

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA  
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO

ANALISI MULTICRITERIA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.  
I R 0 F 0 0 R 1 6 R G E F 0 0 0 5 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M. Malara <i>M. Malara</i>	Novembre 2021	S. Nardoni <i>S. Nardoni</i> E. Castiello <i>E. Castiello</i>	Novembre 2021	C. Urciuoli	Novembre 2021	P. Rivoli Novembre 2021 <i>P. Rivoli</i>

File: IR0F.00.R.16.RG.EF0005.001.A

n. Elab.:

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'ANALISI MULTICRITERIA: IL METODO "PROMETHEE" .....	5
2.1	APPLICAZIONE DEL METODO PROMETHEE ED ANALISI DEI RISULTATI.....	6
3	IL PROGETTO.....	7
3.1	LOTTO 1 .....	8
3.2	LOTTO 2 .....	9
3.3	LOTTO 3 .....	9
4	ANALISI DI CONFRONTO .....	11
4.1	LOTTO 2 - TRATTA GENGA .....	15
	<i>Categorie, criteri e indicatori</i> .....	15
	<i>Assegnazione dei pesi</i> .....	20
	<i>Risultati Analisi Multicriteria</i> .....	22
	<i>Analisi di sensitività</i> .....	23
4.2	LOTTO 2 - TRATTA SERRA S. QUIRICO .....	26
	<i>Categorie, criteri e indicatori</i> .....	26
	<i>Assegnazione dei pesi</i> .....	29
	<i>Risultati Analisi Multicriteria</i> .....	31
	<i>Analisi di sensitività</i> .....	32
5	CONCLUSIONI.....	34

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	3 di 36

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del piano di potenziamento infrastrutturale della linea ferroviaria Orte – Falconara, rientra il progetto di raddoppio della tratta PM228-Castelplanio (escluso), oggetto del presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica.


La tratta Orte-Falconara, della grande linea Ancona-Roma, si sviluppa in territorio umbro-marchigiano, attraversando obliquamente l'Appennino Centrale per una lunghezza complessiva di 204 km. Nella sua originaria connotazione, la linea Orte-Falconara risulta quasi interamente a semplice binario, con lunghi tratti a pendenza del 22 ‰. Il suo raddoppio viene, pertanto, ritenuto indispensabile per il miglioramento e lo sviluppo del servizio ferroviario non solo nella Regione Marche, ma anche per il collegamento Tirreno-Adriatico.

L'intervento inizia in corrispondenza del PM 228 e si sviluppa inizialmente attraverso una variante a doppio binario che *bypassa* la stazione di Albacina per poi proseguire, in corrispondenza della stazione di Genga, con un raddoppio della linea esistente, sia in stretto affiancamento sia in variante, fino alla stazione di Castelplanio. Considerata la lunghezza e la complessità, quest'ultimo progetto si suddivide nei tre lotti funzionali di seguito elencati:

- **Lotto 1: da PM228 a nuovo Bivio Nord Albacina**, localizzato in prossimità della stazione di Genga, che rappresenta il punto di confluenza tra la variante a doppio binario del progetto PM228-Castelplanio e la linea storica a semplice binario in uscita dalla stazione di Albacina;
- **Lotto 2: da nuovo Bivio Nord Albacina a Serra San Quirico (i)**;
- **Lotto 3: da Serra San Quirico (e) a Castelplanio (e)**.

La configurazione infrastrutturale attuale e quella di progetto sono schematizzate in Figura 1.

L'Analisi Multicriteria, oggetto del presente documento, rappresenta lo strumento di supporto utile ad analizzare il confronto tra diverse alternative di tracciato (anche solo su tratte limitate) per suggerire la soluzione migliore, e che meglio si dovrebbe rispondere agli obiettivi e alle priorità dei decisori. Per la giustificazione della soluzione progettuale del Lotto 1 e Lotto 3 (vedere paragrafo 3.1 e 3.2) si rimanda al documento "ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE E DELLE ALTERNATIVE" cod. IR0F.02.R.10.RG.MD0000.001.A.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	4 di 36

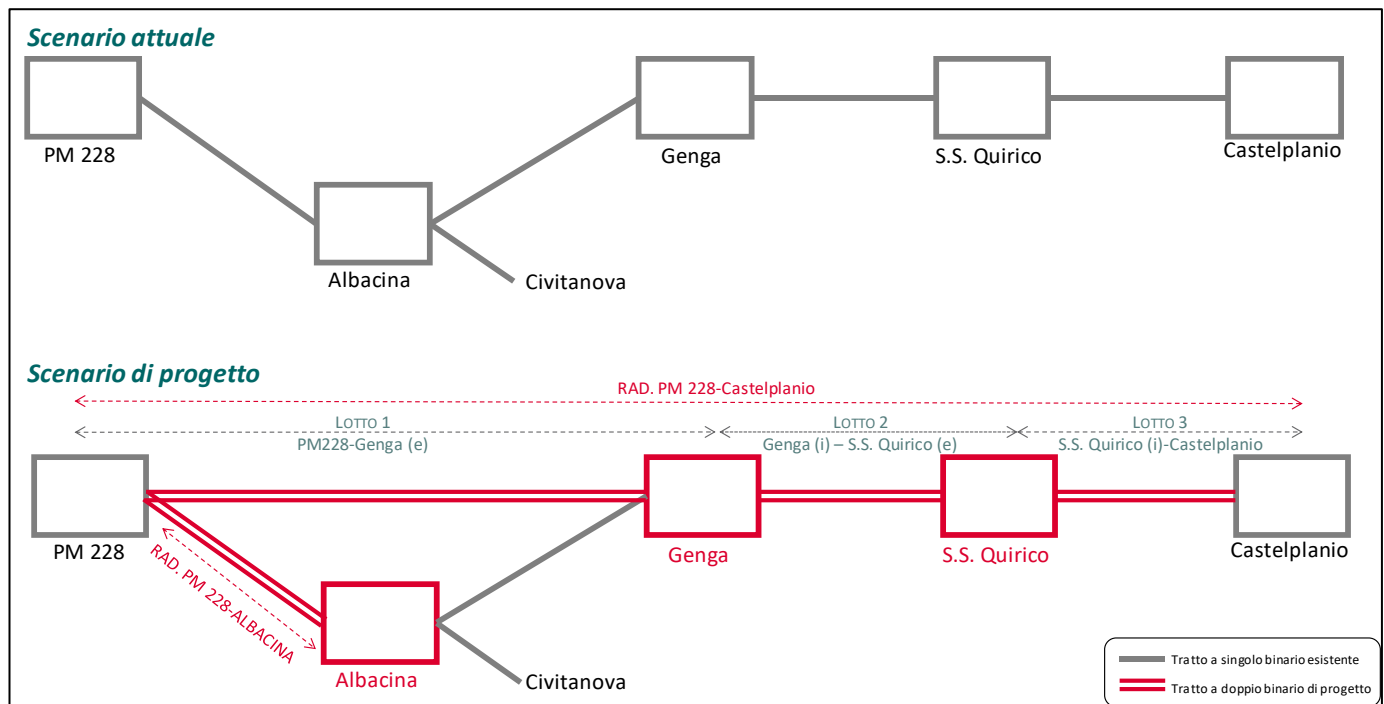


Figura 1 – Rappresentazione schematica della configurazione infrastrutturale attuale e di progetto

L'Analisi Multicriteria ha interessato il progetto PM228-Castelplanio Lotto 2, per il quale sono state analizzate due tratte del tracciato di progetto:

1. Tratta Genga,
2. Tratta Serra S.Quirico,

per le quali sono state valutate le diverse alternative.

Questo, al fine di scegliere quella che permetterà di rispettare i requisiti di base richiesti dalla committenza, adattandosi all'orografia dei siti interessati, nel rispetto dei vincoli idraulici e idrogeologici, geologici e geotecnici, ambientali e paesaggistici al fine di minimizzare le interferenze con le viabilità e con le presistenze e garantire l'esecuzione dell'intervento con la linea in esercizio.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	5 di 36

## 2 ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'ANALISI MULTICRITERIA: IL METODO "PROMETHEE"

L'Analisi Multicriteria è definibile come una struttura formale nella quale i risultati di diversi approcci, (ad es. tecnici, economici, sociali, ambientali) possono essere integrati ed utilizzati come strumento di supporto per scegliere, fra diverse alternative, la soluzione che meglio si adatta agli obiettivi e alle priorità dei decisori.

Pertanto, tutte le Analisi Multicriteria vengono svolte individuando ed inserendo in un modello decisionale i seguenti elementi fondamentali:

- un *obiettivo* o un *insieme di obiettivi* che rappresentano lo scopo generale da raggiungere con la decisione da attuare;
- un *decisore* o un *gruppo di decisori*, coinvolti nel processo di scelta. Il soggetto titolato o incaricato a prendere la decisione valutando i risultati della AMC deve essere chiaramente identificato. In mancanza di quest'ultimo la AMC si configura come analisi tecnica di tipo "orientativo" senza finalità decisionali.
- un *insieme di alternative decisionali* che rappresentano gli oggetti della valutazione e della scelta.
- un *insieme di criteri di valutazione* e relativi attributi o indicatori sulla base dei quali i decisori valutano le alternative.
- la *priorità fra i criteri individuati*: ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso che è espressione dell'importanza di quest'ultimo rispetto agli altri (la somma dei pesi di tutti i criteri viene ovviamente a costituire il 100% dei pesi stessi). I pesi sono funzione delle priorità percepite da parte del decisore e possono quindi variare in funzione di esso.
- un *insieme di punteggi* che esprimono il valore dell'alternativa i-esima rispetto al criterio j-esimo e che costituiscono gli elementi di una matrice, detta matrice di valutazione. Sulla base delle performance delle alternative rispetto ai criteri considerati, i diversi valori ottenuti vengono ricondotti, mediante valutazioni o formule matematiche, ad indici confrontabili (scala di normalizzazione). In talune metodiche l'aggregazione ponderata di questi ultimi consente di ottenere, infine, un ordinamento di preferenza. Metodiche più complesse si fondano viceversa sui confronti a coppie fra le alternative in relazione ai criteri giungendo, mediante diversi metodi elaborativi, a fornire ordinamenti di preferenza.

Fra i diversi metodi di AMC si è scelto di utilizzare il PROMETHEE (Brans e Vincke, 1985), metodo più complesso ma più efficace, riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	6 di 36

Esso mira a costruire una relazione tra le alternative in esame, detta di surclassamento, attraverso il confronto a coppie su ogni singolo criterio per stabilire se una delle due è preferibile all'altra o se invece sono indifferenti. Nel caso in esame viene utilizzata per la costruzione di un ordine di preferenza (classificazione) di più alternative progettuali.

Il confronto a coppie tra soluzioni progettuali si realizza attraverso il set di indicatori di valutazione modellizzati con curve di preferenza. Queste curve sono il risultato di funzioni aventi come valore di input la misura fornita dall'indicatore.

L'utilizzo di dette funzioni risulta necessario al fine di rendere comparabili elementi di valutazione di tipo qualitativo e quantitativo. In particolare, gli indicatori di tipo quantitativo possono tra di loro divergere dal punto di vista dimensionale (unità di misura e ordini di grandezza). Le funzioni permettono dunque di ricondurre tutti gli elementi di valutazione ad una scala di normalizzazione.

Il confronto tra due alternative progettuali, in considerazione di un indicatore, sulla base della curva di preferenza ad esso associata, determina una relazione detta di surclassamento che fornisce indicazione su quale delle due alternative è vincente e quale di conseguenza perdente (una delle due surclassa l'altra) oppure se le due alternative risultano indifferenti (nessuna delle due surclassa l'altra).

## 2.1 APPLICAZIONE DEL METODO PROMETHEE ED ANALISI DEI RISULTATI

Il metodo Promethee utilizzato ai fini dell'Analisi Multicriteria perviene a due indici finali di calcolo: Positive Flow (Phi+) e Negative Flow (Phi-) e infine alla loro aggregazione Net Flow (Phi).

Tali indici esprimono la somma dei risultati dei confronti svolti fra ogni coppia di alternative relativamente a ciascun indicatore.

Il *Positive Flow* rappresenta la somma delle "vittorie" di una alternativa sulle altre mentre il *Negative Flow* quella delle sue "sconfitte".

*Positive Flow* e *Negative Flow* sono meglio definibili come indicatori di forza e debolezza, rappresentativi di quanto una alternativa domina (*Positive Flow*) le altre o è dominata (*Negative Flow*) dalle altre.

Il *Net Flow (Phi)* non è altro che il risultato aggregato dei due contributi attraverso il quale si giunge alla definizione del ranking finale.

Si ricorda che il metodo funziona su scale di normalizzazione che mirano a rendere comparabili i risultati relativi alle diverse categorie e specialistiche, che altrimenti risulterebbero non confrontabili per unità di misura ed ordini di grandezza.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	7 di 36

### 3 IL PROGETTO

Attualmente il potenziamento della tratta P.M. 228 – Castelplanio, rientra tra gli investimenti ferroviari inseriti nella Missione “Infrastrutture per la Mobilità Sostenibile” del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (P.N.R.R.) varato dal Consiglio dei Ministri il 12 gennaio 2021, e tra le opere commissionate ai sensi dell’art. 4. comma 1, del D.Lgs. 18/04/2019 e s.m.i. (c.d. “Sblocca cantieri”).

Al fine di aggiornare il progetto preliminare del 2003, a Gennaio 2021, Italferr, per conto di RFI, avvia lo studio di fattibilità tecnico ed economica della tratta.

L’aggiornamento del quadro normativo di riferimento in materia tecnico-ferroviaria e il complesso contesto territoriale di inserimento dell’infrastruttura, hanno imposto l’esigenza di sviluppare ulteriori studi delle alternative progettuali al fine di ottimizzare, tra diverse ipotesi di tracciato, la soluzione proposta nel 2003.

Coerentemente con quanto sviluppato nel P.P. 2006, l’intervento è suddiviso in 3 lotti funzionali:

- **Lotto 1: P.M. 228-Genga;**
- **Lotto 2: Genga-Serra S. Quirico;**
- **Lotto 3: Serra S. Quirico-Castelplanio.**

Di questi, il Lotto 2, individuato come prioritario e, quindi, inserito nel perimetro del P.N.R.R., sarà il primo lotto ad essere realizzato. Seguiranno, successivamente, la realizzazione del lotto 3 e del lotto 1.

Nella seguente immagine è rappresentata la suddivisione dei tre lotti.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	8 di 36



Figura 2 - Inquadramento aereo - tratta PM228-Castelplanio

### 3.1 LOTTO 1

Nell'ambito del Lotto 1 ricade la tratta compresa tra il P.M. 228 esistente, alla pk 228+014 della L.S., e la pk di intervento 7+200=0+047 del BD, con una breve sovrapposizione con il binario del lotto consecutivo. Tra gli interventi previsti nell'ambito del Lotto 1 vi è la realizzazione del nuovo Bivio Sud per Albacina, posto in corrispondenza del P.M. 228, per il collegamento Fabriano - Civitanova M., e del nuovo Bivio Nord per il collegamento Albacina - Falconara, da realizzare in corrispondenza della fine intervento del lotto. Il Lotto 1 è caratterizzato da un'unica galleria, la GN01, denominata "Galleria Le Cone", dello sviluppo complessivo di 5380 m ca.

Rispetto al Progetto Preliminare del 2003-2006, che vedeva anch'esso lo sviluppo della linea in Galleria Le Cone, doppio binario, a canna singola, la nuova linea prevede l'inserimento del tracciato in una galleria a doppia canna.

L'ipotesi di mantenere la configurazione a singola canna, per una galleria di estensione superiore ai 5000 m, come la GN01, avrebbe richiesto, ai fini del rispetto della normativa vigente in tema di sicurezza passeggeri in galleria, la necessità di prevedere 4 uscite/accessi di emergenza pedonali ed 1 carrabile. La



	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	9 di 36

complessità orografica di tale area implicava una definizione del tracciato di tali opere estremamente difficoltosa, portando a finestre di elevata lunghezza, sia per rispettare le pendenze ammissibili, sia per evitare che le zone di imbocco fossero interessate da fenomeni di instabilità.

La configurazione a singola canna è stata, pertanto, scartata in favore di quella a doppia canna che, oltre ad evitare la realizzazione delle finestre costruttive, garantisce i requisiti di sicurezza attraverso un collegamento trasversale (by-pass) tra le due canne, pari e dispari, ogni 500 m (n° 10 by-pass in totale).

Per maggiori dettagli si rimanda al documento “ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE E DELLE ALTERNATIVE” cod. IR0F.02.R.10.RG.MD0000.001.A.

### 3.2 LOTTO 2

Il Lotto 2 è oggetto della presente Analisi Multicriteria. Il tracciato si sviluppa a partire dalla pk 237+589, prima dell’imbocco Sud della “Galleria Valtreara”, e termina poco dopo l’impianto di stazione di Serra San Quirico, alla pk 246+958 della L.S. Tra gli interventi previsti nel Lotto 2, è inclusa la realizzazione del nuovo impianto di stazione di Genga e l’adeguamento a fermata della stazione di Serra S. Quirico. Nell’ambito del progetto del seguente lotto, sono state analizzate due tratte del tracciato di progetto per le quali sono state valutate alternative.

Il tracciato presenta due tratte che sono state identificate con i nomi di:

- Tratta Genga;
- Tratta Serra S. Quirico.

Nei successivi capitoli sono illustrati i dettagli della metodologia dell’Analisi Multicriteria adottata ed i risultati dell’applicazione della stessa per la scelta della soluzione finale tra le alternative individuate sulle tratte suddette.

### 3.3 LOTTO 3

Il tracciato del Lotto 3 si sviluppa a partire dalla pk 246+958, poco dopo l’impianto di fermata di Serra S. Quirico, e termina alla pk 252+578 della L.S., prima dell’ingresso nell’impianto di stazione di Castelplanio. In questa tratta la nuova linea si sviluppa principalmente all’aperto, superando un’alternanza di tratti in rilevato/trincea e due opere in viadotto, di 60m e 2180 m, rispettivamente.

	<p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b></p> <p><b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b></p>												
<p><b>ANALISI MULTICRITERIA</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IR0F</td> <td>00 R 16</td> <td>RG</td> <td>EF 0005 001</td> <td>A</td> <td>10 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	10 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	10 di 36								

Il raddoppio della linea è previsto, in parte, in sede, a monte della linea storica sul versante opposto del Fiume Esino, e, in parte, in variante di tracciato, sfruttando il corridoio già individuato dall'opera stradale S.S. 76 attualmente in esercizio.

In particolare, in tale area è prevista la realizzazione del viadotto di maggiore sviluppo, funzionale al superamento delle varie interferenze idrauliche, rappresentate dal Fiume Esino e dai suoi relativi affluenti. Il tracciato di progetto attuale è stato individuato dopo una lunga e complessa analisi a partire dagli studi di fattibilità redatti in passato e dalla soluzione del Progetto Preliminare del 2003, aggiornato nel 2006.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE E DELLE ALTERNATIVE" cod. IR0F.02.R.10.RG.MD0000.001.A.

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	11 di 36

#### **4 ANALISI DI CONFRONTO**

Il tracciato di progetto attuale è stato individuato dopo una lunga e complessa analisi a partire dagli studi di fattibilità redatti in passato e dalla soluzione del Progetto Preliminare del 2003, aggiornato nel 2006.

Al fine di superare le criticità di natura idraulica e paesaggistica, rispetto al Progetto Preliminare del 2003-2006, che, oltre ad interferire con la linea storica, prevedeva diversi tratti di parallelismo e attraversamento, piuttosto obliquo, del Fiume Esino, il tracciato del Lotto 2 ha subito delle modifiche plano-altimetriche in ottemperanza delle prescrizioni in materia di compatibilità idraulica per attraversamenti di corsi d'acqua, riportate nelle NTC 2018 (i.e. franco idraulico minimo ed in particolare distanza/luce netta minima (40 metri) in direzione ortogonale alla corrente tra pile contigue in alveo, laddove per "alveo" si intende la sezione definita/interessata dalla piena con tempo di ritorno di 200 anni, rif. Circolare applicativa delle NTC 2018, n. 7/2019).

Al fine di individuare una soluzione di progetto migliorativa rispetto a quella preliminare, il tracciato del Lotto 2 è stato ottimizzato nelle seguenti tratte:

**Tra il km 238+609, nei pressi di Via di S. Vittore, e il km 242+320, all'imbocco Sud della Galleria La Rossa, note come "Varianti di Genga GN", che sfruttano il passaggio in sotterraneo lungo il versante ovest dell'Esino, a monte della linea storica;**

**Tra il km 248+970, a metà sviluppo della Galleria Murano, e il km 250+250, prima di approcciare nell'impianto di Serra S. Quirico, note come "Varianti di Serra S.Q.", che si sviluppano a Sud-Est della soluzione preliminare, nell'area delimitata dal Fiume Esino e dalla S.S. 76.**

Di tutte le soluzioni studiate, alcune sono risultate infattibili, ma comunque descritte nel documento "ANALISI DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE E DELLE ALTERNATIVE" cod. IR0F.02.R.10.RG.MD0000.001.A.

Per le soluzioni fattibili è stata condotta un'analisi multicriteria che riguarda le tratte in prossimità del Comune di Genga denominate:

- **Alternativa ALTA;**
- **Alternativa MEDIA.**

E nel Comune di Serra San Quirico:

- **Alternativa ALTA;**
- **Alternativa MEDIA.**

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	12 di 36

L'appellativo "ALTO" e "MEDIO" è riferito alla posizione geografica del tracciato. Oltre a queste alternative, una terza, comune alle due tratte e denominata come "BASSA" è stata scartata in quanto risultata normativamente non perseguibile dal punto di vista idraulico (NTC2018) e quindi non considerata nella presente analisi.

Nelle figure seguenti viene riportata la corografia del territorio, con indicazione delle Alternative progettuali analizzate rispettivamente per la tratta di Genga e di Serra San Quirico.

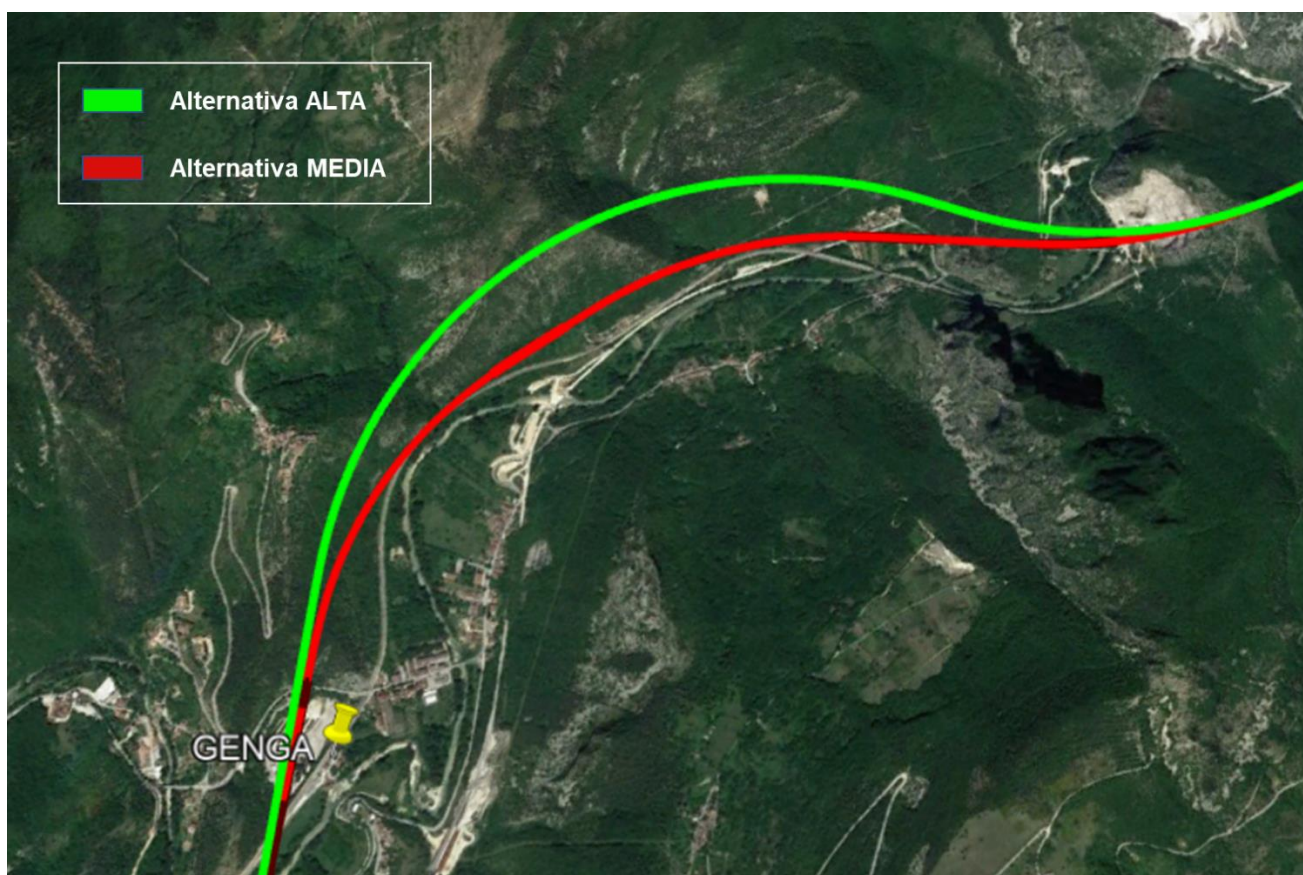
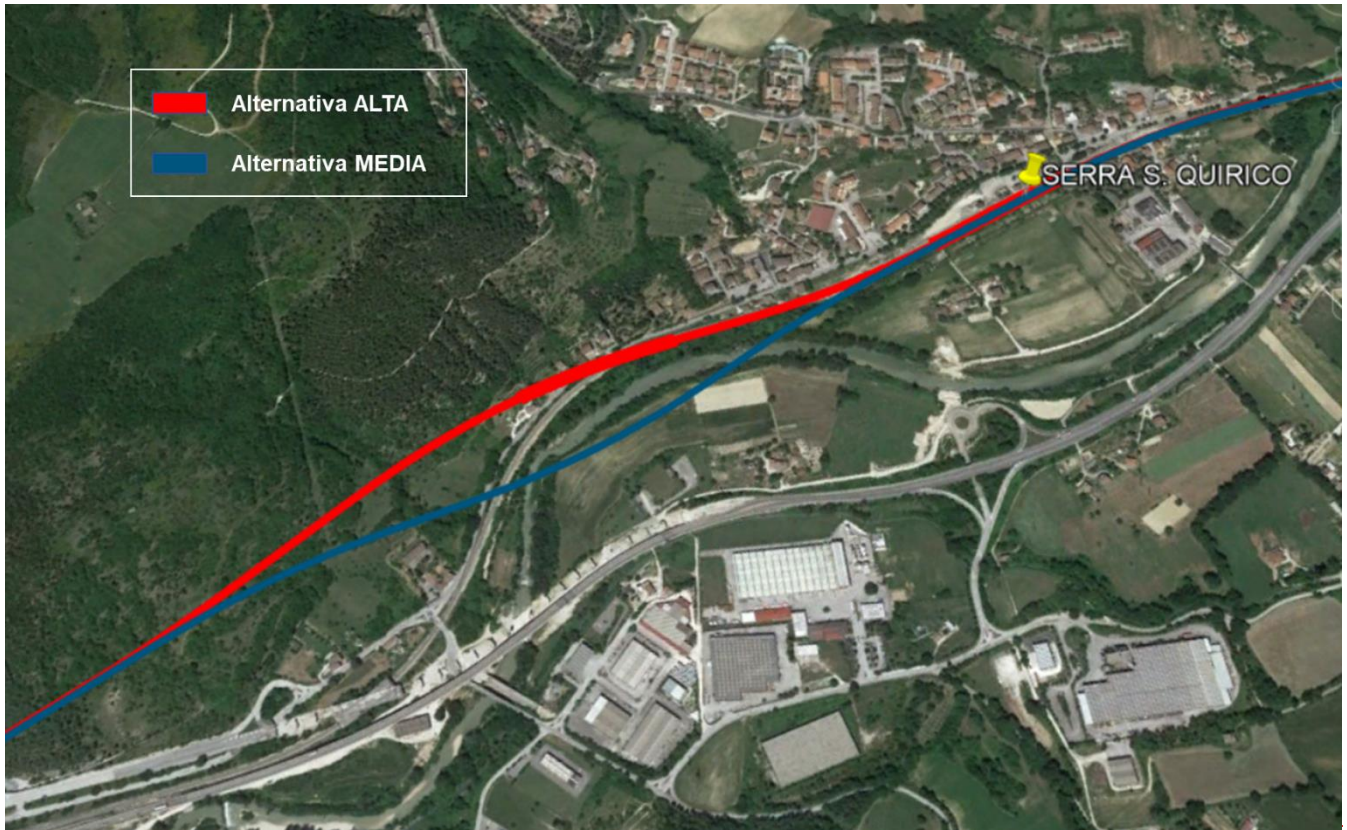


Figura 3 - Alternative Tratta Genga

**ANALISI MULTICRITERIA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	13 di 36



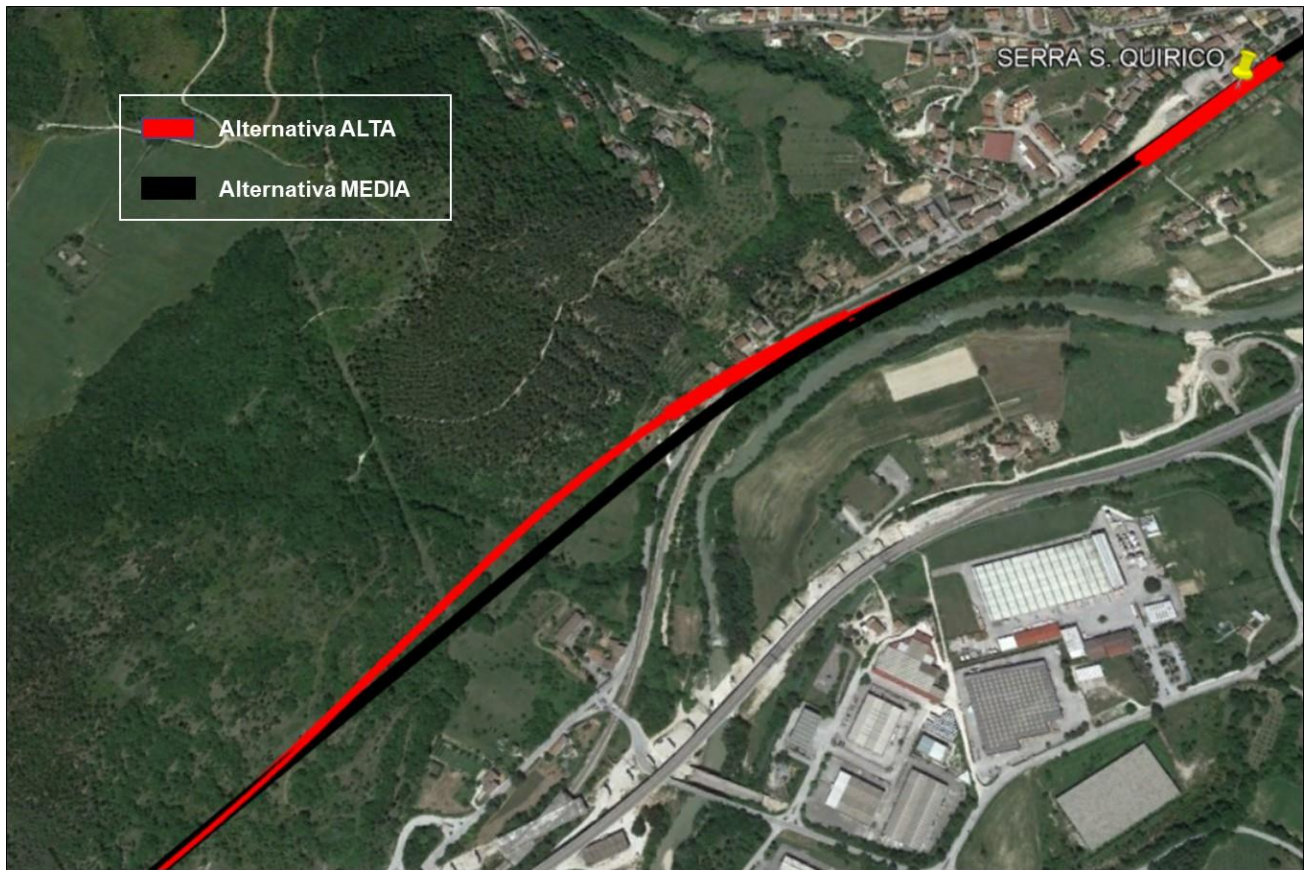


Figura 4 – Alternativa Tratta Serra S. Quirico

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	15 di 36

#### 4.1 LOTTO 2 - TRATTA GENGA

##### ***Categorie, criteri e indicatori***

Tutti i criteri ed i relativi indicatori, stimati nell'analisi, sono stati definiti in funzione del grado di approfondimento progettuale e delle informazioni settoriali disponibili in forma omogenea per tutto il territorio interessato e per le alternative di tracciato oggetto dello studio.

Nell'ambito della AMC condotta, le alternative progettuali sono state valutate relativamente alle seguenti categorie:

1. **Parametri tecnico- funzionali del tracciato;**
2. **Sostenibilità ambientale;**
3. **Sostenibilità in fase lavorativa;**
4. **Economia del progetto.**

Ciascun tema è stato a sua volta rappresentato da più criteri e indicatori di valutazione per cui sono stati definiti uno o più criteri su cui poter realizzare il confronto a coppie previsto dal metodo Promethee.

In particolare, sono stati definiti i seguenti indicatori e relativi criteri (con i rispettivi metodi di valutazione):

##### **Parametri tecnico funzionali del tracciato**

Per quanto riguarda i *Parametri tecnico- funzionali del tracciato* le valutazioni hanno dato esito simile tra le due alternative, tanto da far eliminare la categoria di confronto dall'analisi.

##### **Sostenibilità ambientale**

- **Suolo**

Per la categoria *Suolo*, al fine di effettuare una comparazione quanto più oggettiva ed efficace delle alternative sono stati scelti i seguenti indicatori:

1. CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO;
2. CONSUMO SUOLO AREE NATURALI PROTETTE E AREE RETE NATURA 2000;
3. CONSUMO SUOLO AREE BOSCADE.

Le fonti ricognitive consultate sono:

- Carta del suolo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	16 di 36

- Area naturali
- Aree boscate

L'indicatore **consumo di nuovo territorio** valuta quanto il tracciato dell'alternativa si sviluppa sulla sede esistente, rispetto allo sviluppo totale, riducendo così l'occupazione di nuovo territorio.

L'indicatore **consumo di suolo delle Aree Naturali protette e aree Rete Natura 2000** valuta quanto l'impronta dell'alternativa consuma superfici ricadenti in tali aree.

L'indicatore **consumo di aree boscate** valuta l'interferenza dell'impronta dell'alternativa con aree boscate.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Suolo*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
<b>1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE</b>	50%	<b>1.1 SUOLO</b>	45%	CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO	(Lunghezza complessiva della variante - Lunghezza del tracciato in sede) / Lunghezza complessiva della variante	-	33%	6%	min.	1,00	0,95
				CONSUMO SUOLO AREE NATURALI PROTETTE E AREE RETE NATURA 2000	Sommatoria delle superficie delle aree Rete Natura 2000 e Aree naturali protette occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	6%	min.	10.044	48.857
				CONSUMO SUOLO AREE BOSCAE	Sommatoria delle superficie di aree boscate occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	6%	min.	26.685	66.700

Tabella 1 - Quantificazione indicatori per il criterio Suolo

- **Sottosuolo geomorfologia, idrologia e idraulica**

Nella categoria *Sottosuolo geomorfologia, idrologia e idraulica* al fine di effettuare una comparazione quanto più oggettiva ed efficace delle alternative sono stati scelti i seguenti indicatori:

1. INTERFERENZA CON AREA A RISCHIO GEOMORFOLOGICO;
2. IMPATTO DELLE OPERE SUL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE;
3. SISTEMAZIONI IDRAULICHE.

L'indicatore denominato **interferenza con area a geomorfologico** è valutato come la sommatoria dei tratti (lunghezza, m) del tracciato interferenti con le aree a rischio.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	17 di 36

L'indicatore denominato **impatto delle opere sul reticolo idrografico principale** valuta l'impatto delle opere previste in progetto, sia durante la fase realizzativa/provvvisoria sia nell'assetto definitivo a progetto realizzato, che interessano l'alveo inciso di corsi d'acqua principali (nel caso specifico, il Fiume Esino). L'indicatore è di tipo qualitativo: impatto ALTO, MEDIO, BASSO.

L'indicatore denominato **sistemazioni idrauliche** valuta la quantità (in termini di superficie, m<sup>2</sup>) di sistemazioni idrauliche necessarie.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Sottosuolo geomorfologia, idrologia e idraulica*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	50%	1.2 SOTTOSUOLO: GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E IDRAULICA	45%	INTERFERENZA CON AREA A RISCHIO GEOMORF.	Sommatoria dei tratti (lunghezza) interferenti con le aree a rischio	m	33%	4%	min.	270	0
				IMPATTO DELLE OPERE SUL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE	Qualitativo, In relazione al numero di interferenze con l'alveo inciso di corsi d'acqua principali sia nella fase provvisoria che nella fase definitiva (a progetto realizzato)	-	33%	4%	min.	BASSO	MEDIO
				SISTEMAZIONI IDRAULICHE	Quantità, in termini di superficie, di sistemazioni idrauliche necessarie	m <sup>2</sup>	33%	4%	min.	0	11.210

Tabella 2 - Quantificazione indicatori per il criterio Sottosuolo: geomorfologia, idrogeologia e idraulica

- **Paesaggio**

Nella categoria *Paesaggio*, al fine di effettuare una comparazione quanto più oggettiva ed efficace delle alternative, sono stati scelti i seguenti indicatori:

Lo scopo dell'analisi comparativa è quello di evidenziare le interferenze delle alternative di tracciato con le aree vincolate ai fini della tutela del paesaggio.

Sono stati scelti i seguenti indicatori:

1. ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 142 del D. Lgs 42/2004;
2. ATTRAVERSAMENTO CON AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 136 del D. Lgs 42/2004.

Le fonti ricognitive consultate sono:

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	18 di 36

- PPAR - Piano paesistico ambientale approvato con D.A.C.R. n. 197 del 3 novembre 1989 (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Paesaggio#Presentazione>)
- Piano del Parco Naturale Regionale Gola della Rossa e di Frasassi

L'indicatore **attraversamento di aree con vincolo paesaggistico art. 142 del D. lgs 42/2004** valuta quanto il tracciato dell'alternativa, per i soli tratti allo scoperto, si sviluppa in aree vincolate.

L'indicatore **attraversamento di aree con vincolo paesaggistico art. 136 del D. lgs 42/2004** valuta quanto il tracciato dell'alternativa, per i soli tratti allo scoperto, si sviluppa in aree vincolate.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Paesaggio*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
1. SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	50%	1.3 PAESAGGIO	25%	c) FASCIA DI RISPETTO FIUMI 150m ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 142 del D. Lgs 42/2004	Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	5%	min.	1.247	2.366
				g) AREE BOSCHIVE ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 136 del D. Lgs 42/2004	Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	5%	min.	970	2.077

Tabella 3 - Quantificazione indicatori per il criterio Paesaggio

### **Sostenibilità durante fase lavorativa**

Obiettivo di questa categoria è valutare l'impatto del progetto dal punto di vista dell'esercizio ferroviario e della viabilità. A tal fine sono stati presi a riferimento i seguenti indicatori:

1. IMPATTO IN AREE IN VINCOLO;
2. IMPATTO SULL' ESERCIZIO VIARIO;
3. ACCESSIBILITÀ INDAGINI GEOGNOSTICHE;
4. IMPATTO AMBIENTALE IN FASE DI CANTIERE;
5. IMPATTO SULL'ESERCIZIO FERROVIARIO.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IROF	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	19 di 36

L'indicatore **impatto in aree di vincolo** tiene conto della necessità di prevedere interventi dall'alto in corrispondenza delle zone a bassa copertura con un'occupazione temporanea di cantiere, oltre alla realizzazione di opportune viabilità provvisorie necessarie per il raggiungimento delle stesse.

L'indicatore **impatto sull'esercizio viario** valuta il numero di viabilità esistenti interferite in funzione della soluzione progettuale della linea ferroviaria

L'indicatore **accessibilità indagini geognostiche** valuta la facilità o meno di raggiungere i punti di indagine pianificati per la realizzazione di sondaggi geognostici, propedeutici alla finalizzazione del modello geologico e geotecnico.

L'indicatore **impatto ambientale in fase di cantiere** tiene conto del numero di autocarri circolanti. Tali stime sono state eseguite sulla base di volumi preliminari riferiti ai materiali di scavo provenienti dalle opere di linea, ipotizzando una capienza media dei mezzi di trasporto di 15 mc.

L'indicatore **impatto sull'esercizio ferroviario** tiene conto delle interruzioni della linea ferroviaria.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Cantierizzazione e Viabilità*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
<b>2. SOSTENIBILITA' FASE LAVORATIVA</b>	<b>30%</b>	<b>2.1 CANTIERIZZAZIONE e VIABILITA'</b>	<b>100%</b>	IMPATTO IN AREE IN VINCOLO	Livello di impatto ambientale durante la fase di realizzazione	-	20%	6%	min.	ALTO	
				IMPATTO SULL'ESERCIZIO VIARIO	Numero di interferenze con la viabilità esistente (indistintamente della tipologia: di progetto e/o di cantiere)	cad.	10%	3%	min.	3	5
				ACCESSIBILITA' INDAGINI GEOGNOSTICHE	Difficoltà accesso aree di indagine	-	20%	6%	min.	ALTO	MEDIO
				IMPATTO AMBIENTALE IN FASE DI CANTIERE	Riferito al traffico indotto dalla gestione terre da scavo	n. camion	20%	6%	min.	38.433	24.312
				IMPATTO SULL'ESERCIZIO FERROVIARIO	Periodo interruzione dell'esercizio ferroviario	mesi	30%	9%	min.	6	1

Tabella 4 - Quantificazione indicatori per il criterio Cantierizzazione e Viabilità

### **Economia del progetto**

La categoria *Economia del progetto* valuta il progetto dal punto di vista dei tempi e costi di realizzazione per la realizzazione dell'intervento.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	20 di 36

L'indicatore **tempi di realizzazione** rappresenta una discriminante importante in quanto la realizzazione del Lotto 2 è inserito nel perimetro del P.N.R.R. e quindi soggetto a vincoli temporali.

L'indicatore **costi di realizzazione** tiene conto dei costi delle sole opere che si diversificano nelle varie alternative, in modo da far emergere le sole differenze sostanziali in termini economici tra le varianti, in modo che l'indicatore non venga "contaminato" dal costo di opere esterne comuni alle stesse.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Costruzione*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
3. ECONOMIA DEL PROGETTO	20%	3.1 COSTRUZIONE	100%	TEMPI DI REALIZZAZIONE	Durata realizzazione	mesi	60%	12%	min.	49	41
				COSTI DI REALIZZAZIONE	Costi realizzazione	%	40%	8%	min.	108%	100%

Tabella 5 - Quantificazione indicatori per il criterio *Costruzione*

### Assegnazione dei pesi

L'analisi è stata condotta ipotizzando tre livelli di peso associati rispettivamente ai temi (categorie), agli indicatori e ai criteri.

La determinazione di tali pesi è stata ipotizzata sulla base del buon senso e dell'esperienza da parte degli analisti/progettisti coinvolti, con il fine di individuare la ripartizione che desse la giusta importanza sia agli aspetti tecnici, ma anche agli impatti (sia con carattere transitori temporalmente sia definitivi) che un progetto di tale tipo può generare sulla collettività e sui trasporti.


L'Analisi ha tenuto conto dei seguenti pesi per i temi (categorie) individuati:

- **Sostenibilità ambientale = 50%**
- **Sostenibilità fase lavorativa= 30%**
- **Economia del progetto= 20%**

All'interno delle categorie, i pesi sono distribuiti sia per i criteri che per gli indicatori con i dettagli mostrati nella Tabella 6, all'interno della quale si riportano i risultati ottenuti per le alternative progettuali alla luce di quanto raccolto mediante le analisi specialistiche.

AMC PM228-Castelplanio LOTTO 2													
CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE			
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	Unità di misura	Peso	Peso sul totale	F.ni di normalizzaz.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA		
1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	50%	1.1 SUOLO	45%	CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO	(Lunghezza complessiva della variante - Lunghezza del tracciato in sede) / Lunghezza complessiva della variante	-	33%	7%	min.	1,00	0,95		
				CONSUMO SUOLO AREE NATURALI PROTETTE E AREE RETE NATURA 2000	Sommatoria delle superficie delle aree Rete Natura 2000 e Aree naturali protette occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	7%	min.	10.044	48.857		
				CONSUMO SUOLO AREE BOSCADE	Sommatoria delle superficie di aree boscate occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	7%	min.	26.685	66.700		
		1.2 SOTTOSUOLO: GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E IDRAULICA	30%	INTERFERENZA CON AREA A RISCHIO GEOMORFOLOGICO	Sommatoria dei tratti (lunghezza) interferenti con le aree a rischio	m	33%	5%	min.	270	0		
				IMPATTO DELLE OPERE SUL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE	Qualitativo, In relazione al numero di interferenze con l'alveo inciso di corsi d'acqua principali sia nella fase provvisoria che nella fase definitiva (a progetto realizzato)	-	33%	5%	min.	BASSO	MEDIO		
				SISTEMAZIONI IDRAULICHE	Quantità, in termini di superficie, di sistemazioni idrauliche necessarie	m <sup>2</sup>	33%	5%	min.	0	11210		
		1.3 PAESAGGIO	25%	ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 142 del D. Lgs 42/2004	c) FASCIA DI RISPETTO FIUMI 150m g) AREE BOSCHIVE	Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	6%	min.	1.247	2.366	
				ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 136 del D. Lgs 42/2004		Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	6%	min.	970	2.077	
		2. SOSTENIBILITA' FASE LAVORATIVA	30%	2.1 CANTIERIZZAZIONE e VIABILITA'	100%	IMPATTO IN AREE IN VINCOLO	Livello di impatto ambientale durante la fase di realizzazione	-	20%	6%	min.	ALTO	MEDIO
						IMPATTO SULL'ESERCIZIO VIARIO	Numero di interferenze con la viabilità esistente (indistintamente della tipologia: di progetto e/o di cantiere)	cad.	10%	3%	min.	3	5
ACCESSIBILITA' INDAGINI GEOGNOSTICHE	Difficoltà accesso aree di indagine					-	20%	6%	min.	ALTO	MEDIO		
IMPATTO AMBIENTALE IN FASE DI CANTIERE	Riferito al traffico indotto dalla gestione terre da scavo					n. camion	20%	6%	min.	38.433	24.312		
IMPATTO SULL'ESERCIZIO FERROVIARIO	Periodo interruzione dell'esercizio ferroviario					mesi	30%	9%	min.	6	1		
3. ECONOMIA DEL PROGETTO	20%	3.1 COSTRUZIONE	100%	TEMPI DI REALIZZAZIONE	Durata realizzazione	mesi	60%	12%	min.	49	41		
				COSTI DI REALIZZAZIONE	Costi realizzazione	%	40%	8%	min.	108%	100%		

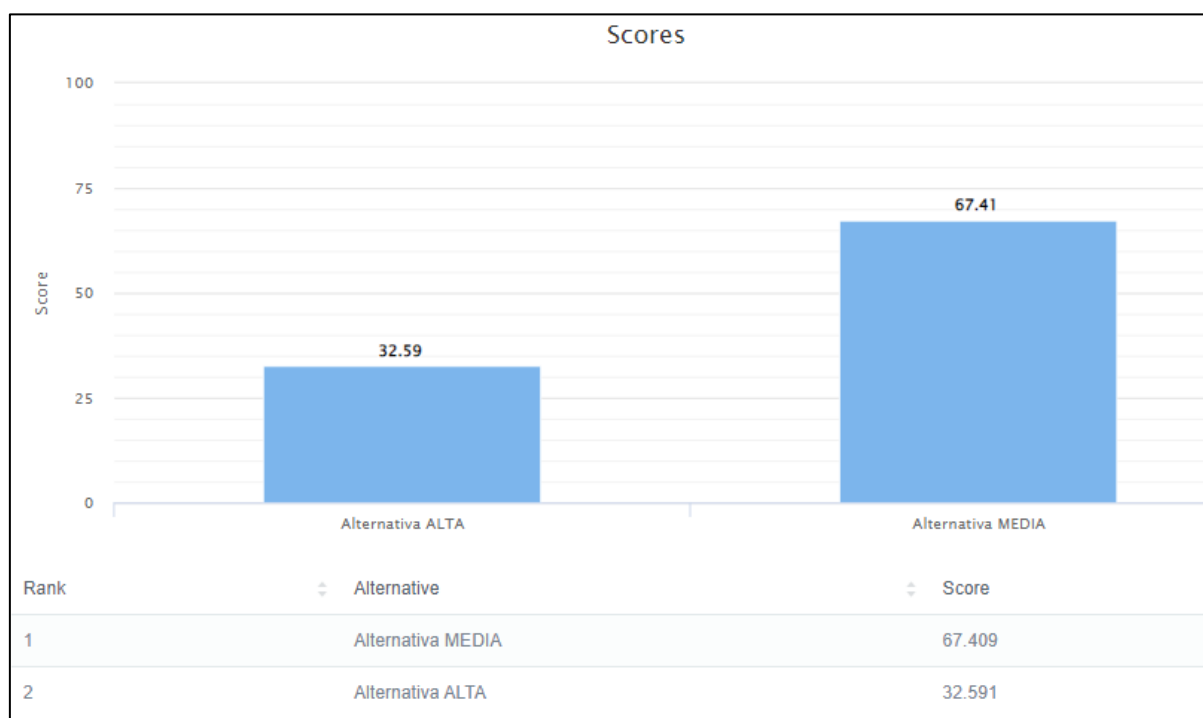
Tabella 6 - Scenario pesi attribuiti e matrice di valutazione-Tratta Genga

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	22 di 36

### **Risultati Analisi Multicriteria**

Nella Figura 5 sono riportati i risultati dell'analisi multicriteria sviluppata per la tratta Genga confrontando la soluzione "ALTA" con la soluzione "MEDIA".

I risultati mostrano come la soluzione di tracciato "MEDIA" risultati la vincente.



*Figura 5 - Ranking finale con le varie alternative progettuali*

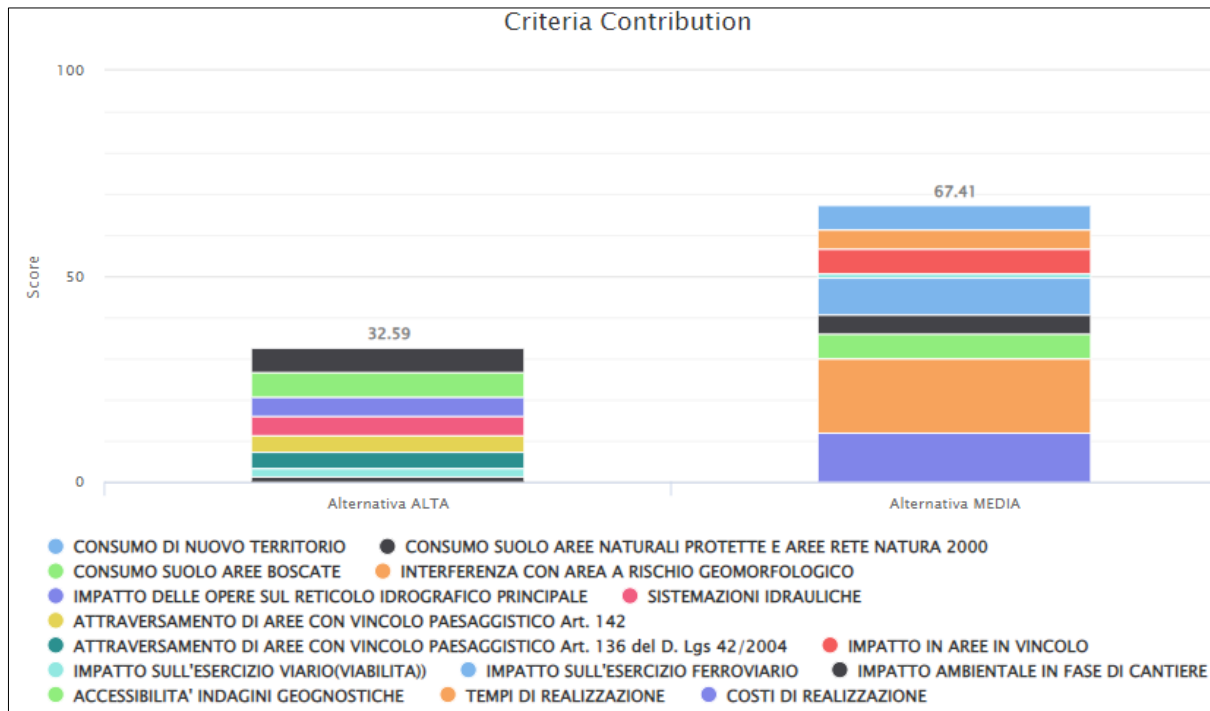


Figura 6 - Ranking finale con ripartizione delle quote di contributo al risultato di ciascun indicatore

### Analisi di sensitività

L'analisi di sensitività mira a studiare la variazione della soluzione ottimale alla variazione degli elementi che compaiono nella valutazione e / o nella loro struttura (composizione e pesi associati). In particolare, l'obiettivo è determinare un intervallo di variazione (intervallo di stabilità) all'interno del quale la soluzione ottimale non cambia.

Indaga la stabilità o la robustezza della soluzione ottimale identificando gli elementi più sensibili del modello, vale a dire quelli per i quali anche una piccola variazione porta a variazioni significative nei risultati.

Il seguente grafico rappresenta precisamente gli intervalli ammissibili entro i quali i pesi dei temi identificati a monte della valutazione possono cambiare senza cambiare la classifica finale.

Gli intervalli individuati dall'analisi di sensitività (rappresentati nelle figure seguenti e distinti per categorie e per criteri) mostrano il range entro cui possono variare i pesi attribuibili affinché la soluzione "MEDIA" continui ad essere quella vincente. Per tutte le categorie l'alternativa risulta essere estremamente robusta in quanto si conferma essere la vincente all'interno dell'intero campo di variabilità di ciascuna di esse (0 – 100%), con la sola eccezione della "Sostenibilità ambientale", per la quale l'intervallo di stabilità è 0 –

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	24 di 36

65,64%. Tale risultato appare comunque più che soddisfacente considerato che il peso attribuito nell'analisi è del 50% e che quindi l'ampiezza dell'intervallo di stabilità copre sufficientemente l'alea nella percezione di decisori diversi sul peso attribuito a tale categoria.

Assegnare un peso superiore al 65,64% alla categoria "Sostenibilità ambientale" significherebbe dover ripartire il restante 34,36% tra le altre due categorie eseguendo, pertanto, un'analisi priva di buon senso e di scarsa sensibilità verso gli aspetti di natura tecnica in fase lavorativa e di economia del progetto che per le caratteristiche del progetto in questione sarebbe inopportuno non tenere in degna considerazione.

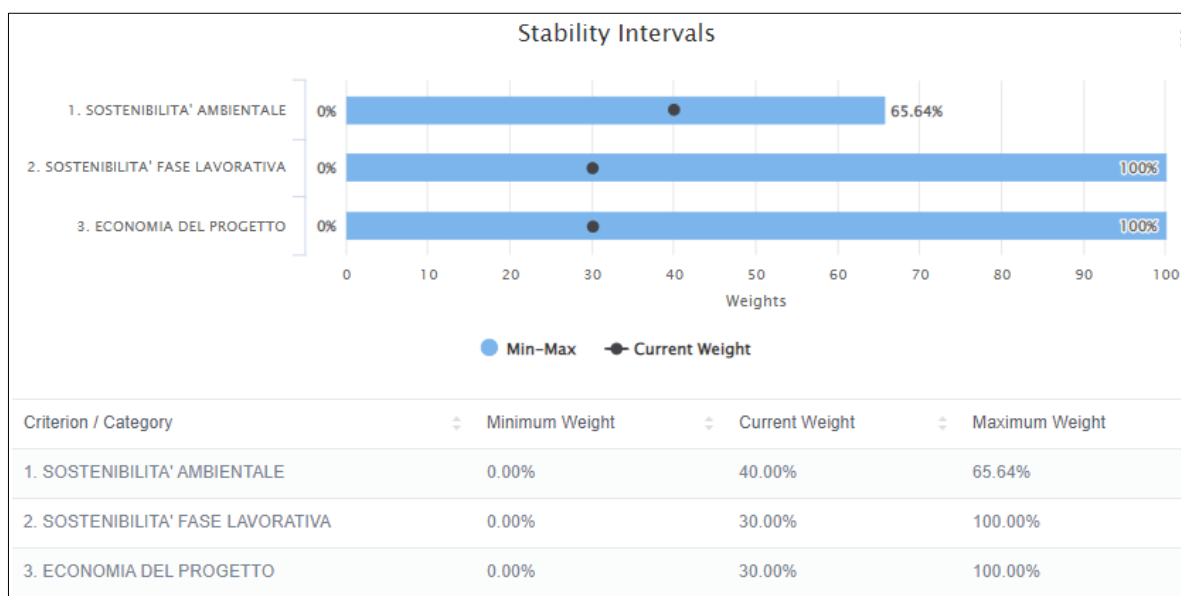


Figura 7 - Intervalli di stabilità del ranking per le categorie dell'Analisi Multicriteria

L'analisi di stabilità si è successivamente focalizzata sui singoli criteri (Figura 8). Anche in questo caso gli intervalli di stabilità ottenuti per i singoli indicatori hanno un'estensione analoga a quelli ottenuti per le categorie, ad eccezione di alcuni. Si consideri, per esempio, il criterio *Paesaggio* il cui intervallo di stabilità ha un valore del 51,48% che rappresenta la soglia entro la quale l'alternativa "MEDIA" rimane vincente. Come per le categorie, anche per i criteri è opportuno valutare tali soglie rispetto all'insieme complessivo di scelta: assegnare un peso superiore a tale soglia, comporterebbe la ripartizione della restante quota percentuale tra gli altri 5 criteri, conducendo quindi a dei risultati poco rappresentativi della realtà.



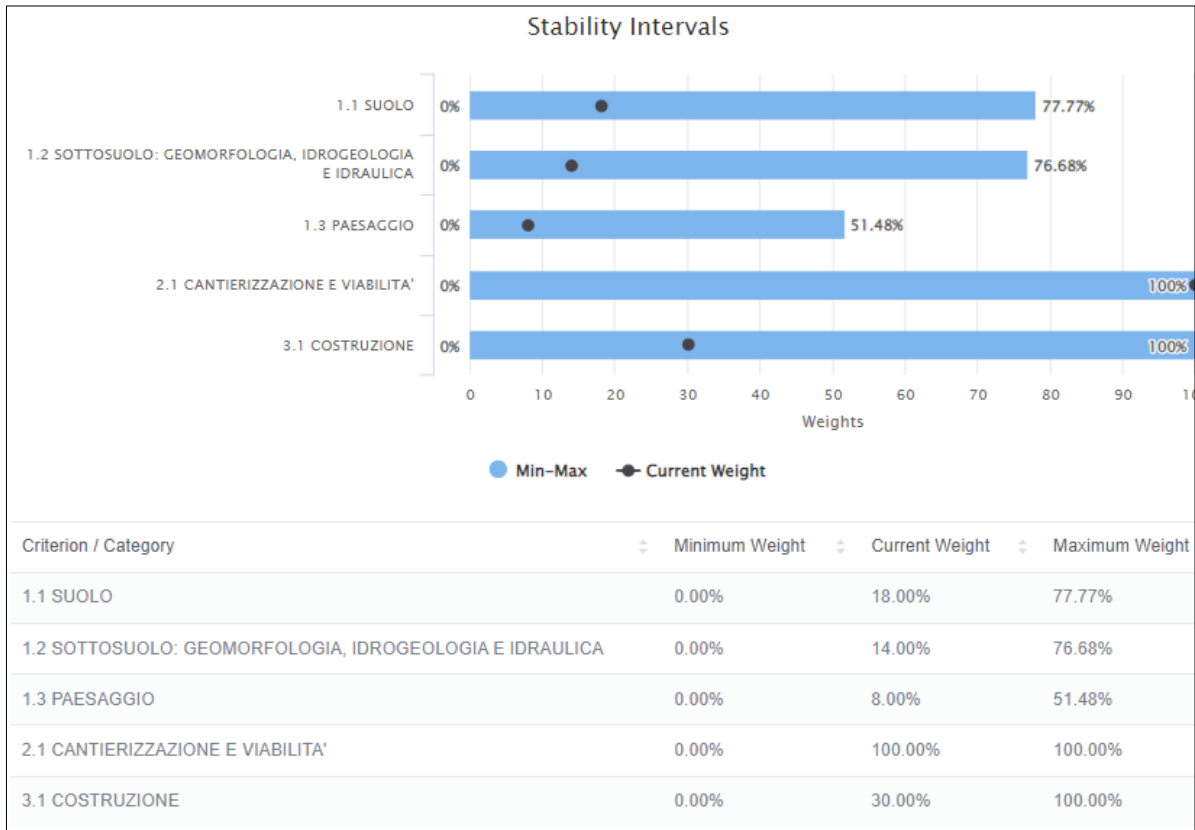


Figura 8 - Intervalli di stabilità del ranking per i criteri dell'Analisi Multicriteria

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	26 di 36

## 4.2 LOTTO 2 - TRATTA SERRA S. QUIRICO

### ***Categorie, criteri e indicatori***

Tutti i criteri e i relativi indicatori rientranti nell'analisi sono stati definiti in funzione del grado di approfondimento progettuale e delle informazioni settoriali disponibili in forma omogenea per tutto il territorio interessato e per le alternative di tracciato oggetto dello studio.

Nell'ambito della AMC condotta, le alternative progettuali sono state valutate relativamente alle seguenti categorie:

- 1. Parametri tecnico- funzionali del tracciato;**
- 2. Sostenibilità ambientale;**
- 3. Economia del progetto.**

Ciascun tema è stato a sua volta rappresentato da più indicatori di valutazione per cui sono stati definiti uno o più criteri su cui poter realizzare il confronto a coppie previsto dal metodo Promethee.

In particolare, sono stati definiti i seguenti indicatori e relativi criteri (con i rispettivi metodi di valutazione):

### **Parametri tecnico funzionali del tracciato**

Per quanto riguarda i Parametri tecnico- funzionali del tracciato le valutazioni hanno dato esito simile tra le due alternative, tanto da far eliminare la categoria di confronto dall'analisi.

### **Sostenibilità ambientale**

- **Suolo**

Nella categoria *Suolo* al fine di effettuare una comparazione quanto più oggettiva ed efficace delle alternative sono stati scelti i seguenti indicatori:

1. CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO;
2. CONSUMO SUOLO AGRICOLO;
3. CONSUMO SUOLO AREE BOSCADE.

Le fonti ricognitive consultate sono:

- Carta del suolo
- Area naturali

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	27 di 36

- Aree boscate

L'indicatore **consumo di nuovo territorio** valuta quanto il tracciato dell'alternativa si sviluppa sulla sede esistente, rispetto allo sviluppo totale, riducendo così l'occupazione di nuovo territorio.

L'indicatore **consumo di suolo agricolo** valuta quanta superficie agricola è occupata dall'impronta dell'alternativa.

L'indicatore **consumo di aree boscate** valuta l'interferenza dell'impronta dell'alternativa con aree boscate.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Suolo*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
<b>1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE</b>	<b>80%</b>	<b>1.1 SUOLO</b>	<b>60%</b>	CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO	(Lunghezza complessiva della variante - Lunghezza del tracciato in sede) / Lunghezza complessiva della variante	-	33%	16%	min.	0,64	0,81
				CONSUMO SUOLO AREE NATURALI PROTETTE E AREE RETE NATURA 2000	Sommatoria delle superficie delle aree Rete Natura 2000 e Aree naturali protette occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	16%	min.	2924	5081
				CONSUMO SUOLO AREE BOSCATI	Sommatoria delle superficie di aree boscate occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	16%	min.	1821	1015

Tabella 7 - Quantificazione indicatori per il criterio *Suolo*

- **Sottosuolo geomorfologia, idrologia e idraulica**

Per quanto riguarda le caratteristiche relative *Sottosuolo geomorfologia, idrologia e idraulica* le valutazioni hanno dato esito simile tra le due alternative, quindi la categoria è stata eliminata nella fase di confronto dall'analisi.

- **Paesaggio**

Nella categoria *Paesaggio*, al fine di effettuare una comparazione quanto più oggettiva ed efficace delle alternative, sono stati scelti i seguenti indicatori:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	28 di 36

Lo scopo dell'analisi comparativa è quello di evidenziare le interferenze delle alternative di tracciato con le aree vincolate ai fini della tutela del paesaggio.

Sono stati scelti i seguenti indicatori:

3. **ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO** Art. 142 del D. Lgs 42/2004;
4. **ATTRAVERSAMENTO CON AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO** Art. 136 del D. Lgs 42/2004.

Le fonti ricognitive consultate sono:

- PPAR - Piano paesistico ambientale approvato con D.A.C.R. n. 197 del 3 novembre 1989 (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Paesaggio#Presentazione>)
- Piano del Parco Naturale Regionale Gola della Rossa e di Frasassi

L'indicatore **attraversamento di aree con vincolo paesaggistico art. 142 del D. lgs 42/2004** valuta quanto il tracciato dell'alternativa, per i soli tratti allo scoperto, si sviluppa in aree vincolate.

L'indicatore **attraversamento di aree con vincolo paesaggistico art. 136 del D. lgs 42/2004** valuta quanto il tracciato dell'alternativa, per i soli tratti allo scoperto, si sviluppa in aree vincolate.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria **Paesaggio**.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE		
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA	
1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	80%	1.3 PAESAGGIO	40%	ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 142 del D. Lgs 42/2004	c) FASCIA DI RISPETTO FIUMI 150m	Sommataria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	16%	min.	488	544
				ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 136 del D. Lgs 42/2004	g) AREE BOSCHIVE							

Tabella 8 - Quantificazione indicatori per il criterio Paesaggio

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	29 di 36

### Sostenibilità fase lavorativa

Obiettivo di questa categoria è valutare l'impatto del progetto dal punto di vista dell'esercizio ferroviario e della viabilità. Tali impatti sono i medesimi per le Alternative analizzate, per cui tale categoria è stata scartata.

### Economia del progetto

La categoria *Economia del progetto* valuta il progetto dal punto di vista dei tempi e costi di realizzazione per la realizzazione dell'intervento.

L'indicatore **tempi di realizzazione** rappresenta una discriminante importante in quanto la realizzazione del Lotto 2 è inserito nel perimetro del P.N.R.R. e quindi soggetto a vincoli temporali.

Nella seguente tabella è riportata la quantificazione dei criteri considerati per la categoria *Costruzione*.

CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE						ALTERNATIVE	
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	U. misura	Peso	Peso /tot	F.ni di norm.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
2. ECONOMIA DEL PROGETTO	20%	2.1 COSTRUZIONE	100%	TEMPI DI REALIZZAZIONE	Durata realizzazione	mesi	100%	20%	min.	41	45

Tabella 9 - Quantificazione indicatori per il criterio *Costruzione*

### Assegnazione dei pesi


L'analisi è stata condotta ipotizzando tre livelli di peso associati rispettivamente ai temi (categorie), agli indicatori e ai criteri.

La determinazione di tali pesi è stata ipotizzata sulla base del buon senso e dell'esperienza da parte dei progettisti coinvolti, con il fine di individuare la ripartizione che desse la giusta importanza sia agli aspetti tecnici ma anche agli impatti (sia con carattere transitori temporalmente sia definitivi) che un progetto di tale tipo può generare sulla collettività e sui trasporti.

L'Analisi ha tenuto conto dei seguenti pesi per i temi (categorie) individuati:

- 1. Sostenibilità ambientale= 80%**
- 2. Costruzione= 20%**

All'interno dei temi, i pesi sono distribuiti sia per i criteri che per gli indicatori come i seguenti dettagli mostrati nella Tabella 10 all'interno della quale si riportano i risultati ottenuti per le alternative progettuali alla luce di quanto raccolto mediante le analisi specialistiche.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	30 di 36

AMC PM228-Castelplanio LOTTO 2											
CATEGORIA		CRITERIO		INDICATORE							
Definizione	Peso	Definizione	Peso	Definizione	Metodo di valutazione	Unità di misura	Peso	Peso sul totale	F.ni di normalizzaz.	Alternativa ALTA	Alternativa MEDIA
1. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	80%	1.1 SUOLO	60%	CONSUMO DI NUOVO TERRITORIO	(Lunghezza complessiva della variante - Lunghezza del tracciato in sede) / Lunghezza complessiva della variante	-	33%	16%	min.	0,64	0,81
				CONSUMO SUOLO AGRICOLO	Sommatoria delle superficie di suolo agricolo occupato dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	16%	min.	2.924	5.081
				CONSUMO SUOLO AREE BOSCADE	Sommatoria delle superficie di aree boscate occupate dall'impronta di progetto delle alternative	m <sup>2</sup>	33%	16%	min.	1.821	1.015
		1.2 PAESAGGIO	40%	ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 142 del D. Lgs 42/2004	c) FASCIA DI RISPETTO FIUMI 150m	Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	16%	min.	488
g) AREE BOSCHIVE											
				ATTRAVERSAMENTO DI AREE CON VINCOLO PAESAGGISTICO Art. 136 del D. Lgs 42/2004	Sommatoria delle tratte (lunghezze) in aree vincolate interferite dall'alternativa	m	50%	16%	min.	642	627
2. ECONOMIA DEL PROGETTO	20%	2.1 COSTRUZIONE	100%	TEMPI DI REALIZZAZIONE	Durata realizzazione	mesi	100%	20%	min.	41	45

Tabella 10 - Scenario pesi attribuiti e matrice di valutazione-Tratta Serra S. Quirico

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	31 di 36

### Risultati Analisi Multicriteria

Nella Figura 9 sono riportati i risultati dell'analisi multicriteria sviluppata per la tratta Grue confrontando la soluzione "ALTA" con la soluzione "MEDIA".

I risultati mostrano come la soluzione di tracciato "ALTA" risultati la vincente.

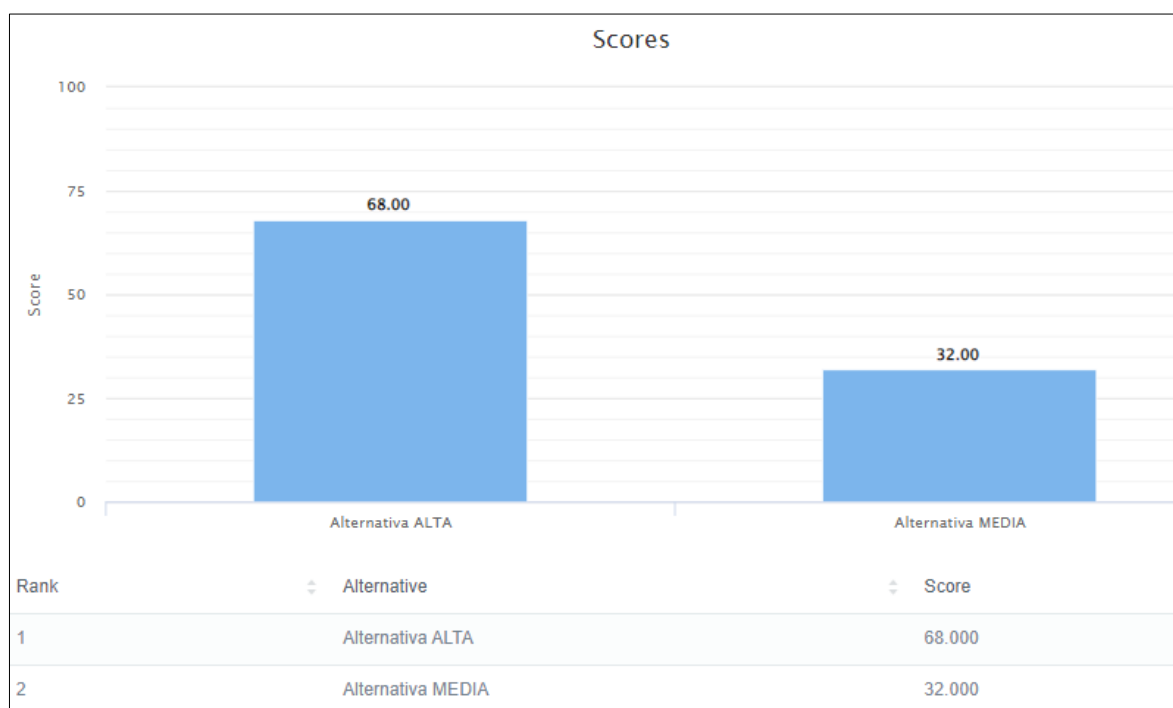


Figura 9 - Ranking finale con le varie alternative progettuali

 <b>ITOLFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA          RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	32 di 36

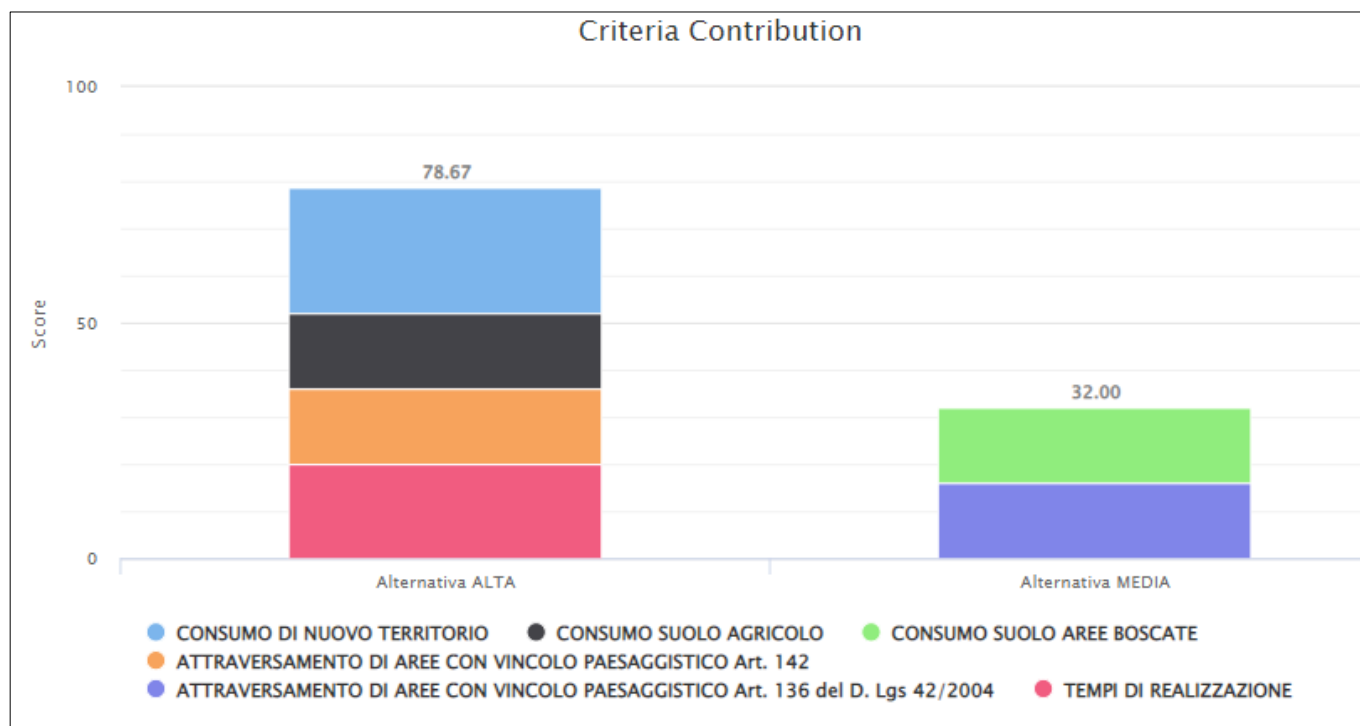


Figura 10 - Ranking finale con ripartizione delle quote di contributo al risultato di ciascun indicatore

### Analisi di sensitività


L'analisi di sensitività mira a studiare la variazione della soluzione ottimale alla variazione degli elementi che compaiono nella valutazione e / o nella loro struttura (composizione e pesi associati). In particolare, l'obiettivo è determinare un intervallo di variazione (intervallo di stabilità) all'interno del quale la soluzione ottimale non cambia.

Indaga la stabilità o la robustezza della soluzione ottimale identificando gli elementi più sensibili del modello, vale a dire quelli per i quali anche una piccola variazione porta a variazioni significative nei risultati.

Il seguente grafico rappresenta precisamente gli intervalli ammissibili entro i quali i pesi dei temi identificati a monte della valutazione possono cambiare senza cambiare la classifica finale.

Gli intervalli individuati dall'analisi di sensitività (rappresentati nelle figure seguenti e distinti per categorie e per criteri) mostrano il range entro cui possono variare i pesi attribuibili affinché la soluzione "ALTA" continui ad essere quella vincente. Per tutte le categorie l'alternativa risulta essere estremamente robusta



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	33 di 36

in quanto si conferma essere la vincente all'interno dell'intero campo di variabilità di ciascuna di esse (0 – 100%).

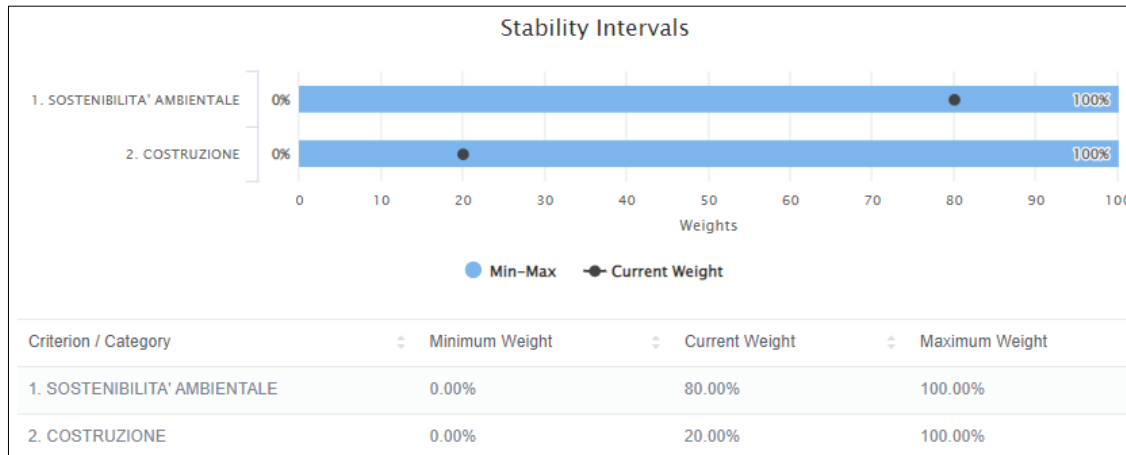


Figura 11 - Intervalli di stabilità del ranking per le categorie dell'Analisi Multicriteria

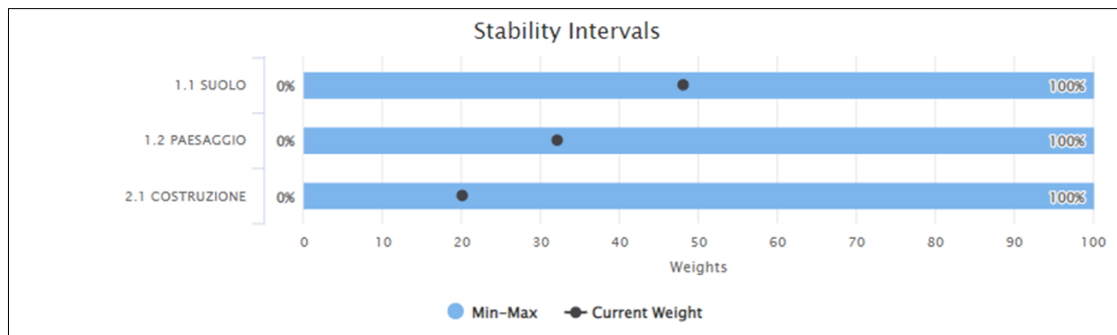


Figura 12 - Intervalli di stabilità del ranking per i criteri dell'Analisi Multicriteria

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>					
	<b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IR0F	00 R 16	RG	EF 0005 001	A	34 di 36

## 5 CONCLUSIONI

L'Analisi Multicriteria, oggetto del presente documento, rappresenta lo strumento di supporto per scegliere, fra diverse alternative di tracciato, rientranti nel progetto PM228-Castelplanio (suddiviso in 3 Lotti) nell'ambito del piano di potenziamento infrastrutturale della linea ferroviaria Orte – Falconara, la soluzione che meglio si adatta agli obiettivi e alle priorità dei decisori.

L'analisi, condotta con riferimento alle due alternative progettuali studiate per il Lotto 2, ha permesso di razionalizzare il processo di scelta attraverso la definizione di diversi criteri e indicatori di carattere ambientale, tecnico ed economico arrivando così ad individuare la soluzione ottima.

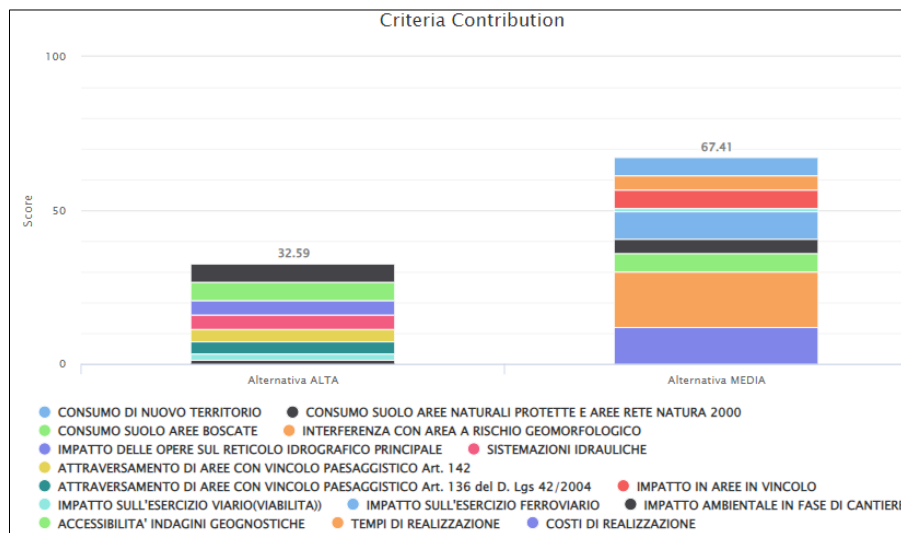
Il tracciato presenta due tratte che sono state identificate con i nomi di:

1. Tratta Genga;
2. Tratta Serra S. Quirico.

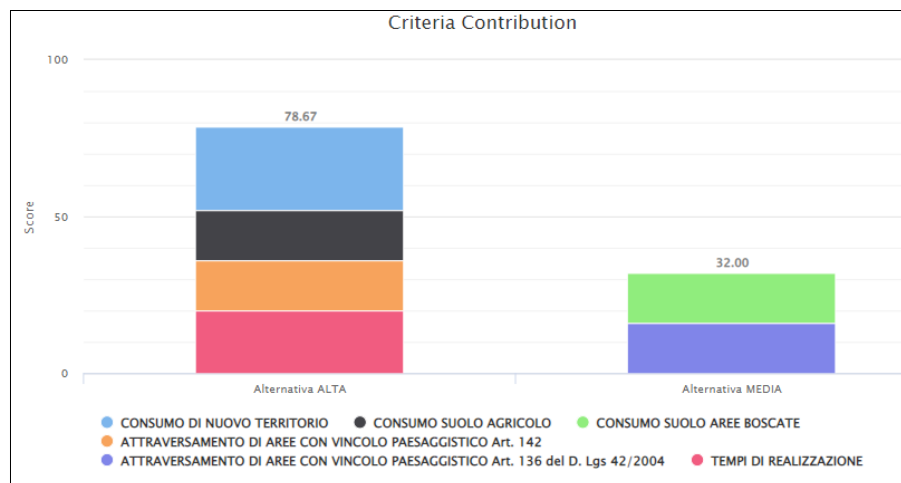
Come descritto in precedenza, sono state analizzate due alternative per ognuna di queste tratte denominate "ALTA" e "MEDIA" per la loro posizione.

I risultati dell'analisi per la tratta di Genga, come riportato nella figura seguente, individuano nell'Alternativa "MEDIA" la migliore delle soluzioni possibili per le tratte analizzate al fine di realizzare il raddoppio previsto tra i comuni di Genga e Serra San Quirico.

L'alternativa "ALTA" che prevede la realizzazione di una galleria, presenta soluzioni adeguate dal punto di vista di alcuni indicatori della *sostenibilità ambientale*, non distaccandosi particolarmente, in termini di punteggio, dalla soluzione vincente. Si tenga presente, però, che tale alternativa non è perseguibile dal punto di vista dell'esercizio ferroviario, prevedendo 6 mesi di interruzione totale della linea, e per tempi di realizzazione, in quanti i 49 mesi di realizzazione previsti da tale scelta di tracciato non sono compatibili con il vincolo temporale imposto dal *PNRR*.



Per quanto riguarda la tratta di Serra San Quirico, i cui risultati sono riportati nella figura a seguire, l'alternativa "ALTA" risulta vincente.



Si raccomanda quindi l'alternativa "MEDIA" per la realizzazione del progetto nella tratta di Genga e l'alternativa "ALTA" per la tratta di Serra San Quirico. Tali soluzioni si caratterizzano per possedere i migliori valori per la quasi totalità degli indicatori presi a riferimento, pertanto il ranking ottenuto rappresenta una logica conseguenza. Inoltre, effettuando una successiva analisi di sensitività, è stato possibile verificare la stabilità delle stesse (si rimanda alla Figura 7-8 e Figura 12-12).

	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO</b>  <b>PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>					
<b>ANALISI MULTICRITERIA</b>	COMMESSA  IR0F	LOTTO  00 R 16	CODIFICA  RG	DOCUMENTO  EF 0005 001	REV.  A	FOGLIO  36 di 36

Fatto salvo che la decisione sulle alternative da scegliere è demandata al decisore finale, si può comunque concludere che sulla base delle indicazioni ottenute dall'AMC, le alternative "MEDIA" e "ALTA" rispettivamente per la Tratta di Genga e Serra San Quirico risultano migliori rispetto alle altre e, pertanto, quelle consigliate.