



*Nicola Ricciardini*



*Pietro Ricciardini*

REVISIONI	00.	aprile 2011	prima emissione	GEOTECH	G.LUZZI SRI-CRE-ASA	N.RIVABENE SRI-CRE-ASA
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

<b>PROGETTISTA</b>  <b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via Itanil, 7 Morbegno (SO) Tel/fax 0342 610774 E-mail: info@geotech-srl.it sito: www.geotech-srl.it	<b>CODIFICA DELL'ELABORATO</b> <b>REAR10019BASA000022_REL_01</b>	
<b>PROGETTO</b>	<b>TITOLO</b>	
RICAVATO DAL DOC. TERNA	<b>RAZIONALIZZAZIONE DELLA RETE A 220KV DELLA VAL FORMAZZA</b>	
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	
	<b>REL 01 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	

<b>NOME DEL FILE</b>	<b>SCALA</b>	<b>PARTE</b>
REAR10019BASA000022_REL_01	-	-

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A.

This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibt.

<b>1 PREMESSA</b>	<b>1</b>
1.1 ELENCO ELABORATI	2
1.2 MOTIVAZIONE DELL'OPERA	3
1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI	4
1.4 SCHEMA DI IMPOSTAZIONE DELLO S.I.A.	6
<b>2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO</b>	<b>7</b>
2.1 GENERALITÀ	7
2.2 STATO DELLA PIANIFICAZIONE	8
2.2.1 Pianificazione e programmazione europea	8
2.2.1.1 Una politica energetica per l' Europa	8
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	8
2.2.1.2 Piano d'Azione dell'UE per la sicurezza e la solidarietà nel settore energetica	9
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	9
2.2.2 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE NAZIONALE	10
2.2.2.1 Piano Energetico Nazionale	10
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	10
2.2.2.2 Piano di Sviluppo Reti Terna	11
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	12
2.2.3 Pianificazione sovregionale	13
2.2.3.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico	13
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	16
Allegati	16
2.2.4 Pianificazione di livello regionale	17
2.2.4.1 Documento Strategico Regionale	18
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	19
2.2.4.2 Piano Paesistico Regionale	20
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	32
2.2.4.3 Piano Territoriale Regionale	34
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	44
2.2.4.4 Piano Energetico Ambientale Regionale	45
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	47
2.2.4.5 Programma di Sviluppo Rurale	48
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	51
2.2.4.6 Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi	52
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	55
2.2.5 Pianificazione di livello provinciale	56
2.2.5.1 Piano Territoriale Provinciale	56
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	71
Allegati	76
2.2.5.2 Proposta di Piano delle Attività Estrattive Provinciali	77
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	79
Allegati	79
2.2.5.3 Piano Energetico Provinciale	80
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	81
2.2.6 Pianificazione di livello comunale	82

2.2.6.1 Piano Regolatore Comunale – Comune di Crodo	82
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	83
Allegati	83
2.2.6.2 Piano Regolatore Comunale – Comune di Formazza	84
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	85
Allegati	85
2.2.6.3 Piano Regolatore Comunale – Comune di Montecrestese	86
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	86
Allegati	86
2.2.6.4 Piano Regolatore Comunale – Comune di Premia	87
Criticità e coerenze del progetto con il piano/programma	87
Allegati	87
<b>2.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO RISPETTO AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E DI PROGRAMMAZIONE</b>	<b>88</b>
2.3.1 Scopi del progetto , obiettivi dei piani esaminati e loro coerenze	88
2.3.2 Eventuali modificazione degli scenari base	88
2.3.3 Attualità del progetto	88
2.3.4 Tempi di realizzazione	88
<b>2.4 EVENTUALI DISARMONIE TRA I PIANI E IL PROGETTO</b>	<b>90</b>
2.4.1 Compatibilità relative tra i vari piani	90
2.4.2 Eventuali incompatibilità tra il progetto rispetto alle pianificazioni in atto	90
<b>2.5 QUADRO VINCOLISTICO</b>	<b>91</b>
2.5.1 Vincoli di legge - Ambito Paesaggistico	91
2.5.1.1 Immobili e aree vincolate ai sensi degli artt. 136-157 D.Lgs. 42/2004 e s.m.i	91
Allegati	92
2.5.1.2 Aree vincolate ai sensi dell’ art. 142 D.Lgs. 42/2004 e s.m.i	92
Allegati	94
2.5.2 Vincoli di legge - Assetto Idrogeologico	94
2.5.2.1 Vincolo Idrogeologico -regio Decreto n.3267/1923	94
Allegati	94
2.5.2.2 LR 45/1989- Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici - Abrogazione legge regionale 12 agosto 1981, n. 27.	95
2.5.3 Vincoli di Legge - l’Assetto Naturalistico	96
2.5.3.1 Zone di Protezione Speciale( ZPS)	97
Allegati	98
2.5.3.2 Siti di Interesse Comunitario(SIC) e Corridoi Ecologici	98
Allegati	99
<b>3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE</b>	<b>100</b>
<b>3.1 ANALISI DELLA DOMANDA E DELL’OFFERTA</b>	<b>100</b>
3.1.1 Bilanci e stato della rete Regione Piemonte	100
3.1.2 Contesto e scopo dell’opera	101
3.1.3 Analisi costi benefici	101
<b>3.2 CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO</b>	<b>102</b>
3.2.1 Ambito territoriale considerato	102
Allegati	106
3.2.2 Vincoli tenuti in conto nello sviluppo del progetto	107

Vincoli di legge	107
Altri vincoli	107
Allegati	108
3.2.3 Condizionamenti indotti dalla natura dei luoghi	108
3.2.4 Criteri seguiti per la definizione del tracciato e ipotesi di alternativa considerate	109
Allegati	112
3.2.5 Descrizione del tracciato	113
Allegati	115
<b>3.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO</b>	<b>116</b>
3.3.1 Caratteristiche tecniche della linea	116
Elettrodotti aerei 220 kV	116
Conduttori e corde di guardia	116
Stato di tensione meccanica	117
Capacità di trasporto	118
Sostegni a traliccio	118
Distanza tra i sostegni	119
Isolamento	119
Morsetteria ed armamenti	121
Fondazioni	121
Messe a terra dei sostegni	121
Allegati	122
3.3.2 Planimetria e profilo dell'elettrodotto	122
Allegati	122
3.3.3 Campi elettrici e magnetici	122
Linee aeree a 220 kV	122
Allegati	124
<b>3.4 ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO</b>	<b>125</b>
3.4.1 Fase di costruzione	125
Modalità di organizzazione del cantiere	125
Quantità e caratteristiche delle risorse utilizzate	131
Materiali provenienti dalle demolizioni	131
Realizzazione delle fondazioni	131
Realizzazione dei sostegni	133
Posa e tesatura dei conduttori	139
3.4.2 Fase di esercizio	139
Identificazione delle interferenze ambientali	140
3.4.3 Fase di fine esercizio	141
3.4.4 Fase di dismissione delle linee T220 – T221 - T222 – T426 e T427	141
<b>3.5 TERRE E ROCCE DA SCAVO</b>	<b>142</b>
3.5.1 Riferimenti normativi	142
3.5.2 Attività di scavo e movimenti terra – Elettrodotti aerei	142
Volumi dei movimenti terra previsti	144
Volumi in eccedenza	144
Gestione del processo di scavo sui versanti	144
Gestione del processo di scavo nel fondovalle	144
<b>3.6 MISURE GESTIONALI E INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E DI RIEQUILIBRIO</b>	<b>145</b>
3.6.1 Fase di costruzione	145

3.6.2 Fase di esercizio	146
3.6.3 Fase di dismissione	146
Interventi di ripristino dei luoghi	147

## **4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE** **149**

4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA	149
Allegati	151
4.1.1 Inquadramento fisico-geografico dell'area	151
4.1.1.1 Orografia e idrografia	151
Allegati	153
4.1.1.2 Clima	153
4.1.1.3 Inquadramento sismico	158
4.1.1.4 Viabilità	159
Allegati	159
4.1.1.5 Geologia e geomorfologia	159
Le Alpi	160
Inquadramento geolitologico	161
Evoluzione strutturale	164
Inquadramento geomorfologico	167
Allegati	168
4.1.2 Inquadramento antropico dell'area	169
4.1.2.1 Assetto urbanistico e distribuzione della popolazione	170
4.1.2.2 Attività antropiche	174
Industria	174
Terziario	175
Attività estrattive	175
Economia dei Comuni interessati dall'opera	179
4.1.2.3 Infrastrutture	179
Trasporti	179
Rete elettrica	182
Allegati:	182
4.1.3 Elementi di pregio naturalistico, paesaggistico, archeologico	183
4.1.3.1 Ambiti di paesaggio	185
Ambito 1 Alpe Veglia -Devero – Formazza	185
Ambito 3 Valle Antigorio	189
Ambito 4 Valle Isorno	192
4.1.3.2 Dialetti e lingue	194
4.1.3.1 Archeologia della Val D'Ossola	194
Allegati:	197
4.2 AREA DI INFLUENZA POTENZIALE	198
4.2.1 Definizione dell'area di influenza potenziale	198
4.2.2 Quadro riassuntivo delle interferenze potenziali del progetto	198
Allegati:	199
4.3 FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI PERTURBATI DAL PROGETTO NELLE SUE DIVERSE FASI	200
4.3.1 Atmosfera	200
4.3.1.1 Valori limite, livelli critici e valori obiettivo	200

4.3.1.2 Soglie di informazione e di allarme	203
4.3.1.3 Qualità dell'aria nella regione Piemonte	204
4.3.1.4 Le sorgenti emissive	207
4.3.1.5 Qualità dell'aria nell'area d'indagine	207
4.3.1.6 Emissioni puntuali in atmosfera	212
4.3.1.7 Caratteristiche meteorologiche prevalenti nell'area d'indagine	213
4.3.1.8 Principali ricettori sensibili	214
4.3.1.9 Conclusioni	215
Allegati:	216
4.3.2 Ambiente idrico	217
4.3.2.1 Assetto idrografico	217
4.3.2.2 Sorgenti/risorgive/acque termali/acque minerali	222
Caratteristiche idrogeologiche	226
4.3.2.3 Stima degli impatti	227
Allegati:	228
4.3.3 Suolo e sottosuolo	229
4.3.3.1 Generalità	229
4.3.3.2 Stato di fatto della componente "Suolo e sottosuolo"	229
Caratteristiche geolitologiche/strutturali	229
Caratteristiche geomorfologiche e di dinamica geomorfologica	239
Caratteristiche sismiche e sismotettoniche	242
Unità litotecniche	246
Fenomeni valanghivi	248
Analisi puntuale delle componenti geologia/dinamica geomorfologica	251
Allegati:	263
Uso del suolo	264
Allegati:	268
4.3.3.3 Opere di mitigazione	268
Interventi di salvaguardia e riqualificazione ambientale nelle aree cantiere	268
4.3.4 Flora , fauna ed habitat	269
4.3.4.1 Generalità	269
La Val Formazza	269
4.3.4.2 Stato di fatto della componenti	270
La flora interessata dall'opera in progetto	270
Le aree boschive interessate dall'opera in progetto	270
Selvicoltura in Piemonte	270
Categorie forestali	270
Categorie forestali interessate dalla nuove Linee 220kV: Tratta A- All'Acqua-Ponte"	
Tratta B "Ponte-Verampio" e Tratta C "All'Acqua-Verampio"	276
Categorie forestali interessate dalla dismissione delle Linee 220 kV "All'Acqua-Ponte",	
"Ponte-Verampio" e 132 kV "Fondovalle-Ponte", "Morasco-Ponte"	277
La fauna interessata dall'opera in progetto	278
Gli Habitat Natura 2000 interessati dall'opera in progetto	290
Realizzazione delle linee 220kV (in classe 380kV): Tratto A- All'Acqua-Ponte"	
Tratto B "Ponte-Verampio" e Tratto C "All'Acqua-Verampio"	291
Dismissione delle attuali Linee 220 kV e 132 kV (o parti di esse)	298
Analisi previsiva con intervento	301
Quantificazione della sottrazione di habitat- Fase di cantiere	301
Quantificazione della sottrazione di habitat- Fase di Dismissione	307
4.3.4.3 Conclusioni	310
Flora	310

Fauna	311
Habitat	311
4.3.4.4 Opere di mitigazione	312
Massimizzare la compatibilità tra tempi e modalità di esecuzione operazioni di cantiere e periodi di riproduzione	313
Abbattimento polveri in aree cantiere	313
Limitazioni agli impianti di illuminazione	313
Interventi di salvaguardia e riqualificazione ambientale nelle aree cantiere	313
Salvaguardia di alcune tipologie vegetali durante la realizzazione le manutenzioni lungo la linea	314
Segnalazione adeguata delle strutture che possano interferire con la fauna volante	315
Allegati:	316
4.3.5 Ecosistemi e Reti Ecologiche	317
4.3.5.1 Generalità	317
Le connessioni ecologiche	317
La rete ecologica provinciale nel VCO	318
La rete ecologica nell'area oggetto di studio	319
Componenti principali della Rete Ecologica Provinciale nell'area oggetto di studio	321
4.3.5.2 Analisi previsiva con intervento	325
Le connessioni ecologiche interessate dall'opera in progetto	325
Realizzazione delle linee 220kV (in classe 380kV): Tratto A- All'Acqua-Ponte" Tratto B "Ponte-Verampio" e Tratto C "All'Acqua-Verampio"	326
Dismissione delle attuali Linee 220 kV e 132 kV (o parti di esse)	328
4.3.5.3 Conclusioni	331
4.3.5.4 Opere di mitigazione	331
4.3.5.5 Valutazione di Incidenza	332
Allegati:	333
4.3.6 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	334
4.3.6.1 Generalità	334
4.3.6.2 Analisi previsiva senza e con intervento	334
Calcolo puntuale dei valori di induzione magnetica	335
4.3.6.3 Conclusioni	340
Allegati:	340
4.3.7 Rumore e vibrazioni	341
4.3.7.1 Generalità	341
4.3.7.2 Stato di fatto della componente	342
4.3.7.3 Analisi previsiva con intervento	348
Allegati:	350
4.3.8 Paesaggio	351
4.3.8.1 Situazione attuale	351
Contesto paesaggistico a scala regionale	351
Ambiti di paesaggio	351
Beni architettonico-ambientali di interesse diretto della Regione Piemonte	357
Contesto paesaggistico a scala Provinciale	366
Ambiti di paesaggio	366
Beni architettonico-ambientali di interesse diretto della Provincia VCO	367
Contesto paesaggistico a scala locale	369
Allegati:	369
4.3.8.2 Analisi previsiva senza e con intervento	369
Valutazione dell'inserimento paesaggistico degli interventi - metodologia	369
Carta dell'intervisibilità	369
Analisi del grado d'incidenza dell'intervento	373

Analisi dell'intervento	380
Valutazione morfologico - strutturale	380
Valutazione vedutistica	380
Valutazione simbolica	381
Incidenza morfologica e tipologica	381
Incidenza linguistica	382
Incidenza visiva	382
Incidenza ambientale	382
Approfondimento del sub-intervento "Dismissione delle attuali Linee 220 kV e 132 kV (o parti di esse)"	382
Valutazione dell'impatto paesaggistico del progetto - considerazioni	383
Allegati:	385
4.3.8.3 Opere di mitigazione	385
Interventi di salvaguardia e riqualificazione ambientale nelle aree cantiere	385
Salvaguardia di alcune tipologie vegetali durante la realizzazione le manutenzioni lungo la linea	385
Verniciatura dei sostegni	386
<b>4.4 MODIFICAZIONE DELLE CONDIZIONI D'USO E DELLA FRUIZIONE POTENZIALE DEL TERRITORIO</b>	<b>387</b>
<b>4.5 IMPATTO SUL SISTEMA AMBIENTALE COMPLESSIVO E SUA PREVEDIBILE EVOLUZIONE</b>	<b>388</b>
4.5.1 Matrice degli impatti	388
4.5.2 Valutazione degli impatti	388
4.5.2.1 Metodologico	388
Allegati:	392
<b>5. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	<b>393</b>
<b>5.1 INDIVIDUAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI E DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO</b>	<b>393</b>
5.1.1 Articolazione Temporale del Monitoraggio	394
5.1.2 Struttura della rete di monitoraggio	394
5.1.3 Modalità di esecuzione e di rilevamento del monitoraggio	394
5.1.4 Individuazione delle aree sensibili	395
5.1.5 Individuazione dei punti da monitorare all'interno delle aree sensibili	395
5.1.6 Criteri di restituzione dei dati	395
<b>5.2 CRITERI SPECIFICI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE "MA" PER LE SINGOLE COMPONENTI AMBIENTALI</b>	<b>395</b>
5.2.1 Vegetazione flora fauna ed ecosistemi	395
5.2.1.1 Articolazione temporale del monitoraggio	395
5.2.1.2 Metodologia di misurazione / monitoraggio	396
5.2.2 Rumore - vibrazioni	398
5.2.2.1 Articolazione temporale del monitoraggio	398
5.2.2.2 Metodologia di misurazione / monitoraggio	398
5.2.3 Paesaggio	398
5.2.3.1 Articolazione temporale del monitoraggio	398
5.2.3.2 Metodologia di misurazione / monitoraggio	399
<b>5.3 UBICAZIONE E DESCRIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO</b>	<b>400</b>
<b>5.4 RESTITUZIONE DEI DATI</b>	<b>406</b>

**6. RIFERIMENTI NORMATIVI 407**

PIANIFICAZIONE	407
PAESAGGIO	407
URBANISTICA	408
MONTAGNE E FORESTE	409
SPECIE ED HABITAT	410
ATMOSFERA	411
AMBIENTE IDRICO – SUOLO E SOTTOSUOLO	412
RUMORE	412
RADIAZIONI NON IONIZZANTI	412

**7. FONTI 414**

PIANIFICAZIONE, PAESAGGIO, URBANISTICA	414
ATMOSFERA	414
AMBIENTE IDRICO – SUOLO E SOTTOSUOLO	415
RUMORE E RADIAZIONI NON IONIZZANTI	415
FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	415

### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

#### 3.1 Analisi della domanda e dell'offerta

##### 3.1.1 Bilanci e stato della rete Regione Piemonte

La Regione Piemonte, in qualità di regione prevalentemente industriale, subisce nel corso del 2009 una forte flessione dei consumi (-7%) pilotata dalla crisi.

Sul fronte produzione non si è registrata la stessa flessione alla luce del parco produttivo efficiente e competitivo. Pertanto negli ultimi due anni, la riduzione dei consumi è la conferma che il livello di produzione di energia elettrica ha di fatto assottigliato il deficit produzione/riciesta confermando tuttavia la carenza di produzione efficiente a copertura del fabbisogno.

Tale deficit, in costante diminuzione a partire dal 2004, potrebbe ridursi ulteriormente con l'entrata in servizio di nuova capacità produttiva.

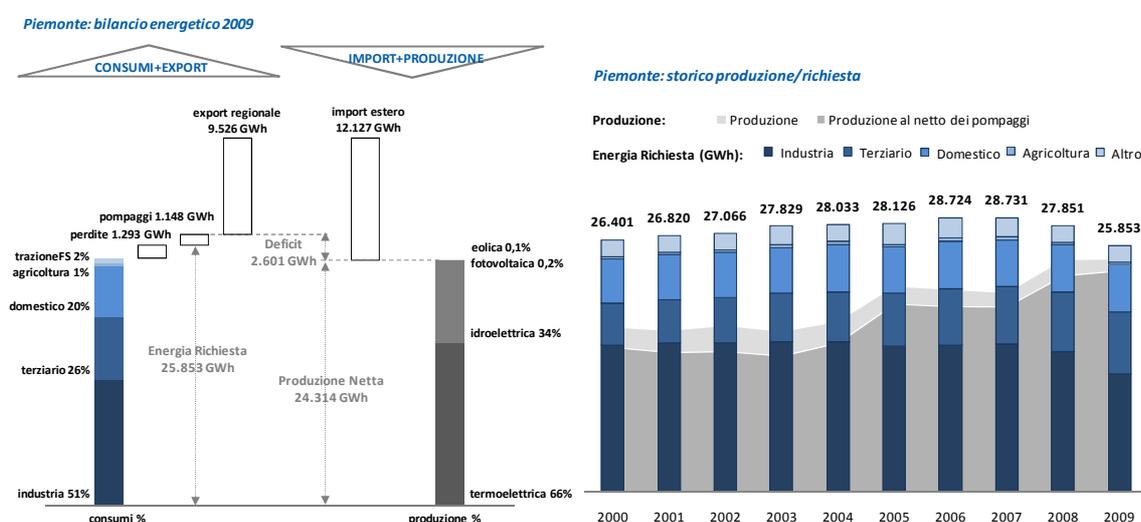


Figura 3-1: Piemonte bilancio energetico 2009 – Fonte dati Terna

Sul fronte generazione/import la regione si contraddistingue per una buona porzione di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile (principalmente idroelettrica) e da un volume rilevante di importazione dall'estero che consente la copertura del fabbisogno non garantita dalla produzione regionale, nonché l'esportazione verso le regioni confinanti del surplus di energia.

Negli ultimi anni sono state confermate le criticità di rete anche successivamente al fenomeno di riduzione della richiesta di energia in quanto mantenendosi la produzione costante si sono confermati o talvolta aggravati i fenomeni di trasporto sulla rete di trasmissione primaria.

Il deficit della regione contestualmente al fenomeno di trasporto della potenza dall'estero (Svizzera e Francia) e dalle regioni limitrofe (Liguria e Valle d'Aosta) verso la Lombardia, può causare notevoli problemi di sicurezza di esercizio, prevalentemente in relazione al rischio di indisponibilità di elementi di rete primaria.

In particolare, la capacità di trasporto della rete AAT sulla sezione Ovest/Est risulta insufficiente ed i notevoli transiti generano, in condizioni N-1, rischi di impegni insostenibili sia sulla rete primaria a 380 kV e 220 kV sia sulla rete 132 kV che alimenta le isole di carico laddove è presente un parallelismo con la rete primaria.

Altre criticità relative alla rete 220 kV sono evidenziabili nella città di Torino – i cui elettrodotti sono ormai sottodimensionati in relazione all'accresciuta domanda di potenza – e nella Valle d'Aosta, ove la notevole produzione idroelettrica e l'import dalla Svizzera possono subire severe limitazioni a causa della inadeguatezza della rete.

Infine sono emerse negli ultimi anni notevoli limitazioni all'evacuazione in sicurezza della potenza prodotta/importata nella regione Liguria. Tali criticità potrebbero aggravarsi già nel breve periodo qualora nuova capacità produttiva oppure nuova capacità in importazione dalla frontiera si renda disponibile, limitando notevolmente i transiti verso l'area Centro Nord del Paese.

### **3.1.2 Contesto e scopo dell'opera**

---

L'intervento previsto nella Val Formazza è direttamente correlato ad un più ampio sviluppo che prevede la realizzazione del nuovo elettrodotto 380 kV in doppia terna Trino-Lacchiarella per intervenire sulla sezione critica Nord Ovest/Nord Est interessata da fenomeni di trasporto verso i centri di carico della Lombardia.

Sulla base delle richieste di riequilibrio territoriale in ambito regionale, è stato previsto un più sostanziale riassetto rete tra gli impianti di Ponte, Verampio e confine regionale per giustificare, dal punto di vista elettrico, l'intervento sulla porzione di rete 220 kV che altrimenti potrebbe causare un peggioramento dell'affidabilità del sistema di trasmissione.

Le richieste di varianti suggeriscono di intervenire ottenendo un nuovo assetto di rete che garantisce livelli di affidabilità in linea con gli standard attuali e che tiene conto di alcune limitazioni realizzative.

Al fine di garantire in ogni condizione di esercizio due vie di alimentazione verso il nodo di Verampio risulta necessario prevedere un assetto di rete finale con un secondo collegamento di adeguata capacità di trasporto che, dal nodo di Ponte, attraverso l'interconnessione con la Svizzera, non peggiora le condizioni di esercizio e l'affidabilità del sistema elettrico.

### **3.1.3 Analisi costi benefici**

---

La metodologia utilizzata da Terna per la valutazione degli obiettivi di miglioramento del sistema elettrico è basata sul confronto dei costi e dei benefici dell'investimento sostenuti per la realizzazione del nuovo intervento di sviluppo.

All'interno di un più ampio progetto regionale che prevede la realizzazione di un nuovo elettrodotto 380 kV d.t. Trino-Lacchiarella per la riduzione delle limitazioni sulla sezione critica Nord Ovest/Nord Est, è stata svolta l'analisi confrontando l'insieme dei costi stimati di realizzazione dell'opera (CAPEX) e degli oneri di esercizio e manutenzione (OPEX) dei nuovi impianti, con l'aggregazione dei principali benefici quantificabili e monetizzabili che si ritiene possano scaturire dall'entrata in servizio degli interventi di sviluppo previsti.

Le sommatorie dei costi e dei benefici sono state attualizzate e confrontate al fine di calcolare l'indice di profittabilità dell'opera (IP), definito come il rapporto tra i benefici attualizzati e i costi attualizzati, ed evidenziare la sua sostenibilità economica (l'IP deve essere maggiore di 1).

L'orizzonte di analisi (Duration) è stato fissato cautelativamente a 20 anni, valore da un lato minore della vita tecnica media degli elementi della rete di trasmissione, dall'altro pari ad un limite significativo per l'attendibilità delle stime.

Anche con tale ipotesi prudenziale, la profittabilità dell'intervento nel suo complesso previsto sulla sezione critica Nord Ovest/Nord Est, è risultata positiva.

## 3.2 Criteri di scelta del tracciato

### 3.2.1 Ambito territoriale considerato

L'ambito territoriale considerato è rappresentato dalla Val Formazza, una delle due diramazioni della Valle Antigorio, e la Val Isorno, situate nella parte più settentrionale del Piemonte, al confine con il territorio svizzero, tra il Canton Ticino e il Canton Vallese.. I comuni interessati dall'opera in progetto sono Formazza, Baceno, Crodo, Premia e Montecrestese.

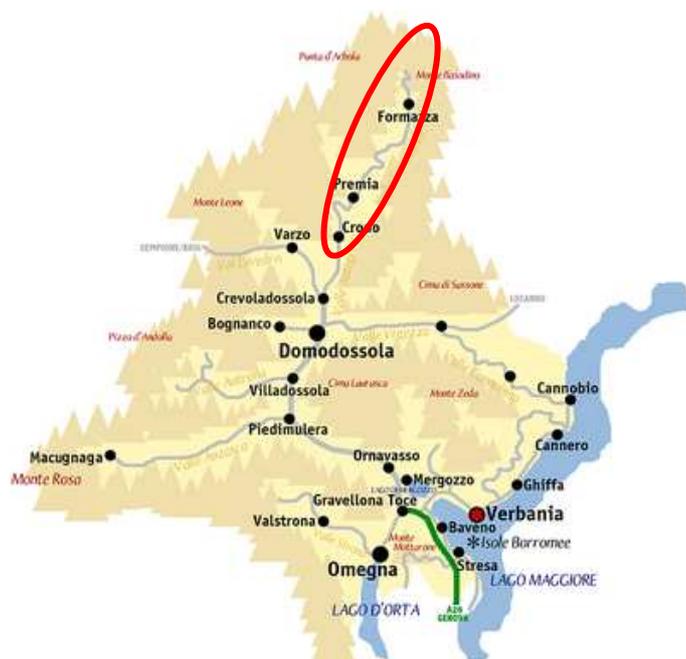


Figura 3-2: Ubicazione intervento

Il progetto denominato "Razionalizzazione della rete a 220 kV della Val Formazza" si colloca nella lista degli interventi di compensazione e seguito della costruzione del nuovo elettrodotto 380 kV congiungente le stazioni elettriche di Trino (VC) e Lacchiarella (MI).

L'intervento in oggetto consiste nella delocalizzazione delle linee 220kV e 132 kV presenti in Val Formazza, ubicate nel fondovalle in ambiti interessati da forte presenza di edificato (Linea 220 kV n.2201 Ponte V.F. – All'Acqua , Linea 220 kV n.221 Ponte V.F. – Verampio, linea 220 kV n. 2201 Ponte V.F. – Verampio, Linea 132 kV n°427 Fondovalle – Ponte e parte dell'elettrodotto 132 kV n° 426 Morasco - Ponte)

Nello specifico il progetto di razionalizzazione prevede i seguenti sub-interventi:

- Realizzazione della Tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte (Lunghezza:10,6 Km di cui 6,5 Km in DT)
- Realizzazione della Tratta B 220 kV Ponte – Verampio (Lunghezza: 26,9 Km );
- Tratta C 220 kV All'acqua – Verampio in ST, per una lunghezza totale di 32,5 km di cui 6,5 km iniziali in DT con la tratta A;
- Interventi di demolizione delle attuali linee a 220kV All'acqua-Ponte n.2201, 220kV Ponte - Verampio n.221 e n.222 (queste ultime parzialmente in DT);
- Riassetto delle SE di Ponte e Verampio (non oggetto di SIA);
- Interramento della linea a 132kV Ponte-Fondovalle per un tratto di circa 4,5 km (non oggetto di SIA);

In conclusione il presente Studio di Impatto Ambientale è focalizzato sulla realizzazione delle tratte:

- Tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte;
- Tratta B 220 kV Ponte – Verampio;

- Tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio.

La tratta A e C per i primi 19 sostegni sono su una sola palificata; il restante tracciato è realizzato in singola terna.

Entrambe le tratte verranno ricostruite su nuovo tracciato ad una quota che varia tra i 1300 ed i 2500 m s.l.m., date le forti sollecitazioni presenti alle quote maggiori saranno realizzate con materiali di classe 380 kV.

Il progetto in esame, porterà pertanto al riequilibrio territoriale delle porzioni di rete esistenti, soprattutto nelle aree contraddistinte da forti criticità nella convivenza tra infrastrutture elettriche e territorio/popolazione mediante la previsione sia di interventi di mitigazione del carico territoriale ed ambientale esistente in alcune tratte, sia di interventi di mitigazione degli impatti attesi su interventi di sviluppo previsti.

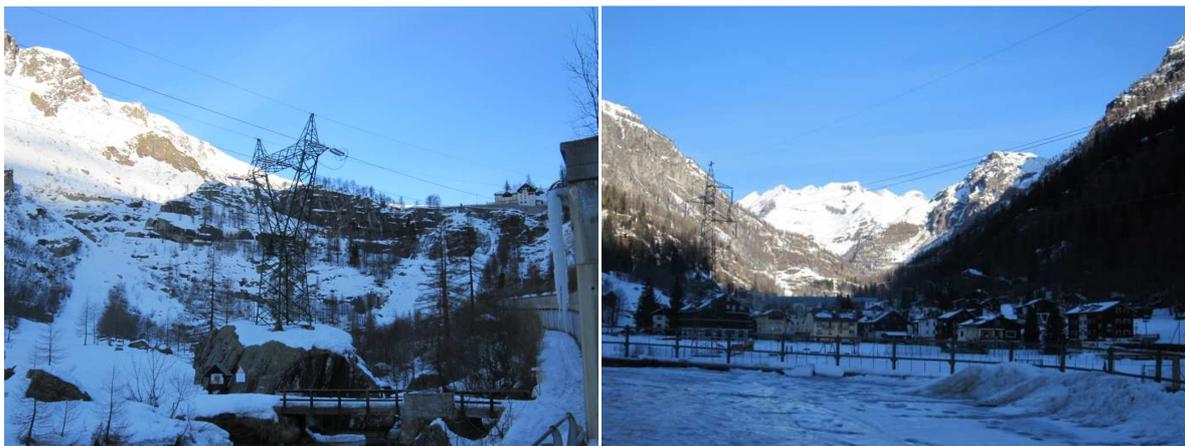


Figura 3-3: Vista su Cascata 'Frua' e Albergo Toce e Località Valdo:

### Inquadramento fisico

Dal punto di vista morfologico l'area presenta le caratteristiche della vera e propria alta montagna, con le tipiche forme glaciali, circhi, ripiani, pianori a terrazzo. Si trova nelle Alpi Lepontine. La Val Formazza separa le Alpi del Monte Leone e del San Gottardo ad ovest dalle Alpi Ticinesi e del Verbano ad est. Si affaccia inoltre sull'Alpe Vannino.

I monti principali che contornano la valle sono:

- Blinnenhorn - 3.374 m;
- Basodino - 3.273 m;
- Punta d'Arbola - 3.235 m;
- Punta del Sabbione - 3.182 m;
- Monte Giove - 3.009 m;
- Pizzo Biela - 2.863 m;
- Pizzo Quadro - 2.793 m.

Il profilo longitudinale è rotto da frequenti gradini, dove le acque precipitano sotto forma di cascate, fra le quali la più celebre è quella della «Frua», nota come la più importante delle Alpi. Essa ha un salto di m. 143, da m 1675 a m 1532.

Il corso d'acqua principale è il Fiume Toce, che nasce a circa 1800 m di quota nella piana di Riale in alta Val Formazza dall'unione dei torrenti *Morasco*, *Gries* e *Roni*.

La Val Formazza è caratterizzata dalla presenza di fenomeni di instabilità quali frane, esondazioni, dissesto della rete torrentizia, fenomeni a carico delle conoidi e le valanghe soprattutto lungo i versanti più acclivi.

Il fiume Toce è caratterizzato da valori molto elevati della portata idrica di piena, a motivo dell'altitudine del bacino, delle estese superfici glaciali, nonché delle elevate precipitazioni meteoriche che caratterizzano l'area in esame. Tutti gli affluenti sono contraddistinti da ampie

conoidi di deiezione sul fondovalle, che testimoniano l'attiva azione erosiva nelle parti alte del bacino e l'azione di trasporto nel tratto mediano del percorso.

### Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area d'indagine risulta completamente compresa all'interno della catena alpina, più precisamente all'interno delle unità Pennidiche Inferiori, esse sono costituite da prevalenti ortogneiss granitici e sono caratterizzate da grandi pieghe isoclinali, a tratti sub orizzontali.

L'assetto strutturale varia da subverticale a Sud a suborizzontale verso Nord.

In particolare, nella Valle Antigorio, in corrispondenza dell'incisione valliva del Fiume Toce, viene a giorno il grande sistema di falde che rappresenta la parte culminante della catena alpina: sono distinguibili infatti unità appartenenti al Dominio Pennidico e a quello Elvetico.

Il Dominio Pennidico Inferiore, delimitato a Sud dalla Linea Tettonica Sempione-Centovalli è costituito, in successione dall'alto verso il basso da:

- *Ricoprimento del Monte Leone*: costituito da ortogneiss granitoidi ed occhialini e da paragneiss polimetamorfici;
- *Ricoprimento del Lebendum*: costituito in prevalenza da scisti del Paleozoico superiore;
- *Ricoprimento di Antigorio*: formato da gneiss occhialini, derivanti dal metamorfismo alpino di granitoidi Varisici;
- *Sinclinale di Baceno*: costituita dagli gneiss occhialini dell'Antigorio e dai micascisti di Baceno;
- *Cupola di Verampio*: formata in prevalenza da ortogneiss granitico.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è caratterizzata da una morfologia piuttosto aspra, con versanti molto acclivi, solo occasionalmente, interrotti da terrazzi e ripiani. Essa mostra in modo evidente i segni dell'azione operata dai ghiacciai durante tutto il Quaternario, osservando il profilo trasversale di queste valli è possibile notare come esse mostrino il tipico profilo a "U", caratteristico delle valli di origine glaciale, su cui hanno agito i ripetuti processi di esarazione e deposito. Dopo l'era glaciale, all'azione del ghiacciaio si è sostituita l'azione fluviale, la quale ha approfondito le depressioni vallive ed inciso, modellato ed asportato i detriti preesistenti.

Per quanto riguarda i depositi superficiali, è possibile distinguerne sostanzialmente tre diverse tipologie: depositi glaciali, depositi detritici, depositi alluvionali.

La dinamica geomorfologica è caratterizzata da fattori differenti:

- *forme legate alla dinamica delle acque superficiali*: frane, colamenti, deformazioni gravitative profonde;
- *forme legate alla dinamica dei versanti*: erosione spondale, deposizione detritica, sovralluvionamento;
- *forme legate all'azione dei ghiacciai*: depositi morenici, circhi glaciali ed orli di terrazzo.

Per quanto concerne le caratteristiche sismiche e sismo - tettoniche, il territorio d'indagine ricade nel distretto sismico dell' "arco sismico brianzonese" caratterizzato da un'attività sismica continua, ma con manifestazioni a bassa energia.

### Inquadramento naturalistico, storico, archeologico e paesaggistico

Per quanto concerne l'aspetto naturalistico - ambientale, l'ambito territoriale interessato dal progetto è caratterizzato dalla presenza di una vasta e ramificata rete ecologica, in particolare il territorio della Val Formazza è ricco di elevati valori naturalistici e paesaggistici dovuti alla presenza di incontaminati paesaggi alpini e di un consistente patrimonio d'arte relativo soprattutto al periodo romanico.

La valle è caratterizzata dalla presenza di:

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

- Galassino orridi di Baceno e Premia;
- ZPS – SIC Rifugio M.Luisa - “Val Formazza”;
- “territorio della Valle Isorno e dell'Alpe Agarina”, che comprende sostanzialmente tutto l’ambito (galassino).

La vegetazione della Val Formazza è quella tipica della fascia montagna-subalpina: sui suoi pendii sono presenti estese abetaie, lariceti e preziosi esemplari di pino cembro. Dai prati del fondovalle sino ai pascoli in quota sono presenti specie botaniche rarissime; straordinaria anche la ricchezza di varietà di minerali censite.

Il patrimonio faunistico è ricco e variegato. Non è raro poter avvistare l'aquila reale, il gheppio o la pernice bianca; altrettanto facile l'incontro con caprioli, cervi e camosci o meravigliosi stambecchi.



*Figura 3-4: Piana di Veglia- Parco alpe Veglia - Devero e Orridi di Urezzo*

Formazza è di lingua e cultura walser e fu il primo paese abitato dai Walser a sud delle Alpi. In Valle Antigorio - Formazza vi sono due importanti insediamenti, quello di Salecchio e quello ancor molto vivo di Formazza. Qui si può facilmente vedere l’espressione massima dell’eredità Walser, nelle abitazioni, nell’urbanizzazione, nelle tradizioni superstiti, nei manufatti ed anche nell’ordinamento amministrativo dei comuni.

#### Inquadramento antropico

L’area oggetto di studio appartiene amministrativamente alla neonata Provincia di Verbano – Cusio – Ossola. L’area, come si evince dal nome, si compone di tre distinti ambiti territoriali tutti caratterizzati da una bassa densità abitativa:

- Il Verbano è rappresentato da una popolazione di circa 60.000 abitanti;
- Il Cusio, che rappresenta l’area meno popolata della Provincia, annovera appena 31.000 residenti;
- La Val d’Ossola, che costituisce la parte più settentrionale della Provincia e della regione nonché la più popolosa (circa 68.000 abitanti) e che ha in Domodossola il principale centro insediativo.

La Val Formazza, parte più settentrionale della Val d’Ossola, è caratterizzata da una presenza insediativa estremamente limitata, e concentrata tendenzialmente sul fondovalle e in minima parte sui versanti di bassa quota.

Comune	Altitudine [m s.l.m.]	Superficie [km <sup>2</sup> ]	Abitanti	Densità [ab/km <sup>2</sup> ]
Formazza	1280	131	438 (31/01/2009)	3,298
Baceno	655	68,7	951 (31/01/2009)	13,84
Premia	800	89,17	583 (31/12/2009)	6,54
Crodo	508	61	1457 (30/09/2008)	23,89
Montecrestese	490	86	1226 (30/09/2008)	14,26

*Tabella 3-1: Comuni interessatati dall'opera*

Da un punto di vista economico i Comuni della Val Formazza hanno una potenzialità legata alle attività estrattive di pietre ornamentali in particolare il Serizzo, che ha notevolmente influenzato l'architettura regionale delle valli, in cui si usa tipicamente per elementi di muratura, rivestimenti di tetti e fontane.

Il turismo invernale ed estivo è presente sebbene in forma modesta.

Oltre all'estrazione di pietre ornamentali la valle vive di concessione di acque minerali e termali, feldspati, minerali auriferi e olivina. Il comune di Premia sta sviluppando una vocazione turistica grazie alla realizzazione di un moderno impianto termale che sfrutta le proprietà di una sorgente naturale di acqua calda. La sorgente sgorga nelle vicinanze della località Longia. Anche il Comune di Crodo è un centro termale di notevole rilievo, si estrae acqua minerale ed è sede della produzione dell'aperitivo analcolico "Crodino", noto in tutto il mondo.

La Valle è attraversata da un'unica strada, la Strada Statale 659 di Valle Antigorio e Val Formazza (ex Strada Provinciale 70 di Valli Antigorio e Formazza), che si dirama dalla Statale 33 del Sempione all'altezza di Crevoladossola e termina alla Cascata del Toce. Subito sopra alla cascata comincia una strada sterrata -, la ex Strada Provinciale 95 del Passo di San Giacomo, che dopo 12 km conduce attraverso la zona dei laghi artificiali, al *Passo di San Giacomo* al confine con la Svizzera.

#### *Allegati*

- *Tavola 1 - Corografia di inquadramento;*
- *Tavola 2 - Corografia di progetto;*
- *Tavola 3 - Corografia di progetto - ortofoto;*
- *Tavola 5 - Sistema delle infrastrutture;*
- *Tavola 6 - Infrastrutture e reti per la mobilità;*
- *Tavola 8 - Uso del suolo a indirizzo vegetazionale*
- *Tavola 9 - Sistema dei vincoli paesistici e ambientali*
- *Tavola 10 - Ambiti di paesaggio omogenei e unità di paesaggio*
- *Tavola 12 - Quadro di riferimento strutturale della rete ecologica*
- *Tavola 15 - Carta Faunistica*
- *Tavola 15 - Carta Habitat*
- *Tavola 16 - Assetto geologico - strutturale*
- *Tavola 20 Pericolosità delle aree in dissesto*
- *Tavola 22 - Aree estrattive e sistema vincolistico*

### 3.2.2 Vincoli tenuti in conto nello sviluppo del progetto

In questo paragrafo si riporta un breve elenco dei vincoli individuati nel Capitolo 2 'Quadro di riferimento programmatico' che fornisce gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale e che sono stati presi in considerazione ed hanno indirizzato le scelte progettuali

#### *Vincoli di legge*

##### **Ambito paesaggistico**

###### Immobili e aree vincolate ai sensi degli artt. 136-157 D.Lgs. 42/2004 e s.m.i

- Zona carsica del Kastel nel comune di Formazza costituita da gessi affioranti calcescisti gneiss circolazione ipodenea e numerose sorgenti;
- Territorio Alpe Vova Salecchio Attilone noto per la alta Val Antigorio e la bassa Val Formazza presso il monte Giove per i villaggi Walser di Salecchio e gli alpeggi di Vova lo Attilone i sentieri
- Territorio della Valle Isorno e Alpe Agarina di interesse naturalistico perché completamente selveggiato e quasi disabitato salvo piccole stazioni di monticazione estiva comuni Trontano Crodo;
- Territorio degli orridi di Baceno Premia e anche Crodo formati dal Devero e dal Toce e visitabili tramite sentieri attrezzati comprende anche la conca di Verampio la zona più antica delle Alpi.

###### Aree vincolate ai sensi dell' art. 142 D.Lgs. 42/2004 e s.m.i

- **Lett. b** I territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300m dalla linea di battigia anche per i territori elevati sui laghi
- **Lett. c** I Fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150m ciascuna
- **Lett. d** Le montagne per la parte eccedente a 1600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1200 metri sul livello del mare per la catena appenninica
- **Lett. e** i ghiacciai e i circhi glaciali
- **Lett. f** I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi
- **Lett. g** I territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'art 2, commi 2e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n 227 (lett. g) e confermati dalla L.R. 4/2009

##### **Assetto idrogeologico**

- Vincolo Idrogeologico -regio Decreto n.3267/1923
- LR 45/1989- Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici - Abrogazione legge regionale 12 agosto 1981, n. 27.

##### **l'Assetto Naturalistico**

- Zone di Protezione Speciale( ZPS)
- Siti di Interesse Comunitario(SIC) e Corridoi Ecologici

#### *Altri vincoli*

Non si segnala la presenza di vincoli di tipo demaniale, aeroportuale, militari, di servitù; né vincoli di altro tipo.

## *Allegati*

- *Tavola 09 - Sistema dei vincoli paesistici e ambientali*
- *Tavola 11- Ecomosaico*
- *Tavola 12 - Quadro di riferimento strutturale della rete ecologica*
- *Tavola 13 - Assetto della tutela naturalistica*
- *Tavola 22 - Aree estrattive e sistema vincolistico*

### **3.2.3 Condizionamenti indotti dalla natura dei luoghi**

La Val Formazza è una valle alpina delle Alpi Lepontine, caratterizzata da montagne alte e ripide che degradano su di un fondovalle stretto, sede dell'alveo attivo del Toce, o più propriamente "la" Toce, il fiume principale della Val d'Ossola.

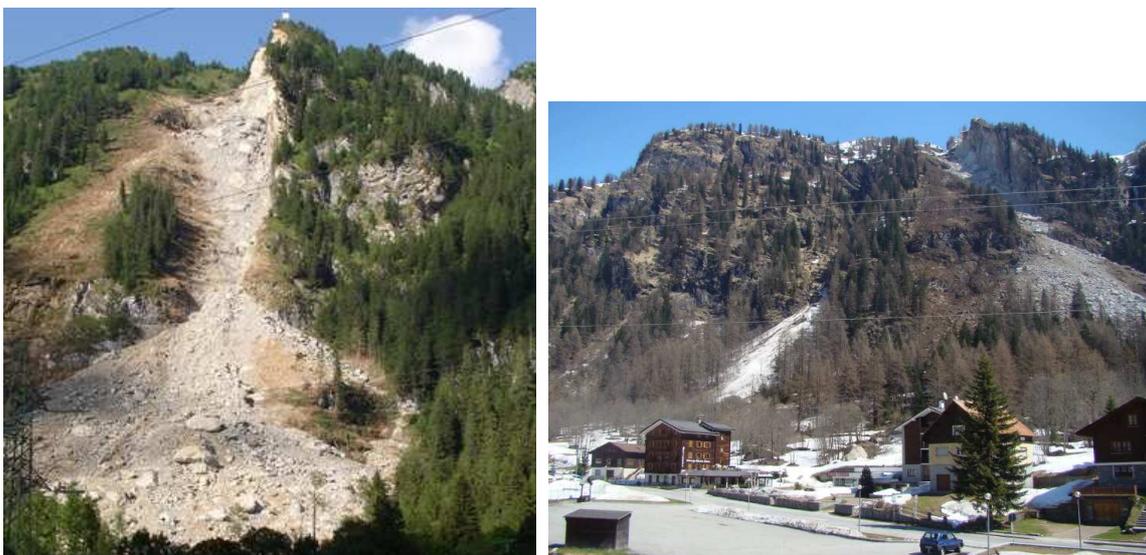
Da un punto di vista idrogeologico la valle presenta forte instabilità.

Per i versanti le più frequenti cause di dissesto sono rappresentate dai fenomeni di crollo, diffusamente presenti in tutti i settori del bacino Toce. Assumono particolare rilevanza in corrispondenza delle pareti rocciose più fortemente acclivi alla base delle quali si trovano centri abitati e infrastrutture viarie. Le principali manifestazioni di frane da crollo sono a Formazza in località Canza-Grovella e Fondovalle, a Premia e nel tratto medio - inferiore dei versanti a valle di Villadossola; mentre le valanghe interessano entrambi i fianchi vallivi nella zona di Ponte.

Entrambi i fenomeni, che hanno origine a quote elevate, raggiungono il fondovalle provocando danni ad edifici ed interruzioni alla viabilità principale.

Di recente, nell'inverno 2008/2009 numerose valanghe sono precipitate fino a valle. In passato, oltre al danneggiamento di edifici, era stata necessaria la ricostruzione di sostegni danneggiati a seguito di eventi valanghivi.

La scelta di non delocalizzare le due linee esistenti esternamente ai centri abitati in corrispondenza della zona di transizione tra il fondovalle ed il versante boscato (scelta che in un primo momento risultava quella più "semplice" da un punto di vista logistico) è stata fortemente influenzata anche dall'imponente frana, a ridosso dell'abitato di Ponte, staccatasi da quota 1650 m e scivolata lungo il costone fino alla frazione di Formazza.



*Figura 3-5: Panoramica della frana a ridosso del centro abitato di Ponte - primavera 2009*

L'attività mineraria è una delle principali attività della valle, le cave di pietra sono ubicate sulle prime balze della montagna.

Per non interferire con tali attività è stata scartata anche l'ipotesi di ubicare i tracciati a mezza costa.



*Figura 3-6: pareti della montagna a strapiombo per 200-300 m e Panoramica di una cava*

In conclusione le scelte progettuali adottate sono state condizionate dai seguenti fattori:

- permettere il superamento della frana di Ponte;
- posizionare i sostegni esternamente alle aree di cava;
- ubicare i sostegni in zone esterne al rischio valanghe;
- evitare le aree vincolate a parco ubicate sul versante occidentale della Val Formazza
- evitare campate troppo lunghe e con dislivelli elevati

Questa soluzione implica lo spostamento delle linee a quote elevate, in aree climatiche fortemente suscettibili a variazioni di sovraccarichi dovuti a ghiaccio, neve e vento.

Da qui la scelta progettuale di utilizzare materiali tipici delle linee a 380 kV e mantenere separate le linee su due palificate distinte, ad eccezione per la prima parte del tracciato.

L'altitudine di esecuzione dell'intervento, come facilmente intuibile, comporterà considerevoli difficoltà nella realizzazione dei lavori e tempistiche di esecuzione nell'ordine di qualche anno. Di fatto le lavorazioni non saranno possibili tutto l'arco dell'anno, ma solamente nei periodi estivi.

#### **3.2.4 Criteri seguiti per la definizione del tracciato e ipotesi di alternativa considerate**

La tavola 4 in allegato al presente elaborato riporta le tre alternative di progetto ipotizzate, che vengono di seguito descritte:

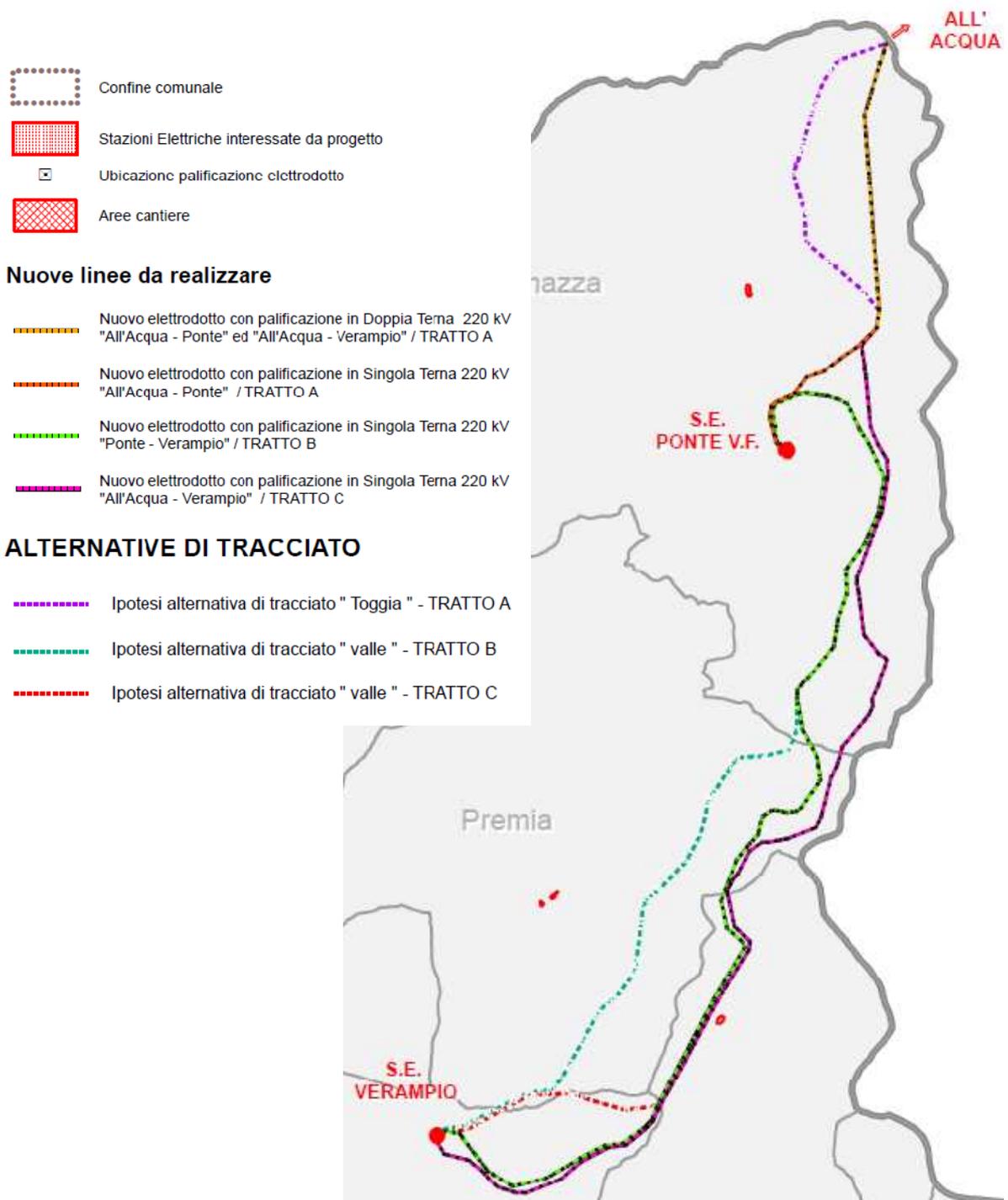


Figura 3-7: Alternativa di progetto – Estratto Tavola 4 – Ipotesi e alternative di tracciato

### 1. Alternativa A – alternativa in destra idrografica Lago Toggia

La prima alternativa prevede la realizzazione della linea elettrica dal Passo S. Giacomo a monte del Lago Nero in doppia terna ed in destra idrografica del Lago Toggia.

Questa alternativa crea delle problematiche a livello di impatto paesaggistico in termini di visibilità dell'opera. Dal Lago Kastel al sostegno n.19, la variante segue la vecchia linea esistente, i cui sostegni sono visibili dal fondovalle.

In particolare la soluzione transitante sul versante sinistro in prossimità dei laghi Boden e Kastel, rispetto a quella situabile sul lato destro del lago Toggia, in parziale sovrapposizione con la strada sterrata per il Passo S.Giacomo, risulta mascherata alla vista dall'abitato situato

nella conca di Riale e dalla cascata del Toce, entrambe zone caratterizzate da un'alta densità turistica.

## 2. Alternativa B

Dal sostegno n. 30 della tratta B 220 kV Ponte- Verampio, a quota 1850 m circa si dirama l'alternativa B che si snoda parallelamente, ma a quota inferiore, rispetto al tracciato scelto e nella parte finale scende nella stazione di Verampio parallelamente all'alternativa C.

L'alternativa B prevede, rispetto al progetto definitivo, un maggior consumo di suolo boscato. In particolar modo, dall'analisi dei tipi forestali si evince che l'alternativa B si sviluppa su *larici-cembrete* e in parte minore su *Vegetazione pioniera di invasione*, mentre il tracciato definitivo è ubicato prevalentemente su *Rocce e Macereti*.

Il consumo di suolo previsto, nel caso di scelta dell'alternativa C, è rappresentata da una fascia di circa 30 m parallelamente al tracciato.

Analizzando la *rete ecologica* presente in Val Formazza, l'alternativa percorre il corridoio terrestre che parte dal Lago Toggia e corre lungo la valle.

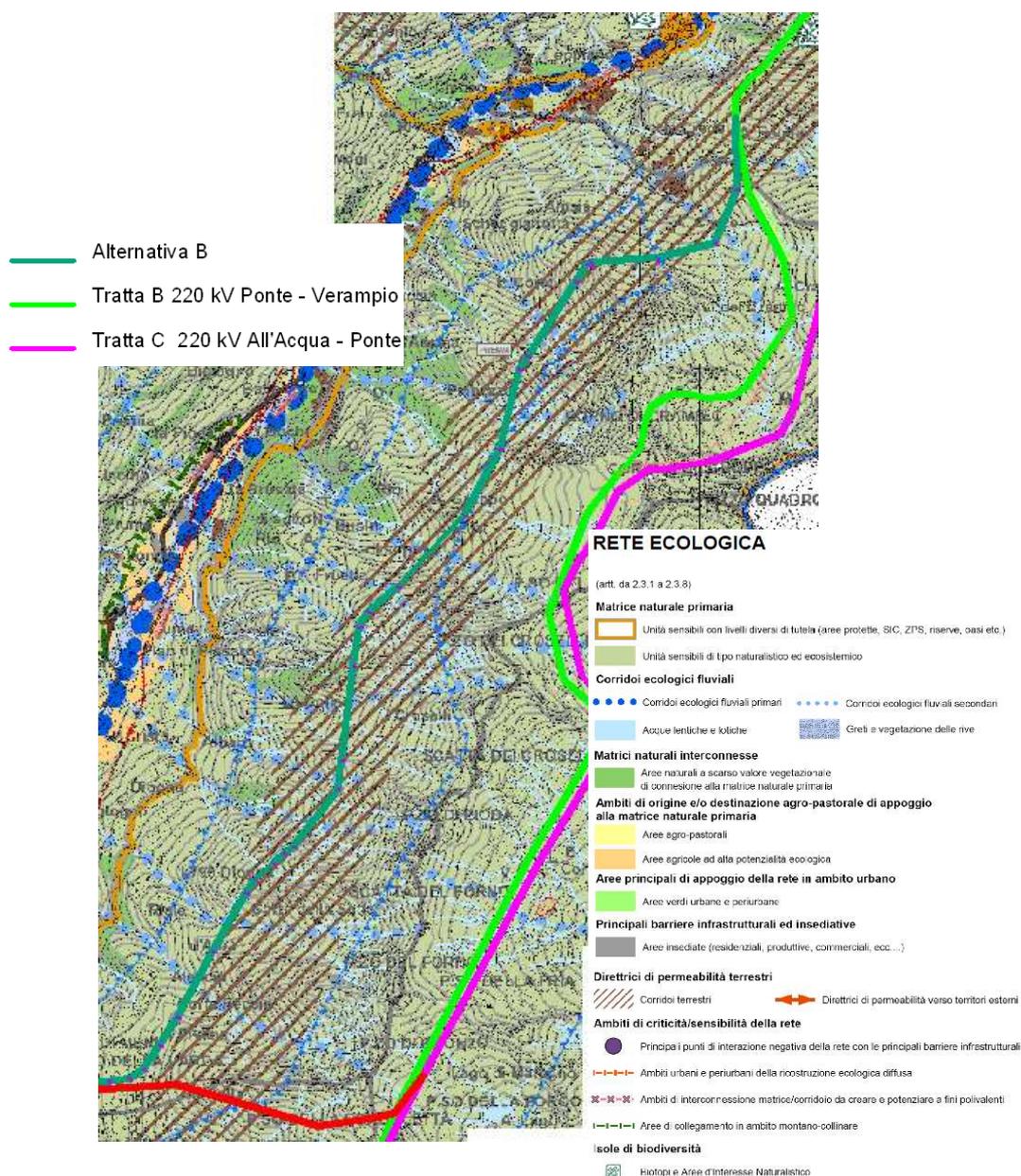


Figura 3-8: Estratto Tavola 12 - Quadro di riferimento strutturale della rete ecologica

Da un punto di vista paesaggistico l'alternativa B costituisce un impatto visivo significativo rispetto al tracciato definitivo. Il versante in sinistra idrografica della Val Formazza essendo solivo e meno acclive del versante sulla quale verranno realizzate le tratte, è maggiormente abitato di frazioni e maggenghi dalle quali l'alternativa B è visibile.

Anche dal fondovalle, sebbene solo a tratti è visibile l'alternativa di progetto esaminata, mentre il progetto definitivo essendo ubicato nel versante est della montagna ha un impatto visivo molto limitato.

Dal sostegno 55 alla stazione elettrica di Verampio l'alternativa B scende lungo il pendio (parallelamente all'alternativa C) attraverso alpeggi (Alpe Aleccio) e alcune località/frazioni (Baulina, Boscheccio).

Inoltre, rispetto al definitivo, il pendio è molto acclive, basti pensare che dal sostegno n. 54 all'entrata della stazione (sostegno n.67) c'è un dislivello di oltre 1000 m.

L'elevata pendenza costituisce un problema in termini tecnici/costruttivi: è opportuno infatti evitare la costruzione di campate troppo dislivellate.

### 3. *Alternativa C - ingresso nella stazione di Verampio*

Questa alternativa prevede la discesa quasi verticale del tracciato dal sostegno n. 60 della Tratta C 220 kV All'acqua - Verampio, in corrispondenza del Passo della Forcella, sino alla stazione di Verampio.

Come accennato in precedenza, dal sostegno n 64 all'ingresso della stazione elettrica di Verampio alternativa B e C scendono parallelamente lungo il versante, riscontrando quindi le medesime problematiche.

L'alternativa C è ubicata lungo un pendio molto acclive caratterizzato dalla presenza, sino a quota 1650 m s.l.m., di alpeggi e maggenghi raggiungibili mediante una strada/tratturo.

Questa alternativa prevede la discesa dal P.sso della Forcella sino a Verampio mentre la tratta C 220 kV All'acqua - Verampio scende lungo la Val Isorno.

Entrambe le zone sono boscate, mantenere le due tratte non parallele comporterebbe un consumo di suolo quasi doppio rispetto al definitivo individuato.

In aggiunta, come già specificato per l'alternativa B, l'impatto viso è maggiore: il progetto definitivo è meno visibile dal fondovalle poiché dal Passo della Forcoletta scende verso la centrale di Verampio lungo la valle Isorno, valle caratterizzata dalla presenza di pochissimi insediamenti umani.

#### Allegati

- *Tavola 4 - Ipotesi alternative di tracciato. Vincoli e condizionamenti ;*
- *Tavola 16 - Assetto geologico - strutturale;*
- *Tavola 17 - Affioramenti rocciosi e depositi quaternari;*
- *Tavola 18 - Forme e processi geomorfologici;*
- *Tavola 20 - Pericolosità delle aree in dissesto;*
- *Tavola 21 - Carta di sintesi della pericolosità e zonazione normativa;*
- *Tavola 22 - Aree estrattive e sistema vincolistico*

### 3.2.5 Descrizione del tracciato

Nel presente paragrafo si descrive in dettaglio il tracciato scelto e le sue caratteristiche tecniche e ambientali.

Il progetto si snoda principalmente a quote elevate, si ricorda infatti che la maggior parte dei sostegni è ubicato tra quota 1750 e 2500 m s.l.m..

Il progetto prevede la realizzazione di tre tratte:

- Tratta A 220 kV All'acqua – Ponte in ST di lunghezza 10,6 km, di cui 6,5 km realizzata in DT con la tratta C 220 kV All'acqua – Verampio;
- Tratta B 220 kV Ponte- Verampio in ST , di 26,9 km;
- Tratta C 220 kV All'acqua – Verampio in ST, per una lunghezza totale di 32,5 km di cui 6,5 km iniziali in DT con la tratta A.

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta A 220 kV All'acqua-Ponte	Da 1 - 19	DT	Formazza
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio		Linea 220 kV	

Dal passo San Giacomo (quota 2313 m s.l.m.) la linea elettrica in doppia terna si sviluppa in destra del Lago Toce e Kastel fino a monte del Lago Nero (quota 2580 m. s.l.m.), per 6,4 km.

Le immagini successive (Figura 3-9) mostrano la futura ubicazione del I° tratto in doppia terna vista da sud dalla posizione del nuovo asse linea sui laghi Toggia e Kastel (sullo sfondo il confine svizzero). Attualmente l'asse esistente passa sull'altra sponda dei laghi per buttarsi a valle in prossimità delle Cascate del Toce (area di notevole valenza paesaggistica).

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

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

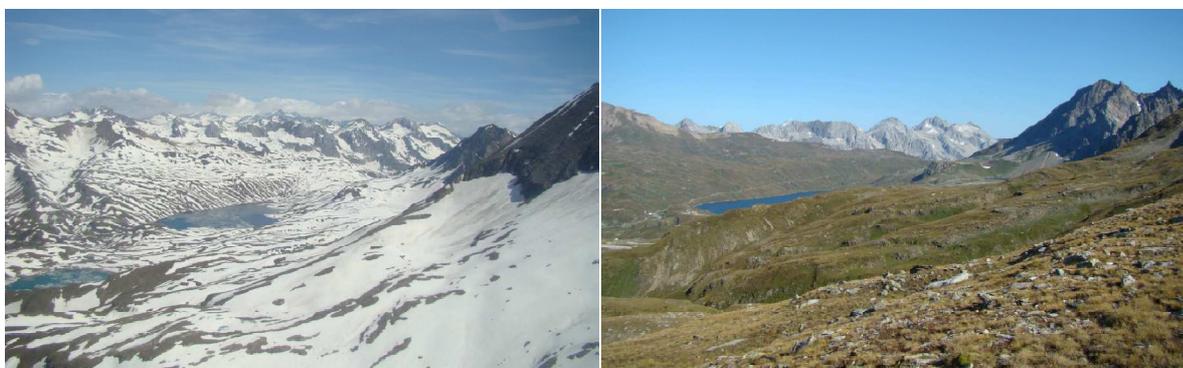


Figura 3-9: Passo S. giacomo e Lago Toce – fotografie giugno e settembre 2009

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta A 220 kV All'acqua-Ponte	Da 20 a 32	ST	Formazza
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	Da 1 a 12	Linea 220 kV	

Proseguendo dal sostegno 19, a monte del Lago Nero in corrispondenza del Monte Talli a quota 2580 m s.l.m., le due linee divengono in ST: la prima scende rapidamente nella stazione di Ponte (tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte) da dove poi parte la tratta B 220 kV Ponte – Verampio, mentre la seconda prosegue verso la stazione di Verampio (tratta C 220 kV All'acqua – Verampio) mantenendosi in quota.

Dal Monte Talli inizia la ripida discesa della tratta A in singola terna 220 kV All'acqua – Ponte alla stazione elettrica di Ponte situata a quota 1300 m s.l.m.



Figura 3-10: Monte Talli – fine tratto DT e punto di sdoppiamento in 2 ST

Le tratte (sostegni 20-26 tratta A e 7 -12 tratta B) si snodano all'interno del versante boschivo caratterizzato dalla presenza di larici e cembrete. In corrispondenza del sostegno 27 (tratta A) si attraversa il Fiume Toce per continuare sul fondovalle sino all'ingresso della stazione, mentre per la tratta B la salita verso la quota parte dal sostegno n.6 .

Le campate dei sostegni attraversano valli e torrenti minori: sostegni 22-23 e 25-26 il rio stelli, mentre in corrispondenza dei sostegni 12-13 della tratta B si attraversa il corridoio fluviale secondario del Rio Tamia.



Figura 3-11: foto di sx: Vista sulla discesa dal Monte Talli, sullo sfondo è visibile la frazione di Canza posta a quota 1412 m s.l.m. foto di dx: Valle Stivello (comune di Ponte)

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	Da 13 a 31	ST Linea 220 kV	Formazza
	32 - 47		Premia
	48 -59		Montecrestese
Tratta C 220 kV All'Acqua - Verampio	Da 1 – a 27		Formazza
	28 - 42		Premia
	43 - 56		Montecrestese

La tratta B 220 kV Ponte - Verampio e la tratta C 220 kV All'Acqua Verampio proseguono poi, all'incirca parallele lungo tutto il tratto.

Gli ambiti di paesaggio che si incontrano lungo il tracciato sono tipici dell'alta montagna. In particolar modo seguendo il percorso si percorrono (sostegni 14-14 tratta C e 1-13 tratta C) sistemi di praterie e pascoli d'alta quota, proseguendo si incontrano aree boschive di conifere.

In corrispondenza del sostegno 19, la tratta C attraversa la valle del Rio Ecco a quota maggiore della tratta B che corre all'altezza dell'Alpe Stanello.

Sino ai sostegni 36 e 26 (tratta B e C) il paesaggio di Prateria e pascoli d'alta quota si alterna a crinali rocciosi e macereti, attraversando corridoi ecologici secondari (Rio Fulstuder, Rio steiba, Rio Cramel).

A monte della cima Rizo ( 2540 m. s.l.m.) le due tratte 220 kV tornano ad essere pressoché parallele in un sistema di cime, crinali rocciosi e macereti oltrepassando il Monte di Camer (2650 m s.l.m.).

In corrispondenza dei sostegni 47 e 42 (tratta B e C) si valica il Passo del Groppo e il tracciato prosegue sul versante Est della montagna, attraversando l'alpe Cravaiola in Val Isorno per una lunghezza di 6,3 e 6,5 km rispettivamente per tratta B e C.

Tratta	Sostegni	Caratteristiche	Comune
Tratta B 220 kV Ponte – Verampio	60-79	ST	Crodo
Tratta C 220 kV All'Acqua - Verampio	57 -74	Line 220 kV	Crodo

Dal sostegno 60 e 58, attraversando il Passo della Forcoletta, rispettivamente della tratta B 220 kV Ponte- Verampio e la tratta A 220 kV All'acqua- Verampio scendono in singola terna lungo la Val Antigorio.

Dopo il Passo della Forcoletta il paesaggio è di tipo crinali rocciosi e macereti, misti a praterie e pascoli di alta quota. Dal sostegno 66 e 63, rispettivamente tracciato B e C, il paesaggio è caratterizzato da conifere per poi diventare, scendendo alla quota 1800 m s.l.m. boschi di latifoglie, in corrispondenza dei sostegni 70 e 69 si attraversa il Rio Antolina dell'omonima valle.

In prossimità del fondovalle lo scenario è rappresentato da coltivi, parati e pascoli. La stazione elettrica si trova a sinistra del Fiume Toce ad una quota di 520 m s.l.m.

#### *Allegati*

- *Tavola 1 – Corografia di inquadramento;*
- *Tavola 2 – Corografia di progetto;*
- *Tavola 3 – Corografia di progetto – ortofoto;*
- *Tavola 8 - Uso del suolo a indirizzo vegetazionale*
- *Tavola 9 - Sistema dei vincoli paesistici e ambientali*
- *Tavola 10 - Ambiti di paesaggio omogenei e unità di paesaggio*
- *Tavola 12 - Quadro di riferimento strutturale della rete ecologica*
- *Tavola 15 – Carta Faunistica*
- *Tavola 15 – Carta Habitat*
- *Tavola 16 - Assetto geologico - strutturale*
- *Tavola 20 - Pericolosità delle aree in dissesto*

### 3.3 Descrizione del progetto

Nel seguito si riporta brevemente la descrizione dell'opera in progetto. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Tecnica di progetto

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

#### 3.3.1 Caratteristiche tecniche della linea

Gli elettrodotti saranno costituiti da palificazione

- in parte a doppia terna armata con due terne di fasi; ogni fase composta da un singolo conduttore per un totale di 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 56,26 mm e con una corda di guardia,
- in parte a semplice terna armata con una terna di fasi; ogni fase composta da un singolo conduttore per un totale di 3 conduttori di energia singolo alluminio-acciaio diametro 56,26 mm e con due corde di guardia,

La connessione dal sostegno capolinea (sono previsti tutti sostegni capolinea ST) al portale delle S.E. , sarà effettuata con fascio di conduttore binato: quindi (2 x 3) 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 40,5 mm e 2 corde di guardia, come meglio illustrato di seguito.

#### Elettrodotti aerei 220 kV

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti aerei sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220 kV
Corrente nominale (per terna)	1500 A
Potenza nominale (per terna)	600 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 220 kV in zona B.

#### Conduttori e corde di guardia

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un conduttore singolo. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio diametro 56,26 mm, composta da n. 150 fili di alluminio del diametro 3,75 mm

(sezione totale alluminio 1656 mm<sup>2</sup>) e da n. 37 fili di acciaio del diametro di 2,68 mm, con un diametro complessivo di 56,26 mm.

Il carico rottura teorico del conduttore sarà di 53.280 daN.

La connessione dai sostegni capolinea (sono previsti tutti sostegni capolinea ST) ai portali delle S.E. , sarà effettuata con fascio di conduttore binato: quindi (2 x 3) 6 conduttori di energia alluminio-acciaio diametro 40,5 mm.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 12, arrotondamento per accesso di quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con la corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Tale corda di guardia, in acciaio rivestito di alluminio del diametro di 20,30 mm e sezione di 245,50 mm<sup>2</sup>, sarà costituita da n. 37 fili del diametro di 2,91 mm.

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 29.673 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

### Stato di tensione meccanica

Trattandosi di linee in area con condizioni ambientali eccezionali (definite di "Alto Sovraccarico") anche i criteri di progettazione variano passando dalla condizione base "EDS" alla condizione base "MFB" per garantire, ai valori minimi possibili, la variazione dello stato di tensione meccanica nei conduttori, garantendo allo stesso tempo:

- il franco minimo sul terreno ed opere attraversate
- la tensione minima nel conduttore - e corda di guardia - nelle condizioni di verifica più gravose, essendo queste tutte derivate dalla condizione base MFB.

Nelle altre condizioni derivate o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica; in più, nel caso del nostro progetto devono essere verificate le condizioni eccezionali "Alto Sovraccarico".

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- EDS** - Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MSA** - Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- MSB** - Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- MPA** - Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MPB** - Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFA** - Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- MFB** - Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- CVS1** - Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h
- CVS2** - Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
- CVS3** - Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- CVS4** - Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Oltre alle ipotesi sopra elencate, che sono definite dalla normativa, sono state introdotte nuove ipotesi di verifica eccezionali "Alto Sovraccarico", dove le condizioni ambientali assumono una molteplice combinazione tra i tre fattori fondamentali:

- il vento varia da 0 km/h a 150 km/h
- lo spessore manicotto di ghiaccio varia da 30 mm a 50 mm
- la temperatura minima varia da -5 °C a -30 °C

E' ovvio che queste nuove ipotesi di verifica eccezionali "*Alto Sovraccarico*" sono quelle che determinano il dimensionamento meccanico di tutti i componenti della linea.

Analogamente, anche per la corda di guardia i criteri di progetto e verifica seguono i criteri già utilizzati per il conduttore.

In ogni caso dovrà essere garantito la necessità di avere il parametro della corda di guardia del 6-10% più elevato rispetto a quello del conduttore nella stessa condizione di verifica; questo al fine di garantire i franchi elettrici conduttore-corda e, al tempo stesso, permettere alla fune la sua funzione di "parafulmine" nei confronti del conduttore.

### Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

### Sostegni a traliccio

I sostegni (doppia terna del tipo a tronco-piramidale; semplice terna del tipo a delta), saranno di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B", sia per sopportare i sovraccarichi maggiorati previsti per condizioni ambientali eccezionali (definite di "*Alto Sovraccarico*").

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Gli elettrodotti 220 kV saranno realizzati utilizzando una serie speciale di tipi di sostegno (definita serie 380 kV "*Alto Sovraccarico*"), tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili' (di norma vanno da 15 a 48 m, con alcuni allungati speciali fino a 60 m).

I tipi di sostegno utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona B + le condizioni ambientali eccezionali (definite di "Alto Sovraccarico"), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio diametro 56,26 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

**ZONA B+ "AS":** condizione base di progetto **MFB**

→ parametro conduttore 1050 m

→ costante per tutti i valori di campata equivalente

**a cui corrispondente il tiro orizzontale in MFB di 6623 daN pari al 12,51 % del carico di rottura Kr.**

Conseguentemente, il tiro orizzontale in EDS varia

da 8625 daN (16,28 % Kr → campata equivalente di 150 m)

a 6672 daN (12,60 % Kr → campata equivalente di 950 m)

TIPO SOSTEGNI ST (semplice terna)	ALTEZZA SERIE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"AG" amarro di linea	21 ÷ 48 m	650 m	60°00'	0,5278
"AG" amarro capolinea	21 ÷ 48 m	400 m	0°00'	0,0000
"GSA" amarro rompitratta	21 ÷ 48 m	600 m	50°00'	0,3539
"GSV" sospensione pesante	21 ÷ 48 m	600 m	50°00'	0,3539
"G1" sospensione intermedia	15 ÷ 48 m	630 m	25°00'	0,3990
"G2" sospensione leggera	15 ÷ 48 m	450 m	8°00'	0,3263

TIPO SOSTEGNI DT (doppia terna)	ALTEZZA SERIE	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N" sospensione leggera	18 ÷ 48 m	200 m	5°73'	0,3532
"P V" ; "P L" sospensione pesante	18 ÷ 48 m	300 m	19°42'	0,3063
"V V" ; "V L" sospensione con vertice	18 ÷ 48 m	300 m	35°53'	0,6920
"V A" amarro	18 ÷ 48 m	450 m	34°00'	0,6001
"V A" amarro capolinea	18 ÷ 48 m	200 m	0°00'	0,0000

### Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 450m.

### Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti - realizzato con materiale serie 380 kV (pur essendo l'esercizio previsto a tensione 220 kV) che garantisce la tensione massima di esercizio di 420 kV - sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato di tipo "normale", con carico di rottura di 160, 210 e 400 kN, connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amarri e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** Le catene di sospensione saranno del tipo a ad I , a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno due o tre in parallelo.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

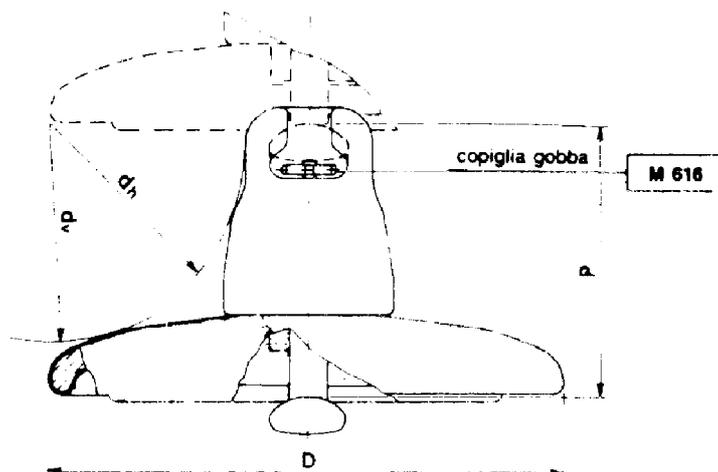


Figura 3-12: caratteristiche geometriche

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> )
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone agricole (2)</li> <li>• Zone montagnose</li> </ul> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> <li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li> </ul>	(*)

(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona e da alle condizioni di vento più severe.

(4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.

Tabella 3-2: Nella tabella è indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico leggero o nullo e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J1/3 (normali) per gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normali) per gli armamenti in amarro. Qualora i valori di carico trasmessi dal conduttore alle morse ed agli isolatori lo richiedano, si provvederà a utilizzare gli isolatori tipo J1/4 per le sospensioni e tipo J1/5 per gli amarri, o ad incrementare il numero di catene per ramo e posizionare i doppi morsetti.

### Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV serie "Alto Sovraccarico" sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno. Per le linee a 380 kV serie "Alto Sovraccarico" si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
	Ramo 1	ramo 2	
a "I" semplice	210		IS
a "I" doppio	210 x 2		ID
a "V" semplice	210	210	VSS
a "V" doppio	210 x 2	210 x 2	VDD
a "L" semplice-	210	210	LSS
a "L" doppio	210 x 2	210 x 2	LDD
triplo per amarro	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	3 x 210		TAR
doppio per amarro	2 x 400		DA
doppio per amarro rovescio	2 x 400		DAR
ad "I" per richiamo collo morto	160		IR
a "V" semplice per richiamo collo morto	160	160	VR

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili tra i materiali unificati, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

### Fondazioni

Per la descrizione dettagliata delle opere di fondazione si rimanda alla Relazione Geologica preliminare (cod. **REAR10019BASA000025\_REL\_01**).

### Messe a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare. Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

### Allegati

- Tavola 26 - Schema sostegno e fondazione tipo

### 3.3.2 Planimetria e profilo dell'elettrodotto

Si rimanda alle specifiche relazioni e tavole tecniche di progetto e, per la planimetria agli allegati dello SIA di seguito elencati.

### Allegati

- Tavola 1 - Corografia di inquadramento;
- Tavola 2 - Corografia di progetto;
- Tavola 3 - Corografia di progetto - ortofoto;

### 3.3.3 Campi elettrici e magnetici

Di seguito si riportano le distribuzioni teoriche dei campi elettrico e magnetico, in funzione della distanza dall'asse linea dei conduttori dal suolo.

Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione tecnica di progetto 'Relazione di calcolo delle fasce di rispetto`.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la **distanza di prima approssimazione**, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

La normativa prevede inoltre che se all'interno della DPA siano individuati dei recettori sensibili venga effettuato il calcolo puntuale del campo elettromagnetico al fine di garantire un valore di induzione magnetica inferiore ai  $3\mu\text{T}$ .

### Linee aeree a 220 kV

I tratti in esame verranno costruiti utilizzando un conduttore singolo diametro 56.26 mm (di adeguata resistenza meccanica conseguente alla particolare condizione climatica di alta montagna), che ha portata equivalente ad un fascio trinato di conduttori da 31.5 mm. Inoltre i sostegni saranno in classe 380 kV, (per gli stessi motivi tecnici di condizione climatica di alta montagna). Pertanto, pur essendo la linea in classe 220 kV, si considera la corrente nel conduttore pari a 2310 A, in conformità a quanto riportato nel par. 3.3.3 della norma CEI 11-60, in quanto conduttore equivalente di un fascio trinato di una linea 380 kV.

Per questi due motivi, si fa sempre riferimento alle distanze previste nel Decreto 29 Maggio 2008 per le linee a 380 kV con 3 conduttori per fase.

Ne consegue che nei calcoli di campo elettrico e magnetico, verranno adottati i seguenti dati:

Tensione di esercizio:	220 kV
Portata in corrente:	2310 A
N. di conduttori per fase (ai fini del calcolo di campo magnetico)	n°1 (diametro 56,26 mm) (equivalente a 3 conduttori diametro 31,5 mm)

Nel calcolo delle isocampo di induzione magnetica, lo schema dei sostegni utilizzati è quello dei sostegni 380 kV ad Alto Sovraccarico.

Si riportano brevemente i risultati ottenuti:

**Elettrodotto in doppia terna in classe 380kV ad Alto Sovraccarico**

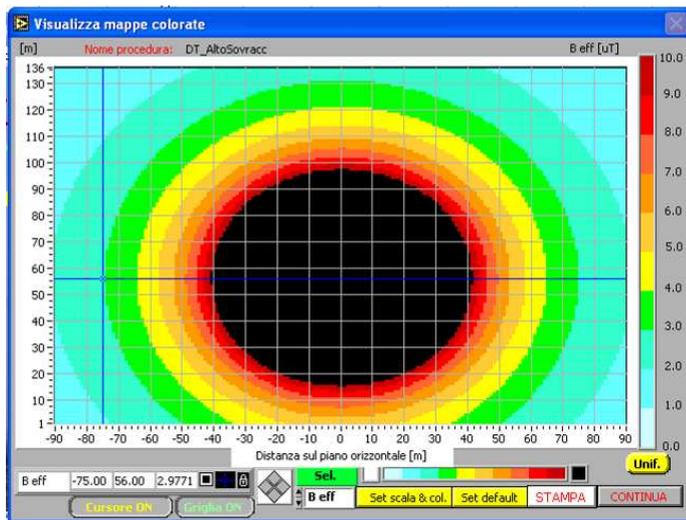


Figura 3-13: SOSTEGNO A TRALICCIO DT 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO P: **DPA = 75 m**

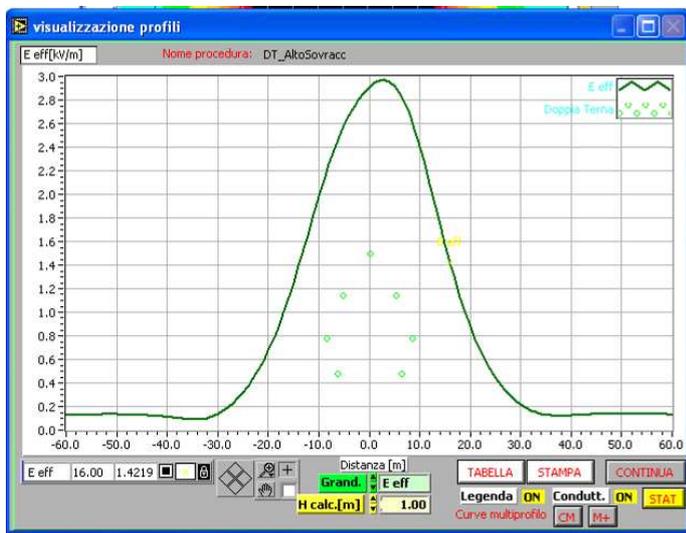


Figura 3-14: SOSTEGNO A TRALICCIO DOPPIA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO P: andamento del campo elettrico a 1 m dal suolo considerando l'altezza dei conduttori in centro campata

**Elettrodotto in semplice terna in classe 380kV ad Alto Sovraccarico**

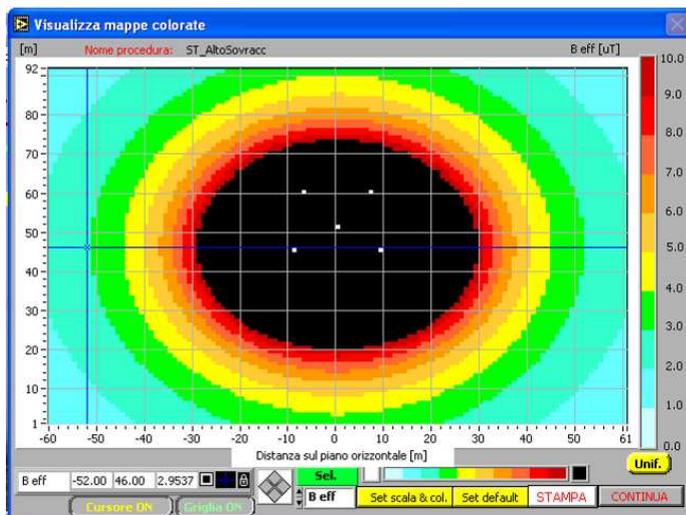


Figura 3-15: SOSTEGNO A TRALICCIO ST 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO G1: **DPA = 52 m**

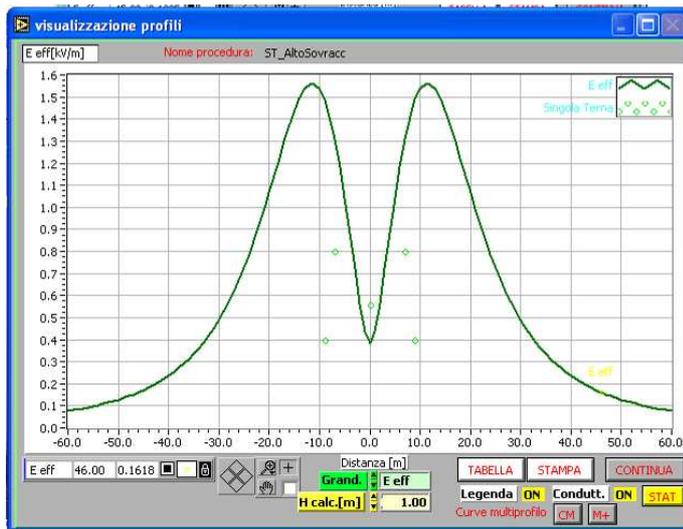


Figura 3-16: SOSTEGNO A TRALICCIO SINGOLA TERNA 380 kV ALTO SOVRACCARICO TIPO G1: andamento del campo elettrico a 1 m dal suolo considerando l'altezza dei conduttori in centro campata

Riassumendo, le ampiezze delle DPA (rispetto all'asse linea) indisturbate ottenute per le linee aeree sopra menzionate, considerando i valori di corrente di cui al par. precedente, sono pari a:

- 75 m per il tratto in classe 380 kV in doppia terna ad alto sovraccarico su cui verranno posizionate la linea 220 kV "All'Acqua-Ponte V.F." T.220 e la linea 220 kV "All'Acqua-Verampio";
- 52 m per i tratti in classe 380 kV in singola terna ad alto sovraccarico della linea 220 kV "All'Acqua-Ponte V.F." T.220 e la linea 220 kV "All'Acqua-Verampio" e per la linea 220 kV "Ponte V.F.-Verampio" T.221

All'interno della DPA sono stati individuate 20 particelle catastalmente individuate come "fabbricati", solo 4 della quali sono propriamente definibili come "recettori".

A valle delle verifiche effettuate e dal risultato dei calcoli puntuali sui recettori interni alla DPA, è possibile affermare che in corrispondenza dei possibili recettori sensibili (aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), il valore di induzione magnetica generato dai nuovi elettrodotti si mantiene sempre inferiore a 3  $\mu$ T, in ottemperanza alla normativa vigente.

Inoltre, come si può desumere sempre dai grafici, il valore di campo elettrico atteso (ad 1 m dal suolo) sarà comunque sempre inferiore al "limite di esposizione" di 5 kV/m come definito dal DPCM 8/7/2003.

#### Allegati

- *Tavola 24 – Campo elettromagnetico al suolo;*

### 3.4 Analisi delle azioni di progetto

#### 3.4.1 Fase di costruzione

##### Modalità di organizzazione del cantiere

L'insieme del "cantiere di lavoro" per la realizzazione delle tratte dell'elettrodotto è composto da:

Aree di cantiere : sono aree dedicate al solo deposito di materiali, attrezzature e macchinari che verranno elitrasportati in ciascun micro cantiere (così definita l'area di lavorazione per la realizzazione di ciascun sostegno); sono ubicate a considerevole distanza da centri abitati, in posizione più prossima alle aree di intervento.

I due cantieri base saranno ubicati:

- cantiere di Riale, a monte dell'Albergo della Cascata del Toce; il Passo S. Giacomo è raggiungibile con mezzi di media taglia che trasporteranno il materiale necessario per l'allestimento di ogni micro cantiere il quale verrà rifornito tramite elicottero;
- cantiere di Cadarese, in adiacenza stazione elettrica di Cadarese; adibito anch'esso a deposito, mediante elicottero si raggiungeranno i micro cantieri.

Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti l'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:

- Area sostegno o micro - cantieri: è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio / palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte;
- Area di linea - è l'area interessata dalle attività di tesatura. Nel caso in esame si prevede la realizzazione di un'area adibita a deposito/tesatura ubicata in corrispondenza dell'Alpe Crariola in alta Val Isorno.

Le linee di nuova realizzazione tratta A 220 kV All'Acqua -Ponte, tratta B 220 kV Ponte - Verampio e tratta C 220 kV All'acqua -Verampio saranno realizzate in un unico lotto.

In considerazione della quota media dei tracciati, si può ipotizzare un tempo di realizzazione dell'intera opera pari a 4 anni. Ogni anno si apriranno i cantieri a marzo fino a ottobre, le lavorazioni saranno possibili indicativamente da maggio/giugno sino ad ottobre. In sintesi, ogni anno di lavoro verranno realizzate:

<b>FASE 1 – stagione di lavoro 1° anno</b>	
Apertura cantiere	Febbraio/marzo
Costruzione linea ST tratto (B): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	febbraio - ottobre
Costruzione linea DT - ST tratto (A): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	aprile - novembre
Costruzione linea ST tratto (C): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	Maggio - novembre
Chiusura cantiere	novembre

<b>FASE 2 – stagione di lavoro 2° anno</b>	
Apertura cantiere	marzo
Costruzione linea ST tratto (B):realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	aprile - ottobre
Costruzione linea DT-ST tratto (A): realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	maggio - novembre
Costruzione linea ST tratto (C): completamento realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	maggio- novembre
Chiusura cantiere	novembre

<b>FASE 3 – stagione di lavoro 3° anno</b>	
Apertura cantiere	febbraio
Costruzione linea ST tratto (B): tesatura ed attivazione nuova linea Ponte-Verampio	aprile - ottobre
Costruzione linea DT-ST tratto (A): tesatura ed attivazione nuova linea Airolo – PonteT220	maggio - ottobre
Costruzione linea ST tratto (C): realizzazione fondazioni montaggio sostegni	maggio - ottobre
Chiusura cantiere	novembre

<b>FASE 4 – stagione di lavoro 4° anno</b>	
Apertura cantiere	febbraio
Costruzione linea ST tratto (C): tesatura nuova linea Airolo – Verampio	maggio -ottobre
Demolizioni linee esistenti	Febbraio-ottobre
Chiusura cantiere	novembre

<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
Apertura di cantiere	Approntamento del cantiere , controllo documentazione di progetto e verifica del tracciato, verifica di adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Chiusura cantiere	Ritiro materiali dislocati nelle aree temporanee del cantiere, controllo documentazione di progetto, verifica e adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Realizzazione fondazioni e montaggio sostegno	In questa fase verranno realizzate le fondazioni che principalmente saranno ancorate in roccia oppure, nel caso di materiale detritico, sarà realizzato il foro dove verranno inseriti i piedini ricoperti dal materiale di risulta. I sostegni saranno montati pezzo per pezzo interamente nel micro - cantiere. Dalle aree di deposito giungeranno i pezzi non assemblati.
Tesatura della linea	Mediante utilizzo dell'elicottero si tesserà l'intera tratta. Per la realizzazione di questa fase si predispose un opportuna area cantiere denominata di linea
Dismissione	I sostegni esistenti ubicati nel fondovalle verranno smontati pezzo per pezzo. Le fondazioni saranno demolite ed il materiale di risulta verrà smaltito come specificato dalla normativa vigente in materia. Sarà ripristinato lo stato originale dei luoghi.

La tabella che segue riepiloga la struttura del cantiere, le attività svolte presso ogni area, i macchinari utilizzati. Si specifica che sono indicati i macchinari utilizzati direttamente nel ciclo produttivo, mentre non vengono segnalati gli automezzi in dotazione per il trasporto del personale che, presso le aree di lavoro, restano inutilizzati.

#### **Aree di deposito**

<b>Area di cantiere</b>	<b>Attività svolta</b>	<b>Macchinari / Automezzi</b>
Area di deposito	Esclusivamente Carico / scarico materiali e attrezzature; Formazione colli per carico e scarico elicottero	Autocarro con gru; Autogru; Carrello elevatore; Elicottero

### Aree di intervento

(le lavorazioni evidenziate in blu sono relative alla dismissione delle linee esistenti)

Attività svolta	Macchinari / Automezzi
<b>Micro - cantieri</b>	
Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia	
Movimento terra, scavo di fondazione;	Escavatore; Generatore per pompe acqua
Movimento terra, demolizione fondazioni esistenti	Escavatore; Escavatore con martello demolitore
Montaggio tronco base del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare); Autobetoniera Generatore
Casseratura e armatura fondazione <sup>1</sup>	
Getto calcestruzzo di fondazione <sup>1</sup>	
Disarmo <sup>1</sup>	
Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra	Escavatore
Montaggio a piè d'opera del sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare) - falcone
Montaggio in opera sostegno	Autocarro con gru - falcone
	Autogru; Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)
Smontaggio / demolizione sostegno	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
	Argano di sollevamento (in alternativa all'autogru/gru)
	Mototroncatrice (motosega)
Taglio a piè d'opera dei sostegni smontati	Escavatore con cesoia idraulica
	Mototroncatrice (motosega)
Movimentazione conduttori	Argano di manovra ed elicottero

<b>Area per tesatura linea</b>	
Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti	Argano / freno
	Elicottero
	Argano di manovra
Lavori in genere afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie	Autocarro con gru (oppure autogru o similari)

<sup>1</sup> Ad esclusione dei sostegni metallici

	Argano di manovra
Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento	Autocarro con gru (oppure autogru o similare)
Realizzazione varianti provvisorie / messa in cavo di linee interferenti	Autocarro con gru (oppure autogru o similare);
	Escavatore

Il personale impiegato sarà presumibilmente organizzato in più squadre in modo da progredire più velocemente con i lavori. Ogni squadra sarà posizionata su un micro cantiere.

L'accesso ai sostegni sarà possibile solo tramite elicottero eccezion fatta per i sostegni:

- tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte e tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio tratta comune in DT dal sostegno 1 al sostegno 9/10 l'avvicinamento via terra è possibile attraverso la strada che giunge al Passo S.Giacomo;
- tratta A 220 kV All'Acqua – Ponte –sostegno n° 32 e tratta B 220 kV Ponte – Verampio sostegno 1 in corrispondenza dalla stazione elettrica di Ponte;
- tratta B 220 kV Ponte – Verampio sostegno 79 e tratta C 220 kV All'Acqua – Verampio sostegni 73 e 74 nei pressi della stazione elettrica di Verampio.

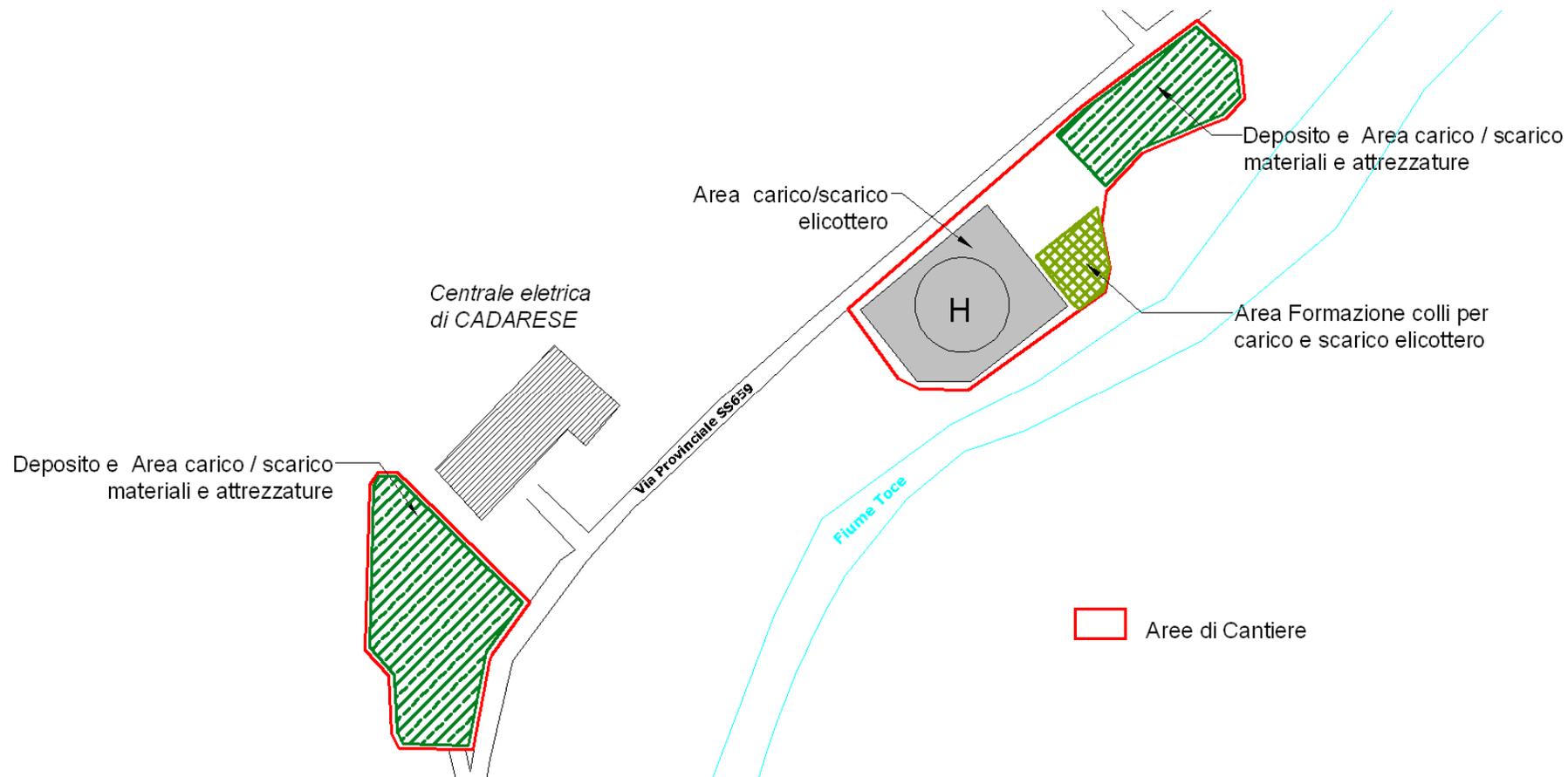


Figura 3-17: Tipologico Cantiere Località Cadarese – Disegno non in scala-  
Nella fotografia vista da nord sull'area di deposito

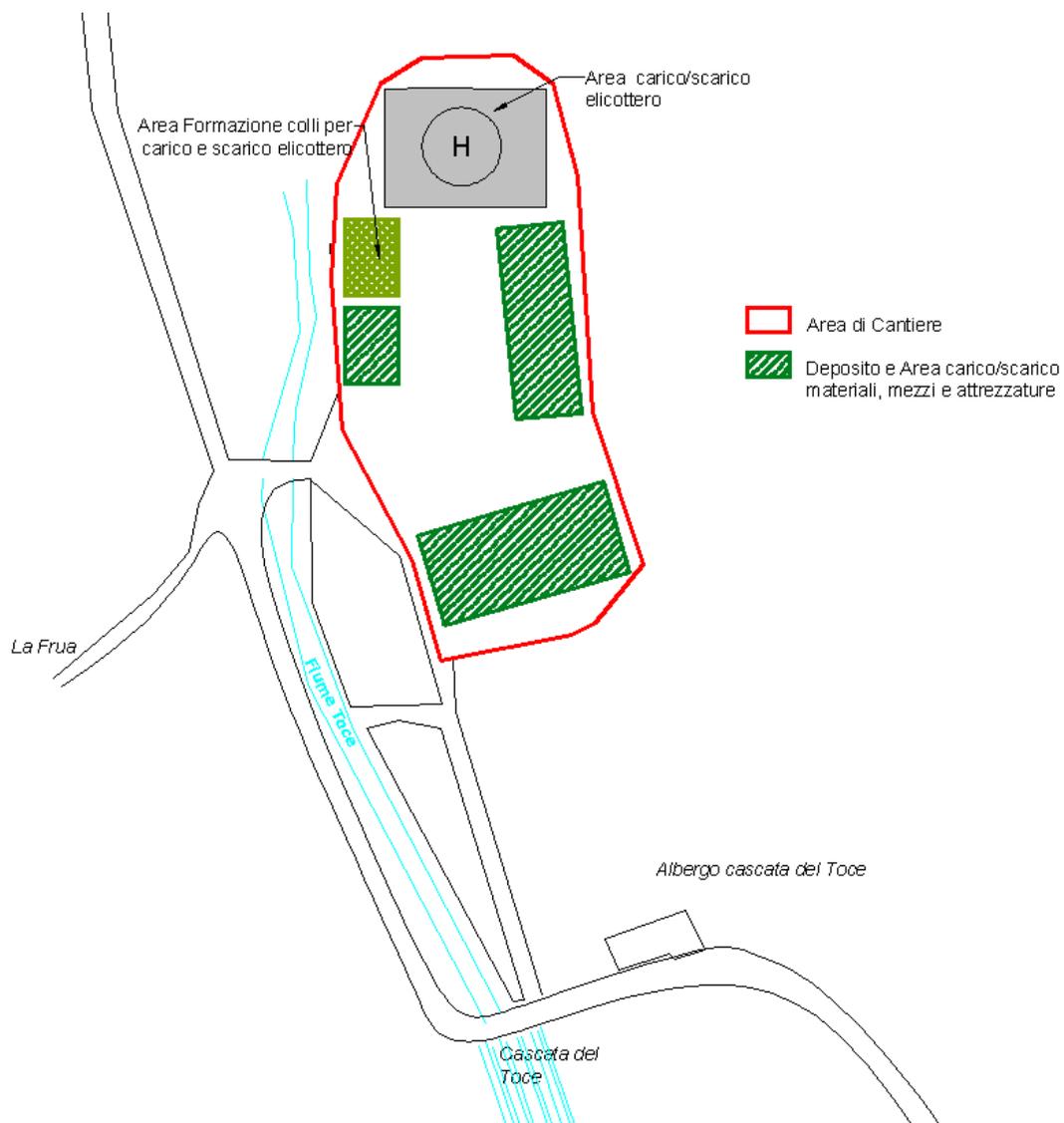


Figura 3-18: Tipologico Cantiere Località Riale – Disegno non in scala



Figura 3-19: immagini relative a micro - cantieri in quota. Nelle aree acclivi si realizzano più piattaforme per depositare materiali e macchinari. Si realizzano dei bivacchi necessari alle maestranze in caso di repentino cambio di tempo. Sarà necessario per ogni micro cantiere costruire anche delle piazzole per la posa dell'elicottero.

## Quantità e caratteristiche delle risorse utilizzate

Per la realizzazione dell'opera nel suo complesso saranno necessari mediamente:

- 250 mc/km di scavo, dove non presente roccia;
- 50 mc/km di getto di calcestruzzo;
- 35 t/km di ferro di armatura;
- 25-40 t di carpenteria metallica per sostegno;
- 4 t/km di morsetterie e accessori;
- 650 isolatori/m;
- 20 t/km di conduttori;
- 3 t/km di corda di guardia.

Più nel dettaglio l'entità delle lavorazioni e dei materiali previsti per la costruzione delle nuove linee aeree è la seguente:

- 19 sostegni a doppia terna 380 kV  
166 sostegni a singola terna split-phase 380 kV circa 7780 t in profilati d'acciaio;
- 13500 mc circa di volume di scavo;
- 1320 t circa di conduttore alluminio - acciaio avente diametro pari a 56,26 mm;
- 200 t circa di fune di guardia.

### Materiali provenienti dalle demolizioni

La demolizione/dismissione degli elettrodotti esistenti Linea 220 kV n. 2201 All'Acqua Ponte V.F. , Linea 220 kV n.221 Ponte V.F. - Verampio, Linea 220 kV n.222 Ponte V.F. - Verampio, Linea 132 kV n.426 Morasco - Ponte V.F. e Linea 132 kV n.427 Fondovalle - Ponte V.F., produrrà i seguenti materiali di risulta:

- conduttori in corda bi-metallica, alluminio e acciaio;
- funi di guardia in corda di acciaio;
- isolatori in vetro e porcellana;
- elementi di morsetteria in acciaio;
- carpenteria metallica (tralicci) dei sostegni;
- calcestruzzo di fondazione.

Tutti i materiali di provenienza dalle demolizioni / smontaggi sopra indicati, qualora non riciclabili, sono considerati rifiuti e saranno conferiti agli smaltitori finali autorizzati, in conformità alla normativa vigente in materia.

## Realizzazione delle fondazioni

Le tipologie di fondazioni individuate sono 4, scelte in base alle condizioni geologiche, ed in funzione di eventuali fenomeni di dissesto presenti nell'area di intervento. Esse sono:

- *Fondazioni metalliche*: su terreni detritici caratterizzati dall'assenza di fenomeni di dissesto;
- *Fondazioni ancorate con tiranti*: su substrato roccioso;
- *Fondazioni su micropali (tipo Tubfix)*: su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto/fenomeni valanghivi;
- *Fondazioni "CR"* su terreni detritici situati nel fondovalle in condizioni di dinamica geomorfologica stabile.

Nella Tavola 16 in allegato al presente elaborato, si riportano i tipologici delle fondazioni che verranno utilizzate per la realizzazione delle tre tratte.

Per ciascun tipologico le dimensioni caratteristiche della fondazione quali profondità d'imposta, larghezza ecc., dipendono dalla capacità portante del complesso fondazione-terreno.

Tali grandezze verranno definite a seguito della caratterizzazione del terreno di fondazione nella fase di progettazione esecutiva delle opere.

Si descrive brevemente la metodologia costruttiva e le caratteristiche di ciascuna fondazione:

#### Fondazioni CR

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interratoe atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

Questo tipo di fondazione verrà realizzato solo per i sostegni ubicati nel fondovalle.

#### Fondazioni metalliche

Verranno utilizzate per sostegni ubicati in alta quota in aree caratterizzate dalla presenza di depositi detritici prive di fenomeni di dissesto.

Il moncone è realizzato tramite un'intelaiatura metallica, le cui dimensioni e la profondità d' imposta variano in funzione del carico richiesto dal sostegno.

La peculiarità della fondazione è rappresentata dalla possibilità di chiudere lo scavo di fondazione con il materiale di risulta dello stesso, evitando l'impiego del calcestruzzo

Ciò discende sia dalla difficoltà di trasportare e/o produrre calcestruzzo in aree non raggiungibili dai mezzi sia per ridurre al minimo la produzione di materiale di scarto.

#### Fondazioni su micropali (tipo Tubfix)

Verranno utilizzate su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto e in aree contrassegnate dalla presenza di fenomeni valanghivi.

La tipologia costruttiva prevede la realizzazione dello scavo sino al raggiungimento del piano di posa della fondazione coincidente con la quota prevista per la realizzazione del palo. Viene eseguita una perforazione, effettuata con una sonda a rotazione e circolazione di fango bentonitico, e si introduce un'armatura tubolare di acciaio di elevate caratteristiche meccaniche, che rappresenta il principale elemento resistente nella sezione trasversale del palo. Inoltre rappresenta il mezzo d'opera indispensabile per l'esecuzione di iniezione in pressione ripetuta e controllata.

Il tubo infatti, in corrispondenza degli strati supporti portanti, è munito di valvole di non ritorno disposte a intervalli regolari ogni 30-50 cm.

Una volta posto in opera il tubo, si procede alla formazione di una 'guaina' iniettando attraverso la valvola più profonda del tubo una miscela cementizia che va ad occupare lo spazio anulare compreso fra le parti del foro e la superficie esterna del tubo.

Dopo che la guaina ha iniziato la presa, si procede ad iniettare in pressione, valvola per valvola in più riprese successive, la parte di tubo corrispondente al tratto di micropalo scelto per diffondere nel terreno i carichi relativi.

I tipi di micropali Tubfix si differenziano essenzialmente per la sezione di tubo d'acciaio posto in opera.

#### Fondazioni con ancoraggi a tiranti

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue:

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se attestato essere idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito. La parte in eccedenza sarà trattata secondo quanto previsto dalla normativa in materia di rifiuti secondo il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

#### Realizzazione dei sostegni

Terminata la fase di realizzazione delle strutture di fondazione, si procederà al trasporto dei profilati metallici zincati ed al successivo montaggio in opera, a partire dai monconi già ammorsati in fondazione.

I tralici saranno trasportati sui siti per parti, mediante l'impiego di elicottero; per il montaggio si provvederà al sollevamento degli stessi con argani. I diversi pezzi saranno collegati fra loro tramite bullonatura.

Per ogni sostegno o per gruppi di sostegni da realizzare con l'elicottero, viene individuata una piazzola idonea all'atterraggio dell'elicottero da utilizzare per carico/scarico materiali e rifornimento carburante.

La carpenteria metallica occorrente viene trasportata sul posto di lavoro in fasci del peso di max 7 q.li insieme all'attrezzatura occorrente (falcone, argani ecc.) il montaggio viene poi eseguito in sito.

Per ogni palo, suddiviso in tratte, si riporta, l'altezza utile<sup>2</sup>, altezza totale e la tipologia di armamento<sup>3</sup>.

Si precisa che in sede di progettazione esecutiva ed a seguito dell'esecuzione delle indagini geognostiche i dati contenuti nelle successive tabelle potrebbero essere modificati.

---

<sup>2</sup> Altezza del conduttore più basso rispetto a terra.

<sup>3</sup> TA In amarro, SS singola sospensione, DS doppia sospensione

<b>Tratta A – 220 kV All'Acqua - Ponte</b>				
<b>N° Palo</b>	<b>Armamento</b>	<b>H utile [m]</b>	<b>H sostegno totale [m]</b>	<b>Fondazioni</b>
1	TA	21	49	F.METALLICHE
2	DS	21	49	F.METALLICHE
3	DS	24	58,42	F.METALLICHE
4	DS	21	55,42	F.METALLICHE
5	DS	18	52,42	F.METALLICHE
6	DS	18	52,42	F.METALLICHE
7	DS	24	52	F.METALLICHE
8	DS	21	55,42	F.METALLICHE
9	DS	18	52,42	ANCORATE CON TIRANTI
10	DS	27	61,42	F.METALLICHE
11	DS	27	61,42	F.METALLICHE
12	DS	33	67,42	ANCORATE CON TIRANTI
13	DS	36	70,42	ANCORATE CON TIRANTI
14	DS	24	58,42	ANCORATE CON TIRANTI
15	DS	27	61,42	ANCORATE CON TIRANTI
16	DS	24	58,42	ANCORATE CON TIRANTI
17	DS	24	58,42	ANCORATE CON TIRANTI
18	DS	18	52,42	ANCORATE CON TIRANTI
19	TA	21	49	ANCORATE CON TIRANTI
20	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
21	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
22	TA	33	44,5	ANCORATE CON TIRANTI
23	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
24	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
25	TA	42	53,5	MICROPALI TUBFIX
26	TA	33	44,5	F. METALLICHE
27	TA	33	44,5	MICROPALI TUBFIX
28	TA	33	44,5	CR
29	TA	33	44,5	CR
30	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
31	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
32	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX

<b>Tratta B – 220 kV Ponte - Verampio</b>				
<b>N° Palo</b>	<b>Armamento</b>	<b>H utile</b>	<b>H sostegno totale [m]</b>	<b>Fondazione</b>
1	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
2	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
3	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
4	TA	27	38,5	CR

<b>Tratta B – 220 kV Ponte - Verampio</b>				
<b>N° Palo</b>	<b>Armamento</b>	<b>H utile</b>	<b>H sostegno totale [m]</b>	<b>Fondazione</b>
5	TA	18	29,5	CR
6	TA	27	38,5	MICROPALI TUBFIX
7	TA	27	38,5	F. METALLICHE
8	TA	30	41,5	MICROPALI TUBFIX
9	SS	30	43,1	MICROPALI TUBFIX
10	TA	30	41,5	MICROPALI TUBFIX
11	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
12	TA	30	41,5	F. METALLICHE
13	SS	24	37,1	MICROPALI TUBFIX
14	SS	21	34,1	ANCORATE CON TIRANTI
15	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
16	DS	33	46,1	ANCORATE CON TIRANTI
17	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
18	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
19	SS	30	43,1	MICROPALI TUBFIX
20	TA	42	53,5	ANCORATE CON TIRANTI
21	TA	39	50,5	ANCORATE CON TIRANTI
22	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
23	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
24	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
25	SS	27	40,1	MICROPALI TUBFIX
26	TA	30	41,5	MICROPALI TUBFIX
27	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
28	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
29	TA	30	41,5	MICROPALI TUBFIX
30	DS	27	40,1	MICROPALI TUBFIX
31	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
32	TA	33	44,5	MICROPALI TUBFIX
33	SS	36	49,1	MICROPALI TUBFIX
34	TA	24	35,5	F. METALLICHE
35	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
36	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
37	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
38	TA	18	29,5	MICROPALI TUBFIX
39	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
40	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
41	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
42	DS	33	46,1	ANCORATE CON TIRANTI
43	TA	27	38,5	F. METALLICHE
44	SS	24	37,1	MICROPALI TUBFIX
45	TA	24	35,5	F. METALLICHE
46	SS	24	37,1	F. METALLICHE

Tratta B – 220 kV Ponte - Verampio				
N° Palo	Armamento	H utile	H sostegno totale [m]	Fondazione
47	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
48	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
49	SS	18	31,1	ANCORATE CON TIRANTI
50	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
51	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
52	SS	21	34,1	ANCORATE CON TIRANTI
53	SS	24	37,1	ANCORATE CON TIRANTI
54	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
55	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
56	SS	21	34,1	ANCORATE CON TIRANTI
57	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
58	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
59	SS	24	37,1	MICROPALI TUBFIX
60	DS	24	37,1	ANCORATE CON TIRANTI
61	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
62	SS	24	37,1	ANCORATE CON TIRANTI
63	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
64	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
65	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
66	DS	42	55,1	ANCORATE CON TIRANTI
67	DS	33	46,1	F. METALLICHE
68	TA	33	44,5	F. METALLICHE
69	TA	30	41,5	F. METALLICHE
70	TA	24	35,5	F. METALLICHE
71	SS	21	34,1	F. METALLICHE
72	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
73	SS	24	37,1	F. METALLICHE
74	SS	39	52,1	ANCORATE CON TIRANTI
75	SS	30	43,1	ANCORATE CON TIRANTI
76	SS	33	46,1	ANCORATE CON TIRANTI
77	SS	27	40,1	F. METALLICHE
78	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
79	TA	39	50,5	CR

Tratta C – 220 kV All'Acqua - Verampio -TRATTO ST					
N° Palo	Sostegno tipo	Armamento	H utile [m]	H sostegno totale [m]	Fondazioni
1	GS	TA	21	49	sostegno 19 tratta A
2	AG	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
3	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
4	G2	SS	30	43,1	ANCORATE CON TIRANTI

Tratta C – 220 kV All'Acqua - Verampio -TRATTO ST					
N° Palo	Sostegno tipo	Armamento	H utile [m]	H sostegno totale [m]	Fondazioni
5	GS	TA	27	38,5	MICROPALI TUBFIX
6	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
7	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
8	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
9	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
10	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
11	G2	SS	24	37,1	ANCORATE CON TIRANTI
12	GS	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
13	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
14	G1	DS	42	55,1	ANCORATE CON TIRANTI
15	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
16	GS	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
17	G2	SS	24	37,1	MICROPALI TUBFIX
18	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
19	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
20	GS	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
21	GS	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
22	GS	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
23	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
24	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
25	GS	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
26	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
27	GS	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
28	GS	TA	27	38,5	F. METALLICHE
29	GS	TA	27	38,5	MICROPALI TUBFIX
30	GS	TA	60	71,5	F. METALLICHE
31	GS	TA	57	68,5	MICROPALI TUBFIX
32	GS	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
33	GS	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
34	G1	SS	21	34,1	MICROPALI TUBFIX
35	GS	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
36	AG	TA	21	32,5	MICROPALI TUBFIX
37	GS	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
38	GS	TA	24	35,5	MICROPALI TUBFIX
39	GS	TA	18	29,5	MICROPALI TUBFIX
40	GS	TA	18	29,5	MICROPALI TUBFIX
41	GS	TA	27	38,5	MICROPALI TUBFIX
42	G2	SS	24	37,1	ANCORATE CON TIRANTI
43	GS	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
44	G2	SS	21	34,1	ANCORATE CON TIRANTI
45	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
46	AG	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI

Tratta C – 220 kV All'Acqua - Verampio -TRATTO ST					
N° Palo	Sostegno tipo	Armamento	H utile [m]	H sostegno totale [m]	Fondazioni
47	GS	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
48	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
49	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
50	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
51	G2	SS	30	43,1	ANCORATE CON TIRANTI
52	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
53	GS	TA	33	44,5	ANCORATE CON TIRANTI
54	AG	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
55	G2	SS	21	34,1	MICROPALI TUBFIX
56	GS	TA	21	32,5	ANCORATE CON TIRANTI
57	GS	TA	30	41,5	ANCORATE CON TIRANTI
58	AG	TA	42	53,5	MICROPALI TUBFIX
59	GS	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
60	AG	TA	36	47,5	ANCORATE CON TIRANTI
61	GS	TA	24	35,5	ANCORATE CON TIRANTI
62	GS	TA	33	44,5	ANCORATE CON TIRANTI
63	GS	TA	39	50,5	ANCORATE CON TIRANTI
64	GS	TA	42	53,5	F. METALLICHE
65	GS	TA	24	35,5	F. METALLICHE
66	GS	TA	36	47,5	F. METALLICHE
67	GS	TA	27	38,5	F. METALLICHE
68	G2	SS	24	37,1	F. METALLICHE
69	AG	TA	21	32,5	F. METALLICHE
70	G2	DS	21	34,1	ANCORATE CON TIRANTI
71	G2	SS	27	40,1	ANCORATE CON TIRANTI
72	GS	TA	27	38,5	ANCORATE CON TIRANTI
73	GS	TA	33	47,5	CR
74	GS	TA	27	44,5	CR

## Posa e tesatura dei conduttori

Lo stendimento e la tesatura dei conduttori viene, in fase esecutiva, curata con molta attenzione dalle imprese costruttrici.



*Figura 3-20:  
Tesatura dei cavi con  
elicottero*

Lo stendimento della corda pilota, viene eseguito con l'elicottero, a questa fase segue lo stendimento dei conduttori che avviene recuperando la corda pilota con l'ausilio delle attrezzature di tiro, argani e freno, dislocati in località Alpe Cravaiola, la cui azione simultanea, definita "Tesatura frenata", consente di mantenere alti dal suolo, dalla vegetazione, e dagli ostacoli in genere, i conduttori durante tutte le operazioni.

La regolazione dei tiri e l'ammorsettatura sono le fasi conclusive che non presentano in genere particolari problemi esecutivi.

### 3.4.2 Fase di esercizio

Nella fase di esercizio degli elettrodotti, il personale di Terna effettuerà regolari ispezioni ai singoli sostegni e lungo il percorso dei conduttori. Tali ispezioni sono di solito eseguite con mezzi fuoristrada nelle zone coperte da viabilità ordinaria e, nei punti inaccessibili come la maggior parte dell'opera in progetto, a piedi o avvalendosi dell'ausilio dell'elicottero.

Piccoli interventi di manutenzione (sostituzione e lavaggio isolatori, sostituzione di bandierine e/o distanziatori ecc.) si attuano con limitate attrezzature da piccole squadre di operai. Interventi di manutenzione straordinaria (varianti dovute a costruzione di nuove infrastrutture, sostituzione tralicci ecc.) sono assimilabili invece alla fase di cantierizzazione, per l'impatto prodotto.

L'elettrodotto sarà gestito e controllato in telecomando dal competente Centro Operativo; in caso di guasto, le protezioni metteranno immediatamente fuori servizio la linea. Più in particolare, si evidenzia che la rete elettrica dispone di strumenti di sicurezza che, in caso di avaria (crolli di sostegni, interruzione di cavi) dispongono l'immediata esclusione del tratto danneggiato, arrestando il flusso di energia.

Tali dispositivi, posti a protezione di tutte le linee, garantiscono l'interruzione della corrente anche nel caso di mancato funzionamento di quelli del tratto interessato da un danno; in tal caso infatti scatterebbero quelli delle linee ad esso collegate. Sono quindi da escludere rischi derivanti da eventi causati dalla corrente per effetto del malfunzionamento dell'impianto (ad esempio: incendi causati dal crollo di un sostegno). Nel seguito vengono esaminati gli eventi che potrebbero interessare l'opera e di conseguenza le aree attraversate dal tracciato:

#### Condizionamenti meteo - climatici

- Venti eccezionali: la linea elettrica è calcolata (D.M. 21/03/1988) per resistere a venti fino a 130 km/h. In condizioni più avverse (venti superiori a 260 km/h, considerati i coefficienti di sicurezza delle strutture metalliche almeno pari a 2), praticamente sconosciute nell'area d'interesse, potrebbe determinarsi il collasso di uno o più sostegni. In tal caso si avrebbe l'immediata interruzione della linea; rischi conseguenti al collasso sarebbero, quindi, solo quelli

dovuti all'ipotetico coinvolgimento di persone o cose in quel momento sotto il sostegno o sotto i conduttori.

- Freddi invernali eccezionali: la linea è calcolata per resistere a temperature superiori o uguali a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con particolare riferimento al massimo tiro dei conduttori. In condizioni più avverse, potrebbe determinarsi l'eccessivo carico dei conduttori o del sostegno per effetto del ghiaccio o della neve, con le conseguenze già evidenziate nel caso del vento. E' tuttavia da considerare che la temperatura dei conduttori, a causa dell'effetto Joule, è sensibilmente superiore alla temperatura atmosferica.

- Caldi estivi eccezionali: conduttori, cavi ed altri accessori dei sostegni sono calcolati per resistere fino a temperature di  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con particolare riferimento alla massima freccia dei conduttori. Il coefficiente di sicurezza pari a 2, garantisce la sicurezza della linea anche in presenza di elevata temperatura atmosferica e di corrente al limite termico nei conduttori.

#### Eventi fisici

- Terremoti: in casi di eventi di particolare gravità è possibile il crollo di uno o più sostegni, con danni alle persone e cose situate sotto i sostegni o i conduttori. Poiché l'elettrodotto è ubicato per lo più in zone disabitate e a valle è a distanza di sicurezza da edifici, i danni possibili sono comunque limitati.

- Incendi di origine esterna: l'incendio ipotizzabile è quello di sterpaglie o di arbusti, avente breve durata. A temperature elevate, potrebbe determinarsi il deterioramento delle parti non metalliche dei sostegni, con conseguente interruzione del flusso di energia.

#### Eventi di origine antropica

- Impatto di aerei o elicotteri: per evitare impatti con aerei o elicotteri, a norma di legge, i sostegni posti ad altezza superiore a m 61 dal piano di campagna devono essere muniti di appositi segnalatori ottici (pittura a bande bianche e rosse) ed i conduttori devono portare apposite sfere o bandierine di segnalazione. L'evento possibile a seguito di impatto è ancora il crollo di uno o più sostegni, con danni a persone o cose in quel momento nell'area del disastro.

- Sabotaggi/terrorismo: il possibile danno è causato dalle conseguenze del crollo di uno o più sostegni su persone o cose al di sotto.

- Errori in esercizio ordinario o in fase di emergenza: possono determinare l'interruzione del flusso di energia, senza impatti negativi a livello locale.

#### Identificazione delle interferenze ambientali

Per la fase di esercizio sono stati identificati fattori d'impatto ambientale legati a:

- la presenza fisica dei sostegni e dei conduttori;
- il passaggio di energia elettrica lungo la linea;
- le attività di manutenzione

Tali azioni determinano le seguenti interferenze potenziali sulle componenti ambientali:

- la presenza fisica dei sostegni produce un'occupazione di terreno, in corrispondenza delle basi degli stessi; essa coincide con l'area alla base del traliccio oltre ad una fascia di circa 2 m intorno al sostegno, identificata come rispetto.
- la presenza fisica dei conduttori e dei sostegni determina in fase di esercizio una modificazione delle caratteristiche visuali del paesaggio interessato;
- i sostegni e conduttori potrebbero talora essere urtati dagli animali in volo mentre non esiste rischio di elettrocuzione per l'avifauna, grazie alle distanze elevate tra i conduttori (molto superiori alla massima apertura alare);
- il passaggio di energia elettrica in una linea di queste caratteristiche induce campi elettrici e magnetici, la cui intensità al suolo è però ampiamente al di sotto dei valori massimi prescritti dalle normative vigenti.
- da un punto di vista dell'impatto acustico, la tensione dei conduttori determina il fenomeno chiamato effetto corona, che si manifesta con un ronzio avvertibile soltanto nelle immediate vicinanze della linea.

- le periodiche attività di manutenzione della linea per la conservazione delle condizioni di esercizio, potrebbero comportare il taglio della vegetazione per il mantenimento delle distanze di sicurezza dei conduttori: la distanza minima dei conduttori dai rami degli alberi, tenuto conto del rischio di scarica, è pari a 4,3 m nel caso di tensione nominale a 380 kV (articolo 2.1.06 comma h, D.M. 21 marzo 1988, n. 449); come detto, Terna fissa per maggiore cautela tale distanza a 5 m. La necessità di tali interventi potrebbe manifestarsi laddove non fosse garantito il franco di 5 m, nella fascia di rispetto per i conduttori, pari a circa 40 m lungo l'asse della linea.

### **3.4.3 Fase di fine esercizio**

La durata della vita tecnica dell'opera in oggetto, poiché un elettrodotto è sottoposto ad una continua ed efficiente manutenzione, risulta essere ben superiore alla sua vita economica, fissata, ai fini dei programmi di ammortamento, in 40 anni.

Nel caso di demolizione dell'elettrodotto è opportuno tenere presente che la natura dell'opera non causa compromissioni irreversibili delle aree impegnate.

I disturbi causati all'ambiente sono legati alle attività di cantiere dell'eventuale smantellamento dell'opera; si procede all'abbassamento e recupero dei conduttori, allo smontaggio dei sostegni con relativo armamento ed alla demolizione della parte più superficiale delle fondazioni.

Sarà poi previsto il riporto di terreno e la predisposizione dell'inerbimento e/o rimboschimento al fine del ripristino dell'uso del suolo ante-operam.

Per raggiungere i sostegni e per allontanare i materiali verrà utilizzato l'elicottero in mancanza di viabilità esistente .

Tutti i materiali di risulta verranno rimossi e ricoverati in depositi, ovvero portati a discarica in luoghi autorizzati.

Gli impatti, tutti temporanei, sono essenzialmente costituiti:

- dagli impatti acustici ed atmosferici relativi alla demolizione delle fondazioni;
- dagli impatti acustici ed atmosferici prodotti dai mezzi impiegati per allontanare i materiali di risulta.

Nel complesso nel caso in esame la fase di fine vita degli elettrodotti in progetto non comporterà condizionamenti per il territorio e per l'ambiente circostanti, in quanto la fase di smantellamento risulterebbe molto simile alle operazioni di montaggio, comportando interferenze ambientali modeste.

### **3.4.4 Fase di dismissione delle linee T220 - T221 - T222 - T426 e T427**

Come detto precedentemente i disturbi causati all'uomo e all'ambiente sono legati alle attività di cantiere.

Si sottolinea che le linee da dismettere sono ubicate nel fondovalle, in parte all'interno dei centri abitati.

Si procederà all'abbassamento e recupero dei conduttori, allo smontaggio dei sostegni con relativo armamento, alla demolizione della parte di fondazione compresa tra il piano campagna e quota -1.00 metri ed infine al ripristino dello stato dei luoghi.

I materiali di risulta saranno trattati come richiesto dalla normativa vigente in materia Dlgs 152/2006 e s.m.i..

Gli impatti, tutti temporanei, sono essenzialmente costituiti:

- dagli impatti acustici ed atmosferici relativi alla demolizione delle fondazioni;
- dagli impatti acustici ed atmosferici prodotti dai mezzi impiegati per allontanare i materiali di risulta.

Per ridurre tali impatti acustici si lavorerà negli orari prestabili dai piani di zonizzazione acustica, mentre per limitare gli impatti sulla salute umana si cercherà di ottimizzare il numero di viaggi per lo smaltimento dei materiali.

## 3.5 Terre e rocce da scavo

### 3.5.1 Riferimenti normativi

Per quanto riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo si fa riferimento alla seguente normativa:

- UNI 10802 – Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi. Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati
- D.Lgs. n.152/2006 modificato dal D.Lgs. n. 04/2008 art 186 “Terre e rocce da scavo”;
- Delibera della Giunta Regionale n°24-13302 del 15 Febbraio 2010 “Linee guida per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi dell’articolo 186 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n°152”.

**Per maggiori informazioni si rimanda alla relazione tecnica di progetto ‘Indagine geologica preliminare e terre e rocce da scavo’.**

### 3.5.2 Attività di scavo e movimenti terra – Elettrodotti aerei

Per la realizzazione di un elettrodotto aereo l’unica fase che comporta movimenti di terra è data dall’esecuzione delle fondazioni dei sostegni.

A seconda della tipologia di fondazione da realizzare saranno diversi le attività da condursi ed i movimenti di terra:

#### Fondazioni CR

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrato atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un “moncone” collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo reinterro e costipamento.

Questo tipo di fondazione verrà realizzato solo per i sostegni ubicati nel fondovalle.

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 4x4 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 70 mc. Il volume medio occupato dalla fondazione sarà di circa 18 mc. In seguito al getto della fondazione ed alla maturazione del calcestruzzo, si esegue il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, o con materiale differente, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

#### Fondazioni metalliche

Verranno utilizzate per sostegni ubicati in alta quota in aree caratterizzate dalla presenza di depositi detritici prive di fenomeni di dissesto.

Il moncone è realizzato tramite un’intelaiatura metallica, le cui dimensioni e la profondità d’imposta variano in funzione del carico richiesto dal sostegno.

La peculiarità della fondazione è rappresentata dalla possibilità di chiudere lo scavo di fondazione con il materiale di risulta dello stesso, evitando l'impiego del calcestruzzo.

Ciò discende sia dalla difficoltà di trasportare e/o produrre calcestruzzo in aree non raggiungibili dai mezzi sia per ridurre al minimo la produzione di materiale di scarto.

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni medie di circa 4x4 m (il dimensionamento della fondazione varia a seconda dei vari tipologici di sostegno) con una profondità di circa 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 70 mc. La particolarità di questa tipologia di fondazione è che pressoché la totalità del materiale scavato, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, viene riutilizzato in loco per la chiusura dello scavo stesso, ripristinando l'andamento naturale del terreno.

#### Fondazioni su micropali (tipo Tubfix)

Verranno utilizzate su terreni detritici caratterizzati da fenomeni di dissesto potenziali o in atto e in aree contrassegnate dalla presenza di fenomeni valanghivi.

La tipologia costruttiva prevede la realizzazione dello scavo sino al raggiungimento del piano di posa della fondazione coincidente con la quota prevista per la realizzazione del palo. Viene eseguita una perforazione, effettuata con una sonda a rotazione e circolazione di fango bentonitico, e si introduce un'armatura tubolare di acciaio di elevate caratteristiche meccaniche, che rappresenta il principale elemento resistente nella sezione trasversale del palo. Inoltre rappresenta il mezzo d'opera indispensabile per l'esecuzione di iniezione in pressione ripetuta e controllata.

Il tubo infatti, in corrispondenza degli strati supposti portanti, è munito di valvole di non ritorno disposte a intervalli regolari ogni 30-50 cm.

Una volta posto in opera il tubo, si procede alla formazione di una 'guaina' iniettando attraverso la valvola più profonda del tubo una miscela cementizia che va ad occupare lo spazio anulare compreso fra le parti del foro e la superficie esterna del tubo.

Dopo che la guaina ha iniziato la presa, si procede ad iniettare in pressione, valvola per valvola in più riprese successive, la parte di tubo corrispondente al tratto di micropalo scelto per diffondere nel terreno i carichi relativi.

I tipi di micropali Tubfix si differenziano essenzialmente per la sezione di tubo d'acciaio posto in opera.

Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è di circa 9 mc; il volume medio occupato delle fondazioni è invece di circa 4.8 mc.

Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito. La parte in eccedenza sarà trattata secondo quanto previsto dalla normativa in materia di rifiuti secondo il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

#### Fondazioni con ancoraggi a tiranti

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue:

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, potrà essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito. La parte in eccedenza sarà trattata secondo quanto previsto dalla normativa in materia di rifiuti secondo il D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

### Volumi dei movimenti terra previsti

Elettrodotto a 220 kV tratte A,B,C (n°184 sostegni)	
Fondazioni metalliche	8.960 mc
Fondazioni ancorate in roccia	1.020 mc
Fondazioni tipo Tubfix	1.548 mc
Fondazioni tipo CR	1.960 mc
<b>TOTALE</b>	<b>13.500 mc</b>

Nota: le stime dei volumi sopra indicati potranno subire degli affinamenti in fase di progettazione esecutiva.

### Volumi in eccedenza

A seguito dei riempimenti si prevedono i seguenti volumi di eccedenza:

Elettrodotto a 220 kV tratte A,B,C (n°184 sostegni)	
Fondazioni metalliche	pressoché nullo
Fondazioni ancorate in roccia	pressoché nullo
Fondazioni tipo Tubfix	826 mc (53% del totale scavato)
Fondazioni tipo CR	2.304 mc (26% del totale scavato)
<b>TOTALE</b>	<b>3.130 mc vero il 23% del totale scavato</b>

### Gestione del processo di scavo sui versanti

Per l' elettrodotto a 220 kV (tratte A/B/C) si prevede un volume in eccedenza del 23% rispetto a quello scavato (una volta che verrà effettuato il reinterro).

Le terre provenienti dagli scavi (nel caso in cui il terreno non risulti inquinato e quindi non classificabile come rifiuto pericoloso) per i tralicci collocati sui versanti montani verranno lasciate in sito e riutilizzate integralmente per la modellazione del terreno dopo lo scavo, riportando il sito alla sua naturalità.

### Gestione del processo di scavo nel fondovalle

Per i sostegni ubicati nel fondovalle , nel caso in cui il terreno non risulti inquinato e quindi non classificabile come rifiuto pericoloso, il volume di terreno in eccedenza potrà essere:

- riutilizzato integralmente per la modellazione del terreno dopo lo scavo, riportando il sito alla sua naturalità.
- conferito in discarica come previsto dalla normativa vigente, il trasporto avverrà mediante automezzi provvisti di telo per impedire spargimento di materiale sulle strade.

Se il terreno risulta inquinato, esso dovrà essere conferito in discarica autorizzata per la raccolta di rifiuti speciali pericolosi e sostituito con terreno inerte di idonee caratteristiche al riempimento. Il trasporto del terreno contaminato dovrà avvenire con automezzi provvisti di telo in modo da evitare la dispersione di materiale inquinato lungo il tragitto che va dallo scavo alla discarica autorizzata.

### 3.6 Misure gestionali e interventi di ottimizzazione e di riequilibrio

Il contenimento dell'impatto ambientale di un'infrastruttura come un elettrodotto è un'operazione che trae il massimo beneficio da una corretta progettazione, attenta a considerare i molteplici aspetti della realtà ambientale e territoriale interessata. Pertanto è in tale fase che occorre già mettere in atto una serie di misure di ottimizzazione dell'intervento.

Ulteriori misure sono applicabili in fase di realizzazione, di esercizio e di demolizione dell'elettrodotto. Per quest'ultima fase valgono criteri simili o simmetrici a quelli di realizzazione.

Oltre al criterio ovvio di limitare il numero dei sostegni a quelli tecnicamente indispensabili, se ne applicano numerosi altri relativi alla scelta e al posizionamento dei sostegni. Essi consistono, ove possibile, in:

- contenimento dell'altezza dei sostegni a 61 m, anche al fine di evitare la necessità della segnalazione per la sicurezza del volo a bassa quota che renderebbe particolarmente visibile l'elettrodotto;
- collocazione dei sostegni in aree prive di vegetazione o dove essa è più rada quando il tracciato attraversa zone boschive;
- collocazione dei sostegni in modo da ridurre l'interferenza visiva soprattutto in aree antropizzate o con testimonianze storico-culturali;
- ottimizzazione del posizionamento dei sostegni in relazione all'uso del suolo ed alla sua parcellizzazione, ad esempio posizionandosi ai confini della proprietà o in corrispondenza di strade interpoderali;
- eventuale adozione di una verniciatura mimetica per i sostegni, tenendo conto dei rapporti specifici tra sostegno e sfondo; in sede di progetto verranno eseguite le opportune scelte cromatiche in modo da armonizzare l'inserimento dei sostegni in funzione delle caratteristiche del paesaggio attraversato;
- eventuale utilizzo di isolatori verdi nelle zone boschive che potrebbero risultare, in tale contesto, meno visibili di quelli in vetro bianco normalmente utilizzati.

#### 3.6.1 Fase di costruzione

Le modalità di costruzione dell'elettrodotto sono state studiate in modo da minimizzare gli impatti irreversibili nei luoghi interessati, ed in particolare si elencano nel seguito le principali mitigazioni previste per la fase di cantiere.

1) Accorgimenti da seguire nella scelta e nell'allestimento delle **aree centrali di cantiere**, che comprenderanno il parcheggio dei mezzi di cantiere, gli spazi di deposito di materiali, le baracche per l'ufficio tecnico, i servizi, ecc..

2) Misure atte a ridurre gli impatti connessi all'**apertura delle piazzole** per il montaggio dei sostegni e le **piste di cantiere**.

Nelle piazzole per la costruzione dei sostegni, l'area di ripulitura dalla vegetazione o dalle colture in atto sarà limitata a quella effettivamente necessaria alle esigenze costruttive, la durata delle attività ridotta al minimo necessario, i movimenti delle macchine pesanti limitati a quelli effettivamente necessari per evitare eccessive costipazioni del terreno, mentre l'utilizzo di calcestruzzi preconfezionati elimina il pericolo di contaminazione del suolo. Le attività di scavo delle fondazioni dei sostegni saranno tali da contenere al minimo i movimenti di terra.

Nelle aree a rischio idrogeologico non verrà realizzata alcuna pista e verranno ridotti al minimo gli scavi di fondazione, anche grazie all'impiego di pali trivellati.

3) **Ripristino dei siti di cantiere** al termine dei lavori

A fine attività, sia nelle piazzole dei sostegni ed i relativi tratti di pista (già di modesta estensione), sia nelle aree utilizzate per le operazioni di stendimento e tesatura dei conduttori, si procederà alla pulitura ed al completo ripristino delle superfici e restituzione

agli usi originari. Sono quindi previsti interventi di ripristino dello stato ante-operam, da un punto di vista pedologico e di copertura del suolo.

### 3.6.2 Fase di esercizio

---

Si è già provveduto a segnalare gli interventi di ottimizzazione e riequilibrio, già previsti nella fase di individuazione del tracciato ottimale e nella fase di progettazione, che saranno ulteriormente migliorati durante la costruzione e l'esercizio delle linee. Verranno in particolare realizzati interventi di:

- **attenuazione** volti a ridurre le interferenze prodotte dall'opera, sia attraverso il migliore posizionamento dei tralicci lungo il tracciato già definito, sia con l'introduzione di appositi accorgimenti;
- **compensazione**, atti a produrre miglioramenti ambientali paragonabili o superiori agli eventuali disagi ambientali previsti.

### 3.6.3 Fase di dismissione

---

Prima dell'inizio delle attività di smantellamento delle linee aeree esistenti sarà cura ed onere di Terna ricercare tutte le autorizzazioni necessarie da parte delle Autorità locali competenti ed assolvere ogni adempimento richiesto (produzione di elaborati grafici, eventuali indagini preventive, stesura di programmi di lavoro, eventuali opere provvisorie aggiuntive, sorveglianza da parte del personale competente, ecc.) per l'esecuzione dei lavori.

Per le attività di smantellamento di linee esistenti si possono individuare le seguenti fasi meglio descritte nel seguito:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni.

Si provvederà sempre al trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, lasciando le aree utilizzate sgombre e ben sistemate in modo da evitare danni alle cose ed alle persone.

#### Recupero conduttori, funi di guardia ed armamenti

Le attività prevedono:

- preparazione e montaggio opere provvisorie sulle opere attraversate (impalcature, piantane, ecc.);
- taglio e recupero dei conduttori per singole tratte, anche piccole in considerazione di eventuali criticità (attraversamento di linee elettriche, telefoniche, ferroviarie, ecc.) e/o in qualsiasi altro caso anche di natura tecnica, dovesse rendersi necessario, su richiesta di Terna, particolari metodologie di recupero conduttori;
- separazione dei materiali (conduttori, funi di guardia, isolatori, morsetteria) per il carico e trasporto a discarica;
- carico e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

#### Smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni

La carpenteria metallica proveniente dallo smontaggio dei sostegni dovrà essere destinata a rottame; il lavoro di smontaggio sarà eseguito come di seguito descritto.

In fase di esecuzione dei lavori in ogni caso si presterà la massima cura, comunque, ad adottare tutte le precauzioni necessarie previste in materia di sicurezza per eliminare i rischi connessi allo svolgimento dell'attività di smontaggio in aree poste nelle vicinanze di strade, linee elettriche, linee telefoniche, case, linee ferroviarie, ecc..

A tal fine, prima dell'inizio dei lavori di smontaggio, si potrà produrre una relazione che evidenzia sostegno per sostegno, il metodo che si intende utilizzare per lo smontaggio della carpenteria metallica.

Tutte le membrature metalliche saranno asportate fino ad una profondità di 2,00 m, salvo diverse prescrizioni durante il corso dei lavori.

Le attività prevedono:

- taglio delle strutture metalliche smontate in pezzi idonei al trasporto a discarica;
- carico e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dallo smontaggio;
- pesatura dei materiali recuperati;
- adempimenti previsti dalla legislazione vigente in materia di smaltimento dei materiali (anche speciali) provenienti dalle attività di smantellamento;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

#### Demolizione delle fondazioni dei sostegni

La demolizione delle fondazioni dei sostegni, salvo diversa prescrizione comunicata nel corso dei lavori, comporterà l'asportazione dal sito del calcestruzzo e del ferro di armatura fino ad una profondità di 1,00 m dal piano di campagna.

La demolizione dovrà essere eseguita con mezzi idonei in relazione alle zone in cui si effettua tale attività, avendo cura pertanto di adottare tutte le necessarie precauzioni previste in materia di sicurezza in presenza di aree abitate e nelle vicinanze di strade, ferrovie, linee elettriche e telefoniche, ecc..

Le attività prevedono:

- scavo della fondazione fino alla profondità necessaria;
- asporto, carico e trasporto a discarica di tutti i materiali (cls, ferro d'armatura e monconi, fino ad una profondità di m. 1,00 dal piano di campagna) provenienti dalla demolizione;
- rinterro eseguito con le stesse modalità e prescrizioni previste nella voce scavo di fondazione e ripristino dello stato dei luoghi (dettagliato nel seguito);
- acquisizione, trasporto e sistemazione di terreno vegetale necessario a ricostituire il normale strato superficiale presente nella zona;
- taglio delle piante interferenti con l'attività;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di demolizione e movimentazione dei mezzi d'opera.

#### Interventi di ripristino dei luoghi

Le superfici oggetto di smantellamenti di elettrodotti esistenti saranno interessate, al termine dello smantellamento, da interventi di riqualificazione ambientale e di ripristino dello stato originario dei luoghi, finalizzati a riportare lo status pedologico e delle fitocenosi in una condizione il più possibile vicina a quella ante-operam, mediante tecniche progettuali e realizzative adeguate.

Il ripristino delle aree di lavorazione per la demolizione delle fondazioni dei sostegni di elettrodotti aerei si compone delle seguenti attività:

- a. pulizia delle aree interferite, con asportazione di eventuali rifiuti e/o residui di lavorazione;
- b. stesura di uno strato di terreno vegetale pari ad almeno 30 cm;

c. restituzione all'uso del suolo ante-operam:

- in caso di ripristino in area agricola: non sono necessari ulteriori interventi: la superficie sarà restituita all'uso agricolo che caratterizza il fondo di cui la superficie fa parte;
- in caso di ripristino in area boscata o naturaliforme: realizzazione di inerbimento mediante idrosemina di miscuglio di specie erbacee autoctone ed in casi particolari eventuale piantumazione di specie arboree ed arbustive coerenti con il contesto fitosociologico circostante.