni
Ordine Ing. Prato n. 155

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Giorgio Salimbene
Ordine Arch. Firenze n. 3997

Il geologo:

Dott. Geol. Pier Paolo Binazzi
Ordine Geologi Toscana n. 130

VISTO Il responsabile del procedimento:

Ing. Giancarlo Luongo

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

ELABORATI GENERALI

PARTE 6 - GLI IMPATTI DELLE OPERE, DELL'ESERCIZIO E LE OTTIMIZZAZIONI

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00IA10AMBRE06_A.DOC			
DPMI0634	D 23	CODICE ELAB.	T00IA10AMBRE06	A	—
A	EMISSIONE	AGOSTO 2023	G.TONA	L. LUCIANI	S. MONNI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Indice

1	GLI IMPATTI DELLE OPERE, DELL’ESERCIZIO E LE OTTIMIZZAZIONI	4
1.3.1	ARIA E CLIMA	4
1.3.1.1	Selezione dei temi di approfondimento	4
1.3.1.2	Analisi delle potenziali interferenze	5
1.3.1.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	5
1.3.2	GEOLOGIA E ACQUE	7
1.3.2.1	Selezione dei temi di approfondimento	7
1.3.2.2	Analisi delle potenziali interferenze	7
1.3.2.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	8
1.3.3	TERRITORIO E SUOLO	11
1.3.3.1	Selezione dei temi di approfondimento	11
1.3.3.2	Analisi delle potenziali interferenze	11
1.3.3.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	14
1.3.4	BIODIVERSITÀ	17
1.3.4.1	Selezione dei temi di approfondimento	17
1.3.4.2	Analisi delle potenziali interferenze	18
1.3.4.2.1	Dimensione fisica.....	18
1.3.4.2.1.1	Sottrazione di habitat e di biocenosi	18
1.3.4.2.1.2	Modifica della connettività ecologica.....	18
1.3.4.2.1.3	Effetto barriera per le specie faunistiche.....	18
1.3.4.2.1.4	Introduzione di specie esotiche invasive	19
1.3.4.2.2	Dimensione operativa.....	19
1.3.4.2.2.1	Modifica caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi.....	19
1.3.4.2.2.2	Allontanamento e dispersione della fauna.....	20
1.3.4.2.2.3	Mortalità o ferimento di animali per investimento	20
1.3.4.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	20
1.3.5	RUMORE	25
1.3.5.1	Selezione dei temi di approfondimento	25
1.3.5.2	Analisi delle potenziali interferenze	25

1.3.5.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	25
1.3.6	<u>SALUTE UMANA</u>	27
1.3.6.1	Selezione dei temi di approfondimento	27
1.3.6.2	Analisi delle potenziali interferenze	27
1.3.6.3	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	27
1.3.7	<u>PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE</u>	29
1.3.7.1	Selezione dei temi di approfondimento	29
1.3.7.2	Metodologia	29
1.3.7.3	Analisi delle potenziali interferenze	34
1.3.7.4	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate	42
1.4.1	<u>POTENZIALI IMPATTI CLIMATICI E INDICI CLIMATICI SIGNIFICATIVI</u>	50
1.4.2	<u>IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI SULLE INFRASTRUTTURE TRASPORTISTICHE</u>	52
1.4.2.1	Impatti potenziali relativi all’aumento delle precipitazioni e delle alluvioni	53
1.4.2.2	Impatti potenziali relativi al degradamento del permafrost per diminuzione dei frost days e della copertura nevosa	54
1.4.3	<u>LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA</u>	54
1.4.3.1	INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI ESPOSTI	56
1.4.3.2	VALUTAZIONE DELLA SENSITIVITÀ	58
1.4.3.3	Valutazione della capacità adattativa.....	61
1.4.3.4	Valutazione della vulnerabilità specifica e globale.....	63
1.4.3.5	Impatti attesi e soluzioni per l’adattamento climatico delle opere	66
1.4.3.5.1	Standard a prova di clima per la progettazione, la costruzione e la manutenzione delle strade	67
1.4.3.5.1.1	Pavimentazione stradale	68
1.4.3.5.1.2	Sistemi di drenaggio stradale	69
1.4.3.5.1.3	Ponti e infrastrutture simili	69
1.4.3.5.1.4	Vegetazione lungo le strade	69
1.4.3.5.2	Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate.....	70
1.5.1	<u>ARIA</u>	70
1.5.2	<u>GEOLOGIA E ACQUE</u>	71
1.5.3	<u>TERRITORIO E SUOLO</u>	71

1.5.4	BIODIVERSITÀ	71
1.5.5	RUMORE E VIBRAZIONI	72
1.5.6	SALUTE UMANA	72
1.5.7	PAESAGGIO	72
1.5.8	MATRICI DI SINTESI	73
2	COMMENTO DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELLE DIMENSIONI FISICA ED OPERATIVA	76
3	BIBLIOGRAFIA	79

1 GLI IMPATTI DELLE OPERE, DELL'ESERCIZIO E LE OTTIMIZZAZIONI

1.1 LA METODOLOGIA GENERALE PER L'ANALISI DEGLI IMPATTI

Relativamente alla metodologia utilizzata per l'analisi degli impatti si rimanda alla Parte 05 dove viene descritta relativamente a tutte le fasi (Costruttiva, Fisica ed Operativa)

1.2 LA DEFINIZIONE DELLE AZIONI DI PROGETTO PER LA DIMENSIONE FISICA ED OPERATIVA
Le opere realizzate si "tramutano" nelle seguenti azioni considerate ai fini della valutazione degli impatti generati dall'opera nella sua configurazione finale (dimensione Fisica) e nella suo aspetto operativo e funzionale (dimensione Operativa):

Dimensione fisica	
AF.1	Ingombro nuovi tratti
AF.3	Presenza di nuove opere d'arte

Dimensione operativa	
AO.1	Traffico in esercizio
AO.2	Gestione acque di piattaforma

1.3 LA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI IMPATTI E LE MITIGAZIONI

1.3.1 ARIA E CLIMA

1.3.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE

ARIA E CLIMA	AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni inquinanti	Modifica della qualità dell'aria
---------------------	------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

1.3.1.2 *Analisi delle potenziali interferenze*

Una volta realizzata l'opera, i modelli previsionali indicano un miglioramento della qualità dell'aria per alcuni recettori sensibili posti nelle zone in cui il traffico verrà deviato e, grazie al grado di percorrenza più “agile” rispetto alla situazione attuale, una riduzione di inquinanti. Per altri recettori è atteso un lieve peggioramento delle condizioni della qualità dell'aria. L'incremento delle concentrazioni di inquinanti, tuttavia, è sempre inferiore al 5% rispetto ai valori limite di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs. 155/2010, risultando pertanto trascurabile.

Per tutti gli inquinanti oggetti di studio e per tutti i tempi di riferimento considerati, vengono sempre rispettati i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010, pertanto, l'impatto sulla qualità dell'aria generato dalla differente distribuzione del traffico veicolare a seguito delle modifiche previste dall'alternativa progettuale B1 può quindi ritenersi trascurabile.

1.3.1.3 *Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate*

In fase ante operam, corso d'opera e post operam sono previste specifiche campagne di monitoraggio della qualità dell'aria per la verifica dei limiti previsti da normativa. Allo stato attuale non sono previste opere di mitigazione.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell'impatto potenziale (voto: 0-3), senza l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la “Dimensione operativa” dell'opera.

Tabella 1. Dimensione operativa opera in progetto (componente atmosfera)

DIMENSIONE OPERATIVA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni inquinanti	Modifica della qualità dell'aria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1.3.2 GEOLOGIA E ACQUE

1.3.2.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE FISICA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
AMBIENTE IDRICO	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	impermeabilizzazione superfici	Variazione condizioni di deflusso Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei
	AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte	Intercettazione falda	Modifica delle condizioni di deflusso profondo
SOTTOSUOLO	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	intercettazione aree di detrito di falda	Modifica stabilità del versante

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
AMBIENTE IDRICO	AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Modifica caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei
	AO.2 - Gestione acque di piattaforma	gestione acque di piattaforma	

1.3.2.2 Analisi delle potenziali interferenze

Una volta realizzata l'opera, tutte le problematiche connesse con le condizioni geotecniche e geomorfologiche delle diverse aree attraversate, risulteranno di impatto nullo.

Gli unici elementi geologici che potrebbero avere effetti sull’infrastruttura ormai realizzata potrebbero manifestarsi in caso di eventi sismici di particolare intensità originantisi nei pressi dell’area progettuale e con risentimento avvertibile nell’area in esame.

Dal punto di vista dell’ambiente idrico i possibili impatti potrebbero essere generati da cause accidentali e/o da assenza di gestione delle acque di piattaforma.

1.3.2.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

Attualmente l’infrastruttura non è provvista di un sistema di gestione e trattamento delle acque di piattaforma ma solo da una rete di cunette al piede dei rilevati con restituzione delle acque direttamente al reticolo idrico superficiale.

Per il tratto in adeguamento e per il nuovo viadotto e svincolo verrà previsto un sistema di gestione trattamento delle acque di prima pioggia prima della restituzione nel reticolo superficiale esistente riducendo così a nulli eventuali impatti anche in caso di sversamenti accidentali dovessero verificarsi sulla sede stradale.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell’impatto potenziale (voto: 0-3), senza l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la “Dimensione fisica e operativa” dell’opera.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 06

Tabella 2. Dimensione fisica opera in progetto (componente ambiente idrico)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	impermeabilizzazione superfici	Variazione condizioni di deflusso	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
		Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte	Intercettazione falda	Modifica delle condizioni di deflusso profondo	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Tabella 3 – Dimensione fisica opera in progetto (componente sottosuolo)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	intercettazione aree di detrito di falda	Modifica stabilità del versante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 4. Dimensione operativa opera in progetto (componente ambiente idrico)

DIMENSIONE OPERATIVA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Modifica caratteristiche qualitative dei corpi idrici superficiali e sotterranei	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
AO.2 - Gestione acque di piattaforma	gestione acque di piattaforma		3	1	3	1	3	1	3	1	3	1

1.3.3 TERRITORIO E SUOLO

1.3.3.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un'opera sull'ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE FISICA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
SUOLO	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Perdita definitiva di suolo
	AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte		Modifica della destinazione d'uso
TERRITORIO PATRIMONIO AGROALIMENTARE	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Riduzione produzione agroalimentare di elevato valore
	AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte		Consumo di aree agricole
			Perdita o modifica della agrobiodiversità locale

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
SUOLO	AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Alterazione qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari
TERRITORIO PATRIMONIO AGROALIMENTARE	AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Alterazione produzione agroalimentare di elevato valore

1.3.3.2 Analisi delle potenziali interferenze

Ai fini della definizione degli impatti generati dalla nuova opera su questa componente, è stata considerata l'entità della sottrazione di suolo a destinazione agricola a seguito della trasformazione definitiva dovuta all'occupazione della nuova infrastruttura.

Relativamente alla sottrazione di suolo, per meglio determinare l’entità dell’impatto dovuto alla sua sottrazione, è stata anche preso in considerazione il “**Valore agricolo dei suoli 2018**” corrispondente.

Tale parametro è stato derivato dal modello Metland (Metropolitan landscape planning model) che si articola in 3 fasi:- determinazione del valore intrinseco dei suoli (vocazione agricola), basata sulla attribuzione di punteggi alle classi di capacità d'uso (secondo i sistemi di classificazione in uso sono previste 8 classi di capacità d’uso, di cui le prime quattro individuano, con limitazioni crescenti, suoli potenzialmente destinabili all’uso agricolo) identificate nel territorio. - definizione, mediante punteggi, del grado di riduzione di tale valore (destinazione agricola reale), valutato in base all'uso reale del suolo.

Lo strato informativo di riferimento utilizzato, congruente sull’intero territorio regionale, è costituito dalla cartografia della destinazione d’uso agricola e forestale della Lombardia (Dusaf 7) aggiornato al 2021 - calcolo e determinazione del valore agricolo del sistema paesistico rurale, sulla base della combinazione tra i due fattori precedenti. Tale combinazione produce una serie di valori numerici (ai valori numerici più alti corrisponde un più alto valore agricolo), che si collocano in un range teorico che va da 0 a 114, e che devono poi essere ripartiti nelle classi di valore finali: a tale scopo vengono adottati, con criterio ragionato, intervalli in grado di rappresentare al meglio la specificità e la distribuzione dei valori del sistema paesistico rurale provinciale.

La classificazione derivante viene riportata nella tabella sottostante:

CLASSE	DEFINIZIONE
1	valore agricolo alto (punteggio ≥ 90): comprende suoli caratterizzati da una buona capacità d’uso, adatti a tutte le colture o con moderate limitazioni agricole e/o dalla presenza di colture redditizie (seminativi, frutteti, vigneti, prati e pascoli – in particolare quelli situati nelle zone di produzione tipica – colture orticole e ortoflorovivaistiche, ecc.). La classe comprende quindi i suoli ad elevato e molto elevato valore produttivo, particolarmente pregiati dal punto di vista agricolo.
2	Valore agricolo moderato (punteggio indicativo 65-89): vi sono compresi suoli adatti all’agricoltura e destinati a seminativo o prati e pascoli, ma con limitazioni colturali di varia entità e soggetti talvolta a fenomeni di erosione e dissesto, in particolare nelle zone montane. La classe comprende quindi i suoli a minore valore produttivo, sui quali peraltro l’attività agrosilvopastorale svolge spesso importanti funzioni di presidio ambientale e di valorizzazione del paesaggio.
3	Valore agricolo basso o assente (punteggio indicativo < 65): comprende le aree naturali, non interessate dalle attività agricole (quali i boschi, i castagneti, la vegetazione palustre e dei greti, i cespuglietti e tutte le restanti aree naturali in genere) ed anche le aree agricole marginali (quali le zone golenali, versanti ad elevata pendenza e/o soggetti a rischio di dissesto) e quelle abbandonate o in via di abbandono non aventi una significativa potenzialità di recupero all’attività agricola stessa.

4	Aree antropizzate (valore 1000): oltre alle aree edificate, rientrano tra le aree urbanizzate le infrastrutture, le cave, le discariche, le zone degradate ed in generale tutte le aree soggette a trasformazioni antropiche di natura extra-agricola.
5	Aree idriche (valore 2000): specchi d'acqua, laghi, fiumi.
6	Altre aree di non suolo (valore 3000): ghiacciai, affioramenti rocciosi, aree sterili ed in generale caratterizzate dall'assenza di suolo e/o vegetazione.

Di tali impatti ne verrà valutata l'entità dovuta alla sottrazione del suolo.

Relativamente alla struttura fondiaria l'ingombro della nuova opera non determinerà una parzializzazione della struttura fondiaria. Verrà inoltre garantita l'accessibilità con tutti i fondi esclusi dagli espropri definitivi riportando la situazione dell'accessibilità e percorribilità allo stato ante operam.

Sovrapponendo l'impronta dovuta all'occupazione permanente dell'infrastruttura, comprensivi degli espropri necessari alle opere di mitigazione ed inserimento ambientale, risultano interessate le seguenti classi d'uso del suolo ed i relativi Valori Agricoli.

Tabella 5 – riepilogo superfici interessate dalla nuova opera

Classe di uso del suolo	mq	% incidenza
1121 - Tessuto residenziale discontinuo	752,6296	2,21%
1221 - Reti stradali e spazi accessori	12.682,04	37,18%
124 - Aeroporti ed eliporti	284,5459	0,83%
1412 - Aree verdi incolte	4.239,22	12,43%
2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive	1.161,46	3,40%
31111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo	4.847,898	14,21%
3113 - Formazioni ripariali	7.175,845	21,04%
321 - Aree in evoluzione	2.664,68	7,81%
3241 - Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree	304,7546	0,89%
TOTALE	34.113,08	100,00%

Tabella 6 – riepilogo valore agricolo delle superfici interessate dalla cantierizzazione

Valore agricolo	mq	% incidenza
1	10.372,00	67,52%
2	5.0,00	2,46 %
4	6.100,00	30,02%

TOTALE	20 320,00	100,00%
---------------	------------------	----------------

Dall'analisi delle sopra riportate tabelle emerge come non si riscontra nessuna interferenza relativa alle classi di uso del suolo agricolo. Inoltre non si vengono a creare aree intercluse di tipo agricolo inaccessibili.

Le aree interessate riguardano principalmente aree urbanizzate e aree della Matrice naturale prevalentemente boscate. Tali aree giustificano i valori agricoli elevati riscontrati pari al 67,52 % dell'intera impronta di progetto.

1.3.3.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

Dal punto di vista delle opere di mitigazione e prevenzione non sono previsti interventi mitigatori sulla componente analizzata, risultando nullo l'impatto su tale componente ad opera della nuova struttura in fase di esercizio, relativamente al valore agricolo elevato registrato, facendo riferimento ad aree boscate, questo verrà garantito nelle aree destinate alle operazioni di mitigazione/inserimento paesaggistico con gli interventi di ricreazione di soprassuoli arborei.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell'impatto potenziale (voto: 0-3), senza l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la "Dimensione fisica e operativa" dell'opera.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 06

Tabella 7. Dimensione fisica opera in progetto (componente suolo)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Perdita definitiva di suolo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Modifica della destinazione d'uso	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte		Riduzione produzione agroalimentare di elevato valore	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabella 8 – Dimensione fisica opera in progetto (componente territorio e patrimonio agroalimentare)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Consumo di aree agricole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte		Perdita o modifica dell'agro biodiversità locale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 06

Tabella 9 – Dimensione operativa opera in progetto (componente suolo)

DIMENSIONE OPERATIVA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Alterazione qualità e/o funzionalità del suolo e dei relativi prodotti agroalimentari	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabella 10 – Dimensione operativa opera in progetto (componente territorio e patrimonio agroalimentare)

DIMENSIONE OPERATIVA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AO.1 - Traffico in esercizio	sversamenti accidentali	Alterazione produzione agroalimentare di elevato valore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1.3.4 BIODIVERSITÀ

1.3.4.1 Selezione dei temi di approfondimento

Seguendo la metodologia esplicitata in precedenza, vengono di seguito riportati i principali impatti potenziali individuati che l’opera in oggetto potrebbe generare sulla componente in esame.

Considerando separatamente le azioni di progetto nelle tre dimensioni in cui è stata distinta l’opera sono stati individuati, nel presente documento, i fattori causali dell’impatto e conseguentemente gli impatti potenziali per la dimensione fisica e operativa.

La catena Azioni di progetto – fattori causali di impatto – impatti ambientali potenziali riferita alla componente biodiversità è illustrata nelle seguenti tabelle.

DIMENSIONE FISICA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
BIODIVERSITÀ	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione di suolo	Sottrazione di habitat e di biocenosi
			Modifica della connettività ecologica
	AF.3 - Presenza di nuove opere d’arte	nuove piantumazioni	Effetto barriera per le specie faunistiche
			Introduzione di specie esotiche invasive

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
BIODIVERSITÀ	AO.1 - Traffico in esercizio	produzione di emissioni inquinanti	Modifica caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi
		produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna
		collisioni con la fauna selvatica	Mortalità o ferimento di animali per investimento

Con riferimento alla “dimensione fisica” dell’opera, gli impatti potenziali sono rappresentati da:

- Sottrazione degli habitat e di biocenosi, modifica della connettività ecologica ed effetto barriera per le specie faunistiche per l’occupazione suolo dei nuovi tratti;
- Sottrazione degli habitat e di biocenosi, modifica della connettività ecologica ed effetto barriera per le specie faunistiche per l’occupazione suolo da parte di nuove opere d’arte presenti;
- Introduzione di specie esotiche invasive per le nuove piantumazioni per la presenza di nuove opere d’arte.

Per quanto riguarda la “dimensione operativa” della componente biodiversità, l’opera potrebbe arrecare la:

- Modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi per la produzione di emissioni inquinanti;
- Allontanamento e dispersione della fauna per la produzione di emissioni acustiche;
- Mortalità o ferimento di animali per investimento per collisioni con la fauna selvatiche da parte del traffico autoveicolare.

1.3.4.2 Analisi delle potenziali interferenze

1.3.4.2.1 Dimensione fisica

1.3.4.2.1.1 Sottrazione di habitat e di biocenosi

La sottrazione di habitat e di biocenosi dovuta all’ingombro dei nuovi tratti e delle nuove opere d’arte, in termini di occupazione di suolo, avrà un impatto peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine, locale e irreversibile. L’impatto non è mitigabile.

Le opere di progetto avranno un ingombro complessivo di circa 29.000 m² di cui 12.600 m² ricadenti all’interno del sedime di opere esistenti.

1.3.4.2.1.2 Modifica della connettività ecologica

La connettività ecologica in corrispondenza dei nuovi tratti e delle opere d’arte avrà un peggioramento della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine, locale e irreversibile. L’impatto non è mitigabile.

In corrispondenza dei tratti già esistenti, invece, non vi è un aggravio dell’impatto in quanto la connessione ecologica est-ovest si manterrà inalterata, mentre quella nord-sud è già compromessa nello stato di fatto. Si sottolinea, però, che lungo il margine settentrionale dell’infrastruttura non risulta la presenza di habitat di particolare interesse in termini ecosistemici, ma di aree urbanizzate e incolti.

1.3.4.2.1.3 Effetto barriera per le specie faunistiche

Esattamente come descritto per la modifica della connettività ecologica, l’ingombro dei nuovi tratti e delle opere d’arte farà da barriera per il transito delle specie faunistiche. L’impatto sarà pertanto peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine e irreversibile. L’impatto non è mitigabile.

In corrispondenza dei tratti già esistenti, invece, non vi è un aggravio dell’impatto in quanto l’effetto barriera esisteva già in fase *ante operam*.

1.3.4.2.1.4 Introduzione di specie esotiche invasive

Il pericolo di diffusione di specie esotiche su suoli nudi verrà ridotto o azzerato eseguendo, durante gli interventi di piantumazione delle essenze vegetali secondo le previsioni progettuali, controlli ed eventuali rimozioni manuali delle specie alloctone cresciute in fase di cantierizzazione. Saranno eseguite, successivamente, operazioni di manutenzione degli interventi di sistemazione a verde nei tre anni successivi alla piantumazione:

- Sfalci del cotico erboso (almeno 3 all'anno) e della vegetazione invasiva da eseguire a mano tra le file dell'impianto al fine di consentire un buon attecchimento delle piante;
- Irrigazione di soccorso da eseguire nelle aree piantumate (almeno 3 all'anno) al fine di consentire un buon attecchimento delle piante;
- Eventuale sostituzione delle fallanze (qualora necessario) in caso di verificata importante perdita di parte del popolamento per cause impreviste;
- Rimozione reticelle e tutori compreso il trasporto e smaltimento in discarica autorizzata (a termine del periodo di manutenzione). Si dovrà porre particolare attenzione durante il processo di rimozione delle reticelle al fine di non arrecare danno agli apparati epigei delle piante, eventualmente recidendo la reticella stessa.

L'impatto potenziale è peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine e locale, ma reversibile. L'applicazione di un controllo delle esotiche ben eseguito e l'applicazione di quanto sopra detto in termini di manutenzione, mitigherà completamente l'impatto ottenendo un impatto residuo nullo.

1.3.4.2.2 Dimensione operativa

1.3.4.2.2.1 Modifica caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi

Alla messa in esercizio dell'opera stradale in progetto sono da associare determinati flussi di traffico e le conseguenti emissioni di inquinanti, che possono comportare un incremento nelle concentrazioni di gas e polveri in atmosfera rispetto allo stato di fatto. Indirettamente, in relazione a tale potenziale incremento, è possibile che si verifichi l'insorgenza di effetti sulle caratteristiche qualitative di habitat e biocenosi.

Per tale motivo la modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi è valutata sulla base delle stime ottenute dall'applicazione del modello di calcolo Caline nella Maind Model Suite (MMS Caline) per la qualità dell'aria, descritto nella T00IA41AMBRE01A **Relazione Aria** a cui si rimanda. I risultati del calcolo mostrano che in corrispondenza dei tratti già esistenti non risulta un peggioramento della situazione ambientale *ante operam*. Per quanto riguarda i tratti di nuova costruzione, l'impatto potenziale è valutato peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine, locale e irreversibile. L'impatto non è mitigabile.

Si sottolinea che gli habitat di interesse comunitario ricadenti nella vicina ZPS IT2040402 e le biocenosi sensibili localizzate lungo le fasce perfluviali risultano abbastanza distanti dai tratti dell'opera in progetto e, quindi, dalla fonte emissiva cui è associato un potenziale peggioramento, da far ritenere nullo l'impatto nei loro confronti.

1.3.4.2.2.2 Allontanamento e dispersione della fauna

Il rumore generato dal traffico veicolare potrà avere un effetto diretto sulla fauna con conseguente allontanamento e dispersione degli individui che frequentano l'area; risultano maggiormente esposte a tale fattore perturbativo le specie appartenenti all'avifauna stanziale e nidificante.

Sono state effettuate delle elaborazioni previsionali dell'impatto acustico della nuova opera a livello locale e sulla base di queste sono state fatte le seguenti valutazioni.

In corrispondenza dei tratti già esistenti non risulta un peggioramento della situazione ambientale *ante operam*. Per quanto riguarda i tratti di nuova costruzione, l'impatto è valutato peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine, locale e irreversibile. L'impatto non è mitigabile.

Non si prevedono effetti diretti sulla fauna della ZPS IT2040402 date le distanze tra l'opera e il sito Natura 2000.

1.3.4.2.2.3 Mortalità o ferimento di animali per investimento

Dal Contesto Ambientale (Parte02 – Scenario di base) si evince che generalmente l'area in oggetto è soggetta a non rari fenomeni di collisioni di ungulati con autoveicoli di passaggio, nello specifico caprioli e cervi.

Al fine di ridurre l'incidenza di *road mortality* verranno installati dei dissuasori ottici, nello specifico riflettori, che solitamente vengono impiegati per dissuadere l'accesso a di caprioli, cervi o altri grandi mammiferi. Possono essere realizzati con placche di acciaio galvanizzato o con materiale catarifrangente. I dissuasori ottici, fissati alla parte superiore del guard-rail o di appositi sostegni, riflettono la luce dei fari dei veicoli, deviandoli verso l'esterno della carreggiata e generando flash di luce che dissuadono gli animali dall'attraversare. L'uso dei catadiottri si fonda sull'abitudine della fauna a spostarsi prevalentemente dal crepuscolo all'alba, abitudine ampiamente documentata dai dati raccolti nel corso di numerose indagini effettuate sia in Italia, sia all'estero (in Svizzera l'80% degli incidenti avviene al crepuscolo, di notte e all'alba – Dipartimento federale svizzero per i trasporti, le comunicazioni e l'energia, in Atti Convegno Provincia di Modena, 2000). Indicativamente la distanza tra un riflettore e l'altro deve essere di 25 - 50 metri nei tratti rettilinei e fino a 10 metri nelle curve. L'altezza di collocamento dipende dalla specie che deve essere dissuasa. Orientativamente si raccomandano le seguenti altezze rispetto al suolo:

- 70 cm per il cervo,
- 55 cm per il capriolo,
- 45 cm per il cinghiale.

In corrispondenza dei tratti già esistenti non risulta un peggioramento della situazione ambientale *ante operam*. Per quanto riguarda i tratti di nuova costruzione, l'impatto è valutato peggiorativo della situazione ambientale *ante operam*, permanente, a lungo termine, locale e reversibile. L'impatto è mitigabile.

Non si prevedono effetti diretti sulla fauna della ZPS IT2040402 date le distanze tra l'opera e il sito Natura 2000.

1.3.4.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

L'analisi della biodiversità, in tutti gli elementi che la costituiscono, ha permesso di rilevare che il contesto nel quale si inserisce l'opera non ha direttamente una valenza naturalistica, ma è la presenza, a poca distanza,

della ZPS IT2040402 "Riserva Regionale Bosco dei Bordighi" che rende importante una valutazione di impatto dell'opera sull'area vasta.

La ZPS occupa una superficie di circa 50 ha, comprensiva della fascia esterna di rispetto, di cui il circa 60% a bosco e il restante a prati e coltivi e viene amministrata dai comuni di Albosaggia, Faedo Valtellino e Montagna in Valtellina.

L'area riveste una notevole importanza in quanto risulta uno degli ultimi lembi di bosco ripariale nella piana alluvionale dell'Adda. La vegetazione, seguendo il gradiente di disponibilità di acqua, va dai boschi di latifoglie caducifoglie acidofile dei pendii, al bosco di latifoglie mesofile per arrivare al bosco idrofilo a salici, pioppi ed ontani delle stazioni ripariali, dove si trovano inoltre incolti idrofili come canneti e cariceti. La fauna della Riserva si presenta notevolmente ricca, grazie all'estrema diversificazione degli ambienti presenti.

Data la sua posizione di fondovalle, la zona è interessata da un'elevata influenza antropica che mette a rischio la conservazione della biodiversità che la caratterizza.

Si segnala che non mancano specie vegetali invasive quali *Robinia pseudoacacia*, subentrata in seguito al taglio degli antichi querceti o per colonizzazione spontanea di vecchi campi coltivati, e *Buddleja davidii*, presente sui greti dove ha rapidamente sostituito le specie autoctone.

Per quanto riguarda gli habitat presenti in corrispondenza dell'area di intervento non vi sono habitat di interesse comunitario, ma all'interno della Riserva Regionale Bosco dei Bordighi sono distinguibili ben tre habitat protetti:

- 9260 – Boschi di *Castanea sativa*;
- 3240 – Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*;
- 91E0* - Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

L'area di progetto ricade nelle seguenti tipologie di copertura vegetale: 31111 - Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo, 2311 - Prati permanenti in assenza di specie arboree e arbustive, 3113 - Formazioni ripariali, 1412 - Aree verdi incolte e 3241 - Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree.

Con riferimento agli aspetti in esame relativi alla "Dimensione fisica", i criteri di scelta adottati per l'ubicazione delle nuove opere hanno permesso di limitare il più possibile, per dette aree, la sottrazione di superfici boscate e degli habitat a valenza faunistica ad esse associati. Le opere di progetto avranno un ingombro complessivo di circa 29.000 m² di cui 12.600 m² ricadenti all'interno del sedime di opere esistenti. La perdita definitiva, legata all'ingombro delle nuove opere, sarà pari di circa 8.637 m² a bosco, classificato come Robinieto di scarsa valenza naturalistica, e di circa 6.519 m² come incolto. L'intervento ANAS potrebbe sovrapporsi con l'intervento RFI per una porzione di poco superiore a circa 2.500 m² di cui circa 1.244 m² boscati, a seguito dell'intervento RFI, saranno definitivamente persi successivamente. Si tratta, comunque, di aree boschive prive di habitat di interesse conservazionistico e prive di particolare valenza floristica.

La modifica della connettività ecologica e l'effetto barriera, dovute all'ingombro delle nuove opere, non sono mitigabili data anche la scarsa disponibilità di aree in cui intervenire tramite la creazione di efficaci passaggi per la fauna selvatica di piccole-medie dimensioni.

L'introduzione di eventuali specie esotiche invasive, legata al processo di piantumazione che avverrà in alcune aree indicate in progetto, sarà ridotta o azzerata, eseguendo controlli ed eventuali rimozioni manuali delle specie alloctone in parallelo e successivamente operazioni di manutenzione degli interventi. La manutenzione dovrà prevedere nei tre anni successivi alla piantumazione uno sfalcio del cotico erboso e della vegetazione invasiva, irrigazione di soccorso, eventuale sostituzione delle fallanze e rimozione successiva di reticelle e tutori.

In considerazione della “Dimensione operativa”, gli impatti considerati per la componente in esame riguardano la modifica delle caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi, l'allontanamento e la dispersione e la mortalità/ferimento della fauna selvatica.

I primi due sono legati al traffico veicolare in termini di emissioni gassose e acustiche: dalle simulazioni dei modelli si evince un leggero peggioramento localizzato in corrispondenza delle nuove opere di realizzazione. Entrambi gli impatti non sono mitigabili.

Per quanto riguarda la mortalità/ferimento della fauna selvatica, anch'esso è legato al flusso veicolare, l'installazione di dissuasori ottici ridurrà l'incidenza della *road mortality*.

Quanto considerato finora è strettamente legato all'opera in progetto, vanno però fatte delle considerazioni in merito all'attuazione del progetto di RFI, che insisterà verosimilmente quasi sulle stesse aree nel medesimo periodo.

Le potenziali interferenze generate sulla Biodiversità riferibili ai due progetti sono rappresentate da elementi analoghi viste le modalità realizzative delle due opere del tutto simili (attività di scavo e riporto di materiale inerte, movimentazione di mezzi, allestimento di aree di cantiere...). È, quindi, prevedibile una potenziale amplificazione degli effetti (impatti cumulati), ma l'entità dipenderà dai tempi di attuazione degli interventi dei due progetti e dalla corretta applicazione delle misure di mitigazione e prevenzione definite nei paragrafi precedenti.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell'impatto potenziale (voto: 0-3), senza l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la “Dimensione fisica e operativa” dell'opera.

PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale – Parte 06

Tabella 11. Dimensione fisica sola opera di progetto (componente biodiversità)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione di suolo	Sottrazione di habitat e di biocenosi	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
		Modifica della connettività ecologica	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
		Effetto barriera per le specie faunistiche	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
	occupazione di suolo	Sottrazione di habitat e di biocenosi	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
		Modifica della connettività ecologica	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
		Effetto barriera per le specie faunistiche	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte	occupazione di suolo	Sottrazione di habitat e di biocenosi	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1
		Modifica della connettività ecologica	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
		Effetto barriera per le specie faunistiche	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
	nuove piantumazioni	Introduzione di specie esotiche invasive	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0

Tabella 12 – Dimensione operativa opera in progetto (componente biodiversità)

DIMENSIONE OPERATIVA													
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano		
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	
AO.1 - Traffico in esercizio	produzione di emissioni inquinanti	Modifica caratteristiche qualitative degli habitat e delle biocenosi	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
	produzione di emissioni acustiche	Allontanamento e dispersione della fauna	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
	collisioni con la fauna selvatica	Mortalità o ferimento di animali per investimento	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	

1.3.5 RUMORE

1.3.5.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un’opera sull’ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
RUMORE	AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni acustiche	Modifica del clima acustico

1.3.5.2 Analisi delle potenziali interferenze

Nella configurazione finale (post operam) pur presentando globalmente (traffico attuale e di progetto) ancora situazioni di mancato rispetto dei limiti riferiti a strade di tipo Cb (Fascia A e B), i risultati mostrano che con la nuova opera di progetto si ottengono importanti riduzioni di rumore presso tutti i recettori sensibili considerati. Analizzando inoltre unicamente il traffico generato dalle sole opere di progetto, i risultati mostrano il rispetto per tutti i recettori sensibili considerati dei limiti previsti.

1.3.5.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

Per le ragioni esposte precedentemente, non è stato reso necessario l’inserimento di opere di mitigazione del rumore.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell’impatto potenziale (voto: 0-3), senza l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la “Dimensione operativa” dell’opera.

Tabella 13. Dimensione operativa opera in progetto (componente rumore)

DIMENSIONE OPERATIVA													
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano		
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	
AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni acustiche	Modifica del clima acustico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1

1.3.6 SALUTE UMANA

1.3.6.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un’opera sull’ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE OPERATIVA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
SALUTE UMANA	AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni acustiche	Modifica dell’esposizione alle emissioni sonore
		produzione di emissioni inquinanti	Modifica dell’esposizione alle emissioni inquinanti
		Aumento dei flussi e della velocità media	Aumento dell’incidentalità
	AO.2 - Gestione acque di piattaforma	sversamenti accidentali	Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei

1.3.6.2 Analisi delle potenziali interferenze

Le potenziali interferenze considerate in termini di salute umana si limitano principalmente alla variazione di emissione di inquinanti in atmosfera dovuti alla variazione del traffico veicolare a seguito delle opere in progetto di adeguamento della SS 38.

1.3.6.3 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

Dalla lettura degli elaborati dedicati alla componente atmosfera (**T00IA41AMBRE01A_Relazione atmosfera**) si può affermare che non siano prevedibili misure di mitigazione in fase di esercizio.

Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell’impatto potenziale (voto: 0-3), senza l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l’applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la “Dimensione operativa” dell’opera.

Tabella 14. Dimensione operativa opera in progetto (componente salute umana)

DIMENSIONE OPERATIVA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AO.1 - Traffico in esercizio	produzione emissioni acustiche	Modifica dell'esposizione alle emissioni sonore	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	produzione di emissioni inquinanti	Modifica dell'esposizione alle emissioni inquinanti	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	Aumento dei flussi e della velocità media	Aumento dell'incidentalità	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
AO.2 - Gestione acque di piattaforma	sversamenti accidentali	Modifica dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

1.3.7 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

1.3.7.1 Selezione dei temi di approfondimento

Lo schema di processo, ossia la sequenza logica di operazioni mediante le quali individuare le tipologie di effetti potenzialmente prodotti da un’opera sull’ambiente, si fonda sul concetto di nesso di causalità intercorrente tra Azioni di progetto, Fattori causali ed Impatti potenziali.

Per quanto concerne la matrice di correlazione tra Azioni di progetto, Fattori causali di impatto e tipologie di Impatti ambientali potenziali, nella tabella seguente si riporta la matrice di sintesi Azioni-Fattori-Impatti, per la componente in questione.

DIMENSIONE FISICA			
COMPONENTE AMBIENTALE	AZIONE DI PROGETTO	FATTORE CAUSALE	IMPATTO POTENZIALE
PAESAGGIO PATRIMONIO CULTURALE	AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Modifica delle condizioni percettive (intrusione, Deconnotazione, Ostruzione, eliminazione)
			Interessamento beni culturali ed aree paesaggisticamente sensibili
	AF.3 - Presenza di nuove opere d’arte		Modificazione dell’assetto insediativo, agricolo e vegetazionale
	Modifica delle condizioni percettive, sceniche e panoramiche		

1.3.7.2 Metodologia

L’analisi delle opere di progetto in rapporto al contesto di riferimento finalizzata a determinare l’impatto paesistico nei diversi ambiti di interesse è stata svolta sulla base delle indicazioni contenute nelle **“Linee guida per l’esame paesistico dei progetti” (ai sensi dell’art. 30 delle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico della Regione Lombardia) approvate con D.G.R. 8/11/2002 N. 7.**

Per fare ciò si è reso necessario determinare la classe di sensibilità dei siti interessati dalle opere di progetto e il grado di incidenza del progetto stesso relativamente alle componenti del progetto che, a seguito di un’attenta valutazione, siano state considerate di maggior impatto paesaggistico.

In generale il paesaggio è tanto più sensibile ai cambiamenti quanto più conserva le proprie peculiarità riguardanti gli elementi antropici esistenti - quali architetture, trame viarie, uso dello spazio coltivabile, utilizzazione della vegetazione ecc. - in senso stilistico e funzionale. Pertanto, un indicatore di sensibilità è

direttamente riconducibile al grado di trasformazione recente o di relativa integrità del paesaggio, sia rispetto alle condizioni di naturalità sia rispetto alle forme storiche di elaborazione antropica.

In ragione di tali considerazioni è stata quindi verificata l'appartenenza dei luoghi a sistemi strutturali (naturalistici e antropici) correlati significativamente e connotati da comuni caratteri linguistico-formali.

Sono state poi esaminate le condizioni di visibilità più o meno ampia e di inter-visibilità tra i luoghi considerati e gli intorni di riferimento e inoltre sono stati considerati i valori simbolici che la comunità locale attribuisce agli ambiti dello studio.

In definitiva il giudizio complessivo, secondo le indicazioni delle “Linee guida per l'esame paesistico”, in merito alla sensibilità paesistica degli ambiti individuati ha tenuto conto di tre differenti modalità di valutazione:

Morfologico-strutturale:

- Livello sovralocale: valutano le relazioni del sito di intervento con elementi significativi di un sistema che caratterizza un contesto più ampio di quello di rapporto immediato;
- Livello locale: considerano l'appartenenza o congruità del sito d'intervento con elementi propri dei sistemi qualificanti quel luogo specifico;

Vedutistico:

- Livello sovralocale: valutano le caratteristiche del sito di intervento considerando le relazioni percettive che esso intrattiene con un intorno più ampio, dove la maggiore ampiezza può variare molto a seconda delle variazioni morfologiche del territorio;
- Livello locale: si riferiscono principalmente a relazioni percettive che caratterizzano quel luogo;

Simbolico:

- Livello sovralocale: considerano i valori assegnati a quel luogo non solo e non tanto dalla popolazione insediata quanto da una collettività più ampia. Spesso il grado di notorietà risulta un indicatore significativo;
- Livello locale: considerano quei luoghi che pur non essendo oggetto di (particolari) celebri citazioni rivestono un ruolo rilevante nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale, possono essere connessi sia a riti religiosi (percorsi processuali, cappelle votive..) sia ad eventi od usi civili (luoghi della memoria di avvenimenti locali, luoghi rievocativi di leggende e racconti popolari, luoghi di aggregazione e di riferimento per la popolazione locale).

Le suddette chiavi di lettura sono esplicitate nella Tabella 1 delle Linee guida per l'esame paesistico dei progetti” (ai sensi dell'art. 30 delle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico della Regione Lombardia) approvate con D.G.R. 8/11/2002 N. 7

Modi di valutazione	Chiavi di lettura a livello sovralocale	Chiavi di lettura a livello locale
1. Sistemico	<ul style="list-style-type: none"> Partecipazione a sistemi paesistici sovralocali di: <ul style="list-style-type: none"> interesse geo-morfologico (leggibilità delle forme naturali del suolo) interesse naturalistico (presenza di reti e/o aree di rilevanza ambientale) interesse storico-insediativo (leggibilità dell'organizzazione spaziale e della stratificazione storica degli insediamenti e del paesaggio agrario) Partecipazione ad un sistema di testimonianze della cultura formale e materiale (stili, materiali, tecniche costruttive, tradizioni culturali di un particolare ambito geografico) 	<ul style="list-style-type: none"> Appartenza/contiguità a sistemi paesistici di livello locale: <ul style="list-style-type: none"> di interesse geo-morfologico di interesse naturalistico di interesse storico agrario di interesse storico-artistico di relazione (tra elementi storico-culturali, tra elementi verdi e/o siti di rilevanza naturalistica) Appartenza/contiguità ad un luogo contraddistinto da un elevato livello di coerenza sotto il profilo tipologico, linguistico e dei valori di immagine
2. Vedutistico	<ul style="list-style-type: none"> Percepibilità da un ampio ambito territoriale Interferenza con percorsi panoramici di interesse sovralocale Inclusione in una veduta panoramica 	<ul style="list-style-type: none"> Interferenza con punti di vista panoramici Interferenza/contiguità con percorsi di fruizione paesistico-ambientale Interferenza con relazioni percettive significative tra elementi locali (verso la rocca, la chiesa etc..)
3. Simbolico	<ul style="list-style-type: none"> Appartenza ad ambiti oggetto di celebrazioni letterarie, e artistiche o storiche Appartenza ad ambiti di elevata notorietà (richiamo turistico) 	<ul style="list-style-type: none"> Interferenza/contiguità con luoghi contraddistinti da uno status di rappresentatività nella cultura locale (luoghi celebrativi o simbolici della cultura/tradizione locale)

Tabella 15 - modi e chiavi di lettura per la valutazione della sensibilità paesistica dei luoghi – Articolazione esplicativa (DGR 7/11045 del 2002)

La valutazione qualitativa sintetica della classe di sensibilità paesistica dei diversi ambiti di riferimento rispetto ai diversi modi di valutazione e alle chiavi di lettura viene espressa utilizzando la seguente classificazione:

- sensibilità paesistica molto bassa;
- sensibilità paesistica bassa;
- sensibilità paesistica media;
- sensibilità paesistica alta;
- sensibilità paesistica molto alta;

detta classificazione è funzionale alla compilazione della tabella seguente da cui scaturisce il giudizio complessivo sulla sensibilità paesistica dei luoghi.

Modi di valutazione	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello sovralocale	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello locale
1. Morfologico-strutturale	●	●
2. Vedutistico	●	●
3. Simbolico	●	●
Giudizio sintetico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giudizio complessivo	<input type="checkbox"/>	

Tabella 16 modi e chiavi di lettura per la valutazione della sensibilità paesistica dei luoghi – Sintesi da compilare a cura del progettista (DGR 7/11045 del 2002)

Il giudizio complessivo tiene conto delle valutazioni effettuate in riferimento ai tre modi e alle chiavi di lettura considerate esprimendo in modo sintetico il risultato di una valutazione generale sulla sensibilità paesistica complessiva del sito, da definirsi non in modo deterministico ma in base alla rilevanza assegnata ai diversi fattori analizzati.

Ai soli fini della compilazione della tabella di determinazione dell'impatto paesistico indotto dal progetto, la classe di sensibilità paesistica (giudizio complessivo) è da esprimersi in forma numerica secondo la seguente associazione.

1 = Sensibilità paesistica molto bassa

2 = Sensibilità paesistica bassa

3 = Sensibilità paesistica media

4 = Sensibilità paesistica alta

5 = Sensibilità paesistica molto alta

Per realizzare le valutazioni descritte precedentemente si è suddiviso il territorio oggetto di intervento in aree omogenee sulla base anche del tipo di intervento previsto in modo da poter così sviluppare le valutazioni relative alla sensibilità paesistica prima e all'impatto paesistico poi determinati dall'opera stessa.

In particolare, si sono individuati i seguenti ambiti riferiti per semplicità a tratti del tracciato in progetto:

- Prima area (Viadotto, rilevato stradale e svincoli): fascia compresa fra l'innesto del nuovo svincolo Trippi e la connessione del rilevato stradale con la SS38 dopo il cavalcaferrovia
- Seconda area (Rotatoria Viale Europa): zona corrispondente all'innesto di viale Europa con la SS38 oggetto della nuova rotatoria di progetto

A seguire viene presentata la descrizione delle valutazioni eseguite in riferimento ai due ambiti paesaggistici sopra riportati.

PRIMA AREA

La prima area, interessata dagli interventi più importanti dal punto di vista architettonico e strutturale del progetto, è caratterizzato dalla presenza di spazi aperti pratici, di nuclei boscati con funzione di cuscinetto fra l'infrastruttura esistente e la fascia ripariale del F. Adda, da contesti residenziali discontinui, dalla presenza della SS 38 e della linea ferroviaria con annessi alcuni edifici di carattere produttivo di scarso valore estetico.

- Morfologico strutturale: Vi è la presenza di nuclei boscati antropogeni e aree verdi incolti, inoltre l'ambito di intervento è diviso dal percorso del Torrente Davaglione, dalla ferrovia e dalla SS 38.

- Vedutistico: l’ambito di riferimento risulta percepibile dall’area della SS 38 e ad ampia distanza (circa 1 km in linea d’aria) dalla viabilità panoramica che corre sul versante Retico Nord della valle. Dal fiume Adda in sinistra idraulica l’opera risulta schermata dalla fitta vegetazione arborea esistente e nello stesso modo dal sentiero Valtellina che percorre la sponda destra dell’Adda internamente alla fascia boscata.
- Simbolico: assenti elementi di carattere storico culturale interni all’area di intervento

Il valore paesaggistico dell’ambito è mantenuto elevato dalla presenza del F. Adda e del bosco sottoposto a vincolo.

Dall’analisi degli elaborati del PGT questa prima area sarebbe interessata da un collage delle seguenti classi di sensibilità: Molto elevata, media e bassa.

Da quanto è emerso invece dall’analisi circostanziata e mirata ai fini dell’attribuzione di un’unica classe di sensibilità di questa area, si ritiene che l’ambito di riferimento complessivamente sia caratterizzato da una sensibilità paesistica media. La valutazione qualitativa sintetica è esplicitata nella tabella seguente.

Modi di valutazione	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello sovralocale	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello locale
1 Morfologico strutturale	MEDIA (3)	ALTA (4)
2 Vedustico	ALTA (4)	MEDIA (3)
3 Simbolico	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
Giudizio Sintetico	MEDIA (3)	MEDIA (3)
Giudizio Complessivo	MEDIA (3)	

Tabella 17 – risultato valore paesaggistico Prima area

SECONDA AREA

La seconda area, interessata dagli interventi meno impattanti dal punto di vista architettonico e strutturale, è caratterizzato dalla presenza di spazi aperti prativi, di nuclei boscati con funzione di cuscinetto fra l’infrastruttura esistente e la fascia ripariale del F. Adda, da filari alberati lungo viale Europa e dalla presenza della SS 38. Attualmente si configura come un’intersezione a T fra viale Europa e la SS38.

- Morfologico strutturale: vi è la presenza di un nucleo boscato antropogeni che si distacca dalla fascia riparia più distante e di seminativi, inoltre l’ambito di intervento è caratterizzato principalmente dall’intersezione stradale e da alcune strutture produttive di scarso valore estetico più a nord nonché di un eliporto in prossimità dell’area di intervento.

- Vedutistico: l'ambito di riferimento risulta percepibile dall'area della SS 38 e da viale Europa, per quanto riguarda la viabilità secondaria non è percepibile trattandosi di un intervento a raso. Ad ampia distanza (circa 1 km in linea d'aria) è percepibile dalla viabilità panoramica che corre sul versante Retico Nord della valle.
- Simbolico: assenti elementi di carattere storico culturale interni all'area di intervento

Il valore paesaggistico non risulta di ampio valore anche se limitrofo ad una formazione boschiva che, se pur vincolata dal vincolo paesaggistico, risulta di bassa valenza ecologica.

Dall'analisi degli elaborati del PGT anche questa seconda area sarebbe interessata da un collage delle seguenti classi di sensibilità: Molto elevata, media e bassa.

Da quanto è emerso invece dall'analisi circostanziata e mirata ai fini dell'attribuzione di un'unica classe di sensibilità di questa area, si ritiene che l'ambito di riferimento complessivamente sia caratterizzato da una sensibilità paesistica bassa.

Modi di valutazione	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello sovralocale	Valutazione sintetica in relazione alle chiavi di lettura a livello locale
1 Morfologico strutturale	BASSA (2)	BASSA (2)
2 Vedustico	ALTA (4)	BASSA (2)
3 Simbolico	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
Giudizio Sintetico	BASSA (2)	BASSA (2)
Giudizio Complessivo	BASSA (2)	

Tabella 18 - risultato valore paesaggistico Seconda area

1.3.7.3 Analisi delle potenziali interferenze

Completate le valutazioni in merito alla sensibilità paesistica precedente nell'ambito di riferimento individuato, si procede alla determinazione del grado di incidenza paesistica del progetto. Questo tipo di analisi tende a verificare se gli interventi in progetto generano un cambiamento paesisticamente significativo alla scala locale e a quella sovralocale. Per cui, per poter giungere a una corretta valutazione dell'impatto del progetto rispetto alle caratteristiche del contesto di riferimento, si sono esaminate le seguenti tipologie di incidenza:

- Incidenza morfologica e tipologica;
- Incidenza linguistica;
- Incidenza visiva;

- Incidenza ambientale;
- Incidenza simbolica.

I criteri e parametri per determinare il grado di incidenza del progetto sono esplicitati nella tabella seguente:

<i>Criteria di valutazione</i>	<i>Parametri di valutazione a scala sovralocale</i>	<i>Parametri di valutazione a scala locale</i>
1. Incidenza morfologica e tipologica	<ul style="list-style-type: none"> • coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto: <ul style="list-style-type: none"> – alle forme naturali del suolo – alla presenza di sistemi/aree di interesse naturalistico – alle regole morfologiche e compositive riscontrate nella organizzazione degli insediamenti e del paesaggio rurale 	<ul style="list-style-type: none"> • conservazione o alterazione dei caratteri morfologici del luogo • adozione di tipologie costruttive più o meno affini a quelle presenti nell'intorno per le medesime destinazioni funzionali • conservazione o alterazione della continuità delle relazioni tra elementi storico-culturali o tra elementi naturalistici
2. Incidenza linguistica: stile, materiali, colori	<ul style="list-style-type: none"> • coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto ai modi linguistici tipici del contesto, inteso come ambito di riferimento storico-culturale 	<ul style="list-style-type: none"> • coerenza, contrasto o indifferenza del progetto rispetto ai modi linguistici prevalenti nel contesto, inteso come intorno immediato
3. Incidenza visiva	<ul style="list-style-type: none"> • Ingombro visivo • Contrasto cromatico • Alterazione dei profili e dello skyline 	<ul style="list-style-type: none"> • ingombro visivo • occultamento di visuali rilevanti • prospetto su spazi pubblici
4. Incidenza ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • Alterazione delle possibilità di fruizione sensoriale complessiva (uditiva, olfattiva) del contesto paesistico-ambientale 	
5. Incidenza simbolica	<ul style="list-style-type: none"> • adeguatezza del progetto rispetto ai valori simbolici e d'immagine celebrativi del luogo 	<ul style="list-style-type: none"> • capacità dell'immagine progettuale di rapportarsi convenientemente con i valori simbolici attribuiti dalla comunità locale al luogo (importanza dei segni e del loro significato)

Tabella 19 – criteri e parametri per la determinazione del grado di incidenza di un progetto – Articolazione esplicativa (DGR 7/11045 del 2002)

Dalle considerazioni analitiche sul grado di incidenza del progetto scaturisce la valutazione qualitativa sintetica, espressa utilizzando la seguente classificazione:

- Incidenza paesistica molto bassa;
- Incidenza paesistica bassa;
- Incidenza paesistica media;
- Incidenza paesistica alta;
- Incidenza paesistica molto alta.

Tali classi di giudizio sono utili per la compilazione della tabella seguente (Criteri e parametri per determinare il grado di incidenza del progetto) da cui deve scaturire il giudizio complessivo sul grado di incidenza del progetto.

Criterio di valutazione	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala sovralocale	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala locale
1. Incidenza morfologica e tipologica	●	●
2. Incidenza linguistica: stile, materiali, colori	●	●
3. Incidenza visiva	●	●
4. Incidenza ambientale	●	
5. Incidenza simbolica	●	●
Giudizio sintetico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Giudizio complessivo	<input type="checkbox"/>	

Tabella 20 – criteri e parametri per determinare il grado di incidenza di un progetto – Sintesi da compilare a cura del progettista (DGR 7/11045 del 2002)

Più in particolare il giudizio complessivo tiene conto delle valutazioni effettuate in riferimento ai diversi criteri e parametri di valutazione considerati, esprimendo in modo sintetico una valutazione generale sul grado di incidenza del progetto, definito in base al peso assunto dai diversi aspetti progettuali analizzati. In generale il criterio adottato, cautelativo, attribuisce al giudizio complessivo il livello più elevato attribuito ai due diversi giudizi sintetici.

Ai fini della determinazione dell'impatto paesistico del progetto il giudizio complessivo relativo al grado di incidenza viene espresso in forma numerica secondo la seguente associazione:

- Incidenza paesistica molto bassa = 1;
- Incidenza paesistica bassa = 2;
- Incidenza paesistica media = 3;
- Incidenza paesistica alta = 4;
- Incidenza paesistica molto alta = 5.

Individuati la classe di sensibilità del sito e il grado di incidenza del progetto è possibile determinare il livello di impatto paesistico del cantiere in relazione al proprio ambito di riferimento. Per la determinazione del livello di impatto ci si riferisce alla tabella seguente che viene compilata sulla base dei giudizi complessivi sopramenzionati, espressi in forma numerica. Il livello di impatto paesistico è quindi il prodotto dei due valori numerici.

Impatto paesistico dei progetti = sensibilità del sito X incidenza del progetto					
Classe di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Tabella 21 – Determinazione dell'impatto paesistico dei progetti (DGR 7/11045 del 2002)

Quando il risultato è inferiore a 5 il progetto è considerato di impatto paesistico inferiore alla soglia di rilevanza e quindi, è giudicato accettabile sotto il profilo paesistico. Quando invece il risultato è compreso tra 5 e 15 il progetto è considerato di impatto paesistico rilevante, ma tollerabile. Qualora il risultato sia superiore a 15 il progetto risulta oltre la soglia di rilevanza; pertanto, il progetto è soggetto a valutazione di merito e può essere respinto.

Di seguito si riportano le analisi sulle opere maggiormente impattanti dividendo l'opera in Viadotto, Rampe e rotonda viale Europa

Viadotto - Incidenza del progetto

Quest'opera grava sulla prima area analizzata precedentemente il cui risultato dal punto di vista di sensibilità paesistica è risultato **MEDIO (3)**.

Tale opera verrà realizzata andando ad interessare le varie componenti paesaggistiche nel modo seguente:

- il viadotto, relativamente alle pile dopo il superamento della linea FFSS, interesserà localmente la sottrazione permanente di soprassuolo boschivo antropomorfo di scarso valore senza interessare la fascia ripariale di pregio lungo l'Adda. Il maggior impatto verrà generato in fase di cantierizzazione per l'occupazione dell'area sottostante per le operazioni di varo (area che sarà successivamente occupata dalla cantierizzazione e poi in maniera definitiva dalla nuova viabilità FFSS in previsione e con progetto già autorizzato). Dal punto di vista visivo l'opera registrerà il maggior impatto di tutto l'intervento anche in considerazione dell'effetto cumulativo col nuovo stradello RFI. Per la sua posizione sarà però scarsamente visibile dal lato fiume sia in destra che in sinistra. La percezione dell'opera sarà maggiore dal lato abitato senza però alterare lo skyline visivo in quanto attualmente non è possibile trarre verso le pendici boscate del versante orobico, che limita il lato sud della valle, per la presenza della fascia boscata ripariale che accompagna il corso fluviale su entrambe le sponde e che non verrà alterata dall'opera. Infine le opere di finitura e di inserimento paesaggistico,

nonché i ripristini delle aree occupate dai cantieri operativi permetteranno una mitigazione ed un inserimento nel contesto attuale in tempi medio brevi (per approfondimenti si rimanda al capitolo relativo agli interventi di inserimento e mitigazione). Bisogna comunque considerare il nuovo punto di vista privilegiato che le rampe di accesso al viadotto offrono verso entrambi i versanti della valle che attualmente, nel tratto interessato dall'opera, non risultano visibili a causa delle barriere vegetazionali ed antropiche esistenti.

La valutazione sintetica del grado di incidenza del progetto in considerazione di tutti i criteri e parametri visti in precedenza è esplicitata nella tabella seguente.

Criterio di valutazione	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala sovralocale	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala locale
1 Incidenza Morfologico e tipologica	MEDIA (3)	ALTA (4)
2 Incidenza linguistica: stile materiale, colori	BASSA (2)	MEDIA (3)
3 Incidenza visiva	BASSA (2)	MEDIA (3)
4 Incidenza ambientale	BASSA (2)	
5 Incidenza simbolica	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
Giudizio Sintetico	BASSA (2)	MEDIA (3)
Giudizio Complessivo	MEDIA (3)	

Tabella 22 – Grado di incidenza viadotto

Viadotto - Determinazione dell'impatto paesistico del progetto

Di seguito si riporta la tabella valutativa dell'impatto del progetto relativo al viadotto.

Impatto paesistico del Viadotto					
Sensibilità paesaggistica della PRIMA AREA/ incidenza dell'opera					
Classe di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10

1	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

Il livello di impatto del tratto di progetto relativo al viadotto è pari a 9 risultando di impatto paesaggistico rilevante ma comune tollerabile anche a seguito degli interventi di inserimento previsti e del contesto nel quale si localizza.

Rampe - Incidenza del progetto

Queste opere vanno a gravare sulla prima area analizzata precedentemente il cui risultato dal punto di vista di sensibilità paesistica è risultato **MEDIO (3)**.

Tali opere verranno realizzate andando ad interessare le varie componenti paesaggistiche nel modo seguente:

- le rampe lato Sondrio, di connessione con la SS38 esistente, occuperanno in parte il sedime stradale esistente ed in parte a seguito dell'allargamento della piattaforma e della realizzazione delle due rampe di ingresso ed uscita occuperanno una fascia di soprassuolo boscato a prevalenza di Robinia sul lato fiume senza intaccare la formazione ripariale di maggior pregio, mentre sul lato edificato sottrarranno una porzione di area incolta di scarso valore ambientale nonché la vegetazione arbustiva insediata sull'attuale rilevato stradale. Anche in questo caso l'impatto generato si limita alla componente visiva che verrà in parte mitigata a seguito delle opere di rivestimento dei muri di sostegno e di rivegetazione delle nuove scarpate stradali. (per approfondimenti si rimanda al capitolo relativo agli interventi di inserimento e mitigazione).

La valutazione sintetica del grado di incidenza del progetto in considerazione di tutti i criteri e parametri visti in precedenza è esplicitata nella tabella seguente.

Criterio di valutazione	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala sovralocale	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala locale
1 Incidenza Morfologico e tipologica	BASSA (2)	MEDIA (3)
2 Incidenza linguistica: stile materiale, colori	MOLTO BASSA (1)	BASSA (2)
3 Incidenza visiva	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
4 Incidenza ambientale	BASSA (2)	
5 Incidenza simbolica	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
Giudizio Sintetico	MOLTO BASSA (1)	BASSA (2)

Giudizio Complessivo	BASSA (2)
----------------------	------------------

Tabella 23 – Grado di incidenza rilevato e rampe lato Sondrio

Rampe - Determinazione dell’impatto paesistico del progetto

Di seguito si riporta la tabella valutativa dell’impatto del progetto relativo alle rampe lato Sondrio.

Impatto paesistico del Rilevato e rampe lato Sondrio					
Sensibilità paesaggistica della PRIMA AREA / incidenza dell’opera					
Classe di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Il livello di impatto del tratto di progetto relativo alle rampe lato Sondrio è pari a 6. Le opere risultano di impatto paesaggistico rilevante ma comune tollerabili anche a seguito degli interventi di inserimento previsti e del contesto nel quale si localizzano.

Rotatoria viale Europa - Incidenza del progetto

Quest’opera grava sulla SECONDA AREA analizzata precedentemente il cui risultato dal punto di vista di sensibilità paesistica è risultato **BASSA (2)**.

Tali opere verranno realizzate andando ad interessare le varie componenti paesaggistiche nel modo seguente:

- La nuova rotatoria su viale Europa rampe lato Sondrio, di connessione con la SS38 esistente, occuperà in parte il sedime stradale esistente ed in parte a seguito dell’allargamento della piattaforma stradale e del relativo rilevato, interesserà marginalmente il nucleo boscato con funzione di cuscinetto fra l’infrastruttura esistente e la fascia ripariale del F. Adda. L’impatto generato si limita alla componente visiva che verrà in parte mitigata a seguito delle opere di rivestimento dei murerà alla sola riduzione della fascia arborata che comunque manterrà integra la sua funzione schermante e di “cuscinetto”. Sarà anche previsto l’equipaggiamento a verde dell’area interna alla rotatoria con finalità mitigative

e di miglior inserimento nel contesto (per approfondimenti si rimanda al capitolo relativo agli interventi di inserimento e mitigazione).

La valutazione sintetica del grado di incidenza del progetto in considerazione di tutti i criteri e parametri visti in precedenza è esplicitata nella tabella seguente.

Criterio di valutazione	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala sovralocale	Valutazione sintetica in relazione ai parametri di valutazione a scala locale
1 Incidenza Morfologico e tipologica	MOLTO BASSA (1)	BASSA (2)
2 Incidenza linguistica: stile materiale, colori	MOLTO BASSA (1)	BASSA (2)
3 Incidenza visiva	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
4 Incidenza ambientale	MOLTO BASSA (1)	
5 Incidenza simbolica	MOLTO BASSA (1)	MOLTO BASSA (1)
Giudizio Sintetico	MOLTO BASSA (1)	BASSA (2)
Giudizio Complessivo	BASSA (2)	

Tabella 24 – Grado di incidenza rotatoria viale Europa

Rotatoria viale Europa - Determinazione dell'impatto paesistico del progetto

Di seguito si riporta la tabella valutativa dell'impatto del progetto relativo al viadotto ed alle rampe lato Sondrio.

Impatto paesistico della rotatoria viale Europa Sensibilità paesaggistica della SECONDA AREA / incidenza dell'opera					
Classe di sensibilità del sito	Grado di incidenza del progetto				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Il livello di impatto del tratto di progetto relativo alla rotatoria è pari a 4. L’opera risulta di impatto paesaggistico inferiore alla soglia di rilevanza (< 5) e pertanto da considerarsi accettabile sotto il profilo paesistico.

1.3.7.4 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

Per quanto riguarda le opere di inserimento paesaggistico tramite interventi di finitura a verde, si riportano gli interventi inerenti le scarpate, l’equipaggiamento delle rotatorie e le piantumazioni della ree arboree anche sulla base degli elementi paesistici, della rete ecologica e degli elementi geomorfologici significativi dal punto di vista di interesse paesistico e come testimonianza dell’evoluzione geomorfologica del territorio riportati negli elaborati del PTCP.

SCARPATE

Oltre alle opere d’arte necessarie alla realizzazione dell’intervento in progetto (viadotto, rampe e muri di sostegno) sono da considerare anche quelle operazioni di raccordo morfologico della nuova opera, con la giacitura attuale, che possono meglio inserire il tracciato nel contesto paesaggistico. Fra queste andiamo ad analizzare le scarpate di raccordo del nuovo rilevato stradale ad ovest della rotatoria sulla SS 38 e le scelte progettuali che hanno guidato nella progettazione.

Si è partiti dal presupposto di ottenere una pendenza corretta, ovvero il giusto compromesso per armonizzare l’intervento infrastrutturale con la topografia esistente e ordinare le zone adiacenti.

Le scarpate sono state modellate in linea con la tipologia del terreno cercando una pendenza più dolce possibile anche superiore al 1:3 evitando la creazione di cunette o spigoli e modellando le scarpate stesse con arrotondamenti sia in sommità che alla base.

Per evitare processi erosivi sono stati previsti interventi di rivegetazione tramite semina e/o idrosemina di essenze locali. Al piede dei rilevati è previsto un fossetto di guardia inerbito.

ROTATORIE

Dall’analisi del contesto paesaggistico analizzato esistente si evidenzia come negli equipaggiamenti a verde delle rotatorie stradali sono comunemente utilizzate essenze vegetazionali a bassa manutenzione ed a ridotto sviluppo (prevalentemente erbacee ed arbustive) con l’abbinamento di elementi non vegetali ad identificazione e connotazione della rotatoria (sculture, finiture perimetrali con pavimentazioni in ciottolame intasato in cls, opere d’arte).

Inoltre le linee guida della Regione Lombardia relativamente alla progettazione delle rotatorie dettano le seguenti indicazioni:

- progettare la sistemazione tenendo conto delle preesistenze del contesto (alberature, acque, direzioni, ecc.) e mantenendone il più possibile la trama;

- scegliere specie vegetali autoctone e un disegno coerente con l'organizzazione spaziale dell'ambiente circostante, e, di norma, non eccessivamente ornamentale;
- definirne i caratteri con l'obiettivo di ottenere una certa omogeneizzazione degli elementi rispetto all'intero percorso ma sempre con attenzione al paesaggio circostante;
- scegliere disegni semplici per ottenere la opportuna discrezione di tali elementi;
- stabilire criteri selettivi di qualità per la collocazione di elementi scultorei, evitando comunque motivi topici o banali, tenendo conto del ruolo assegnato alla rotatoria rispetto al contesto territoriale (porta di città, esclusiva fluidificazione del traffico, elemento di passaggio tra percorsi di tipo diverso, ecc.);
- considerare la necessità di soluzioni progettuali e scelte di materiali inerti e vegetali che non implicino esigenze di manutenzione incompatibili con la scarsa accessibilità dell'area.

Partendo da tutti questi presupposti, relativamente alle due rotatorie di progetto per dare una demarcazione dell'evoluzione geomorfologica della valle è previsto l'inserimento di un masso erratico al centro di entrambe.

Relativamente alla componente vegetazionale invece, data la diversa ubicazione ed esposizione delle due rotatorie (la prima sotto il viadotto e la seconda in zona più esposta al limite della fascia boscata) è stato previsto quanto segue:

- Nella rotatoria sotto il viadotto l'utilizzo di essenze arbustive a coronamento del masso erratico per poi degradare con un prato fiorito nella corona più esterna, a bassa manutenzione ed a richiamare le fioriture delle aree a pascolo di alta montagna;
- Nella rotatoria di viale Europa la realizzazione di essenze arbustive a corona del masso erratico. Anche in questo caso si prevede la corona esterna seminata a prato fiorito a bassa manutenzione.

PIANTUMAZIONI ARBOREE

Sulla base della tipologia di soprassuoli boschivi presenti e del potenziale vegetazionale dell'area, sono state previsti degli interventi di ripiantumazione di essenze arboree con finalità diverse a seconda sia del contesto limitrofo che della tipologia di opera d'arte che va inserita nell'"ambiente".

Gli interventi di piantumazione si possono raggruppare in questi tre gruppi:

PI-RI – Fascia arboreo arbustiva con formazione vegetazionale appartenente agli habitat rilevati e/o potenziali

- Sesto di impianto - casuale
- Densità - 1 pianta ogni 10 mq
- Percentuali essenze utilizzate - 50% Fraxinus excelsior (circ. 12-14); 10% Populus nigra (circ. 12-14); 20% Salix eleagnos (h 150 cm); 20% Alnus glutinosa (circ. 12-14)
- Localizzazione - fascia al piede del rilevato stradale lato F.Adda di: a) rotatoria stradale su viale Europa, b) rampa di accesso lato Sondrio, c) rotatoria sulla SP 19
- Finalità – Riconnesione fascia riparia esistente a seguito dell'alterazione vegetazionale dovuta all'occupazione temporanea in fase di cantiere

PI-FO – Formazione arborea con funzione schermante ad alta valenza ecosistemica appartenente agli habitat potenziali della zona

- Sesto di impianto - casuale
- Densità - 1 pianta ogni 8 mq
- Percentuali essenze utilizzate - 40% Fraxinus excelsior (circ. 12-14); 30% Acer pseudoplatanus (circ. 12-14); 30% Prunus avium (circ. 12-14)
- Localizzazione – porzione area interclusa: a) fra nuovo viadotto e linea FFS; b) fra nuovo viadotto e nuovo svincolo Trippi;
- Finalità – Ripristino aree boscate sottratte a seguito della cantierizzazione temporanea e funzione schermante delle pile del nuovo viadotto dai punti di vista di transito dei mezzi e dei pedoni.

PI-BO - Formazione arborea con funzione estetico-schermante

- Sesto di impianto – a gruppi in purezza
- Densità: 1 pianta ogni 10 mq
- Percentuali essenze utilizzate - 20% Fraxinus excelsior (circ. 12-14); 25% Acer pseudoplatanus (circ. 12-14); 25% Cercis siliquastrum (circ. 12-14); 30% Acer campestre (circ. 12-14);
- Localizzazione – area a nord ovest della nuova rotatoria sulla SP 19 al limite della futura area produttiva Rigamonti;
- Finalità – Dare una continuità alla fascia arborata, prevista dal progetto Rigamonti localizzata fra la nuova area produttiva ed il rilevato stradale, fino al rilevato ferroviario.

A seguito della realizzazione di tutte le opere di piantumazioni, in fase di fase di esercizio, resterà inalterata la visibilità verso il versante orbico da chi percorre la strada, dovuta allo schermo vegetale della fascia riparia esistente che resta inalterata e verrà integrata.

Dalle viabilità paesaggistiche (sentiero Valtellina) e dalle carrabili in sinistra idraulica dell'Adda, il rilevato stradale a sinistra della rotatoria e quello in prossimità dello svincolo Trippi sul quale si attesta il nuovo viadotto, resterà "invisibile".

In merito agli interventi architettonici di mitigazione/inserimento dell'opera nel contesto paesaggistico verranno previsti i seguenti accorgimenti/scelte progettuali.

STRUTTURA VIADOTTO

Relativamente ai concetti costruttivi delle travi del viadotto è stata scelta la finitura in corten (RAL 8012) che meglio rispecchia le tonalità di colore utilizzate e si inserisce in uno sfondo naturale rappresentato dalle formazioni vegetazionali ripariale da un lato e lo sfondo dei vigneti terrazzati dall'altro. La stessa finitura verrà applicata all'orditura delle travi di sostegno del pacchetto stradale che rimarranno a vista.

La campata che sormonta la rotatoria verrà invece equipaggiata di una carenatura piana dello stesso colore (RAL 8012) per poter rispettare la distanza minima fra intradosso e quota piano stradale sottostante e coprire l'orditura delle travi di sostegno dell'impalcato stradale e delle varie tubazioni e cavidotti necessari per il passaggio dei sottoservizi e degli scarichi.

Le pile ed i pulvini saranno lasciata in C.A. pigmentato in pasta RAL 7047.

OPERE DI SOSTEGNO

Relativamente alle spalle del nuovo Viadotto ed ai muri di sostegno delle rampe di connessione della SS38 con il nuovo viadotto, la scelta dei materiali è stata ispirata in particolare allo stato attuale del contesto territoriale.

Per questo motivo è stato scelto di optare per il rivestimento, tramite posa manuale, delle spalle e dei muri di sostegno con bozze di pietra locale dello spessore minimo di 10 cm per permettere il mantenimento delle fughe più libere possibili e poter simulare i muri a secco dei vigneti terrazzati.

Di seguito si riporta una simulazione di applicazione dei materiali scelti su modello digitale dell’opera.



Per una visione grafica dei sopra elencati interventi si rimanda agli elaborati inerenti le opere di inserimento paesaggistico **T00IA30AMBPL04A**, **T00IA30AMBSZ02A** ed ai fotoinserti **T00IA46AMBFO01A**.

OPERE DI CONNESSIONE

Relativamente alla “Servitù di inedificabilità metanodotto” interessata dall’opera, il progetto prevede, in accordo con l’Ente gestore e la CM Valtellina di Sondrio, lo spostamento del metanodotto esistente oltre la

SS38 costeggiando il "Sentiero Valtellina" prevedendo inoltre il nuovo tracciato ciclabile di progetto che dall'area commerciale a Nord si conetterà al sentiero esistente come riportato nel presente stralcetto.



Figura 1- bozza di possibile tracciato ciclopedonale di collegamento tra piste ciclopedonali esistenti nella zona artigianale a nord della SS e la pista ciclopedonale "Sentiero Valtellina" a sud della SS. Il punto di passaggio è già in studio da alcuni anni e si collocherebbe in una zona idonea anche dal punto di vista idraulico.

Tale sentiero verrà realizzato a seguito di quanto richiesto dalla CM Valtellina di Sondrio e nello specifico: "un sottopasso ciclopedonale alla tangenziale (come già in studio da anni per quella zona) che possa completare le opere già realizzate di sottopasso ciclopedonale (in sostituzione di un ex passaggio a livello in zona Trippi) e le piste ciclopedonali che arrivano dal Comune di Sondrio e dal Comune di Montagna in Valtellina nella zona interessata dai lavori.

Contestualmente potrà essere eliminato l'accesso attualmente esistente nella zona del ponte verso Faedo Valtellino (dove verrà realizzata la nuova rotatoria sottostante al nuovo viadotto) eliminando una interferenza molto pericolosa tra la viabilità ciclopedonale e la viabilità ordinaria."

Le nuove opere (viabilità ciclopedonale e rete gas), durante l'attraversamento della fascia boscata, prevederà possibili abbattimenti puntuali di alberature che però saranno limitate alle sole interferenti col nuovo tracciato.

Inoltre il nuovo sottoservizio procederà in affiancamento al nuovo percorso per poi proseguire affiancando il percorso Valtellina, in una fascia attualmente prima di vegetazione arborea; in tal modo saranno nulli gli effetti dovuti alla rimozione del soprassuolo esistente.

Si inserisce di seguito l'immagine prodotta in fase di CdS che riporta il posizionamento della nuova condotta lungo il sentiero Valtellina come richiesta dall'Ente gestore (CMVTG - Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del Gas).

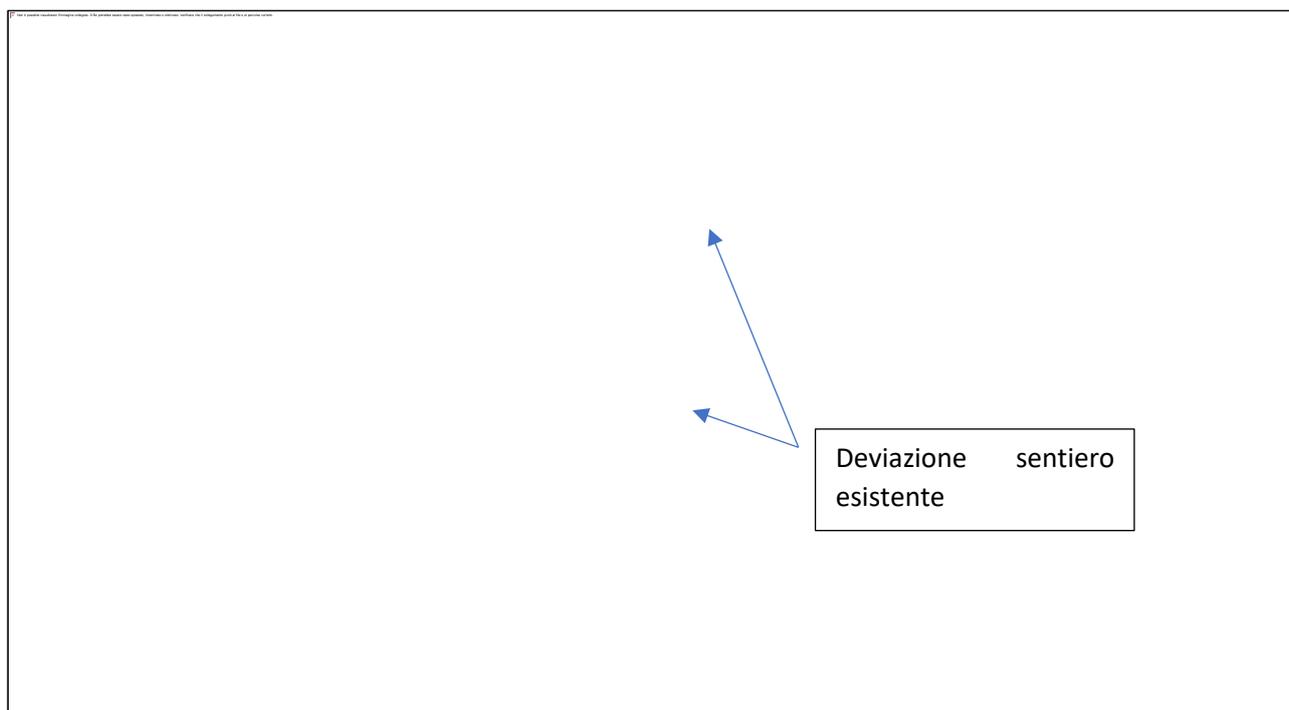
CMVTG

Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del Gas



Al termine lavori, grazie agli interventi mirati nella rimozione delle alberature ed ai ripristini del substrato esistente che permetterà una rivegetazione naturale del soprassuolo, l'opera risulterà perfettamente integrata nel breve medio periodo.

Relativamente al sentiero Valtellina intercettato dalla nuova rotatoria al disotto del viadotto in progetto è prevista una deviazione di riconnessione all'esistente come riportato nello stralcio di progetto riportato di seguito.



A conclusione si riportano i valori desunti dal calcolo degli impatti, riportato nei paragrafi precedenti, pretradotti nelle classi di impatto utilizzate per tutte le componenti per permettere un adeguato confronto. Di seguito vengono riportate le tabelle dotate di valutazione dell'impatto potenziale (voto: 0-3), senza l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, e residuo (voto: 0-3), cioè con l'applicazione di misure di prevenzione/mitigazione, considerando la "Dimensione fisica" dell'opera.

Tabella 25. Dimensione fisica opera in progetto (componente paesaggio)

DIMENSIONE FISICA												
IMPATTO POTENZIALE			Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	
	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo	Impatto potenziale	Impatto residuo
AF.1 - Ingombro nuovi tratti	occupazione/consumo di suolo	Modifica delle condizioni percettive (intrusione, Deconnotazione, Ostruzione, eliminazione)	1	0	1	1	1	0	2	1	1	1
		Interessamento beni culturali ed aree paesaggisticamente sensibili	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
AF.3 - Presenza di nuove opere d'arte		Modificazione dell'assetto insediativo, agricolo e vegetazionale	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Modifica delle condizioni percettive, sceniche e panoramiche		1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	

1.4 CAMBIAMENTI CLIMATICI

1.4.1 POTENZIALI IMPATTI CLIMATICI E INDICI CLIMATICI SIGNIFICATIVI

L’analisi condotta nei paragrafi della parte 02 dello SIA ha permesso l’identificazione dei principali impatti presenti e futuri legati all’evoluzione del clima globale e locale realizzata sia attingendo a documentazione attestante danni causati dal clima, che ai modelli matematici disponibili. La Tabella 26 riassume i principali stressors climatici ritenuti significativi e ne riporta il valore atteso con proiezione al 2050, così come elaborati dai modelli di calcolo predittivo applicati.

Tabella 26 - Riepilogo dei principali stressors climatici medi nell’area di progetto con proiezione al 2050

Stressor	2020	2050	Δ
Media Precipitazioni estreme (mm/gg)	7	7,69	+0,9%
Media Riduzione giorni di gelo (n occorrenze)	101,02	83,44	-17%

La Figura 2 riporta una rappresentazione infografica degli impatti del cambiamento climatico attesi sulla macroregione 4. (Fonte PNACC, 2022).

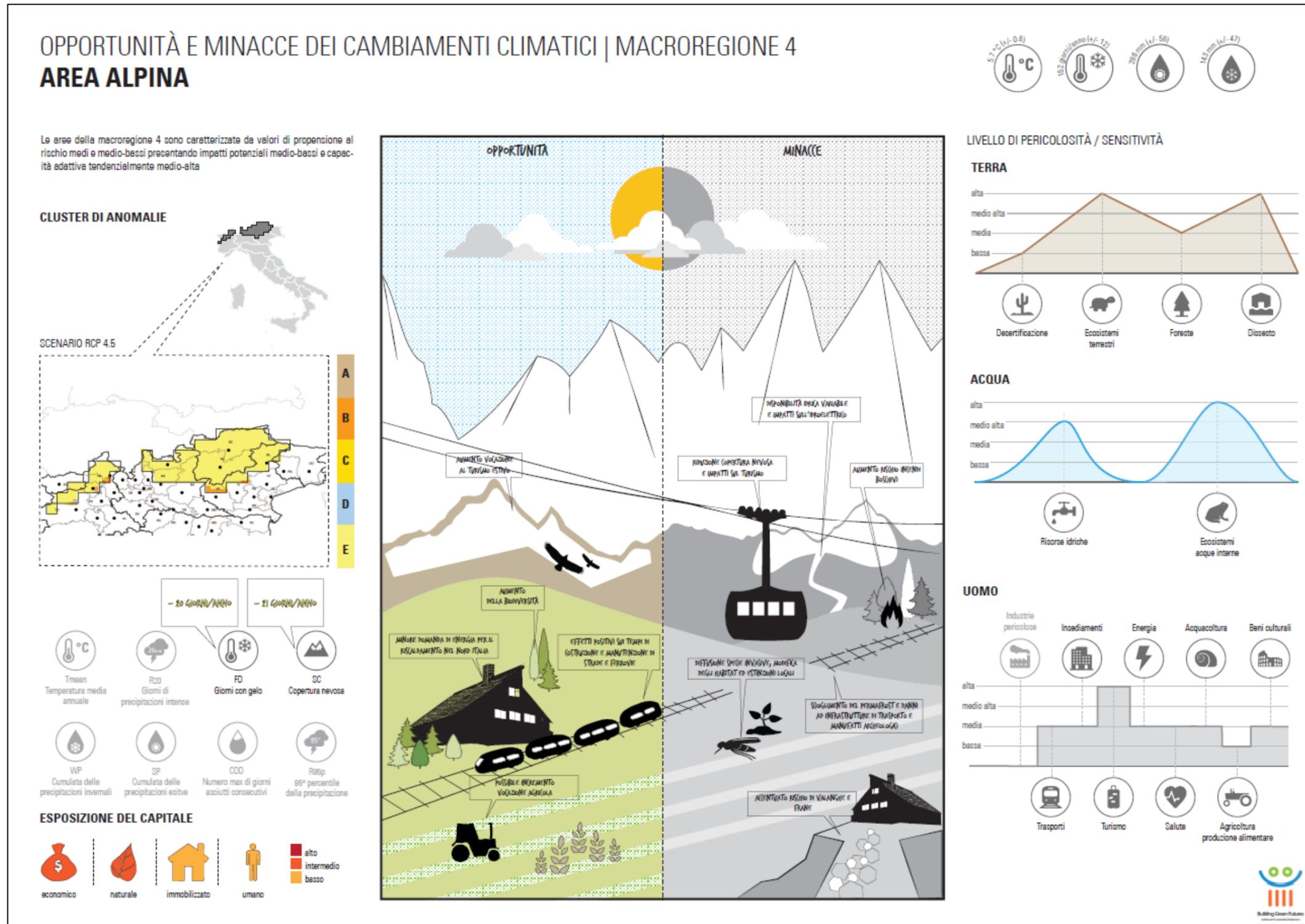


Figura 2 - Infografica degli impatti del cambiamento climatico sulla macroregione 4 - Area alpina

1.4.2 IDENTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI SULLE INFRASTRUTTURE TRASPORTISTICHE

Costruire una analisi unitaria della vulnerabilità del sistema della mobilità è necessario ma non facile. L’infrastruttura fisica è formata da archi e nodi, si esprime sul territorio diffusamente e con densità diverse, spesso correlate con utilizzi diversi (nel territorio densamente urbanizzato con spostamenti più brevi e frequenti, nelle aree a bassa densità sotto forma di lunghe percorrenze). La tipologia delle infrastrutture varia in base ai modi di trasporto, all’orografia e alle esigenze di connessione. L’usura del sistema – relazionata con il grado di utilizzo e di manutenzione – collabora (con effetti moltiplicativi) all’impatto innescato dai cambiamenti climatici (effetto combinato “tear and wear” in ambito stradale). Gli impatti possono riguardare non tanto la struttura ma, ad esempio, la gestione del servizio di trasporto pubblico con mezzi, orari, servizi, condizioni di sicurezza, qualità del servizio ed efficienza da garantire. I diversi modi di trasporto in particolare nelle aree urbane collaborano a fornire all’utente un servizio complessivo; ogni segmento (e quindi modo relativo) dello spostamento deve garantire la resilienza. Gli attori pubblici e privati coinvolti nel sistema sono molteplici e difficilmente coordinabili all’interno di un tavolo di concertazione (ad esempio gestori ferroviari e autostradali in concorrenza sulla stessa tratta).

La disponibilità di analisi sempre più dettagliate (sul territorio e nei caratteri climatici) e robuste, fornisce spunti per iniziare una riflessione sul metodo di analisi della vulnerabilità del settore. L’organizzazione nelle sei zone climatiche permette di organizzare una prima griglia di impatti per area geografica. Ogni elemento del sistema di trasporto dovrebbe essere associato ad una specifica caratterizzazione climatica; permettendo una valutazione degli impatti specifica per quell’elemento ed una conseguente migliore definizione delle azioni strategiche e delle priorità.

Il sistema di trasporto beneficia sicuramente di una prevista riduzione dei giorni con gelo e delle precipitazioni nevose, diffusa su tutto il territorio, ma significativa nei valichi alpini, nell’Appennino ligure e tosco-emiliano (macroregioni 4, 5 e parzialmente 1): si riduce il rischio di danneggiamenti delle infrastrutture, il costo degli interventi per rimozione della neve, e si aumenta la sicurezza nella movimentazione dei mezzi tutti. Il rischio è rappresentato dalla fragilità del territorio, che – nel passare da precipitazione nevosa ad una piovosa – vede aumentata la possibilità di dissesti idrogeologici.

L’aumento delle temperature estive è previsto in particolare nell’area della Pianura Padana e nell’agglomerato esteso della capitale (macroregione 2) oltre che nell’estremo sud (macroregione 6). La presenza di agglomerati urbani importanti rischia di enfatizzare le ondate di calore innescando effetti di isola di calore urbano. Le ondate di calore severe contraggono la mobilità non motorizzata (pedoni e ciclisti), mettono alla prova i mezzi con motori termici oltre ad esaltare i consumi energetici dovuti alle molteplici azioni di raffrescamento (auto, mezzi pubblici, stazioni, aeroporti). Le sedi stradali, o le parti asfaltate (piazzali di manovra nei porti e negli interporti, piste aeroportuali), vengono sottoposte a cicli di surriscaldamento tali da degradarne le caratteristiche tecniche e funzionali. Le strade ferrate (tranvie e ferrovie) rischiano dilatazioni, seppur marginali, sufficienti a modificare l’assetto dei binari con conseguente rischio di deragliamenti o più facilmente di rallentamenti. L’aumento delle temperature estive associato alla scarsità idrica potrebbe influire sul sistema navigabile padano.

La previsione di aumento delle precipitazioni medie ed estreme caratterizza sicuramente la Toscana e il territorio della macroregione 1 (indicativamente pianura e Prealpi piemontesi e Prealpi lombarde).

Come visto nei capitoli precedenti gli stressor climatici principali per le infrastrutture e gli insediamenti urbani nella Zona 4A saranno nello scenario RCP 8.5 la **diminuzione dei frost days e della copertura nevosa e l'aumento delle piogge intense invernali**. I potenziali impatti attesi sulle infrastrutture stradali saranno prevedibilmente quelli espressi nei capitoli seguenti.

1.4.2.1 Impatti potenziali relativi all'aumento delle precipitazioni e delle alluvioni

Gli impatti diretti dell'aumento delle precipitazioni (anche sotto forma di eventi estremi) sulle infrastrutture di trasporto sono:

- l'erosione alla base dei ponti o delle strutture di trasporto;
- il cedimento di argini e terrapieni per erosione;
- il danneggiamento delle superfici asfaltate per allagamento o erosione dovuto allo scorrimento delle acque (in particolare l'erosione accentua danni o imperfezioni preesistenti);
- il drenaggio e la gestione delle acque pluviali raccolte su ampie superfici impermeabilizzate quali strade a più corsie, parcheggi, piazzali aeroportuali o portuali.

La gestione delle acque pluviali sulle superfici impermeabilizzate viene considerata un problema strutturale in quanto la relativa soluzione va affrontata adeguando l'infrastruttura o il relativo progetto, prevedendo sistemi di raccolto più capienti ed efficaci, valutando geometrie materiali e tecnologie utili a contenere gli allagamenti delle sedi pavimentate.

Il rischio maggiore, collegato agli eventi piovosi estremi e in generale all'aumento delle precipitazioni, è di natura indiretta: alterazioni del territorio quali frane e cedimenti che interessino le infrastrutture di trasporto. Tale aspetto è particolarmente rilevante in alcune zone del territorio nazionale, ma richiede una trattazione concertata con il settore relativo alla gestione del territorio e la difesa del suolo.

A livello di operatività gli impatti principali che si manifestano sono:

- l'aumentato rischio nella circolazione veicolare per pavimentazioni bagnate (riduzione dell'aderenza e della visibilità);
- la sospensione dell'operatività per allagamento delle infrastrutture quali strade, autostrade aeroporti, ed di sistemi ipogei;
- difficoltà di circolazione pedonale e ciclistica nelle aree urbanizzate allagate;
- la rimessa in funzione degli stessi sistemi richiede inoltre interventi straordinari di manutenzione e pulizia dei residui lasciati dall'allagamento.

1.4.2.2 *Impatti potenziali relativi al degradamento del permafrost per diminuzione dei frost days e della copertura nevosa*

La variazione climatica relativa al degradamento del permafrost influisce sul sistema di trasporto all'interno di un quadro di degrado della stabilità del suolo. Gli impatti sono pertanto analoghi a quanto già descritto nei capitoli precedenti. Il danneggiamento o l'alterazione delle caratteristiche della struttura stradale per cedimento del suolo – e il relativo conseguente impatto sulla funzionalità del sistema - vanno trattati coerentemente all'impatto originale ovvero all'interno degli aspetti di difesa del suolo al fine di prevedere, evitare e contenere i cedimenti infrastrutturali.

I dati riportati dal Piano nazionale di adattamento ai Cambiamenti climatici Allegato III - Impatti e vulnerabilità settoriali (2018 in fase di approvazione), rilevano attualmente il maggior valore per la media di numero di giorni con temperature massime al di sopra dei 29,2°C e al contempo temperature medie elevate; il regime pluviometrico, in termini di valori medi ed estremi, mostra invece caratteristiche intermedie. In particolare, nello scenario RCP 8.5 si prevede trend più marcati di temperatura e summer days rispetto allo scenario RCP 4.5 e un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi.

La macroregione 4, che corrisponde sostanzialmente alla zona alpina, si caratterizza per gli estremi di giornate di gelo (FD=152), temperatura media (Tmean=5.7) e precipitazioni estive (SP=286).

Gli effetti futuri dell'aumento tendenziale della temperatura si traducono in una riduzione complessiva dei frost days e della copertura nevosa. Le precipitazioni estive sono previste in riduzione mentre quelle invernali in aumento. È attesa anche una probabile riduzione degli eventi estremi.

A fronte dei benefici relativi alla riduzione dei fenomeni legati alla stagione fredda (frosty days e precipitazioni nevose) esiste la possibilità di un aumentato rischio di dissesto idrogeologico con impatti indiretti anche sul settore stradale.

1.4.3 LA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ CLIMATICA

La valutazione della vulnerabilità può essere effettuata con un approccio metodologico qualitativo o quantitativo.

Le valutazioni qualitative hanno come obiettivo quello di raccogliere informazioni che, pur non essendo facilmente misurate o tradotte in numeri, contribuiscono comunque a definire in maniera affidabile un quadro o una situazione in termini di vulnerabilità. Generalmente questo tipo di analisi viene percepito come meno affidabile ed accurato di quelle quantitative, ma ciò non è vero. Semmai esse sono effettivamente meno comparabili fra loro.

Le principali ragioni che possono portare ad optare a favore di un approccio più qualitativo sono:

- la mancanza o indisponibilità di dati o di capacità tecniche;
- la necessità di rispondere a domande che non possono essere soddisfatte da valutazioni quantitative (come e perché?);
- la preferenza verso un coinvolgimento più attivo e allargato dei portatori di interesse (stakeholders) e della comunità in generale.

Per quanto riguarda, invece, le valutazioni quantitative esse vengono espresse in termini numerici e possono rispondere più efficacemente a domande, quali: "quanto?", "chi è più vulnerabile?". **Tale tipologia di analisi viene più frequentemente richiesta dai decisori politici perché considerata più affidabile, i risultati possono essere comparati, sono più facili da comunicare e si prestano più facilmente ad indicare l'efficacia delle azioni di adattamento.** In questo caso si prevedono approcci basati sull'elaborazione e sulla combinazione numerica di indicatori e indici che risultano, tuttavia, assai limitate dalla disponibilità dei dati.

Per quanto detto nei paragrafi successivi verranno sviluppati e descritti gli steps metodologici per la valutazione della vulnerabilità climatico con approccio quantitativo.

La valutazione della vulnerabilità e del rischio associato ai cambiamenti climatici in si basa, infatti, su una metodologia che prevede l'identificazione e la **selezione di alcuni indicatori** atti a descrivere un fenomeno e/o specifiche caratteristiche di un sistema o di un territorio, per identificare e valutare i principali fattori e beni del sistema maggiormente influenzati dal cambiamento climatico, per valutare la sensibilità al danno derivante dai cambiamenti climatici e la capacità di rispondere e adattarsi a tali cambiamenti.

Per ciascuna di queste categorie, è necessario procedere, per fasi successive e conseguenti, a processare i singoli indicatori per il calcolo finale della vulnerabilità attraverso:

- **Raccolta dati;**
- **Normalizzazione e Allineamento degli indicatori;**
- **Eventuale ponderazione degli indicatori;**
- **Calcolo dell'Indice Globale e presentazione dei risultati**

La scelta degli indicatori da utilizzare per la valutazione della vulnerabilità assume nel metodo un ruolo centrale e deve considerare due aspetti importanti: la scelta di indicatori capaci di esprimere e misurare l'impatto rispetto al tipo di stressor e/o categoria e la scelta di indicatori che possano essere facilmente a disposizione.

In particolare, per quanto riguarda la normalizzazione e l'allineamento e la ponderazione degli indicatori:

- Se è stato selezionato più di un indicatore per ciascuna categoria di esposizione, sensibilità e capacità di adattamento, sarà necessario procedere ad uniformare i singoli indicatori per elaborare un indice globale sintetico, e poter successivamente calcolare gli indici finali di vulnerabilità. Il fine della normalizzazione è di trasformare i valori degli indicatori, misurati a diverse scale e in unità differenti, in valori comparabili, slegati da unità di misura che possono essere considerati su una scala comune (valori tra 0 e 1). Il valore 0 rappresenta il livello ottimale, mentre il valore 1 rappresenta la situazione più critica.
- La ponderazione degli indicatori è necessaria nel caso in cui alcuni indicatori siano considerati più importanti di altri, è necessario assegnare dei pesi a ciascun indicatore che indentifichino la loro maggiore (o minore) influenza all'interno della valutazione. Peso maggiore significa maggiore influenza di quell'indicatore ai fini dell'analisi e viceversa.

L'indice globale e la relativa classe di vulnerabilità viene calcolato come somma degli indici specifici derivanti da ogni stressor.

1.4.3.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI ESPOSTI

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022, l'esposizione viene definita come: **la presenza di persone, mezzi di sostentamento, specie o ecosistemi, funzioni, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, beni economici, sociali o culturali in luoghi e contesti che potrebbero essere influenzati dai cambiamenti climatici.**

Nel caso specifico occorre, per ogni fonte di impatto potenziale individuato nella fase precedente, identificare quali siano le categorie e gli elementi esposti, così come riportato nella Tabella 27.

Tabella 27 Elenco delle categorie e gli elementi esposti al cambiamento climatico

Categoria	Definizione	Elementi esposti
Infrastrutture	Sistema di supporto creato dall'uomo per lo svolgimento delle attività economiche e che comprende le dotazioni di strumenti di comunicazione (strade, ferrovie, aeroporti, sistemi di telecomunicazione, etc.) e installazioni fisse (immobilizzazioni del settore industriale e dei servizi).	Strada e infrastrutture collegate
Socio-economia	Insieme di capacità, competenze, conoscenze, abilità professionali e relazionali possedute in genere dall'individuo, acquisite non solo mediante l'istruzione scolastica, ma anche attraverso un lungo apprendimento o esperienza, finalizzate al raggiungimento di obiettivi sociali ed economici, singoli o collettivi.	Utenti presenti sull'infrastruttura ed aree limitrofe di competenza

La scelta degli indicatori è stata effettuata tenendo conto della significatività dei dati, ma anche della loro disponibilità, in modo da aumentare l'oggettività del calcolo (Cfr. Tabella 28).

Tabella 28 - Elenco degli indicatori selezionati per la valutazione dell'esposizione.

Indicatore
Valore economico dell'infrastruttura (€)
Numero max utenti attesi sull'infrastruttura (n)

Di seguito si riporta la tabella di calcolo dell'esposizione (Cfr. Figura 3).

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022, l'esposizione viene definita come: la presenza di persone; mezzi di sostentamento; specie o ecosistemi; funzioni, servizi e risorse ambientali; infrastrutture; beni economici, sociali o culturali in luoghi e contesti che potrebbero essere influenzati.

Categoria	Definizione	Elementi esposti	Indicatore	Valore indicatore	Classe esposizione
Infrastrutture	Sistema di supporto creato dall'uomo per lo svolgimento delle attività economiche e che comprende le dotazioni di strumenti di comunicazione (strade, ferrovie, aeroporti, sistemi di telecomunicazione, etc.) e installazioni fisse (immobilizzazioni del settore industriale e dei servizi).	Valore economico del bene (Costo di costruzione)	Valore economico dell'infrastruttura (I)	18.000.000	5
Socio-economia	Insieme di capacità, competenze, conoscenze, abilità professionali e relazionali possedute in genere dall'individuo, acquisite non solo mediante l'istruzione scolastica, ma anche attraverso un lungo apprendimento o esperienza, finalizzate al raggiungimento di obiettivi sociali ed economici, singoli o collettivi.	Utenti e personale presente sulla struttura	Massimo numero di utenti presenti sull'infrastruttura ed aree limitrofe di competenza	3.702	4

CLASSE		1	2	3	4	5
Range indicatori	Valore economico dell'infrastruttura (I)	<=250.000	250.000 ÷ 500.000	500.000 ÷ 1.000.000	1.000.000 ÷ 5.000.000	>5.000.000
	Massimo numero di utenti presenti sull'infrastruttura ed aree limitrofe di competenza	<50	51-1000	1001-1000	10000-50000	>50000

Figura 3 - Tabella di valutazione della classe di esposizione per ogni elemento esposto

1.4.3.2 VALUTAZIONE DELLA SENSITIVITÀ

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022 la sensitività viene definita come: **il grado in cui un sistema o una specie sono influenzati, in modo negativo o positivo, dalla variabilità o dai cambiamenti climatici**. L'effetto può essere diretto (per esempio, un cambiamento nella resa delle colture in risposta a un cambiamento nella media, gamma o variabilità della temperatura) o indiretto (per esempio, i danni causati da un aumento della frequenza delle inondazioni costiere dovute all'innalzamento del livello del mare).

La sensitività fornisce informazioni sulla suscettibilità delle città a determinati impatti e per questo è influenzata da proprietà specifiche del sistema di riferimento, come ad esempio le sue caratteristiche fisiche e biofisiche, la percentuale di copertura vegetativa del suolo, la composizione della popolazione, etc.

La sensitività è identificata secondo quattro categorie:

- **Fattore naturale:** recettori naturali (per esempio: percentuale di aree verdi, tipi di copertura vegetativa, etc.) caratterizzati dallo stato, struttura ed elementi biofisici e fisiologici del capitale naturale. Gli elementi naturali possono contribuire ad aumentare la sensitività dei sistemi ai cambiamenti climatici.
- **Fattore umano:** recettori (per esempio: percentuale di popolazione anziana, percentuale di bambini famiglie basso reddito, etc.) che presentano uno status fisiologico e/o socioeconomico tale da renderli suscettibili di essere influenzati dai cambiamenti climatici.
- **Fattore morfologico urbano:** recettori compositivi (per esempio: bassa densità di costruito, percentuale di impermeabilizzazione del suolo, materiali, colori etc.) con caratteristiche fisiche, struttura, stato tale da renderlo suscettibile agli effetti dei cambiamenti climatici. In alcuni casi questi elementi possono contribuire ad aumentare la Sensitività del sistema al cambio climatico.
- **Fattori economici e finanziari:** recettori economici e finanziari (per esempio: redditi di produzione vinicola, agricoltura, turismo etc.) suscettibili agli effetti dei cambiamenti climatici.

La selezione degli indicatori di sensitività risponde a una valutazione della specificità del sistema rispetto a un impatto atteso per ogni stressor e più precisamente:

		Categoria	Indicatore
STRESSORS CLIMATICI	Aumento precipitazioni intense	Infrastrutture	Aree in classe media e alta rischio inondazione/area di progetto
		Socio-economico	Numero degli utenti massimi potenzialmente presenti sull'infrastruttura sulle aree in classe media e alta rischio inondazione/numero di utenti totali
	Diminuzione dei frost days	Infrastrutture	Stima % dell'aumentato del rischio di dissesto idrogeologico

	Categoria	Indicatore
	Socio-economico	Stima % del numero di utenti dell'infrastruttura coinvolti in eventuali incidenti causati da dissesto idrogeologico/n utenti totali infrastruttura

Di seguito si riportano alcuni schemi concettuali utilizzati per la scelta degli indicatori per la valutazione della sensibilità per tipologia di stressor.

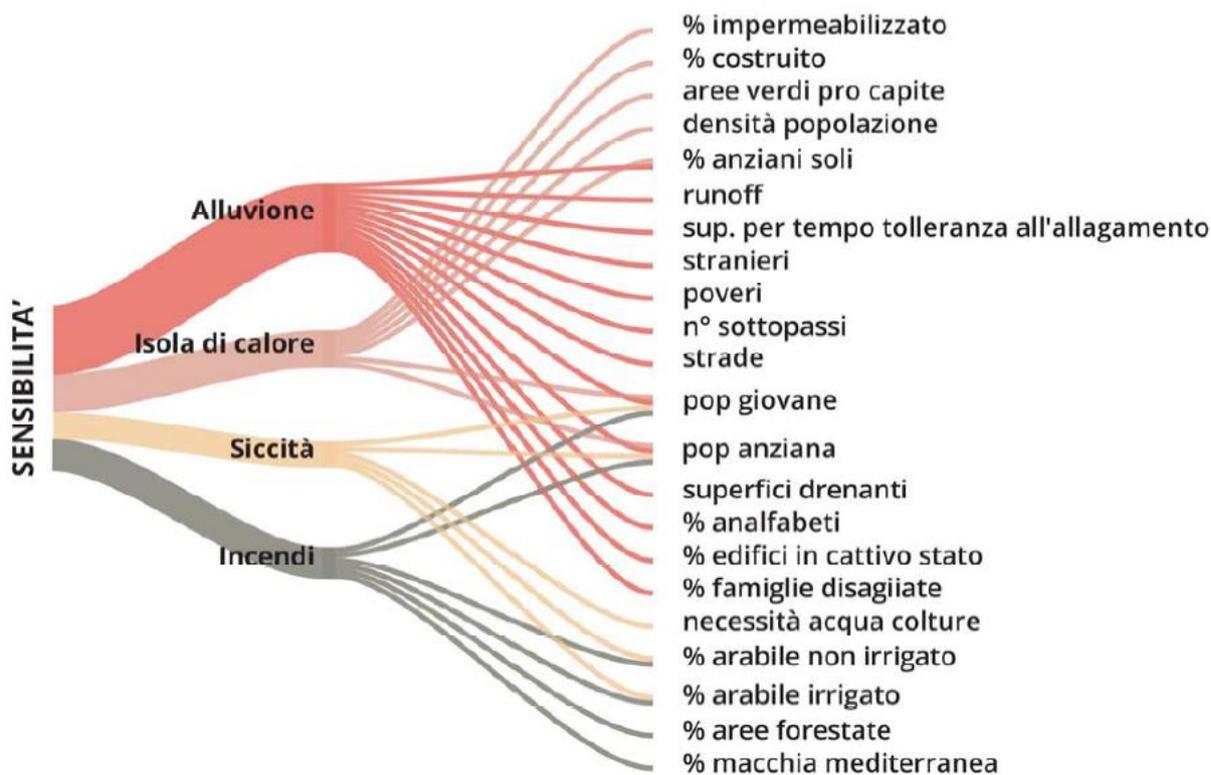


Figura 4 - Indicatori utili alla valutazione della sensibilità in relazione ai differenti stressors climatici

Di seguito si riporta la tabella di calcolo della sensibilità (Cfr. Figura 5).

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022 la sensitività viene definita come: *Il grado in cui un sistema o una specie sono influenzati, in modo negativo o positivo, dalla variabilità o dai cambiamenti climatici. L'effetto può essere diretto (per esempio, un cambiamento nella resa delle colture in risposta a un cambiamento nella media, gamma o variabilità della temperatura) o indiretto (per esempio, i danni causati da un aumento della frequenza delle inondazioni costiere dovute all'innalzamento del livello del mare).*

		Categoria	Indicatore	Valore indicatore	Classe sensitività
STRESSORS CLIMATICI	Aumento precipitazioni intense	Infrastrutture	Aree in classe media e alta rischio inondazione/area di progetto (da PGRA TR 200). (ha)	0,23	2
		Socio-economico	Numero degli utenti massimi potenzialmente presenti sull'infrastruttura sulle aree in classe media e alta rischio inondazione/numero di utenti totali	0,23	2
	Diminuzione dei frost days	Infrastrutture	Stima % dell'aumentato del rischio di dissesto idrogeologico - solo fenomeni attivi (da PAI). (ha)	0,20	1
		Socio-economico	Numero degli utenti massimi potenzialmente presenti sull'infrastruttura sulle aree in classe media e alta rischio idrogeologico,/numero di utenti totali	0,20	1

CLASSE	Valore del range normalizzato	Classe sensitività	
1	<0,2	Molto bassa	1
2	0,2-0,4	Bassa	2
3	0,4-0,6	Media	3
4	0,6-0,8	Alta	4
5	>0,8	Molto alta	5

Figura 5 - Tabella di calcolo della sensitività per stressor climatico

1.4.3.3 Valutazione della capacità adattativa

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022 la adattabilità viene definita come: **la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità o rispondere alle conseguenze.**

Nello specifico, per evitare confusione con la sensibilità, la capacità adattativa esprime la capacità di un sistema di affrontare un impatto sul clima dovrebbe quindi essere valutato in una prospettiva futura, mentre la sensibilità è intesa come una caratteristica attuale del sistema analizzato.

La capacità di adattamento di uno specifico sistema è studiata in relazione a ogni impatto potenziale identificato nel paragrafo 1.4.1.

Gli indicatori sono stati scelti come descritto in più paragrafi con il criterio della loro significatività e facile reperibilità (Cfr. Figura 6).

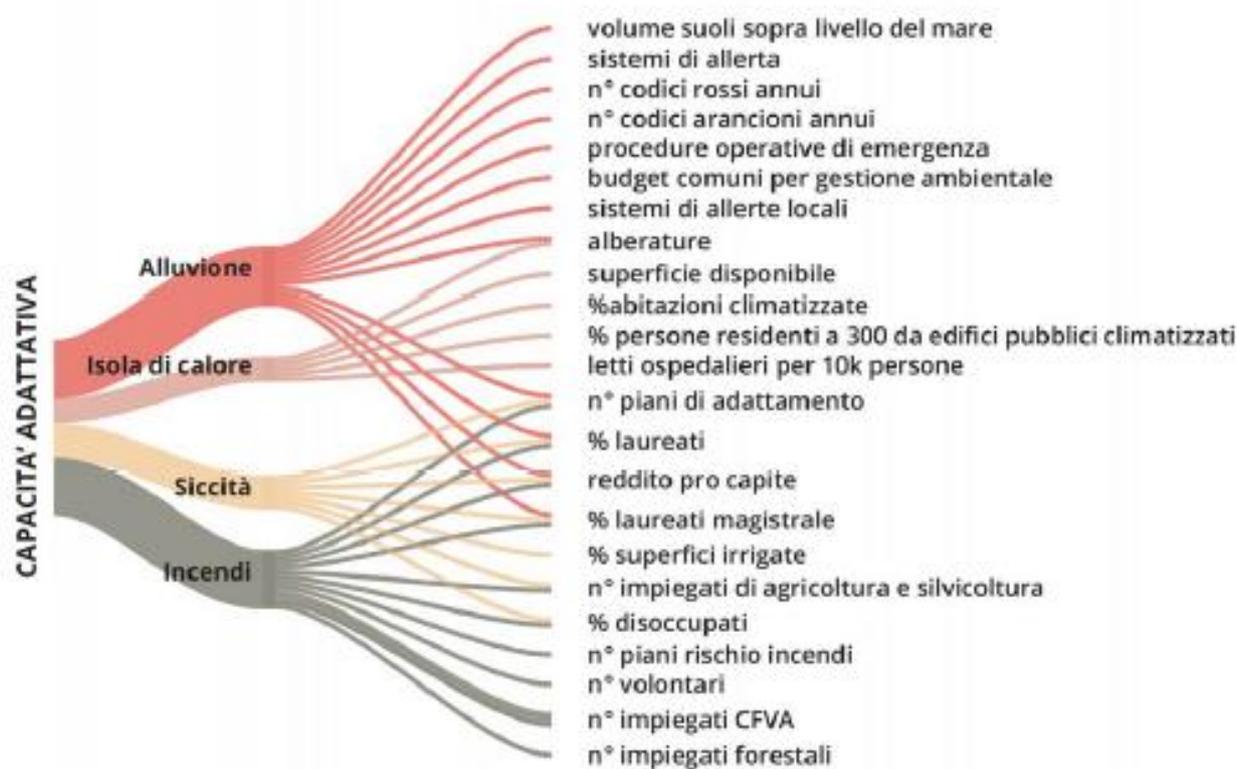


Figura 6 - Indicatori utili alla valutazione della capacità adattativa in relazione ai differenti stressors climatici

Per rappresentare la capacità di adattamento di un sistema, per la quale degli indicatori la maggior parte degli indicatori sono stati "invertiti in segno": i valori più bassi dovrebbero riflettere le condizioni positive in termini di capacità di adattamento (capacità di adattamento più elevata) e di valori più alti condizioni negative (minore capacità di adattamento).

Di seguito si riporta la tabella di calcolo della capacità di adattamento (Cfr. Figura 7).

Nel più recente rapporto IPCC AR6-2022 la adattabilità viene definita come: *la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità o rispondere alle conseguenze*

	Categoria	Indicatore	Valore indicatore	Classe capacità adattamento
STRESSORS CLIMATICI	Aumento precipitazioni intense	Infrastrutture	Presenza sistema di allerta ed evacuazione	1
		Socio-economico	Presenza procedure allerta popolazione	1
	Diminuzione dei frost days	Infrastrutture	Presenza sistema di allerta ed evacuazione	1
		Socio-economico	Presenza procedure allerta popolazione	1

Stato indicatore	CLASSE	Classe capacità adattamento	
SI	1	1	Molto alta
NO	0	5	Molto bassa

N.B. Rispetto agli altri criteri l'assegnazione delle classi di capacità di adattamento segue un criterio premiante per i valori più alti.

Figura 7 - Tabella di calcolo della adattabilità per stressor climatico

1.4.3.4 Valutazione della vulnerabilità specifica e globale

Il fine sostanziale di un processo di adattamento locale è diminuire la vulnerabilità di un ambito territoriale rispetto ad un impatto atteso, aumentandone di fatto la resilienza. Il termine resilienza è accostato di frequente al concetto di cambiamento climatico e viene principalmente impiegato in riferimento alla capacità di un sistema di affrontare e recuperare dopo un'interruzione, facendo riferimento a fattori di stress generali derivanti dalla fisica, dall'economia, dall'ecologia, etc..

Il concetto di resilienza climatica si riferisce ai danni causati dal cambiamento climatico e alla capacità di ripresa del territorio in seguito ad un eventuale shock climatico.

In sintesi, si può affermare che riducendo la sensibilità e aumentando la capacità di adattamento, diminuisce la vulnerabilità e, di fatto, aumenta la resilienza, ed è per questo che risulta essenziale la valutazione della vulnerabilità.

Sulla base del Sesto Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici dell'IPCC (AR6), la vulnerabilità può essere elaborata come risultato della combinazione degli Indici Globali di Sensibilità e di Capacità di Adattamento secondo la seguente formula (i pesi w non sono stati applicati nel metodo).

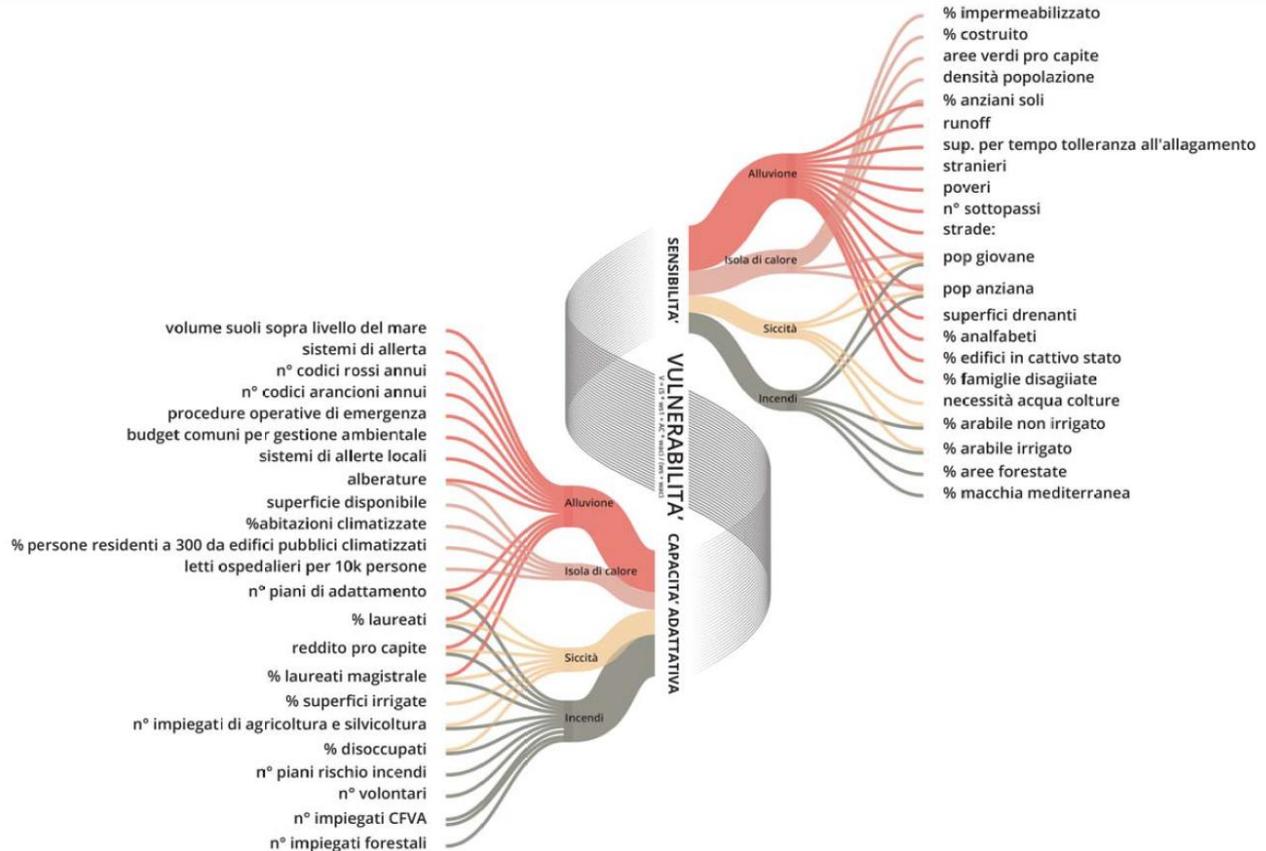


Figura 8 - Schema completo di valutazione della vulnerabilità con gli indicatori utilizzabili per ciascuna variabile (sensibilità, capacità di adattamento e vulnerabilità) e ciascun impatto considerato (alluvione, isola di calore, siccità e incendi)

Di seguito si riporta la tabella di calcolo della vulnerabilità specifica (per ogni stressor) e globale (Cfr. Figura 9).

predisposizione ad essere colpiti negativamente. La vulnerabilità comprende una serie di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o la suscettibilità ai danni e la mancanza di capacità di affrontarli ed adattarsi.

	INDICE DI VULNERABILITA' SPECIFICA	Sensibilità (A)	Capacità adattamento (B)	INDICE DI VULNERABILITA' SPECIFICA (A+B)	CLASSE VULNERABILITA' SPECIFICA
STRESSORS CLIMATICI	Aumento precipitazioni intense	0,23	1,00	<u>1,23</u>	1
	Diminuzione dei frost days	0,20	1,00	<u>1,20</u>	1
	INDICE DI VULNERABILITA' GLOBALE			<u>1,21</u>	1

Valore normalizzato	Classe vulnerabilità	
<0,2	Molto bassa	1
0,2-0,4	Bassa	2
0,4-0,6	Media	3
0,6-0,8	Alta	4
>0,8	Molto alta	5

$$V = (S * w_{s1} + AC * w_{ac}) / w_s + w_{ac}$$

dove

V = è l'Indice Globale di Vulnerabilità

S = è l'Indice Globale di Sensibilità

AC = è l'Indice Globale di Capacità di Adattamento

w_i = è il peso assegnato ogni volta a ciascun componente

Figura 9 - Tabella di calcolo dell'indice di vulnerabilità specifica e globale

1.4.3.5 *Impatti attesi e soluzioni per l'adattamento climatico delle opere*

Le specifiche vulnerabilità verificate devono essere affrontate e risolte in fase di progettazione; a questo proposito visto che il progetto prevede azioni su attività esistenti, verranno attuate soluzioni fisiche e non fisiche ("soluzioni di adattamento"), per un periodo 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 influiranno 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 e saranno coerenti con i piani e le strategie di adattamento a livello locale, settoriale, regionale o nazionale, prendendo altresì in considerazione il ricorso a soluzioni basate sulla natura o su infrastrutture blu o verdi.

Le **Strategie di Adattamento** sono azioni che devono essere messe in atto per fronteggiare gli impatti dei cambiamenti climatici (in particolare dagli eventi estremi), riducendo i danni diretti ed indiretti ai sistemi antropici e naturali e sfruttando le eventuali opportunità positive.

La **capacità adattativa** che è stata valutata nei paragrafi precedenti è precisamente la capacità di un dato sistema (ambientale o socio economico) di fronteggiare l'impatto o le conseguenze di una perturbazione e riequilibrare il sistema alle mutate condizioni, o agli effetti di tali mutate condizioni. In pratica si tratta di aggiustamenti, che da una parte tendono a minimizzare le conseguenze negative della perturbazione introdotta e, dall'altra parte, a sfruttare le opportunità positive di tale perturbazione (resilienza).

La strategia di adattamento coinvolge come visto molti settori (salute, pianificazione territoriale, conservazione della natura, gestione dell'acqua e delle coste, agricoltura,...) su cui bisogna agire simultaneamente per poter ottenere risultati più o meno significativi a scala locale.

Gli effetti di tali politiche hanno diverse scale temporali, infatti si possono avere effetti immediati (per esempio sistemi di allerta) ma spesso sono richiesti tempi lunghi e una visione comune ed a lungo termine.

Mettere a punto una strategia efficace richiede quindi una serie di processi interattivi atti a:

- Identificare le componenti sensibili del sistema climatico;
- Accertare il rischio;
- Identificare le potenziali opzioni per l'adattamento;
- decidere e aumentare le misure adattative;
- assicurare un continuo monitoraggio, valutazione e miglioramento delle misure utilizzate;
- invertire le tendenze che aumentano la vulnerabilità del clima;
- migliorare la consapevolezza della società e della prontezza a reagire.

Il successo di una strategia di adattamento dipenderà da una combinazione di fattori:

- Dalla flessibilità e dall'efficacia delle misure, includendo la loro abilità ad andare incontro ai criteri degli organi decisionali sotto un range di clima e scenari non climatici;
- Dal potenziale di produrre benefici che superino i loro costi;
- Dalla facilità con la quale essi possono essere sviluppate.

1.4.3.5.1 Standard a prova di clima per la progettazione, la costruzione e la manutenzione delle strade¹

Il trasporto su strada è essenziale per l'economia e la società in tutto il mondo. Nel 2017, il trasporto su strada nell'UE28 ha rappresentato il 73,3% del volume totale del trasporto terrestre di merci e l'80,1% del trasporto passeggeri. Per garantire la disponibilità ininterrotta della rete stradale, è necessario adottare misure per aumentare la resilienza dell'infrastruttura del trasporto stradale alle condizioni meteorologiche estreme e ai cambiamenti climatici, che dovrebbero affrontare, in parallelo e in sinergia, le altre sfide che il trasporto su strada deve affrontare, come la sua crescita graduale e la diminuzione dell'intensità di carbonio dei trasporti in linea con la strategia carbon-neutral.

Un modo efficace per aumentare la resilienza del trasporto su strada consiste nell'identificare, sviluppare o rivedere e successivamente implementare gli standard di costruzione e progettazione. Queste attività dovrebbero essere incorporate in un processo standardizzato e ben descritto volto ad aumentare la resilienza complessiva della rete stradale. Il quadro di adattamento per le infrastrutture stradali è stato descritto e pilotato dal [progetto ROADAPT](#) (Roads for today, adapted for tomorrow). Il quadro di adattamento è affrontato anche nel [rapporto PIARC](#) (2015), che definisce quattro fasi principali:

- Identificazione dell'ambito, delle variabili, dei rischi e dei dati con particolare attenzione agli scenari di cambiamento climatico per un determinato territorio e all'analisi dell'esposizione e della sensibilità degli asset stradali al cambiamento climatico.
- Valutazione e prioritizzazione dei rischi. Questa fase include l'analisi di vulnerabilità effettuata per identificare gli elementi critici dell'infrastruttura stradale.
- Sviluppare e selezionare risposte e strategie di adattamento. Questa fase delinea l'identificazione, la selezione e la definizione delle priorità delle risposte di adattamento identificate nelle fasi 1 e 2.
- Integrazione dei risultati nei processi decisionali. Vale a dire, i risultati delle fasi 1-3 dovrebbero essere efficacemente incorporati negli impianti di gestione patrimoniale, nei piani di investimento, nelle strategie di gestione del traffico e in altri documenti e standard strategici.

¹ DA: European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT

I beni del trasporto su strada che richiedono standard verificati rivisti possono essere raggruppati nelle seguenti categorie.

1.4.3.5.1.1 Pavimentazione stradale

I principali rischi per il manto stradale associati ai cambiamenti climatici sono, a seconda della zona climatica, caldo estremo e insolazione, maggiore presenza di forti piogge e fluttuazioni di temperatura intorno al punto di congelamento.

Temperature molto elevate si manifestano con un aumento del rischio di formazione di solchi sull'asfalto, arrossamento e sanguinamento delle superfici bituminose e/o fessurazioni. All'aumentare della temperatura della miscela di asfalto, la fase del legante perde rigidità e le deformazioni irreversibili causate dal carico statico o dinamico del traffico si accumulano più rapidamente. Le possibili soluzioni includono le seguenti:

- Adeguamento del design della miscela bituminosa (utilizzo di leganti con punto di rammollimento più elevato, compresa la modifica del polimero del bitume, selezione di uno scheletro di aggregato più forte);
- Adeguamento del progetto strutturale della pavimentazione (progetti flessibili, semirigidi e rigidi/compositi);
- Maggiore utilizzo del calcestruzzo grazie alla sua maggiore resistenza alla temperatura e ad altri vantaggi (maggiore durata, possibilità di aumento del carico, minore necessità di manutenzione) sebbene costi di acquisto leggermente più elevati.
- Modifica del design della miscela di pavimentazione in calcestruzzo per ridurre la quantità di acqua necessaria.
- Aumentare la riflettanza (albedo) della superficie stradale, ad esempio mediante l'utilizzo di elementi luminosi e colorati sulla strada o rivestimenti riflettenti delle superfici stradali.
- Raffreddamento dei pavimenti con acqua.

Gli impatti principali di un aumento della frequenza delle precipitazioni intense includono danni causati dall'acqua all'asfalto, ridotta capacità portante degli strati inferiori della pavimentazione e ridotta sicurezza e comfort per l'utente (meno attrito, meno comfort). Possibili risposte di adattamento, simili a quelle che fanno fronte alle fluttuazioni di temperatura e alla maggiore frequenza dei cicli di congelamento/scongelo, sono:

- Utilizzo di pavimentazioni permeabili/serbatoi. L'acqua viene immagazzinata nella struttura della pavimentazione e infiltrata nel terreno o scaricata da un sistema di drenaggio.
- Utilizzo di strati superiori porosi in grado di facilitare il drenaggio dell'acqua ai lati della strada e prevenire l'aquaplaning.
- Per le superfici in calcestruzzo si consigliano contenuti di cemento più elevati e rapporti acqua-cemento inferiori.
- Sviluppo di rivestimenti idrofobi adatti all'uso a livello micromeccanico e/o di rivestimento di pavimentazioni.

1.4.3.5.1.2 Sistemi di drenaggio stradale

La capacità del sistema di drenaggio dovrebbe essere adattata alla maggiore intensità e frequenza di eventi di precipitazioni estreme e integrata con strutture di ritenzione idrica (ad es. dighe, bacini idrici) e misure di protezione strutturale (argini, argini). Il progetto per i canali sotterranei dovrebbe essere adattato per accogliere volumi d'acqua più elevati entro un breve periodo di tempo. Ai fini della definizione del capacity design del sistema di drenaggio, dovrebbero essere utilizzate le curve intensità-durata-frequenza (curve IDF), tenendo conto dell'influenza del cambiamento climatico e aggiornando tali curve IDF con le caratteristiche delle precipitazioni proiettate negli scenari climatici futuri.

1.4.3.5.1.3 Ponti e infrastrutture simili

Le principali preoccupazioni relative ai cambiamenti climatici rilevanti per la progettazione, la costruzione e la gestione delle strutture dei ponti esistenti sono la maggiore frequenza di inondazioni, la maggiore portata dei fiumi, l'erosione e l'instabilità dei pendii e le fluttuazioni di temperatura. Le norme per le strutture da ponte attualmente in uso mostrano una notevole resistenza a questi effetti; tuttavia, la ricerca di nuovi standard a prova di clima è in corso.

1.4.3.5.1.4 Vegetazione lungo le strade

La vegetazione lungo le strade contribuisce alla protezione dell'ambiente, in particolare riducendo il rumore e l'inquinamento, e può anche avere una funzione di adattamento, ad esempio proteggendo la strada dalla luce solare diretta. D'altra parte, l'uso improprio della vegetazione lungo la strada può essere un fattore di rischio di interruzione del traffico quando si verificano eventi meteorologici estremi e può anche influenzare la sicurezza stradale. Le raccomandazioni per la costruzione di strade resilienti al clima includono quindi la sostituzione degli alberi maturi con siepi (utilizzando piante legnose elastiche adatte e più adatte a una determinata zona climatica) e la piantumazione della vegetazione a una distanza sufficiente dalla strada.

Il cambiamento climatico influirà anche **sulla manutenzione delle strade**, che quindi deve essere presa in considerazione quando si tratta di infrastrutture stradali resilienti ai cambiamenti climatici. Si dovrà prestare attenzione a tutti i servizi di manutenzione, come la pulizia e la manutenzione dei sistemi di drenaggio, la rimozione dei danni provocati dalle tempeste, la pulizia delle strade, la potatura dei cespugli e la rimozione della neve e del ghiaccio. L'efficienza delle misure di adeguamento e della pianificazione della manutenzione può essere opportunamente integrata con elementi di telematica del traffico, in particolare telecamere online, stazioni meteorologiche, sensori di carico stradale e sistemi telematici avanzati in grado di regolare il flusso del traffico e prevenire la congestione del traffico.

1.4.3.5.2 Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate

In conclusione, lo studio di impatto dei cambiamenti climatici attesi sull'opera stradale ha fornito un quadro dettagliato degli effetti che questi potrebbero avere sull'infrastruttura. I risultati dello studio climatico attuale e futuro (proiettato la 2050) e la valutazione della vulnerabilità climatica del progetto, indicano che gli stressor climatici individuati come significativi e cioè l'aumento delle precipitazioni estreme e la diminuzione dei giorni di gelo non provocheranno impatti significativi al progetto, mantenendosi su valori molto bassi.

Per tale ragione si ritiene che le misure di progettazione standard, molte delle quali elencate nel 1.4.3.5.1, siano già di per stesse in grado di garantire una notevole resilienza delle opere ai cambiamenti climatici e non si ritiene di dover applicare misure mitigatrici suppletive né azioni di monitoraggio specifiche.

Relativamente agli effetti che la variazione di emissione di inquinanti in atmosfera possano avere sull'andamento climatico, è ormai accertato che l'uso di combustibili fossili abbiano un impatto sul clima e sulla temperatura del pianeta. L'uso di autoveicoli infatti aggiunge quantità di gas antropici a quelle naturalmente presenti nell'atmosfera, alimentando l'effetto serra e il riscaldamento globale.

L'opera in progetto andrà a velocizzare il passaggio degli autoveicoli lungo le strade urbane presenti, comportando una riduzione dei tempi di percorrenza e quindi dell'inquinamento da gas di scarico associato riducendo quindi l'effetto negativo sulla componente climatica.

1.5 SINTESI E CONCLUSIONI

1.5.1 ARIA

Per valutare l'impatto delle emissioni generate dal traffico veicolare a seguito delle modifiche previste dall'alternativa progettuale B1 (quali il prolungamento della Tangenziale di Sondrio in continuità con la SS38, la realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati nei pressi dell'intersezione con la provinciale SP19 e la realizzazione di una rotonda in corrispondenza dell'intersezione con via Europa), è stato applicato il modello matematico MMS Caline. Come valori di input al modello sono stati utilizzati:

- una serie annuale di dati meteorologici orari per il sito in esame, stimati con modello matematico WRF a partire dai dati delle stazioni meteorologiche collocate in prossimità del sito in esame;
- i flussi veicolari e le caratteristiche dei tratti stradali interessati dal traffico indotto;
- i fattori di emissione veicolari per gli inquinanti PM10, PM2,5, NO2, CO e C6H6.

Dall'analisi delle potenziali interferenze delle nuove opere che saranno realizzate, è risultato che, per quanto riguarda la componente aria:

- Per la situazione **post-operam**, l'analisi dei dati calcolati denotano previsioni di mutamenti della qualità dell'aria con variazioni negative nei recettori R4, R9, R10, R11 e R12. L'incremento delle concentrazioni di inquinanti, tuttavia, è sempre inferiore al 5% rispetto ai valori limite di qualità dell'aria definiti dal D.Lgs. 155/2010, risultando pertanto trascurabile. Sono previsti, invece, miglioramenti delle concentrazioni per tutti gli inquinanti considerati nei recettori R3, R5, R6 ed R8.

Per tutti gli inquinanti oggetti di studio e per tutti i tempi di riferimento considerati, vengono sempre rispettati i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010. L'impatto sulla qualità dell'aria generato sia dalla fase di cantierizzazione che dalla differente distribuzione del traffico veicolare a seguito delle modifiche previste dall'alternativa progettuale B1 può quindi ritenersi trascurabile.

1.5.2 GEOLOGIA E ACQUE

Tutte le problematiche connesse con le condizioni geotecniche e geomorfologiche delle diverse aree attraversate, risulteranno di impatto nullo ad opera realizzata.

Gli unici elementi geologici che potrebbero avere effetti sull'infrastruttura ormai realizzata potrebbero manifestarsi in caso di eventi sismici di particolare intensità originatisi nei pressi dell'area progettuale e con risentimento avvertibile nell'area in esame.

Dal punto di vista dell'ambiente idrico i possibili impatti potrebbero essere generati da cause accidentali e/o da assenza di gestione delle acque di piattaforma.

Attualmente l'infrastruttura non è provvista di un sistema di gestione e trattamento delle acque di piattaforma ma solo da una rete di cunette al piede dei rilevati con restituzione delle acque direttamente al reticolo idrico superficiale.

Per il tratto in adeguamento e per il nuovo viadotto e svincolo verrà previsto un sistema di gestione trattamento delle acque di prima pioggia prima della restituzione nel reticolo superficiale esistente riducendo così a nulli eventuali impatti anche in caso di sversamenti accidentali dovessero verificarsi sulla sede stradale.

1.5.3 TERRITORIO E SUOLO

Ai fini della definizione degli impatti generati dalla nuova opera su questa componente, è stata considerata l'entità della sottrazione di suolo a destinazione agricola a seguito della trasformazione definitiva dovuta all'occupazione della nuova infrastruttura prendendo anche in considerazione il **"Valore agricolo dei suoli 2018"** corrispondente.

Non si riscontra nessuna interferenza relativa alle classi di uso del suolo agricolo. Inoltre non si vengono a creare aree intercluse di tipo agricolo inaccessibili. Relativamente alla qualità del suolo le aree interessate riguardano principalmente aree urbanizzate e aree della Matrice naturale prevalentemente boscate con valori agricoli dei suoli alti giustificati dalla presenza del soprassuolo boscato e nn dal potenziale produttivo agricolo.

Dal punto di vista delle opere di mitigazione e prevenzione non sono previsti interventi mitigatori sulla componente analizzata, risultando nullo l'impatto su tale componente ad opera della nuova struttura in fase di esercizio, relativamente al valore agricolo elevato registrato, facendo riferimento ad aree boscate, questo verrà garantito nelle aree destinate alle operazioni di mitigazione/inserimento paesaggistico con gli interventi di ricreazione di soprassuoli arborei.

1.5.4 BIODIVERSITÀ

Dall'analisi delle potenziali interferenze delle nuove opere che saranno realizzate, è risultato che, per quanto riguarda la componente Biodiversità, con riferimento alla "Dimensione fisica" dell'opera in esame, essa

potrebbe comportare la sottrazione di habitat e biocenosi, la modificazione della connettività ecologica e l'effetto barriera per le specie faunistiche a causa della presenza fisica della struttura in progetto; l'introduzione di specie esotiche durante l'attività di piantumazione prevista.

Per quanto riguarda la “Dimensione operativa” della componente Biodiversità, il traffico veicolare potrebbe impattare in termini di emissioni inquinanti, acustiche e mortalità/ferimento per attraversamento degli animali selvatici.

Quanto considerato è strettamente legato all'opera in progetto. Sono state sviluppate delle considerazioni in merito all'attuazione del progetto di RFI, che insisterà sulle stesse aree, e ai conseguenti impatti cumulati.

Le valutazioni di impatto potenziali delle due opere coincidono sugli stessi aspetti fin qui analizzati, ma la quantificazione dell'effetto sommatorio dipenderà dai tempi di attuazione degli interventi dei due progetti. Sono state fatte due ipotesi: la realizzazione in contemporanea e non delle due opere. Per l'analisi si rimanda al paragrafo “Il rapporto opera – ambiente e le misure di prevenzione e mitigazione adottate”.

1.5.5 RUMORE E VIBRAZIONI

Dall'analisi delle potenziali interferenze delle nuove opere che saranno realizzate, per quanto riguarda la componente rumore, è stata effettuata una simulazione dei livelli sonori tramite il software previsionale Soundplan 8.2 per la situazione attuale (ante operam), per la situazione di cantiere (corso d'operam), e per la futura configurazione (post operam). L'esito delle simulazioni mostrano che già allo stato attuale (**ante operam**), vi siano situazioni in cui pare evidente il mancato rispetto dei limiti indicati presso la maggior parte dei recettori presenti.

Nella configurazione finale (**post operam**) pur presentando globalmente (traffico attuale e di progetto) ancora situazioni di mancato rispetto dei limiti riferiti a strade di tipo Cb (Fascia A e B), i risultati mostrano che con la nuova opera di progetto si ottengono importanti riduzioni di rumore presso tutti i recettori sensibili considerati. Analizzando inoltre unicamente il traffico generato dalle sole opere di progetto, i risultati mostrano il rispetto per tutti i recettori sensibili considerati dei limiti previsti. Per tale ragione, non è stato reso necessario l'inserimento di opere di mitigazione del rumore.

Per quanto riguarda la componente vibrazioni, vista la tipologia di opera e la distanza dei recettori presenti, non sono attese variazioni percepibili delle vibrazioni in fase post operam. In fase di corso d'opera (cantiere) dovranno essere eseguiti monitoraggi scadenziati come da Piano di Monitoraggio allegato al presente progetto, per verificare, ed in caso intervenire, per la riduzione delle vibrazioni dovute alle macchine operatrici di cantiere. Ad ogni modo in tale fase sono attese vibrazioni modeste/trascurabili che non hanno previsto già nella presente fase progettuale di particolari opere di mitigazione specifiche.

1.5.6 SALUTE UMANA

Le potenziali interferenze considerate in termini di salute umana si limitano principalmente alla variazione di emissione di inquinanti in atmosfera dovuti alla variazione del traffico veicolare a seguito delle opere in progetto di adeguamento della SS 38.

Dalla lettura degli elaborati dedicati alla componente atmosfera (**T00IA41AMBRE01A**_Relazione atmosfera) si può affermare che non siano prevedibili misure di mitigazione in fase di esercizio.

1.5.7 PAESAGGIO

L'incidenza dell'opera sul paesaggio ha teso a verificare se gli interventi in progetto generano un cambiamento paesisticamente significativo alla scala locale e a quella sovralocale. Per cui, per poter giungere a una corretta valutazione dell'impatto del progetto rispetto alle caratteristiche del contesto di riferimento, sono state esaminate le seguenti tipologie di incidenza:

- Incidenza morfologica e tipologica;
- Incidenza linguistica;
- Incidenza visiva;
- Incidenza ambientale;
- Incidenza simbolica.

Fra tutte le opere realizzate risulta di maggior incidenza il nuovo viadotto che fa registrare comunque impatti medi ma trascurabile a seguito delle opere di mitigazione ed inserimento ambientale-paesaggistico fra le quali:

- scelta dei materiali
- scelta delle finiture e colori
- corredo opere a verde

Di seguito

1.5.8 MATRICI DI SINTESI

Di seguito si riportano le tabelle di sintesi degli impatti globali per ciascuna componente e globale dell'intera opera nella sua dimensione fisica ed operativa.

La legenda da utilizzare per la lettura delle tabelle è la seguente

Valore di impatto		Valori soglia
0	molto basso/trascurabile	0
1	basso	0,34
2	medio	0,604
3	elevato	> 2,51

Tabella 29 - Impatti per componente e globali. Dimensione fisica delle opere in progetto

COMPONENTE AMBIENTALE	Rotatoria viale Europa		Progressive (0 - 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 - 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 - 590) Viadotto		Progressive (590 - 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano		IMPATTI POTENZIALI				IMPATTI MITIGATI			
	Impatto		Impatto		Impatto		Impatto		Impatto		MEDIA IMPATTI	VALORE DI IMPATTO MASSIMO	LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI MASSIMI*	MUMERO MASSIMO DI OCCORRENZE IN IDENTICA LOCALIZZAZIONE	MEDIA IMPATTI	VALORE DI IMPATTO MASSIMO	LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI MASSIMI*	MUMERO MASSIMO DI OCCORRENZE IN IDENTICA LOCALIZZAZIONE
	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo								
AMBIENTE IDRICO	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	-	3	0,6	1,0	-	-
SUOLO SOTTOSUOLO E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	-	1	0,0	0,0	-	-
TERRITORIO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-
PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE ED ARCHEOLOGICO	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,0	Progressive (325 - 590) Viadotto	2	0,6	1,0	-	-
BIODIVERSITÀ	1,0	1,0	1,4	1,5	2,0	2,0	2,0	1,7	1,7	1,4	1,6	2,0	Progressive (0 - 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio Progressive (325 - 400) Rotatoria SS38 Progressive (325 - 590) Viadotto Progressive (590 - 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	5	1,5	2,0	Progressive (0 - 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio Progressive (325 - 400) Rotatoria SS38 Progressive (325 - 590) Viadotto Progressive (590 - 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	5
* Solo impatti medi (rango 2) e alti (rango 3)											IMPATTO MEDIO GLOBALE PESATO NON MITIGATO		0,78	IMPATTO MEDIO GLOBALE PESATO MITIGATO				0,50

Tabella 30 – Impatti per componente e globali. Dimensione operativa delle opere in progetto

COMPONENTE AMBIENTALE	Rotatoria viale Europa		Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio		Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38		Progressive (325 – 590) Viadotto		Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano		IMPATTI POTENZIALI				IMPATTI MITIGATI					
	Impatto		Impatto		Impatto		Impatto		Impatto		MEDIA IMPATTI	VALORE DI IMPATTO MASSIMO	LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI MASSIMI*	MUMERO MASSIMO DI OCCORRENZE IN IDENTICA LOCALIZZAZIONE	MEDIA IMPATTI	VALORE DI IMPATTO MASSIMO	LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPATTI MASSIMI*	MUMERO MASSIMO DI OCCORRENZE IN IDENTICA LOCALIZZAZIONE		
	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo	potenziale	residuo										
RUMORE VIBRAZIONI E	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,2	2,0	Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	1	1,0	2,0	-	-		
ATMOSFERA	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	1,0	1,0	-	-		
AMBIENTE IDRICO	3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	3,0	Rotatoria viale Europa Progressive (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio Progressive (325 – 400) Rotatoria SS38 Progressive (325 – 590) Viadotto Progressive (590 – 665) Svincolo Trippi e rilevato lato Tirano	2	1,0	0,0	-	-		
SUOLO SOTTOSUOLO E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	-	-	0,0	1,0	-	-		
TERRITORIO PATRIMONIO AGROALIMENTARE E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-		
BIODIVERSITÀ	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	-	-	0,6	1,0	-	-		
SALUTE UMANA	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	-	-	0,0	0,0	-	-		
* Solo impatti medi (rango 2) e alti (rango 3)					IMPATTO MEDIO GLOBALE PESATO NON MITIGATO							1,19	IMPATTO MEDIO GLOBALE PESATO MITIGATO							0,66

2 COMMENTO DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELLE DIMENSIONI FISICA ED OPERATIVA

L'analisi delle matrici di impatto, elaborate per singola componente ambientale, consente una valutazione degli impatti mitigati e non mitigati attesi generati da ogni singola azione di progetto e individuati su ogni progressiva identificata.

La successiva aggregazione di tali impatti per componente restituisce il quadro riepilogativo degli impatti attesi su ogni componente e su ogni progressiva e permette di identificare i tratti sui quali le pressioni del progetto sull'ambiente ed il paesaggio sono significative (rango 2 – medio e rango 3 - alto).

Di seguito verranno analizzati e commentati i risultati ottenuti dalle analisi degli esperti e relative alle dimensioni fisica e operativa dell'opera e che sono sintetizzati nelle tabelle Tabella 29 e Tabella 30.

2.1 Gli impatti della dimensione fisica del progetto stradale

L'analisi degli impatti della dimensione fisica del progetto stradale concerne l'opera come manufatto, colto nelle sue caratteristiche fisiche e funzionali in assenza di traffico e viene effettuata attraverso la lettura e analisi della matrice in Tabella 29 e da quella degli impatti settoriali. Tale analisi fa registrare come il progetto, per sua natura e grazie alle oculute scelte progettuali in termini di mitigazioni, risulti scarsamente impattante, manifestando impatti globali pesati di rango nullo o trascurabile sia in assenza (0,78) che con mitigazioni (0,50). Più in dettaglio, analizzando ogni singola componente analizzata si evidenzia che:

- Per quanto riguarda la componente **acque**, l'interazione opera-componente interessa principalmente la presenza della nuova viabilità e delle opere ad essa connesse, riguardando l'impermeabilizzazione delle superfici (e la gestione delle acque di piattaforma connessa) e la potenziale intercettazione della falda ad opera dei manufatti realizzati. Gli impatti potenziali attesi sono di rango basso, con valori pari a 1 su tutte le progressive con annullamento per effetto delle opere di mitigazione previste.
- Gli impatti attesi sulla **componente sottosuolo** sono ovunque nulli, con l'eccezione della progressiva (325 – 590) Viadotto ove si registra l'unico impatto di rango basso, a causa della presenza dei pali per le pile del nuovo viadotto che per la loro posizione puntuale e localizzata non potranno alterare la stabilità geologica e condizionare i deflussi di falda.
- Gli impatti sul **territorio e patrimonio agroalimentare e struttura fondiaria** sono nulli, in quanto il progetto non insiste su aree agricole o colture di pregio.
- Gli impatti attesi in fase operativa sulla componente **suolo** riguardano la sottrazione di suoli con valori agricolo medio alto ma che attualmente sono occupati da vegetazione naturaliforme e quindi non produttivi dal punto di vista agricolo. Si può quindi considerare un impatto di rango medio basso.
- Le interferenze della dimensione fisica sul **paesaggio risultano** di media entità (valore medio 1,2), con valori di impatto significativi di rango medio a livello della progressiva (325 – 590) Viadotto per

effetto della presenza del nuovo viadotto; tale valore si riduce a basso per le opere di inserimento applicate all'opera.

- Per quanto concerne la **biodiversità** il valore degli impatti medi è pari a 1,6 (rango medio).

In particolare, per quanto riguarda gli **habitat, la fauna e la vegetazione** i principali impatti attesi per la dimensione fisica riguardano: l'isolamento delle popolazioni e la modifica della connettività bio-ecologica per la presenza della nuova strada e l'introduzione di specie esotiche dalle nuove piantagioni. Tali impatti risultano per tutte le progressive di rango 2- medio, con esclusione della progressiva relativa alla rotatoria viale Europa per la quale l'impatto risulta basso.

La presenza del viadotto, capace di mantenere la connettività biologica ed il contatto intra e interspecifico delle popolazioni animali, e la scelta oculata delle specie utilizzate rigorosamente autoctone consente di limitare i precedenti impatti.

Come già detto gli impatti globali pesati a carico di tutte le componenti è di classe nulla/trascurabile, sia in assenza (valore 0,78) che in presenza (valore 0,50) di opere di mitigazione.

2.2 Gli impatti della dimensione operativa del progetto stradale

L'analisi degli impatti della dimensione operativa del progetto stradale concerne opera intesa nella sua operatività con riferimento al suo funzionamento in presenza di traffico e viene effettuata attraverso la lettura e analisi della matrice in Tabella 30 e da quella degli impatti settoriali. Tale analisi fa registrare come il progetto, per sua natura e grazie alle oculate scelte progettuali in termini di mitigazioni, risulti scarsamente impattante, manifestando impatti globali pesati di rango basso sia in assenza (1,19) che con mitigazioni (0,66). Più in dettaglio, analizzando ogni singola componente analizzata si evidenzia che:

- Per quanto riguarda le **componenti atmosfera e rumore** gli impatti generali sono stimati ovunque di rango basso (valore medio 1).
- Per quanto riguarda la componente **acque**, in fase di esercizio lo scenario sarà condizionato, a fronte di un miglioramento dell'efficienza idraulica delle tubazioni adeguate, dall'afflusso degli scarichi idrici provenienti dalla piattaforma, dominato da sostanze in soluzione-sospensione nelle acque di lavaggio di piattaforma, quali sostanze oleose, idrocarburi e sostanze solide rilasciate dai mezzi in transito, determineranno un lieve peggioramento della qualità delle acque prevedendo impatti di rango 3 - alto; tali impatti saranno minimizzati dalla messa in opera di disoleatori e dissabbiatori, portando gli impatti ad un livello 1 - basso.
- Gli impatti attesi in fase operativa sulla **componente suolo** sono paragonabili a quelli legati al possibile sversamento di inquinanti, si rimanda a quanto scritto precedentemente
- Gli impatti attesi in fase operativa sulla **componente sottosuolo** sono ovunque nulli, con l'eccezione della progressiva (325 – 590) Viadotto ove si registra l'unico impatto di rango basso, a causa della presenza dei pali per le pile del nuovo viadotto.

- Gli impatti sul **territorio e patrimonio agroalimentare e struttura fondiaria** sono nulli, in quanto il progetto non comporta il consumo di aree agricole e la creazione di aree intercluse.
- Per quanto concerne la **biodiversità** il valore degli impatti medi è pari a 0,6 (rango basso); per la fase operativa dell’opera i principali impatti attesi, che riguardano in particolare **la fauna**, derivano dalla produzione di emissioni acustiche e inquinanti e la mortalità per collisione. Tali impatti risultano nulli per le progressive rotatoria viale Europa e (0 – 325) Rilevato e svincolo lato Sondrio e 1- basso per tutte le altre.

Mentre gli impatti derivanti dalla produzione di emissioni acustiche e inquinanti non sono mitigabili e si manterranno di identica magnitudo, si ritiene che la presenza del viadotto, capace di mantenere la connettività biologica ed il contatto intra e interspecifico delle popolazioni animali possa contribuire significativamente alla diminuzione delle collisioni accidentali con la fauna portando il rango degli impatti a nullo/trascurabile.

- La componente **salute umana** presenta impatti ovunque bassi (valore medio 0,6); su questa componente saranno significativi i miglioramenti della qualità ambientale derivante dall’aumento della velocità media e dalla fluidificazione del traffico.

In conclusione le opere di nuova realizzazione, ottemperano a quelle che sono gli obiettivi progettuali risolvendo il punto critico lungo la S.S. n. 38 “dello Stelvio”, ovvero il nodo presente nel Comune di Montagna in Valtellina in corrispondenza del passaggio a livello della linea ferroviaria Sondrio-Tirano, grazie al nuovo attraversamento della linea stessa.

In tal modo, generando impatti globali pesati a carico di tutte le componenti di classe media, sia in assenza (valore 1,24) che in presenza (valore 0,66) di opere di mitigazione, vengono garantiti i seguenti aspetti:

- un’idonea accessibilità ai siti lombardi interessati dalle Olimpiadi Invernali 2026;
- la riduzione di emissioni dovute alla netta riduzione delle code che attualmente si vengono a creare in prossimità dell’attuale passaggio a livello;
- il rispetto della componente biotica esistente anche nella vicina ZPS
- un adeguato inserimento paesaggistico dell’opera.

3 BIBLIOGRAFIA

- ARPA Lombardia
 - Stato delle acque superficiali Bacino del Fiume Adda. Corsi d'acqua del sottobacino dell'Adda pre e post lacuale, del Lago di Como, del Brembo e del Serio (Rapporto sessennale 2014-2019)
- Carta ittica e Piano Ittico della provincia di Sondrio (<https://www.provinciasondrio.it/servizio-caccia-pesca-strutture-agrarie/pesca/carta-ittica>)
- International Waterbird Censius Reports 2019-2022
- La fauna selvatica in Lombardia. Rapporto su distribuzione, abbondanza e stato di conservazione di uccelli e mammiferi (V. Vigorita, L. Cucè, L. Bani, R. Massa, a cura di). Milano: Regione Lombardia - Agricoltura. Bani, L., Massa, R., Massimino, D., Moiana, L., Orioli, V., Gagliardi, A., et al. (2008).
- Natura 2000 Network Viewer (<https://natura2000.eea.europa.eu/expertviewer/>)
- Piano di Gestione della ZPS IT2040402 Riserva Regionale Bosco dei Bordighi
- Portale Regione Lombardia (<https://www.regione.lombardia.it/>)
- Settore Agricoltura, Ambiente, Caccia e Pesca della Provincia di Sondrio (<https://www.provinciasondrio.it/settore-agricoltura-ambiente-caccia-pesca>)
 - Servizio ambiente e rifiuti
 - La funzionalità dei fiumi in Provincia di Sondrio: applicazione dell'indice RCE-2 (<https://www.provinciasondrio.it/static/funzionalitafiumi/ilfiumeAdda.htm>)
 - Servizio caccia, pesca e strutture agrarie della Provincia di Sondrio
 - Piano Faunistico Venatorio provinciale (<https://www.provinciasondrio.it/servizio-caccia-pesca-strutture-agrarie/piano-faunistico-venatorio-provinciale>)
- Fauna selvatica ed Infrastrutture lineari. Indicazioni per la progettazione di misure di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari di trasporto sulla fauna selvatica. Arpa Piemonte
- *Modello per la presentazione dello studio di impatto acustico per gli SIA nell'ambito dei procedimenti di VIA per le infrastrutture di trasporto Lineari - Matrice rumore*, prodotto da ARPA Lombardia - Settore Monitoraggi Ambientali
- ISPRA - "Nota tecnica in merito alle problematiche dei progetti di infrastrutture di trasporto soggetti a VIA relativamente alla presa in considerazione degli aspetti connessi alla concorsualità con altre infrastrutture di trasporto - 2010