

**Studio delle alternative nel
Comune di Robecchetto con Induno**

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


Studio delle alternative nel Comune di Robecchetto con Induno

Ing. M. Sala



Storia delle revisioni

Rev. n°	Data	Descrizione
00	16/12/2016	Prima emissione
01	24/05/2018	Inserimento di nuovi indicatori

Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato
 <p>A. Baglivi, C. De Bellis, M. Ghilardi, S. Malinverno, A. Baglivi, C. Pertot (CESI S.p.A.)</p>	V.Perosino (ING/PRE-APRNO)	V. De Santis (ING/PRE- IAM)	N. Rivabene (ING/PRE-IAM)

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	Generalità e finalità dello studio	3
1.2	Localizzazione e sintesi dell'intervento.....	3
2	CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE	5
2.1	Caratterizzazione urbanistica ed antropica	5
2.1.1	Destinazioni d'uso delle alternative.....	5
2.1.2	Aree residenziali.....	5
2.1.3	Interferenza con la viabilità	6
2.1.4	Sintesi delle caratteristiche antropiche delle alternative	7
2.2	Caratterizzazione naturale e paesaggistica	7
2.2.1	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po.....	7
2.2.2	Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA).....	7
2.2.3	Sistema delle aree protette e/o tutelate	9
2.2.4	Presenza di vincoli paesaggistici e di altri vincoli amministrativi	10
2.2.5	Uso del suolo	13
2.2.6	Sintesi delle caratteristiche naturali e paesaggistiche delle alternative	15
3	CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE PROGETTUALI	16
3.1	Individuazione degli indicatori di confronto.....	16
3.1.1	Sintesi delle valutazioni effettuate per le ipotesi di tracciato considerate.....	18
3.2	Valutazione delle alternative.....	19
3.2.1	Metodologia.....	19
3.2.2	Valutazione delle ipotesi considerate.....	20
3.3	Individuazione degli indicatori economici	22
3.3.1	Considerazioni sul rapporto dei pesi tra i sostegni appartenenti alla stessa serie	24
3.3.2	Considerazioni sull'incremento del costo opera in funzione della differente distribuzione sostegni	26
3.3.2.1	Coefficiente di costo del tratto di linea	26
3.3.3	Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa nel Comune di Robecchetto con Induno	29
4	CONCLUSIONI.....	30
5	BIBLIOGRAFIA.....	31

1 INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ E FINALITÀ DELLO STUDIO

Il presente documento è stato predisposto in risposta alla richiesta, da parte del Comune di Robecchetto con Induno, di *“studiare un diverso tracciato in modo da evitare che la nuova linea attraversi zone edificate”* (rif. Prot. 6660 del 25/07/2014).

La richiesta è stata attentamente valutata e nelle presenti integrazioni si propone un’alternativa di tracciato compresa tra i sostegni n. 219 e n. 224. In merito a questa proposta, tuttavia, si rappresenta che il Parco Lombardo del Ticino ha espresso perplessità in quanto *“l’alternativa proposta andrebbe ad interessare aree agricole a margine dell’edificato, attualmente non interessate dalla presenza di linee e che si trovano a breve distanza (circa 200 metri) dall’orlo del terrazzo”* (cfr. verbale del 12/07/2016 allegato al documento RERX10004BIAM02220).

Le analisi condotte nel presente studio hanno l’obiettivo di porre a confronto, dal punto di vista delle ricadute ambientali ad esse connesse, la soluzione di progetto con la soluzione alternativa proposta. Entrambe le soluzioni interessano i comuni di Robecchetto con Induno e, limitatamente, di Turbigo (Provincia di Milano-Città Metropolitana).

Lo studio si basa sull’utilizzo di una metodologia di Analisi Multicriteri che, tramite l’individuazione, il popolamento e l’aggregazione di opportuni e significativi indicatori ambientali, fornisce una valutazione sintetica dell’impatto ambientale delle diverse soluzioni sul territorio indagato.

L’Analisi Multicriteri è una procedura di valutazione che, una volta fissato un obiettivo, applica una regola decisionale utilizzando una molteplicità di criteri, che sono gli elementi oggettivi misurabili e valutabili. Tale procedura valutativa risulta particolarmente efficace, per le scelte che riguardano il territorio, se viene condotta in ambito GIS, per la capacità di quest’ultimo di elaborare e gestire una molteplicità di dati territoriali complessi.

L’elaborazione del metodo si è articolata nelle seguenti fasi:

- Individuazione di Indicatori significativi, non ridondanti, calcolabili, di immediata comprensione, suddivisi in “Famiglie” di indicatori in base alle loro caratteristiche ed al loro significato;
- Reperimento e/o calcolo dei valori degli Indicatori;
- Attribuzione di un “peso” a ciascun Indicatore e/o Famiglia, che rifletta l’importanza che si riconosce loro rispetto agli altri Indicatori e/o Famiglie;
- Calcolo di un Indice sintetico complessivo per ciascuna alternativa analizzata, tramite sommatoria pesata dei valori di ciascun Indicatore e di ciascuna Famiglia;
- Confronto degli Indici sintetici complessivi ottenuti, con individuazione della soluzione più accettabile dal punto di vista ambientale.

Per poter individuare gli indicatori più adeguati a impostare un’analisi multicriteri che permetta di confrontare le diverse soluzioni nel modo più oggettivo possibile, presupposto fondamentale è la conoscenza e caratterizzazione del contesto territoriale ed ambientale nel quale si inserisce il progetto.

Tali caratterizzazioni sono state basate su dati territoriali ed ambientali indicati da studi e pubblicazioni ufficiali, nonché desunti da cartografie tematiche esistenti e altri studi ed informazioni pregresse.

1.2 LOCALIZZAZIONE E SINTESI DELL’INTERVENTO

Il tratto in alternativa è lungo 1,467 km e prevede l’inserimento di 6 sostegni, in sostituzione del tratto di progetto lungo 1,361 km che comprende invece 4 sostegni. Il tracciato alternativo si stacca dalla linea

principale con un sostegno intermedio tra i sostegni 219 e 220 (sostegno 219 b), si sposta verso Sud-Ovest allargandosi leggermente e formando un arco che poi si ricongiunge al tracciato di progetto al sostegno 224. La realizzazione dell'arco che garantisce la minimizzazione dell'interferenza con le aree abitate, quindi, prevede l'allungamento del tratto di 106 m e l'inserimento di 2 sostegni in più.

La localizzazione del tracciato di progetto e della alternativa sono riportati nella Tavola DERX10004BIAM02216.

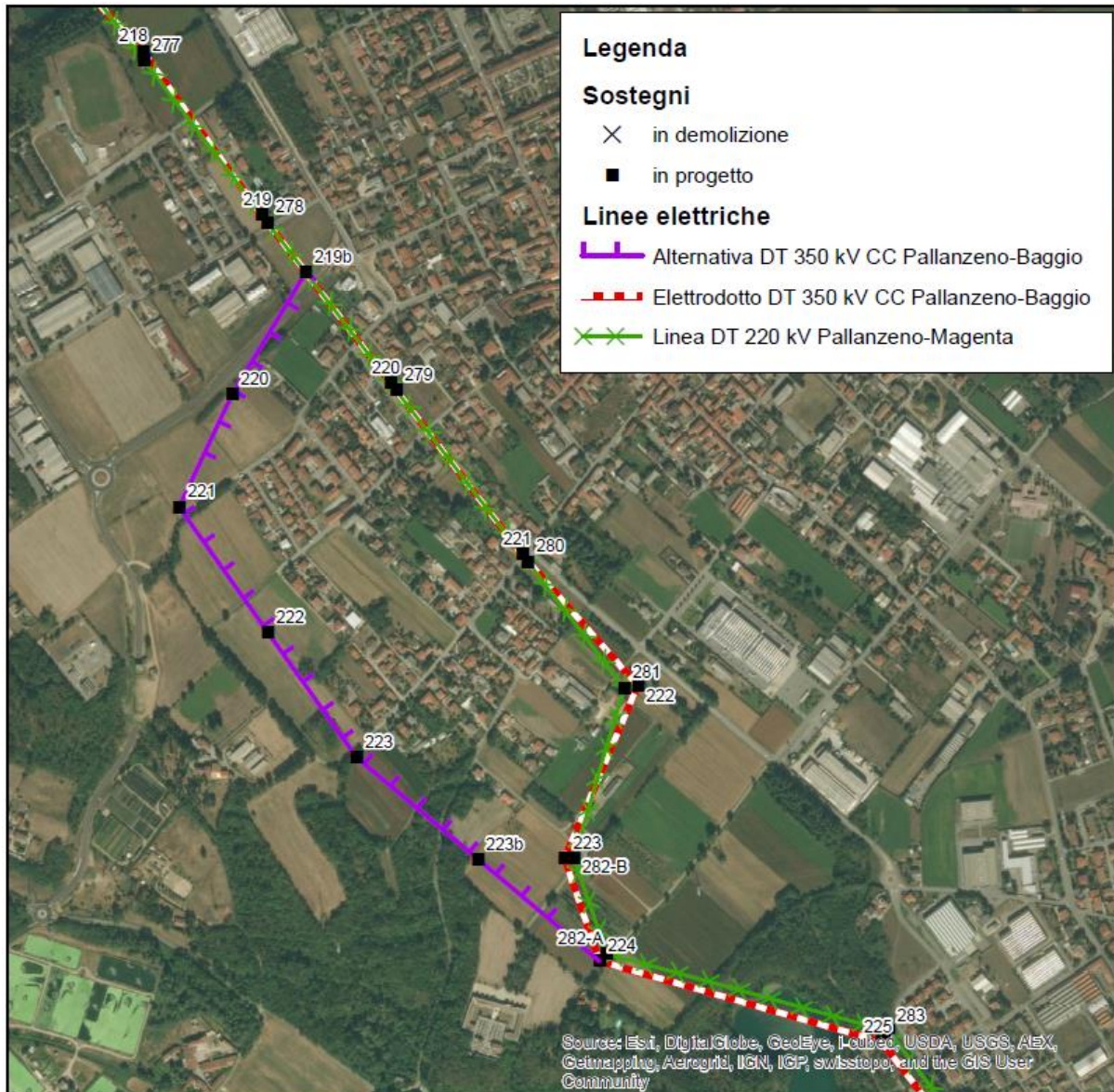


Figura 1.2-1: Inquadramento dell'alternativa proposta

2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

2.1 CARATTERIZZAZIONE URBANISTICA ED ANTROPICA

2.1.1 Destinazioni d'uso delle alternative

Il Comune di Robecchetto con Induno è regolato da un Piano di Governo del Territorio approvato con D.C.C. n. 7 del 28/2/2011.

Il nuovo Piano di Governo del Territorio del Comune di Turbigo approvato con D.C.C. n. 48 del 11/10/2011 è efficace a seguito della pubblicazione sul BURL - serie Inserzioni e Concorsi - n. 12 del 21/03/2012.

L'ubicazione dei sostegni delle due alternative considerate interessa le destinazioni d'uso sintetizzate nella seguente tabella.

TRACCIATO DI PROGETTO			
Sostegno N.	Comune	Destinazione d'uso	Potenziale criticità
220	Robecchetto con Induno	Area C: residenziali di completamento del tessuto consolidato	SI
221	Robecchetto con Induno	Area B: Tessuto edilizio a Villini e Palazzine	SI
222	Robecchetto con Induno	Aree agricole infraurbane	NO
223	Robecchetto con Induno	Territorio compreso nel Parco del Ticino: sulla base del PTC del Parco si colloca in Area "C - Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico"	SI
ALTERNATIVA ROBECCHETTO CON INDUNO			
Sostegno N.	Comune	Destinazione d'uso	Potenziale criticità
219b	Turbigo	Ambito Agricolo	NO
220	Turbigo	Ambito Agricolo	NO
221	Turbigo	Territorio compreso nel Parco del Ticino: sulla base del PTC del Parco si colloca in Area "C - Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico"	SI
222	Robecchetto con Induno	Territorio compreso nel Parco del Ticino: sulla base del PTC del Parco si colloca in Area "C - Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico"	SI
223	Robecchetto con Induno		SI
223b	Robecchetto con Induno		SI

2.1.2 Aree residenziali

La successiva Figura 2.1-1 riporta le aree residenziali e produttive dell'area interessata dall'analisi; in particolare tra le aree residenziali (desunte dal DUSAF 2.0 di Regione Lombardia), sono compresi: il tessuto residenziale continuo, quello mediamente denso, quello discontinuo, rado e nucleiforme, oltre alle cascine e agli insediamenti agricoli produttivi. Dalla figura è possibile osservare che:

- entrambe le alternative interessano, a meno di 200 m dal proprio asse, aree residenziali compatte (quartiere dell'abitato di Robecchetto con Induno);
- **il tracciato di progetto** attraversa l'abitato interferendo direttamente con lo stesso con almeno due sostegni;
- **il tracciato alternativo**, invece, rimane più scostato, circumnavigando il quartiere residenziale ma passando, in alcuni punti, a meno di 100 m dallo stesso. Non vi sono comunque interferenze dirette con edifici residenziali e/o cascine.

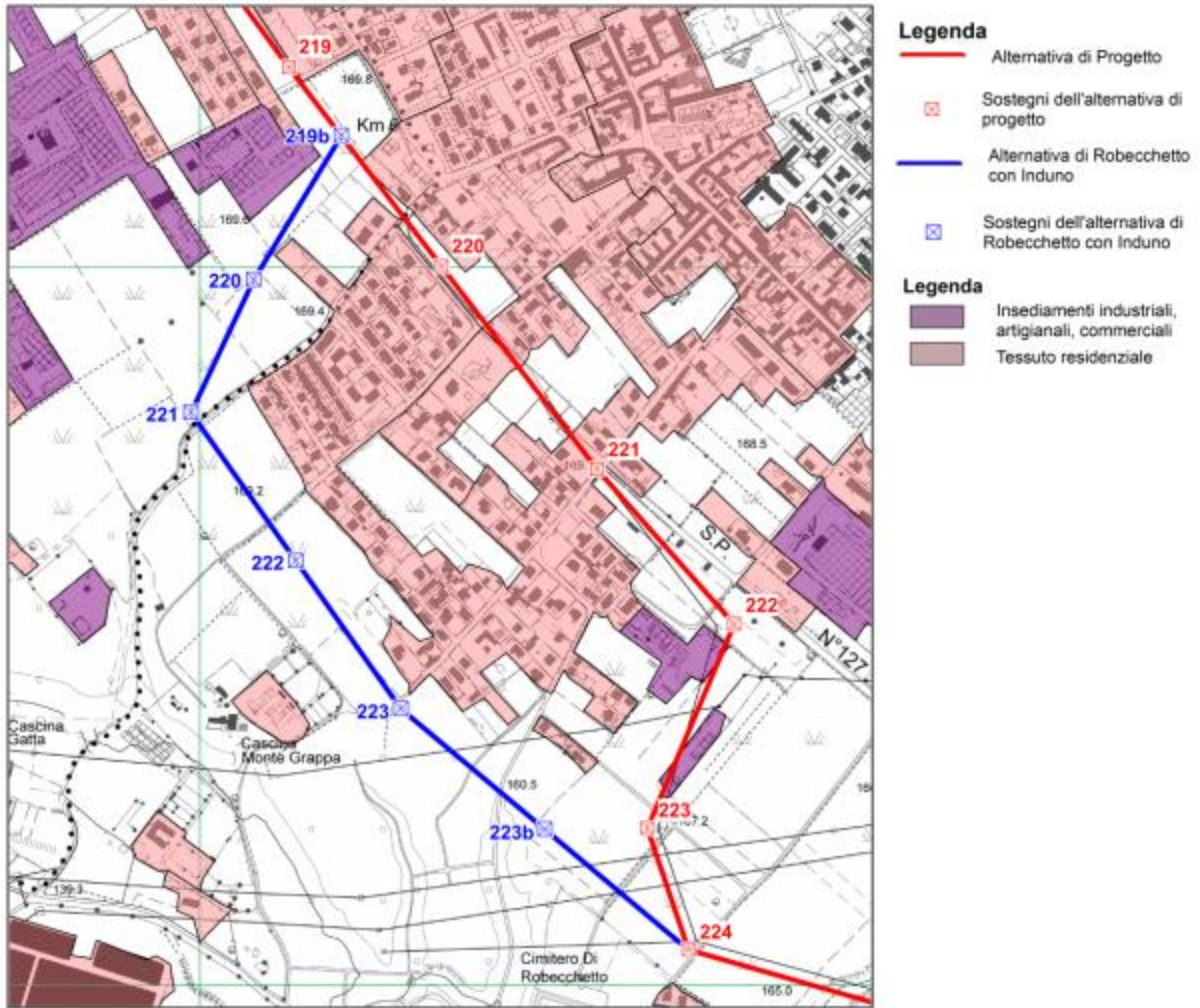


Figura 2.1-1: Aree residenziali e produttive

2.1.3 Interferenza con la viabilità

Nel tratto in esame non si rilevano particolari interferenze con la viabilità principale e secondaria.

2.1.4 Sintesi delle caratteristiche antropiche delle alternative

Nella tabella successiva si sintetizzano gli elementi caratterizzanti le due soluzioni analizzate, con riferimento a quanto sopra esposto.

Indicatore	Tracciato di progetto	Alternativa Robecchetto con Induno
Destinazione d'uso	Due sostegni su quattro interferiscono le aree residenziali e uno con le <i>Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico</i> del Parco del Ticino	Quattro sostegni su sei interferiscono con le <i>Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico</i> del Parco del Ticino
Presenza di aree residenziali	Il tracciato attraversa un quartiere dell'abitato di Robecchetto, interferendo direttamente con edifici residenziali	Il tracciato non interferisce direttamente con gli edifici residenziali, ma si colloca a poco meno di cento metri (c.a. 80 m) dal quartiere residenziale di Robecchetto
Interferenza con la viabilità	Il tracciato non interferisce con nessun asse stradale	Il tracciato non interferisce con nessun asse stradale

2.2 CARATTERIZZAZIONE NATURALE E PAESAGGISTICA

2.2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM 24 maggio 2001.

Per quanto riguarda l'individuazione delle aree di esondazione del fiume l'alveo fluviale ed il territorio limitrofo sono articolati in fasce così individuate:

- Fascia di deflusso della piena - Fascia A: porzione d'alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione – Fascia B: esterna alla precedente, costituita dalla porzione d'alveo interessate da inondazioni al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Il limite di questa fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento (portata con $Tr = 200$ anni);
- Fascia di inondazione per piena catastrofica – Fascia C: porzione di territorio esterna alla fascia B che può essere interessata da inondazioni al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento (portata con $Tr = 500$ anni).

I tracciati oggetto di confronto non interessano aree soggette alle Fasce Fluviali PAI.

2.2.2 Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA)

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita dal D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le

aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

Con Decreto del Segretario Generale n. 115 del 19 giugno 2015 è stato pubblicato lo Schema di Progetto di Variante alle NA del PAI e del PAI Delta, al fine di promuovere la partecipazione attiva di tutte le parti interessate all'elaborazione, al riesame ed all'aggiornamento degli strumenti della pianificazione di bacino distrettuale del fiume Po, ai sensi e per gli effetti dell'art. 66, comma 7, lettera c) del D.lgs. 152/2006: AdbPo_DecretoSG_115-2015_VarianteNA-PAI. A conclusione della fase di partecipazione attiva, con **Deliberazione n. 5/2015**, nella seduta di Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Progetto di Variante alle NA del PAI e del PAI Delta.

La Giunta della Regione Piemonte (con DGR n. 8-2588 del 14.12.2015) ha preso atto del primo Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) e ha approvato gli elaborati di propria competenza. La DGR è pubblicata sul BUR n. 50 Suppl.Ord. n.1 del 17.12.2015.

Sulla base della Delibera 5/2015 nelle NTA del PAI è introdotto, tra gli altri, l'art. 57 che introduce le Mappe della pericolosità e del rischio alluvioni che contengono in particolare:

- la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità (aree P1 o *aree interessate da alluvione rara*; aree P2, o *aree interessate da alluvione poco frequente*; aree P3, o *aree interessate da alluvione frequente*).
- Il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall'Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998: R1 (rischio moderato o nullo), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato). R4 (rischio molto elevato).

Si aggiunge poi l'art. 58 che fornisce indicazioni circa l'aggiornamento agli indirizzi della pianificazione urbanistica; secondo quanto riportato nel presente articolo, valgono le seguenti indicazioni:

a) Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;*
- *nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;*
- *nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle disposizioni di cui al precedente art 31.*

b) Reticolo secondario collinare e montano (RSCM):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 5 e 7, rispettivamente per le aree Ee e per le aree Ca;*
- *nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 6 e 8 rispettivamente per le aree Eb e per le aree Cp;*
- *nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 6bis e 9 rispettivamente per le aree Em e per le aree Cn.*

c) Reticolo secondario di pianura (RSP):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s. m. i.*

[.....]

I tracciati oggetto di confronto non interessano aree a pericolosità o rischio alluvioni.

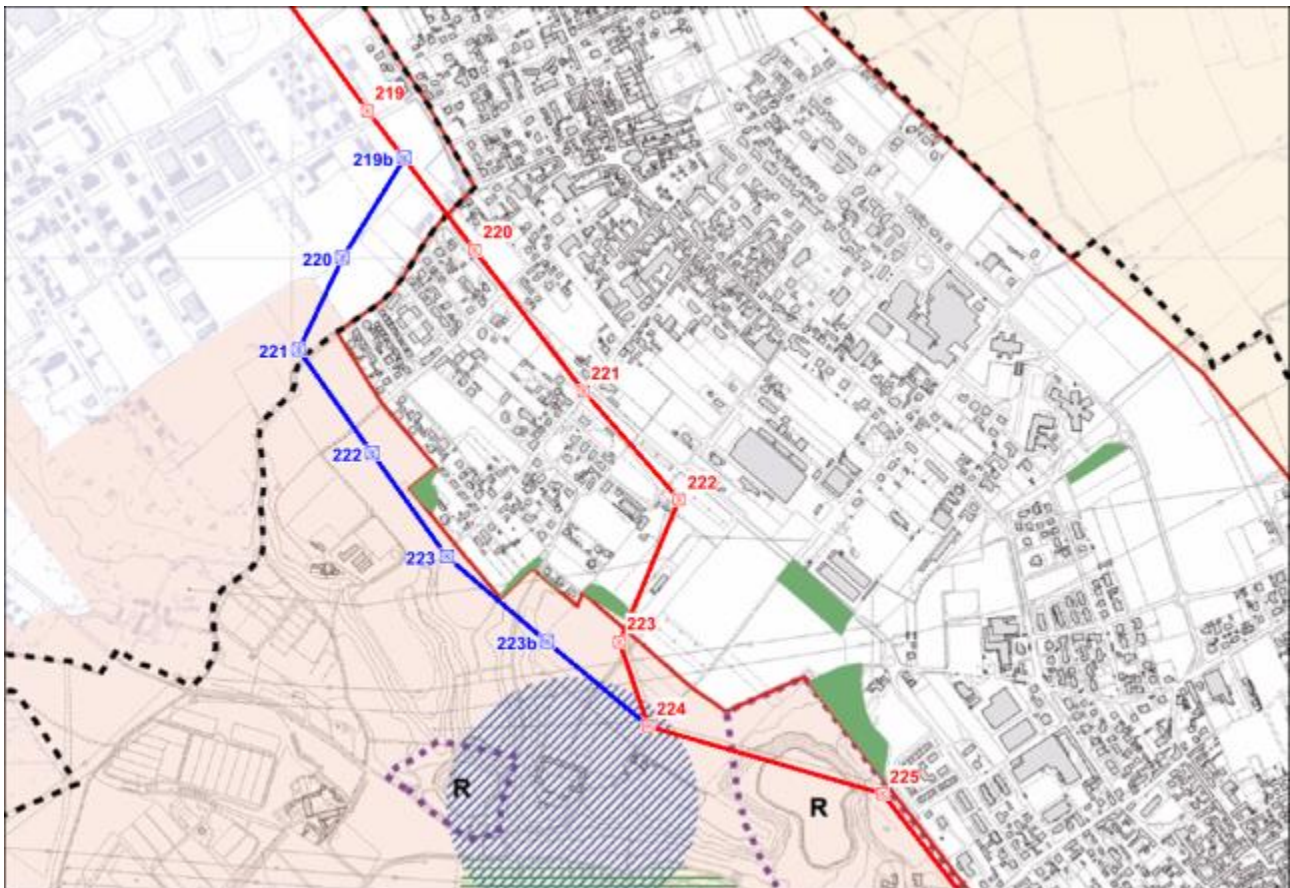
2.2.3 Sistema delle aree protette e/o tutelate

La Legge n. 394/91 “Legge quadro sulle aree protette” (suppl. n.83 - G.U. n.292 del 13.12.1991) ha definito la classificazione delle aree naturali protette, ne ha istituito l’Elenco ufficiale e ne ha disciplinato la gestione.

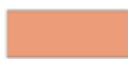
È possibile verificare che:

- il **tracciato di progetto** si colloca interamente nel perimetro del Parco Regionale del Ticino lato Lombardo, ma di fatto solo un sostegno (il n. 23) interferisce con l’area zonizzata dal PTC del Parco, dato che per la restante parte del tracciato interessa un’area urbanizzata.
- il **tracciato alternativa di Robecchetto con Induno** si colloca interamente nel perimetro del Parco Regionale del Ticino lato Lombardo ed interferisce con tutti i sostegni con l’area zonizzata dal PTC del Parco stesso.

La figura riporta le aree di classificazione del Parco del Ticino Lombardo ed altri vincoli desunti dalla Tavola DA04 del PGT di Robecchetto con Induno.



PTC Parco del Ticino

-  Zone C2 - art. 8
zone agricole e forestali a prevalente
interesse paesaggistico

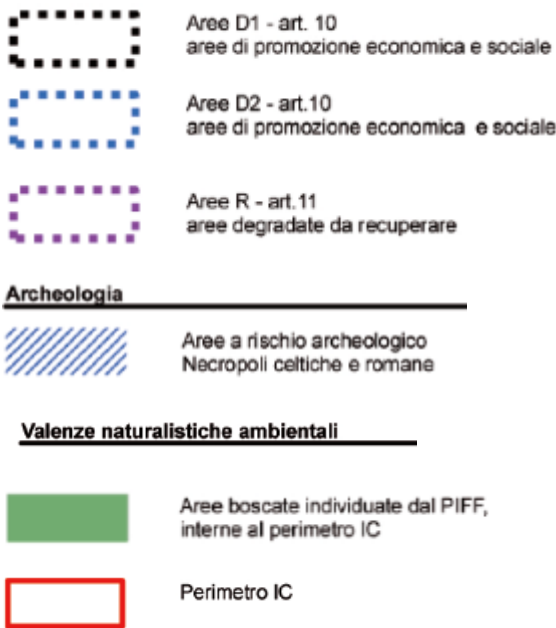


Figura 2.2-1: Zonizzazione Parco del Ticino e altri vincoli

Secondo il PTC del Parco, le Zone Agricole e Forestali (zone C1 e C2) definiscono l'ambito di protezione delle zone naturalistiche perifluviali, in cui prevalgono gli elementi di valore storico e paesaggistico, quali la valle principale del Fiume Ticino ricompresa entro i confini determinati dal ciglio superiore del terrazzo principale, il sistema collinare morenico sub lacuale e la valle principale del torrente Terdoppio.

Le Norme Tecniche del PTC del Parco non vietano la realizzazione di infrastrutture quali quella in progetto, tuttavia all'art. 25 comma 6 si legge che:

- *ai fini di un adeguato inserimento paesaggistico, i progetto di nuove costruzioni, [...] elettrodotti, linee ferroviarie, autostrade[...] devono prevedere misure di protezione delle aree limitrofe, siano esse rappresentate da colture agricole o centri abitati, dall'inquinamento atmosferico ed acustico, realizzate preferibilmente con idonee barriere vegetali adeguatamente dimensionate”.*

Per quanto riguarda le aree tutelate appartenenti alla Rete Natura 2000, si specifica che entrambe le alternative oggetto di analisi sono esterne a Siti appartenenti alla Rete Natura 2000.

2.2.4 Presenza di vincoli paesaggistici e di altri vincoli amministrativi

Nel presente paragrafo sono esaminati gli aspetti inerenti la protezione dei beni culturali e ambientali ai sensi del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio” e s.m.i.

Si considerano, inoltre, le altre tipologie di vincolo, geologico, amministrativo etc., che potrebbero gravare sul territorio interessato.

Dai dati relativi ai vincoli paesaggistici di cui al D.Lgs. 42/04 e s.m.i., disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia¹ è possibile dedurre che il **tracciato di progetto** non interferisce con nessun vincolo paesaggistico, mentre il tracciato **alternativo di Robecchetto con Induno** interferisce (attraversamento in aereo tra i sostegni 223 e 223b) con un'area a boschi e foreste, art. 142 comma 1 lettera g) D.Lgs. 42/04 e s.m.i. (Figura 2.2-2).

¹ <http://www.geoportale.regione.lombardia.it>

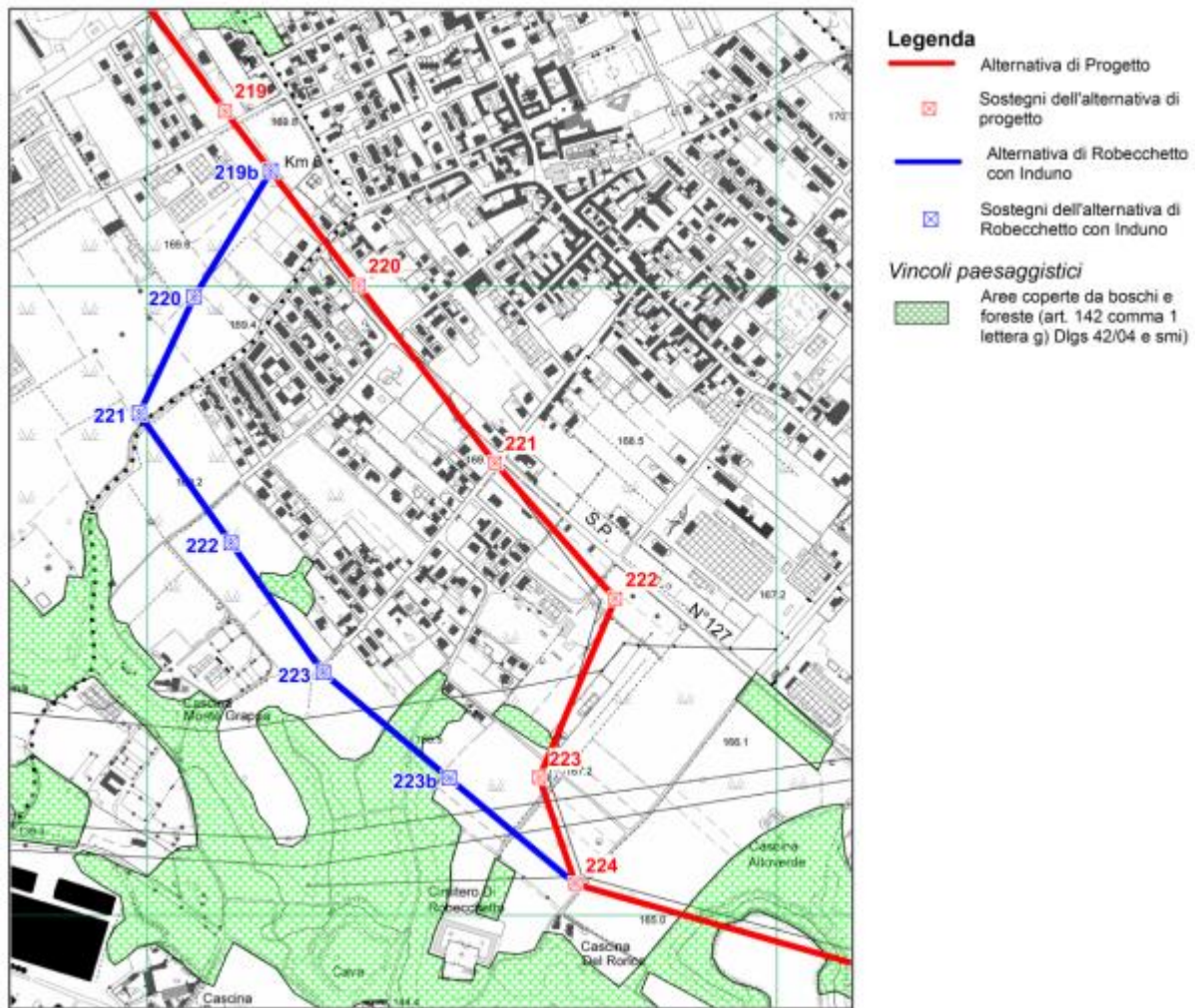


Figura 2.2-2: Vincoli paesaggistici nell'area dell'ipotesi di interesse

Per quanto concerne altre tipologie di vincolo presenti nell'area si segnala che il tracciato di progetto non ne attraversa, mentre per l'**alternativa Robecchetto con Induno** si individuano le seguenti tutele (Figura 2.2-3):

- una potenziale interferenza con la fascia di rispetto del metanodotto (sostegno n. 221);
- una potenziale interferenza con un'area a fattibilità geologica Classe 4 (sostegno n. 223).

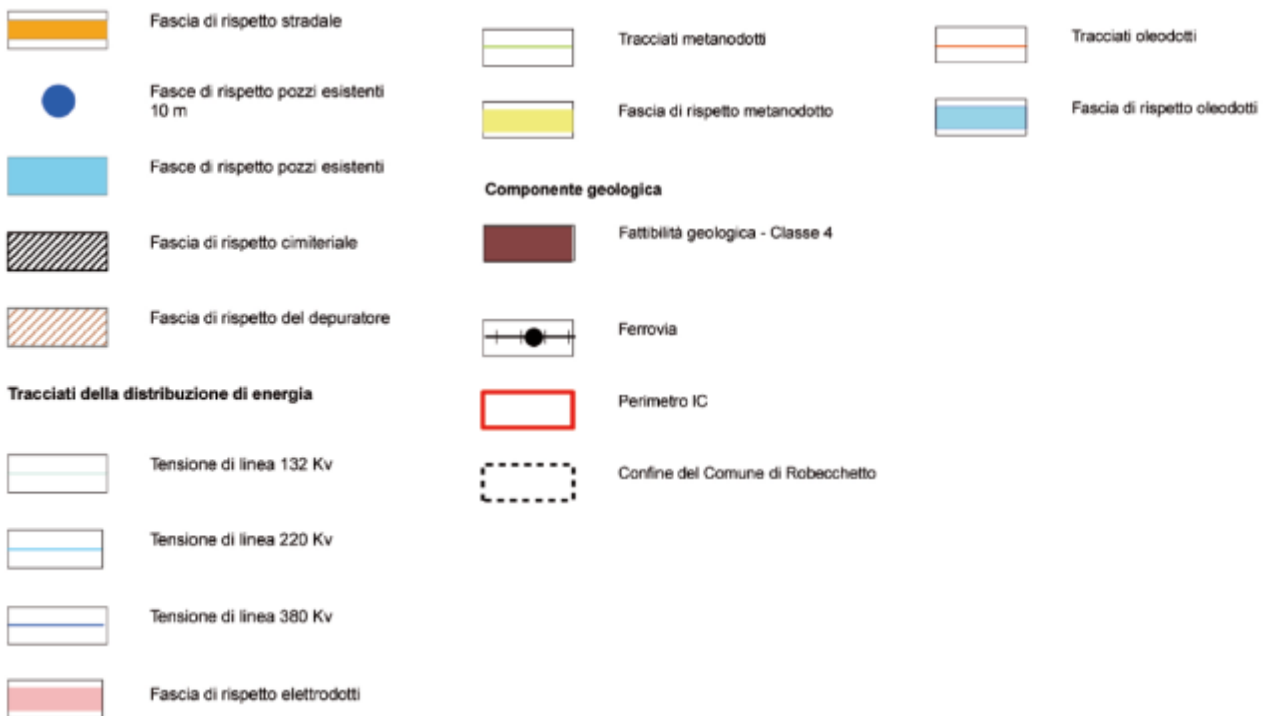
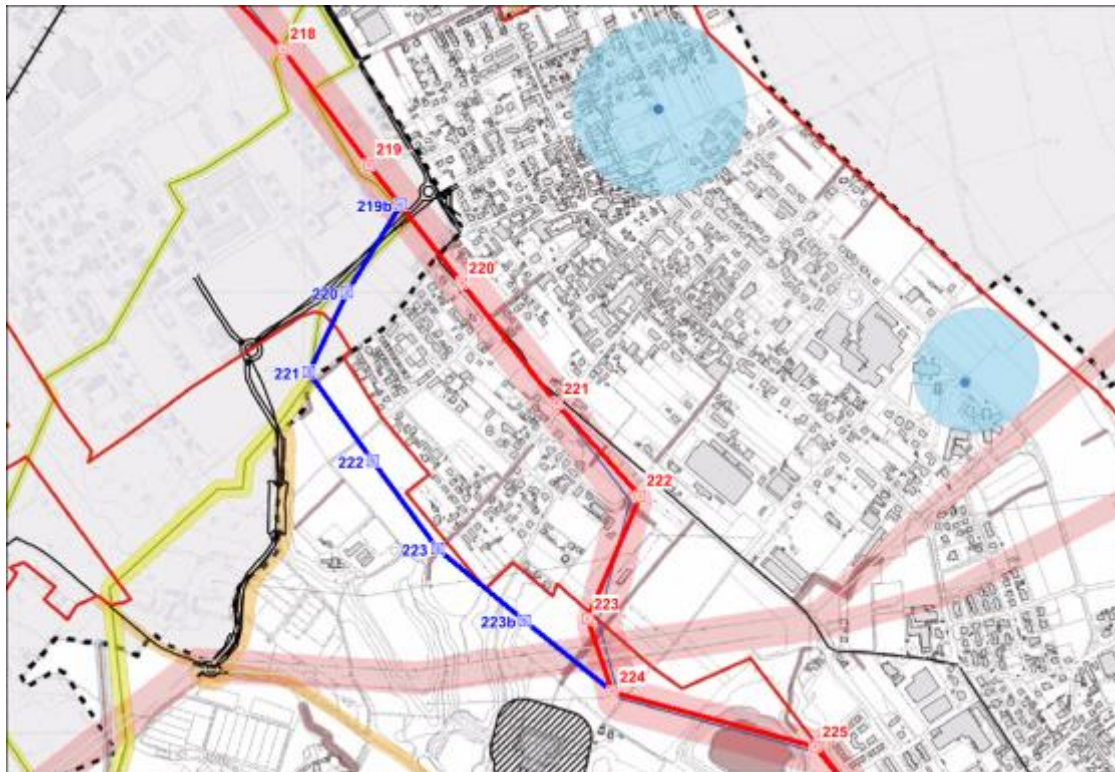


Figura 2.2-3: Altri vincoli nell'area dell'ipotesi di interesse (Carta dei vincoli del PGT di Robecchetto con Induno)

2.2.5 Uso del suolo

Per analizzare l'uso del suolo dell'area in esame si è considerato il DUSAF² - *Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e forestali*, una banca dati contenente informazioni relative all'uso del suolo per tutte le province della Lombardia. La legenda DUSAF è strutturata gerarchicamente in 5 livelli di approfondimento; i livelli dal 1° al 3° sono generali e definiti in modo conforme alla classificazione Corine Land Cover per rendere possibile il confronto interregionale. Il 4° e 5° livello sono locali e la loro definizione è resa possibile dal ricorso a banche dati ausiliarie di sostegno alla fotointerpretazione. Il dettaglio informativo della banca dati è coerente con la scala 1:10.000.

Dalla seguente Figura 2.2-4 è possibile osservare quanto segue:

N. sostegno	Classe di uso del suolo
TRACCIATO DI PROGETTO	
220	Seminativo semplice
221	Tessuto residenziale discontinuo
222	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
223	Seminativo semplice
TRACCIATO ROBECCHETTO CON INDUNO	
219b-220-221-222-223b	Seminativo semplice
229	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive

Nessun sostegno interessa destinazioni d'uso di particolare pregio ambientale e naturalistico; si segnala solamente l'interferenza diretta con un'area residenziale del tracciato di progetto.

² La Banca dati è stata realizzata da Ersaf (Ente Regionale per i servizi all'Agricoltura e Foreste) nell'ambito di un progetto promosso e finanziato dalle Direzioni Generali Territorio Urbanistica e Difesa del Suolo, Agricoltura e Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile. La Banca Dati è stata realizzata tramite fotointerpretazione delle Ortofoto realizzate da Agea nel 2012 (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) integrata con informazioni geografiche derivanti da banche dati tematiche prodotte da Regione Lombardia e dagli Enti del Sistema Regionale Allargato

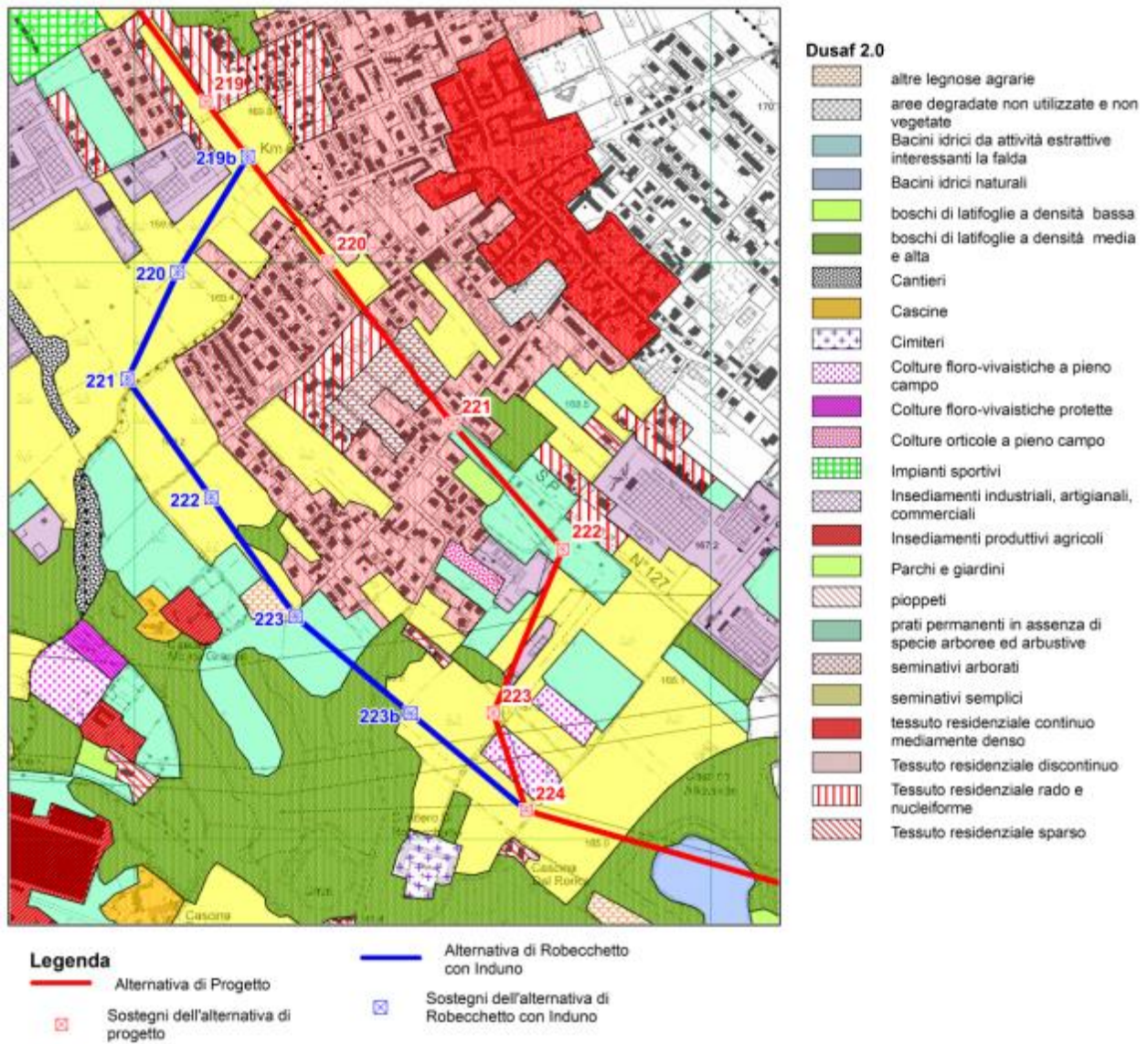


Figura 2.2-4: Tipologie forestali

2.2.6 Sintesi delle caratteristiche naturali e paesaggistiche delle alternative

Nella tabella successiva si sintetizzano gli elementi caratterizzanti le due soluzioni analizzate, con riferimento a quanto sopra esposto.

Indicatore	Tracciato di progetto	Alternativa Robecchetto con Induno
Fasce fluviali PAI	Il tracciato non interessa nessuna fascia PAI	Il tracciato non interessa nessuna fascia PAI
Piano di gestione del rischio di alluvioni	Il tracciato non interessa nessuna area a pericolosità o rischio idraulico	tracciato non interessa nessuna area a pericolosità o rischio idraulico
Attraversamenti fluviali	Il tracciato non attraversa nessuna asta fluviale	Il tracciato non attraversa nessuna asta fluviale
Aree protette	Il tracciato di progetto si colloca interamente nel perimetro del Parco Regionale dei Ticino Lombardo, ma di fatto interferisce solo con un sostegno (il n. 23) l'area zonizzata dal PTC del Parco, dato che per il resto del tratto in oggetto interessa un'area urbanizzata.	La Variante proposta si colloca interamente nel perimetro del Parco Regionale dei Ticino Lombardo ed interferisce con tutti i sostegni con l'area effettivamente zonizzata dal PTC del Parco stesso
Interferenza con aree a vincolo paesaggistico	Non interferisce con nessun vincolo paesaggistico	Si segnala un'interferenza indiretta tra i sostegni 223 e 223b con un'area a boschi e foreste (art. 142 comma 1 lettera g Dlgs 42/04 e smi).
Presenza di altri vincoli	Il tracciato non interessa nello specifico altri vincoli..	Si segnala la potenziale interferenza tra il sostegno 221 e la fascia di rispetto di un metanodotto e del sostegno .223 con un'area a fattibilità geologica 4
Presenza di aree boscate	Il tracciato non interessa aree boscate	Il tracciato non interessa aree boscate

3 CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE PROGETTUALI

3.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI INDICATORI DI CONFRONTO

L'esigenza di caratterizzare i fenomeni ambientali, aventi per propria natura elevata complessità, comporta la necessità di individuare strumenti capaci di fornire un'informazione sintetica di caratteristiche: questo ruolo è svolto dagli indicatori e dalla loro aggregazione in indici ambientali.

Come anticipato in premessa, gli indicatori più adeguati a impostare un'analisi multicriteria che permetta di confrontare le diverse soluzioni devono essere il più oggettivi possibile. La scelta degli indicatori deve essere inoltre effettuata in relazione alla tipologia di territorio e di progetto in esame, in modo che gli indicatori rappresentino elementi discriminanti tra l'una e l'altra alternativa in un rapporto di confronto relativo.

A tal fine sono stati definiti indicatori di carattere ambientale, territoriale e tecnico gestionale e inoltre, 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 3.3). Risulta chiaro, quindi, che gli indicatori scelti non hanno valore assoluto, ma hanno il compito di evidenziare 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 un'area molto ristretta avente caratteristiche ambientali e territoriali sostanzialmente omogenee.

In definitiva, quindi, per poter confrontare tra loro le diverse alternative analizzate si è ritenuto opportuno fare ricorso ad un sistema di indicatori nel quale sono riportati, tra gli elementi considerati nei paragrafi precedenti, quelli ritenuti più significativi e discriminanti. Il set di indicatori definiti nel presente studio è coerente con quanto definito negli altri studi delle alternative applicati all'area di pianura (quali l'alternativa di Fono Toce e dei Lagoni di Mercurago), sebbene alcuni indicatori non siano in questo caso discriminanti.

Il sistema di indicatori è stato suddiviso in due famiglie principali di indicatori: nella prima sono stati riportati gli elementi considerati di carattere territoriale e ambientale, mentre nella seconda sono raccolti quelli più di carattere tecnico/gestionale. Questi ultimi non vanno intesi come strettamente connessi agli aspetti tecnici, le cui scelte non sono oggetto del presente studio, bensì come elementi di natura progettuale che possono indicare indirettamente l'entità delle relative ricadute ambientali.

Gli indicatori selezionati per ciascuna famiglia sono i seguenti, a loro volta distinti in sottoindicatori.

ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE

Usi del suolo

Destinazioni d'uso - Individuazione delle attuali destinazioni d'uso dei luoghi secondo le previsioni da PGT; si considera il numero di sostegni complessivo che interessa destinazioni d'uso potenzialmente critiche (sottolineando che dette criticità possono in ogni caso essere superate e non rappresentano di fatto elemento ostativo alla realizzazione dell'opera);

Interferenza con aree boscate: si considera il numero di sostegni che interferiscono direttamente con aree boscate di particolare pregio.

Interferenza potenziale con aree residenziali: si evidenzia a quale distanza dalle aree residenziali si colloca la soluzione analizzata e se interessa solo case isolate o veri propri nuclei abitati.

Interferenza con la viabilità: si considerano gli attraversamenti stradali che ciascuna alternativa di tracciato deve prevedere.

Elementi geologici, geomorfologici e idraulici

Interferenza con aree PAI: si verifica quanti sostegni per le due diverse alternative interferiscono con le fasce fluviali identificate dall'Autorità di Bacino del Po nell'ambito del PAI e delle sue successive modifiche e integrazioni.

Interferenza con aree a pericolo alluvione (PRGA): si verifica, per ciascuna alternativa, quanti sostegni interferiscono con le aree a pericolo di alluvione e quali scenari di rischio si prevedono (Mappe dicembre 2015) definite dell'ADB Po nel PRGA.

Attraversamenti corsi d'acqua: si considera il numero di attraversamenti fluviali previsti per ciascuna alternativa considerata.

Aree protette e/o tutelate

Interferenza con le Aree Protette: tramite questo indicatore si intende dare una prima valutazione della potenziale interferenza con il sistema delle aree Protette ai sensi della L.394/1991 (Parchi Nazionali, Regionali, Locali, Riserve Naturali, ecc.).

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).

Regime vincolistico e aree protette

Interferenza potenziale con le aree soggette a vincolo paesaggistico: si considera il numero di sostegni che interferiscono con uno o più vincoli ascrivibili al D.Lgs. 42/04 e s.m.i.

Interferenza potenziale con altre tipologie di vincolo: si considerano altre tipologie di vincoli e tutele segnalate sul territorio con particolare riferimento agli strumenti urbanistici comunali.

ELEMENTI DI CARATTERE TECNICO/GESTIONALE

Linee elettriche

Lunghezza: si considera la lunghezza dei tracciati alternativi.

Numero di sostegni: si conteggiano i sostegni necessari per ciascun tratto alternativo considerato.

Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati: se il tracciato interessa un corridoio già esistente occupato da una linea elettrica e/o una strada, questo costituisce senz'altro elemento di preferenzialità dal punto di vista ambientale, evitando l'interferenza con aree più integre e meno frammentate.

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 3-1 di seguito riportata sono indicati i limiti di classe attribuiti ad ogni indicatore. La definizione di tali classi segue criteri di presenza/assenza o, se disponibili, limiti dettati da normative esistenti, ma talvolta discende anche dall'effettivo contesto che si sta analizzando, così da rendere significativa la discriminazione tra le alternative analizzate per quell'indicatore.

Tabella 3-1: Limite di classe attribuiti agli indicatori

Indicatori	Limite di classe		
ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE			
Uso del suolo e infrastrutture			
• Destinazioni d'uso	I sostegni si collocano tutti in aree senza specifiche criticità urbanistiche	Un solo sostegno si colloca in un'area con potenziali criticità	Più di un sostegno si colloca in un'area con potenziali criticità
• Interferenza con aree boscate	Nessuna e/o interferenza limitata a boschi di scarso pregio (quali ad es. robinieti) con un massimo di 2 sostegni	Interferenza con macchie boscate di pregio con al massimo due sostegni	Interferenza con macchie boscate di pregio con più di due sostegni
• Interferenza potenziale con aree residenziali	Il tracciato non interferisce direttamente con aree residenziali e si colloca più di 50 m da edifici residenziali	Il tracciato passa a meno di 50 m da aree residenziali ma non interferisce direttamente con le stesse	Il tracciato interferisce direttamente con aree residenziali
• Interferenza con la viabilità	Il tracciato non attraversa assi stradali principali	Il tracciato attraversa un solo asse stradale	Il tracciato attraversa più di un asse stradale
Elementi geologici, geomorfologici e idraulici			
• Interferenza con aree PAI	Nessun sostegno interessa le Fasce PAI	Al massimo 3 sostegni interessano le Fasce PAI	Più di 3 sostegni interessano le Fasce PAI
• Interferenza con aree a pericolo alluvione	Il tracciato non interferisce con aree a pericolo di alluvione P3 e di Rischio R3 e/o R4	Il tracciato interferisce con aree a pericolo di alluvione P3 e di Rischio < R4	Il tracciato interferisce con aree a pericolo di alluvione P3 e di Rischio R4
• Attraversamenti corsi d'acqua	Il tracciato non attraversa corsi d'acqua	Il tracciato attraversa al massimo un corso d'acqua	Il tracciato attraversa più di un corso d'acqua
Aree protette e/o tutelate			
• Interferenza con le aree protette	Nessuna	Interferenza diretta solo con aree a Parco IC (di Interesse Comunale/Abitate)	Interferenza con aree a Parco che hanno specifica zonizzazione da PTC
• Interferenza con la Rete Natura 2000	<25%	25 ≥ % <50	≥ 50% del tracciato
Regime vincolistico			
• Interferenza potenziale con le aree soggette a vincolo paesaggistico	Nessuna	Interferisce (direttamente /indirettamente) con massimo un vincolo	Interferisce (direttamente /indirettamente) con più di un vincolo
• Interferenza potenziale con altre tipologie di vincolo	Nessuna	Interferisce (direttamente /indirettamente) con massimo due vincoli/tutela	Interferisce con più di due vincoli/tutela
ELEMENTI DI CARATTERE TECNICO/GESTIONALE			
Linee elettriche			
• Lunghezza del tratto alternativo	Più corto	Stessa lunghezza	Più lungo
• Numero di sostegni complessivi	Complessivamente meno	Stesso numero	Complessivamente di più
• Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	Sì, totalmente	Sì, parzialmente	No

3.1.1 Sintesi delle valutazioni effettuate per le ipotesi di tracciato considerate

Nelle matrici di seguito riportate sono poste a confronto le soluzioni alternative prese in considerazione.

Tabella 3-2: Confronto tra le ipotesi alternative

Indicatori	Ipotesi	
	Tracciato di Progetto	Alternativa Robecchetto con Induno
ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE		
Uso del suolo		
• Destinazioni d'uso	3 sostegni interessano destinazioni d'uso potenzialmente critiche	4 sostegni interessano destinazioni d'uso potenzialmente critiche
• Interferenza con aree boscate	Il tracciato interessa con 3 sostegni macchie boscate a Quercio-Carpineto e con 3 sostegni macchie boscate a robinieto.	Il tracciato interessa con 3 sostegni macchie boscate a Quercio-Carpineto e con 3 sostegni macchie boscate a robinieto.
• Interferenza potenziale con aree residenziali	Il tracciato interessa direttamente delle aree residenziali	Il tracciato non interferisce direttamente con aree residenziali e si colloca più di 50 m da edifici residenziali
• Interferenza con la viabilità	Il tracciato non interferisce con nessun asse stradale	Il tracciato non interferisce con nessun asse stradale
Elementi geologici, geomorfologici e idraulici		
• Interferenza con aree PAI	Il tracciato non interessa nessuna fascia PAI	Il tracciato non interessa nessuna fascia PAI
• Interferenza con aree a pericolo alluvione	Il tracciato non interessa nessuna area a pericolosità o rischio idraulico	Il tracciato non interessa nessuna area a pericolosità o rischio idraulico
• Attraversamenti corsi d'acqua	Il tracciato non attraversa nessuna asta fluviale	Il tracciato non attraversa nessuna asta fluviale
Aree protette e/o tutelate		
• Interferenza con le aree protette	Il tracciato di progetto attraversa Il Parco del Ticino in area IC	Il tracciato interessa interamente un'area facente parte della zonizzazione definita dal PTC del Parco del Ticino Lombardo (Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico)
• Interferenza con la Rete Natura 2000	Nessuna interferenza con Siti della RN2000	Nessuna interferenza con Siti della RN2000
Regime vincolistico		
• Interferenza potenziale con le aree soggette a vincolo paesaggistico	Il tracciato non interferisce con nessun vincolo paesaggistico	Interferisce indirettamente (solo con attraversamento in aereo) con un vincolo paesaggistico
• Interferenza con altre tipologie di vincolo	Il tracciato non interferisce con nessun'altra tipologia di vincolo	Interferisce potenzialmente con due vincoli derivanti dal PGT di Robecchetto con Induno (fascia di rispetto dei metanodotti e Area a Classe di Fattibilità geologica 4)
ELEMENTI DI CARATTERE TECNICO/GESTIONALE		
Linee elettriche		
• Lunghezza del tratto alternativo	Il tracciato è lungo 1,361km	Il tracciato è lungo 1,467km
• Numero di sostegni complessivi	4 sostegni	6 sostegni
• Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	Sì, totalmente	No

3.2 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE

3.2.1 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

Al sistema di indicatori è stato inoltre applicato un vettore dei pesi, strutturato in modo da tenere conto del peso relativo di ciascun sottoindicatore all'interno del proprio indicatore, quindi del peso relativo di ciascun indicatore all'interno della propria famiglia di indicatori, infine del peso relativo delle due famiglie di indicatori, l'una rispetto all'altra. 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 considerate, espressi in percentuale, in funzione degli indicatori selezionati. In questo caso, considerata l'importanza della componente ambientale, motivo della richiesta di studio della alternativa, si è deciso di dare un peso particolarmente elevato agli Elementi di carattere territoriale ed ambientale rispetto gli Elementi di carattere Tecnico/gestionale che, peraltro, sono tutti a favore dell'opzione di progetto (più corta, caratterizzata da due sostegni in meno e tracciata lungo un corridoio esistente in dismissione).

Tabella 3-3: Vettore dei pesi

Famiglie di indicatori		Indicatori		Parametri		
Elementi di carattere territoriale e ambientale	80%	Uso del suolo e infrastrutture	50%	Destinazioni d'uso	10%	
				Tipologie forestali	10%	
				Interferenza potenziale con aree residenziali	70%	
				Interferenza con la viabilità	10%	
		Elementi geologici, geomorfologici e idraulici	10%		Interferenza con aree PAI	40%
					Interferenza con aree a pericolo alluvione	40%
					Attraversamenti corsi d'acqua	20%
		Aree protette e/o tutelate	30%		Interferenza con le Aree Protette	60%
					Interferenza con la Rete Natura 2000	40%
		Regime vincolistico	10%		Interferenza potenziale con le aree soggette a vincolo paesaggistico	50%
Altre tipologie di vincoli/tutele	50%					
Elementi di carattere tecnico\gestionale	20%	Linee elettriche	100%	Lunghezza del tratto alternativo	30%	
				Numero di sostegni complessivi	30%	
				Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	40%	

Nelle pagine seguenti sono presentati i risultati raggiunti applicando questo vettore dei pesi alle diverse ipotesi analizzate.

3.2.2 Valutazione delle ipotesi considerate

La seguente Tabella 3-4 presenta la sintesi delle soluzioni analizzate, con l'attribuzione dei valori numerici.

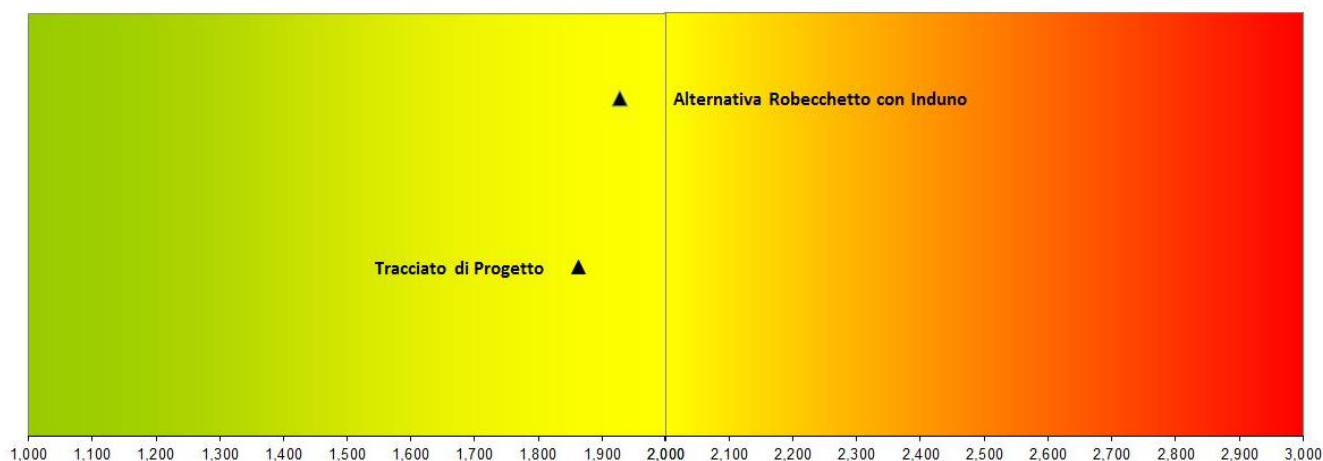
Tabella 3-4: Sintesi delle ipotesi con l'attribuzione dei valori numerici

Indicatori	Ipotesi	
	Tracciato di Progetto	Alternativa Robecchetto con Induno
ELEMENTI DI CARATTERE TERRITORIALE E AMBIENTALE		
Uso del suolo		
• Destinazioni d'uso	3	3
• Interferenza con aree boscate	3	3
• Interferenza potenziale con aree residenziali	3	1
• Interferenza con la viabilità	1	1
Elementi geologici, geomorfologici e idraulici		
• Interferenza con aree PAI	1	1
• Interferenza con aree a pericolo alluvione	1	1
• Attraversamenti corsi d'acqua	1	1
Aree protette		
• Interferenza con le aree protette	2	3
• Interferenza con la Rete Natura 2000	1	1
Regime vincolistico		
• Interferenza potenziale con le aree soggette a vincolo paesaggistico	1	2
• Interferenza con altre tipologie di vincolo	1	2
ELEMENTI TECNICI		
Linee elettriche		
• Lunghezza del tratto alternativo	1	3
• Numero di sostegni complessivi	1	3
• Sfruttamento di corridoi già infrastrutturati	1	3

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

Alternativa Robecchetto con Induno	Tracciato di Progetto	Alternativa Robecchetto con Induno
Elementi di carattere territoriale e ambientale	1,664	1,328
Elementi tecnico gestionali	0,200	0,600
TOTALE	1,864	1,928

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 precedente di valutazione delle prestazioni degli indicatori ambientali e tecnico-gestionali.



Dall'analisi condotta si osserva che complessivamente l'alternativa di progetto si presenta preferibile nonostante sia evidente che le due alternative siano assolutamente comparabili.

Considerando solo la componente ambientale e territoriale, tuttavia, risulta preferibile l'alternativa Robecchetto con Induno, soprattutto considerando che permetterebbe di risolvere parzialmente le criticità legate all'interferenza con un'area residenziale. Proprio per questo, data la rilevanza che assume la necessità di evitare interferenze con le aree residenziali richiesta dal Comune di Robecchetto con Induno, è possibile concludere che, poiché l'ipotesi alternativa proposta, per i diversi indicatori considerati, si discosta poco dall'alternativa di progetto, essa può considerarsi parimenti potenzialmente perseguibile.

È tuttavia opportuno segnalare il tracciato alternativo, che risolverebbe la criticità relativa all'area residenziale, interesserebbe un'area del Parco Regionale del Ticino Lombardo caratterizzata da un più elevato grado di tutela; il PTC del Parco non vieta in tale area (Zone agricole e forestali a prevalente interesse paesaggistico) la realizzazione di elettrodotti, tuttavia fornisce specifiche indicazioni circa le modalità di progettazione e di inserimento, oggetto dello Studio di Impatto Ambientale dell'opera analizzata.

3.3 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.

3.3.1 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 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	-	-	-	-	-

3.3.2 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.

3.3.2.1 Coefficiente di costo del tratto di linea

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

3.3.2.1.1 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:

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

Il Coefficiente peso sostegno rappresenta l'incremento costo opera dovuto alla variazione, a parità di altezza utile sostegno, tra sostegno leggero di rettilineo (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 rettilineo (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 rettilineo (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.

3.3.2.1.2 Coefficiente costo proporzionale alla lunghezza tratto di linea

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

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

3.3.2.1.3 Coefficiente di costo proporzionale al numero sostegni utilizzati

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

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

3.3.3 Confronto tra la soluzione di progetto e l'Alternativa nel Comune di Robecchetto con Induno

Nelle tabelle seguenti si riportano le risultanze delle stime calcolate:

Asse di Progetto presentato							Asse Alternativa Robecchetto (rich.da Comune)						
N. sostegni con vernice segnaletica 0							N. sostegni con vernice segnaletica 2						
Numero identificativo sostegno	H.Utile sostegno (altezza condutt. basso)	Angolo deviaz. linea (°SDC)	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 (°SDC)	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)												
219	33	1,46	1,61	1,0	1,61		219	33	1,46	1,61	1,0	1,61	
220	33	-0,01	1,61	1,0	1,61		219b	30	-68,81	1,46	2,5	3,66	
221	33	3,96	1,61	1,0	1,61		220	30	6,14	1,46	1,0	1,46	
222	33	-64,48	1,61	2,5	4,03		221	30	60,53	1,46	2,5	3,66	
223	36	41,86	1,77	2,5	4,43		222	30	0,00	1,46	1,0	1,46	
224	36	55,23	1,77	2,5	4,43		223	33	14,68	1,61	2,5	4,03	
							223b	42	0,00	2,14	1,0	2,14	V.segnaletica
							224	42	24,02	2,14	2,5	5,36	V.segnaletica
Sommarie			9,99	10,5	17,72		Sommarie			13,36	14,0	23,39	

Asse di Progetto presentato				Asse Alternativa Robecchetto (rich.da Comune)			
Lunghezza tratto			1,480 km	Lunghezza tratto			1,587 km
Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			1,480	Coefficiente costo proporzionale lunghezza tratto			1,587
N. totale sostegni			6	N. totale sostegni			8
Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			6	Coefficiente costo proporzionale a numero sostegni			8
H.utile media sostegni			34 m	H.utile media sostegni			33,75 m
Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			9,99	Sommatoria Coefficiente proporzionalità H.utile sostegno			13,36
Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			10,50	Sommatoria Coefficiente "peso sostegno"			14,00
Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			17,72	Sommatoria Coefficiente costo angolo sostegno			23,39
Coefficiente costo medio sostegno			2,95	Coefficiente costo medio sostegno			2,92
Coefficiente di costo del tratto di linea			26,22	Coefficiente di costo del tratto di linea			37,12

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

$$\text{Rapporto di costo tra le due soluzioni} : \frac{\text{Asse alternativa Robecchetto}}{\text{Asse di Progetto presentato}} = \frac{37,12}{26,22} = 1,42$$

Questo significa che l'Alternativa sviluppata su Asse alternativa Robecchetto costa circa 1,4 volte la soluzione sviluppata su Asse di Progetto presentato.

4 CONCLUSIONI

Dalle analisi svolte si può concludere che per quanto entrambe le soluzioni ricadono interamente all'interno del Parco Regionale del Ticino Lombardo, la soluzione Alternativa presenta da un lato una distanza più elevata da aree residenziali e dall'altro una maggiore interferenza con le aree zonizzate del PTC del Parco, un'interferenza indiretta con un'area a vincolo paesaggistico (art. 142 comma 1 lettera g D.Lgs. 42/04 e s.m.i.) e con aree a vincolo del PGT ed un costo maggiore di circa il 40% rispetto alla soluzione di progetto.

5 BIBLIOGRAFIA

Publicazioni

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po (PAI)
Piano di Difesa dalle Alluvioni del Bacino del Po
Piano Paesaggistico Regione Lombardia
Piano di Governo del Territorio – Comune di Robecchetto con Induno
Piano di Governo del Territorio – Comune di Turbigo

Siti web

<http://www.regione.lombardia.it/>
<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>
<http://www.adbpo.it/>
<http://www.cittametropolitana.mi.it/>
<http://www.comune.robecchetto-con-induno.mi.it/>
<http://www.comune.turbigo.mi.it/>