

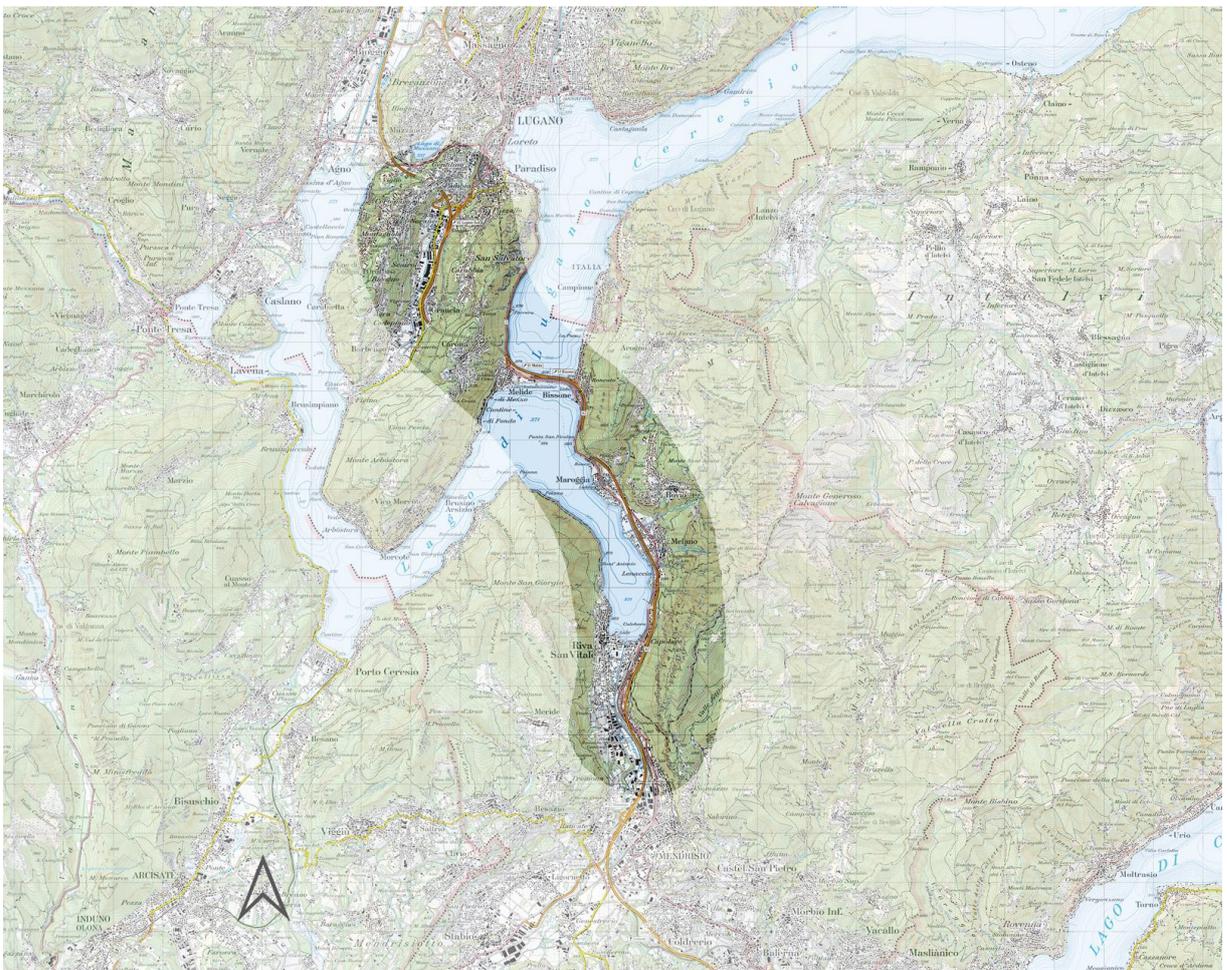


Autostrada N2

Regione Lugano - Mendrisio

Studio preliminare

Rapporto di sintesi dello studio d'opportunità



Mandatario

Consorzio LUME:

Ernst **Basler + Partner**



Informazioni generali

Nome del documento USTRA	Rapporto-sintesi_2013-03-21
Nome del documento mandatario	Rapporto-sintesi_2013-03-21
Versione attuale:	1.0

Indice

PARTE A: BASI

1	Introduzione	2
1.1	Premesse	2
1.2	Scopo del mandato	2
2	Organizzazione del progetto	4
2.1	Organizzazione della Committenza	4
2.2	Organizzazione del Mandatario	5
3	Procedimento	6
3.1	Tempistica	6
3.2	Metodologia	6
3.3	Delimitazioni	9
3.3.1	Delimitazioni nello spazio	9
3.3.2	Delimitazioni temporali (orizzonti di studio)	10
3.3.3	Delimitazioni modali	11
3.4	Definizione dello stato di riferimento	11
3.5	Documentazione del progetto	12
4	Dati di base	13
4.1	Topografia	13
4.2	Patrimonio stradale	13
4.3	Parametri di progettazione stradale	14
4.4	Traffico	15
4.5	Territorio e ambiente	15
4.6	Coordinazione con altri progetti	16
5	Analisi della situazione e dei conflitti	18
5.1	Traffico e infrastruttura stradale	18
5.1.1	Capacità stradale	18
5.1.2	Sicurezza della circolazione	20
5.1.3	Manutenzione stradale	22
5.1.4	Necessità di intervento	22
5.2	Resistenze territoriali e ambientali	24
5.3	Riassunto dei risultati	24
6	Matrice di valutazione delle varianti	26
7	Sviluppo e selezione delle varianti	28
7.1	Premesse – Risultati delle fasi di analisi	28
7.1.1	Esigenze di traffico	28
7.1.2	Esigenze e vincoli ambientali	28
7.2	Sviluppo delle possibili soluzioni (varianti)	29
7.2.1	Approccio	29

7.2.2	Concezione ed eliminazione dei corridoi	31
7.2.3	Sviluppo e riduzione di elementi nei diversi corridoi	32
7.2.4	Sviluppo delle varianti.....	34
7.3	Verifica preliminare della fattibilità.....	37
7.3.1	Fattibilità tecnica	37
7.3.2	Fattibilità per la tecnica del traffico	37
7.3.3	Fattibilità pianificatoria	38
7.3.4	Fattibilità ambientale	38
7.3.5	Stima dei costi ($\pm 30\%$)	38
7.3.6	Risultato della verifica preliminare di fattibilità	38
7.4	Criteri per la scelta delle varianti	38
7.5	Varianti più promettenti.....	39
7.6	Riassunto dei risultati	40
8	Affinamento e approfondimento delle varianti	43
8.1	Scopo.....	43
8.2	Varianti considerate	43
8.3	Affinamento progettuale.....	44
8.4	Verifica della fattibilità.....	44
8.4.1	Variante 1-2.....	45
8.4.2	Variante 1-2 ridotta.....	45
8.4.3	Variante 2B.....	45
8.4.4	Variante 2M.....	46
8.4.5	Variante Zero+	46
8.4.6	Giudizio riassuntivo	47
8.5	Stima dei costi	48
9	Valutazione delle varianti	50
9.1	Confronto varianti	50
9.1.1	Scopo	50
9.1.2	Procedimento / metodologia.....	50
9.2	Valutazione degli indicatori	52
9.2.1	Traffico (indicatori 1.1-1.3)	52
9.2.2	Sicurezza della circolazione (indicatori 2.1-2.3).....	53
9.2.3	Costi e realizzazione (indicatori 3.1-4.3)	53
9.2.4	Ambiente e risorse (indicatori 5.1-5.9).....	54
9.3	Analisi di utilità	54
9.3.1	Aggregazione dei punti di utilità	54
9.3.2	Analisi di stabilità dei risultati	57
9.3.3	Analisi efficacia economica	59
9.4	Analisi costi-benefici ampliata.....	60
9.4.1	Analisi costi-benefici.....	60
9.4.2	Analisi di utilità parziale	62
10	Conclusione.....	63

Allegati

- A1 Schema sinottico dello stato di riferimento
- A2 Schema sinottico della Variante 1-2
- A3 Schema sinottico della Variante 1-2 ridotta
- A4 Schema sinottico della Variante 2B
- A5 Schema sinottico della Variante 2M
- A6 Schema sinottico della tratta Maroggia-Mendrisio (Varianti 1-2, 2B, 2M)
- A7 Ponderazione degli indicatori per il confronto varianti
- A8 Carta aggregata dei conflitti

PARTE A: BASI

1 Introduzione

1.1 Premesse

A sud di Lugano, l'autostrada N2 assume sia una funzione di ordine superiore che una fondamentale funzione regionale. Se da un lato viene infatti assicurato il traffico di transito sull'asse nord-sud, d'altro lato la N2 rappresenta però anche il più importante collegamento tra gli agglomerati di Lugano e di Mendrisio-Chiasso-Como e quindi il legame principale tra i più grandi poli urbani ed economici del Cantone Ticino. Di conseguenza, il traffico sulla N2 è composto prevalentemente dal traffico di transito nazionale ed internazionale e dal traffico pendolare regionale e transfrontaliero. I flussi di traffico che ne risultano sono fortemente direzionati (verso nord nella fascia oraria di punta della mattina e verso sud in quella della sera) e caratterizzati da chiare oscillazioni orarie e stagionali.

A causa del carico elevato e del particolare assetto dell'infrastruttura, per lunghe parti in galleria o su manufatti con sezione ridotta, la circolazione lungo la tratta tra Lugano Sud e Maroggia si rivela particolarmente sensibile. Nell'ambito dei lavori di preparazione del "Programma per l'eliminazione dei problemi di capacità sulla rete delle strade nazionali" (PEB), l'Ufficio federale delle strade (USTRA) ha attribuito a questa tratta una priorità di intervento di secondo livello. Il potenziamento della tratta è quindi stato inserito nel Modulo 3, il cui finanziamento non è assicurato tramite il fondo infrastrutturale (messaggio PEB).

Il presente studio trova origine nell'affinamento dei progetti inseriti nei Moduli 2 e 3 previsto dal programma PEB al fine di verificare ed eventualmente ridefinire le priorità.

1.2 Scopo del mandato

Il presente studio di opportunità si iscrive nel contesto della fase pianificatoria inerente l'eliminazione delle strozzature sulla rete stradale nazionale, nel quale vengono definite, valutate e confrontate le possibili soluzioni di potenziamento dell'infrastruttura.

Nell'ambito della fase di pianificazione, il mandato persegue lo scopo di definire in modo consensuale con gli Enti interessati i provvedimenti infrastrutturali necessari per assicurare anche a lungo termine la funzionalità e la sicurezza della circolazione sulla strada nazionale N2 e sui relativi svincoli, a sud di Lugano.

Il grado di approfondimento dello studio deve consentire di dimostrare la fattibilità degli interventi proposti e di verificarne l'opportunità.



Figura 1: Competenze procedurali e organizzazione del Committente

I risultati dello studio confluiranno nel secondo messaggio programmatico alle Camere federali per l'eliminazione delle strozzature sulla rete stradale nazionale.

La fase di progettazione dell'eventuale intervento esula dal presente mandato.

2 Organizzazione del progetto

2.1 Organizzazione della Committenza

L'allestimento dello studio di opportunità si iscrive nelle competenze della Divisione Reti Stradali dell'Ufficio federale delle strade (Ittigen).

Nell'ottica di conseguire il maggior consenso possibile, oltre che dall'Autorità federale il progetto è accompagnato da organi consultori esterni che rappresentano il Cantone e le Commissioni regionali dei trasporti del Luganese e del Mendrisiotto, secondo lo schema illustrato nella figura seguente.

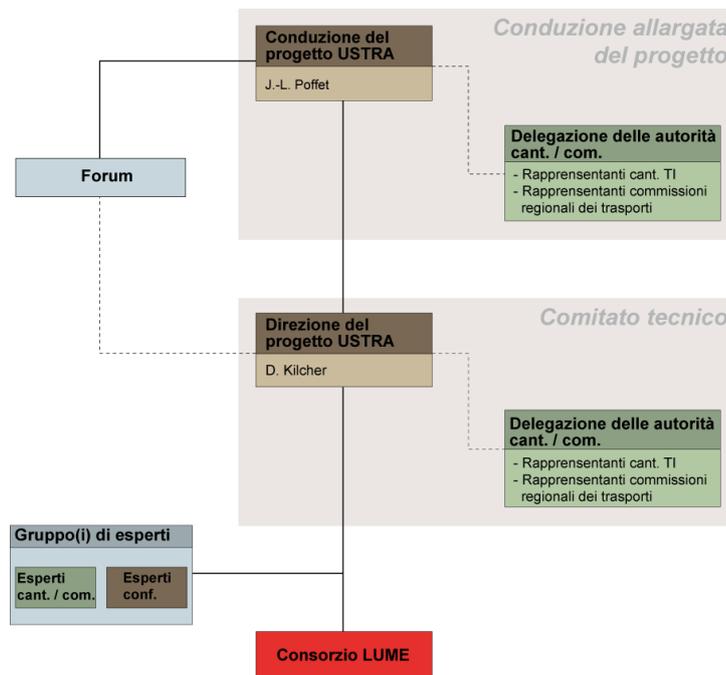


Figura 2: Organigramma di direzione e accompagnamento del progetto

2.2 Organizzazione del Mandatario

Lo svolgimento dello studio di opportunità è stato conferito tramite concorso pubblico al Consorzio LUME, che dispone delle necessarie competenze in tutte le discipline richieste. Il consorzio è composto da:

- Ernst Basler + Partner AG, Zürich (capofila)
- Brugnoli e Gottardi SA, Massagno
- Edy Toscano AG, Rivera

Oltre che delle risorse interne, il Consorzio si avvale di una serie di specialisti esterni nelle diverse discipline tecniche affrontate nel mandato:

- Architettura e urbanistica: arch. Felix Günther
- Impiantistica e ventilazione: Tecnoprogetti SA
- Geologia, idrologia, geotecnica: Muttoni&Beffa SA

3 Procedimento

3.1 Tempistica

La tempistica del mandato è finalizzata agli scopi dello studio ed è dettata dalle scadenze previste per l'allestimento del nuovo messaggio alle Camere federali inerente l'eliminazione delle strozzature sulla rete stradale nazionale, previsto per la fine del 2013.

3.2 Metodologia

Lo svolgimento dello studio di opportunità è articolato in quattro fasi operative distinte, secondo lo schema illustrato nella figura 3.

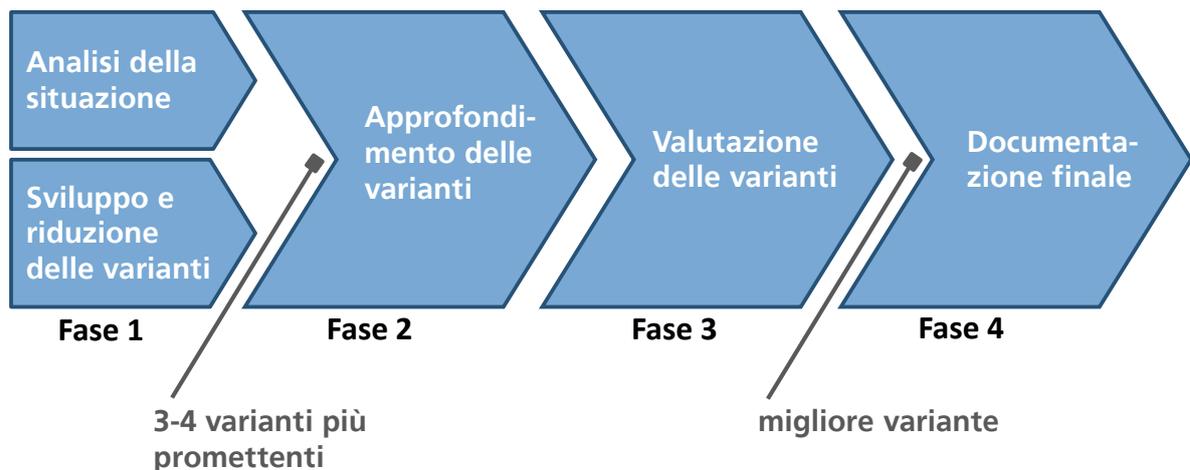


Figura 3: Procedimento dello studio d'opportunità

Fase 1

La fase 1 si compone dell'analisi della situazione di partenza in tutte le componenti di rilievo (traffico, territorio, ambiente) e dello sviluppo di possibili soluzioni per il potenziamento infrastrutturale. Al termine di questa fase devono essere individuate le varianti più promettenti, che verranno poi approfondite e valutate in modo dettagliato nelle fasi successive.

La Fase 1 comprende l'analisi della situazione e lo sviluppo delle varianti.

L'analisi della situazione è articolata nei seguenti passi di lavoro:

- analisi dei dati di traffico e descrizione delle problematiche legate alla capacità e alla sicurezza della circolazione / definizione dei relativi conflitti;
- raccolta e analisi della documentazione tecnica, pianificatoria e ambientale / descrizione dei conflitti ambientali e urbanistici tramite specifiche carte;
- definizione del sistema di scopi per il confronto e la valutazione delle varianti, a partire dalle indicazioni NISTRA¹⁾ e alla luce dei risultati delle analisi specifiche dei dati territoriali, ambientali e di traffico.

Lo sviluppo delle varianti è strutturato nei seguenti passi di lavoro:

- ricerca e selezione dei possibili corridoi per lo sviluppo delle varianti;
- definizione di possibili elementi infrastrutturali parziali per l'eliminazione della strozzatura;
- riduzione degli elementi di soluzione secondo scopi obbligatori come pure secondo la fattibilità tecnica e viaria;
- combinazione degli elementi in possibili varianti;
- Valutazione preliminare delle varianti e selezione delle 3-4 varianti più promettenti.

Fase 2

La fase 2 persegue lo scopo di approfondire le soluzioni selezionate al termine della fase 1 e di verificarne la fattibilità. Vengono in particolare esaminate le conseguenze delle varianti sulla circolazione stradale e sull'ambiente.

Si tratta quindi di:

- sviluppare e approfondire i tracciati planimetrici e altimetrici delle varianti;
- verificare la fattibilità delle varianti selezionate dal punto di vista tecnico, della circolazione stradale, della pianificazione e della protezione ambientale;
- scegliere tra le sottovarianti eventualmente possibili;
- definire le eventuali misure di accompagnamento, coerentemente con il livello di approfondimento delle varianti raggiunto in questa fase di lavoro;
- allestire una prima stima dei costi di investimento delle diverse varianti.

Servendo da base per la fase 3, in questa fase deve inoltre essere definita la variante Zero⁺, nella quale in sostituzione di interventi infrastrutturali vanno previste unicamente misure di gestione

1) NISTRA: Nachhaltigkeits-Indikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte, ASTRA, 2003/2006

del traffico. Ciò permette di valutare la situazione che verrebbe a crearsi qualora la capacità infrastrutturale non potesse essere aumentata oltre quanto insito nell'infrastruttura già esistente.

Fase 3

Nella fase 3 le varianti infrastrutturali ritenute nella fase 2 e la variante Zero+ (nessun potenziamento infrastrutturale e introduzione di misure di gestione del traffico – cfr. cap. 8.2) vengono contrapposte allo stato di riferimento (cfr. capitolo 3.4) e valutate in modo approfondito. La variante che otterrà la valutazione migliore verrà consigliata per l'eliminazione della strozzatura sulla tratta in esame.

Sono quindi trattati i seguenti aspetti:

- ripresa delle analisi e delle valutazioni preliminari allestite nelle fasi di progetto 1 e 2, valutazione delle conseguenze rispetto al sistema di valutazione coordinato e ponderato in collaborazione con il Comitato Tecnico di accompagnamento;
- applicazione di due diversi metodi di valutazione (analisi di utilità compresa l'analisi di efficacia economica, analisi costi-benefici ampliata) per l'aggregazione degli indicatori e la scelta della variante migliore;
- verifica della stabilità dei risultati tramite variazione della ponderazione del sistema di obiettivi e di alcune importanti caratteristiche infrastrutturali delle varianti.

Fase 4

Lo studio di opportunità si conclude con la fase 4, nella quale viene allestita la documentazione conclusiva (rapporto di sintesi, documentazione grafica delle varianti analizzate) che sarà poi oggetto di consultazione presso i diversi Enti pubblici interessati (Cantone, Commissioni regionali dei trasporti del Luganese e del Mendrisiotto, Comuni).

3.3 Delimitazioni

3.3.1 Delimitazioni nello spazio

La delimitazione nello spazio opera una distinzione tra il perimetro di pianificazione e il perimetro di analisi.

Il perimetro di pianificazione comprende la parte di territorio nella quale possono essere sviluppati provvedimenti atti ad eliminare l'insufficienza di capacità sulla N2. Conformemente alle disposizioni del Programma PEB, il perimetro di pianificazione riguardava inizialmente la tratta tra Lugano Sud e Maroggia. In seguito ai risultati dell'analisi di traffico (cfr. cap. 5.1), il perimetro è successivamente stato esteso verso sud, fino allo svincolo di Mendrisio (Figura 4).

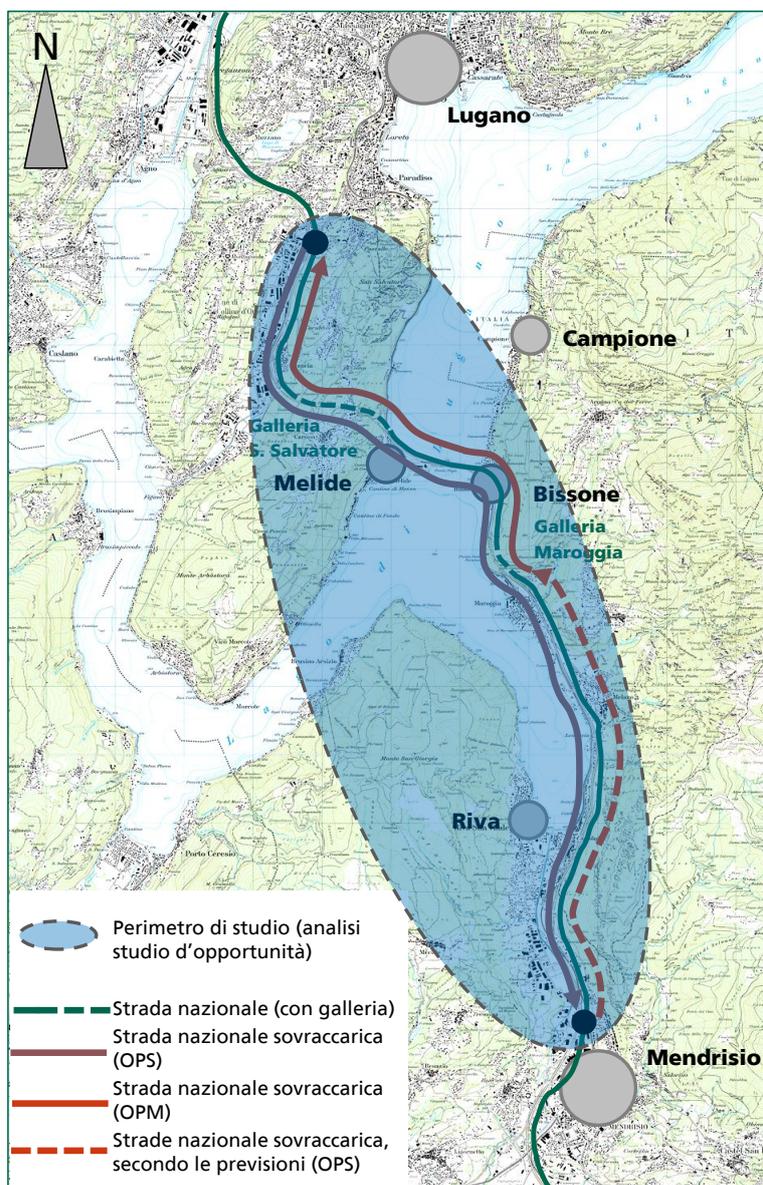


Figura 4: Perimetro di pianificazione

Il perimetro di analisi si estende fino a coprire tutto il territorio nel quale possono manifestarsi le conseguenze di tali provvedimenti, sia dal punto di vista ambientale che, soprattutto, da quello di eventuali spostamenti di flussi di traffico. Il perimetro di analisi è quindi sufficientemente esteso e determina i limiti entro i quali devono essere raccolti ed analizzati i dati di base inerenti il territorio, il traffico e l'ambiente.

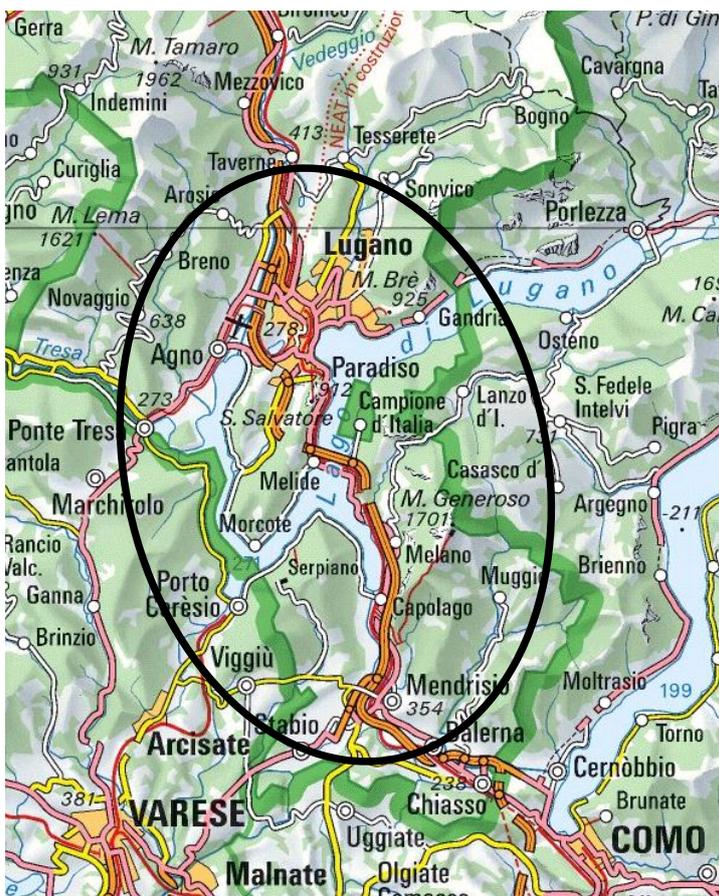


Figura 5: Perimetro di analisi

3.3.2 Delimitazioni temporali (orizzonti di studio)

Sono considerati due orizzonti temporali:

- quale situazione iniziale è considerato lo stato attuale **S0 (2010)**;
- la previsione di traffico inerente le condizioni future e le valutazioni delle conseguenze delle varianti (potenziamento dell'infrastruttura) sono riferite ad uno scenario **S1 (2030)**. L'orizzonte temporale di 20 anni consente l'allestimento di una previsione sufficientemente attendibile e corrisponde con quello attualmente applicato dalla Confederazione², nonché dal modello nazionale del traffico. Per una serie di motivi specifici illustrati nel rapporto di analisi,

² p.es.: Ufficio federale dello sviluppo territoriale (2006): "Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030"

anche lo scenario futuro del nuovo modello cantonale del traffico (Trend 2025) viene ritenuto rappresentativo fino al 2030 e quindi applicato nell'ambito delle diverse valutazioni.

Per quanto attiene al traffico sono considerati sia il traffico giornaliero che quello durante le ore di punta della mattina e della sera.

3.3.3 Delimitazioni modali

Al centro delle valutazioni si situa il traffico individuale motorizzato (TIM).

Il traffico pubblico (TP) è considerato nei seguenti modi:

- è impiegato un modello di traffico che calcola la ripartizione modale nello stato di riferimento 2030 (capitolo 3.4) in considerazione delle misure di sviluppo del TP approvate e di certa realizzazione entro l'orizzonte temporale della previsione (nella valutazione delle varianti viene però utilizzata unicamente la componente del traffico individuale);
- viene separatamente stimato il potenziale di alleggerimento della N2 nel perimetro di analisi insito in eventuali provvedimenti di sviluppo del TP non ancora approvati e/o di cui non è ancora assicurato il finanziamento;
- è data la possibilità di integrare nelle varianti eventuali provvedimenti a favore dei TP con un potenziale di efficacia interessante, ad esempio nel contesto di una soluzione che rinunci a misure di potenziamento infrastrutturale a favore di misure di gestione del traffico. Per ogni variante considerata viene valutato l'effetto sui trasporti pubblici, con particolare attenzione alla riduzione di eventuali rallentamenti del trasporto pubblico su strada.

Le conseguenze delle varianti vengono valutate in modo ponderato, sia per il traffico di persone che per quello delle merci, considerando anche la legge per il trasferimento del traffico pesante dalla strada alla ferrovia.

3.4 Definizione dello stato di riferimento

Come stato di riferimento si intende lo stato nel quale la richiesta di traffico prevista si orienta verso l'offerta infrastrutturale oggi decisa e finanziata. Nel presente studio, lo stato di riferimento dato dai limiti temporali di cui al capitolo 3.3.2 è fissato al 2030.

La richiesta di traffico nello stato di riferimento è ricavata dalle simulazioni con il modello cantonale del traffico scelto (cfr. capitolo 4.4), e si basa sull'offerta attuale completata in particolare dai seguenti provvedimenti:

- galleria Vedeggio-Cassarate
- Piani dei trasporti del Luganese (PTL, PVP) e del Mendrisiotto e basso Ceresio (PTM)

-
- nuovo svincolo di Mendrisio (EP 26)
 - altri EP con influenza sulla tratta in esame
 - ripari fonici Melide-Bissone
 - risanamento elettromeccanico delle gallerie sulla N2
 - ev. misure di gestione del traffico sulla N2 (riduzione della velocità a sud del ponte-diga, divieto di sorpasso per veicoli pesanti)
 - apertura AlpTransit (gallerie di base Gottardo e Monte Ceneri)
 - offerta Tilo (trasporti ferroviari regionali Ticino-Lombardia)
 - nuova tratta ferroviaria Mendrisio-Stabio-Arcisate

La discussa realizzazione del collegamento autostradale tra Stabio e il valico del Gaggiolo (SP394) e la sua continuazione verso Varese non sono considerate.

Non tutti i provvedimenti previsti si rivelano ugualmente incisivi sulle possibili soluzioni per l'eliminazione della "strozzatura" qui in esame. Se ad esempio la prossima ristrutturazione dello svincolo di Mendrisio eserciterà verosimilmente un influsso sui flussi veicolari, altre misure tra quelle previste risultano invece influenti sul quadro ambientale (risanamenti fonici) o sui costi.

3.5 Documentazione del progetto

Tutte le fasi del mandato sono accompagnate da una specifica documentazione tecnica.

Fase 1

- [1a] Rapporto di analisi
- [1b] Rapporto sulle varianti

Fase 2

- [2a] Rapporto di approfondimento delle varianti
- [2b] Rapporto di valutazione ambientale
- [2c] Documentazione tecnica delle varianti

Fase 3

- [3] Rapporto di valutazione delle varianti

Fase 4

- [4] Rapporto di sintesi

4 Dati di base

Al fine di poter disporre di basi di valutazione obiettive per l'analisi del traffico nello stato attuale e in quello di riferimento, come pure per la stima dei possibili conflitti territoriali ed ambientali, è stata svolta una raccolta di dati completa e interdisciplinare articolata su diversi livelli (federale, cantonale e comunale).

La disponibilità di dati georeferenziati a livello cantonale e soprattutto comunale è risultata limitata e non è così stato possibile documentare con lo stesso grado di dettaglio tutti i settori e le tematiche necessarie. Ciononostante, oltre ad una particolareggiata analisi del traffico, la documentazione raccolta ed elaborata ha permesso un'adeguata analisi anche dei contenuti e delle costrizioni territoriali ed ambientali di rilievo per la definizione e la valutazione delle possibili varianti.

4.1 Topografia

I dati di base dell'Ufficio federale di topografia contemplano:

- la carta nazionale 1:25'000 (formati vettoriale e pixel)
- la carta geologica nazionale 1:500'000 come pure i relativi estratti dall'Atlante geologico svizzero per il perimetro di studio (formati vettoriale e pixel)
- ortofoto digitali a colori con risoluzione al suolo di 50cm (Swissimage)
- dati della misurazione catastale ufficiale

4.2 Patrimonio stradale

Sono considerate la rete stradale nazionale secondo i piani d'archivio e catastali messi a disposizione dal Committente, nonché la rete cantonale e quella di strada comunali secondo i piani catastali.

4.3 Parametri di progettazione stradale

Sono considerate:

- Bundesamt für Strassen: Richtlinie "Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen (01.01.2002)
- Bundesamt für Strassen: Richtlinie "Umnutzung von Standstreifen zu Fahrstreifen (ASTRA 15002 / Ausgabe 2007)
- Bundesamt für Strassen: "Lüftung der Strassentunnel – ASTRA 13001"
- Bundesamt für Strassen: "Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln-ASTRA 13002"
- le norme VSS
- le norme SIA197 e SIA197a

Nello sviluppo delle varianti sono applicati i profili geometrici standard USTRA, illustrati nelle figure seguenti.

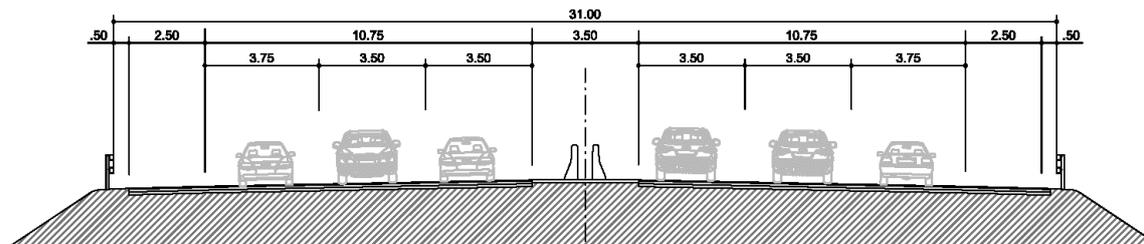


Figura 6: tratta libera

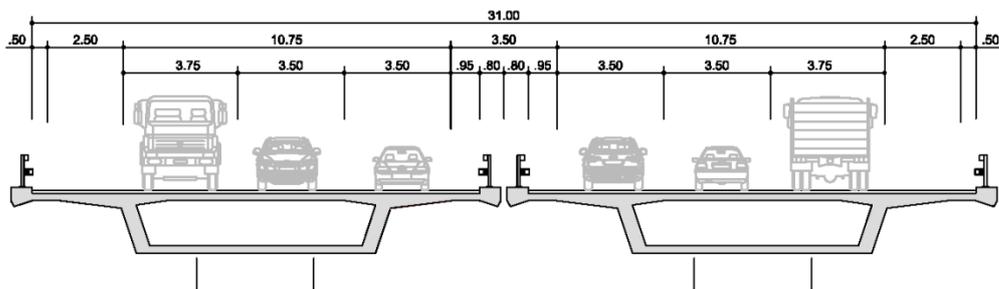


Figura 7: sezione su viadotto

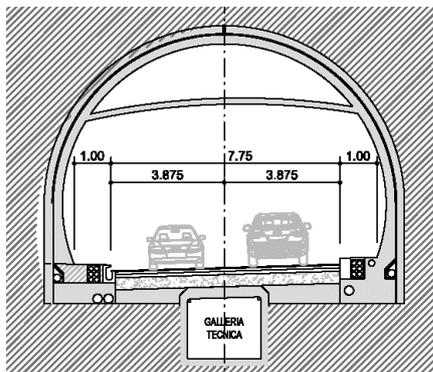


Figura 8: sezione in galleria

4.4 Traffico

Per l'analisi del traffico nello stato S0 sono stati considerati i conteggi automatici periodici sulla rete stradale nazionale e cantonale come pure la statistica degli incidenti registrati dalla polizia nel periodo 2000-2010.

Sono inoltre disponibili ulteriori documenti cantonali, tra i quali in particolare lo studio "Autostrada A2 tra Chiasso e Lugano – Analisi dei conflitti" del giugno 2005.

Le previsioni verso l'orizzonte di riferimento 2030 si basano sull'applicazione del modello cantonale del traffico (scenario TREND2025), la cui applicazione è stata ritenuta preferibile a quelle del modello nazionale (DATEC: modello NPVM) rispettivamente del precedente modello cantonale. Le motivazioni di questa scelta sono illustrate in modo dettagliato nel rapporto di analisi [1].

Nello scenario di base del nuovo modello cantonale sono inoltre:

- stati implementati i provvedimenti di prossima introduzione nell'ambito della riorganizzazione della viabilità del polo di Lugano (PP);
- disattivati i potenziamenti infrastrutturali della tratta Stabio-Gaggiolo (SP394) e la continuazione verso Varese in territorio italiano

e definito così lo scenario di riferimento per il presente mandato (TREND2025*Minus*), coerentemente con quanto illustrato nel capitolo 3.4.

Per una serie di motivi esposti nello specifico rapporto [1], i piani di carico calcolati tramite questo scenario per l'orizzonte temporale 2025 sono ritenuti rappresentativi fino al 2030 (nessun ulteriore aumento del traffico).

4.5 Territorio e ambiente

Per la valutazione della resistenza territoriale e ambientale nell'ambito delle fasi iniziali e successivamente per la valutazione delle conseguenze delle diverse varianti sono state impiegate le seguenti fonti di informazione:

- Inventario federale dei paesaggi, dei siti e dei monumenti naturali di importanza nazionale (IFP) – Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
- Inventario federale delle biodiversità – Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
- Inventario federale degli insediamenti svizzeri da proteggere (ISOS) – Ufficio federale della cultura (UFC)

- Inventario federale delle vie di comunicazione storiche (IVS) – Ufficio federale delle strade (USTRA)
- A livello cantonale sono state considerate le seguenti fonti:
- Piano direttore cantonale
- Inventario dei beni culturali del Ticino (SIBC)– Ufficio dei beni culturali
- Gestione sondaggi, pozzi e sorgenti (GESPOS)– Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana (SUPSI)
- Catasto cantonale dei depositi e dei siti inquinati – Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS).
- Studio di fattibilità e di opportunità collegamento ferroviario AlpTransit Sud Lugano – Chiasso / Fase 2–OFT

4.6 Coordinazione con altri progetti

Lo svolgimento dello studio è stata coordinata con i seguenti progetti che si inseriscono nel perimetro di pianificazione:

- USTRA: Autostrada N2 – EP 19
- AlpTransit Sud / OFT: Studio di fattibilità e di opportunità per il collegamento ferroviario Lugano – Chiasso / Fase 2

PARTE B: ANALISI E VARIANTI

5 Analisi della situazione e dei conflitti

5.1 Traffico e infrastruttura stradale

5.1.1 Capacità stradale

Situazione attuale (Stato S0)

Nelle ore di punta determinanti, la situazione lungo la N2 è caratterizzata da flussi di traffico che tra Lugano Sud e Bissonne si situano mediamente tra 3'700 e 3'900 veicoli/ora e possono quindi raggiungere la soglia di capacità della tratta. In considerazione della presenza di due gallerie con sezione ridotta (senza corsie di emergenza) e tratte di manovra tra i semisvincoli di Melide e Bissonne, le soglie teoriche di capacità per le tratte libere si situano infatti tra 3'500 e 4'000 veicoli/ora per direzione³. Durante la punta della mattina, tali situazioni si manifestano in direzione nord, mentre durante la punta della sera in direzione sud. Nelle direzioni opposte non si denotano invece problemi. Nei periodi di forte traffico (ad esempio durante le migrazioni turistiche) i flussi orari sono ampiamente superiori ai valori medi; le soglie di capacità risultano quindi occasionalmente già oggi abbondantemente superate.

Tra Bissonne e Mendrisio i flussi di traffico determinanti si situano tra 3'330 e 3'700 veicoli/ora. Durante l'ora di punta serale la soglia di capacità della tratta può dunque essere raggiunta in direzione sud, soprattutto nella galleria di San Nicolao.

Per l'accumulo delle funzioni svolte e il carico veicolare raggiunto, anche le condizioni di circolazione lungo la strada cantonale Lugano-Mendrisio nelle ore di punta risultano già oggi vicine ai limiti di sostenibilità. Si osservano le medesime relazioni di direzionalità dei flussi che sulla N2.

L'analisi della generazione dei flussi evidenzia come meno del 40% del traffico orario che attraversa il ponte-diga di Melide sulla N2 possa essere ritenuto traffico di transito rispetto al perimetro di studio. Il traffico rimanente, oltre il 60% del totale, trova origine e/o destinazione al suo interno. Per quanto riguarda la strada cantonale, la componente di traffico con origine e/o destinazione nel perimetro di studio si situa invece a ca. 90%.

Ruoli significativi per la strozzatura sulla N2 sono assunti dagli Agglomerati di Lugano e di Mendrisio, nel cui ambito si distinguono i Poli del Pian Scairolo e di San Martino, caratterizzati da importanti insediamenti commerciali e lavorativi verosimilmente destinati a svilupparsi ulteriormente benché in modo controllato e quindi meno marcato rispetto al recente passato.

³ VSS SN 640 018a: "Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit – Freie Strecke auf Autobahnen"

Situazione futura (stato 2030)

Nelle ore di punta, la situazione futura lungo la N2 sarà caratterizzata da flussi di traffico che tra Lugano Sud e Bissone si situeranno mediamente a ca. 4'500 veicoli/ora nella direzione più sollecitata. Rispetto alla situazione attuale, conseguentemente all'incremento del flusso anche la frequenza di superamento delle soglie di capacità nelle ore di punta aumenterà e non sarà più legata ai soli periodi di maggiore traffico, bensì sistematica, sia in direzione sud (durante la fascia oraria di punta della sera) che in direzione nord (durante la fascia oraria di punta della mattina). Situazioni particolarmente delicate si presenteranno sia in corrispondenza delle gallerie (la cui capacità è leggermente inferiore a quella della tratta libera), che nella tratta del ponte-diga (caratterizzata dalla presenza dei due semisvincoli e delle relative aree di manovra).

Tra Bissone e Mendrisio, il carico veicolare diretto a sud durante l'ora di punta serale potrà raggiungere i 4'500 veicoli/ora, dando luogo ad una strozzatura analoga a quella della tratta precedente. Nella direzione opposta il flusso determinante è leggermente inferiore (ca. 4'000 movimenti/ora) ma pur sempre leggermente al di sopra della soglia di capacità teorica della tratta. L'entità della strozzatura sarà quindi minore rispetto alla successiva tratta verso Lugano Sud. Ciò significa che nell'orizzonte 2030 oltre alla tratta tra Lugano Sud e Maroggia, già ritenuta critica nel programma PEB della Confederazione, anche quella tra Maroggia e Mendrisio assumerà il carattere di strozzatura. D'intesa con USTRA, il perimetro di pianificazione dello studio è pertanto stato esteso verso sud, fino allo svincolo di Mendrisio (cfr. capitolo 3.3.1).

Lo sviluppo dei flussi di traffico manterrà un forte carattere direzionale, per il quale le soglie di capacità saranno raggiunte di mattina verso nord e di sera verso sud.

Anche il grado di carico della strada cantonale aumenterà fino in media a ca. 1'500 veicoli/ora nell'ora di punta serale, rendendo ancora più precarie le condizioni di circolazione. Ciononostante, durante la fascia oraria di punta della sera, il sovraccarico della galleria del San Salvatore provoca un certo spostamento di traffico verso la strada cantonale (direzione sud), tra Paradiso e l'entrata autostradale di Melide.

La tabella seguente riassume i flussi di traffico previsti nelle diverse sezioni della N2 durante le fasce orarie critiche e indica i rispettivi livelli di servizio (grado di qualità della circolazione) secondo le norme VSS.

Dalla figura si evince come la condizione di riferimento di USTRA, per la quale la soglia di capacità può essere raggiunta unicamente fino alla 50^A ora di punta può risultare superata.

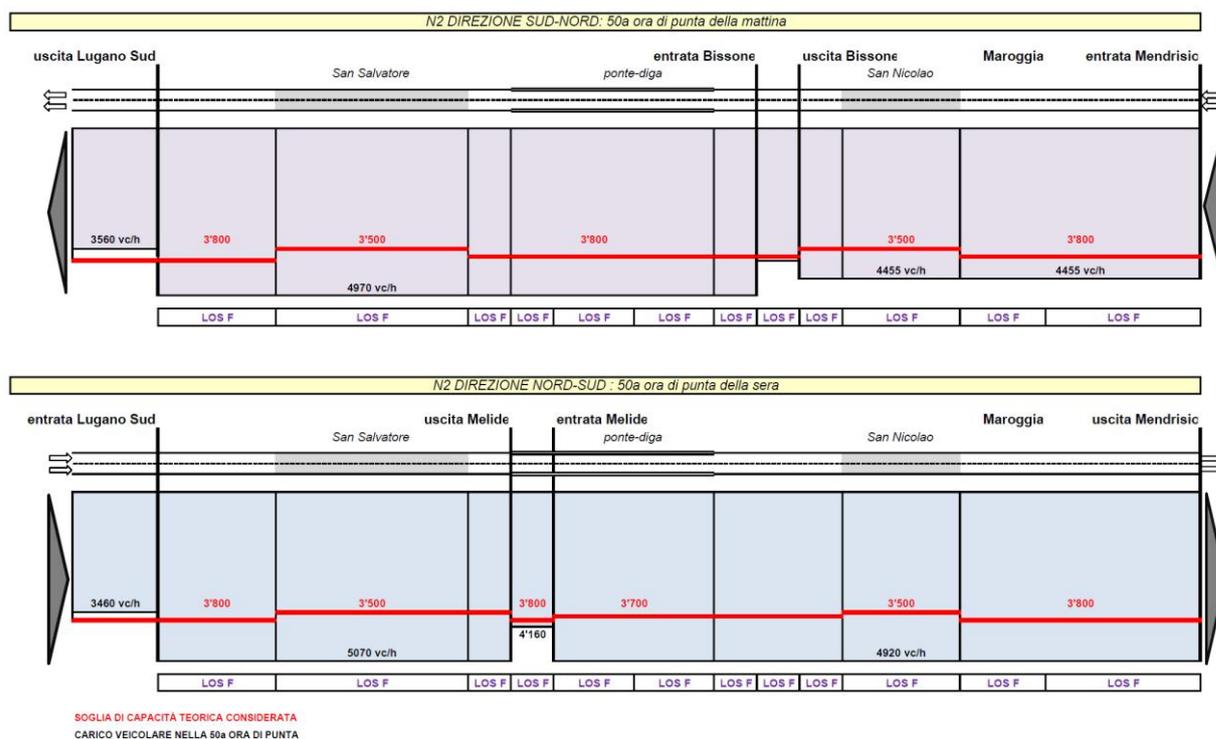


Figura 9: Carico veicolare, capacità e livelli di servizio (stato 2030):

5.1.2 Sicurezza della circolazione

La statistica degli incidenti registrati sulla N2 nel periodo 01.01.2000 – 27.11.2010 è stata analizzata in modo da ricavare i tassi di incidenti lungo le tratte analizzate e confrontarli con le soglie di riferimento della norma VSS SN 640 009.

La rete autostradale è stata suddivisa nei seguenti elementi funzionali, in modo da ottenere tassi di incidente rappresentativi per le specifiche situazioni:

- le tratta libere
- le tratte dei semisvincoli (zone di manovra)
- le tratte di entrata in galleria (200 m prima e 200 m dopo il portale)
- le tratta in galleria

La Figura 10 riassume i problemi della circolazione stradale e illustra i tassi di incidentalità delle diverse tratte e li confronta con le relative soglie critiche ai sensi della citata norma. Alcune tratte denotano già nello stato attuale il raggiungimento o il superamento delle soglie critiche. Conseguentemente all'incremento dei flussi di traffico anche il tasso di incidentalità futuro risulterà più elevato.

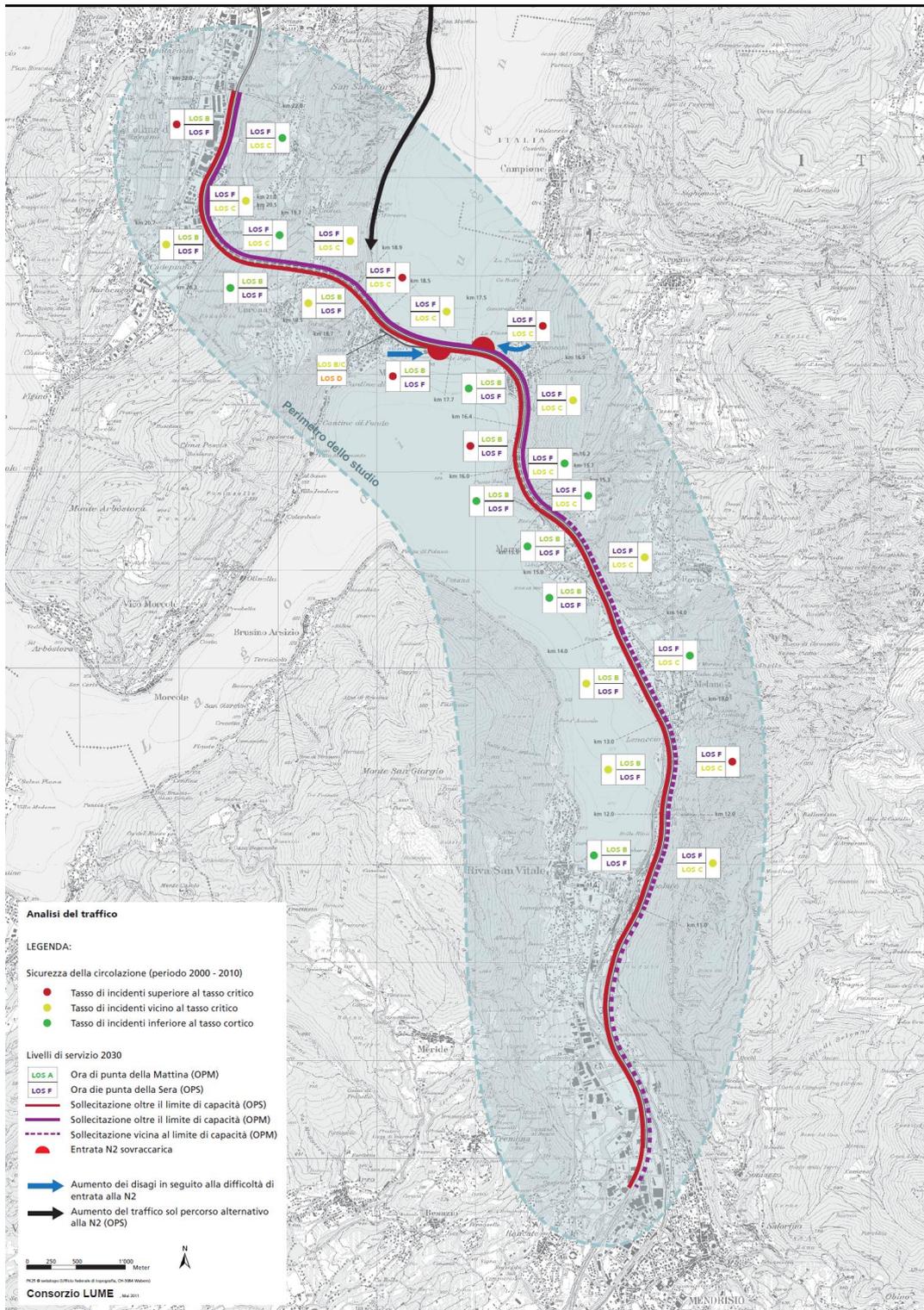


Figura 10: Carta dei problemi della circolazione stradale

5.1.3 Manutenzione stradale

La tratta in esame comprende le gallerie di Melide-Gancia (San Salvatore) e di Bissone-Maroggia (San Nicolao).

Per entrambe le gallerie sono in via di definizione/esecuzione interventi di risanamento parziale delle opere di genio civile maggiormente degradate e delle infrastrutture elettromeccaniche, tramite le quali la loro funzionalità sarà garantita per una durata di 20-25 anni.

Nell'orizzonte successivo, indicativamente proprio a partire dal 2030, sono da prevedere concrete necessità di risanamento totale delle due infrastrutture. Simili interventi non potranno verosimilmente più essere eseguiti sotto traffico, ma richiederanno la chiusura successiva delle diverse canne.

Il potenziamento dell'infrastruttura esistente appare quindi auspicabile anche dal punto di vista della pianificazione della manutenzione straordinaria. Solo aumentando adeguatamente la capacità dell'infrastruttura entro il 2030 sarà infatti possibile procedere alle chiusure necessarie per il risanamento delle gallerie, garantendo nel contempo lo svolgimento della circolazione in accettabili condizioni di esercizio e quindi senza compromettere lo svolgimento delle funzioni della N2 (collegamento tra le regioni del Luganese e del Mendrisiotto, rispettivamente transito internazionale).

5.1.4 Necessità di intervento

Già nella situazione attuale, i flussi di traffico che sollecitano la tratta in esame durante le principali ore di punta raggiungono e possono sporadicamente superare le soglie di capacità. Lo svolgimento della circolazione risulta quindi instabile, facilmente perturbabile e caratterizzato da livelli di servizio non più adeguati. Le situazioni inadeguate si manifestano in modo direzionale: verso nord nella fascia oraria di punta della mattina e verso sud in quella della sera.

Nell'orizzonte temporale futuro analizzato (2030), il superamento (direzionale) delle soglie di capacità diventa sistematico. Qualsiasi travaso di traffico verso la rete stradale cantonale non è sostenibile: questa rete è infatti composta da un'unica strada, già fortemente sollecitata e non in grado di smaltire ulteriore traffico. La strada cantonale assume inoltre molteplici funzioni di importanza fondamentale a livello locale e regionale, da ritenere prioritarie anche in futuro.

Conseguentemente a questa situazione, il potenziamento della capacità della N2 diventa indispensabile. L'entità del superamento è infatti tale che solo in questo modo appare possibile garantire condizioni di circolazione conformi ai normali requisiti ed assicurare il corretto espletamento delle funzioni assunte dalla rete autostradale nel contesto del sistema di trasporto locale, regionale ed internazionale.

La necessità del potenziamento è rafforzata dalle esigenze di manutenzione delle gallerie situate lungo la tratta, per le quali a partire dal 2030 si prospettano concrete necessità di risanamento

totale. Trattandosi di interventi massicci, che non possono verosimilmente essere svolti sotto traffico, l'aumento della capacità è indispensabile al fine di poter chiudere e risanare in modo successivo le canne delle gallerie.

Soprattutto nella tratta tra i portali di Melide e di Bissone, che comprende i due omonimi semi-svincoli, il tasso di incidentalità raggiunge o supera già oggi il tasso critico caratteristico per le intensità di traffico osservate. L'aumento dei flussi di traffico e il conseguente incremento della densità dei flussi si ripercuotono negativamente sul tasso di incidentalità, che è quindi destinato ad aumentare, consigliando l'adozione di adeguati provvedimenti (in primo luogo la riduzione della densità del flusso di traffico tramite un adeguato potenziamento infrastrutturale).

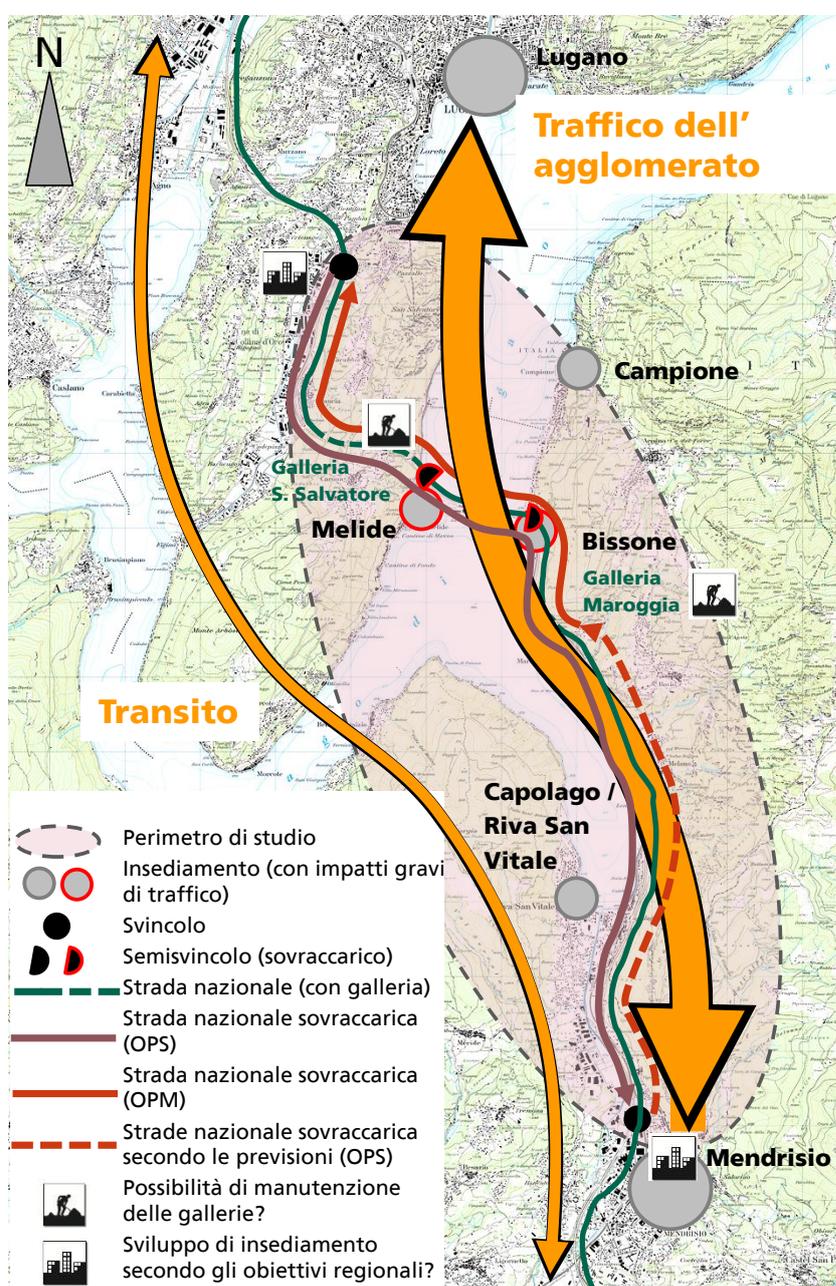


Figura 11: Necessità di intervento

5.2 Resistenze territoriali e ambientali

Tramite i dati precedentemente elaborati su base georeferenziata sono state allestite le carte dei conflitti che riportano tutte le aree e gli elementi protetti presenti nel perimetro di studio e visualizzano le "resistenze" territoriali nell'ottica dello sviluppo di varianti.

- Carta 1: ridurre al minimo gli impatti sullo spazio vitale e sulle zone di protezione
- Carta 2: ridurre al minimo gli impatti sul paesaggio
- Carta 3: ridurre al minimo gli impatti sugli insediamenti da proteggere
- Carta 4: ridurre al minimo gli impatti sulle acque sotterranee e di superficie
- Carta 5: carta aggregata dei conflitti (somma ponderata dei conflitti)

La carta aggregata dei conflitti è illustrata a titolo di esempio in allegato 8. Da essa si evince come il potenziamento dell'infrastruttura, eventualmente tramite l'inserimento di nuovi elementi stradali, non è escluso.

L'analisi dei dati ha dimostrato come il perimetro di analisi assuma un importante significato sia a livello paesaggistico che quale spazio naturale, di svago e di approvvigionamento di acqua potabile. Sono inoltre subito risultate riconoscibili condizioni geologiche difficili e condizioni orografiche complesse, caratterizzate da rive ripide e fittamente edificate. I risultati di dettaglio sono illustrati nell'apposito rapporto [1].

La corrispondenza tra la strutturazione delle carte dei conflitti e la matrice di valutazione NISTRA hanno permesso di applicare tali carte anche nell'ambito della valutazione dettagliata delle varianti fase 3).

5.3 Riassunto dei risultati

I problemi di capacità e il carattere di "strozzatura" della tratta N2 tra Lugano Sud e Mendrisio sono confermati.

I problemi evidenziati sono direzionali (verso nord di mattina e verso sud di sera) e possono essere risolti tramite adeguati interventi di potenziamento dell'infrastruttura.

Malgrado resistenze territoriali localmente importanti (cfr. cartina aggregata in allegato), il potenziamento dell'infrastruttura, eventualmente tramite l'inserimento di nuovi elementi stradali, si è rilevato fattibile.

Il trasporto pubblico e il suo potenziamento non costituiscono invece una soluzione alternativa che permetta di risolvere adeguatamente i problemi.

La rete stradale cantonale è generalmente poco influenzata dall'eliminazione della strozzatura. Non si osservano in particolare conseguenze negative significative. Indipendentemente dalla soluzione del problema, anche le rotonde situate nell'area dello svincolo di Bissone si avvicinano tuttavia al limite della capacità e dovranno eventualmente essere potenziate.

6 Matrice di valutazione delle varianti

Nell'ottica delle valutazioni previste nelle fasi 1 e 3, finalizzate alla riduzione del numero di varianti (selezione delle varianti più interessanti), parallelamente allo svolgimento della fase di analisi descritta nel capitolo 5 è stata approntata una apposita matrice comprendente gli scopi e gli indicatori da applicare. Sono in particolare da soddisfare i seguenti requisiti:

- il sistema di scopi e indicatori deve essere neutrale rispetto alle varianti e non consentire cioè di prediligere una soluzione o un tipo di soluzione particolare. Per questo, la matrice di valutazione è stata allestita e approvata dagli organi di accompagnamento dello studio prima di iniziare lo sviluppo delle varianti;
- i singoli scopi devono essere definiti in modo preciso e privo di sovrapposizioni, affinché una singola conseguenza non venga considerata e valutata più volte;
- il sistema di scopi ed indicatori deve essere strutturato gerarchicamente: è definita una serie di scopi principali all'interno dei quali vengono poi distinti degli scopi parziali. Il grado di soddisfazione degli scopi parziali è verificato tramite adeguati indicatori;
- l'applicazione della matrice deve consentire una valutazione sufficientemente esaustiva delle varianti in relazione ai tre cardini dello sviluppo sostenibile (ambiente, economia, società), rispettivamente considerare i tre gruppi di interesse caratteristici di uno studio di opportunità (utenti del sistema di trasporto, infrastrutture, collettività);
- lo schema di valutazione è congruente con il sistema di scopi NISTRA ⁴⁾, i cui contenuti vengono ridotti ed adattati alle necessità del mandato (applicazione di scopi parziali e indicatori rilevanti).

		Dimensioni dello sviluppo sostenibile		
		Ambiente	Economia	Società
Gruppi di interesse	Utenti del sistema del trasporto (esigenze)		aumentare i benefici diretti per tutti gli utenti	aumentare la sicurezza della circolazione
	Costruttore/Gestore (costi)		minimizzare i costi di investimento, gestione e manutenzione aumentare le possibilità di	
	Collettività	minimizzare il carico ambientale e il consumo di risorse	promuovere lo sviluppo economico	aumentare il valore degli insediamenti

Figura12: Scopi principali per la valutazione delle varianti

4) NISTRA: Nachhaltigkeits-Indikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte, ASTRA, 2003/2006

Nr.	Scopo principale	Nr.	Scopo parziale (indicatore)
1	Aumentare i benefici diretti per tutti gli utenti	1.1	Ridurre i tempi di viaggio TIM (compreso traffico merc)
		1.2	Ridurre i costi di esercizio TIM (compreso traffico merci)
		1.3	Garantire il flusso di traffico TIM
			Garantire il flusso di traffico pubblico TP
2	Aumentare la sicurezza della circolazione	2.1	Ridurre il numero di incidenti
		2.2	Ridurre il numero di persone coinvolte in incidenti
3	Minimizzare i costi di investimento e di gestione	3.1	Minimizzare i costi di investimento
		3.2	Contenere i costi di gestione e manutenzione
4	Ottimizzare le possibilità di realizzazione	4.1	Contenere i tempi di realizzazione
		4.2	Contenere il rischio finanziario
		4.3	Contenere i rischi legati alla realizzazione
5	Minimizzare il carico ambientale e il consumo di risorse	5.1	Ridurre le emissioni di sostanze inquinanti l'aria
			Ridurre le immissioni di sostanze inquinanti l'aria
		5.2	Ridurre l'emissione di sostanze con effetto serra
		5.3	Ridurre il degrado degli spazi viatili e delle zone protette
		5.4	Ridurre il degrado del paesaggio
		5.5	Minimizzare la sollecitazione fonica nelle zone protette e di svago
		5.6	Minimizzare il consumo di spazio
		5.7	Ridurre gli effetti sulle acque sotterranee e di superficie
		5.8	Ridurre gli effetti dovuti alla fase e ai lavori di cantiere
5.9	Ridurre il consumo energetico durante la fase di esercizio e manutenzione		
6	Aumentare il valore degli insediamenti	6.1	Ridurre il carico fonico dovuto al traffico stradale
		6.2	Ridurre l'effetto di cesura delle infrastrutture viarie
		6.3	Valorizzazione urbanistica e miglioramento della qualità di vita
		6.4	Orientare lo sviluppo urbanistico verso gli scopi di ordine superiore (PD, PA)
		6.5	Migliorare la raggiungibilità dei centri regionali
7	Promuovere lo sviluppo economico	7.1	Migliorare le connessioni tra Comuni, spazi economici e centri urbani a livello regionale, nazionale e internazionale
		7.2	Migliorare il valore e la competitività delle località nel perimetro di studio

Figura 13: Sistema generale di scopi e indicatori

Il sistema totale si applica alle fasi 1 e 3 del mandato al confronto e alla valutazione delle varianti. Gli indicatori rilevanti ai fini della fase 1 (valutazione preliminare) derivano dalla fase di analisi e sono evidenziati in grigio nella tabella.

7 Sviluppo e selezione delle varianti

7.1 Premesse – Risultati delle fasi di analisi

Le esigenze funzionali che l'infrastruttura autostradale dovrà essere in grado di soddisfare così come le costrizioni ambientali da considerare nello sviluppo delle possibili varianti derivano dai risultati delle analisi di traffico e ambientali.

7.1.1 Esigenze di traffico

Conseguentemente all'intensità e alla struttura dei flussi di traffico devono essere ricercate soluzioni capaci di aumentare la capacità stradale della N2 in entrambe le direzioni. In particolare la capacità deve essere aumentata verso nord nella fascia oraria di punta della mattina, e verso sud in quella della sera.

Dal punto di vista quantitativo appare necessaria l'aggiunta di una corsia per direzione di marcia.

Benché non determinante dal punto di vista della capacità, devono essere debitamente considerate la presenza e il ruolo dei semisvincoli di Melide e Bissone, rispettivamente la distinzione tra traffico di origine/destinazione e traffico di transito. Le varianti devono quindi poter risolvere il problema sia a sud che a nord del ponte-diga, tenendo in considerazione l'origine e la destinazione dei flussi, di cui ca. 40% può essere ritenuto traffico di transito e il rimanente 60% ha carattere regionale. In questo contesto sono quindi da considerare anche le linee di desiderio che fanno capo ai due semisvincoli.

7.1.2 Esigenze e vincoli ambientali

I requisiti di tutela ambientale sono descritti nell'ambito dell'analisi dei dati territoriali (cfr. cap. 5.2). Ai fini dello sviluppo delle varianti risultano determinanti soprattutto le estese zone protette inserite nell'inventario IFP, che non possono essere attraversate da nuove infrastrutture stradali in superficie, così come le necessità di tutela del lago.

Ulteriori difficoltà derivano dalla topografia e dalla densità di insediamento nel perimetro di studio. Il fondovalle è infatti ampiamente ed intensamente edificato, per cui lo spazio rimanente per il potenziamento della N2, soprattutto in relazione a nuove tratte di superficie da collegare al tracciato esistente, è molto limitato. L'inclinazione dei pendii è particolarmente elevata ed ostacola a sua volta l'inserimento di nuove infrastrutture stradali. Un'eventuale attraversamento sotterraneo del Ceresio richiede il superamento di dislivelli di oltre 100 metri, di incerta fattibilità dal punto di vista delle pendenze longitudinali stradali consentite.

Lo sviluppo di possibili varianti all'interno del perimetro di pianificazione si presenta in sintesi molto difficile, sia a causa della densa presenza di elementi protetti che dei complessi parametri orografici. I possibili corridoi risultati idonei all'interno del perimetro di intervento sono illustrati nel successivo rapporto, dedicato allo sviluppo delle varianti.

7.2 Sviluppo delle possibili soluzioni (varianti)

7.2.1 Approccio

L'approccio secondo il quale sono state sviluppate le varianti è determinato dal procedimento applicato (illustrato nel capitolo 3.2) e strutturato nei seguenti passi di lavoro:

- ricerca e selezione dei possibili corridoi per lo sviluppo delle varianti (1);
- definizione di possibili elementi infrastrutturali parziali per l'eliminazione della strozzatura (2);
- riduzione degli elementi di soluzione secondo scopi obbligatori come pure secondo la fattibilità tecnica e viaria (3);
- combinazione degli elementi in possibili varianti (4);
- valutazione preliminare delle varianti e selezione delle 3-4 varianti più promettenti (5).

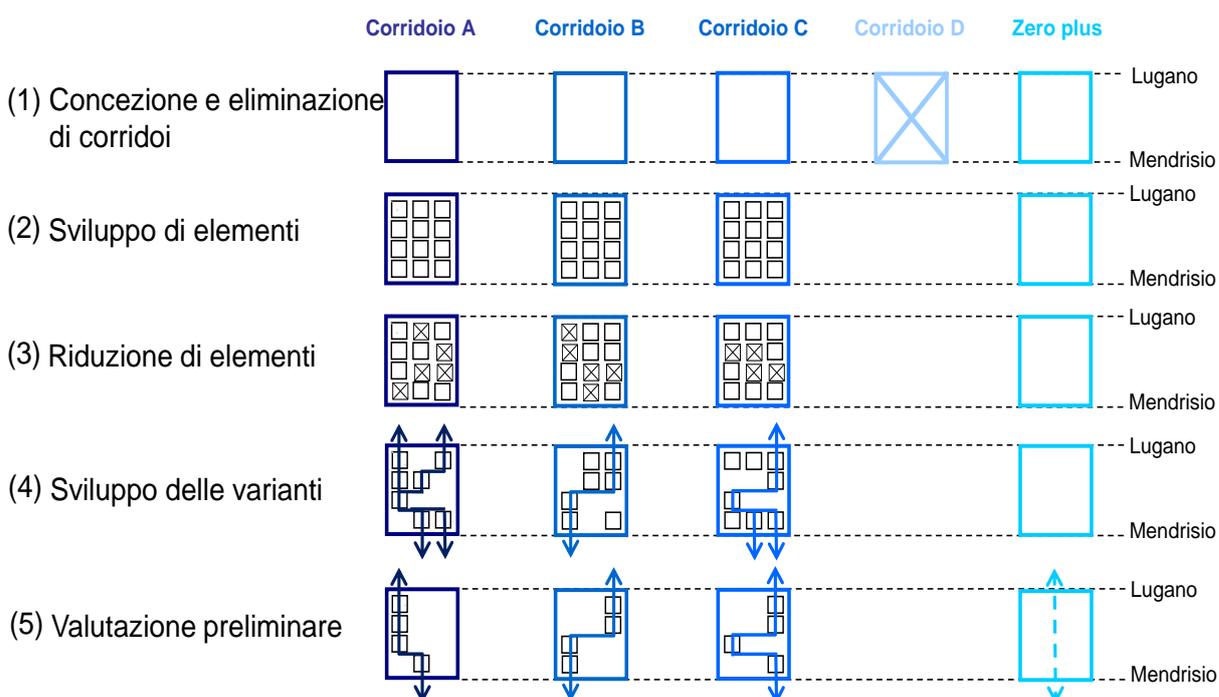


Figura 14: Sviluppo e riduzione delle varianti

Per evitare qualsiasi forma di prevaricazione, i corridoi nei quali devono situarsi le possibili soluzioni vengono sviluppati dal punto di vista funzionale, collegando tra di loro tutte le possibili zone di raccordo a nordovest o a sudest della diga di Melide, senza considerare vincoli e costrizioni derivanti dai limiti politici del mandato come pure dalla situazione territoriale, ambientale e finanziaria. I corridoi così definiti vengono poi scartati se non rispettano i requisiti previsti dal programma per l'eliminazione della strozzatura PEB, se non risultano opportuni dal punto di vista finanziario (costi insostenibilmente più elevati rispetto ad altri corridoi, dovuti ad esempio a gallerie o attraversamenti del lago molto lunghi, a fronte di benefici solo marginalmente maggiori) oppure se non dispongono di adeguate premesse per una corretta funzionalità. Un ulteriore motivo di eliminazione risiede infine nell'eventuale incompatibilità tra le modalità di eliminazione della strozzatura principale (Lugano Sud – Maroggia) e quelle della continuazione verso sud fino a Mendrisio.

Nei corridoi risultati idonei vengono sviluppati i possibili elementi per risolvere il problema della capacità stradale. Si tratta inizialmente di soluzioni parziali, ipotizzabili per l'aumento della capacità tramite potenziamento delle singole parti della strozzatura, cioè dell'attraversamento del lago Ceresio, delle due tratte in galleria (galleria San Salvatore tra Grancia e Melide e galleria San Nicolao tra Bissone e Maroggia), nonché della tratta tra Maroggia e Mendrisio.

Gli elementi individuati vengono poi verificati sia rispetto alla compatibilità con i seguenti obiettivi obbligatori definiti dalla direzione di progetto USTRA sia in base a valutazioni di massima inerenti la fattibilità tecnica e in termini di traffico. È così possibile un'esclusione motivata di elementi non adeguati:

1. le zone proibite che si evincono dalle carte dei conflitti (cfr. rapporto di analisi) non possono essere attraversate in superficie;
2. eliminazione della strozzatura, raggiungendo almeno il livello di qualità del traffico E, in base all'analisi di carico con il modello di traffico relativo allo stato di riferimento 2030;
3. l'eliminazione della strozzatura non deve generare sovracapacità.

Gli elementi parziali ritenuti idonei vengono di seguito combinati tra di loro in modo sistematico, componendo così un ampio ventaglio di varianti, tra le quali verranno poi selezionate le combinazioni che meglio illustrano lo spettro completo delle soluzioni, che possono essere rappresentative di un determinato gruppo di combinazioni o che si prevede possano ottenere un buon effetto.

Nell'ambito della valutazione preliminare, le varianti scelte vengono infine valutate in base a un sistema di scopi semplificato, adeguato al livello di approfondimento raggiunto. Lo scopo è di selezionare da tre a quattro varianti tra quelle ritenute adeguate nei diversi corridoi, da sottoporre ad analisi più approfondite per identificare la soluzione migliore. In questo ambito viene considerata anche la variante Zero⁺. Il procedimento dello sviluppo e della riduzione delle varianti è illustrato nella Figura 14.

7.2.2 Concezione ed eliminazione dei corridoi

Nel rispetto delle condizioni date, delle esigenze funzionali ed evitando di invadere le zone proibite individuate tramite le carte dei conflitti territoriali e ambientali di cui al capitolo 5.2, sono inizialmente stati individuati i seguenti corridoi, indicati nella Figura 15.

1. Potenziamento tratta esistente l'aumento di capacità viene realizzato tramite allargamento del tracciato autostradale esistente, indicativamente tra il portale nord della galleria di Grancia e il portale sud di quella di Maroggia, con possibilità di proseguire fino a Mendrisio.
2. Attraversamento nord l'aumento di capacità viene realizzato tramite un nuovo tracciato autostradale che attraversa il lago a nord del ponte-diga e si raccorda al tracciato esistente nella zona di Grancia e in quella tra Bissone e Maroggia/Melano.
3. Attraversamento sud corridoio analogo al precedente, ma con attraversamento del lago a sud del ponte-diga.
4. Attraversamento ovest: nuovo tracciato autostradale ad ovest del ponte-diga, che richiede gallerie e due attraversamenti del lago. L'innesto nella zona di Grancia è simile a quello dei corridoi precedenti. L'innesto a sud della galleria del San Nicolao deve essere identificato tra Maroggia e Capolago.
5. Aggiramento corridoio che aggira l'area problematica con un nuovo tracciato in galleria tra la zona di Grancia e quella di Rancate.

Per ragioni procedurali, le soluzioni per l'eliminazione della strozzatura tra Lugano Sud e Maroggia devono essere compatibili con l'estensione verso sud (fino a Mendrisio) dell'aumento di capacità dell'infrastruttura.

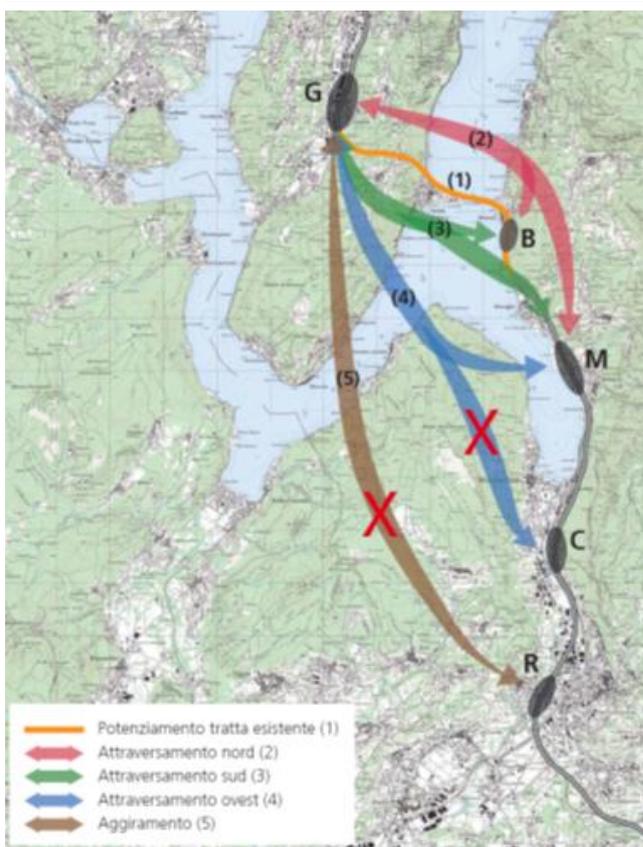


Figura 15: corridoi tra Grancia (G), Bissone (B), Maroggia-Melano (M), Capolago (C) e Rancate (R)

Per i motivi seguenti, i corridoi 4C e 5 non si sono rivelati idonei e sono pertanto stati scartati:

- malgrado costi molto più elevati, le varianti inseribili in questi corridoi non arrecherebbero benefici maggiori alla circolazione stradale
- le soluzioni sono di grande estensione e prevalentemente in galleria, per cui il relativo onere è molto elevato
- l'eventuale suddivisione del potenziamento in tappe non è possibile;
- per ragioni di razionalità e di sicurezza della circolazione, le gallerie lungo i due corridoi dovrebbero essere costruite con due canne a due corsie e porrebbero quindi problemi di sovraccapacità lungo il tracciato già esistente (che dovrebbe essere ridotto fra Grancia e Mendrisio, rendendo inefficiente la soluzione).

7.2.3 Sviluppo e riduzione di elementi nei diversi corridoi

Quali possibili elementi di soluzione ai problemi di capacità delle diverse tratte che compongono la strozzatura sono stati individuati:

attraversamento del lago:

- Nuovo ponte
- galleria attraverso il lago (galleria flottante o appoggiata sul fondo)

- galleria sotto il lago
- allargamento della carreggiata sulla strada nazionale esistente (sul ponte-diga).

strozzatura in galleria (galleria San Salvatore e galleria San Nicolao):

- ampliamento delle gallerie esistenti
- addizione di una terza canna
- aggiramento su un nuovo tracciato.

strozzatura sulla tratta Maroggia – Mendrisio:

- allargamento della carreggiata sulla strada nazionale esistente

Tutti i possibili elementi di soluzione sono rappresentati nella Figura 16.

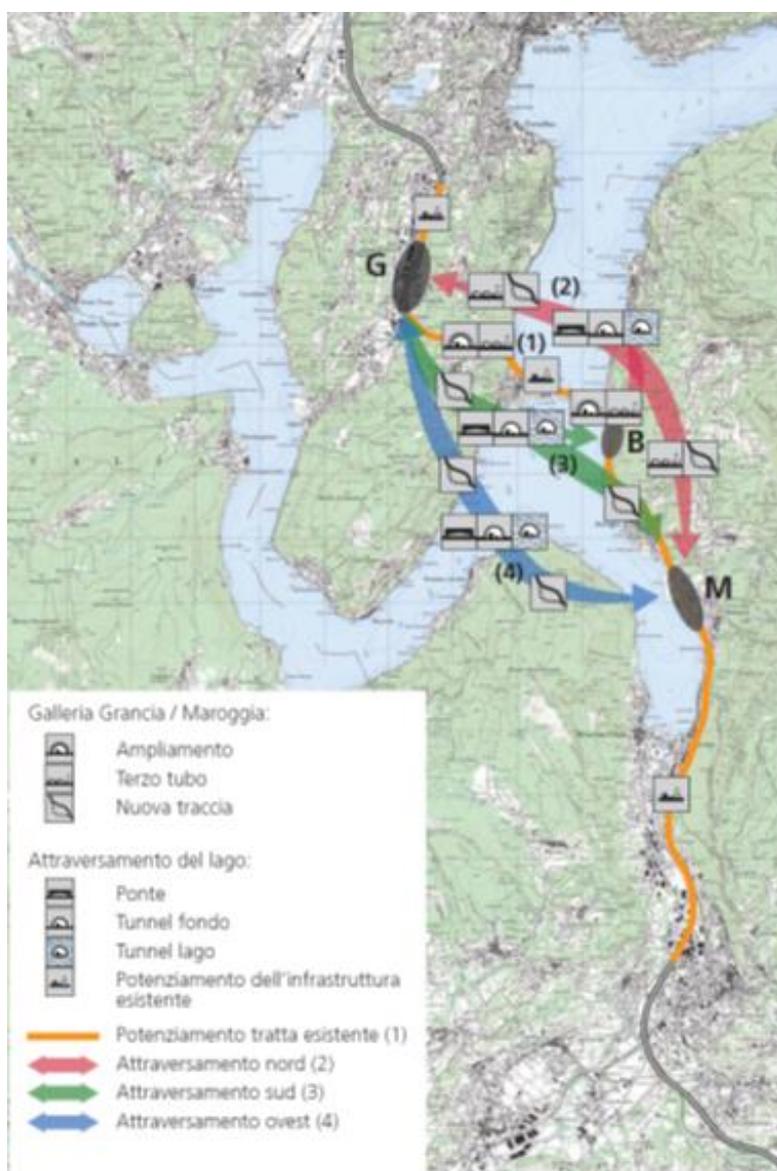


Figura 16: corridoi e ipotizzabili elementi di soluzione

La Figura 17 riassume gli elementi di soluzione per i diversi corridoi e costituisce la base per lo sviluppo delle varianti (cfr. capitolo 7.2.4), la valutazione di fattibilità preliminare e la loro riduzione. Gli elementi rivelatisi non idonei sono stati scartati (indicati con una croce rossa), mentre quelli di idoneità incerta (indicati con un punto interrogativo) sono stati provvisoriamente ritenuti e valutati in modo più approfondito nella fase successiva.

	1	2B	2M	3B	3M	4M
Grancia						
tunnel						
Melide						
attraversamento lago						
Bissone						
tunnel						
Maroggia						
tracciato esistente						
Mendrisio						

Figura 17: Elementi di soluzione secondo i corridoi e le tratte

7.2.4 Sviluppo delle varianti

Gli elementi di soluzione rivelatisi idonei sono stati selettivamente combinati tra loro, allo scopo di comporre un ventaglio di varianti che consenta di implementare nella valutazione preliminare tutte le possibili soluzioni.

L'applicazione di tutte le possibili combinazioni di elementi all'interno di ogni corridoio non è stata ritenuta necessaria; il giudizio comparativo degli elementi di soluzione di un corridoio può infatti essere applicato anche a un altro corridoio (ad esempio, se nel il corridoio 2M una galleria nel lago si dimostrasse più conveniente di una galleria sul fondo, essa lo risulterà senza necessità di un'analisi approfondita anche nel il corridoio 3M). La scelta delle varianti dovrà di conseguenza soddisfare i seguenti requisiti:

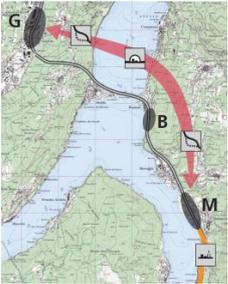
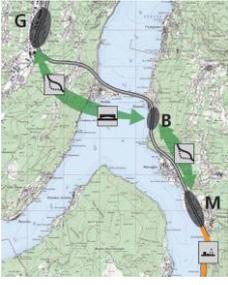
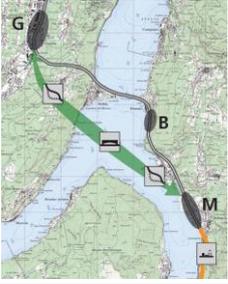
- in almeno un corridoio gli elementi di soluzione "galleria sul fondo", "galleria nel lago" e "ponte" devono essere messi direttamente a confronto;
- in almeno un corridoio, l'allargamento di entrambe le gallerie esistenti deve essere confrontato con la costruzione di una terza canna.

Applicando tali principi, la valutazione preliminare è stata svolta per le seguenti varianti:

	1-1	1-2	2B	2M	3B	3M-1	3M-2	3M-3	4M
Grancia									
tunnel									
Melide									
attraversamento lago									
Bissone									
tunnel									
Maroggia									
tracciato esistente									
Mendrisio									

Figura 18: Varianti per la valutazione preliminare – rappresentazione schematica

	<p>Variante 1-1: ampliamento dell'infrastruttura esistente su tre corsie per senso di marcia. L'ampliamento della capacità delle gallerie San Salvatore e San Nicolao si ottiene allargando le canne già esistenti.</p>
	<p>Variante 1-2: ampliamento dell'infrastruttura esistente a tre corsie per direzione di marcia. L'aumento della capacità delle gallerie San Salvatore e San Nicolao si ottiene mediante una terza canna a due corsie (traffico bidirezionale).</p>

	<p>Variante 2B: attraversamento del Lago di Lugano mediante un ponte a nord della diga di Melide. Le gallerie San Salvatore e San Nicolao acquisiscono ognuna una terza canna a due corsie (traffico bidirezionale).</p>
	<p>Variante 2M: attraversamento del Lago di Lugano mediante una galleria sul fondo, a nord della diga di Melide. Le due gallerie di San Salvatore e San Nicolao vengono aggirate con un nuovo tracciato.</p>
	<p>Variante 3B: attraversamento del Lago di Lugano mediante un ponte a sud della diga di Melide. Le due gallerie di San Salvatore e San Nicolao vengono aggirate con un nuovo tracciato.</p>
	<p>Variante 3M-1: attraversamento del Lago di Lugano mediante un ponte a Maroggia. Le due gallerie di San Salvatore e San Nicolao vengono aggirate con un nuovo tracciato.</p>
	<p>Variante 3M-2: analoga alla variante 3M-1, ma con attraversamento del Lago di Lugano con una galleria sul fondo.</p>

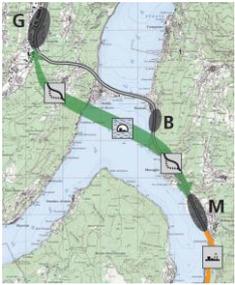
	<p>Variante 3M-3: analoga alla variante 3M-1, ma con attraversamento del Lago di Lugano tramite una galleria nel lago.</p>
	<p>Variante 4M: attraversamento del Lago di Lugano mediante una galleria nel lago vicino a Melano. Le due gallerie di San Salvatore e San Nicolao vengono aggirate con un nuovo tracciato.</p>

Figura 19: varianti considerate

Tutte queste varianti sono abbinate ad un allargamento a tre corsie per senso di marcia sulla tratta Maroggia – Mendrisio.

7.3 Verifica preliminare della fattibilità

Le varianti allestite nel capitolo precedente sono state verificate preliminarmente nell'ottica della loro fattibilità, al fine di selezionare le più promettenti e svilupparle nel prosieguo dello studio.

7.3.1 Fattibilità tecnica

I tracciati e gli allacciamenti sono stati verificati e laddove necessario ottimizzati conseguentemente alle esigenze della circolazione stradale (ad esempio numero di corsie, tratte di intreccio, ...). È inoltre stata controllata la loro fattibilità dal punto di vista della geologia e dei pericoli naturali. Oltre che per la valutazione della fattibilità complessiva, i risultati di questa fase sono determinanti per la stima dei costi d'opera.

7.3.2 Fattibilità per la tecnica del traffico

Per ogni variante sono verificate la coerenza della configurazione stradale (corsie e altri elementi funzionali) con le esigenze della circolazione. Eventuali situazioni non ideali sono servite da spunto di ottimizzazione (cfr. fattibilità tecnica).

7.3.3 Fattibilità pianificatoria

La valutazione pianificatoria non si può basare su criteri tecnici obiettivi e quindi su parametri quantitativi e valori limite inequivocabili. È dunque considerato l'insieme degli aspetti rilevanti lungo il tracciato, come ad esempio l'aspetto degli abitati toccati o la presenza di oggetti protetti, con particolare attenzione agli elementi potenzialmente più critici (portali e attraversamento del lago). Le situazioni più delicate sono state approfondite tramite visualizzazioni successivamente discusse nei diversi gruppi di accompagnamento tecnico del progetto.

7.3.4 Fattibilità ambientale

La fattibilità delle varianti è stata verificata dal punto di vista delle vigenti prescrizioni. Eventuali modifiche dei tracciati dovute a motivi di tutela ambientale sono state inserite nel processo di ottimizzazione iterativa delle varianti (cfr. fattibilità tecnica).

Le analisi ambientali sono documentate in modo esaustivo nell'apposito rapporto [2b].

7.3.5 Stima dei costi ($\pm 30\%$)

Al fine di ridurre il numero di varianti nell'ambito della verifica preliminare di fattibilità è stata approntata anche una stima dei costi d'opera focalizzata sulle infrastrutture stradali e i manufatti. Ciò ha permesso di ottenere una prima impressione sugli ordini di grandezza e sulle differenze tra le diverse varianti.

7.3.6 Risultato della verifica preliminare di fattibilità

Tutte le varianti perseguite si sono rivelate fattibili.

7.4 Criteri per la scelta delle varianti

Le varianti più promettenti vengono scelte in base ad una prima valutazione basata sulla seguente selezione di criteri, derivata dalla matrice generale precedentemente definita (cfr. cap. 6 – Figura 13).

Nr.	Scopo principale	Nr.	Scopo parziale (indicatore)
1	Aumentare i benefici diretti per tutti gli utenti	1.3	Garantire il flusso di traffico TIM
2	Aumentare la sicurezza della circolazione	2.1	Ridurre il numero di incidenti
3	Minimizzare i costi di investimento e di gestione	3.1	Minimizzare i costi di investimento
	Minimizzare il carico ambientale e il consumo di risorse	5.3	Ridurre il degrado degli spazi vitali e delle zone protette
		5.4	Ridurre il degrado del paesaggio
		5.5	Minimizzare la sollecitazione fonica nelle zone protette e di svago
		5.6	Minimizzare il consumo di spazio
		5.7	Ridurre gli effetti sulle acque sotterranee e di superficie
5		6.1	Ridurre il carico fonico dovuto al traffico stradale
6	Aumentare il valore degli insediamenti	6.2	Ridurre l'effetto di cesura delle infrastrutture viarie

Figura 20: Criteri per la scelta delle varianti:

7.5 Varianti più promettenti

Considerando la gamma di varianti inizialmente originata e le sfide contenute nel perimetro di studio, è possibile constatare quanto segue:

- tutte le varianti studiate soddisfano pressoché allo stesso modo le finalità di traffico della strada nazionale e sono praticamente prive di ripercussioni sulla rete stradale cantonale. Nessuna delle varianti contribuisce quindi in modo significativo ad un auspicabile alleggerimento degli insediamenti dal traffico di transito di carattere locale;
- per quanto riguarda gli effetti sul paesaggio e sull'ambiente sono invece osservabili differenze considerevoli tra le varianti. La limitazione degli effetti indesiderati rappresenta un importante obiettivo di ottimizzazione per le varianti ritenute per le successive fasi di progetto;
- tratte di nuova costruzione a sud di Maroggia si sono rivelate insostenibili perché riferite ad una strozzatura non ancora confermata a livello nazionale e per gli elevati costi riconducibili alla lunghezza della tratta. Simili soluzioni sono pertanto già state scartate a livello di riduzione dei corridoi. Con le varianti selezionate vengono quindi scelte soluzioni che focalizzano sul problema centrale della strozzatura e che al contempo sono compatibili con un successivo allargamento delle carreggiate esistenti fino a Mendrisio (ritenuto tecnicamente possibile). Tutte le varianti selezionate sono quindi completabili a tappe con il potenziamento verso sud tra Maroggia e Mendrisio.

In base ai risultati di dettaglio della verifica di fattibilità preliminare (cfr. capitolo 7.3 e [2a]) le **varianti 1-2, 2B e 2M** illustrate nella figura seguente sono state scelte per l'approfondimento di dettaglio e il confronto:

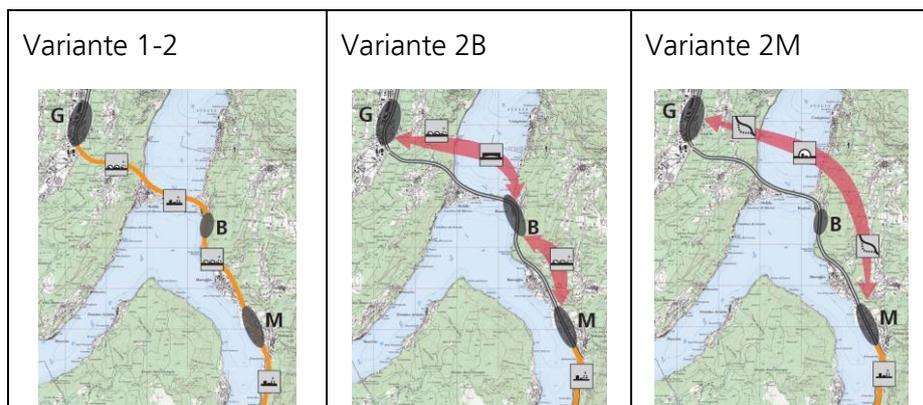


Figura 21: Varianti infrastrutturali per l'elaborazione dettagliata

D'intesa con il gremio di conduzione allargata del progetto, USTRA ha deciso di affiancare alle varianti più promettenti (1-2, 2B, 2M) e di sottoporre alle fasi di approfondimento e di valutazione anche una variante caratterizzata da interventi di potenziamento limitati. Si tratta della **variante "1-2 ridotta"**, nella quale l'infrastruttura stradale esistente lungo le tratte a cielo aperto della N2 non vengono potenziate, bensì equipaggiate in modo da rendere possibile l'impiego dinamico delle corsie di emergenza come corsie di scorrimento. Il potenziamento delle tratte in galleria è analogo a quello della variante 1.2.

Nell'ambito del presente mandato, l'impiego della corsia d'emergenza viene analizzato esclusivamente dal punto di vista dell'eliminazione della strozzatura, senza entrare nel merito della fattibilità operativa. L'opportunità generale dell'utilizzazione delle corsie d'emergenza è attualmente oggetto di uno studio approfondito da parte di USTRA. L'esito di questo studio consentirà al Consiglio federale di decidere se, a quali condizioni e lungo quali tratte della rete autostradale nazionale questo provvedimento potrà essere adottato.

Per quanto precede, e benché di seguito analizzata al pari delle altre soluzioni, la variante "1-2 ridotta" non costituisce una variante a tutti gli effetti, ma unicamente una variante di transizione, rispettivamente un'opzione rispetto alla variante di potenziamento 1-2.

7.6 Riassunto dei risultati

Nell'ottica di eliminare la strozzatura e nel rispetto delle resistenze e delle costrizioni territoriali sono stati considerati 5 corridoi entro i quali sviluppare le soluzioni di potenziamento dell'infrastruttura autostradale. Sia in ragione dei maggiori costi che per l'impossibilità di una realizzazione a tappe, il corridoio di aggiramento della tratta è poi stato scartato.

Successivamente sono stati definiti e valutati i possibili elementi parziali per il potenziamento infrastrutturale nei diversi corridoi. Gli elementi parziali sono riferiti all'attraversamento del lago,

alle "strozzature" in galleria (San Salvatore e San Nicolao) e alla "strozzatura" tra Maroggia e Mendrisio.

La combinazione dei diversi elementi risultati fattibili all'interno dei singoli corridoi ha portato alla definizione di 9 varianti, la cui fattibilità generale è stata affinata con esito positivo rispetto agli aspetti tecnici, alla funzionalità del traffico veicolare, alla pianificazione del territorio, alla protezione ambientale e ai costi.

Una prima valutazione basata su una serie di criteri rilevanti derivati dal sistema NISTRA e dal risultato della fase di analisi (Fase 1) ha permesso di selezionare le tre varianti più promettenti: variante 1-2, variante 2B e variante 2M.

Alle tre varianti più promettenti è stata affiancata la "variante 1-2 ridotta", che ricalca la variante 1-2 rinunciando però all'allargamento delle tratte a cielo aperto e propone l'apertura temporanea al traffico delle corsie d'emergenza. Si tratta quindi in sostanza di una variante di transizione, rispettivamente di un'opzione transitoria alla variante 1-2.

L'impiego della corsia d'emergenza è analizzato esclusivamente dal punto di vista dell'eliminazione della strozzatura, senza entrare nel merito della fattibilità operativa di competenza delle Autorità federali.

PARTE C: APPROFONDIMENTO DELLE VARIANTI

8 Affinamento e approfondimento delle varianti

8.1 Scopo

Le varianti ritenute nell'ambito delle verifiche preliminari (cfr. capitolo 7) devono essere affinate progettualmente e verificate più approfonditamente, in modo da poter poi essere valutate e confrontate tra di loro per scegliere la soluzione migliore (cfr. capitolo 9). Oltre a ciò devono essere considerate eventuali sottovarianti, descritta la **variante Zero+** e definite le eventuali misure di accompagnamento (coerentemente con il livello di approfondimento raggiunto). Nel contesto dell'affinamento progettuale deve infine essere allestita una stima dei costi delle diverse varianti.

8.2 Varianti considerate

Sono state considerate le tre varianti più promettenti (cfr. anche capitolo 7.5), alle quali si aggiungono la "variante 1-2 ridotta" e la variante Zero+.

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Variante 1-2 | potenziamento del tracciato esistente tramite aggiunta di una corsia per senso di marcia lungo le tratte all'aperto e costruzione di una nuova canna a due corsie per le gallerie San Salvatore e San Nicolao |
| Variante 1-2 ridotta | analoga alla variante 1-2, ma senza allargamento della carreggiata lungo le tratta all'aperto: il potenziamento della capacità è ottenuto tramite apertura al traffico delle corsie d'emergenza |
| Variante 2B | realizzazione di un nuovo tracciato per il traffico di transito verso nord, tra Maroggia e Grancia. Il sistema prevede due nuove gallerie a due corsie e un nuovo ponte per l'attraversamento del lago, situato ca. 500 m a nord del ponte-diga. L'infrastruttura esistente viene mantenuta in esercizio per il traffico verso sud e per l'allacciamento di Bissone. La tratta tra Maroggia e Mendrisio viene potenziata tramite aggiunta di una corsia per senso di marcia. |
| Variante 2M | realizzazione di una nuova galleria tra Maroggia e Grancia, composta da parti in roccia e dall'attraversamento del lago sul fondale. La galleria si compone di due canne a due corsie ed assorbe il traffico di transito in entrambe le direzioni. Il traffico locale relazionata con i raccordi di Melide e Bissone rimane sul tracciato esistente, che può essere par- |

zialmente ridimensionato. L'infrastruttura esistente viene mantenuta in esercizio per il traffico verso sud e per l'allacciamento di Bissone.

Variante Zero+

nessun potenziamento infrastrutturale e introduzione di un sistema di gestione dinamica del traffico che integra le misure già in funzione (riduzione dinamica della velocità, divieto di sorpasso per i veicoli pesanti) con un sistema di dosaggio del traffico in entrata alla N2.

I tracciati delle varianti sono illustrati graficamente in appendice 2-6.

Lo spettro di varianti considerato è sufficientemente completo e non sono pertanto risultate necessarie sottovarianti.

8.3 Affinamento progettuale

Le varianti infrastrutturali sono state sviluppate planimetricamente e altimetricamente nel rispetto delle vigenti prescrizioni e con il grado di dettaglio equivalente ad un progetto di massima.

I tracciati delle varianti sono illustrati nei piani allegati.

Il grado di dettaglio raggiunto, uguale per tutte le varianti, permette di ricavare indicazioni sufficientemente precise e quindi di affrontare correttamente sia la verifica di fattibilità (capitolo 8.4) che la fase di valutazione e confronto (capitolo 9).

8.4 Verifica della fattibilità

La fattibilità delle varianti è stata verificata in modo approfondito rispetto:

- alla fattibilità tecnica
- alla tecnica del traffico
- al territorio e la sua pianificazione
- all'ambiente

Per la variante Zero+ è stato stimato il potenziale di dosaggio del traffico che la rete stradale consente. Sono state considerate sia la rete autostradale che quella principale (strade cantonali nelle zone degli svincoli).

I capitoli seguenti riassumono gli esiti della verifica di fattibilità, illustrata in modo dettagliato nello specifico rapporto [3a].

8.4.1 Variante 1-2

La variante risulta complessivamente fattibile.

La sua realizzazione non pone eccessive difficoltà tecniche, se non quelle relative alla costruzione delle nuove gallerie e all'allargamento delle carreggiate sotto traffico. In questo ambito appare importante la questione legata al materiale di risulta, per il quale andranno trovate soluzioni opportune sia economicamente che ambientalmente.

Dal punto di vista della circolazione stradale, i problemi di capacità vengono adeguatamente risolti, senza creare sovraccapacità nel sistema. L'eliminazione della strozzatura sull'autostrada non provoca variazioni di carico significative sulla rete stradale cantonale, che non risente di effetti negativi degni di nota. La soluzione presenta un'anomalia all'uscita di Bissone (da sud), che viene raggiunta a partire dalla corsia sinistra e non da quella destra della N2.

L'impatto territoriale è moderato e legato ai nuovi portali delle gallerie (soprattutto quelli di Melide e Bissone, situati vicino agli abitati) e all'allargamento della tratta tra Mendrisio e Maroggia. L'allargamento del ponte-diga è di limitato rilievo.

In relazione all'ambiente si riscontrano impatti negativi sulle acque (lago Ceresio, fauna ittica e zone di protezione S3 dei pozzi di Melide e Maroggia), sul bosco (allargamento del sedime autostradale e costruzione dei nuovi portali) e sul paesaggio nelle tratte Melide-Bissone (allargamento del ponte diga e l'inserimento di due nuovi portali in zone sensibili) e Maroggia-Mendrisio. Nessuno di questi conflitti risulta tuttavia progettualmente irrisolvibile o violare delle condizioni imprescindibili. In relazione agli altri settori ambientali la variante adempie alle vigenti prescrizioni, anche grazie alle misure di tutela in essa implementate.

8.4.2 Variante 1-2 ridotta

La variante risulta fattibile, sotto riserva di approvazione da parte dell'Autorità federale dell'apertura al traffico delle corsie di emergenza.

Evitando quasi ovunque l'allargamento della carreggiata, questa soluzione semplifica la realizzazione del potenziamento e riduce le conseguenze ambientali. La strozzatura viene eliminata in modo efficace, senza conseguenze negative particolari sulla rete stradale cantonale. Dal punto di vista territoriale la fattibilità dell'opera è legata alle stesse difficoltà della variante 1-2.

8.4.3 Variante 2B

La variante risulta fattibile.

Dal punto di vista della circolazione stradale, gli scopi dell'intervento vengono anche in questo caso raggiunti, compresa la tutela della rete stradale cantonale.

La costruzione del nuovo ponte sul Ceresio comporta un grado di difficoltà elevato in relazione alla fondazione nel lago dei piloni, che non ne preclude tuttavia la fattibilità tecnica.

Dal punto di vista territoriale e ambientale, agli impatti della variante 1-2 si aggiungono conseguenze paesaggistiche sensibilmente più marcate e maggiori disturbi all'ecosistema lacustre sia durante la fase di costruzione che di esercizio. Anche in questo caso nessuna di queste conseguenze risulta tuttavia progettualmente irrisolvibile o violare delle condizioni ambientali imprescindibili che possano metterne in discussione la fattibilità.

8.4.4 Variante 2M

La variante risulta fattibile, benché sensibilmente più onerosa delle altre soluzioni considerate.

La fattibilità tecnica appare assicurata ma condizionata da difficoltà molto più importanti che nelle altre varianti. Il tipo di soluzione prospettata per l'attraversamento del lago (cassoni in calcestruzzo armato assemblati sul fondale del lago) non è tuttavia documentato da un numero sufficiente di realizzazioni per esprimere una valutazione esaustiva.

Dal punto di vista territoriale questa soluzione è l'unica che consente una parziale riqualifica della tratta di attraversamento del lago (ponte-diga), dove la carreggiata autostradale può essere ridotta.

Ambientalmente questa soluzione consente di ottenere benefici paesaggistici e di ridurre le conseguenze sugli abitati di Melide e Bissone (comprese le sollecitazioni atmosferiche e foniche), mentre negli altri settori potenzialmente minacciati non si differenzia in modo significativo dalle altre varianti.

8.4.5 Variante Zero⁺

L'afflusso di traffico nella N2 deve essere dosato in modo da non superare le soglie di capacità del livello di servizio auspicato da USTRA (grado di saturazione del 100% durante la 50^a ora di punta –equivalente al LOS E secondo la norma VSS SN 640 018a).

Dopo aver considerato il potenziale apporto dovuto alla riduzione della velocità, si tratterebbe di ridurre il carico complessivo, ritenendo alle entrate fino a 1'270 veicoli/oradurante l'OPM, rispettivamente fino a 1'370 veicoli/ora durante l'OPS.

La ritenzione di flussi veicolari di simili intensità richiede spazi di stoccaggio di considerevoli lunghezza (zone di attesa).

Va in generale invece osservato che nessuna delle entrate autostradali che necessiterebbero di dosaggio appare idonea all'introduzione di questo provvedimento nella misura richiesta, né sulla rete stradale che precede l'entrata in autostrada né sulle rampe o sulla carreggiata dell'autostrada stessa.

Sotto queste premesse, il dosaggio del traffico in entrata alla N2 si rivela insufficiente per la completa eliminazione della strozzatura perseguita tramite il presente mandato.

8.4.6 Giudizio riassuntivo

Tutte le varianti infrastrutturali si sono rivelate fattibili. Si osservano difficoltà tecniche e conseguenze comuni a tutte le soluzioni e altre specifiche di ogni singola variante, che hanno trovato considerazione nell'ambito della successiva valutazione delle varianti.

La variante Zero+ (misure di gestione del traffico) si è invece rivelata insufficiente allo scopo. Questa soluzione potrebbe semmai risultare utile per limitare i disagi nella fase transitoria, fino all'eventuale potenziamento dell'infrastruttura.

Nessuna delle varianti analizzate richiede l'adozione di misure accompagnatorie che ne assicurino il funzionamento o a tutela della rete stradale cantonale. L'analisi delle condizioni di circolazione ha evidenziato unicamente l'opportunità di misure di potenziamento delle rotonde di Bissonne, derivanti però dal generale aumento di traffico previsto nell'orizzonte 2030 e non dal potenziamento dell'infrastruttura autostradale.

8.5 Stima dei costi

La stima dei costi è stata allestita con una precisione di +/- 30% in base ai prezzi di mercato di agosto 2011. I costi di acquisizione dei terreni, di secondaria importanza nell'ambito di studi inerenti l'eliminazione di strozzature sull'autostrada, non sono compresi nella stima.

Oltre ai costi di costruzione, la stima dei costi totali di costruzione comprende gli onorari (stimati a ca. il 20% dei costi di costruzione) e riserve riferite ai costi di costruzione (di 40% per i manufatti e di 20% per i tracciati). Questo in considerazione del fatto che l'eventuale realizzazione di una delle tre varianti proposte avverrà probabilmente fra 20-25 anni; l'evoluzione delle norme e della legislazione, così come l'introduzione di nuove tecnologie durante questo lasso di tempo, rappresentano una grossa incognita.

COSTI TOTALI CON RISERVE (in mio CHF)					
	Importi in Mio. CHF	Variante			
		1.2	1.2-rid.	2B	2M
A	Gallerie	278	278	326	1'099
B	Tracciato a cielo aperto	299	146	443	233
C	Viabilità provvisoria	10	10	10	10
D	Ricerche archeologiche e sondaggi	11	11	11	26
E	Ambiente	30	22	40	68
F	Onorari	126	93	166	287
G	Riserve	251	193	341	597
	Totale con riserve	1'005	753	1'337	2'320

Figura 22: stima dei costi complessivi (con riserve)

Da notare che la variante ottimizzata Ticino comporta in ogni caso un costo supplementare di circa 300 milioni rispetto alle variante 1.2 e 1.2 ridotta. Questi costi supplementari non sono chiaramente visibili nella tabella in quanto la variante 1.2 prevede degli interventi sulla tratta Maroggia-Mendrisio che vengono a cadere nelle varianti 1.2 ridotta e Variante Ticino.

PARTE D: VALUTAZIONE E CONSEGUENZE

9 Valutazione delle varianti

9.1 Confronto varianti

9.1.1 Scopo

Il confronto delle varianti persegue lo scopo di individuare la variante migliore tra quelle individuate e selezionate nell'ambito delle fasi precedenti. La metodologia applicata deve assicurare che la scelta della variante migliore avvenga rispetto a basi sistematiche ed equilibrate.

9.1.2 Procedimento / metodologia

Prima del confronto, le varianti sono state ulteriormente affinate dal punto di vista progettuale.

Gli effetti delle varianti rispetto ai singoli obiettivi prefissati (cfr. capitolo 6) sono analizzati sia tramite un'analisi d'utilità dettagliata (NWA) che tramite un'analisi costi-benefici ampliata (conforme a NISTRA). La valutazione delle varianti con due metodi distinti aumenta la qualità del risultato in termini di considerazione di vantaggi e svantaggi di ogni metodo.

Analisi d'utilità

In un'analisi di utilità gli effetti delle varianti rispetto allo stato di riferimento sono espressi in "Punti di utilità" senza considerare le dimensioni (unità); ciò permette di aggregare i diversi effetti per ottenere un risultato globale. A questo scopo, gli effetti sui diversi indicatori vengono per quanto possibile quantificati e valutati tramite funzioni di utilità, prima di essere infine ponderati. Questo metodo permette di valutare tutti gli effetti, esprimendo in modo quantitativo anche gli effetti sugli indicatori di tipo qualitativo.

Le funzioni di utilità definiscono la conversione degli effetti misurabili o descrivibili in punti di utilità. I parametri fondamentali delle funzioni di utilità sono definiti in forma di scala di valutazione con variazioni tra -50 e +50 punti. Le funzioni di utilità sono definite per tutti gli indicatori. Per gli indicatori valutabili solo in modo qualitativo, la descrizione degli effetti è stata stabilita sentendo anche gli specialisti dei Servizi cantonali.

La ponderazione degli obiettivi settoriali permette di definire una gerarchia tra i medesimi. La ponderazione è stata allestita in modo indipendente e precedentemente alla valutazione. Il totale dei punti ponderati (valore degli indicatori) rispecchia l'utilità globale delle diverse varianti.

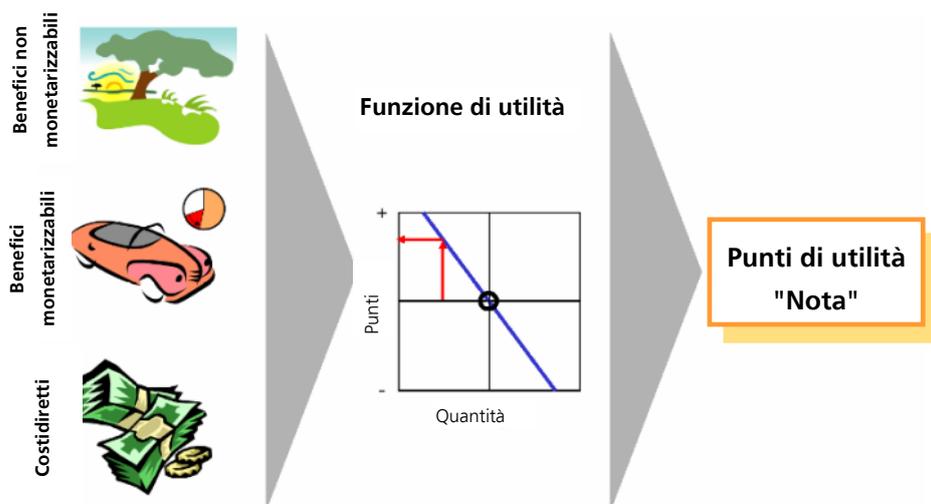


Figura 23: L'idea dell'analisi di utilità

Analisi di efficacia economica

L'analisi di efficacia economica è un altro metodo di valutazione, basato sui punti di utilità del metodo precedente (analisi di utilità). Questo metodo mette in relazione i punti ponderati delle varianti senza i costi diretti con i rispettivi costi annui diretti indotti.

Analisi costi-benefici ampliata (conformemente a NISTRA)

Analisi costi-benefici ampliata secondo NISTRA è un'analisi multicriteriale basata su obiettivi di durabilità. L'analisi si compone di due valutazioni parziali e non prevede l'aggregazione globale degli effetti.

Tutti gli effetti misurabili in unità monetarie o monetarizzabili sono raggruppati in un'**analisi costi-benefici (KNA)**. L'analisi costi-benefici di un progetto rappresenta un approccio comparativo a livello macroeconomico. Gli effetti del progetto che possono essere monetarizzati (p. es. franco per tonnellata di CO₂ emessa) sono convertiti in unità monetarie. I costi effettivi, come i costi di investimento e di manutenzione, sono presi in considerazione unitamente ai costi esterni conosciuti (p. es. costi della salute generati dall'inquinamento atmosferico). Gli effetti monetarizzati (benefici) così calcolati a livello macroeconomico sono confrontati ai costi generati dalle varianti (costi diretti).

Non potendo monetarizzare tutti gli indicatori del sistema di obiettivi, i risultati dell'analisi costi-benefici non sono esaustivi. Il sistema di obiettivi illustra quali indicatori sono applicati nell'analisi costi-benefici e quali nell'analisi di utilità.

Successivamente, l'analisi costi-benefici è stata completata tramite gli indicatori non monetarizzabili, per i quali è tuttavia possibile definire le funzioni di utilità. Nello spirito dell'**analisi di utilità parzialmente aggregata**, ognuno degli indicatori sociali, economici e ambientali è associato ad un coefficiente di ponderazione ed aggregato secondo le tre dimensioni dell'analisi (socia-

le, economica e ambientale). L'analisi di utilità non è dunque svolta per tutti i criteri ma completa l'analisi costi-benefici rispetto agli indicatori non monetarizzabili. Le tre dimensioni della sostenibilità, società, economia e ambiente, non vengono aggregate.

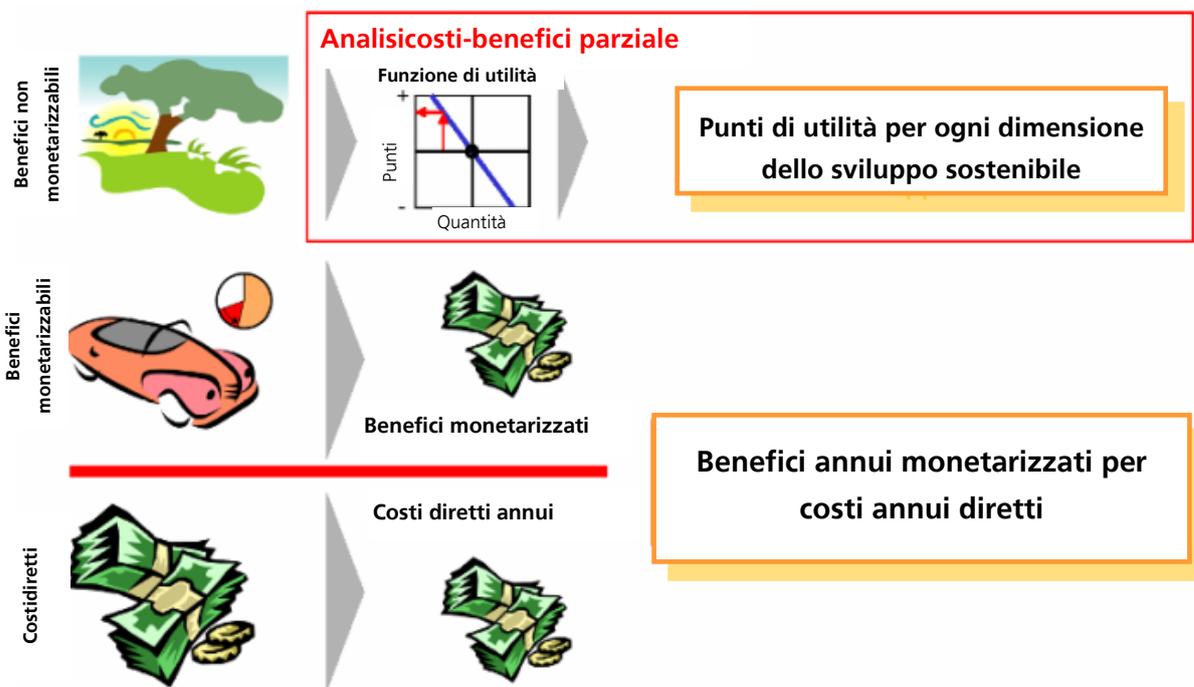


Figura24: L'idea dell'analisi costi-benefici ampliata secondo NISTRA

Entrambi i metodi di valutazione applicati comportano sia vantaggi che svantaggi, come documentato nello specifico rapporto[3]. Questo rende evidente come la valutazione delle varianti non possa dunque basarsi su un metodo solo ma richieda l'applicazione di entrambi i metodi, i cui risultati devono essere parimenti considerati e interpretati.

9.2 Valutazione degli indicatori

Le valutazioni dettagliate di ogni indicatore utilizzato sono illustrate nello specifico rapporto [3a] e nei relativi allegati. I risultati ottenuti sono di seguito riportati in modo riassuntivo rispetto agli scopi principali della valutazione.

9.2.1 Traffico (indicatori 1.1-1.3)

Si osservano effetti pressoché uguali per tutte le varianti:

- forte miglioramento delle condizioni di circolazione, strozzatura eliminata (tranne Zero+);
- piccoli guadagni di tempo conseguenti all'eliminazione della strozzatura (ore di punta);
- quasi nessun effetto al di fuori della rete stradale nazionale;

- nessun effetto sui trasporti pubblici stradali.

Gli effetti sul traffico sono dominati dal miglioramento della circolazione.

Rispetto all'obiettivo "traffico" le varianti non si differenziano in modo particolare l'una dalle altre. Benché di centrale importanza per la soluzione del problema, questo obiettivo non è quindi determinante ai fini della scelta della variante migliore.

9.2.2 Sicurezza della circolazione (indicatori 2.1-2.3)

Si osservano i seguenti effetti:

- piccola riduzione del numero di incidenti e di persone coinvolte per tutte le varianti;
- in nessuna variante si osserva uno spostamento significativo di traffico verso la più sicura rete nazionale.

Le varianti hanno dunque solo una lieve utilità rispetto alla sicurezza della circolazione.

Unicamente la variante 2M si distingue in modo leggermente positivo dalle altre (tunnel più lunghi con traffico unidirezionale).

9.2.3 Costi e realizzazione (indicatori 3.1-4.3)

Si osservano i seguenti effetti:

- le varianti con costi di investimento elevati portano anche a costi di esercizio e manutenzione elevati;
- i tempi di costruzione sono molto simili per tutte le varianti (7 – 8 anni);
- sussistono rischi di finanziamento soprattutto per le varianti 2B e 2M (rischi tecnici per le costruzioni nel lago);
- in tutte le varianti sussistono rischi di realizzazione legati a ricorsi e simili, particolarmente rilevanti per la variante 2B (nuovo ponte)

Le varianti si differenziano in modo molto chiaro soprattutto in relazione ai costi (obiettivi 3.1/3.2).

Anche i rischi per la realizzazione (obiettivo 4.3) ottengono valutazioni diverse, e sono ad esempio molto alti per un nuovo ponte (2B).

Il valore utile totale negativo della variante 2M è 2.5 volte superiore a quello della "variante 1-2 ridotta", risp. 1.8 volte superiore a quello della variante 1-2.

9.2.4 Ambiente e risorse (indicatori 5.1-5.9)

Si constatano i seguenti effetti principali:

- praticamente nessun effetto rilevante sulle emissioni/immissioni e sul fabbisogno energetico in tutte le varianti;
- impatto negativo sull'ambiente acquatico del lago nelle varianti 2B e 2M;
- forte incidenza sul paesaggio in tutte le varianti (portali, allargamento dei viadotti), ma soprattutto nella variante 2B (nuovo ponte);
- forti incidenze sulle acque (acque sotterranee, lago) in tutte le varianti;
- impatto ambientale di cantiere elevato nelle varianti 2B e 2M in seguito agli attraversamenti del lago.

Gli impatti sugli spazi vitali e sul paesaggio (obiettivi 5.3 e 5.4) sono diversi in ogni variante. La variante 2B ottiene a valutazione peggiore, mentre la "variante 1-2 ridotta" risulta la meno negativa. Determinanti sono le intrusioni nel bacino lacustre.

Le varianti 1-2 e 2M ottengono valutazioni intermedie: le conseguenze paesaggistiche chiaramente peggiori della variante 1-2 vengono bilanciate dalle conseguenze negative della variante 2M sugli spazi vitali e durante la fase di cantiere.

9.3 Analisi di utilità

9.3.1 Aggregazione dei punti di utilità

La Figura 25 illustra il risultato dell'aggregazione dei punti di utilità relativi ai diversi indicatori. Le differenze di rilievo rispetto allo stato di riferimento sono determinate da un numero limitato di indicatori, tra i quali soprattutto il numero di incidenti (2.3), i costi di investimento (3.1), i costi di gestione e manutenzione (3.2), il rischio finanziario (4.2), i rischi legati alla realizzazione (4.3), gli spazi vitali e le zone protette (5.3), il paesaggio (5.4), la fase di cantiere (5.8) e la qualità urbanistica (6.3).

In senso assoluto, le utilità positive derivano prevalentemente dagli indicatori legato al flusso di traffico (1.3-1) e al miglioramento delle connessioni (7.1). Le utilità negative sono invece date dai costi infrastrutturali (3.1) e dal paesaggio (5.4) come pure, in modo meno marcato, da altri indicatori nei settori ambientali e degli insediamenti.

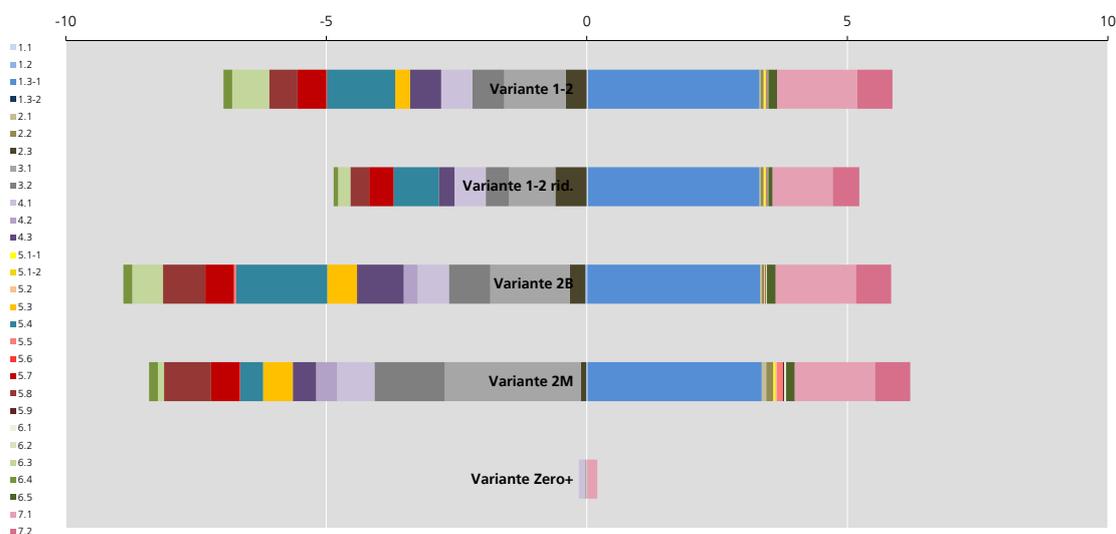


Figura 25: Risultato complessivo dell'analisi di utilità – Valore utile cumulativo ponderato

Dal bilancio illustrato dalla Figura 26 si evince come solo la variante "1-2 ridotta" raggiunga un valore complessivo positivo. Il valore più negativo è raggiunto dalla variante 2B, seguita a breve distanza dalla variante 2M, mentre la variante 1-2 presenta un valore solo leggermente negativo. Nell'analisi di utilità, le due varianti di potenziamento del tracciato esistente risultano quindi in modo chiaro le soluzioni migliori.

Nella variante Zero+ le utilità positive e negative si bilanciano.

La numerazione degli indicatori considerati, illustrata a sinistra del grafico, riprende quella della matrice di valutazione (cfr. capitolo 6 e allegato A7).

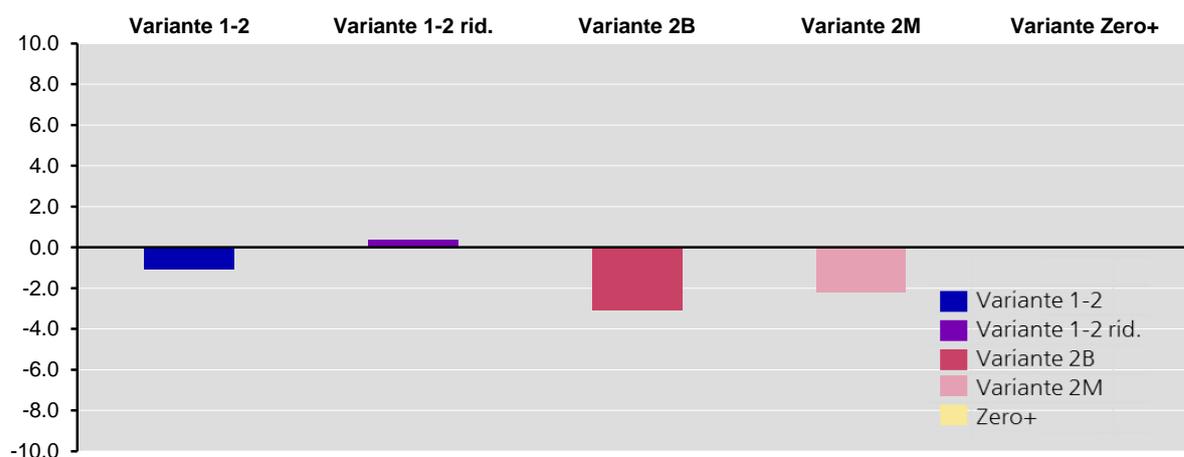


Figura 26: Bilancio dei punti di utilità

La Figura 27 evidenzia come in tutte le varianti infrastrutturali l'utilità bilanciata sia equivalente, conseguentemente all'equiparabile eliminazione della strozzatura e ai paragonabili benefici sull'economia regionale. Le varianti si distinguono invece in modo chiaro rispetto alle conseguenze negative, proporzionalmente all'intensità degli impatti sull'ambiente, il paesaggio e gli insediamenti.

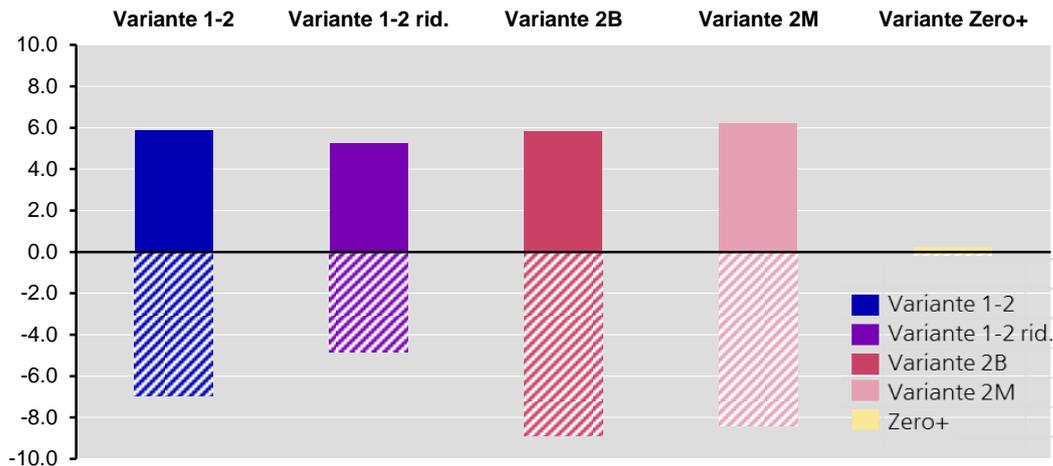


Figura 27: Effetti positivi e negativi (punti di utilità)

Riferendo gli indicatori alle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile si osservano i risultati illustrati nella Figura 28. Il maggior contributo positivo è osservabile in campo economico mentre quello più negativo si situa nel campo ambientale. Non ottenendo significativi alleggerimenti della rete stradale secondaria e neppure importanti miglioramenti della sicurezza della circolazione, gli effetti nel campo sociale risultano invece praticamente trascurabili.

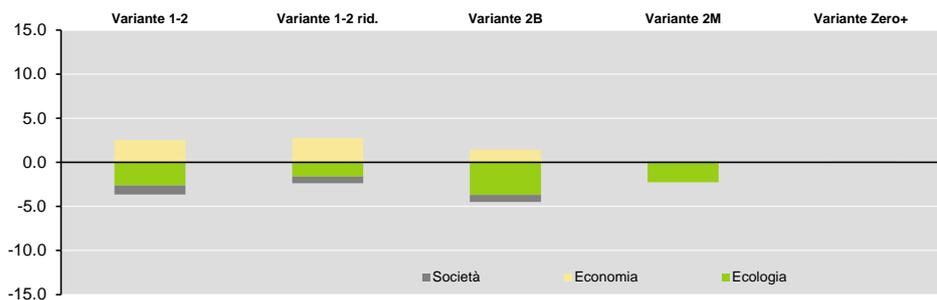


Figura 28: Bilancio dei punti di utilità suddivisi nelle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile

9.3.2 Analisi di stabilità dei risultati

Le analisi di stabilità servono a verificare gli effetti di ipotesi importanti ma legate ad una certa insicurezza applicate in sede di valutazione. La variazione dei parametri di ponderazione serve ad evidenziare se i risultati dell'analisi di utilità possono essere ritenuti stabili, quindi indipendenti dalle ipotesi formulate, oppure se la graduatoria delle varianti subisce modifiche.

Le analisi svolte riguardano la variazione dei seguenti parametri:

- ponderazione dei diversi obiettivi e criteri;
- assetto viario delle varianti (ad esempio costruzione di nuove canne a tre corsie invece che a due corsie, per evitare il traffico bidirezionale in galleria).

Variazione delle ponderazioni

La ponderazione degli obiettivi è avvenuta tramite un sondaggio tra i diversi membri del comitato tecnico di accompagnamento dello studio. La "ponderazione principale" applicata nel confronto varianti è stata ricavata confrontando le diverse ponderazioni proposte e formando il valore medio tra le ponderazioni medie dei diversi Enti coinvolti (USTRA, Divisioni del Dipartimento del territorio, Commissioni regionali dei trasporti).

Le diverse ponderazioni proposte dai singoli Enti sono poi state impiegate anche nel quadro dell'analisi di stabilità dei risultati, allo scopo di verificare il loro effetto sui risultati della valutazione.

In una prima analisi viene variata la ponderazione principale, applicando ponderazioni che di volta in volta privilegiano maggiormente il traffico, rispettivamente l'ambiente e i costi. A questo scopo sono applicate le ponderazioni medie proposte dai rappresentanti dei Servizi cantonali, delle Commissioni regionali dei trasporti e dell'USTRA che vengono aumentate di 50 punti per il settore da privilegiare e ridotte di conseguenza negli altri settori. I risultati dell'analisi sono illustrati nella Figura 29.

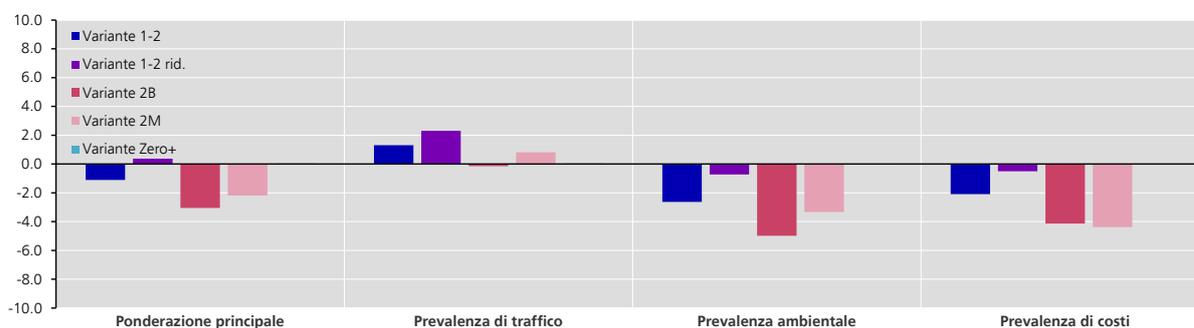


Figura 29: Risultati dell'analisi di utilità con variazione delle ponderazioni

La variazione delle ponderazioni determina variazioni della valutazione assoluta delle varianti. Ciò malgrado, le varianti "1-2 ridotta" e 1-2 risultano stabilmente le soluzioni migliori. Anche la graduatoria tra le varianti non subisce modifiche importanti; solo la ponderazione a prevalenza

finanziaria scambia di posizione le varianti 2B e 2M. Ciò attesta la plausibilità delle analisi svolte, visto come la variante 2M sia effettivamente quella che comporta i costi di investimento.

Variazione dell'assetto infrastrutturale delle varianti

In una seconda analisi sono state verificate le ipotesi legate all'assetto stradale delle varianti e le relative conseguenze. La Figura 30 riassume i risultati dell'analisi svolta considerando il potenziamento delle gallerie di San Nicolao e San Salvatore ognuna con una nuova canna a tre corsie invece che a due corsie. La Figura 31 illustra invece i risultati dell'analisi svolta ammettendo che la variante 2M prevedesse una sola galleria subacquea con traffico bidirezionale su due corsie (invece di due tubi separati con traffico direzionale) e una galleria di emergenza separata (vie di fuga). In quest'ultima soluzione la possibilità di ridurre le carreggiate sulla tratta Bissone/pontediga/Melide verrebbero a cadere. Le figure evidenziano come le modifiche di assetto producano una leggera variazione del valore assoluto (utilità) delle singole varianti, senza però modificarne la graduatoria o influenzare la scelta della variante migliore.

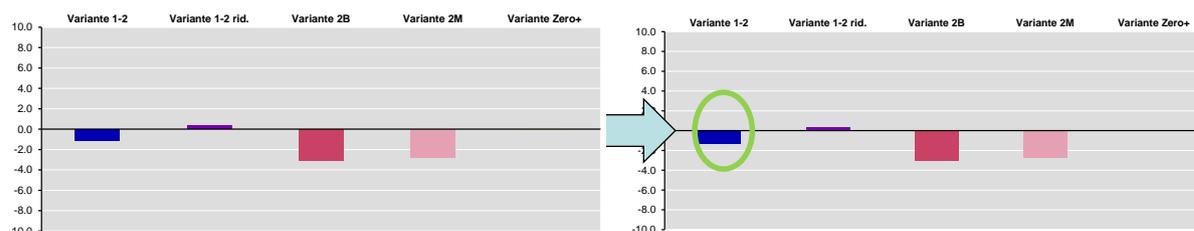


Figura 30: Risultati dell'analisi di utilità - variante 1-2 con nuove gallerie a tre corsie

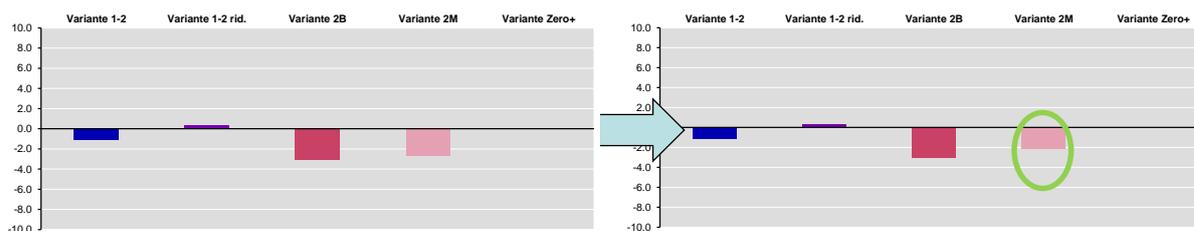


Figura 31: Risultati dell'analisi di utilità - variante 2M con galleria subacquea a due corsie con traffico bidirezionale e galleria di emergenza separata

Conclusioni

Le analisi precedentemente descritte permettono di evidenziare come i risultati dell'analisi di utilità siano da ritenere molto stabili. Indipendentemente dall'assetto stradale delle varianti come pure dalla ponderazione applicata, la variante "1-2 ridotta" e la variante 1-2 rappresentano in ogni caso le soluzioni migliori.

9.3.3 Analisi efficacia economica

L'analisi di efficacia economica si basa sui punti di utilità conseguiti dalle varianti nell'ambito dell'analisi di utilità (cfr. capitolo 9.3). Viene in particolare determinata la somma dei punti di utilità al netto dei punti riferiti agli indicatori relativi ai costi diretti di investimento e manutenzione. Questa somma viene poi contrapposta ai costi diretti: Il rapporto tra i punti di utilità (al netto di quelli legati ai costi diretti) e i costi annui diretti delle varianti misura l'efficacia economica delle varianti. I risultati sono esposti dalla Figura 32, nella quale una variante è tanto migliore quanto più ripida è la retta che congiunge l'origine al punto che la rappresenta.

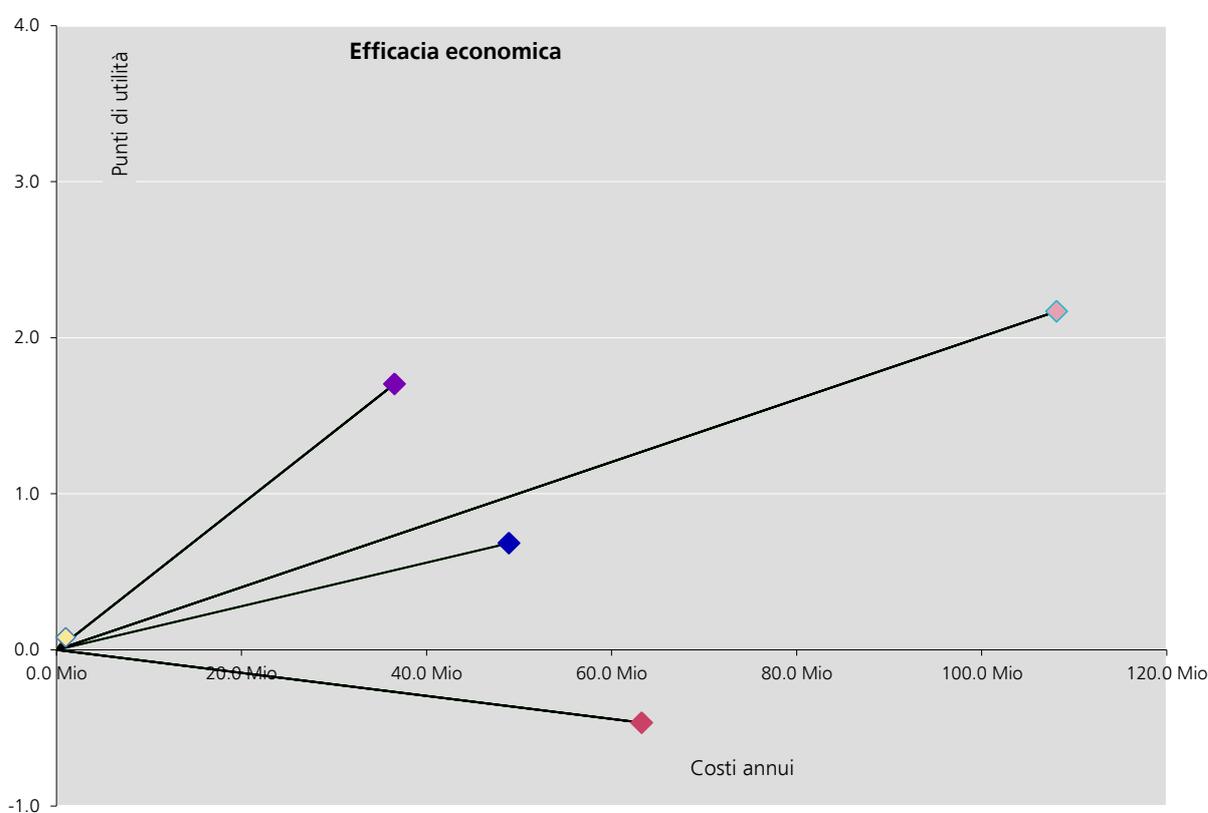


Figura 32: Analisi di efficacia economica

Anche questo tipo di analisi dimostra come la variante "1-2 ridotta" sia da ritenere migliore delle altre, nell'ordine 1-2, 2B e 2M. Il miglior rapporto tra utilità bilanciate e costi diretti è conseguito dalla variante 2M (leggermente superiore a quello della variante "1-2 ridotta"), a scapito però di costi assoluti molto più elevati.

9.4 Analisi costi-benefici ampliata

Ad ogni singolo indicatore monetarizzabile vengono assegnati specifici parametri di monetarizzazione e calcolati i guadagni o le perdite economiche che ne risultano. I risultati dei diversi indicatori sono illustrati nello specifico rapporto, mentre nel prosieguo del capitolo sono illustrati i risultati complessivi (somma delle singole valutazioni).

9.4.1 Analisi costi-benefici

Il valore netto attuale è dato dalla somma dei benefici economici annui bilanciati di ogni variante al netto dei costi annui diretti capitalizzati (costi di investimento, esercizio e manutenzione).

La Figura 33 mostra i valori attuali netti dei singoli indicatori monetarizzabili. I maggiori apporti negativi sono dati dai costi diretti (indicatori 3.1 e 3.2), mentre quelli positivi, cioè i benefici socioeconomici maggiori, sono dati dalla riduzione dei tempi di viaggio (indicatore 1.1) rispettivamente dall'aumento della sicurezza della circolazione (indicatore 2.3), limitatamente alla variante 2M. L'importanza della riduzione dei tempi di viaggio deriva da singoli guadagni individuali molto limitati sommati su un numero elevato di beneficiari annui (utenti del sistema stradale).

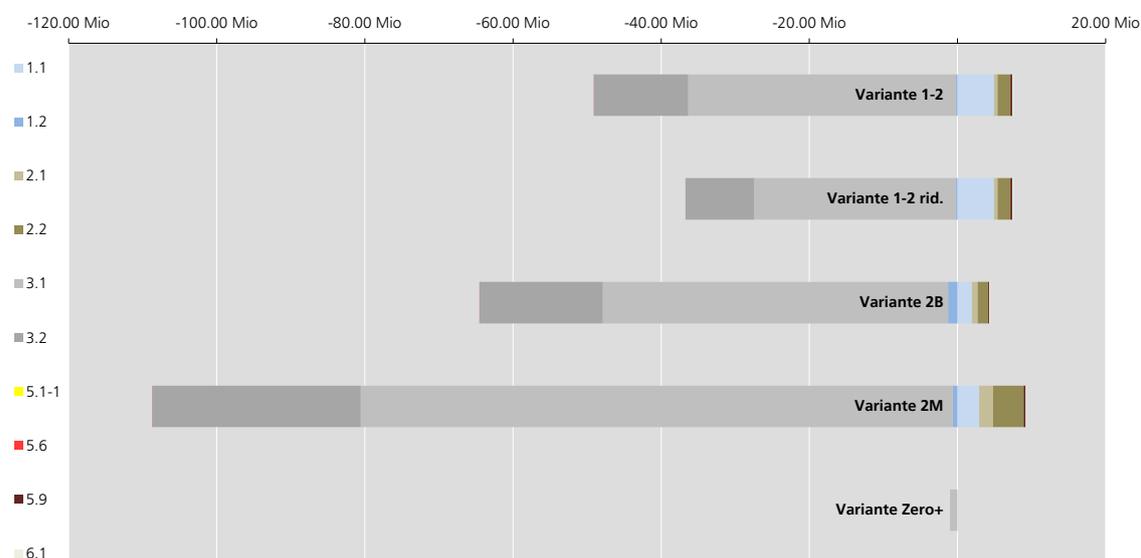


Figura 33: Valore attuale netto dei singoli indicatori monetarizzabili

La somma dei benefici socioeconomici si situa a ca. 10 mio CHF/anno per le varianti 1-2, "1-2 ridotta" e 2M rispettivamente a 5 mio CHF/anno per la variante 2B. A questi importi si contrappongono costi diretti tra 35 e 100 mio CHF/anno. Ne conseguono valori netti negativi per tutte le varianti. Il valore meno svantaggioso è raggiunto dalla variante "1-2 ridotta", seguita dalla variante 1-2. La Figura 34 illustra graficamente i risultati di questa analisi.

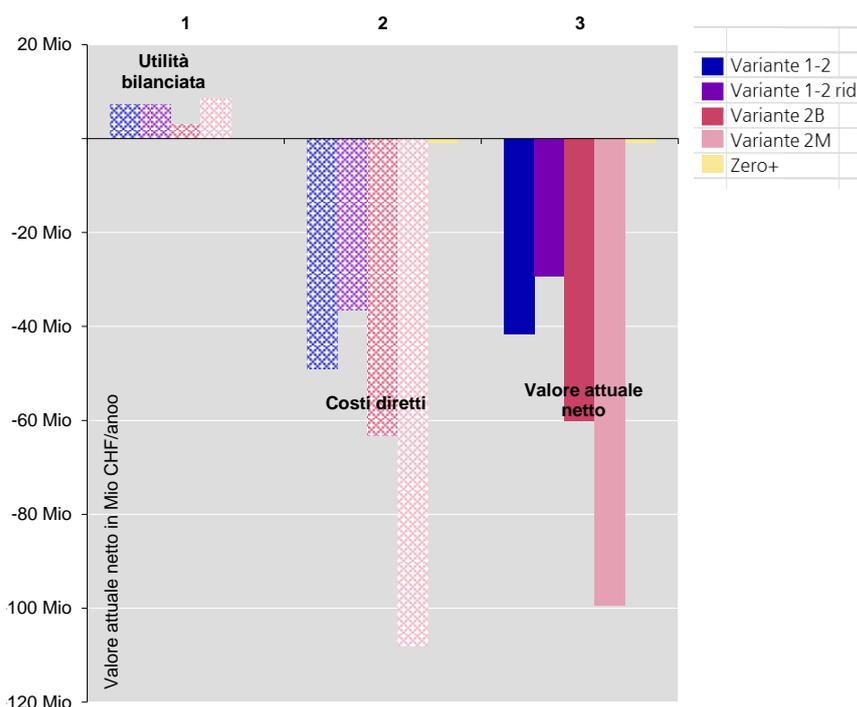


Figura 34: Valore attuale netto

Il rapporto costi-benefici esprime la relazione tra i benefici socioeconomici bilanciati e i costi diretti. Un intervento infrastrutturale opportuno presenta un rapporto costi-benefici almeno pari a 1.0. Nessuna delle varianti analizzate raggiunge rapporti costi-benefici oltre la soglia critica di 1.0 e soddisfa quindi il criterio di opportunità socioeconomica. Il rapporto costi-benefici meno sfavorevole è ottenuto dalla variante "1-2 ridotta" (= 0.2), seguita dalla variante 1-2 (= 0.15).

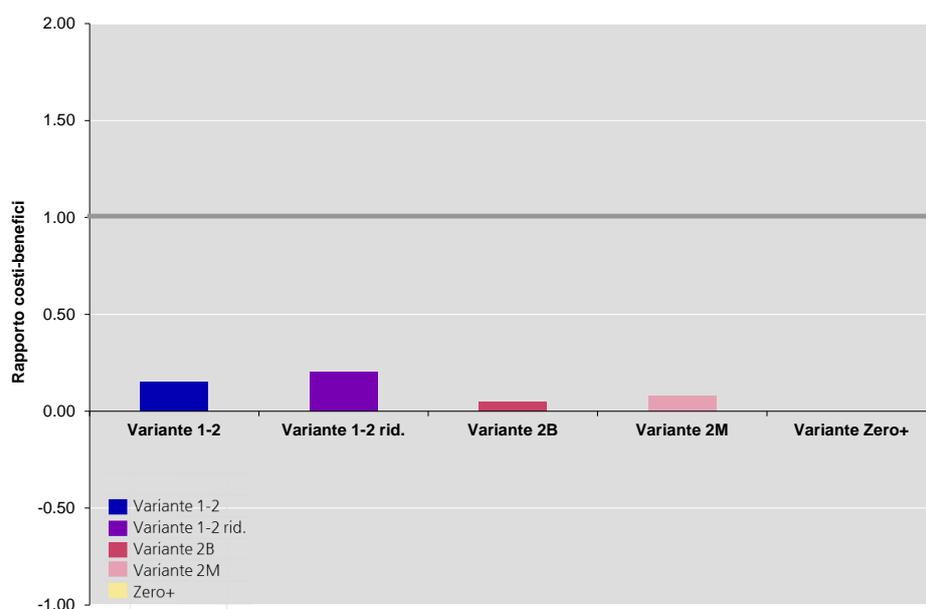


Figura 35: Rapporto costi-benefici

9.4.2 Analisi di utilità parziale

L'analisi di utilità parziale completa l'analisi costi-benefici con gli indicatori non monetarizzabili, suddivisi secondo le disposizioni del metodo NISTRA nelle singole dimensioni dello sviluppo sostenibile.

Come illustrato nella Figura 36, tutte le varianti conseguono benefici economici positivi molto simili tra loro. Le conseguenze ambientali sono negative e divergenti in proporzione all'intensità degli impatti nei diversi settori ambientali considerati. Le conseguenze sociali sono leggermente negative, con differenze tra le varianti poco pronunciate. Per stabilire la graduatoria delle varianti è quindi in primo luogo interessante il campo ambientale, nel quale la variante "1-2 ridotta" risulta migliore, seguita dalle varianti 1-2 e 2M.

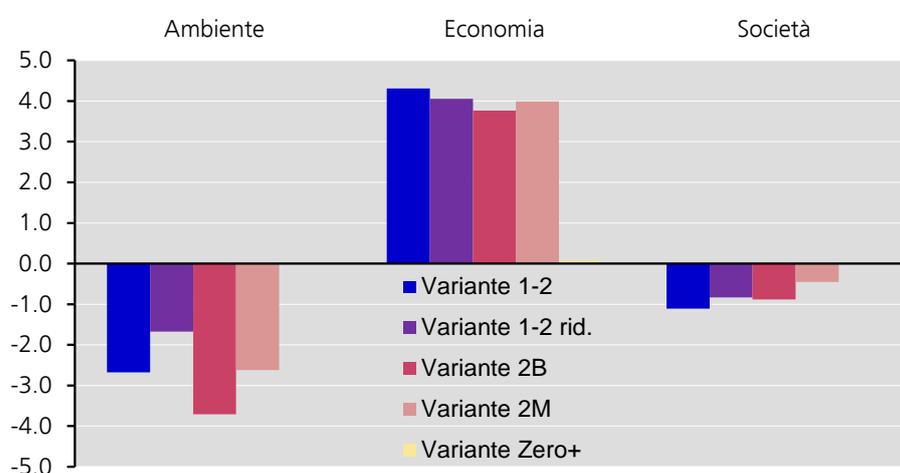


Figura 36: Risultati dell'analisi parziale secondo le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile (ambiente, economia, società)

10 Conclusione

I metodi di valutazione applicati si completano a vicenda e devono pertanto essere considerati in modo congiunto, applicando cioè un'interpretazione combinata dei risultati. Tra i risultati specifici dei due approcci, l'analisi di utilità e l'analisi costi-benefici, si constatano tuttavia forti similitudini.

In tutti i metodi di valutazione la variante "1-2 ridotta" si profila chiaramente quale variante migliore, seguita dalla variante 1-2 che denota costi infrastrutturali superiori e impatti complessivi maggiori. Solo rispetto all'efficacia economica (punti di utilità per ogni CHF investito) e all'analisi costi-benefici parziale (complemento qualitativo dell'analisi costi-benefici) la variante 2M raggiunge valutazioni equivalenti alla variante 1-2. Le varianti 2B e 2M non sono quindi in grado di compensare i costi più elevati tramite maggiori o ulteriori benefici.

La variante Zero+ non si rivela in grado di eliminare convenientemente la strozzatura e produce nel complesso solo minime variazioni rispetto allo stato di riferimento.

I risultati molto negativi dell'analisi costi-benefici vengono parzialmente compensati da quelli dell'analisi di utilità, nella quale la variante "1-2 ridotta" raggiunge una valutazione positiva. Va ciononostante rilevato che dal punto di vista socioeconomico l'opportunità del potenziamento infrastrutturale dell'autostrada non risulta dato. Ciò non contesta di fatto lo status di strozzatura sulla rete stradale nazionale tra Lugano Sud e Mendrisio, ma evidenzia la necessità di scegliere una soluzione economicamente concorrenziale capace di sostenere il confronto a livello nazionale.

Nell'ottica di una futura realizzazione, ai sensi tecnici della valutazione risulterebbe quindi consigliabile perseguire la variante "1-2 ridotta". Prevedendo l'apertura al traffico delle corsie di emergenza sul ponte-diga e tra Maroggia e Mendrisio, questa soluzione non sarebbe però conforme al principio di finanziamento degli interventi vertenti ad eliminare le strozzature. Questo è infatti assicurato tramite il fondo infrastrutturale, con il quale vengono finanziati interventi che conservano le corsie di emergenza.

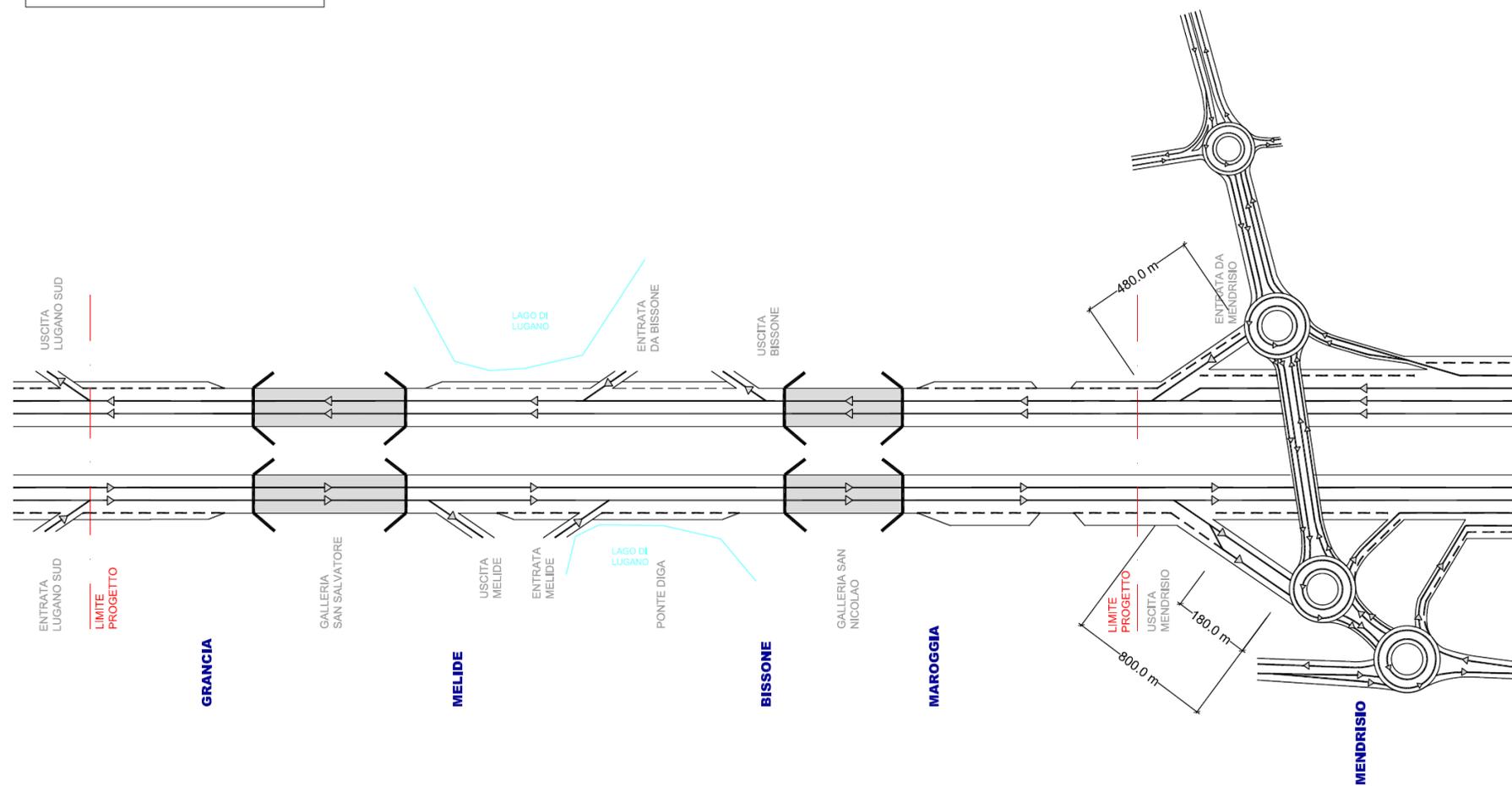
Nel caso in cui l'uso delle corsie d'emergenza tra Maroggia e Mendrisio non si rivelasse fattibile, quale soluzione alternativa dal punto di vista dell'opportunità andrebbe proposta la variante 1-2. Le varianti "1-2 ridotta" e 1-2 sono tra di loro compatibili. La variante ridotta costituisce infatti una prima tappa nella realizzazione della soluzione completa, nella quale potrebbero dapprima essere costruite le nuove canne delle gallerie San Nicolao e San Salvatore, alle quali si abbinerebbe l'uso temporaneo delle corsie d'emergenza. In una tappa successiva sarebbe poi possibile completare l'intervento con il potenziamento delle tratte all'aperto.

A1 Schema sinottico dello stato di riferimento

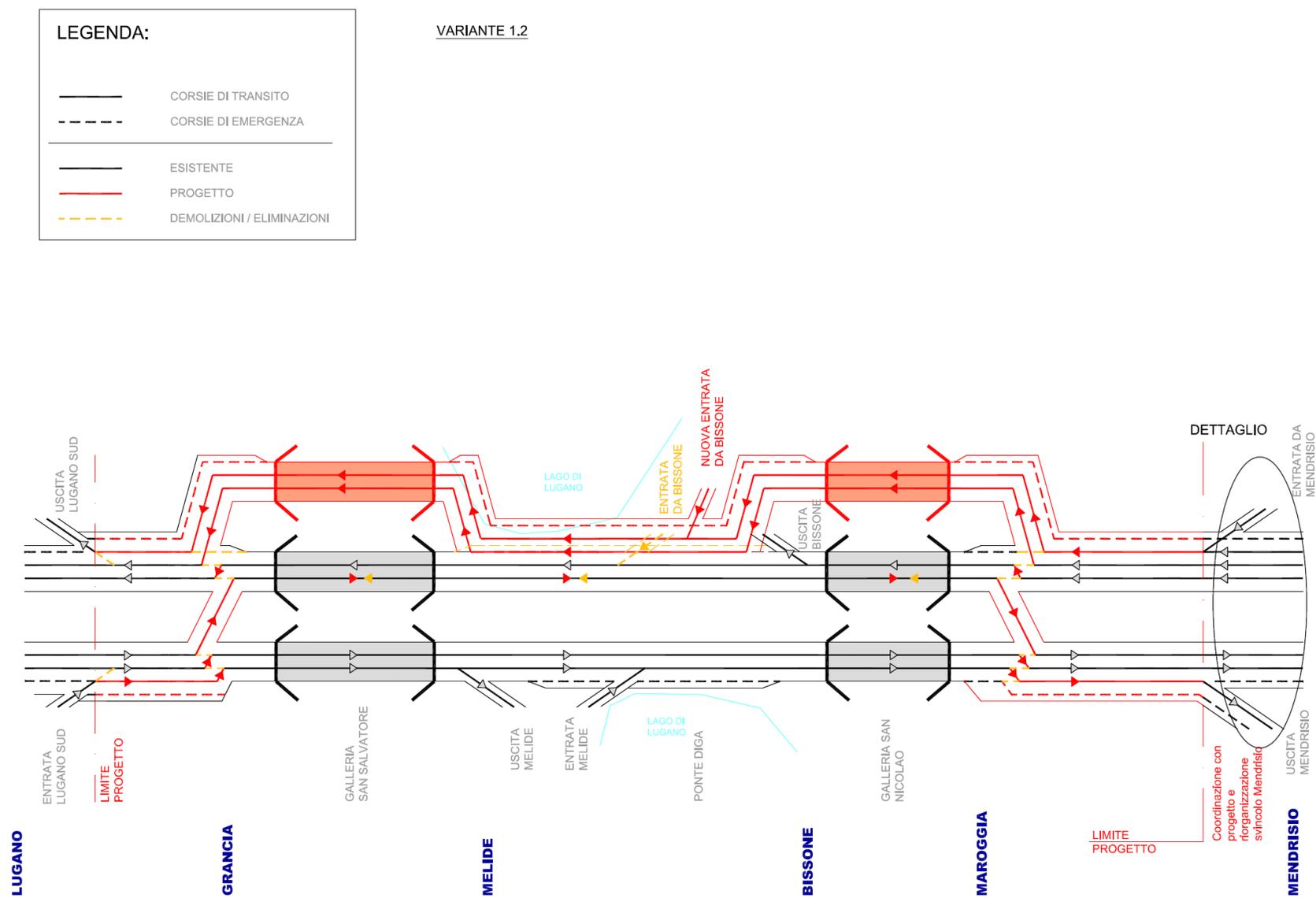
LEGENDA:

- CORSIE DI TRANSITO
- - - CORSIE DI EMERGENZA

ESISTENTE



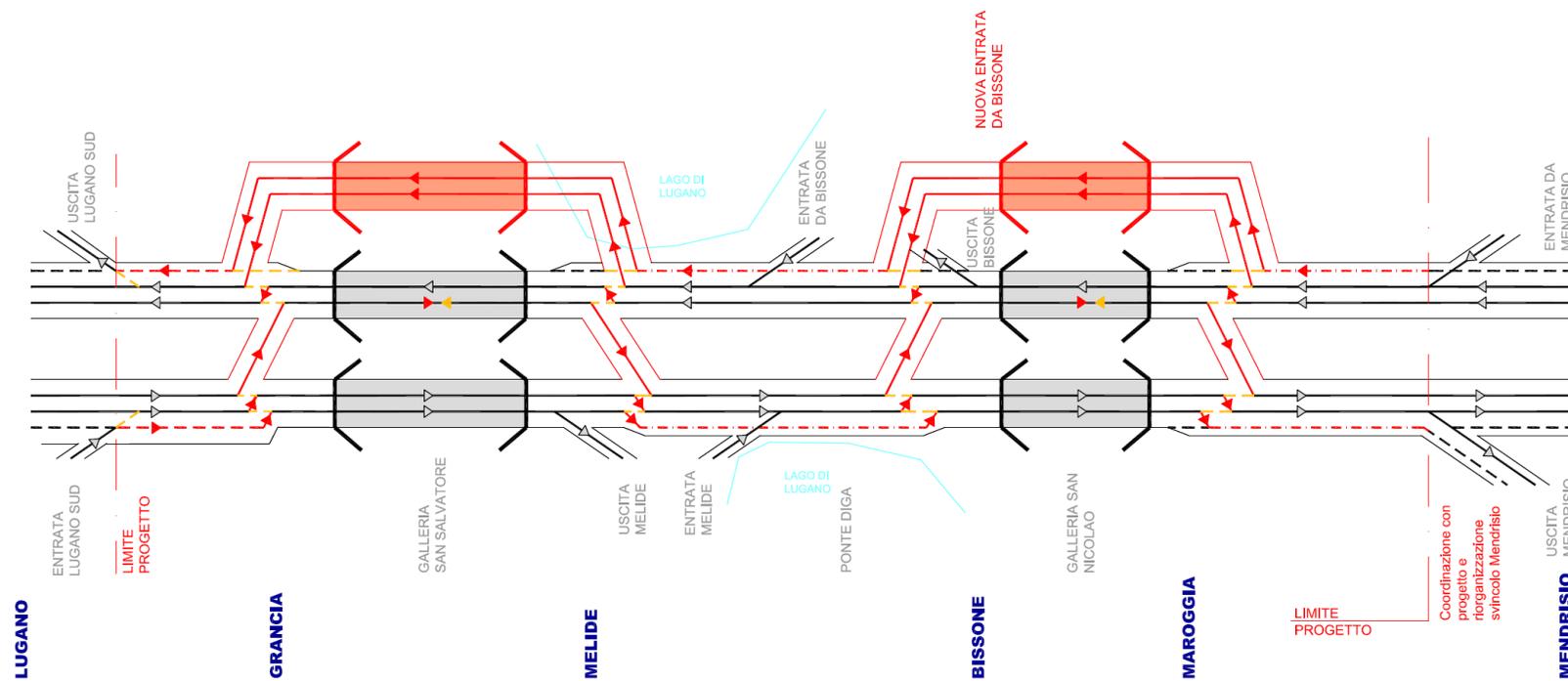
A2 Schema sinottico della Variante 1-2



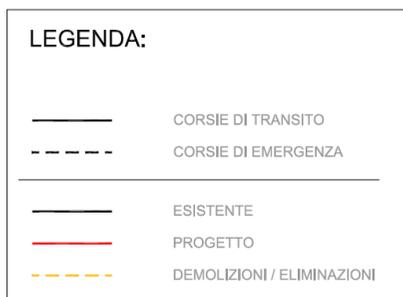
A3 Schema sinottico della Variante 1-2 ridotta



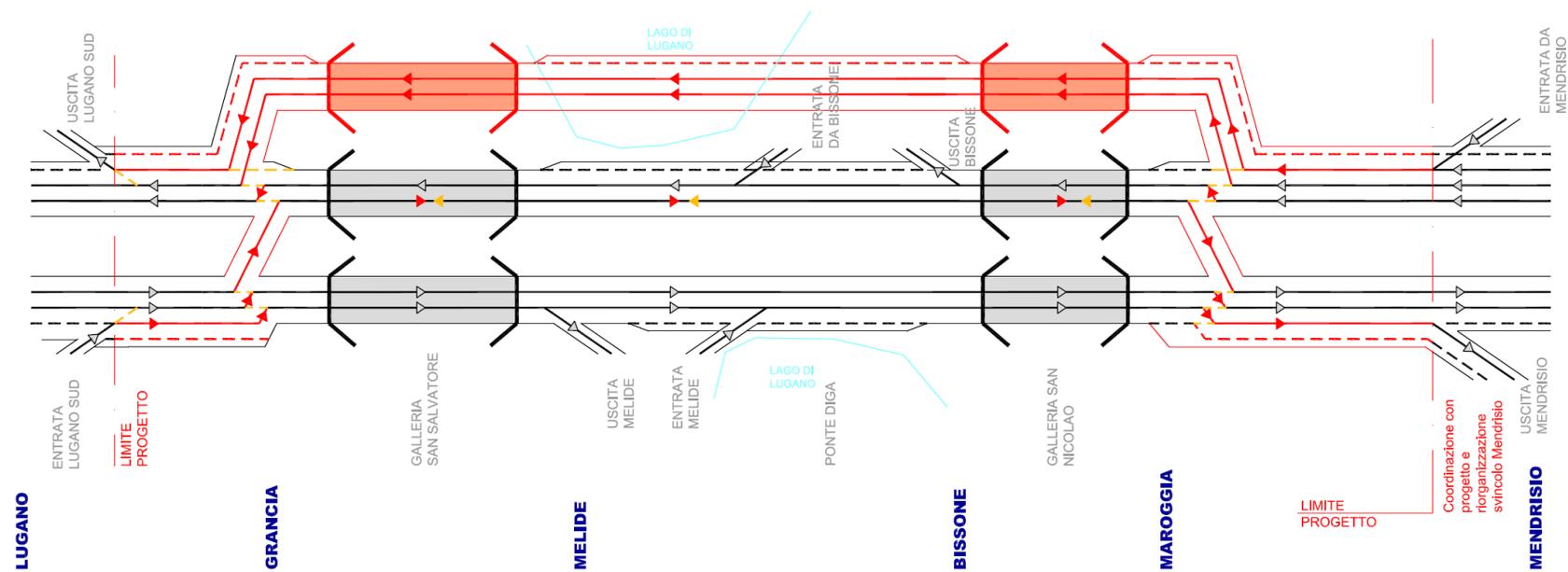
VARIANTE 1.2 RIDOTTA



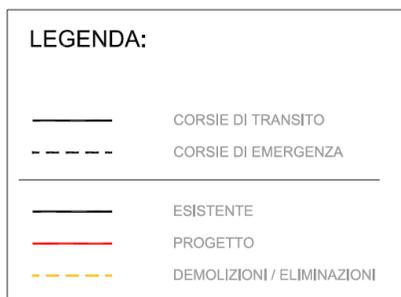
A4 Schema sinottico della Variante 2B



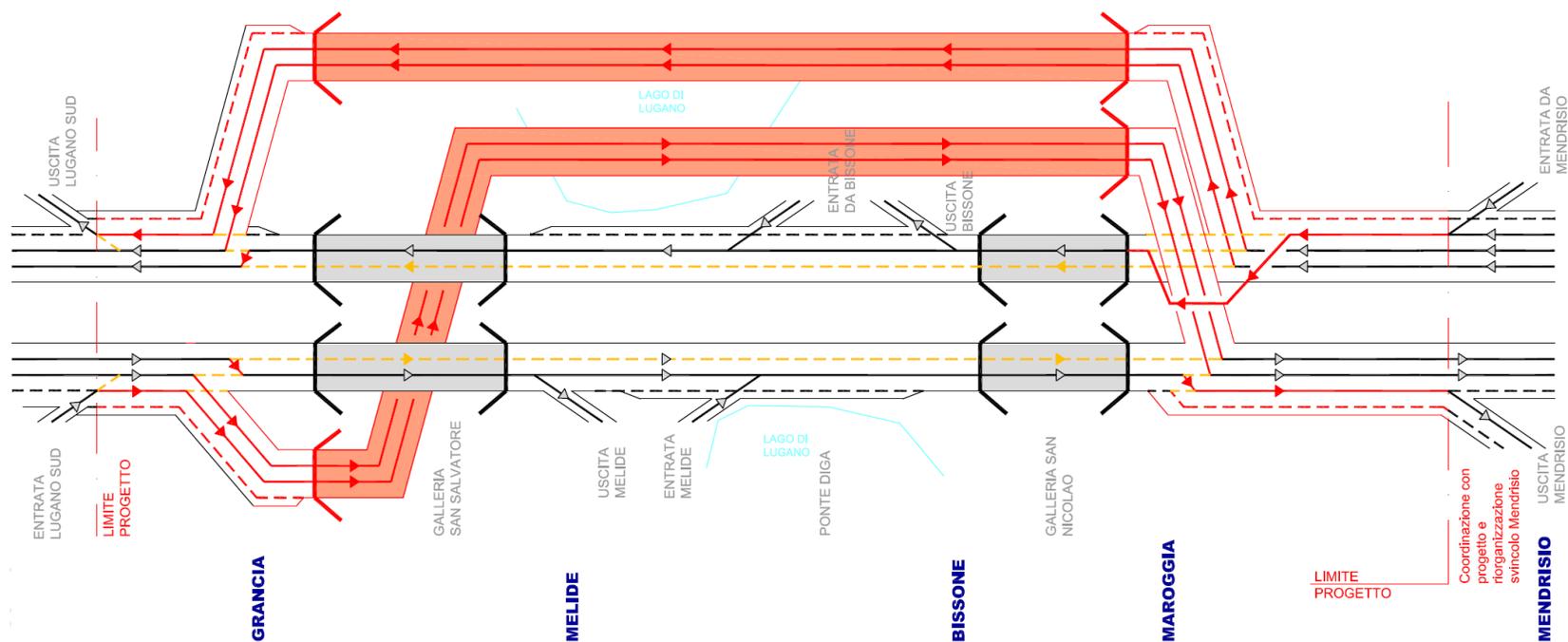
VARIANTE 2B



A5 Schema sinottico della Variante 2M

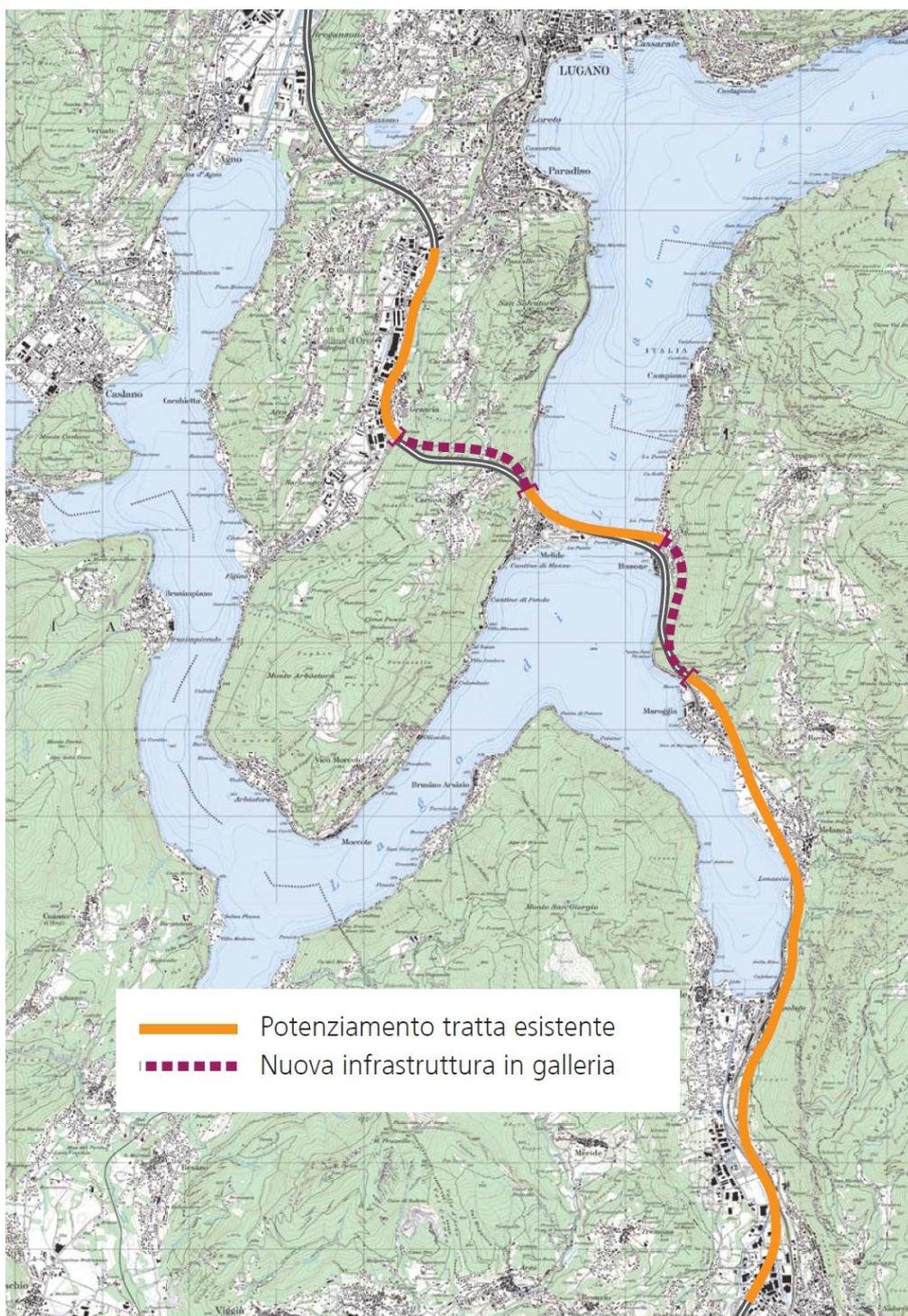


VARIANTE 2M

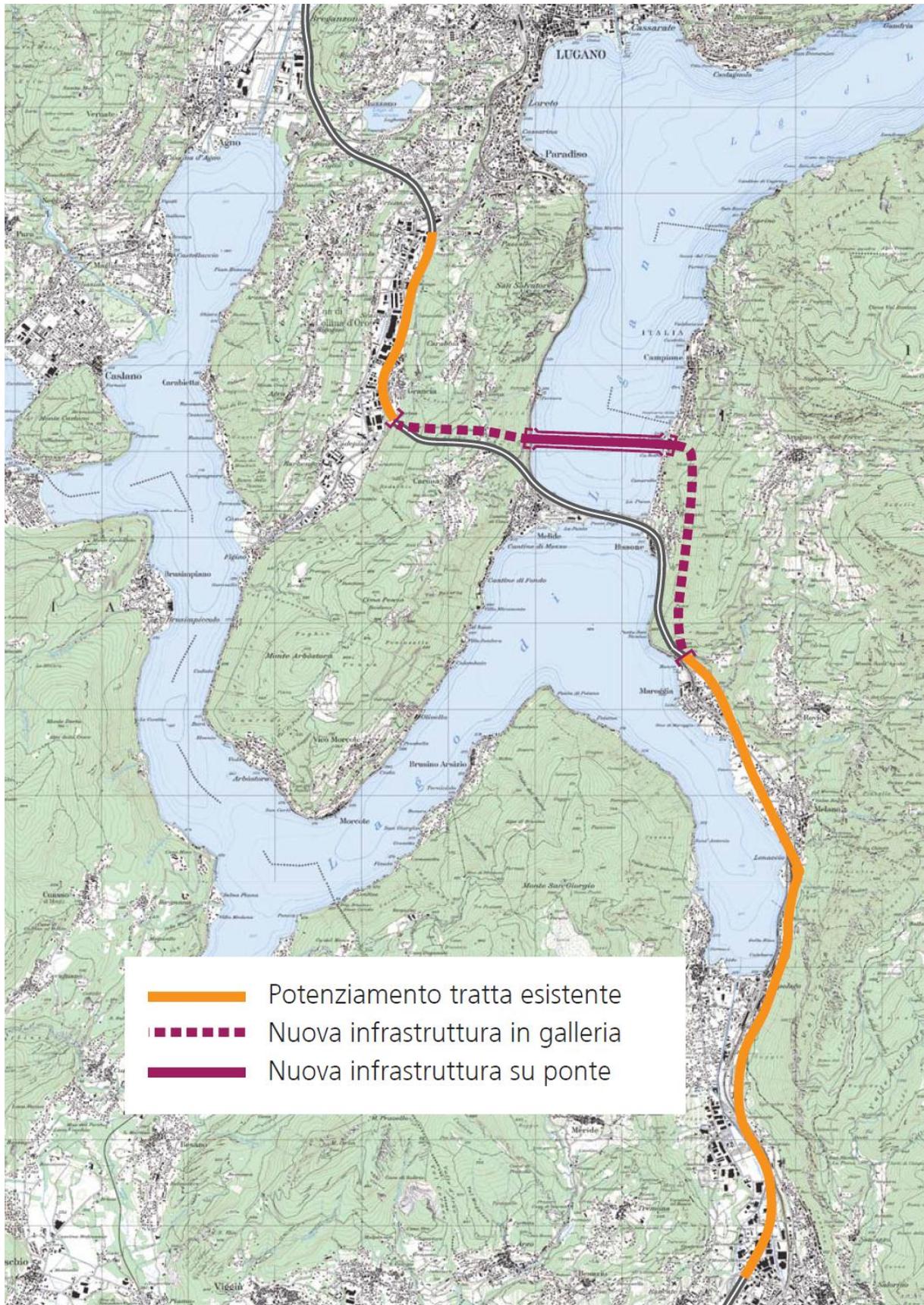


A6 Schema sinottico della tratta Maroggia-Mendrisio (Varianti 1-2, 2B, 2M)

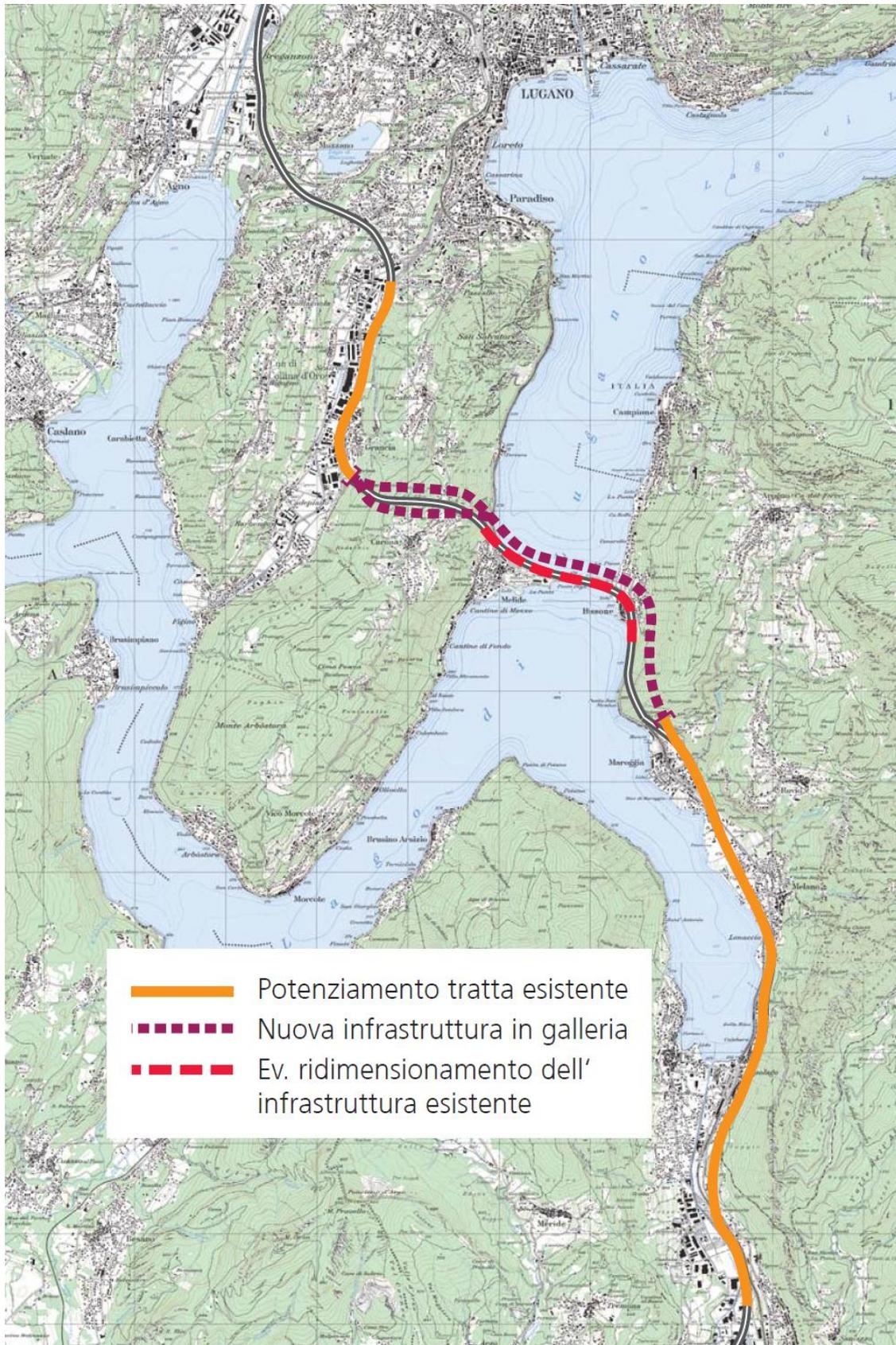
Variante 1-2:



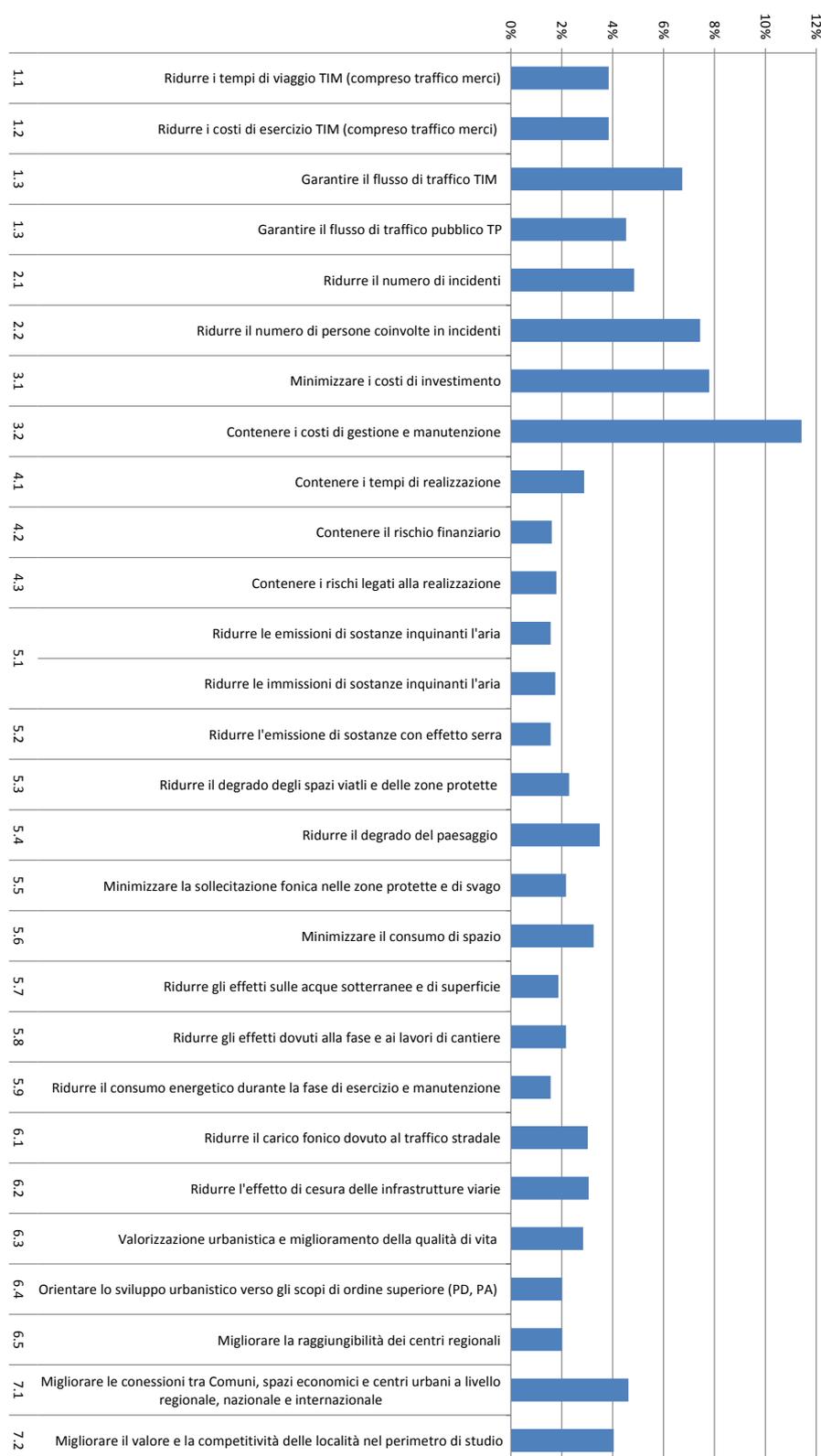
Variante 2B:



Variante 2M:



A7 Ponderazione degli indicatori per il confronto varianti



A8 Carta aggregata dei conflitti

