

**ELETTRODOTTO 380 kV DOPPIA TERNA
GISSI – LARINO – FOGGIA
ED OPERE CONNESSE**

PIANO TECNICO DELLE OPERE – INTERVENTO 2

**Elettrodotto aereo 380 kV doppia terna “Larino - Foggia” ed opere connesse
RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA**

**Storia delle revisioni**

Rev.00	del 29/03/12	Prima emissione

Elaborato		Verificato		Approvato
E. Tapolin SRI – PRI NA	S. Madonna SRI – PRI NA	S. Madonna SRI – PRI NA		P. Paternò SRI – PRI NA

m010CI-LG001-r02

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO.....	5
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	5
3.1	Opere attraversate.....	7
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	7
4.1	Vincoli	10
4.2	Distanze di sicurezza rispetto all'attività soggetta al controllo prevenzione incendi	10
5	CRONOPROGRAMMA.....	10
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	11
6.1	Premessa.....	11
6.2	Caratteristiche elettriche	11
6.3	Distanza tra i sostegni	12
6.4	Conduttori e corde di guardia	12
6.4.1	Stato di tensione meccanica.....	13
6.5	Capacità di trasporto.....	14
6.6	Sostegni.....	15
6.7	Isolamento	17
	Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.. ..	17
6.7.1	Caratteristiche geometriche.....	17
6.7.2	Caratteristiche elettriche	19
6.8	Morsetteria ed armamenti.....	21
6.9	Fondazioni	22
6.10	Messa a terra dei sostegni	23
6.11	Caratteristiche dei componenti	23
6.12	Terre e rocce da scavo.....	23
7	RUMORE	24
8	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	24
9	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	25
9.1	Richiami normativi	25
9.2	Fasce di rispetto	26
9.3	Calcolo dei campi elettrici e magnetici	27
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	28
10.1	Leggi	28
10.2	Norme tecniche.....	29
10.2.1	Norme CEI	29
10.2.2	Norme tecniche diverse	29

11 AREE IMPEGNATE.....	30
12 SICUREZZA NEI CANTIERI.....	30
13 STIMA DEI COSTI.....	30

1 PREMESSA

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società concessionaria in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (Concessione).

Terna, nell'espletamento del servizio dato in concessione, persegue i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e dalle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- deliberare gli interventi volti ad assicurare l'efficienza e lo sviluppo del sistema di trasmissione di energia elettrica nel territorio nazionale e realizzare gli stessi;
- garantire l'imparzialità e neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento al fine di assicurare l'accesso paritario a tutti gli utilizzatori;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Terna pertanto, nell'ambito dei suoi compiti istituzionali, predispone annualmente il Piano di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Il Piano di Sviluppo edizione 2010, approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 11 Marzo 2011 prevede la **realizzazione di un nuovo elettrodotto a 380 kV in doppia terna tra l'esistente stazione elettrica di Villanova e l'esistente stazione elettrica di Foggia, prevedendo l'ingresso di una terna nella S.E. di Gissi e dell'altra terna nella S.E. di Larino.**

L'opera in progettazione si identifica come il proseguimento dell'elettrodotto aereo in doppia terna 380 kV dalla S.E. di Villanova all'esistente S.E. di Gissi per il quale è stata presentata nel dicembre 2009 formale istanza di autorizzazione presso il Ministero dello Sviluppo Economico ed ottenuto nel settembre 2011, dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto col Ministro per i Beni e le Attività Culturali, parere favorevole di compatibilità ambientale.

L'opera in progetto è stata suddivisa nei seguenti interventi:

INTERVENTO 1

Elettrodotto aereo 380 kV doppia terna "Gissi - Larino" ed opere connesse

INTERVENTO 2

Elettrodotto aereo 380 kV doppia terna "Larino – Foggia" ed opere connesse

INTERVENTO 3

Riassetto elettrodotti aerei 380 kV in ingresso alla S.E. di Larino

INTERVENTO 4

Riassetto elettrodotti aerei 380 kV in ingresso alla S.E. di Foggia

INTERVENTO 5

Ampliamento della sezione 380 kV della S.E. di Foggia

Con riferimento a quanto descritto nella relazione generale dell'intera opera Doc. n. REER11013BGL00011, oggetto della presente relazione è la descrizione dell'opera denominata:

INTERVENTO 2: Elettrodotto aereo 380 kV doppia terna "Larino - Foggia" ed opere connesse

Le opere oggetto di tale intervento sono le seguenti:

- Elettrodotto aereo in doppia terna Larino - Foggia
- Variante all'elettrodotto aereo 150 kV CP Montecilfone – CP Larino dal sostegno 3 al sostegno 5

Ai sensi della Legge 23 agosto 2004 n. 239, al fine di garantire la sicurezza del sistema energetico e di promuovere la concorrenza nei mercati dell'energia elettrica, la costruzione e l'esercizio degli elettrodotti facenti parte della rete nazionale di trasporto dell'energia elettrica sono attività di preminente interesse statale e sono soggetti a un'autorizzazione unica, rilasciata dal Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e previa intesa con la Regione o le Regioni interessate, la quale sostituisce autorizzazioni, concessioni, nulla osta e atti di assenso comunque denominati previsti dalle norme vigenti, costituendo titolo a costruire e ad esercire tali infrastrutture in conformità al progetto approvato.

2 MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO

Si rimanda al Capitolo 2 dell'elaborato "Relazione Tecnica Generale" Doc. REER11013BGL00011.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

La progettazione dell'intervento oggetto della seguente Relazione Tecnica Illustrativa è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Per una visione più generale dell'intero progetto, considerando anche il tratto in autorizzazione da Villanova a Gissi, si rimanda alla consultazione della planimetria in scala 1:150000, Doc. n. DEER11013BGL00012.

L'ubicazione dell'intervento è riportata nell'elaborato allegato "Corografia con opere attraversate" Doc. DEER11013BGL00254.

Il tracciato dell'elettrodotto, quale risulta dalle planimetrie allegate al Piano Tecnico delle Opere, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

In particolare si è fatto riferimento alle disposizioni presenti nei Piani Regolatori Generali dei Comuni interessati dalle nuove opere.

Per la consultazione fare riferimento agli elaborati interni all'Allegato C Doc. n. EEER11013BGL00130, nei quali sono descritti i tracciati riportati sugli strumenti urbanistici dei vari comuni interessati.

I Comuni interessati dalle nuove realizzazioni rientranti nell'Intervento n. 2 sono i seguenti:

- San Martino in Pensilis
- Larino
- Ururi
- Montorio nei frentani
- Rotello
- Serracapriola
- Torremaggiore
- Lucera
- SanSevero
- Foggia

3.1 Opere attraversate

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo delle Amministrazioni competenti è riportato nell'elaborato "Elenco opere attraversate" Doc. n. EEER11013BGL00253. Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella corografia in scala 1:10000 Doc. DEER11013BGL00254 allegata.

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto, provenendo da Gissi (per la descrizione del tracciato consultare il DOC. n. REER11013BGL00252) si attesta in corrispondenza del sostegno doppia terna n.253 situato a NORD della stazione elettrica di Larino; da tale sostegno, per operare l'entra – esce di una sola terna dell'elettrodotto aereo 380 kV doppia terna in progetto nella stazione elettrica di Larino, l'elettrodotto si sdoppia in due elettrodotti aerei in semplice terna, ed effettuando degli scambi di tracciato utilizzando la palifica dell'elettrodotto aereo esistente, realizza l'entra – esce di una terna in stazione.

In particolare dal sostegno doppia terna n. 253 l'elettrodotto si sdoppia in due elettrodotti in semplice terna, uno dei quali (tratto sost. n.253 – sost. n.253/4) dirigendosi ad ovest della stazione elettrica di Larino entra in stazione situata nella contrada Piane di Larino, e si attesta sul portale reso disponibile grazie al riassetto degli elettrodotti in ingresso alla S.E. di Larino (per la descrizione delle opere di riassetto degli elettrodotti in ingresso alla SE di Larino consultare il DOC. n. REER11013BGL0026; l'altro (tratto sost. n. 253 – sost. n. 280) dirigendosi ad EST della stazione elettrica di Larino, la oltrepassa senza entrarvi e si dirige verso il sostegno doppia terna n. 281. Per permettere il passaggio agevole di tale tratto in semplice terna è stato necessario effettuare una variante all'elettrodotto aereo 150 kV Montecilfone – Larino dal sostegno n. 1 al sostegno n. 3. Tale tratto in semplice terna dal sostegno n.253 dirigendosi in direzione sud – ovest, oltrepassa gli elettrodotti aerei 150 kV in uscita dalla S.E. di

Larino e in corrispondenza della campata 256 – 257 dopo aver sovrappassato la strada provinciale SP 167, cambia comune di appartenenza entrando così nel comune di Ururi. In tale tratto il tracciato invade zone prettamente collinari interessate dalla presenza di numerose pale eoliche rispetto alle quali si mantiene ad una distanza idonea dal punto di vista della sicurezza e dell'interferenza meccanica con la rotazione delle stesse.

Il tracciato del tratto in semplice terna dal sostegno in doppia terna n. 253 al sostegno in doppia terna n. 281 è stato studiato in maniera attenta finalizzata al non interessamento di zone perimetrale dal PAI come zone a rischio frana, e aree dove sono presenti i generatori eolici, queste caratteristiche giustificano l'andamento del tracciato in progetto. Dal sostegno n.261 tale tracciato devia in direzione EST fino ad attestarsi, dopo circa 7.7 km sul sostegno in doppia terna n. 281, sostegno sul quale si attesta anche il tratto in semplice terna proveniente dalla stazione elettrica di Larino.

L'elettrodotto in semplice terna in uscita dalla stazione elettrica di Larino che realizza l'entra – esce in stazione di una terna dell'elettrodotto aereo doppia terna proveniente da Gissi, sfrutta l'esistenza dell'elettrodotto aereo 380 kV semplice terna SE Larino – SE San Severo e, come anticipato, tramite delle particolari connessioni e scambi di tracciato sfrutta il tracciato dell'elettrodotto esistente per dirigersi anch'esso in direzione EST verso il sostegno doppia terna n. 281.

Così facendo, l'elettrodotto aereo in semplice terna esce dalla stazione elettrica di Larino in direzione SUD – EST e dopo 3 campate si attesta in corrispondenza del sostegno 5/4 sull'elettrodotto esistente Larino – San Severo; da questo sostegno per n. 7 campate il nuovo elettrodotto in progetto sfrutta la palificata esistente appartenente all'elettrodotto specificato, per poi in corrispondenza del sostegno 11/1 continuare la sua percorrenza su palificata nuova (tratto 11/1 – 11/18) in direzione EST per attestarsi poi sul sostegno in doppia terna n. 281.

Parallelamente alla definizione del tracciato della nuova linea in progetto, poiché è stata utilizzata la palificata esistente per il tracciato del nuovo elettrodotto, è stato necessario individuare un nuovo tracciato per garantire il collegamento dell'elettrodotto esistente 380 kV in semplice terna SE Larino – SE San Severo (tratto 4/1 – 4/16). In particolare il nuovo tracciato dell'elettrodotto esistente SE Larino – SE San Severo, in sostituzione dell'esistente utilizzato per la nuova linea, parte dal sostegno n. 4/1 sul quale prendere in carico la campata 3 – 4 dell'elettrodotto esistente Larino – San Severo, e si dirige dapprima in direzione SUD – EST per poi deviare in corrispondenza del sostegno 4/13 in direzione EST, dopo quattro campate la linea in semplice terna si attesta sul sostegno 4/17 per ricollegarsi in maniera definitiva al tracciato esistente e proseguire per la stazione elettrica di San Severo.

Anche questo tratto di elettrodotto in semplice terna interessa zone collinare con presenza di aree perimetrale dal PAI come zone in frana, per tale motivo e a causa della presenza di numerose pale eoliche il tracciato in progetto non si presenta lineare, ma presenta numerosi cambi di direzione.

Grazie alla scelta progettuale di riutilizzo della palificata esistente appartenente all'elettrodotto aereo 380 kV SE Larino – SE San Severo, si è riusciti ad evitare ingombranti sovrappassi dell'elettrodotto doppia terna in progetto sull'elettrodotto semplice terna esistente, inoltre la ricerca di tracciati per elettrodotti in

semplice terna tecnicamente fattibili (pale eoliche e aree franose) e ambientalmente compatibili si è rivelata sicuramente ottimale rispetto alla ricerca di un tracciato per palificata in doppia terna. Infine l'utilizzo di tratti dell'esistente elettrodotto aereo in semplice terna ha fatto sì da rendere necessario lo smantellamento di circa 3.3 km di linea esistente (dal sost. 3 al sost. 5 e dal sost. 12 al sost. 17).

Dal sostegno in doppia terna n. 281 l'elettrodotto continua il suo percorso in direzione SUD – EST da tale sostegno fino alla SE di Foggia su palificata doppia terna.

Il tracciato dal sostegno n. 281 si dirige verso il torrente Saccione e, mantenendosi ad una idonea distanza da esso, ne effettua il sovrappasso entrando nel comune di Rotello che sarà interessato per i successivi 1000 metri, per poi in corrispondenza della campata 288 – 289 sovrappassando il torrente Manara entra nel comune di Serracapriola lasciando così la regione Molise ed entrando nella regione Puglia. In questo tratto il tracciato è stato studiato per evitare i numerosi impianti di energia rinnovabile che sono in progettazione, mantenendosi rispetto ad essi ad un'opportuna distanza.

Il tracciato prosegue fino al sostegno n. 297 prevalentemente in direzione SUD interessando aree prettamente agricole con scarsa vegetazione per poi deviare in corrispondenza del sostegno n. 298 in direzione EST. Le uniche tipologie di vegetazione presenti di particolare rilevante sono vigneti ed uliveti, rispetto ai quali il tracciato si mantiene ad una certa distanza cercando di creare il minor disagio possibile rispetto ad esse.

Successivamente dal sostegno 312 il tracciato devia bruscamente verso SUD, tale deviazione è stata necessaria per ottemperare ad una richiesta degli EELL interessati e finalizzata anche all'allontanamento del tracciato dal centro abitato di Torremaggiore.

Il territorio comunale di Torremaggiore è interessato da numerose iniziative di impianti eolici, per cui al fine di non interessare tali aree e su proposta del comune di Torremaggiore il tracciato si inserisce nell'unico varco "libero" grazie alla presenza dell'esistente torrente.

Il tracciato quindi, come anticipato, dal sostegno n.298 prosegue in direzione SUD – EST fino al sostegno n.312 posto ad un'opportuna distanza rispetto al Torrente Staina che segna il passaggio di confine comunale con il comune di San Paolo di Civitate, in corrispondenza del quale devia bruscamente in direzione SUD e si mantiene parallelo ad esso fuori l'area di rispetto definita dalla Legge Galasso.

Dal sostegno 313 al sostegno 321 l'elettrodotto fiancheggia la SP n.9 e inizia il parallelismo con il torrente, dopo qualche km il tracciato nel suo percorso incontra l'elettrodotto esistente Larino – San Severo e in corrispondenza della campata 322 – 323 effettua il sovrappasso, tale sovrappasso viene effettuato in un'area prettamente pianeggiante con scarsissima presenza antropica, in corrispondenza di suoli ad uso agricolo.

In corrispondenza della campata 327 – 328 l'elettrodotto in progetto effettua il sovrappasso del torrente e si pone sulla sinistra orografica del torrente per continuare il parallelismo fino al sostegno 334 per poi deviare verso SUD – EST allontanandosi definitivamente dal torrente. Anche in questo caso, il tracciato è stato studiato, coerentemente con quanto indicato dagli EELL interessati, in modo da non interessare

zone con più densità abitativa e non interferire con le numerose iniziative di impianti da fonte eolica in progetto nella zona.

In corrispondenza del sostegno 340 il tracciato effettua una brusca deviazione in direzione EST, la cui motivazione risiede essenzialmente nella presenza sia di impianti fotovoltaici che eolici esistenti ed in progetto e dopo circa 3.4 km raggiunge il sostegno n. 351 dal quale per i successivi 2.2 km si mantiene parallelo all'elettrodotto esistente Larino – San Severo.

Sempre a causa della presenza di impianti di energia da fonte rinnovabile in progetto, il tracciato dal sostegno n. 357 devia in direzione SUD mantenendosi il più possibile parallelo alla SP n. 12 e in corrispondenza del sostegno n.370 dopo aver superato il confine comunale tra il comune di Torremaggiore e il comune di Lucera devia verso EST, SUD – EST mantenendosi parallelo ad esso per circa 3.5, e parallelo al confine comunale con il comune di San Severo fino al sostegno 394 per i successivi circa 5 km. Si fa notare che il comune di San Severo è interessato dal tracciato per una piccolissima porzione di tracciato, inoltre come si può notare dalla cartografia nel suo territorio comunale è presente soltanto un sostegno.

Il tracciato abbandona così l'area del comune di Torremaggiore e prosegue il suo tragitto continuando per successivi circa 7.7 km nel comune di Lucera, interessando zone prettamente pianeggianti ad uso agricolo senza rilevanti presenze antropiche, superato il comune di Lucera il tracciato in corrispondenza della campata 419 – 420 sovrappassa la linea esistente 150 kV San Severo – Foggia e proseguendo il tragitto dopo circa 3.7 km arriva presso la stazione elettrica di Foggia.

Presso la stazione elettrica di Foggia, l'elettrodotto aereo in doppia terna si sdoppia in due linee semplici terne e si attesta sui portali resi disponibili grazie ad una razionalizzazione degli elettrodotti aerei 380 kV in ingresso alla S.E. di Foggia.(per la descrizione di tale intervento consultare il DOC. REER11013BGL00272)

4.1 Vincoli

Il tracciato dell'elettrodotto non ricade in zone sottoposte a vincoli aeroportuali.

4.2 Distanze di sicurezza rispetto all'attività soggetta al controllo prevenzione incendi

Si rimanda al Paragrafo 4.4 dell'elaborato "Relazione Tecnica Generale" Doc. EEER11013BGL00011.

5 CRONOPROGRAMMA

Si rimanda al Paragrafo 5.1 dell'elaborato "Relazione Tecnica Generale" Doc. EEER11013BGL00011.

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

6.1 Premessa

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.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche sono riportati nell'elaborato "Caratteristiche Componenti: 380 kV Semplice Terna e Doppia Terna, 150 kV Semplice Terna" Doc. EEER11013BGL00014.

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da tratti di tracciato con una palificazione a doppia terna e tratti di tracciato con una palificazione a semplice terna, ambedue le tipologie armate con tre fasi ciascuna composta da tre conduttori di energia e una sola corda di guardia nel caso di palificata in doppia terna e n. due corde di guardia nel caso di palificata in semplice terna.

La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota ed alla disposizione geografica.

L'intervento n. 2 denominato Elettrodotto 380 kV DT Larino – Foggia ed opere connesse in progetto ricade in zona A.

6.2 Caratteristiche elettriche

Per ogni terna, le caratteristiche elettriche degli elettrodotti 380 kV sono le seguenti:

- Tensione nominale 380 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 1500 A
- Potenza nominale 1000 MVA

Per ogni terna, le caratteristiche elettriche degli elettrodotti 150 kV sono le seguenti:

- Tensione nominale 150 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 550 A
- Potenza nominale 143 MVA

La portata in corrente in servizio normale dei conduttori sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV, specificatamente ai conduttori che verranno utilizzati.

6.3 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 400m per elettrodotti a 380 kV in Doppia Terna e semplice terna e circa 300 m per elettrodotti 150 kV.

6.4 Conduttori e corde di guardia

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato). Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

Per zone ad alto inquinamento salino può essere impiegato in alternativa il conduttore con l'anima a "zincatura maggiorata" ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio. Le caratteristiche tecniche del conduttore sono riportate nell'elaborato "Caratteristiche Componenti 380 kV semplice terna e doppia terna, 150 kV semplice terna.

Per le zone di alta montagna, a quote considerevoli è possibile anche l'impiego del conduttore in alluminio-acciaio, del diametro di 40,5 mm, in fascio binato, di portata equivalente al fascio trinato da 31,5 mm, che riduce la formazione del manicotto di ghiaccio.

È altresì possibile l'impiego del conduttore singolo in alluminio-acciaio del diametro di 56,26 mm, di portata equivalente al fascio trinato da 31,5 mm, che risponde ancora meglio dal punto di vista della formazione del manicotto di ghiaccio. L'impiego di questa alternativa ha, però, come riflesso negativo, una ricaduta maggiore sull'effetto corona, fatto che ne sconsiglia l'uso in zone antropizzate.

Per l'elettrodotto in oggetto si è preferito, considerata la moderata quota dei terreni interessati, l'utilizzo del fascio trinato, proprio per ridurre al minimo le conseguenze negative determinate dall'effetto corona.

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999,70 mm², composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3,74 mm, con un diametro complessivo di 41,1 mm (riferimento Doc.n. EEER11013BGL00014).

Il carico di rottura teorico di tale conduttore è di 14486 daN.

Nella progettazione dell'elettrodotto si è utilizzato un franco minimo non inferiore ai 14 metri, superiore a quello strettamente previsto della normativa vigente.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. La corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mm², sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (riferimento Doc.n. EEER11013BGL00014)).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia è di 12231 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (riferimento Doc.n. EEER11013BGL00014), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

6.4.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e della corda di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni 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.

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

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

ZONA A EDS=21% per il conduttore tipo alluminio-acciaio, Ø 31,5 mm

ZONA B EDS=20% per il conduttore tipo alluminio-acciaio, Ø 31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

ZONA A EDS=10.6% per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura normale”
EDS=12.18 % per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura maggiorata”

ZONA B EDS=9.1% per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura normale”
EDS=10.46 % per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura maggiorata”

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, si rende necessario aumentare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ($\Delta\theta$) nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- -16°C in zona A
- -25°C in zona B.

Gli interventi in oggetto sono situati in “**ZONA A**”.

6.5 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione della tecnologia del conduttore utilizzato.

La Norma CEI 11-60 prevede la definizione della portata dei conduttori per ogni tipologia, sia per il conduttore da 31.5 mm, definito dalla norma “standard”, sia per qualsiasi altro tipo di conduttore e definisce 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 quelle definite dalla Norma CEI 11-60.

6.6 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a doppia terna e semplice terna 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".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 70 m. 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 saranno realizzati utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, 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 18 a 54 m per il 380 kV).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

ELETTRODOTTI 380 kV DT ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“E” Eccezionale amarro	18 ÷ 54 m	400 m	75°	0,3849
“E” Eccezionale capolinea	18 ÷ 54 m	400 m	17°27'	0,3849
“C” Capolinea amarro	18 ÷ 54 m	400 m	60°	0,3849
“C” Capolinea capolinea	18 ÷ 54 m	400 m	2°18'	0,3849
“V” Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
“M” Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°	0,2762
“N” Normale	18 ÷ 54 m	400 m	4°	0,2183

ELETTRODOTTI 380 kV ST ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“E” Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849
“C” Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
“V” Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
“P” Pesante	18 ÷ 42 m	400 m	16°	0,3849
“M” Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°	0,2215
“N” Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°	0,2183

ELETTRODOTTO AEREO 150 kV ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“C” Capolinea	12 ÷ 33 m	350 m	59°08'	0,1556
“E” Eccezionale	12 ÷ 33 m	350 m	85°20'	0,2756
“N” Normale	12 ÷ 45 m	350 m	3°24'	0,24
“M” Medio	12 ÷ 33 m	350 m	11°28'	0,36
“V” Vertice	12 ÷ 42 m	350 m	35°04'	0,36

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione (vedere ad esempio, il diagramma di utilizzazione nell'elaborato “Caratteristiche Componenti 380 kV semplice terna e doppia terna, 150 kV semplice terna” Doc. EEER11013BGL00014” nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

- Partendo dai valori di C_m , δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

- Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.
- In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno. La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di C_m , δ e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

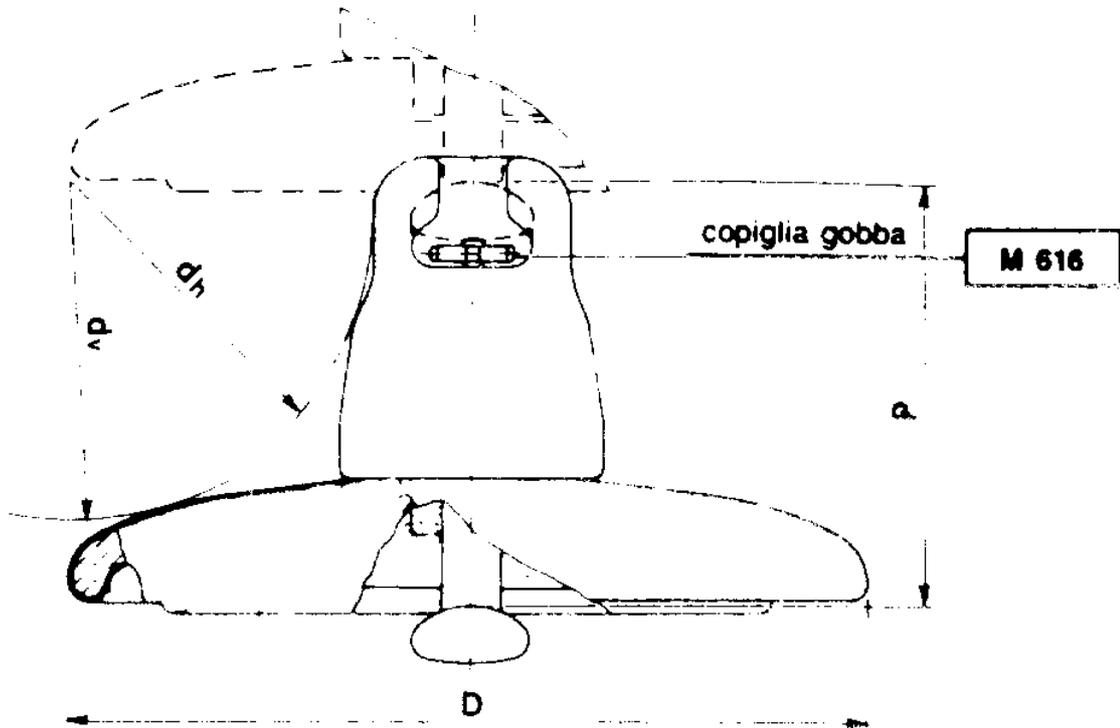
6.7 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amarrati e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 6.7.2. Le catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno tre in parallelo.

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

6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali ed inoltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



6.7.2 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi 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.

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

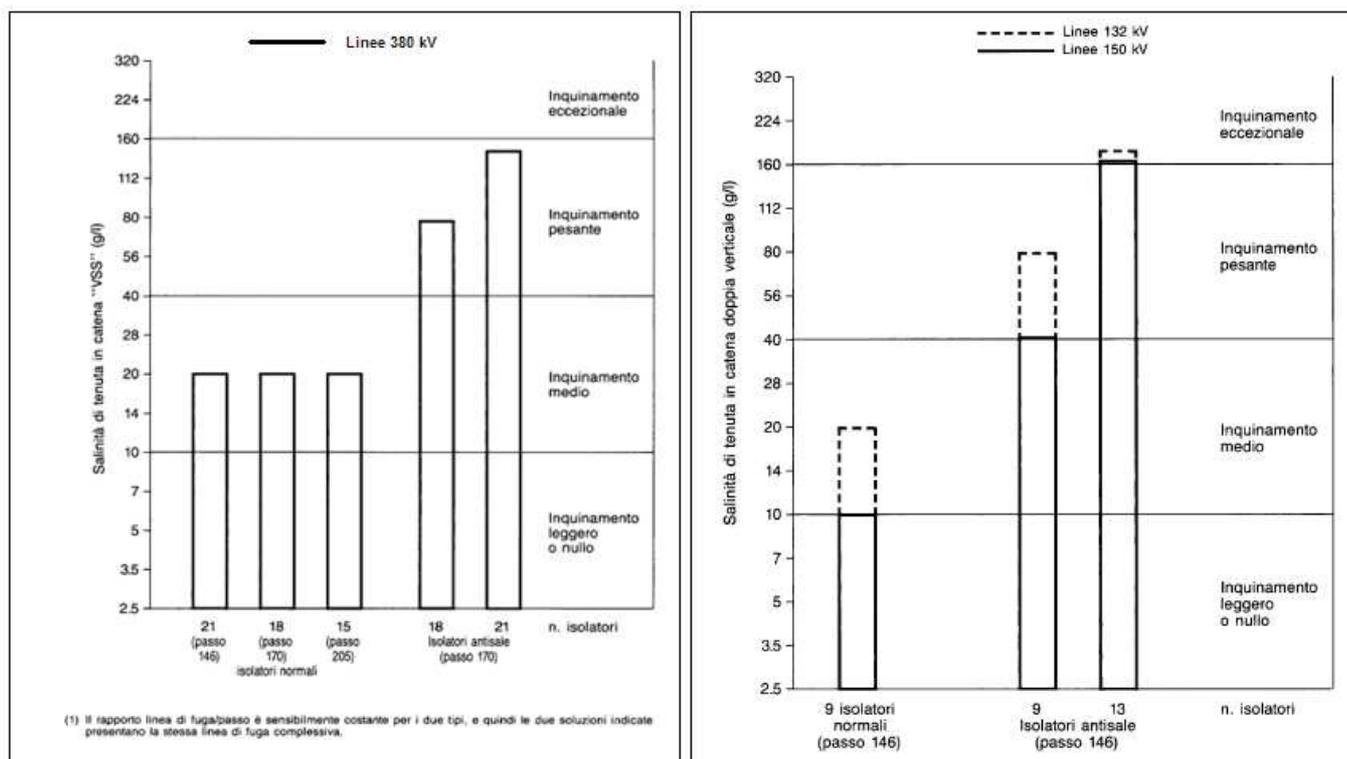
(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(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 ed alle condizioni di vento più severe.

(*) 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.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti "a" a isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc.

Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni minori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J 1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro.

6.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV e 150 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 210 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.
- 360 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per le linee a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	ramo 2	
a "V" semplice	380/1	210	210	VSS
a "V" doppio	380/2	360	360	VDD
a "L" semplice-	380/3	210	210	LSS
a "L" semplice - doppio	380/4	210	360	LSD
a "L" doppio - semplice	380/5	360	210	LDS
a "L" doppio	380/6	360	360	LDD
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	385/2	3 x 210		TAR
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
doppio per amarro rovescio	387/3	2 x 120		DAR
ad "I" per richiamo collo morto	392/1	30		IR
a "V" semplice per richiamo collo morto	392/1	210	210	VR

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, 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).

6.9 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) 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;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, 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.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche).

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

6.10 Messa 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 tipologie, adatti ad ogni tipo di terreno.

6.11 Caratteristiche dei componenti

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Caratteristiche Componenti 380 kV semplice terna e doppia terna, 150 kV semplice terna" Doc. EEER11013BGL00014"

6.12 Terre e rocce da scavo

Si rimanda all'elaborato "Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo" Doc.REER11013BGL00015.

7 RUMORE

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'emissione acustica di una linea a 380 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori pari a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. marzo 1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 380 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda all'elaborato "Relazione di inquadramento geologico preliminare" ed alle relative tavole allegare (Doc. n. REER11013BASA00108)

9 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

9.1 Richiami normativi

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito, il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione¹. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

9.2 Fasce di rispetto

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n°36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

¹ Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, tale metodologia 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”*.

9.3 Calcolo dei campi elettrici e magnetici

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo dipende dalla tensione di esercizio della linea stessa, mentre il secondo è funzione della corrente che vi circola, ed entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

I calcoli relativi all’andamento del campo elettrico, la valutazione del campo di induzione magnetica ai fini della definizione della DPA e l’analisi delle strutture potenzialmente sensibili ricadenti all’interno della stessa DPA, sono contenuti all’interno dei documenti facenti parte dell’Appendice D Doc. n. EEER11013BGL00170.

10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

10.1 Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n°1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e s.m.i.;
- Legge 24 luglio 1990 n°241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";

- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 n. 159 “Norme tecniche per le costruzioni”.

10.2 Norme tecniche

10.2.1 Norme CEI

Si riportano le norme CEI applicabili:

- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, terza edizione, 1997:12;
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- CEI 106-11, “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”, prima edizione, 2006:02;
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;

10.2.2 Norme tecniche diverse

- Unificazione TERNA, "Linee a 380 kV - Doppia Terna - conduttori Ø 31.5 mm”
- Unificazione TERNA, "Linee a 380 kV - Semplice Terna - conduttori Ø 31.5 mm”

11 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01 sugli espropri, le **aree Impegnate**, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto (circa 25 m dall'asse linea per elettrodotti a 380 kV e circa 15 m dall'asse linea per elettrodotti 150 kV).

Il **vincolo preordinato all'esproprio** sarà invece apposto sulle "**aree potenzialmente impegnate**" (previste dalla L. 239/04), che equivalgono alle "zone di rispetto" di cui all'articolo 52 quater, comma 6, del Decreto Legislativo 27 dicembre 2004, n. 330, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'estensione dell'area potenzialmente impegnata, nel caso di elettrodotti 380 kV, sarà di 50 m dall'asse linea per lato.

La planimetria catastale 1:2.000, come evidenziato negli elaborati costituenti l'Appendice A Doc. n. EEER11013BGL00020 riporta l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella, così come desunti dal catasto, sono indicati negli elenchi beni da asservire, relativi ai Comuni interessati dal nuovo elettrodotto, riportati negli elaborati costituenti l'Appendice A Doc. n. EEER11013BGL00020:

12 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente, con particolare riferimento al Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 e s.m.i.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione la TERNA S.p.A. provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

13 STIMA DEI COSTI

Si rimanda all'elaborato "Relazione Tecnica Generale" Doc. n. REER11013BGL00011