

**RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220 KV DELLA VAL FORMAZZA  
INTERCONNECTOR SVIZZERA – ITALIA "ALL'ACQUA-PALLANZENO-BAGGIO"  
INTEGRAZIONI VOLONTARIE**


**STUDIO ALTERNATIVE NEL COMUNE DI FORMAZZA (VB)**

Ing. M. Sala



**Storia delle revisioni**

Rev. n°	Data	Descrizione
00	03/05/2016	Prima emissione
01	16/11/2016	Modifica nome alternativa 3
02	16/12/2016	Inserimento di indicatori tecnico/economici
03	24/05/2018	Inserimento di due soluzioni alternative aggiuntive

Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato
 A. Baglivi, C. De Bellis, M. Ghilardi, S. Malinverno, C. Pertot CESI S.p.A.	V.Perosino L. Mosca (ING/PRE-APRI NO) P. Matli (AOTTO-UI- NO-TEC)	V. De Santis ING/PRE-IAM	N. Rivabene ING/PRE-IAM

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
1.1	Generalità e finalità dello studio .....	3
<b>2</b>	<b>SINTESI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO.....</b>	<b>3</b>
2.1	Localizzazione dell'intervento e caratteristiche principali dei tracciati.....	3
2.2	Alternativa n. 1 di Progetto .....	7
2.3	Alternativa n. 2 – MIBACT (IA_TT2 – Asse MIBACT) .....	7
2.4	Alternativa n. 3 – Asse Comune di Formazza (IA_TT2 – Asse Comune di Formazza) .....	8
2.5	Alternativa n. 4 – Asse Toggia/MIBACT (I1_1017 – Asse Toggia/MIBACT).....	9
2.6	Alternativa n. 5 – Asse Toggia/Castel (I2_1017 – Asse Toggia/Castel) .....	9
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE .....</b>	<b>10</b>
3.1	Inquadramento paesaggistico dell'area.....	10
3.1.1	Generalità.....	10
3.1.2	Analisi delle alternative .....	12
3.2	Caratterizzazione morfologica e individuazione dei principali dissesti .....	13
3.2.1	Generalità.....	13
3.2.2	Analisi delle alternative .....	15
3.3	Tipologie forestali.....	22
3.3.1	Generalità.....	22
3.3.2	Analisi delle alternative .....	23
3.4	Elementi del paesaggio naturale e antropico .....	25
3.4.1	Sentieri .....	25
3.4.1.1	Analisi delle alternative .....	26
3.4.2	Alpeggi e punti di vista sensibili .....	29
3.4.2.1	Analisi delle alternative .....	29
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLE ALTERNATIVE .....</b>	<b>32</b>
4.1	Individuazione degli indicatori di confronto.....	32
4.1.1	Sintesi delle valutazioni delle alternative .....	35
4.2	Valutazione delle alternative.....	38
4.2.1	Metodologia.....	38
4.2.2	Risultati .....	38
4.3	Individuazione degli indicatori economici .....	42
4.3.1	Considerazioni sul rapporto dei pesi tra i sostegni appartenenti alla stessa serie .....	45
4.3.2	Considerazioni sull'incremento del costo opera in funzione della differente distribuzione sostegni .....	46
4.3.2.1	Coefficiente di costo del tratto di linea .....	46
4.3.3	Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa MIBACT (IA_TT2 – Asse MIBACT) ....	49
4.3.4	Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa Asse Comune di Formazza (IA_TT2 – Asse Comune di Formazza).....	50
4.3.5	Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa Asse Toggia/MIBACT (I1_1017 – Asse Toggia/MIBACT).....	51
4.3.6	Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa Asse Toggia/Castel (I2_1017 – Asse Toggia/Castel) .....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Generalità e finalità dello studio

Nella presente relazione si propone lo studio delle alternative di progetto dei tracciati che potrebbero interessare il territorio comunale di Formazza, relativamente al progetto di Razionalizzazione nella Val Formazza e al progetto Interconnector (All'Acqua-Pallanzeno).

L'obiettivo è quello di fornire un documento di analisi del territorio comunale di Formazza, che possa essere di supporto alle decisioni per identificare la soluzione ambientalmente, tecnicamente ed economicamente più sostenibile.

Il documento è strutturato come segue:

- descrizione sintetica del tracciato di progetto e delle alternative proposte;
- caratterizzazione dell'area di interesse;
- descrizione del metodo di analisi e l'identificazione degli indicatori di confronto;
- analisi delle alternative proposte tramite l'ausilio degli indicatori identificati;
- valutazione dei risultati ottenuti dall'analisi delle alternative;
- considerazioni conclusive relativamente ai risultati ottenuti.

Si specifica che la revisione 03 del documento viene emessa a completamento dello studio delle alternative con l'aggiunta di due soluzioni alternative, proposte nel corso dei tavoli tecnici del 25/05/2017, del 13/07/2017 e del 19/10/2017 ai quali hanno partecipato i Ministeri e le Regioni interessate dagli interventi.

## 2 SINTESI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

### 2.1 Localizzazione dell'intervento e caratteristiche principali dei tracciati

Le alternative analizzate si sviluppano interamente nel comune di Formazza e sono (Figura 2.1.1 e Figura 2.1.2):

- ALT. 1 - alternativa di progetto, di lunghezza di 6.347 km;
- ALT. 2 - alternativa che tiene conto delle osservazioni avanzate dal MIBACT, lunga ca. 7.689 km;
- ALT. 3 - alternativa di proposta dal Comune di Formazza, lunga ca. 6.618 km;
- ALT. 4 - alternativa asse Toggia/MIBACT, che tiene conto delle nuove osservazioni del MIBACT, lunga ca. 8.083 km;
- ALT 5 - alternativa asse Toggia/Castel, lunga ca. 7.638 km.

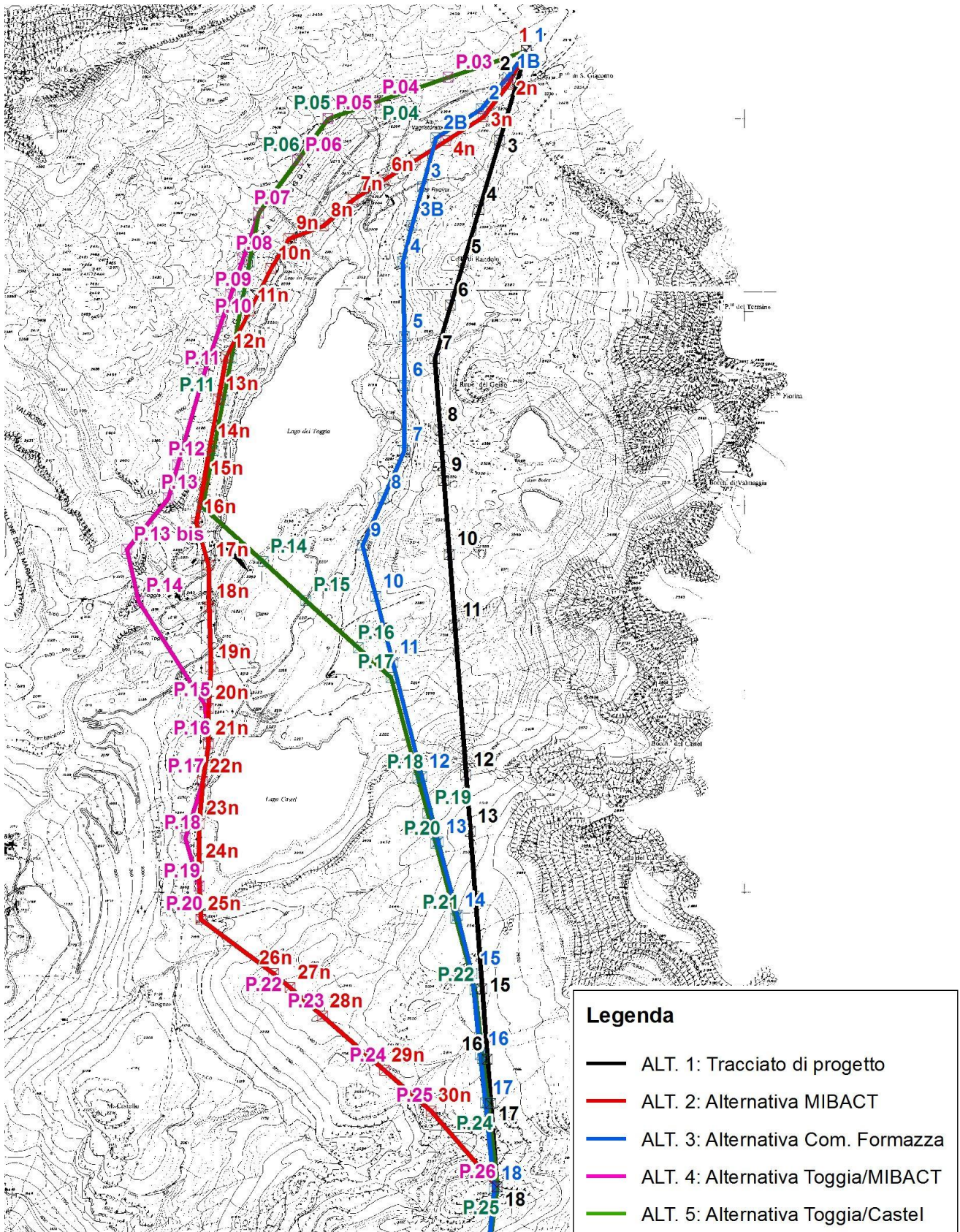
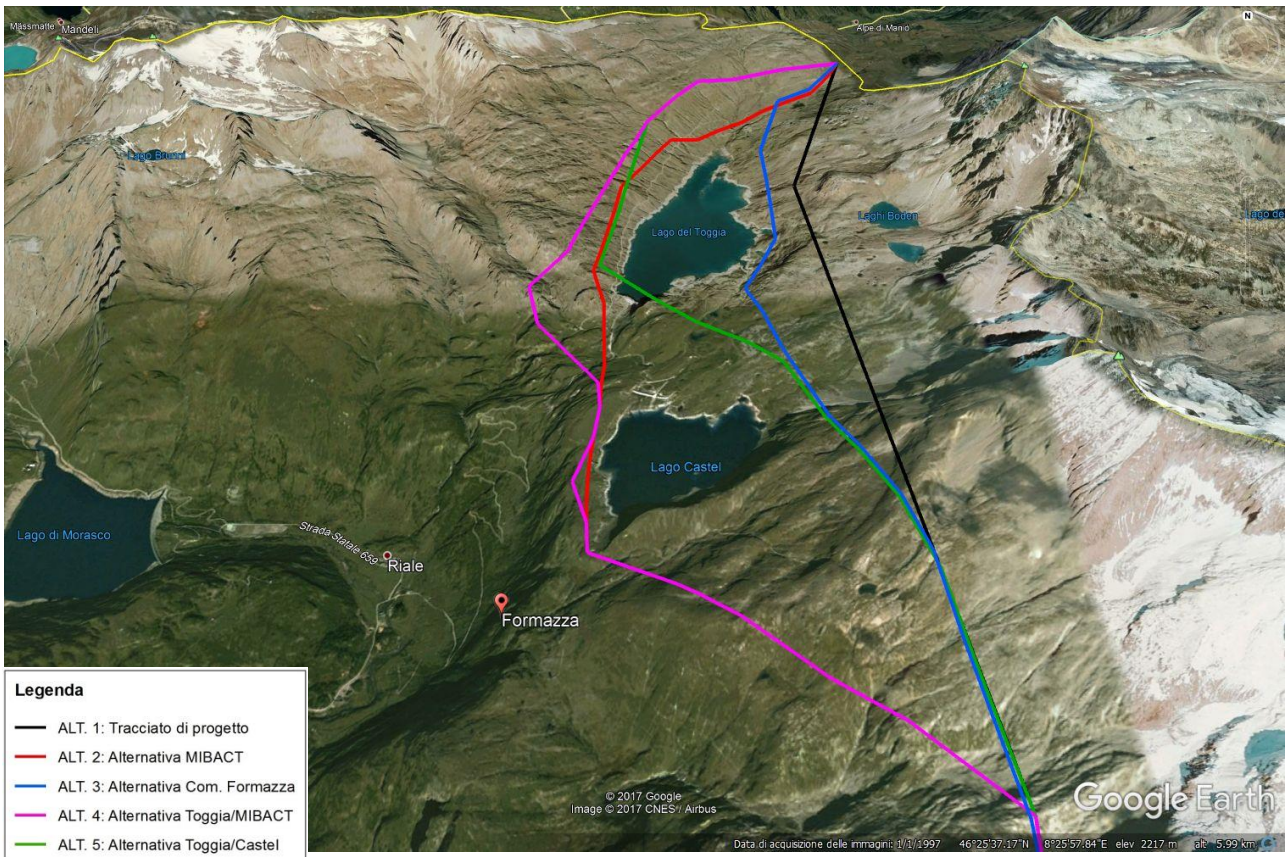


Figura 2.1.1: Inquadramento delle alternative



Fonte dati: Google earth

Figura 2.1.2: Inquadramento delle alternative su google earth

Nello specifico le caratteristiche tecniche delle cinque alternative a confronto sono sintetizzate in Tabella 2.1-1. In particolare dalla tabella si evince che, sul medesimo tratto:

- per sviluppare l'alternativa n. 1 di progetto sono necessari 19 sostegni, 5 dei quali necessitano di vernice segnaletica ( $h > 60$  m), con verniciatura a strisce bianche e rosse nel terzo superiore del sostegno;
- per sviluppare l'alternativa n. 2 MIBACT sono necessari 32 sostegni, 15 dei quali necessitano di vernice segnaletica ( $h > 60$  m);
- per sviluppare l'alternativa n. 3 asse Comune di Formazza sono necessari 22 sostegni, 11 dei quali necessitano di vernice segnaletica ( $h > 60$  m);
- per sviluppare l'alternativa n. 4 asse Toggia/MIBACT sono necessari 28 sostegni, uno dei quali necessita di vernice segnaletica ( $h > 60$  m);
- per sviluppare l'alternativa n. 5 asse Toggia/Castel sono necessari 26 sostegni, nessuno dei quali necessita di vernice segnaletica ( $h > 60$  m).



## 2.2 Alternativa n. 1 di Progetto

Dal passo San Giacomo (quota 2.313 m s.l.m.) la linea elettrica in doppia terna si sviluppa in destra del Lago Toce e Castel fino a monte del Lago Nero (quota 2.580 m s.l.m.), per 6,3 km.

Le immagini successive mostrano la futura ubicazione del primo tratto in doppia terna vista da Sud dalla posizione del nuovo asse linea sui laghi Toggia e Castel (sullo sfondo il confine svizzero). Attualmente l'asse esistente passa sull'altra sponda dei laghi per buttarsi a valle in prossimità delle Cascate del Toce (area di notevole valenza paesaggistica).

L'area interessata dal tracciato è per lo più caratterizzata da un paesaggio tipicamente alpino in cui è possibile osservare praterie e pascoli intervallati a rocce e macereti.

Da un punto di vista geologico si segnala la presenza di depositi glaciali alternati a coltri alluvio-colluviali e metasedimenti, affioramenti e depositi tipici delle zone alpine.



*Figura 2.2.1: Passo San Giacomo e Lago Toce*

## 2.3 Alternativa n. 2 – MIBACT (IA\_TT2 – Asse MIBACT)

L'Alternativa n. 2 prevede la realizzazione del tratto in doppia terna dal Passo S. Giacomo in destra idrografica del lago Toggia ricalcando grosso modo il tracciato dell'esistente linea 220 kV All'Acqua – Ponte.

Il tracciato risulta a maggior impatto vedutistico soprattutto dal lago Castel e dal rifugio Maria Luisa (unico rifugio in zona che dispone di 72 posti letto, di proprietà del CAI di Busto Arsizio.)

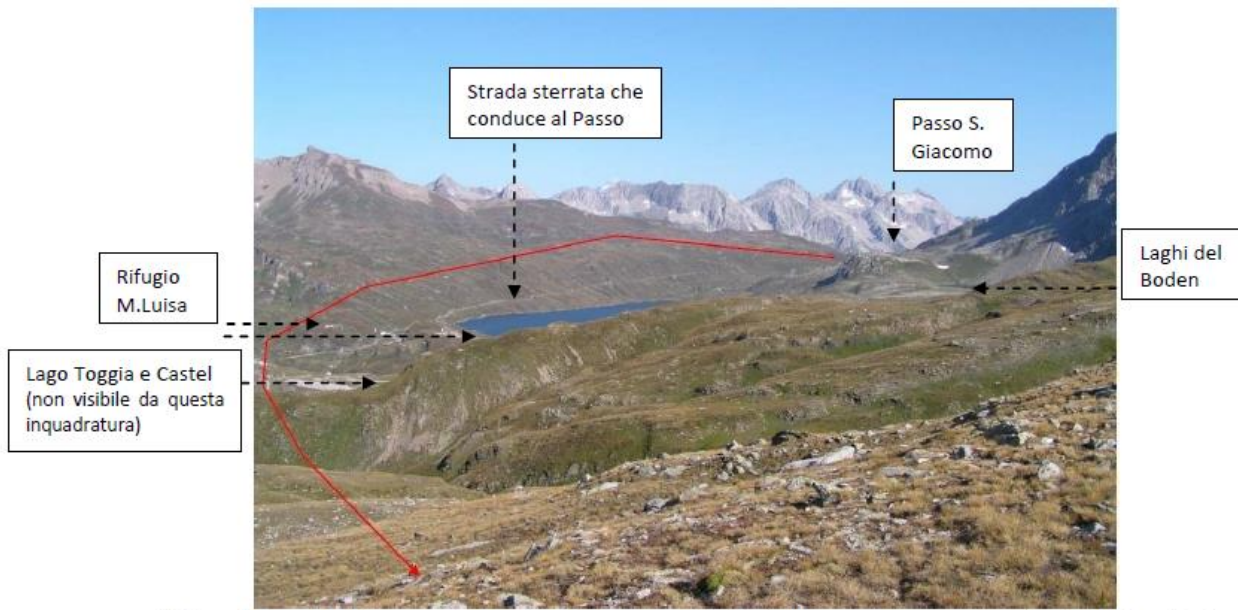


Figura 2.3.1: Tracciato Alternativa 2 MIBACT nei pressi del Lago Toggia

## 2.4 Alternativa n. 3 – Asse Comune di Formazza (IA\_TT2 – Asse Comune di Formazza)

L'alternativa proposta permette l'allontanamento dell'elettrodotto rispetto ai laghi di Boden, luogo di particolare valore paesaggistico dell'alta Val Formazza.

L'allontanamento dai laghi Boden comporta un avvicinamento ai laghi Toggia e Castel ed un conseguente aumento della visibilità dalla strada sterrata che dalla Val Formazza conduce al passo S. Giacomo, valico alpino sul confine tra Italia e Svizzera (2.308 m s.l.m.). Questi luoghi sono meta di itinerari turistici raggiungibili sia nel periodo estivo che nel periodo invernale.



Figura 2.4.1: Tracciato Alternativa 3 asse Comune di Formazza nei pressi del Lago Toggia



## **2.5 Alternativa n. 4 – Asse Toggia/MIBACT (I1\_1017 – Asse Toggia/MIBACT)**

L'alternativa n. 4 prevede la realizzazione del tratto in doppia terna dal Passo S. Giacomo in destra idrografica del lago Toggia, mantenendosi a maggior distanza dal lago stesso ed evitando l'interferenza con i laghi Boden. In corrispondenza del lago Castel il tracciato segue, ad eccezione del sostegno P18, l'alternativa n. 2, con elevato impatto vedutistico dal lago Castel e dal rifugio Maria Luisa. L'introduzione del sostegno 13 bis si è resa necessario a causa della presenza di un fabbricato rurale lungo la congiungente i sostegni 13 e 14.



*Figura 2.5.1: Tracciato Alternativa 4 Asse Toggia/MIBACT rifugio Maria Luisa*

## **2.6 Alternativa n. 5 – Asse Toggia/Castel (I2\_1017 – Asse Toggia/Castel)**

L'alternativa n. 5 prevede la realizzazione del tratto in doppia terna dal Passo S. Giacomo in destra idrografica del lago Toggia, ricalcando grosso modo il tracciato dell'esistente linea 220 kV All'Acqua – Ponte. In corrispondenza dell'estremità inferiore del lago Toggia, la linea elettrica passa in sinistra orografica unendosi al tracciato dell'alternativa 3 fino a monte del Lago Nero (quota 2.580 m s.l.m.).



*Figura 2.6.1: Tracciato Alternativa 5 Asse Toggia/Castel nei pressi del Lago Nero*

### **3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE**

#### **3.1 Inquadramento paesaggistico dell'area**

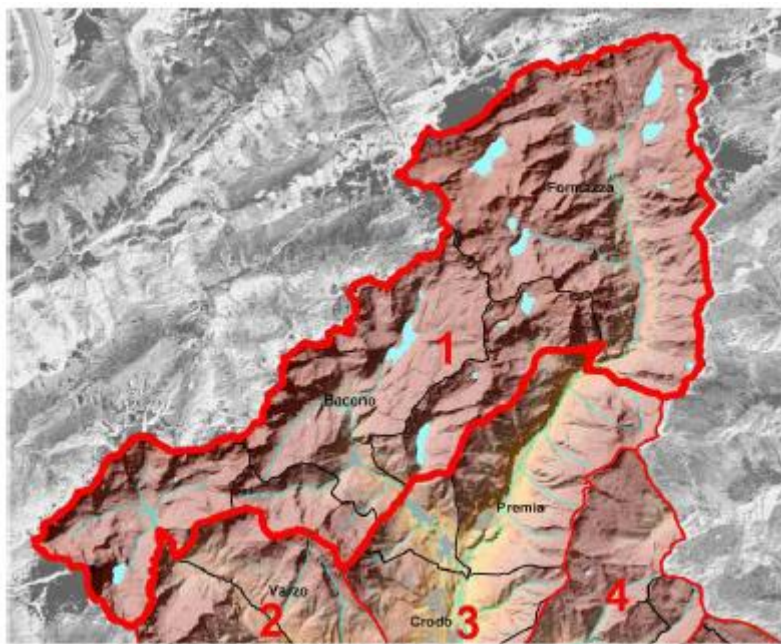
##### **3.1.1 Generalità**

I tracciati analizzati si sviluppano nell'alta Val Formazza e, in particolare, nell'Ambito paesistico n. 1 dell'Alpe Veglia, Devero e Formazza.

L'ambito è costituito essenzialmente dalle testate settentrionali della Val d'Ossola, con brevi valli sospese contornate dalle più alte vette delle Alpi Lepontine Occidentali; queste ultime sono connotate da caratteri di particolare qualità per gli aspetti naturalistici (in alta quota ghiacciai, rupi, laghi alpini, sorgente del fiume Toce, flora, praterie e boschi) e insediativi (presenze di cultura Walser), che costituiscono il medesimo paesaggio del limitrofo territorio elvetico.

L'ambito è delimitato a Occidente dai massicci di M.Leone-P.d'Aurona, di P. Boccareccio, dell'Arbola-Hohsand-Gries, che tendono dal passo del Gries a quello di San Giacomo; a Oriente il confine corre lungo la cresta del Basodino, mentre a Sud il gradino gigantesco delle Casse lo separa decisamente dalla sottostante Valle Antigorio. La Valle Formazza è attraversata da una strada storica, che conduce al Passo di San Giacomo verso la Svizzera, attraverso conche segnate da laghi per l'energia idroelettrica. Solo nel 1920 la strada divenne rotabile e questo sostanziale isolamento, durato per secoli, ha permesso di mantenere una forte specificità culturale. Nelle costruzioni domina l'uso della pietra di serizzo, di colore scuro, utilizzata insieme al legno, nell'architettura tradizionale Walser.

Formazza è il comune principale della valle e comprende diverse frazioni, tra cui Ponte, ove è ubicata la sede del municipio. L'attività turistica invernale completa una più robusta economia locale fondata sul turismo estivo e sulle produzioni alpine di carni e latticini.



*Figura 3.1.1: Ambito 1 - Alpe Veglia, Devero, Formazza*

Sulla base della caratterizzazione contenuta nel Piano Paesaggistico Regionale (PPR), gli elementi peculiari dell'ambito paesistico interessato possono essere sintetizzati come segue.

#### **FATTORI CARATTERIZZANTI**

- Sistema degli insediamenti e degli alpeggi Walser (in particolare edifici a blockbau), tra cui emergono – per conservazione e mantenimento di alcuni dei caratteri tipizzanti – i centri di Devero, Veglia, Formazza, Ponte, Canza, Salecchio e Rivasco; il sistema degli alpeggi Walser è riconoscibile particolarmente a Premio, frazione Ausone;
- sistema idrografico del fiume Toce, che assume particolare valenza paesistica in corrispondenza della Cascata alimentata dalle fonti del corso d'acqua.

#### **FATTORI QUALIFICANTI**

- Emergenza paesaggistica isolata legata alla centrale idroelettrica di Valdo (1922), che si inserisce in un più ampio sistema infrastrutturale di produzione energetica che interessa anche altri ambiti limitrofi;
- emergenza naturalistica della Cascata del Toce (la Frua);
- albergo decò sulla cascata del Toce (1922-1923);
- emergenze edilizie della prima età moderna: casa-forte e casa Sciligo a Formazza;
- caratteri tipizzanti edilizia: coperture in scandole lignee;
- sistema di strutture comunitarie destinate alla produzione del pane, tra cui spiccano il mulino della frazione di Salecchio Superiore (comune di Premio) e i forni realizzati negli aggregati della vallata.

Oltre alla puntuale individuazione e perimetrazione degli elementi dei sistemi di beni sopra elencati e delle relative pertinenze storiche e percettive, si segnalano per la stratificazione storica e per il valore paesaggistico:

- territorio dell'Alpe Veglia e Devero;
- territorio dell'Alpe Vova, Salecchio e Atillone;
- territorio del Passo di San Giacomo e del Passo del Gries, nonché la già citata Cascata del Toce.

#### **STRUMENTI DI SALVAGUARDIA PAESAGGISTICO - AMBIENTALE**

- Parco Naturale e zona di salvaguardia dell'Alpe Veglia e Alpe Devero (con SIC e ZPS, interesse geologico e mineralogico; boschi di larici; zone umide);
- galassini Alpe Devero, Zona Carsica del Castel, Alpe Vova, Salecchio e Atillone.

Tutta l'area di interesse e le alternative analizzate nel presente studio ricadono nell'ambito della ZPS IT1140021 della Val Formazza e nella ZSC IT1140004 Alta Val Formazza

#### **3.1.2 Analisi delle alternative**

In generale è possibile osservare come i tracciati dell'alternativa 2, proposto dal MIBACT, e dell'alternativa 5, asse Toggia/Castel, interessino un'area a maggiore sensibilità paesaggistica, data la presenza del Lago di Toggia, del Lago Castel e del contesto alpino in cui essi si inseriscono.

Il tracciato dell'alternativa n. 4 Toggia/MIBACT si sviluppa circa 100 m più distante dal lago di Toggia.

Tutti i tracciati risultano visibili dal Lago Toggia e dal Lago Castel (Figura 3.1.2), tuttavia le alternative 3, asse Comune di Formazza, e 5, Toggia/Castel, si discostano maggiormente da detti elementi. .



*Figura 3.1.2: Lago Castel*

## 3.2 Caratterizzazione morfologica e individuazione dei principali dissesti

### 3.2.1 Generalità

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po (PAI) è lo strumento giuridico che disciplina le azioni riguardanti la difesa idrogeologica del territorio e della rete idrografica del bacino del Po, attraverso l'individuazione delle linee generali di assetto idraulico ed idrogeologico. Il Piano è stato approvato con D.P.C.M. del 24/5/2001. È stato inoltre redatto, adottato e approvato ai sensi della Legge n. 183 del 18/5/1989, quale piano stralcio del piano generale del bacino del Po, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della legge 183/89.

Il PAI costituisce lo strumento conoscitivo e normativo mediante il quale vengono identificate le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e l'eliminazione delle situazioni di rischio. Vengono definite la pianificazione e la programmazione degli interventi per la tutela e la difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo dal rischio di frana e d'inondazione. I contenuti e gli obiettivi del PAI sono definiti in relazione a tutti gli aspetti della pianificazione e tutela delle acque, al fine di garantire organicità e coerenza nella pianificazione del territorio e nella difesa dai dissesti idrogeologici.

Il PAI si configura come un piano settoriale di area vasta, con carattere vincolante per gli strumenti urbanistici sotto ordinati (provinciali e comunali), che ne devono al contempo articolare e dettagliare i contenuti. Detta, inoltre, vincoli specifici per la pianificazione territoriale. I PTCP approfondiscono gli aspetti di natura idraulica e di stabilità dei versanti trattati dal PAI, coordinandoli con gli aspetti ambientali e paesistici propri del livello di pianificazione provinciale. Il PAI costituisce pure riferimento per la progettazione e la gestione delle reti ecologiche.

Per quel che concerne il dissesto idrogeologico il PAI censisce, cartografa e norma i seguenti elementi:

- frane:
  - Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),
  - Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
  - Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
  - Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
  - Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
  - Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,
- trasporto di massa sui conoidi:
  - Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),
  - Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),
  - Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa - (pericolosità media o moderata),

- valanghe:
  - Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata,
  - Vm, aree di pericolosità media o moderata.

Oltre a quanto contenuto nel PAI, recepito dagli strumenti di pianificazione ai diversi livelli istituzionali (PTCP, PRG, ecc.), il censimento dei dissesti per l'area in esame è completato dalla banca dati del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e SIFRAP (Sistema informativo dei fenomeni franosi in Piemonte).

La banca dati del **Progetto IFFI** ha lo scopo di:

- fornire un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale secondo procedure standardizzate;
- realizzare un Sistema Informativo Territoriale Nazionale contenente tutti i dati sulle frane censite in Italia;
- offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità e del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

Il Progetto IFFI, ad oggi, ha censito 528.903 frane sull'intero territorio nazionale. I dati sono aggiornati al 2014 per le Regioni Piemonte, Valle d'Aosta, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Basilicata, Sicilia e per la Provincia Autonoma di Bolzano. Per le restanti Regioni i dati sono aggiornati al 2007. L'inventario dei fenomeni franosi rappresenta, per dimensioni, qualità, omogeneità del dato e copertura del territorio, un utile strumento conoscitivo per la valutazione della pericolosità da frana e, più in generale, come supporto alle decisioni da operare in ambito territoriale.

Le frane sono tematizzate per tipologia di movimento e livello di approfondimento della Scheda Frane. La legenda di riferimento è nel seguito riportata.

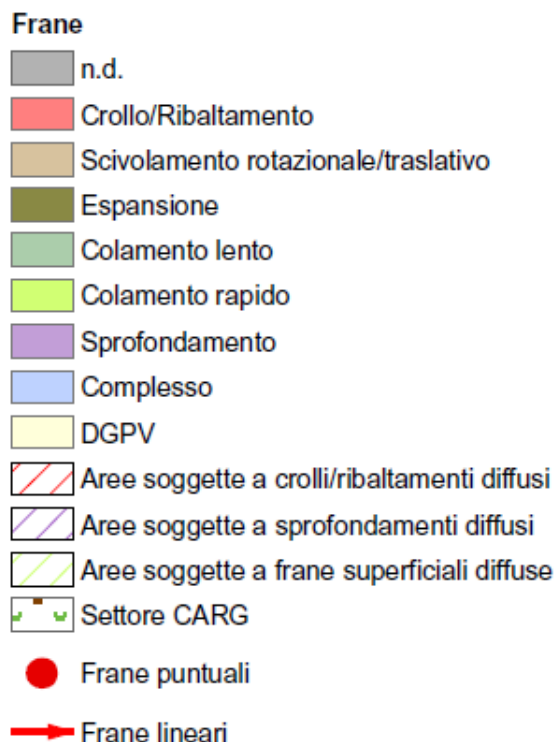


Fonte dati: Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia - (2006); sito internet: [www.sinanet.apat.it/progettoiffi](http://www.sinanet.apat.it/progettoiffi).

Figura 3.2.1: Legenda delle frane censite nel progetto IFFI (Fonte dati: Progetto IFFI)

Il **SIFRAP** nasce come estensione del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), sviluppato tra il 2002 ed il 2004, nonché come sviluppo dell'ultraventennale patrimonio di conoscenze del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche (già parte della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione) nel campo dei fenomeni franosi.

La legenda tipo per le frane del sistema SIFRAP è la seguente:



*Figura 3.2.2: Legenda delle frane censite nel progetto SIFRAP*

Allo scopo di restituire, per ambiti omogenei, un modello geologico e geotecnico preliminare dei terreni di fondazione e di valutare e rappresentare eventuali problematiche di carattere geologico e geomorfologico sono state inoltre condotte **indagini geognostiche preliminari e rilievi geologici - geomorfologici**, con particolare riferimento al settore montano e pedemontano dell'opera.

L'attività di rilievo geologico e geomorfologico, svolta nel corso delle estati 2016 e 2017, è consistita in puntuali sopralluoghi sui luoghi di interferenza tra le opere in progetto e le aree di dissesto individuate sulla base delle informazioni disponibili negli strumenti di pianificazione e nelle banche dati ufficiali.

I risultati di tali indagini sono stati considerati nelle successive analisi.

### **3.2.2 Analisi delle alternative**

In primo luogo si sottolinea come nessuna delle tre alternative interessi aree instabili (né attive né quiescenti) segnalate dal PAI. Inoltre, si segnala, che i dissesti censiti dalla banca dati SIPRAF, per quest'area, coincidono con quelle della banca dati IFFI.

Rispetto alle alternative oggetto di analisi si evidenzia come l'**alternativa 1 - tracciato di progetto** interessi alcune aree soggette a fenomeni di dissesto segnalate dalle banche dati SIPRAF/IFFI; le interferenze dirette di alcuni sostegni con detti corpi franosi sono sintetizzate nella tabella successiva e riportate in Figura 3.2.3 e Figura 3.2.4. Nella stessa tabella sono riportati i risultati del rilievo geologico, ove condotto.

Sostegni	Tipologia di dissesto (IFFI-SIPRAF)	Stato di attività	Stato di dissesto rilevato
3	Colamento rapido	n.d.	Scivolamento rotazionale attivo
4, 5 e 6	Fenomeni complessi e colamenti	Stabilizzato	Nessun dissesto rilevato
11	Fenomeno complesso	Stabilizzato	Nessun dissesto rilevato

Si rilevano inoltre altri corpi franosi, anche attivi, attraversati in aereo dal tracciato, ma non interferiti dai sostegni.

Il tracciato dell'**alternativa 2 (MIBACT)** non interessa direttamente alcun fenomeno di dissesto segnalati nelle banche dati IFFI/SIPRAF (Figura 3.2.3 e Figura 3.2.4), come anche confermato in sede di rilievo. Si segnala un'Area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi attraversata in aereo dal tracciato (tra i sostegni 29n e 30n), ma non interferita da alcun sostegno.

L'**alternativa 3 (Asse Comune di Formazza)** interessa sostanzialmente gli stessi corpi franosi identificati dalle banche dati IFFI/SIPRAF per l'alternativa di progetto (Figura 3.2.3 e Figura 3.2.4.). Nessun dissesto è stato rilevato durante il rilievo. La tabella successiva sintetizza i risultati della analisi.

Sostegni	Tipologia di dissesto (IFFI-SIPRAF)	Stato di attività	Stato di dissesto rilevato
3B, 4, 5 e 11	Fenomeno complesso	Stabilizzato	Nessun dissesto rilevato

Anche in tal caso, si rilevano altri corpi franosi, anche attivi, attraversati in aereo dal tracciato, ma non interferiti da alcun sostegno.

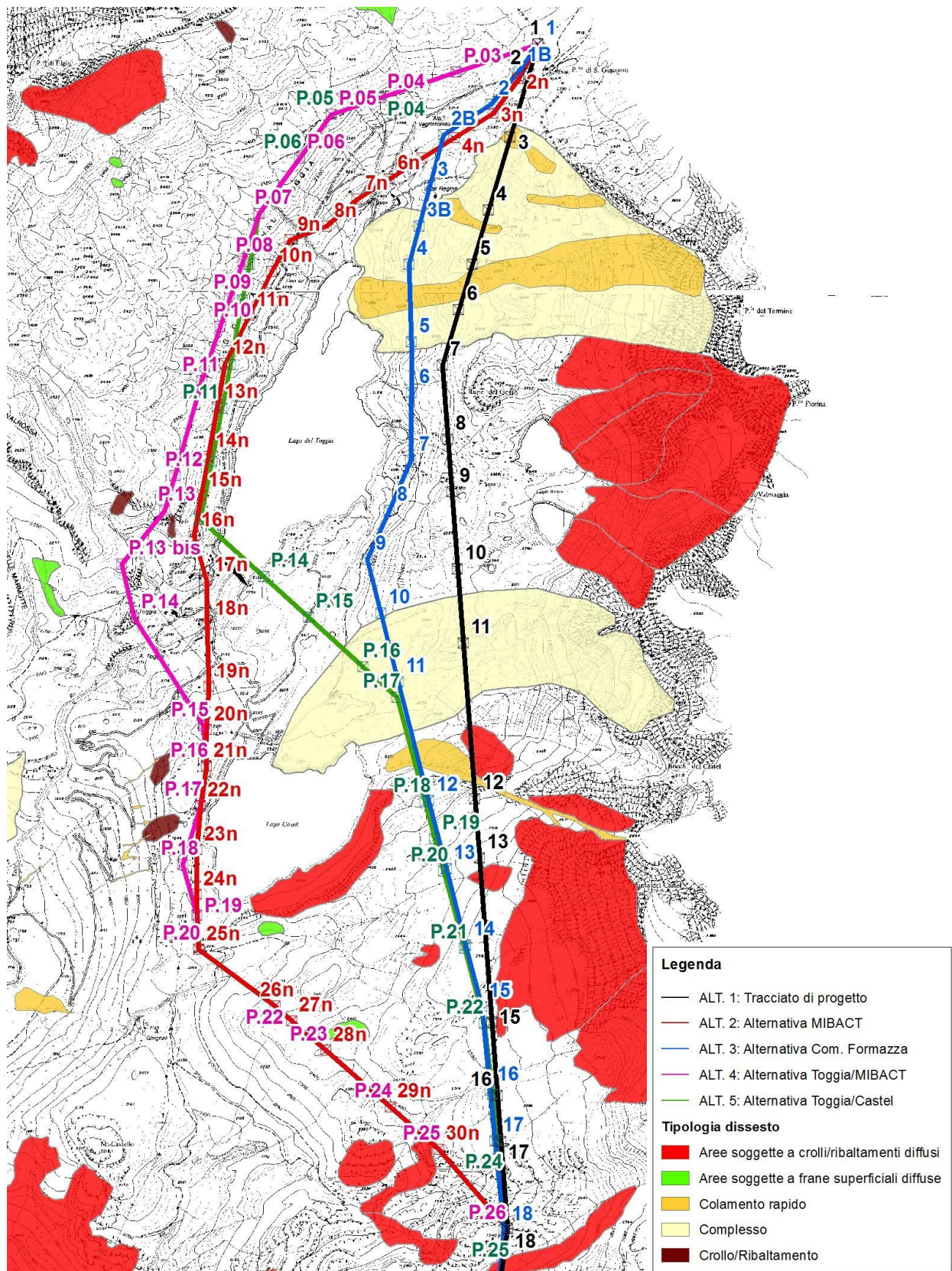
L'**alternativa 4 (Asse Toggia/MIBACT)** non interessa direttamente alcun corpo franoso quiescente segnalato nelle banche dati IFFI/SIPRAF (Figura 3.2.3 e Figura 3.2.4.). Si segnala un'area soggetta a crolli/ribaltamenti diffusi attraversata in aereo dal tracciato (tra i sostegni P.24 e P.25), ma non interferita da alcun sostegno.

L'**alternativa 5 (Asse Toggia/Castel)** interessa alcune aree soggette a fenomeni di dissesto segnalate dalle banche dati SIPRAF/IFFI; le interferenze dirette di alcuni sostegni con detti corpi franosi sono sintetizzate nella tabella successiva e riportate nella Figura 3.2.3 e nella Figura 3.2.4.

Sostegni	Tipologia di dissesto (IFFI-SIPRAF)	Stato di attività
P16, P17	Fenomeno complesso	Stabilizzato

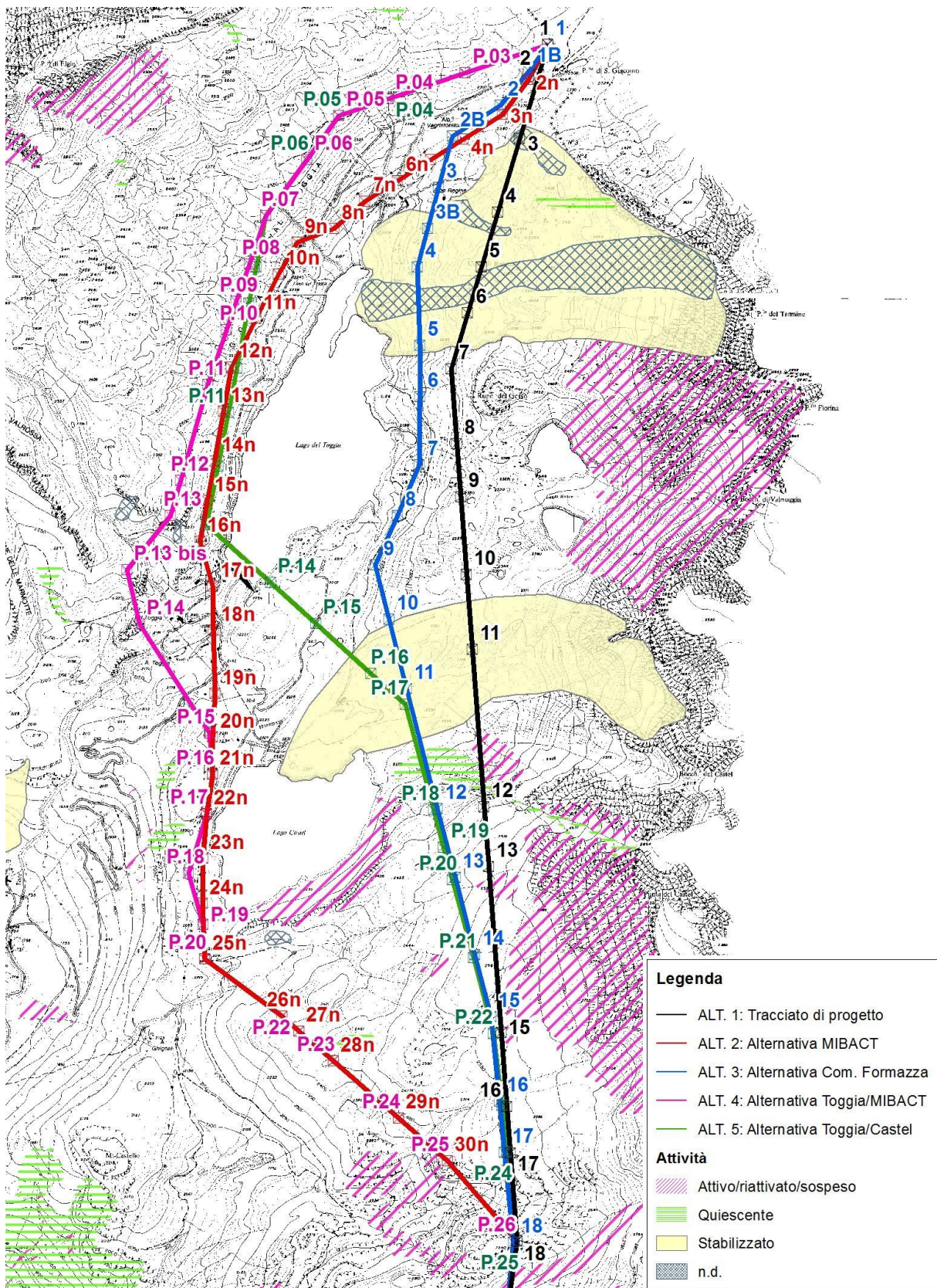
Si segnala anche la presenza di un Colamento rapido attraversato in aereo dal tracciato (tra i sostegni P.17 e P.18), ma non interferito da alcun sostegno.





Fonte dati: Adb Po - PAI, banca dati IFFI e banca dati SIFRAP della Regione Piemonte

Figura 3.2.3: Carta dei dissesti classificati per tipologia

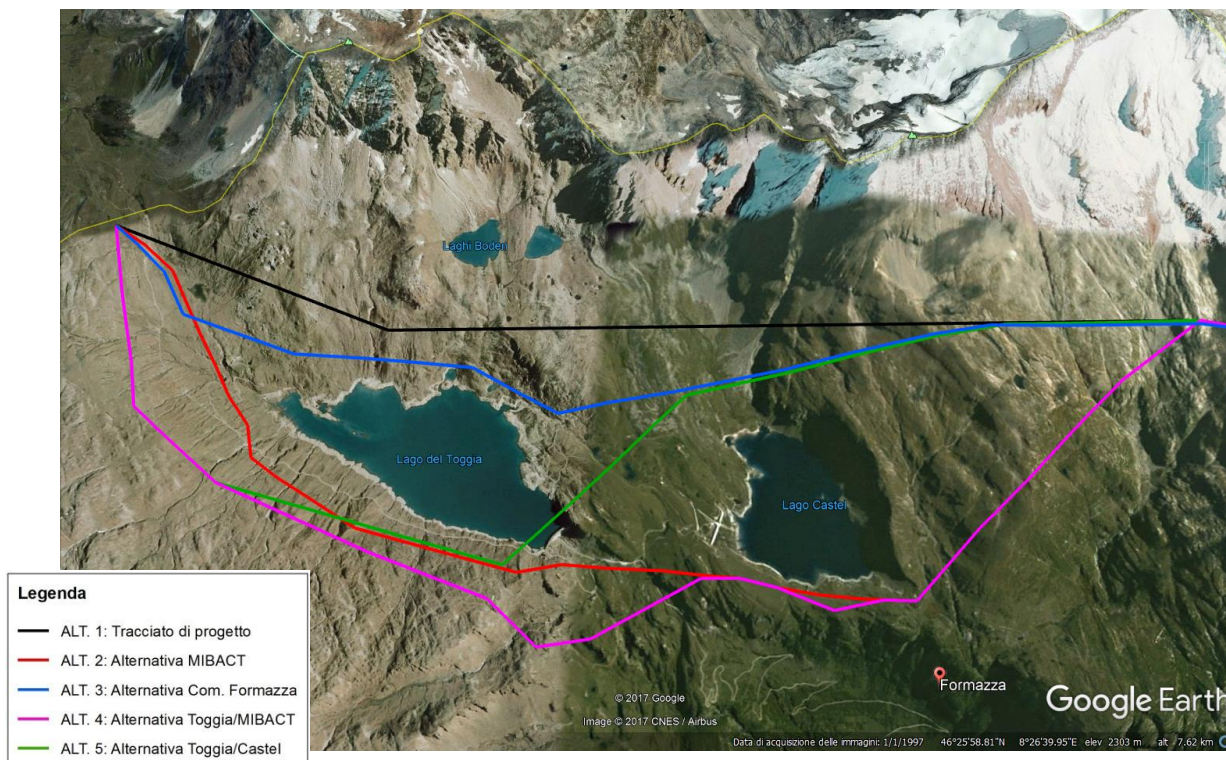


Fonte dati: Adb Po - PAI, banca dati IFFI e banca dati SIFRAP della Regione Piemonte

Figura 3.2.4: Carta dei dissesti classificati per stato di attività

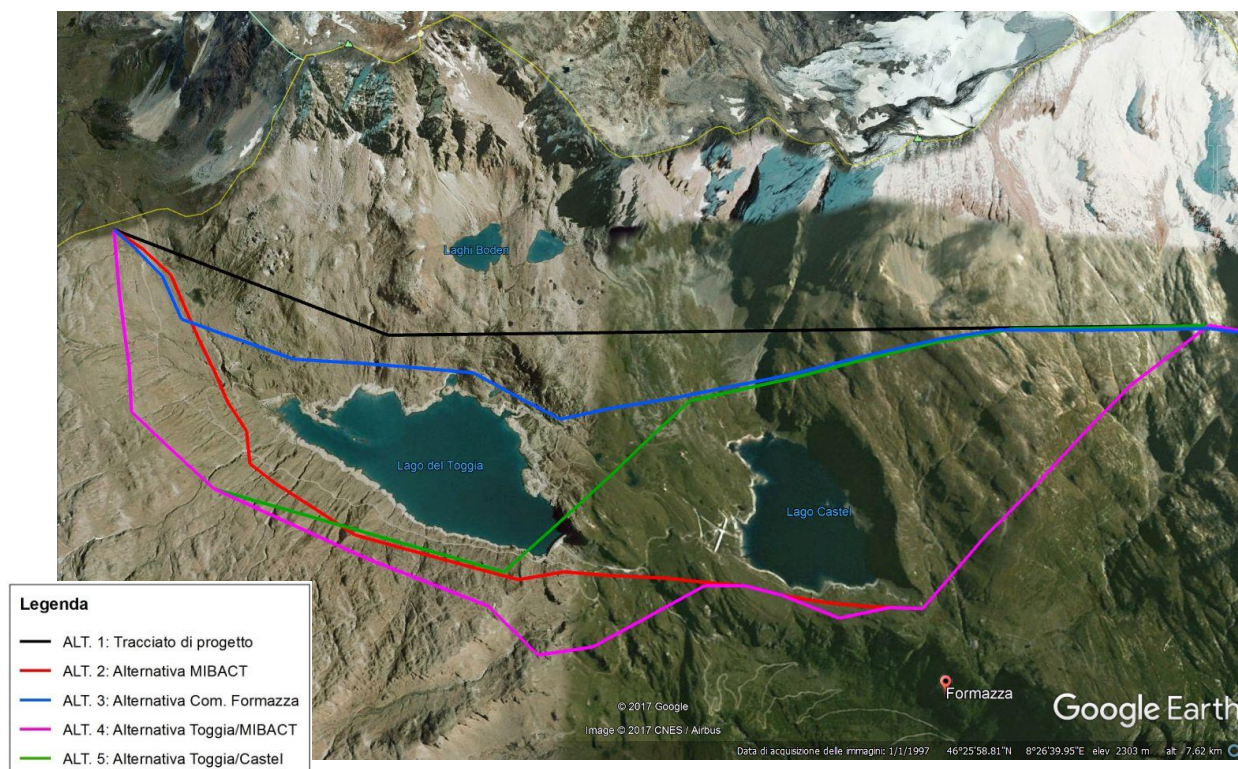
Le alternative analizzate si sviluppano a quote elevate su versanti sostanzialmente rocciosi.

In particolare, le Alternative 1 (progetto) e 3 (Asse Comune di Formazza) si sviluppano al piede di pareti rocciose imponenti caratterizzate da ampi macereti (Figura 3.2.5); tale localizzazione potrebbe determinare maggior instabilità rispetto al versante regolare sul quale si sviluppano i tracciati delle Alternative 2 (MIBACT), 4 (Toggia/MIBACT) e 5 (Toggia/Castel) (Figura 3.2.6). Tuttavia il versante su cui si sviluppano queste ultime risulta caratterizzato da una particolare acclività, che renderebbe difficoltoso lo sviluppo di un tracciato in doppia terna, dato che risulterebbe difficile garantire la separazione tra le due fasi, soprattutto in corrispondenza di alcuni tratti del versante che costeggiano il lago Toggia (alternative 2 e 5).



Fonte dati: Google earth

Figura 3.2.5: Pareti rocciose e sviluppo dei tracciati delle Alternative 1 (nero) e 3 (blu)



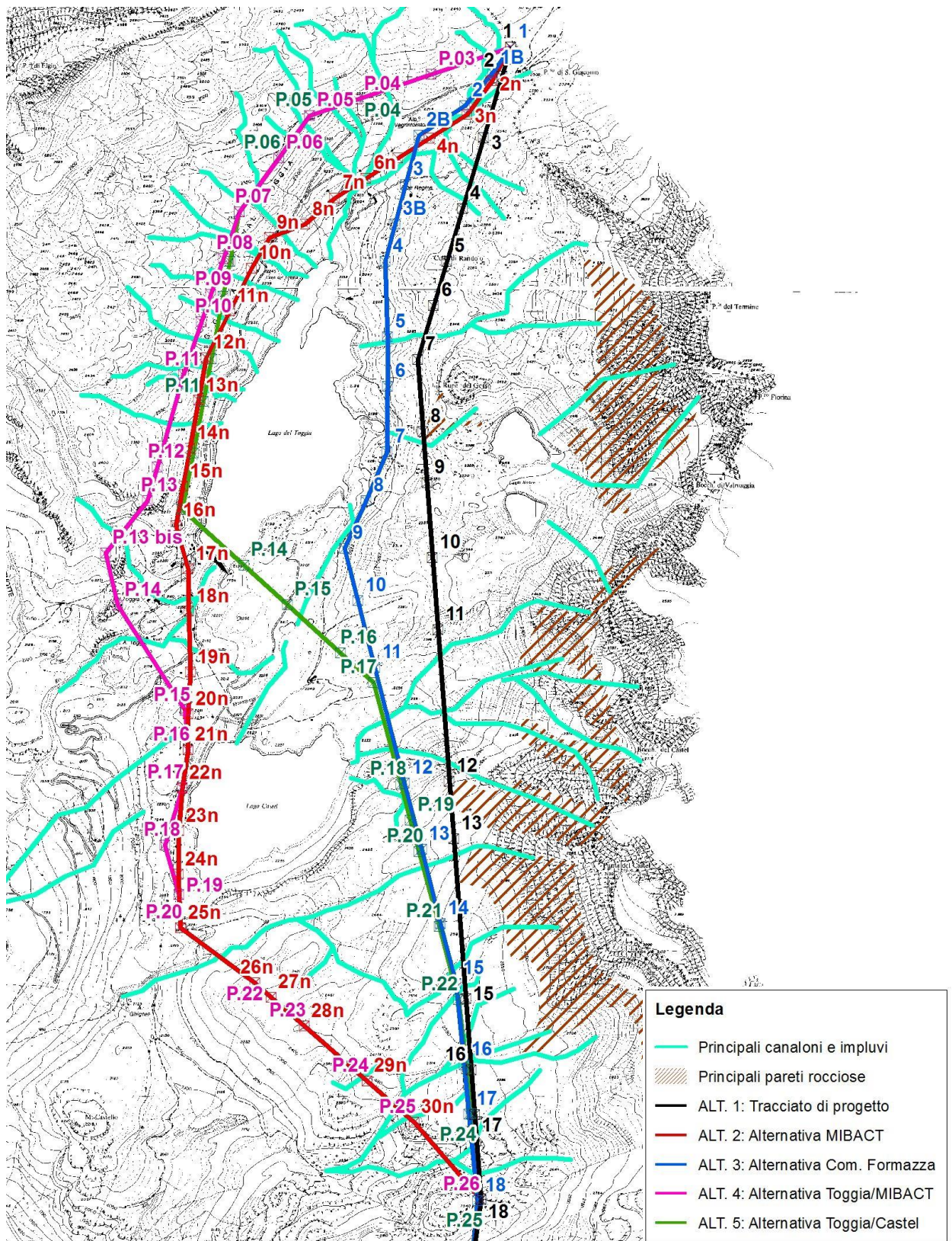
Fonte dati: Google earth

*Figura 3.2.6: Pareti rocciose e sviluppo del tracciato delle Alternative 2 (rosso), 4 (rosa) e 5 (verde)*

Considerando, infine, come altro elemento morfologico di potenziale instabilità, la presenza di canali in erosione interferiti dai tracciati analizzati, si fa notare come tutte le alternative siano interferite dalla presenza di aree in erosione, con impluvi, per lo più secchi, che alimentano periodicamente i laghi glaciali presenti.

A confronto è comunque possibile notare come le alternative 2 (MIBACT), 4 (Toggia/MIBACT) e 5 (Toggia/Castel) siano quelle maggiormente interessate dalla presenza di detti canali e, nonostante non ci sia mai un'interferenza diretta tra sostegno e impluvio in erosione, si segnalano spesso campate particolarmente lunghe proprio per permettere il superamento in aereo di aree di questo genere.

In linea generale è possibile identificare almeno 20 impluvi principali che intersecano i tracciati delle alternative 2, 4 e 5, rispetto a ca. 15 impluvi, caratterizzati da minori fenomeni erosivi, che interessano i tracciati delle alternative 1 e 3.



Fonte dati: Carta geomorfologia del SIA

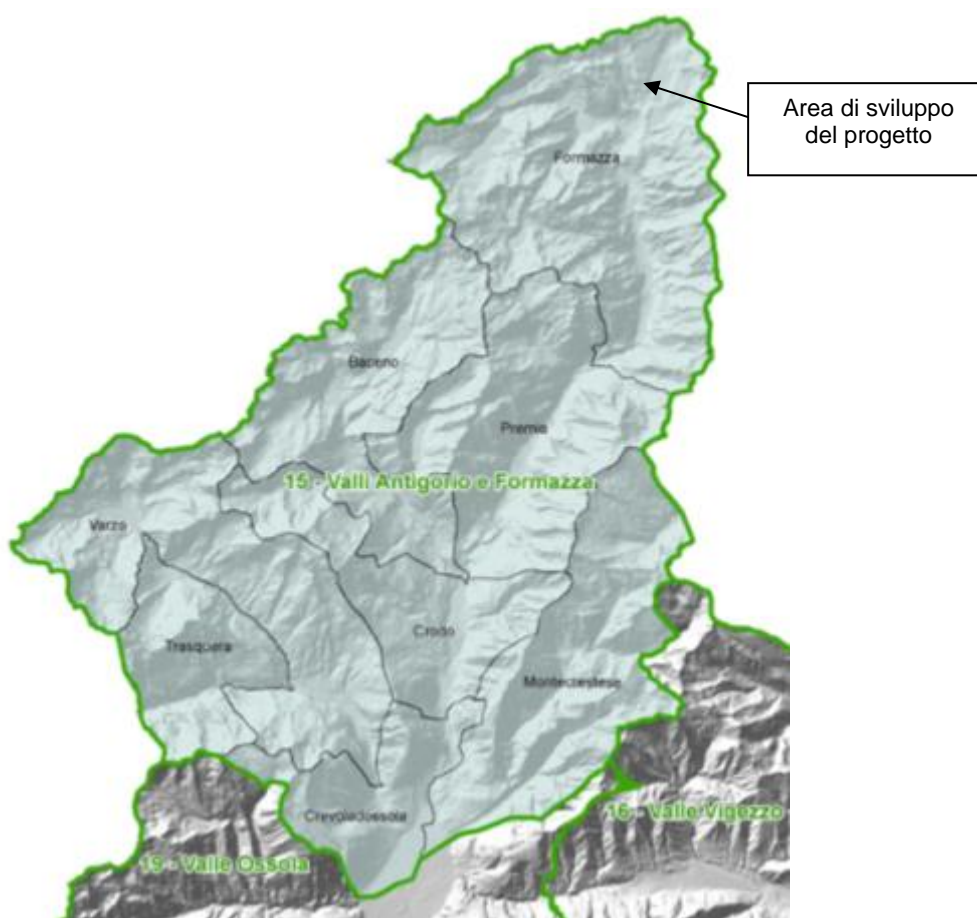
Figura 3.2.7: Carta geomorfologica

### 3.3 Tipologie forestali

#### 3.3.1 Generalità

La Regione Piemonte ha redatto una carta forestale derivante dagli studi condotti nel periodo 1996-2005 per la realizzazione dei Piani Forestali Territoriali. I Piani Forestali Territoriali realizzati fino ad oggi non hanno alcun valore giuridico e cogenza amministrativa, in quanto non approvati ai sensi della legge regionale 04.02.2009 n. 4. Di conseguenza, le informazioni in essi contenute non costituiscono informazioni ufficiali della Regione Piemonte ma solo il risultato di attività di studio.

La carta è realizzata per ambiti forestali e l'ambito i cui ricadono la Valle Isorno e la Valle Antigorio è l'ambito n. 15.



Fonte dati: Informazioni/Elaborazioni prodotte dall'I.P.L.A. S.p.A. nell'ambito degli studi per la pianificazione forestale territoriale realizzati dalla Regione Piemonte con cofinanziamento dei fondi strutturali dell'Unione Europea

**Figura 3.3.1: Ambito forestale n. 15**

Si tratta di un'area montana alpina interna con morfologia scoscesa a tutte le quote, ove prevalgono nettamente i boschi di conifere, larici-cembreti e peccete, cui si associano boschi di neoformazione (boscaglie miste e acero-frassineti) nella fascia di media montagna. I ghiacciai, le rocce e le acque coprono quasi 1/3 della superficie, domina la proprietà pubblica. Significativa la presenza di Aree protette e Siti appartenenti alla Rete Natura 2000, anche a tutela di habitat forestali.

A fronte di circa 1/3 di boschi destinati all'evoluzione naturale, nel prossimo quindicennio la superficie potenzialmente percorribile non supera il 30% del totale. Tra gli assortimenti ottenibili prevalgono il legname da lavoro di conifere, associato a materiale da triturazione che potrebbe trovare sbocco per la filiera energetica.

### 3.3.2 Analisi delle alternative

La Figura 3.3.3 riporta la carta delle tipologie forestali per i tracciati a confronto. È possibile osservare che:

- per quanto riguarda l'ipotesi di progetto (alternativa 1), la maggior parte del tracciato interessa macereti e rocce;
- le alternative 2 (MIBACT), 3 (Asse Comune di Formazza), 4 (Toggia/MIBACT) e 5 (Toggia/Castel) attraversano aree prevalentemente a prateria.

Considerando, infatti, una fascia di 250 m dall'asse di ciascuna alternativa (per un corridoio complessivo di 500 m), è possibile osservare, come sopra sintetizzato, che le tipologie prevalentemente attraversate dal tracciato di progetto sono rocce macereti e poi praterie, mentre per tutte le alternative prevalgono le praterie e in misura minore rocce e macereti.

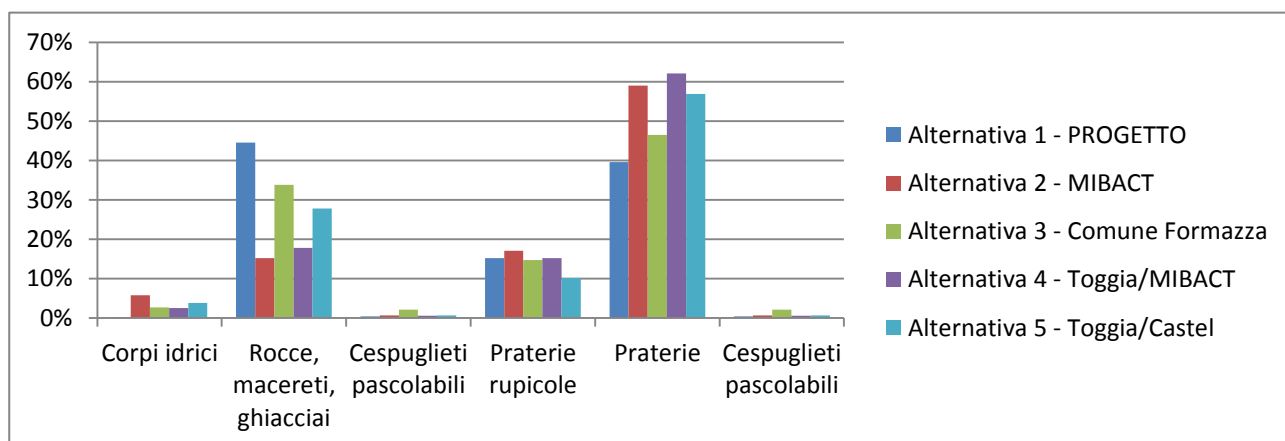
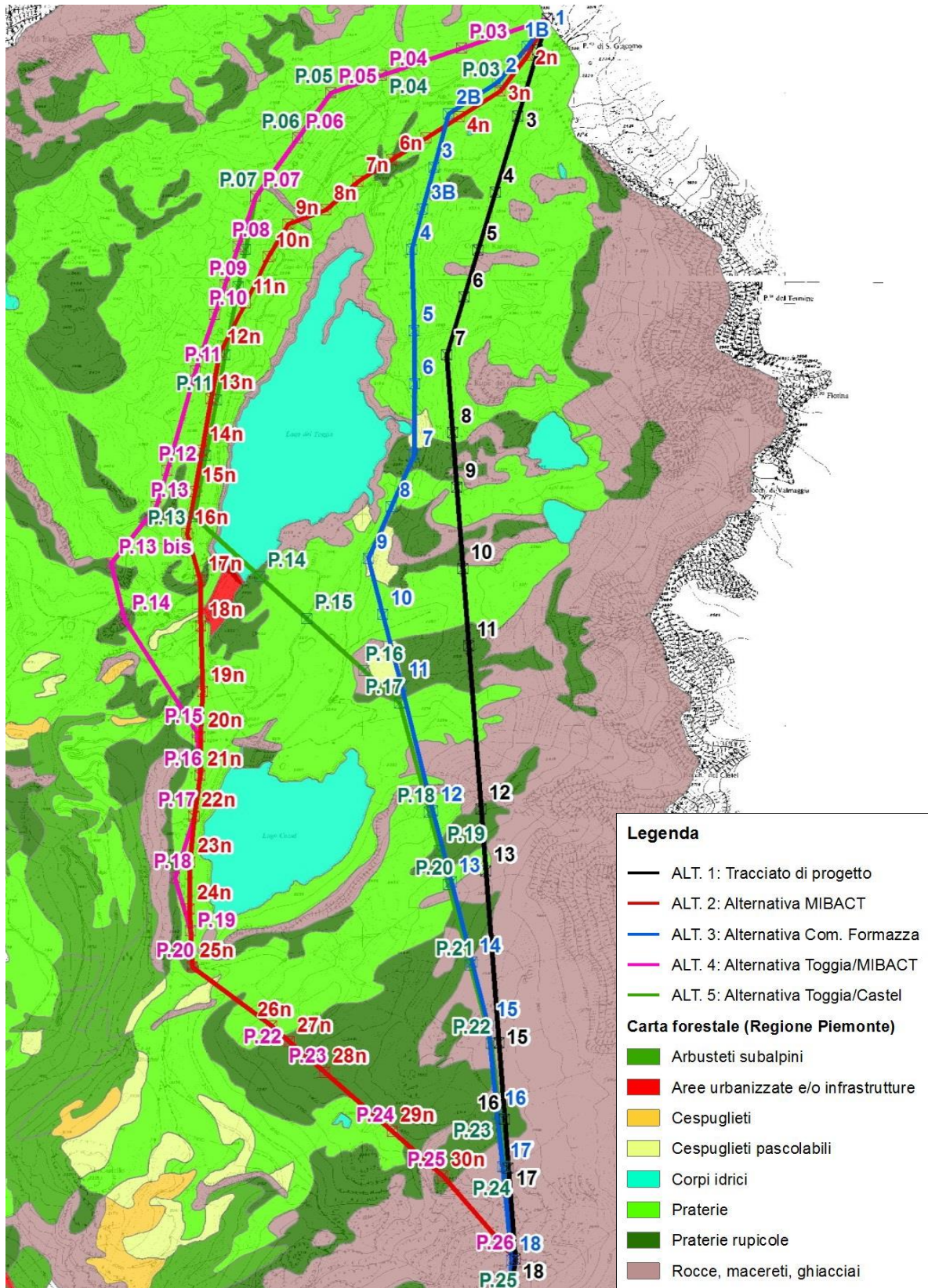


Figura 3.3.2: Confronto tra le tipologie forestali interessate



Fonte dati: Carta forestale e delle altre coperture del territorio - Regione Piemonte

Figura 3.3.3: Carta forestale



Nessuno dei tre tracciati analizzati interessa direttamente tipologie boscate, né habitat forestali di tipo rilevante e/o prioritario<sup>1</sup>.

### **3.4 Elementi del paesaggio naturale e antropico**

#### **3.4.1 Sentieri**

In Piemonte esiste una rete escursionistica di circa 16.000 km. Storicamente i sentieri e le mulattiere erano le uniche vie di collegamento di cui la popolazione locale poteva disporre tra i villaggi e, in montagna, tra i villaggi e gli alpeggi. Ancora oggi, pur essendo completamente cambiata la loro funzione, i sentieri non hanno perso il loro ruolo centrale non solo per quel che riguarda le attività economiche tradizionali della montagna, ma anche per lo sviluppo turistico del territorio. Ai sentieri oggi infatti si affiancano anche le vie ferrate e i siti di arrampicata a costituire il patrimonio escursionistico del Piemonte.

Strumento fondamentale per il processo di pianificazione e valorizzazione è il Catasto Regionale del Patrimonio Escursionistico - sezione percorsi, istituito con D.G.R. 37 - 11086 del 23 marzo 2009.

Lo scopo del Catasto è ottenere un censimento univoco della rete escursionistica e avere a disposizione immediatamente le informazioni essenziali.

---

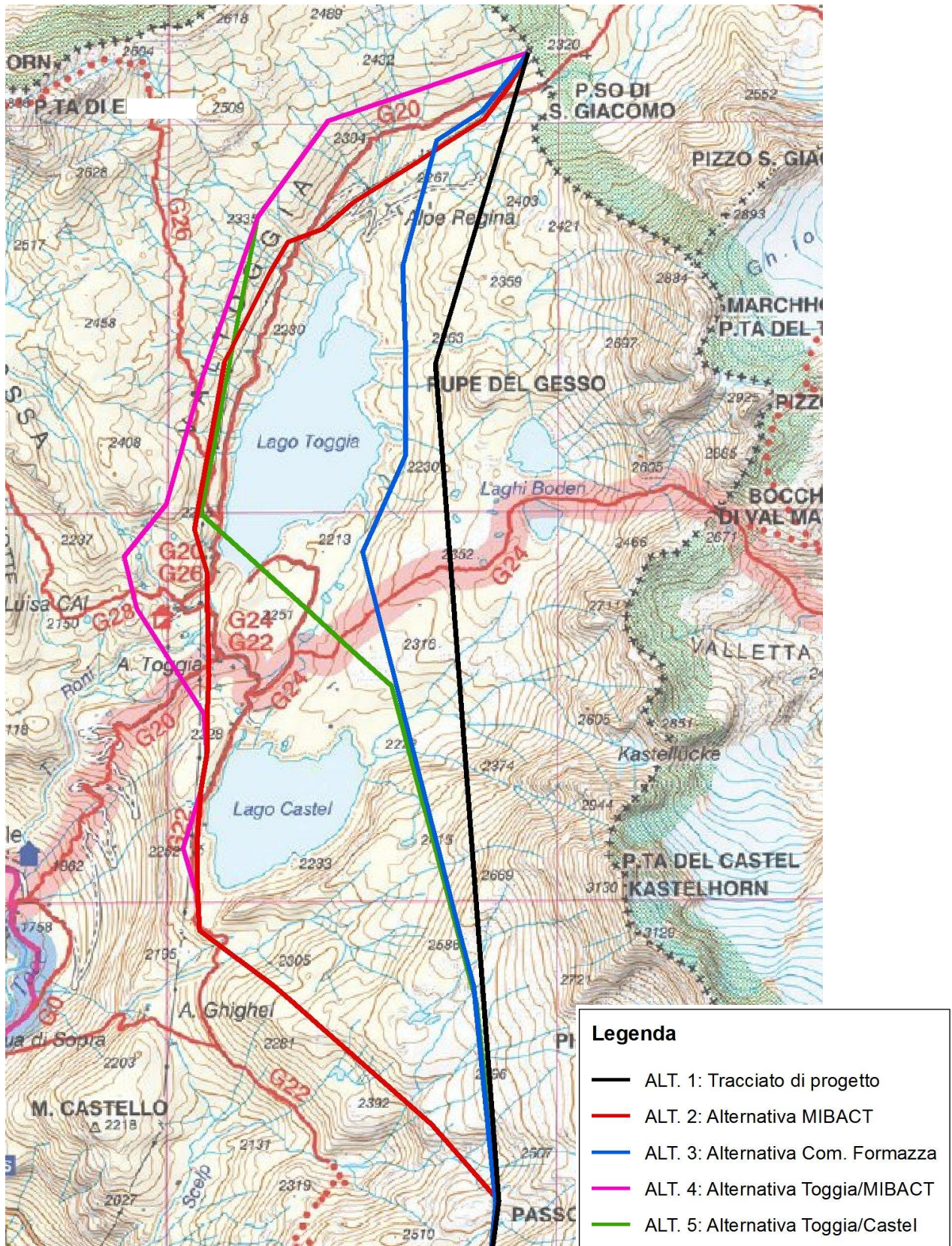
<sup>1</sup> Si tratta di habitat che assumono livello di priorità nel caso si manifesti la presenza di specifiche specie.

La legenda della carta dei sentieri (comune alle carte nel seguito riportate) è la seguente:

SEGNI CONVENZIONALI / LEGENDE			
	Autostrada <i>Autobahn</i>		Rifugio custodito <i>Bewachte Hütte</i>
	Superstrada a 4 corsie <i>Autostrasse (4-spurig, getrennte Richtungen)</i>		Rifugio o bivacco sempre aperto <i>Immer geöffnetes Biwak</i>
	Superstrada a 2 corsie <i>Autostrasse (2-spurig, nicht getrennte Richtungen)</i>		Rifugio chiuso (chiedere le chiavi) <i>Geschlossenes Biwak (Schlüssel verlangen)</i>
	Strada statale <i>Überlandstrasse</i>		Rifugio in costruzione <i>Hütte im Bau</i>
	Strada provinciale <i>Hauptstrassen</i>		Hotel, pensione, B&B <i>Hotel, Pension, B&amp;B</i>
	Strada secondaria <i>Nebenstrassen</i>		Agriturismo <i>Ferien auf dem Bauernhof</i>
	Pista, strada bianca, strada agricola <i>Fahrweg</i>		Campeggio <i>Camping</i>
	Tratturo <i>Feldweg, Waldweg</i>		Stazione ferroviaria <i>Eisenbahn</i>
	Sentiero di facile o media difficoltà e relativa sigla di identificazione <i>Wanderweg und Bergwanderweg</i>		Imbarco <i>Einschiffungshafen</i>
	Sentiero difficile o attrezzato <i>Alpine Route</i>		Funivia <i>Luftseilbahn</i>
	Tratto di "Via Ferrata" <i>Klettersteig</i>		Seggiovia <i>Sesselbahn</i>
	Sentiero storico, antiche vie commerciali, mulattiere di fondovalle <i>Historische Strasse</i>		Fermata autobus <i>Bushaltestelle</i>
	Grande Traversata delle Alpi (GTA) e Sentiero Italia (SI) <i>Grande Traversata delle Alpi (GTA) und Sentiero Italia (SI)</i>		Informazioni turistiche <i>Verkehrsbüro</i>
	Via Alpina Itinerario Rosso <i>Via Alpina - roter Weg</i>		Centri visita/informazioni dei parchi <i>Info-Center Park</i>
	Via Alpina Itinerario Blu <i>Via Alpina - blauer Weg</i>		Oasi WWF <i>Naturreserve des WWF</i>
	Parco o riserva naturale <i>Naturschutzpark</i>		Traghetto per auto <i>Autofähre</i>
	Confine di Stato <i>Landesgrenze</i>		Servizio di navigazione <i>Schiffahrtendienst</i>

### 3.4.1.1 Analisi delle alternative

I principali sentieri che interessano l'area di indagine sono riportati in Figura 3.4.1.



Fonte dati: <http://www.caigravellona.it/>

Figura 3.4.1: Carta dei sentieri

Sulla base della carta dei sentieri è possibile verificare che:

- il tracciato **dell'alternativa 1 di progetto** interferisce con i seguenti sentieri:
  - Sentiero Riale - Passo San Giacomo contrassegnato con G20 sul catasto regionale sentieri si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
  - Sentiero, appartenete alla Via Alpina (Itinerario Rosso) Rif.Maria Luisa contrassegnato con G24 sul catasto regionale sentieri si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
- il tracciato **dell'alternativa 2 (MIBACT)** interferisce con i seguenti sentieri:
  - Sentiero Riale - Passo San Giacomo contrassegnato con G20 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca più volte (almeno 4 volte) il sentiero;
  - Sentiero Rif.Maria Luisa - Passo Tamier contrassegnato con G22 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca il sentiero nei pressi del Lago Castel;
  - Sentiero Rif.Maria Luisa - Punta dell'Elgio contrassegnato con G26 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca due volte (di cui una nei pressi del Rifugio Maria Luisa) il sentiero;
- il tracciato **dell'alternativa 3 (Asse Comune di Formazza)** interferisce con i seguenti sentieri:
  - Sentiero Riale - Passo San Giacomo contrassegnato con G20 sul catasto regionale sentieri si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
  - Sentiero, appartenete alla Via Alpina (Itinerario Rosso) Rif.Maria Luisa contrassegnato con G24 sul catasto regionale sentieri si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
- il tracciato **dell'alternativa 4 (Toggia/MIBACT)** interferisce con i seguenti sentieri:
  - Sentiero Riale - Passo San Giacomo contrassegnato con G20 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
  - Sentiero Rif.Maria Luisa - Passo Tamier contrassegnato con G22 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca il sentiero nei pressi del Lago Castel;
  - Sentiero Rif.Maria Luisa - Punta dell'Elgio contrassegnato con G26 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;

- Sentiero Rif.Maria Luisa – Punta Valrossa contrassegnato con G28 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero;
- il tracciato **dell'alternativa 5 (Toggia/Castel)** interferisce con i seguenti sentieri:
  - Sentiero Riale - Passo San Giacomo contrassegnato con G20 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero nei pressi del Lago Toggia;
  - Sentiero, appartenete alla Via Alpina (Itinerario Rosso) Rif.Maria Luisa contrassegnato con G24 sul catasto regionale sentieri si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca una volta il sentiero nei pressi dell'Alpeggio Castel;
  - Sentiero Rif.Maria Luisa - Punta dell'Elgio contrassegnato con G26 sul catasto regionale sentieri; si tratta di un sentiero a media frequentazione ben tenuto; il tracciato dell'elettrodotto interseca due volte il sentiero.

### **3.4.2 Alpeggi e punti di vista sensibili**

Sono stati presi in considerazione:

- alpeggi e abitazioni isolate;
- rifugi custoditi e non;
- elementi sensibili, quali, nel caso specifico, i principali specchi d'acqua.

#### **3.4.2.1 Analisi delle alternative**

La Figura 3.4.2 riporta i principali alpeggi, malghe e rifugi, oltre ai laghi, potenzialmente interferiti dai tracciati analizzati.

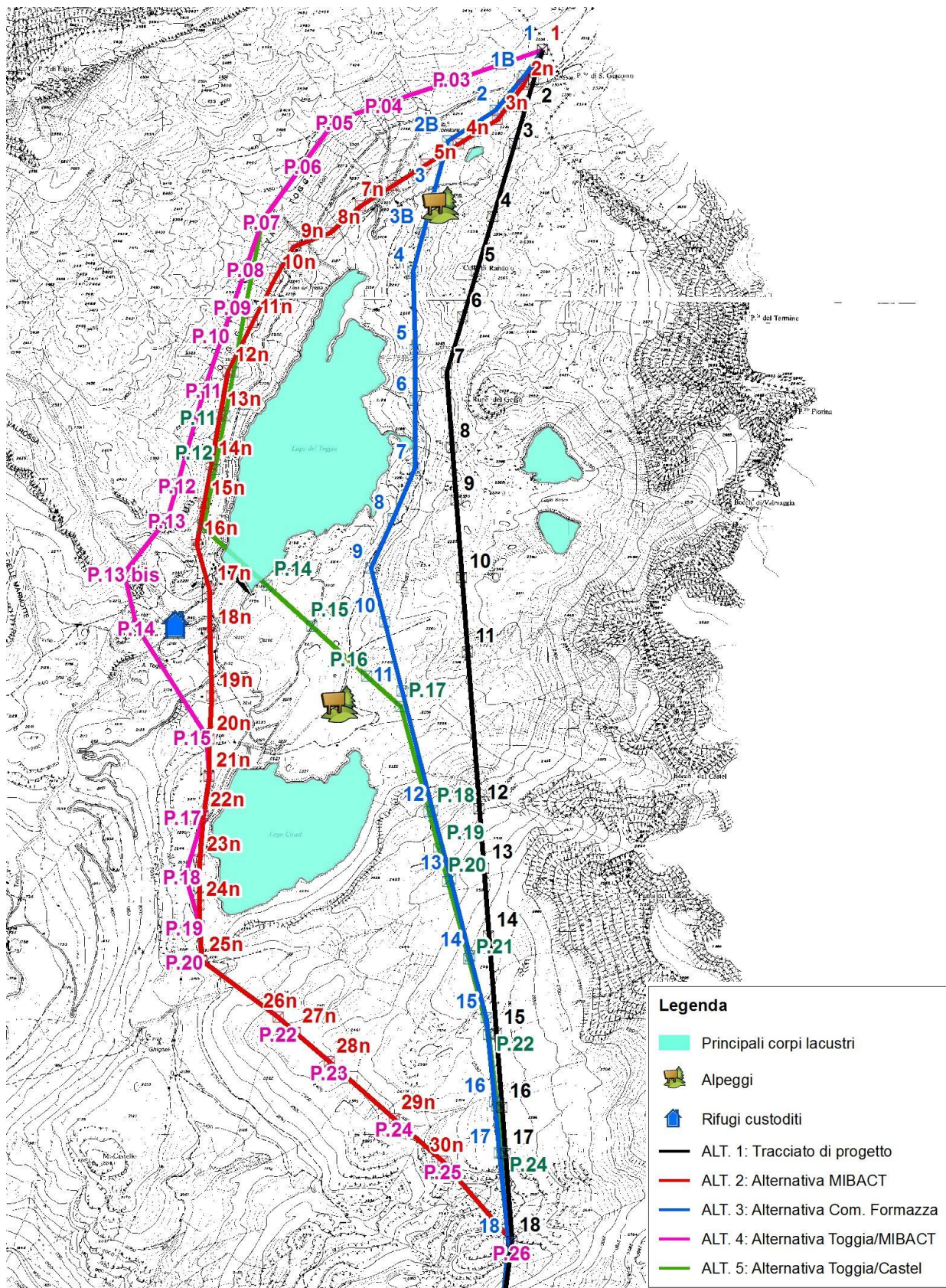


Figura 3.4.2: Carta dei principali alpeggi/malghe e laghi

Dalla carta si osserva che, come anticipato, nell'area non sono presenti molte residenze: si segnalano due alpeggi significativi, interferiti potenzialmente dall'alternativa 3 Asse Comune di Formazza, e un rifugio custodito, rappresentato dal rifugio Maria Luisa (Figura 3.4.3), meta turistica soprattutto estiva. Quest'ultimo è potenzialmente interferito dal tracciato dell'alternativa 2 (MIBACT), che sostanzialmente ripercorre il tracciato dell'elettrodotto 220 kV esistente, e dell'alternativa 4 (Toggia/MIBACT).



*Figura 3.4.3: Rifugio Maria Luisa (Toggia)*

Si segnala poi che i tracciati dell'alternativa 2 (MIBACT), dell'alternativa 3 (Comune di Formazza) e dell'alternativa 5 sono decisamente visibili dal lago Toggia, mentre dal lago Castel risultano visibili tutte le alternative ad eccezione del tracciato di progetto (alternativa 1), che risulta tuttavia limitatamente visibile dai laghi di Boden, caratterizzati da una minore fruibilità turistica.

## 4 DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLE ALTERNATIVE

### 4.1 Individuazione degli indicatori di confronto

Come anticipato in premessa, l'obiettivo di un'analisi delle alternative è quello di fornire un documento per quanto possibile oggettivo che possa essere di supporto alle decisioni per l'identificazione della soluzione ambientalmente, tecnicamente ed economicamente più sostenibile, in questo caso, con riferimento ai tracciati che possono interessare il territorio del comune di Formazza.

La scelta degli indicatori per mettere a confronto due o più alternative di tracciato deve essere effettuata in relazione alla tipologia di territorio e di progetto in esame; infatti l'elemento essenziale dell'analisi è che gli indicatori devono rappresentare elementi discriminanti tra l'una e l'altra alternativa in un rapporto di confronto relativo. A tal fine per rendere l'analisi ancora più esaustiva, sono stati studiati degli indicatori ad hoc di tipo economico basati su parametri significativi in funzione del territorio attraversato, che consentissero di evidenziare le eventuali differenze tecnico/economiche associabili ai singoli tratti interessati da alternative (cfr paragrafo 4.3). Risulta chiaro, quindi, che gli indicatori scelti non hanno valore assoluto ma devono evidenziare quelle che sono le caratteristiche positive e/o di criticità di ciascuna alternativa considerata.

Nello specifico caso in esame, per la scelta delle alternative è necessario individuare degli elementi di evidente peculiarità, per far sì che gli indicatori fossero discriminanti, soprattutto in ragione del fatto che il contesto nel quale si sviluppano le alternative a confronto è sostanzialmente omogeneo; infatti:

- tutte le alternative si sviluppano in alta val Formazza, in un contesto a carattere naturalistico molto sensibile, privo di abitazione e ad elevata sensibilità paesistica;
- tutti i tracciati interessano aree poste a quote comprese tra i 2.100 e i 2.600 m s.l.m. (ambito alpino);
- tutta l'area di interesse si colloca nell'ambito della ZPS - Val Formazza.

Rimane comunque inteso che nell'ambito dello sviluppo complessivo del progetto non è possibile evitare l'attraversamento della Val Formazza; si rende pertanto necessario individuare un tracciato che coniughi al meglio le necessità tecnologiche con quelle di preservazione e tutela dell'ambito naturale e paesaggistico del contesto nel quale si inserisce.

Per poter confrontare tra loro le diverse alternative analizzate si è ritenuto opportuno fare ricorso ad una matrice nella quale venissero riportati, tra gli elementi considerati nei paragrafi precedenti, quelli ritenuti più significativi.

La matrice è stata suddivisa in due parti: nella prima sono stati riportati gli elementi considerati di carattere territoriale e ambientale, mentre nella seconda sono raccolti quelli più di carattere tecnico/gestionale.

Gli indicatori selezionati in questa fase del lavoro sono i seguenti:

#### **ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE**

##### ***Elementi biologici naturali***

Interferenza con tipologie forestali: Sulla base della carta delle Tipologie forestali sono state distinte le tipologie forestali con particolare attenzione per le aree boscate di particolare rilievo. Tuttavia si segnala che nell'area in esame non sono presenti boschi, per cui si dà prevalenza all'attraversamento di aree a



praterie (o praterie rupicole) rispetto ai tracciati che interessano prevalentemente aree non vegetate (rocce affioranti, macereti etc.).

Interferenza con la Rete Natura 2000: tramite questo indicatore si intende dare una prima valutazione della potenziale interferenza con la Rete Natura 2000. Viene indicato come percentuale di tracciato delle alternative ricadente all'interno di Siti appartenenti alla Rete Natura 2000 (SIC/ZPS/ZSC).

### **Elementi morfologici**

Acclività - tramite questo indicatore si intende considerare l'interferenza che le alternative di tracciato potrebbero avere proprio con i principali costoni rocciosi individuati dalla lettura della cartografia disponibile. Tale elemento, infatti, oltre a costituire un elemento critico dal punto di vista tecnico, rappresenta un elemento di particolare criticità sia morfologica che paesaggistica, dato che tali elementi rappresentano una specifica peculiarità del contesto in esame.

Interferenza con aree di dissesto - In questo caso si premette che la definizione dei tracciati alternativi ha tenuto conto della componente idrogeologica, evitando le aree in frana a maggior pericolosità, soprattutto secondo le indicazioni del PAI, integrate con indicazioni derivanti dai censimenti delle banche dati IFFI e SIFRAP e tramite opportuni rilievi in situ; tuttavia vista la tipologia delle aree attraversate, sono presenti fenomeni di dissesto attivi e/o quiescenti. Premettendo che numerosi di questi, una volta analizzati nel dettaglio, possono essere ridimensionati sia in termini areali che di effettiva pericolosità, rimane il fatto che essendo stati individuati costituiscono un elemento di potenziale criticità tecnico-economica e morfologica.

Attraversamento canali e/o rii - l'ambito nel quale si inseriscono i tracciati è caratterizzato da numerosi canali secondari, di scarico franoso e valanghivo, che scendono dalle creste rocciose; il loro attraversamento rappresenta una criticità tecnica e morfologica oltre che paesaggistica. Limitare quindi tali attraversamenti costituisce un valido elemento di preferenzialità.

### **Elementi paesaggistici e antropici**

Interferenza con sentieristica - questo elemento non è da sottovalutare perché costituisce uno dei fattori portanti per lo sviluppo del turismo montano nelle Valli Ossolane e, quindi, sembra opportuno far in modo che lo sviluppo delle alternative di tracciato interferiscano il meno possibile con i principali sentieri, alcuni curati dal CAI, presenti nell'area. Per interferenza, in tal caso, si intende l'attraversamento del sentiero da parte della linea.

Potenziale interferenza con alpeggi/rifugi - nessun tracciato interferisce direttamente con abitazioni sparse, si considera la vicinanza dei tracciati con alpeggi, malghe, case di montagna, utilizzate anche a scopo turistico, e rifugi custoditi.

Potenziale intervisibilità - tale indicatore è associabile a quelli precedenti, dato che si fornisce una valutazione qualitativa sulla possibile percepiibilità del tracciato dai principali punti sensibili presenti sul territorio, quali le alpeggi, i sentieri e laghi. La visibilità del tracciato, in tal caso, è legata anche all'altezza dei sostegni utilizzati, soprattutto perché i sostegni che sono alti più di 60 m devono essere contrassegnate da apposita vernice segnaletica (strisce bianche e rosse) nel terzo superiore.

Campi elettromagnetici - fornisce una indicazione sul disturbo potenziale alla popolazione, è espresso come numero di recettori all'interno della Distanza di Prima Approssimazione calcolata per le alternative analizzate.

## **ELEMENTI TECNICI**

### **Caratteristiche degli elettrodotti**

Lunghezza del tracciato - in termini relativi si valuta la lunghezza del tracciato.

Numero di sostegni - in termini relativi si valuta il numero di sostegni necessari a coprire il tratto alternativo di interesse, che corrispondono anche ai microcantieri.

Altezza dei sostegni - si considera il numero di sostegni ad altezza superiore di 60 m per i quali è necessario l'utilizzo della vernice segnaletica.

### **Opportunità tecniche**

Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati - se il tracciato interessa un corridoio già esistente occupato da una linea elettrica o un asse viario, questo costituisce senz'altro elemento di preferenzialità.

Per ciascuna voce sono state definite tre possibili classi di appartenenza, distinte con colore verde, se l'elemento favorisce la scelta di quella soluzione per quel parametro, rosso se è un elemento a sfavore e giallo se si pone ad un livello intermedio.

Nella Tabella 4.1-1 di seguito riportata, sono indicati i limiti di classe attribuiti ad ogni indicatore. La scelta di tali classi segue criteri di presenza/assenza o limiti dettati da normative esistenti, ma anche talvolta è dettata dall'effettivo contesto in cui si sta lavorando, così da rendere significativa la discriminazione tra le alternative analizzate per quell'indicatore.

Tabella 4.1-1: Limite di classe attribuiti agli elementi descrittivi delle ipotesi progettuali

Requisiti	Limite di classe		
<b>ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE</b>			
Elementi biologici e naturali			
• Interferenza con tipologie forestali	Il tracciato interferisce prevalentemente con aree non vegetate	Il tracciato interferisce prevalentemente con aree a prateria	Il tracciato interferisce prevalentemente con aree a prateria e altra vegetazione arbustiva e/o forestale
• Interferenza con la Rete Natura 2000	<50%	50 ≥ % <75	> 75% del tracciato
Elementi geomorfologici			
• Acclività	Nessuna interferenza con pareti rocciose/versanti a forte acclività	Interferenza indiretta (attraversamenti in aereo) con pareti rocciose/versanti a forte acclività e/o attraversamento di aree al piede di pareti rocciose	Interferenza diretta tra sostegni e pareti rocciose/versanti a forte acclività
• Interferenza con aree di dissesto	Nessuna interferenza diretta con corpi franosi e/o con massimo 2 corpi franosi quiescenti o stabilizzati.	Interferenza diretta tra sostegni e aree di dissesto quiescenti o stabilizzate	Interferenza diretta tra sostegni e aree di dissesto attive
• Attraversamento canali e/o rii	Attraversamenti limitati (< 5)	Diversi attraversamenti (tra 5 e 15) risolvibile con singola campata	Più di 15 attraversamenti principali e potenziale interferenza diretta con uno o più sostegni
Elementi paesaggistici e antropici			
• Interferenza con sentieristica	Nessuna interferenza sentieristica CAI	Interferenza diretta con sentieristica CAI ma con un numero limitato di attraversamenti (< 3)	Interferenza diretta con sentieristica CAI e con un numero cospicuo di attraversamenti (> 3)
• Potenziale interferenza con alpeggi/rifugi	Potenziale interferenza con un solo alpeggio e/o nessuna interferenza	Potenziale interferenza diretta con alpeggi non custoditi e laghi	Potenziale interferenza diretta rifugi custoditi
• Potenziale intervisibilità	Il tracciato risulta poco visibile dai principali punti di vista a maggior fruibilità	Il tracciato è limitatamente visibile da alcuni punti di vista a media elevata fruibilità (sentieri, strade locali e alpeggi e laghi).	Il tracciato è ampiamente visibile dai principali abitati (rifugio) e dalla viabilità principale
• Campi elettromagnetici	Nessun recettore ricade nella DPA	<5 recettori ricadono nella DPA	≥ 5 recettori ricadono nella DPA
<b>ELEMENTI TECNICI</b>			
Caratteristiche degli elettrodotti			
• Lunghezza	Tracciato alternativo a minore lunghezza e/o con incrementi <10%	Incremento di lunghezza del tracciato tra il 10 % e il 20%	Incremento di lunghezza del tracciato > 20 %
• Numero di sostegni	Tracciato alternativo con minor numero di sostegni e/o con incremento <20%	Incremento del numero dei sostegni compreso tra il 20 % e il 50%	Incremento del numero dei sostegni > 50 %
• Altezza dei sostegni	Tracciato alternativo con minor numero di sostegni ad altezza > 60 m	Tracciato alternativo con numero intermedio di sostegni ad altezza > 60 m	Tracciato alternativo con maggior numero di sostegni ad altezza > 60 m
Opportunità tecniche			
• Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	Sfruttamento per oltre il 50% del tracciato di un corridoio infrastrutturale esistente	Creazione di un nuovo corridoio infrastrutturale per una % compresa tra 50% e 90% della lunghezza del tracciato	Creazione di un nuovo corridoio infrastrutturale (per oltre il 90% del tracciato)

#### 4.1.1 Sintesi delle valutazioni delle alternative

Nella matrice di seguito riportata (Tabella 4.1-2) sono poste a confronto le ipotesi alternative prese in considerazione.

Tabella 4.1-2: Confronto tra le alternative

	Ipotesi				
	Alternativa 1 - Progetto	Alternativa 2 – MIBACT (IA_TT2 – Asse MIBACT)	Alternativa 3 – Com. Formazza (IA_TT2 – Asse Comune di Formazza)	Alternativa n. 4 – Asse Toggia/MIBACT (I1_1017 – Asse Toggia/MIBACT)	Alternativa n. 5 – Asse Toggia/Castel (I2_1017 – Asse Toggia/Castel)
<b>ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE</b>					
Elementi biologici e naturali					
• Interferenza con tipologie forestali	Il tracciato attraversa prevalentemente aree non vegetate	Il tracciato attraversa prevalentemente aree a praterie e aree a cespuglieti pascolabili	Il tracciato attraversa prevalentemente aree a praterie e aree a cespuglieti pascolabili	Il tracciato attraversa prevalentemente aree a praterie e aree a cespuglieti pascolabili	Il tracciato attraversa prevalentemente aree a praterie e aree a cespuglieti pascolabili
• Interferenza con la Rete Natura 2000	Il tracciato ricade interamente all'interno di siti della rete Natura 2000	Il tracciato ricade interamente all'interno di siti della rete Natura 2000	Il tracciato ricade interamente all'interno di siti della rete Natura 2000	Il tracciato ricade interamente all'interno di siti della rete Natura 2000	Il tracciato ricade interamente all'interno di siti della rete Natura 2000
Elementi geomorfologici					
• Acclività	Il tracciato non interessa direttamente delle pareti rocciose ma si sviluppa al piede delle stesse, attraversando ampi macereti	Il tracciato attraversa un'area omogenea caratterizzata da versanti acclivi e/o molto acclivi	Il tracciato non interessa direttamente delle pareti rocciose ma si sviluppa al piede delle stesse, attraversando ampi macereti	Il tracciato attraversa un'area omogenea caratterizzata da versanti acclivi e/o molto acclivi	Il tracciato attraversa un'area omogenea caratterizzata da versanti acclivi e/o molto acclivi
• Interferenza con aree di dissesto	Il tracciato interferisce con diversi corpi franosi stabilizzati, anche con alcuni sostegni	Il tracciato non interferisce con aree di dissesto ad esclusione di un attraversamento di una limitata area in frana superficiale quiescente	Il tracciato interferisce con diversi corpi franosi stabilizzati, anche con alcuni sostegni	Il tracciato non interferisce direttamente con alcun corpo franoso	Il tracciato interferisce con un corpo franoso stabilizzato, con due sostegni
• Attraversamento canali e/o rii	Il tracciato interessa diversi canali di scarico valanghivi e dei macereti. Si contano una quindicina di attraversamenti principali, tutti risolvibili con singola campata. Nessun sostegno interferisce direttamente con gli stessi	Il tracciato interessa diversi canali di scarico valanghivi e impluvi in erosione. Si contano una ventina di attraversamenti principali, tutti risolvibili con singola campata. Nessun sostegno interferisce direttamente con gli stessi, anche se per alcuni sarebbe opportuno effettuare verifiche di dettaglio in fase di localizzazione definitiva degli stessi	Il tracciato interessa diversi canali di scarico valanghivi e dei macereti. Si contano una quindicina di attraversamenti principali, tutti risolvibili con singola campata. Nessun sostegno interferisce direttamente con gli stessi	Il tracciato interessa diversi canali di scarico valanghivi e impluvi in erosione. Si contano una ventina di attraversamenti principali, tutti risolvibili con singola campata. Nessun sostegno interferisce direttamente con gli stessi, anche se per alcuni sarebbe opportuno effettuare verifiche di dettaglio in fase di localizzazione definitiva degli stessi	Il tracciato interessa diversi canali di scarico valanghivi e impluvi in erosione. Si contano una ventina di attraversamenti principali, tutti risolvibili con singola campata. Nessun sostegno interferisce direttamente con gli stessi, anche se per alcuni sarebbe opportuno effettuare verifiche di dettaglio in fase di localizzazione definitiva degli stessi

Elementi paesaggistici e antropici					
Interferenza con sentieristica	Il tracciato interferisce con due sentieri segnalati dal CAI (G24 e G20) attraversandoli un'unica volta	Il tracciato interferisce con tre sentieri AI (G20, G22, G26) attraversandoli più volte.	Il tracciato interferisce con due sentieri segnalati dal CAI (G24 e G20) attraversandoli un'unica volta	Il tracciato interferisce con quattro sentieri AI (G20, G22, G26 e G28) attraversandoli più volte.	Il tracciato interferisce con tre sentieri AI (G20, G24, G26) attraversandoli più volte.
Potenziale interferenza con alpeggi/rifugi e laghi	Il tracciato non interessa sostanzialmente nessun elemento a particolare sensibilità, pur avvicinandosi ai laghi Boden e all'alpeggio Regina	Il tracciato si avvicina molto al Rifugio Maria Luisa e ai laghi del Toggia e Castel.	Il tracciato si avvicina agli Alpeggi Regina e Castel e ai laghi del Toggia e Castel.	Il tracciato si avvicina molto al Rifugio Maria Luisa e ai laghi del Toggia e Castel.	Il tracciato si avvicina all'Alpeggio Castel e attraversa il lago del Toggia.
Potenziale intervisibilità	Il tracciato si dipana lungo il fianco orientale della valle, caratterizzato da minori insediamenti e punti sensibili di potenziale osservazione, rimane inoltre a distanza maggiore e parzialmente coperto rispetto alla conca dei laghi Toggia e Castel e al Rifugio Maria Luisa	Il tracciato si sviluppa lungo la parte occidentale della valle e affianca i Laghi Toggia e Castel dai quali è ampiamente visibile; è inoltre visibile dal Rifugio Maria Luisa.	Il tracciato si dipana lungo il fianco orientale della valle, ma spostato verso i laghi Toggia e Castel dai quali è sicuramente ben visibile.	Il tracciato si sviluppa lungo la parte occidentale della valle rimanendo a distanza maggiore dal lago del Toggia, ma affianca il lago Castel e il Rifugio Maria Luisa dai quali è ampiamente visibile.	Il tracciato si sviluppa inizialmente lungo la parte occidentale della valle risultando molto visibile dal lago del Toggia; è inoltre visibile dall'Alpeggio Castel e dal lago Castel.
Campi elettromagnetici	Nessun recettore nella DPA	6 recettori ricadono nella DPA	2 recettori ricadono nella DPA	2 recettori ricadono nella DPA	Nessun recettore nella DPA
ELEMENTI TECNICI					
Caratteristiche degli elettrodotti					
Lunghezza	Il tracciato garantisce il tragitto più breve per l'attraversamento di questo tratto di alta val Formazza (6,347 km)	Il tracciato compie un arco più ampio con un incremento della lunghezza > 20% (7,689 km)	Il tracciato è leggermente più lungo dell'alternativa 1 ma comunque <10% (6,618km)	Il tracciato compie un arco più ampio con un incremento della lunghezza > 20% (8,083 km)	Il tracciato compie un arco più ampio con un incremento della lunghezza > 20% (7,638 km)
Numero di sostegni	Il tracciato garantisce il minor numero di sostegni (19)	Il tracciato è caratterizzato dal numero maggiore di sostegni > del 50% del tracciato minore (32)	Il tracciato è caratterizzato da un numero intermedio di sostegni (22), <20% del numero minimo	Il tracciato è caratterizzato da un numero maggiore di compreso tra il 20% e il 50% del tracciato minore)	Il tracciato è caratterizzato da un numero maggiore di compreso tra il 20% e il 50% del tracciato minore (26)
Altezza dei sostegni	Il tracciato garantisce il minor numero di sostegni ad altezza superiore ai 60 m (5)	Il tracciato è caratterizzato dal numero maggiore di sostegni ad altezza superiore ai 60 m (15)	Il tracciato è caratterizzato da un numero intermedio di sostegni ad altezza superiore ai 60 m (11)	Il tracciato garantisce il minor numero di sostegni ad altezza superiore ai 60 m (1)	Il tracciato non necessita di alcun sostegno ad altezza superiore ai 60 m
Opportunità tecniche					
Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	Il tracciato si allontana subito dal corridoio della linea a 220 kV (Razionalizzazione della Val Formazza), creando quindi un nuovo corridoio infrastrutturale	Il tracciato sfrutta per buona parte il corridoio utilizzato per lo sviluppo del progetto linea esistente a 220 kV della Val Formazza, permettendo, quindi, l'ottimizzazione gestionale e di utilizzo di suolo (soprattutto in termini di servitù)	Il tracciato si allontana subito dal corridoio della linea esistente a 220 kV della Val Formazza, creando quindi un nuovo corridoio infrastrutturale	Il tracciato si allontana subito dal corridoio della linea esistente a 220 kV della Val Formazza, sfruttando per circa il 10% il corridoio esistente in corrispondenza del Lago Castel	Il tracciato si allontana subito dal corridoio della linea esistente a 220 kV della Val Formazza, sfruttando per circa il 10% il corridoio esistente in corrispondenza del Lago del Toggia

## 4.2 Valutazione delle alternative

### 4.2.1 Metodologia

Per discriminare le diverse ipotesi e permettere il confronto tra i diversi caratteri territoriali, ambientali e tecnico-gestionali a ciascun indicatore considerato è stato attribuito un valore numerico che sostituisce i colori:

- verde = 1
- giallo = 2
- rosso = 3

Si è, poi, utilizzato un vettore dei pesi strutturato in modo da tenere conto del peso relativo di ciascun indicatore all'interno di ciascun sotto-raggruppamento, quindi del peso relativo di ciascun sottogruppo all'interno del proprio raggruppamento, infine del peso relativo dei due gruppi l'uno rispetto all'altro. Per ogni passaggio il valore è stato normalizzato.

Per la scelta dei singoli pesi si è fatto ricorso al giudizio d'esperto. Questo si è concretizzato in una serie di incontri tra tutti gli specialisti dei diversi comparti ambientali considerati che, attraverso valutazioni incrociate e confronti e sulla base delle proprie esperienze, hanno permesso di dare a ciascun elemento base/sottogruppo/gruppo un coefficiente di peso.

La tabella seguente presenta il vettore dei pesi applicato per le ipotesi italiane, espressi in percentuale, mentre quella successiva presenta il vettore dei pesi applicato per le ipotesi tunisine, in funzione degli indicatori che è stato possibile elaborare.

*Tabella 4.2-1: Vettore dei pesi*

Famiglie di indicatori	Peso	Indicatori	Peso	Parametri	Peso
Elementi di carattere territoriale e ambientale	70%	Elementi biologici e naturali	35%	Interferenza con tipologie forestali	50%
				Interferenza con la Rete Natura 2000	50%
		Elementi geomorfologici	35%	Acclività	40%
				Interferenza con aree di dissesto	40%
				Attraversamento canali e/o rii	20%
		Elementi paesaggistici e antropici	30%	Interferenza con sentieristica	25%
				Potenziale interferenza con alpeggi/malghie	30%
				Potenziale intervisibilità	25%
				Campi elettromagnetici	20%
Elementi tecnici	30%	Caratteristiche degli elettrodotti	60%	Lunghezza	40%
				Numero di sostegni	40%
				Altezza dei sostegni	20%
		Opportunità tecniche	40%	Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	100%

Nel successivo paragrafo sono presentati i risultati ottenuti applicando il vettore dei pesi descritto in Tabella 4.2-1 alle diverse ipotesi analizzate.

### 4.2.2 Risultati

La Tabella 4.2-2 presenta una sintesi dell'attribuzione dei valori numerici alle alternative analizzate.

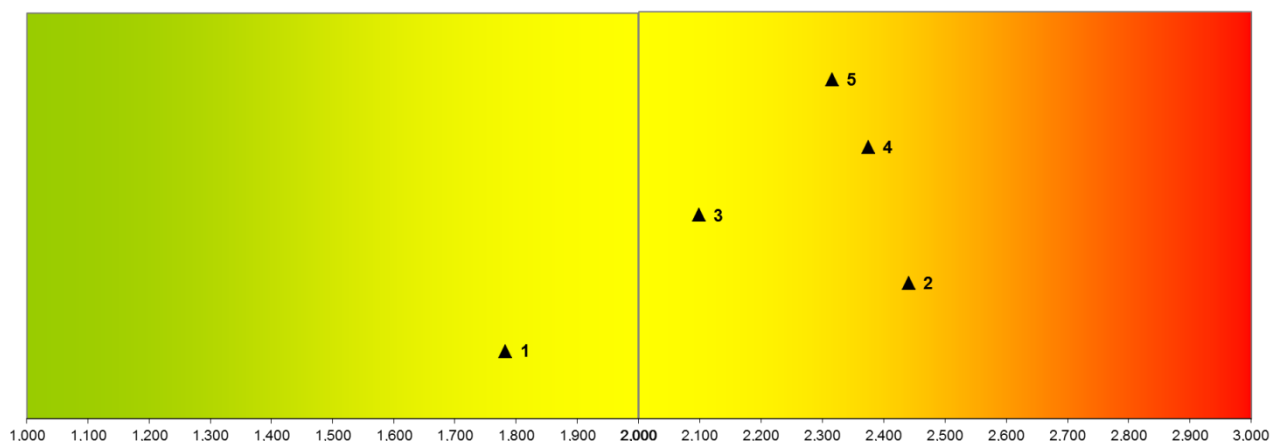
Tabella 4.2-2: Sintesi delle alternative con l'attribuzione dei valori numerici

Requisiti	Ipotesi				
	Alternativa 1 - Progetto	Alternativa 2 – MIBACT (IA_TT2 – Asse MIBACT)	Alternativa 3 – Com. Formazza (IA_TT2 – Asse Comune di Formazza)	Alternativa n. 4 – Asse Toggia/MIBACT (I1_1017 – Asse Toggia/MIBACT)	Alternativa n. 5 – Asse Toggia/Castel (I2_1017 – Asse Toggia/Castel)
<b>ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE</b>					
Elementi biologici e naturali					
• Interferenza con tipologie forestali	1	2	2	2	2
• Interferenza con la Rete Natura 2000	3	3	3	3	3
Elementi geomorfologici					
• Acclività	3	3	2	3	3
• Interferenza con aree di dissesto	2	1	2	1	2
• Attraversamento canali e/o rii	2	3	2	3	3
Elementi paesaggistici e antropici					
• Interferenza con sentieristica	2	3	2	3	3
• Potenziale interferenza con alpeggi/malghe	1	3	2	3	2
• Potenziale intervisibilità	1	3	2	3	2
• Campi elettromagnetici	1	3	2	2	1
<b>ELEMENTI TECNICI</b>					
Caratteristiche degli elettrodotti					
• Lunghezza	1	3	2	3	3
• Numero di sostegni	1	3	1	2	2
• Altezza dei sostegni	1	3	2	1	1
Opportunità tecniche					
• Sfruttamento di corridoi infrastrutturati già	3	1	3	2	2

Applicando il vettore dei pesi sopra descritto si giunge ai seguenti risultati:

	Alternativa 1 - Progetto	Alternativa 2 – MIBACT (IA_TT2 – Asse MIBACT)	Alternativa 3 – Com. Formazza (IA_TT2 – Asse Comune di Formazza)	Alternativa 4 – Toggia/MIBACT (I1_1017 – Asse Toggia/MIBACT)	Alternativa 5 – Toggia/Castel (I2_1017 – Asse Toggia/Castel )
<b>Elementi di carattere territoriale e ambientale</b>	<b>1,2425</b>	<b>1,7815</b>	<b>1,5225</b>	<b>1,7395</b>	<b>1,68</b>
<b>Elementi tecnici</b>	<b>0,54</b>	<b>0,66</b>	<b>0,576</b>	<b>0,636</b>	<b>0,636</b>
<b>INDICE SINTETICO</b>	<b>1,783</b>	<b>2,442</b>	<b>2,099</b>	<b>2,376</b>	<b>2,316</b>

Gli stessi valori sono stati riportati nel grafico a colori di seguito riportato, nel quale i colori corrispondono alle classi di valori da 1 a 3 (1=rosso, 2=giallo, 3=verde), utilizzati nella Tabella 4.2-2 di valutazione delle prestazioni degli indicatori ambientali e tecnico-gestionali.

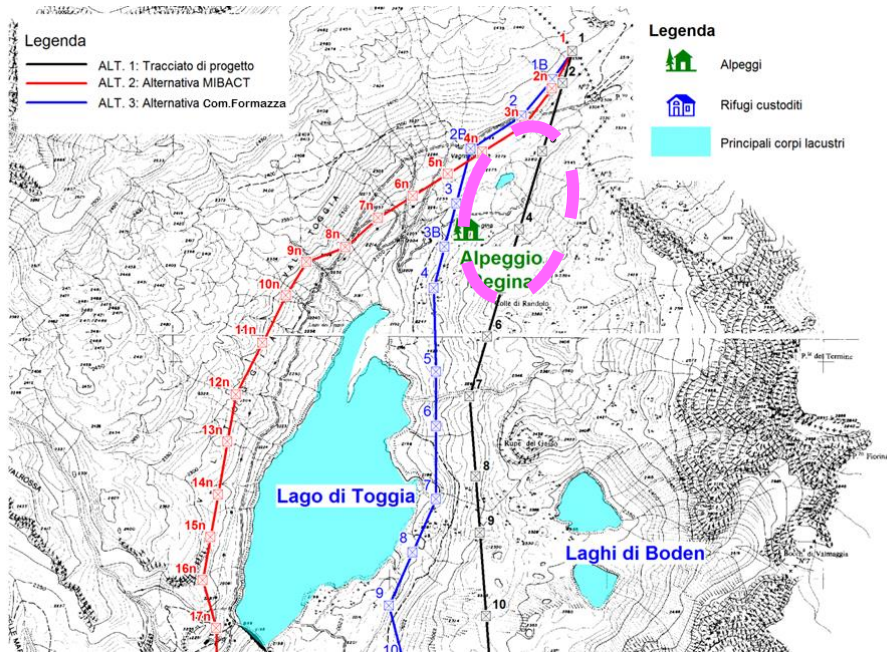


Sulla base delle analisi condotte risulta che le cinque alternative presentano livelli di criticità simili e non vi siano fattori discriminanti sostanziali; tuttavia, considerando nel dettaglio elementi di tipo paesaggistico e naturalistico, risulta che l'alternativa 1 di progetto garantisce la minimizzazione degli impatti su dette componenti, soprattutto considerando l'elevata sensibilità paesistica del contesto nel quale l'opera va ad inserirsi. Tale minimizzazione degli impatti dell'alternativa 1 è dovuta anche alla minor lunghezza del tracciato proposto, con conseguente limitazione del numero di sostegni necessari; non da ultimo si deve tener conto che la soluzione di progetto garantisce anche l'utilizzo di un numero limitato di sostegni ad elevata altezza (> 60 m), condizione che minimizza la visibilità e la percepibilità di tale alternativa di tracciato.

Si specifica che a seguito degli approfondimenti di tipo geologico e geomorfologico richiesti nelle integrazioni (cfr doc. RERX1004BIAM2204) è emerso che **il tratto iniziale della soluzione di progetto** è interessato da



un **dissesto franoso** (scivolamento rotazionale) **attivo** che comporterà **necessariamente** la **delocalizzazione** dei sostegni esternamente al corpo di frana.



### 4.3 Individuazione degli indicatori economici

Nel seguente paragrafo vengono analizzate le differenze tecnico/economiche associabili ai singoli tratti interessati da alternativa di tracciato. Come già anticipato sono stati studiati degli indicatori ad hoc di tipo economico basati su parametri significativi in funzione del territorio attraversato.

Il metodo di analisi utilizzato permette, in modo sintetico, di confrontare il rapporto di costo tra due o più soluzioni progettuali, tra loro alternative, in modo oggettivo prendendo in considerazione non solo la lunghezza del tratto (che è il parametro di raffronto più immediato, ma non esaustivo delle problematiche tecniche connesse), ma anche i parametri legati ai materiali necessari conseguenti alla variazione della complessità del tracciato, da cui scaturiscono, ad esempio, liste di sostegni che a prima vista potrebbero sembrare difficilmente confrontabili.

La difficoltà di confrontare due diverse “liste di sostegni” è tanto più accentuata quanto più è:

- morfologicamente complessa l'area interessata dai tracciati alternativi
- “tortuoso” il tracciato del tratto di linea

Questo perché sui due assi (pur di lunghezza non significativamente diversa), diventa determinante il “peso” dei sostegni in funzione delle loro differenti altezze ed angoli di deviazione linea.

I parametri significativi che vengono presi in considerazione, per i singoli tratti, sono:

1. lunghezza del tratto interessato (km di asse linea)
2. numero dei sostegni posizionato sull'asse di riferimento
3. altezza utile sostegni (intesa come altezza da terra attacco conduttore basso)
4. angolo di deviazione linea che il tracciato fa in corrispondenza del sostegno

Per due tratti di tracciato linea (alternativi tra loro) aventi:

- lo stesso livello di tensione (esempio: 380 kV);
- la stessa tipologia della linea (esempio: semplice terna);
- la stessa serie/tipologia di sostegni (esempio sostegno Serie Unificata 380 kV Semplice Terna a traliccio, conduttore Ø 31,5 mm trinato);
- lo stesso conduttore/fune di guardia (esempio: conduttore Ø 31,5 mm trinato);

la differenza di costi è direttamente proporzionale alla:

- lunghezza del tratto interessato (km di asse linea);
- numero dei sostegni posizionato sull'asse di riferimento.

La differenza di costi dovuti alla diverse altezze utilizzate è, invece, direttamente proporzionale alla differenza di peso della carpenteria necessaria per i due tracciati. Questo, facilmente intuibile, perché un sostegno più alto impiega più carpenteria e, quindi, risulta più pesante.

Analogamente, la differenza di costi dovuti alla diversa presenza di angoli deviazione linea è direttamente proporzionale alla differenza di peso della carpenteria necessaria per i due tracciati. Questo perché un

angolo di deviazione di linea maggiore implica l'impiego di un sostegno più robusto (e quindi più pesante) per sopportare il maggiore carico trasversale trasmesso dai conduttori al sostegno.

Per valutare queste differenze di peso della carpenteria, si fa riferimento alla "tabella MASSA dei SOSTEGNI" della serie 380 kV ST traliccio conduttore Ø 31,5 mm trinato.

Questa tipologia di sostegno è prevista nei due assi linea (220 kV e 380kV) che dall'area di SE Verampio arriva fino a SE Pallanzeno (tabella sotto riportata) ma, in ogni caso, anche per le altre tipologie di sostegni, come ad esempio sostegno serie Alto Sovraccarico 380 kV Semplice Terna a traliccio conduttore Ø 56,26 mm singolo utilizzati dal Passo S.Giacomo fino all'area di SE Verampio), o altre tipologia di linea (ad es. doppia terna), se i due tratti di tracciato che si stanno confrontando hanno:

- lo stesso livello di tensione
- la stessa tipologia della linea
- la stessa serie / tipologia di sostegni
- lo stesso conduttore / fune di guardia

il rapporto dei pesi tra i sostegni della serie è pressoché costante.

È molto frequente, inoltre che i tratti Alternativi alla soluzione di progetto contengano molti più angoli di deviazione linea del tratto originale e per il quale si individua l'Alternativa.

Inoltre è molto probabile che su due tratti, alternativi tra loro, la diversa distribuzione dei sostegni determini la necessità di differenti altezze utili tra i sostegni stessi.

**1 PROSPETTO RIASSUNTIVO DELLA MASSA DEI SOSTEGNI**

ALTEZZE (m)	MASSA (kg) (*)												
	SOSTEGNO TIPO												
	LV	NV	NT	MV	ML	PV	PL	VV	VL	VA	CA	EA	EP
12	-	-	9244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	7236	7740	10454	8816	9285	10172	11067	12550	13580	14619	-	-	35474
18	8266	8965	11304	10134	10603	11307	12202	14284	15314	16353	22823	31259	41026
21	9036	9815	12184	11003	11472	12451	13346	15312	16342	17381	25447	35038	44794
24	9835	10695	13096	11901	12370	13370	14265	16851	17881	18920	27500	37557	47340
27	10352	11607	14838	12760	13229	14466	15361	17915	18945	19984	31096	43052	52811
30	11730	13349	15660	14645	15114	16283	17178	20580	21610	22649	34807	49290	59049
33	12526	14171	16781	15684	16153	17271	18166	21507	22537	23576	37313	52288	62047
36	13403	15292	17928	16947	17416	18737	19632	23480	24510	25549	39499	55233	64992
39	14274	16439	19248	18094	18563	19791	20686	24421	25451	26490	42385	58981	68740
42	15271	17759	-	19378	19847	21293	22188	26668	27698	28737	44766	62235	71994
45	-	-	-	21493	21962	-	-	29774	30804	31843	-	-	-
48	-	-	-	24628	25097	-	-	35686	36716	37755	-	-	-
51	-	-	-	26965	27434	-	-	35609	36639	37678	-	-	-
54	-	-	-	28901	29370	-	-	37883	38913	39952	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Comprensiva dell'incremento (3.5%) dovuto alla zincatura.

### 4.3.1 Considerazioni sul rapporto dei pesi tra i sostegni appartenenti alla stessa serie

Dalla tabella precedentemente riportata, sono state estratte le colonne della “Massa” relativa ai sostegni MV e CA:

- il sostegno “MV” (campata media= 400 m ; angolo deviaz.=8 °) è il sostegno di sospensione normalmente utilizzato nei tratti rettilinei o con piccoli angoli di deviazione linea
- il sostegno “CA” (campata media= 400 m ; angolo deviaz.=60 °) è il sostegno di amarro normalmente utilizzato in posizioni con forti angoli di deviazione linea.

Successivamente, sono stati calcolati (vedere la tabella Prospetto riassuntivo della massa dei sostegni) tre parametri significativi :

- in colonna  $\frac{\text{massa CA}}{\text{massa MV}}$  è riportato il rapporto tra la massa del sostegno CA e la massa del sostegno MV per la stessa altezza utile; questo valore indica, a parità altezza utile, quanto il “sostegno pesante” pesa di più del “sostegno leggero”
- per il sostegno MV : in colonna  $\frac{\text{massa altezza H}}{\text{massa altezza H-1}}$  è riportato il rapporto tra la massa di due sostegni MV di altezze utili consecutive; questo valore indica quanto il sostegno MV pesa di più incrementando l’altezza utile di 3 m;
- per il sostegno CA : in colonna  $\frac{\text{massa altezza H}}{\text{massa altezza H-1}}$  è riportato il rapporto tra la massa di due sostegni CA di altezze utili consecutive; questo valore indica quanto il sostegno CA pesa di più incrementando l’altezza utile di 3 m.

LINEE 380 kV SEMPLICE TERNA CONDUTTORE Ø 31,5 mm TRINATO					
PROSPETTO RIASSUNTIVO DELLA MASSA DEI SOSTEGNI					
H.utile sostegno (m)	MASSA (kg)		massa CA / massa MV	MV : massa altezza H / massa altezza H-3	CA : massa altezza H / massa altezza H-3
	SOSTEGNO TIPO MV	SOSTEGNO TIPO CA			
15	8.816	-	-	-	-
18	10.134	22.823	2,3	1,1	-
21	11.003	25.447	2,3	1,1	1,1
24	11.901	27.500	2,3	1,1	1,1
27	12.760	31.096	2,4	1,1	1,1
30	14.645	34.807	2,4	1,1	1,1
33	15.684	37.313	2,4	1,1	1,1
36	16.947	39.499	2,3	1,1	1,1
39	18.094	42.385	2,3	1,1	1,1
42	19.378	44.766	2,3	1,1	1,1
45	21.493	-	-	1,1	-
48	24.628	-	-	1,1	-
51	26.965	-	-	1,1	-
54	28.901	-	-	1,1	-
57	-	-	-	-	-

### 4.3.2 Considerazioni sull'incremento del costo opera in funzione della differente distribuzione sostegni

La diversa distribuzione dei sostegni in un tratto di linea determina incrementi di costo dovuti a più fattori che di seguito vengono analizzati.

#### 4.3.2.1 Coefficiente di costo del tratto di linea

È il coefficiente che definisce il costo del tratto di linea ed è dato dal prodotto tra i tre coefficienti definiti nei paragrafi successivi:

- **Coefficiente costo medio sostegni** : tiene conto del “peso ponderato” che hanno i sostegni utilizzati.
- **Coefficiente costo proporzionale alla lunghezza** : tiene conto dei materiali / attività proporzionali alla lunghezza tratto
- **Coefficiente costo proporzionale al numero sostegni utilizzati** : tiene conto del numero di sostegni necessari nel tratto

##### 4.3.2.1.1 Coefficiente costo medio sostegni

Questo coefficiente contribuisce a definire il costo del tratto di linea, considerando la componente che deriva dal costo dei singoli sostegni in essa impiegati.

Per comporre questo coefficiente, risulta necessario definire i seguenti fattori:

- coefficiente di costo del singolo sostegno, a sua volta derivato da:
  - coefficiente peso sostegno;
  - coefficiente di proporzionalità altezza utile sostegno;
- numero di sostegni utilizzati nel tratto.

È esprimibile come il valore medio ponderato dei coefficienti associati ai singoli sostegni.

$$\text{Coeff. costo medio sostegni} = \frac{\sum \text{Coeff. costo singolo sostegno}}{\text{numero sostegni utilizzati nel tratto}} \quad (1)$$

Di seguito, si procede a dettagliare l'analisi di ciascuno dei fattori indicati.

#### **Coefficiente di costo singolo sostegno**

Per poter definire un coefficiente univoco di proporzionalità che tenga conto sia dell'altezza utile sostegno, che della diversa tipologia dei sostegni, si definisce il Coefficiente di costo singolo sostegno.

Questo coefficiente è definito dalla seguente formula:

$$\text{Coeff. costo singolo sostegno} = \text{Coeff. proporzionalità H. utile sostegno} \times \text{Coeff. peso sostegno} \quad (2)$$

dove:

il *Coefficiente di proporzionalità altezza utile sostegno* tiene conto delle diverse altezze utili dei sostegni (tutte le altezze utili sono rapportate alla altezza utile di 18 m).

Si assume “altezza utile di 18 m” in quanto altezza minima del sostegno presente in tutte le serie dei sostegni.

Questo coefficiente è definito dal seguente algoritmo:

$$\text{Coeff. proporzionalità H. utile sostegno} = \text{Coeff. incremento altezza sostegno 3 m} \frac{H_{\text{utile}} - 18}{3} \quad (3)$$

il *Coefficiente peso sostegno* rappresenta l'incremento costo opera dovuto alla variazione, a parità di altezza utile sostegno, tra sostegno leggero di rettilo (sospensione) e sostegno pesante di angolo (amarro) per fornitura e montaggio, approssimabile in circa 2,3 volte il costo del sostegno leggero.

Questo ragionamento è estendibile anche alla relativa fondazione del sostegno, la cui dimensione è pressoché proporzionale agli sforzi meccanici trasmessi al sostegno dai conduttori / corde di guardia

Il rapporto di costo tra la fondazione del "sostegno pesante" di angolo (amarro) e la fondazione del "sostegno leggero" di rettilo (sospensione) è di circa 2,5.

La variazione da sostegno di sospensione a sostegno di amarro determina inoltre un incremento di costo dovuto all'aumento di fornitura materiali relativi alla morsetteria/isolatori:

- sostegno di sospensione :
  - isolatori per ogni catena sospensione tipo VDD: 84 isolatori tipo J1/3 (160 kN) → 252 isolatori / palo
  - equipaggi totali su sostegno tipo VDD (320 kN) 3 equipaggi morsetteria / palo
  
- sostegno di amarro :
  - isolatori per ogni catena amarro tipo TA : 57 isolatori tipo J1/4 (210 kN) → 342 isolatori/palo
  - equipaggi totali su sostegno tipo TA (360 kN) 6 equipaggi morsetteria / palo
  - isolatori per ogni catena sospensione tipo IR: : 21 isolatori tipo J1/3 (160 kN) → 126 isolatori / palo
  - equipaggi totali su sostegno tipo IR (160 kN) 4 equipaggi morsetteria / palo

In conclusione la variazione tra "sostegno leggero" di rettilo (sospensione) e "sostegno pesante" di angolo (amarro) determina l'incremento di costo stimabile in 2,5 volte, riferito al singolo sostegno.

È pertanto definito il "Coeff. peso sostegno leggero" = 1,0  
e il "Coeff. peso sostegno pesante" = 2,5

Anche la variazione di altezza utile di 3 m del singolo sostegno di uguale tipologia, determina un incremento di costo dovuto a un incremento della massa pari a 10%.

L'incremento di costo del singolo sostegno corrisponde a circa il 10 % ed è pressoché costante per ogni variazione di H.utile di 3 metri, indipendentemente dalla specifica H.utile o marca del sostegno (visibile confrontando i valore delle colonne relative ai sostegni MV e CA).

È pertanto definito il "Coeff. incremento altezza sostegno 3 m" = 1,1

I risultati della applicazione della formula (2) sono visibili nella tabella sotto riportata

H.utile sostegno (m)	Coefficiente incremento altezza sostegno 3 m	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente peso sostegno leggero	Coefficiente peso sostegno pesante	Coefficiente costo sostegno leggero (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Coefficiente costo sostegno pesante (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)
15	1,1	0,91	1,0	2,5	0,91	2,27
18	1,1	1,00	1,0	2,5	1,00	2,50
21	1,1	1,10	1,0	2,5	1,10	2,75
24	1,1	1,21	1,0	2,5	1,21	3,03
27	1,1	1,33	1,0	2,5	1,33	3,33
30	1,1	1,46	1,0	2,5	1,46	3,66
33	1,1	1,61	1,0	2,5	1,61	4,03
36	1,1	1,77	1,0	2,5	1,77	4,43
39	1,1	1,95	1,0	2,5	1,95	4,87
42	1,1	2,14	1,0	2,5	2,14	5,36
45	1,1	2,36	1,0	2,5	2,36	5,89
48	1,1	2,59	1,0	2,5	2,59	6,48
51	1,1	2,85	1,0	2,5	2,85	7,13
54	1,1	3,14	1,0	2,5	3,14	7,85
57	1,1	3,45	1,0	2,5	3,45	8,63

Il Coefficiente di costo del singolo sostegno tiene quindi conto contemporaneamente della differente altezza utile nonché della diversa tipologia di sostegno impiegata.

Estendendo questo concetto a tutti i pali facenti parte del tratto di linea considerato, è possibile infine definire il **Coefficiente di costo medio sostegni**, espresso dalla formula (1), enunciata in precedenza.

#### 4.3.2.1.2 Coefficiente costo proporzionale alla lunghezza tratto di linea

Questo coefficiente contribuisce a definire il costo della linea rapportato alla sua lunghezza :

$$\text{Coefficiente costo proporzionale a lunghezza tratto linea} = \text{lunghezza tratto linea (espresso in km)} \quad (4)$$

#### 4.3.2.1.3 Coefficiente di costo proporzionale al numero sostegni utilizzati

Questo coefficiente contribuisce a definire il costo della linea rapportato al numero dei sostegni utilizzati :

$$\text{Coefficiente costo proporzionale al numero sostegni utilizzati} = \text{numero sostegni utilizzati nel tratto} \quad (5)$$



### 4.3.3 Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa MIBACT (IA\_TT2 – Asse MIBACT)

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle stime calcolate:

Asse di Progetto presentato							Asse richiesto da MIBACT						
N. sostegni con vernice segnaletica 5							N. sostegni con vernice segnaletica 15						
Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)	Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)
	(m,cm)												
1	21	0,00	1,10	2,5	2,75		1	21	0,00	1,10	2,5	2,75	
2	21	0,00	1,10	1,0	1,10		2n	24	-8,73	1,21	1,0	1,21	
3	24	0,00	1,21	1,0	1,21		3n	21	-20,42	1,10	2,5	2,75	
4	21	0,00	1,10	1,0	1,10		4n	24	0,04	1,21	1,0	1,21	
5	18	0,00	1,00	1,0	1,00		5n	27	-0,08	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
6	18	0,00	1,00	1,0	1,00		6n	27	0,01	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
7	24	20,92	1,21	2,5	3,03		7n	24	9,31	1,21	1,0	1,21	
8	21	0,00	1,10	1,0	1,10		8n	27	-21,11	1,33	2,5	3,33	
9	18	0,00	1,00	1,0	1,00		9n	24	38,36	1,21	2,5	3,03	
10	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	10n	27	4,50	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
11	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	11n	27	-0,43	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
12	33	0,00	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica	12n	27	16,79	1,33	2,5	3,33	
13	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica	13n	24	0,01	1,21	1,0	1,21	
14	24	0,00	1,21	1,0	1,21		14n	30	-0,04	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
15	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	15n	30	0,11	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
16	24	0,00	1,21	1,0	1,21		16n	30	26,12	1,46	2,5	3,66	
17	24	0,00	1,21	1,0	1,21		17n	27	-15,04	1,33	2,5	3,33	V.segnaletica
18	18	11,95	1,00	2,5	2,50		18n	24	0,59	1,21	1,0	1,21	
19	21	36,82	1,10	2,5	2,75		19n	24	-4,52	1,21	1,0	1,21	
							20n	27	2,70	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							21n	24	-8,30	1,21	1,0	1,21	
							22n	24	3,85	1,21	1,0	1,21	
							23n	27	4,16	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							24n	30	3,19	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
							25n	30	50,79	1,46	2,5	3,66	
							26n	27	-4,57	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							27n	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							28n	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							29n	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							30n	27	-7,91	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							18	18	-48,53	1,00	2,5	2,50	
							19	21	36,82	1,10	2,5	2,75	
Sommarie			22,93	25,0	29,54		Sommarie			41,14	47,0	59,79	

Asse di Progetto presentato				Asse richiesto da MIBACT			
Lunghezza tratto			6,347 km	Lunghezza tratto			7,689 km
Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			6,347	Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			7,689
N. totale sostegni			19	N. totale sostegni			32
Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			19	Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			32
H.utile media sostegni			23,53 m	H.utile media sostegni			25,78 m
Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			22,93	Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			41,14
Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			25,00	Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			47,00
Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			29,54	Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			59,79
Coefficiente costo medio sostegno			1,55	Coefficiente costo medio sostegno			1,87
Coefficiente di costo del tratto di linea			187,49	Coefficiente di costo del tratto di linea			459,74

Il rapporto tra i "Coefficients di costo del tratto di linea" per ciascun tratto di linea analizzato come alternativa è quindi pari a:

$$\text{Rapporto di costo tra le due soluzioni} : \frac{\text{Asse richiesto da MIBACT}}{\text{Asse di Progetto presentato}} = \frac{459,74}{187,49} = 2,45$$

Questo significa che l'Alternativa sviluppata su Asse richiesto da MIBACT costa circa 2,5 volte la soluzione sviluppata su Asse di Progetto presentato

#### 4.3.4 Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa Asse Comune di Formazza (IA\_TT2 – Asse Comune di Formazza)

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle stime calcolate:

Asse di Progetto presentato							Asse proposto da Com.Formazza						
N. sostegni con vernice segnaletica 5							N. sostegni con vernice segnaletica 11						
Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)	Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)
1	21	0,00	1,10	2,5	2,75		1	21	0,00	1,10	2,5	2,75	
2	21	0,00	1,10	1,0	1,10		1B	21	-4,65	1,10	1,0	1,10	
3	24	0,00	1,21	1,0	1,21		2	24	-17,09	1,21	2,5	3,03	
4	21	0,00	1,10	1,0	1,10		2B	24	42,02	1,21	2,5	3,03	
5	18	0,00	1,00	1,0	1,00		3	24	0,00	1,21	1,0	1,21	
6	18	0,00	1,00	1,0	1,00		3B	24	0,00	1,21	1,0	1,21	
7	24	20,92	1,21	2,5	3,03		4	24	16,71	1,21	2,5	3,03	
8	21	0,00	1,10	1,0	1,10		5	30	-1,59	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
9	18	0,00	1,00	1,0	1,00		6	30	-0,21	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
10	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	7	27	-23,73	1,33	2,5	3,33	
11	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	8	24	0,00	1,21	1,0	1,21	
12	33	0,00	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica	9	33	38,19	1,61	2,5	4,03	V.segnaletica
13	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica	10	30	0,00	1,46	1,0	1,46	V.segnaletica
14	24	0,00	1,21	1,0	1,21		11	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
15	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	12	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica
16	24	0,00	1,21	1,0	1,21		13	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica
17	24	0,00	1,21	1,0	1,21		14	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
18	18	11,95	1,00	2,5	2,50		15	33	-8,57	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica
19	21	36,82	1,10	2,5	2,75		16	33	0,00	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica
							17	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica
							18	21	-11,22	1,10	2,5	2,75	
							19	21	36,82	1,10	2,5	2,75	
Sommatorie			22,93	25,0	29,54		Sommatorie			29,75	34,0	44,56	

Asse di Progetto presentato				Asse proposto da Com.Formazza			
Lunghezza tratto			6,347 km	Lunghezza tratto			6,618 km
Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			6,347	Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			6,618
N. totale sostegni			19	N. totale sostegni			22
Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			19	Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			22
H.utile media sostegni			23,53 m	H.utile media sostegni			27,14 m
Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			22,93	Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			29,75
Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			25,00	Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			34,00
Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			29,54	Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			44,56
Coefficiente costo medio sostegno			1,55	Coefficiente costo medio sostegno			2,03
Coefficiente di costo del tratto di linea			187,49	Coefficiente di costo del tratto di linea			294,89

Il rapporto tra i “Coefficienti di costo del tratto di linea” per ciascun tratto di linea analizzato come alternativa è quindi pari a:

$$\text{Rapporto di costo tra le due soluzioni} : \frac{\text{Asse proposto da Comune Formazza}}{\text{Asse di Progetto presentato}} = \frac{294,89}{187,49} = 1,57$$

Questo significa che l’Alternativa sviluppata su Asse proposto da Comune Formazza costa circa 1,6 volte la soluzione sviluppata su Asse di Progetto presentato.

### 4.3.5 Confronto tra la soluzione di progetto e l’Alternativa Asse Toggia/MIBACT (I1\_1017 – Asse Toggia/MIBACT)

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle stime calcolate:

Asse di Progetto presentato							Asse Toggia MIBACT							
Lunghezza tratto							Lunghezza tratto							
6.347 km							8.083 km							
N. totale sostegni							N. totale sostegni							
19							28							
N. sostegni con vernice segnaletica							N. sostegni con vernice segnaletica							
5							1							
Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)	Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	H. totale sost.	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)
	(m,cm)	(*SDC)				(m,cm)		(m,cm)	(*SDC)					
1	21	0,00	1,10	2,5	2,75		P.01	21	49,00	0,00	1,10	2,5	2,75	
2	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.02	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
3	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.03	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
4	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.04	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
5	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.05	24	57,31	-34,90	1,21	2,5	3,03	
6	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.06	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
7	24	20,92	1,21	2,5	3,03		P.07	18	51,31	-17,20	1,00	2,5	2,50	
8	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.08	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
9	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.09	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
10	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.10	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
11	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.11	18	44,40	-3,05	1,00	1,0	1,00	
12	33	0,00	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica	P.12	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
13	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica	P.13	24	50,00	22,88	1,21	2,5	3,03	
14	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.13 bis	24	52,00	-51,95	1,21	2,5	3,03	
15	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.14	18	46,00	-19,46	1,00	2,5	2,50	
16	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.15	18	46,00	28,27	1,00	2,5	2,50	
17	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.16	21	47,00	12,84	1,10	2,5	2,75	
18	18	11,95	1,00	2,5	2,50		P.17	18	44,40	8,67	1,00	1,0	1,00	
19	21	36,82	1,10	2,5	2,75		P.18	45	73,00	-33,44	2,36	2,5	5,89	V.segnaletica
							P.19	18	44,40	13,26	1,00	2,5	2,50	
							P.20	21	49,00	-50,37	1,10	2,5	2,75	
							P.21	21	47,00	4,56	1,10	1,0	1,10	
							P.22	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
							P.23	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.24	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
							P.25	21	47,00	7,90	1,10	1,0	1,10	
							P.26	18	46,00	48,55	1,00	2,5	2,50	
							P.19	18	46,00	0,00	1,00	1,0	1,00	
Sommatorie							Sommatorie							
22,93							31,20							
25,0							46,0							
29,54							52,63							

Asse di Progetto presentato		Asse richiesto da MIBACT ottimizzato	
Lunghezza tratto	6.347 km	Lunghezza tratto	8.083 km
Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto	6347,000	Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto	8083,000
N. totale sostegni	19	N. totale sostegni	28
Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni	19	Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni	28
H.utile media sostegni	23,53 m	H.utile media sostegni	20,89 m
Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno	22,93	Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno	31,20
Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"	25,00	Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"	46,00
Sommatoria Coefficiente costo Angolo sostegno	29,54	Sommatoria Coefficiente costo Angolo sostegno	52,63
Coefficiente costo medio sostegno	1,55	Coefficiente costo medio sostegno	1,88
Coefficiente di costo del tratto di linea	187,49	Coefficiente di costo del tratto di linea	425,40

Il rapporto tra i “Coefficienti di costo del tratto di linea” per ciascun tratto di linea analizzato come alternativa è quindi pari a:

$$\text{Rapporto di costo tra le due soluzioni} : \frac{\text{Asse proposto da Comune Formazza}}{\text{Asse di Progetto presentato}} = \frac{425,40}{187,49} = 2,27$$

Questo significa che l’Alternativa sviluppata su Asse proposto da Comune Formazza costa circa 1,6 volte la soluzione sviluppata su Asse di Progetto presentato.

#### 4.3.6 Confronto tra la soluzione di progetto e l’Alternativa Asse Toggia/Castel (I2\_1017 – Asse Toggia/Castel)

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle stime calcolate:

Asse di Progetto presentato							Asse Toggia Castel							
Lunghezza tratto							Lunghezza tratto							
6.347 km							7.638 km							
N. totale sostegni							N. totale sostegni							
19							26							
N. sostegni con vernice segnaletica							N. sostegni con vernice segnaletica							
5							0							
Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità a H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)	Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	H. totale sost.	Angolo deviaz. linea	Coefficiente proporzionalità a H.utile sostegno (riferito a H.utile 18 m)	Coefficiente "peso sostegno"	Coefficiente costo singolo sostegno (riferito a sostegno leggero H.utile 18 m)	Necessità di Vernice segnaletica del 1/3 superiore (per i sostegni con H.totale >60 m)
	(m,cm)	(*SDC)				(m,cm)		(m,cm)	(*SDC)					
1	21	0,00	1,10	2,5	2,75		P.01	21	49,00	0,00	1,10	2,5	2,75	
2	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.02	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
3	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.03	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
4	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.04	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
5	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.05	24	57,31	-34,90	1,21	2,5	3,03	
6	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.06	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
7	24	20,92	1,21	2,5	3,03		P.07	24	57,31	-25,33	1,21	2,5	3,03	
8	21	0,00	1,10	1,0	1,10		P.08	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
9	18	0,00	1,00	1,0	1,00		P.09	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
10	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.10	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
11	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.11	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
12	33	0,00	1,61	1,0	1,61	V.segnaletica	P.12	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
13	36	0,00	1,77	1,0	1,77	V.segnaletica	P.13	24	52,00	-58,69	1,21	2,5	3,03	
14	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.14	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
15	27	0,00	1,33	1,0	1,33	V.segnaletica	P.15	18	44,40	0,00	1,00	1,0	1,00	
16	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.16	21	47,00	0,00	1,10	1,0	1,10	
17	24	0,00	1,21	1,0	1,21		P.17	24	52,00	32,80	1,21	2,5	3,03	
18	18	11,95	1,00	2,5	2,50		P.18	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
19	21	36,82	1,10	2,5	2,75		P.19	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.20	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.21	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.22	24	52,00	8,66	1,21	1,0	1,21	
							P.23	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.24	24	50,00	0,00	1,21	1,0	1,21	
							P.25	18	46,00	14,03	1,00	2,5	2,50	
							P.19	18	46,00	0,00	1,00	1,0	1,00	
Sommatorie							Sommatorie							
22,93							29,12							
25,0							35,0							
29,54							39,53							

Asse di Progetto presentato		Asse Toggia Castel , proposta mediazione Mibact/Comune-Formazza	
Lunghezza tratto	6.347 km	Lunghezza tratto	7.638 km
Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto	6347,000	Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto	7638,000
N. totale sostegni	19	N. totale sostegni	26
Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni	19	Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni	26
H.utile media sostegni	23,53 m	H.utile media sostegni	21,46 m
Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno	22,93	Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno	29,12
Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"	25,00	Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"	35,00
Sommatoria Coefficiente costo singolo sostegno	29,54	Sommatoria Coefficiente costo singolo sostegno	39,53
Coefficiente costo medio sostegno	1,55	Coefficiente costo medio sostegno	1,52
Coefficiente di costo del tratto di linea	187,49	Coefficiente di costo del tratto di linea	301,93

Il rapporto tra i “Coefficienti di costo del tratto di linea” per ciascun tratto di linea analizzato come alternativa è quindi pari a:

$$\text{Rapporto di costo tra le due soluzioni} : \frac{\text{Asse proposto da Comune Formazza}}{\text{Asse di Progetto presentato}} = \frac{301,93}{187,49} = 1,61$$

Questo significa che l’Alternativa sviluppata su Asse proposto da Comune Formazza costa circa 1,6 volte la soluzione sviluppata su Asse di Progetto presentato.

## 5 CONCLUSIONI

Dalle analisi svolte si può concludere che per quanto riguarda la componente ambientale, l’alternativa 1 di progetto garantisce la minimizzazione degli impatti sugli elementi biologici, naturali paesaggistici ed antropici, ed è pertanto preferibile soprattutto considerando l’elevata sensibilità paesistica del contesto nel quale l’opera va ad inserirsi. Le altre alternative interessano versanti molto acclivi, attraversano numerosi canali ed hanno un impatto maggiore sulla componente paesaggio e sulla fruizione turistica dei luoghi.

Il minore impatto dell’alternativa di progetto è dovuta anche alla minor lunghezza del tracciato proposto, con conseguente limitazione del numero di sostegni; non da ultimo si deve tener conto che la soluzione di progetto garantisce anche l’utilizzo di un numero limitato di sostegni ad elevata altezza (> 60 m), condizione che minimizza la visibilità e la percepibilità di tale alternativa di tracciato. Va inoltre evidenziato che dal punto di vista degli elementi tecnici ed economici le soluzioni alternative studiate, presentano costi maggiori:

L’alternativa 2 risulta essere circa 2,5 volte più costosa rispetto all’alternativa di progetto in quanto il numero di sostegni passa da 19 del progetto originario a 32, così come l’alternativa 4 risulta essere 2,3 volte più costosa per il numero di sostegni portato a 28. Le alternative 3 e 5 risultano circa 1,6 volte più costose rispetto all’alternativa di progetto sia per il numero maggiore di sostegni sia per la loro maggiore altezza.

Va comunque segnalato che per quanto riguarda l’alternativa 1, a seguito degli approfondimenti di tipo geologico e geomorfologico, il tratto iniziale sarà oggetto di delocalizzazione di alcuni sostegni, essendo interessato da un dissesto franoso attivo.

## 6 BIBLIOGRAFIA

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po (PAI)

Piano Paesistico Regionale della Regione Piemonte

Piano Territoriale Provinciale della Provincia del Verbano Cusio e Ossola

Piano Regolatore Comunale – Comune di Formazza

### Siti web

<http://www.regione.piemonte.it/>

<http://www.regione.piemonte.it/territorio/cartografia/>

<http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/cms/>

<http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/territorio/servizi/526-sistema-informativo-forestale-regionale>

<http://www.adbpo.it/>

[www.sinanet.isprambiente.it/progettoiffi](http://www.sinanet.isprambiente.it/progettoiffi)

<http://www.provincia.verbano-cusio-ossola.it/>

<http://www.comune.formazza.vb.it/>

<http://www.caivilladossola.net/>

<http://www.caigravellona.it/>

<http://www.swisstopo.admin.ch/>