



INTERNAL CODE

C22FSTR001WR002_00

PAGE

1 di/of 12

Title: Relazione tecnica opere di connessione

AVAILABLE LANGUAGE: IT

“IMPIANTO EOLICO DI 54 MW IN LOCALITÀ PIANA DELLA TAVERNA”**Comuni di Stigliano e Craco (MT)****RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE**

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File: C22FSTR001WR002_00_Relazione tecnica opere di connessione.pdf

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	23/12/2022	EMISSIONE PER ITER AUTORIZZATIVO	C. Nicoletti		L. Sblendido
VALIDATION					
NOME		NOME		NOME	
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY	
PROJECT / PLANT Stigliano EO		INTERNAL CODE C22FSTR001WR002			
CLASSIFICATION:		COMPANY	UTILIZATION SCOPE		



INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	3
3.1.	CAVIDOTTO AT	3
3.2.	RISOLUZIONE INTERFERENZE DEI CAVI CON ALTRE INFRASTRUTTURE	4
3.3.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	4
3.4.	DEFINIZIONI: FASCIA DI RISPETTO E DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)	5
3.5.	METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO	6
3.6.	RISULTATI DI CALCOLO	6
4.	COMPONENTI PRINCIPALI DELLE OPERE DI CONNESSIONE	9
4.1.	CAVO AT	9
5.	STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	9
6.	RUMORE	10
7.	AREE IMPEGNATE	10
8.	SICUREZZA NEI CANTIERI	10
9.	RIFERIMENTI NORMATIVI	10
9.1.	LEGGI	10
9.2.	NORME TECNICHE	11



1. PREMESSA

Il seguente documento fornisce la descrizione generale del progetto delle opere di connessione, relative al progetto del parco eolico da 54 MW proposto da Hergo Renewables S.p.A nei territori comunali di Stigliano e Craco, nella provincia di Matera, in Basilicata. L'energia elettrica prodotta sarà convogliata, dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV ad una prima cabina di raccolta prossima all'area di impianto, e successivamente mediante un unico cavidotto AT di tensione 36 kV (in uscita dalla cabina di raccolta), alla Stazione Elettrica (SE) Craco 36/150 kV. In conformità a STMG – Codice Pratica 202102654 – l'impianto verrà collegato in antenna – tramite la linea proveniente dalla cabina di consegna – sulla nuova sezione a 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di Craco 36/150 kV della RTN, la quale verrà inserita in entra – esce alle linee RTN a 150 kV “Rotonda – SE Pisticci” e “CP Pisticci – SE Tursi”, previa realizzazione di opere di rete dettagliate nel documento STMG sopra indicato.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni del Codice di Rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

3. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

Di seguito si riporta una descrizione delle opere progettuali per la realizzazione del collegamento AT tra la cabina di consegna a 36 kV e la stazione elettrica SE di Craco 36/150kV.

3.1. Cavidotto AT

Relativamente al cavidotto AT a 36 kV, si prevede la posa di cavi trifase con struttura unipolare in alluminio a 36 kV con conduttori disposti a trifoglio a profondità di circa 1.4m per il collegamento in antenna della Cabina di consegna alla sezione 360 kV della SE della RTN da inserire in entra - esce alle linee RTN a 150 kV “Rotonda - SE Pisticci” e “CP Pisticci – SE Tursi” come riportato nel

preventivo STMG (Codice Pratica 202102654) rilasciato da Terna. Il relativo cavidotto di connessione alla SE costituisce impianto d'utenza per la connessione ed è oggetto di analisi nel presente documento.

Di seguito si riporta una delle sezioni di scavo del progetto.

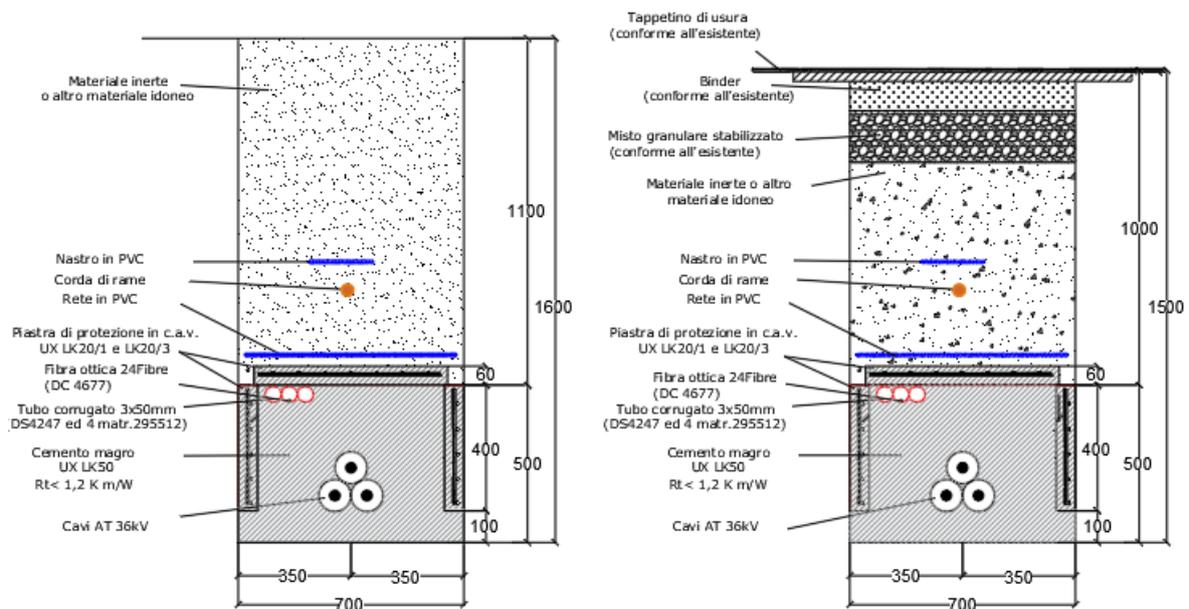


Figura 1 - Tipico di sezione cavidotto AT su strada e su terreno agricolo

3.2. Risoluzione interferenze dei cavi con altre infrastrutture

La progettazione del cavidotto sotterraneo in alta tensione è improntata a criteri di sicurezza, sia per quanto attiene le modalità di realizzazione sia per quanto concerne la compatibilità in esercizio con le opere interferite. La progettazione è improntata all'ottimizzazione del tracciato di posa in funzione del costo del cavo in opera, tenendo in particolare considerazione la riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione.

3.3. Campi elettrici e magnetici

Per lo studio dei campi elettrici e magnetici ci si attiene a quanto prescritto dalla normativa riportata di seguito.

- Legge Quadro n. 36 del 22/02/01 e relativo DPCM 08-07-2003 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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 Ministeriale 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- D.lgs. 81/2008 del 9/4/2008 “Testo unico sulla sicurezza”.
- Norma CEI 106-11: “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003”.
- Guida CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.
- Guida CEI CLC/TR 50453 “Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza”.
- Norma CEI EN 61936-1, “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni”.
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”
- CEI 11-17, “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”
- CEI IEC 60287, “Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte1-1: Equazioni per il calcolo della portata di corrente (fattore di carico 100 %) e calcolo delle perdite – Generalità”

Relativamente ai cavidotti AT a 36 kV, si prevede la posa di cavi trifase con struttura unipolare del tipo in alluminio con conduttori disposti a trifoglio a profondità di circa 1.6m come mostrato in figura 2.

Il cavidotto AT di connessione tra la cabina di raccolta e la Stazione Elettrica di Craco 36/150 kV, prevede la posa di tre terne di cavi unipolari a 36 kV di sezione 630 mm² in alluminio. La tensione del cavo sarà 26/45 kV e avrà le caratteristiche riportate nel paragrafo a seguire 5.1 Cavo AT.

3.4. DEFINIZIONI: Fascia di rispetto e distanza di prima approssimazione (DPA)

La fascia di rispetto così come definita dalla norma CEI 106-11 coerentemente con quanto dichiarato nell’allegato al DM 29/05/2008, è lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da induzione magnetica di intensità maggiore o uguale a un valore prefissato, in particolare all’obiettivo di qualità.

La distanza di prima approssimazione (DPA) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della 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. Tale definizione è riportata nell'allegato al DM 29/05/2008.

3.5. Metodologia di calcolo e software utilizzato

La metodologia di calcolo prevede che per il calcolo della fascia di rispetto così come definita, occorra che si conoscano i seguenti dati (che dovranno essere acquisiti per tratte omogenee di linea):

1. Portata in corrente in servizio nominale;
2. Numero e tipologia dei cavi interrati, loro disposizione relativa e sistema di riferimento rispetto all'asse della linea;
3. Condizioni di fase relativa delle correnti elettriche.

Le simulazioni avverranno attraverso il software di BE Shielding MAGIC - Magnetic Induction Calculation è uno strumento per l'analisi di impatto ambientale dei campi magnetici e per la determinazione delle fasce di rispetto per linee elettriche secondo quanto previsto dalla Legge Quadro n.36/2001 (esposizione ai campi magnetici della popolazione) e dal D.Lgs. 81/08 (valutazione dei rischi in ambiente lavorativo). È in grado di restituire valori puntuali di induzione elettromagnetica, oltre che grafici di andamenti nello spazio dell'induzione magnetica.

3.6. Risultati di calcolo

L'analisi condotta prende in considerazione il percorso di cavidotto con tre terne di cavi a 36kV di connessione tra la cabina di raccolta e la SE di Craco. (Rif. Tavola "C22FSTR001WD020_00_Sezioni cavidotti"). La profondità di posa sarà di 1.4m e le terne saranno distanziate tra loro di 40 cm come mostra l'immagine a seguire:

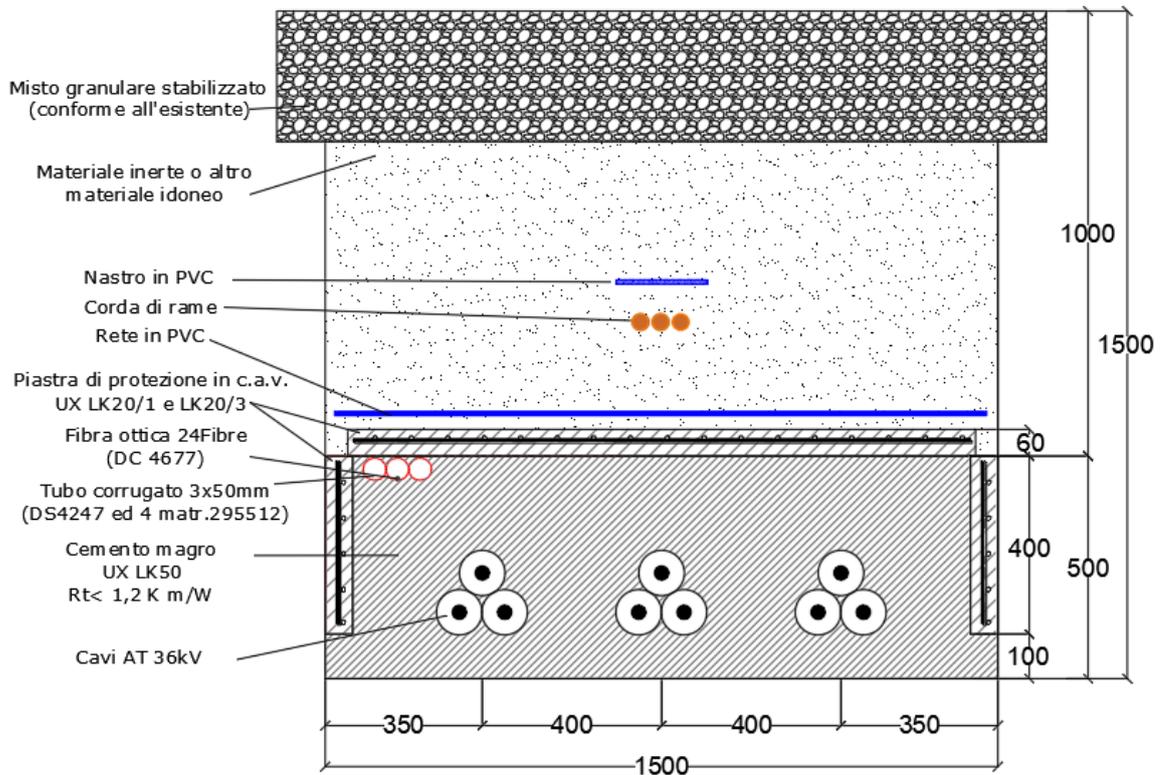


Figura 2 – Sezione cavidotto di connessione AT a 36kV su strada sterrata

La corrente che attraversa i cavi sarà data dal datasheet del cavo stesso, considerando una resistività del terreno pari a 2°Cm/W . Il cavo da 630mm^2 avrà una portata in corrente in servizio nominale pari a 663 A.

A seguire, la geometria della disposizione dei cavi AT all'interno dello scavo.

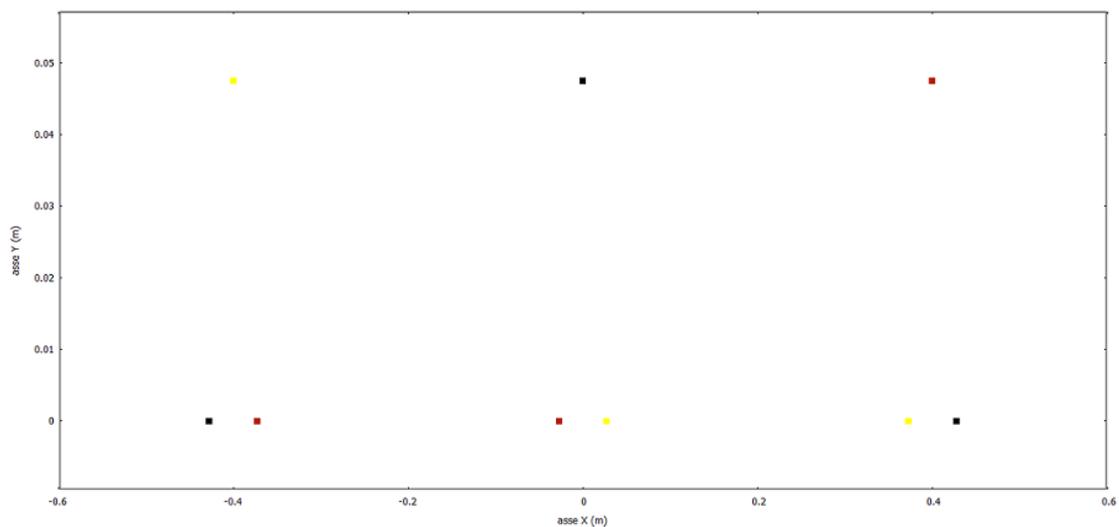


Figura 3 – Geometria disposizione cavi AT

Le fasi sono disposte in modo tale da ridurre l'induzione magnetica in riferimento al piano stradale.

La disposizione usata è: RST, STR, TRS.

Le curve di isolivello sono le seguenti:

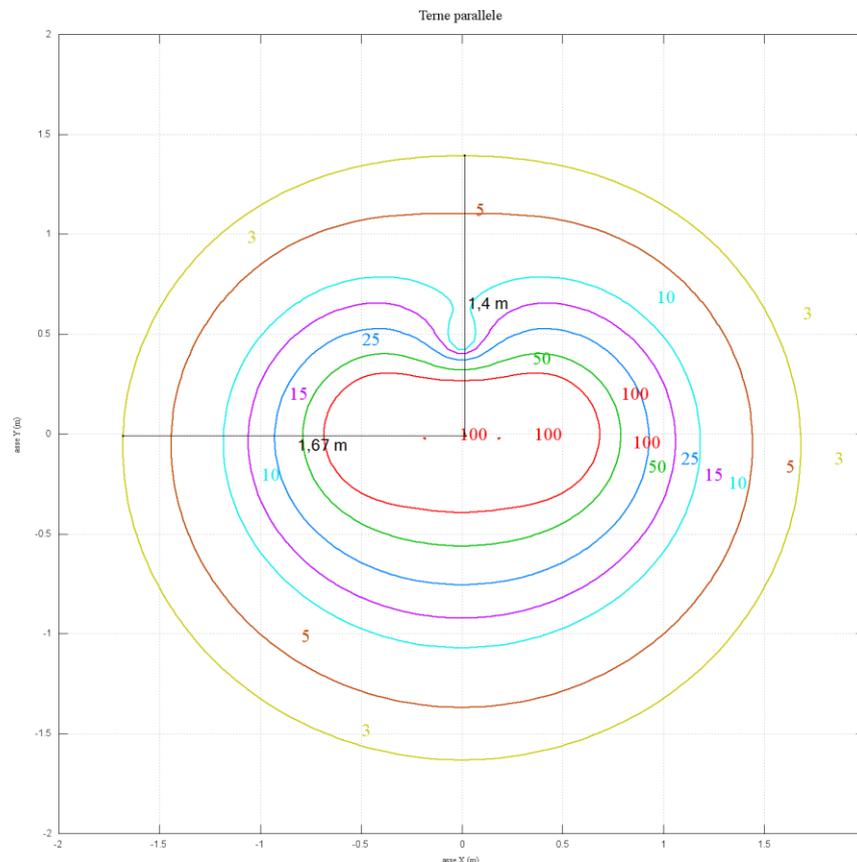


Figura 4 – Curve di isolivello dell'induzione magnetica B

Le curve di isolivello mostrano che il valore di qualità di $3\mu\text{T}$ risulta essere a 1,40 m dalla posa del cavo AT. Considerando che i cavi sono posati a 1.4m dalla quota stradale, l'obiettivo di qualità viene raggiunto in corrispondenza del piano stradale. La soglia di attenzione di $10\mu\text{T}$, invece, risulta essere al di sotto della quota stradale.

Il valore di DPA risulta invece pari a 1,67m dal centro dello scavo.

Nonostante l'obiettivo di qualità sia stato centrato, è bene riportare quanto definito dalle norme vigenti in materia: “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”

Art. 4 comma 1 D.P.C.M. 23/07/2003. Non ricadendo in nessuno dei casi sopra riportati, l'articolo di riferimento sarà l'**Art. 3 comma 1** D.P.C.M. 23/07/2003 che cita testualmente “nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve



essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.”

Il valore da rispettare per il progetto in esame, pertanto, è pari a 100 μ T, valore dal quale siamo abbondantemente lontani, considerando il valore di induzione magnetica $B=3 \mu$ T alla quota stradale di 1,4m dalla posa dei cavi.

4. COMPONENTI PRINCIPALI DELLE OPERE DI CONNESSIONE

4.1. Cavo AT

Il cavidotto AT di connessione tra la cabina di raccolta e la Stazione elettrica di Craco, prevede la posa di cavi a 36 kV di sezione 630 mm² in alluminio. La tensione del cavo sarà 26-45 kV e avrà le caratteristiche riportate dall'allegato A.3:

1. Anima: conduttore a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato o alluminio. Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alle prescrizioni IEC 60228.
2. Isolante e strati semiconduttivi: isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso insieme ai due strati semiconduttivi (tripla estrusione).
3. Schermo: lo schermo metallico, in piombo o alluminio, o a fili di rame ricotto o fili di alluminio non stagnati opportunamente tamponati, o in una loro combinazione deve:
 - contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo
 - assicurare la tenuta ermetica radiale
 - consentire il passaggio delle correnti corto circuito
4. Guaina esterna: il rivestimento protettivo esterno sarà costituito da una guaina di PE e grafitata, ovvero, quando per installazioni in aria si ritiene opportuno evitare il propagarsi della fiamma, guaina in PVC non propagante la fiamma o PE opportunamente addizionata oppure con microguaina aggiuntiva in PE opportunamente addizionata.

5. STIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

La durata prevista per la realizzazione del cavidotto opere di connessione utente è stimata in considerazione dell'importanza delle opere. Saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell'impianto e la conseguente messa in servizio. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "C22FSTR001WRD017_00_Cronoprogramma lavori".



6. RUMORE

Per quanto riguarda l'analisi del rumore nelle opere di connessione lato utenza, esse riguardano solo la realizzazione del cavidotto AT di connessione tra la cabina di raccolta e la Stazione elettrica connessa alla RTN di proprietà di TERNA.

Si rimanda all'elaborato progettuale "C22FSTR001WR054_01_Relazione previsionale di impatto acustico" per l'analisi di tutti gli aspetti tecnici del paragrafo in oggetto.

7. AREE IMPEGNATE

Gli elaborati progettuali "C22FSTR001WR014_00_Piano particellare di esproprio grafico" e "C22FSTR001WR015_00_Piano particellare di esproprio descrittivo" riportano l'estensione dell'intera area, incluse le nuove opere di connessione di utenza.

8. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D.lgs. 81/08 "Attuazione dell'art 1 della legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i..

9. RIFERIMENTI NORMATIVI

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. Tutte le opere, nel rispetto della "regola d'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, inoltre, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore. Si riporta nel seguito un elenco delle principali leggi e norme di riferimento. S'intendono comprese nelle stesso tutte le varianti, le errata corrige, le modifiche ed integrazioni.

9.1. Leggi

- D.lgs. 81/08 "Attuazione dell'art 1 della legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge n.186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- D.M. n.37 del 22 gennaio 2008. Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. n. 447 del 6/12/1991;
- T.U. Sicurezza "Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- DM 24/11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- DM 12/03/1998 Elenco riepilogativo di norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell'art. 3 del DPR 24 luglio 1996, n. 459: "Regolamento per l'attuazione delle direttive



del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine”;

- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);
- Norme di unificazione UNI e UNEL.

- Legge Quadro n. 36 del 22/02/01 e relativo DPCM 08-07-2003 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 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 Ministeriale 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- D.lgs. 81/2008 del 9/4/2008 “Testo unico sulla sicurezza”.

- Direttive europee

9.2. Norme tecniche

- CEI 11-27 – Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1-2 – Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 61936-1 - Class. CEI 99-2 - CT 99 - Fascicolo 11373 - Anno 2011: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 50522 - Class. CEI 99-3 - CT 99 - Fascicolo 11372 - Anno 2011 - Edizione +EC 1+EC 2: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

- CEI 106-11: “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003”.
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”.

- CEI EN 60721-3-3 – Classificazioni delle condizioni ambientali.
- CEI EN 60721-3-4 – Classificazioni delle condizioni ambientali.



- CEI EN 60068-3-3 – Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature
- CEI 64-2 – Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- CEI EN 62271-100 – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione
- CEI EN 62271-102 – Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione
- CEI EN 61009-1 – Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- CEI EN 60898-1 – Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI 33-2 – Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- Norma CEI 36-12 – Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- CEI EN 60044-1 – Trasformatori di corrente
- CEI EN 60044-2 – Trasformatori di tensione induttivi
- CEI EN 60044-5 – Trasformatori di tensione capacitivi
- CEI 57-2 – Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- CEI 57-3 – Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- CEI EN 60694 – Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- CEI EN 60529 – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI EN 60168 – Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V
- CEI EN 61000-6-2 – Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-4 – Emissione per gli ambienti industriali

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido