

## **Relazione Campi Elettromagnetici per Connessioni Elettriche Alta Tensione**

**Progettisti: ENGIE – Geotech Srl**

**Committenza: Noviglio MXP I**

## **Premessa**

Con il presente documento si determina in via teorica l'andamento dell'induzione magnetica prodotto dall'elettrodotto a 132 kV in progetto per la connessione di un impianto di consumo (Data Center) alla Rete di Trasmissione Nazionale; il punto di connessione finale è la Stazione Elettrica Terna di Lacchiarella (MI).

L'elettrodotto in oggetto è progettato per trasportare la potenza di 100 MVA ed è costituito da due linee in Cavo posate a in trincea o in TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata). La posa delle due terne due cavi sarà separata sia separata che nello stesso scavo a seconda dei vari tratti. Il posizionamento dei cavi nello scavo sarà a "trifoglio" sia in tubiera che senza tubiera. Le due linee non saranno mai in funzione contemporaneamente ma funzioneranno una in backup all'altra.

Lo scopo di questo elaborato consiste nello stabilire la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) in corrispondenza dell'elettrodotto interrato, a seconda della geometria di posa.

Inoltre saranno riportate alcune considerazioni riguardanti l'andamento del campo elettrico prodotto dall'elettrodotto in cavo. Tali valutazioni sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (Pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

## **Normative di Riferimento**

Le normative e legislazione in vigore per la valutazione dell'intensità del campo magnetico, relativa all'opera in oggetto, sono le seguenti:

- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 211-4: Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- Norma CEI EN 50341-1: Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata – Parte 1: Prescrizioni generali-Specifiche comuni;



ENGIE Servizi S.p.A.  
B2B

Viale Chiese, 72

20126 Milano - Italia

Tel. : +39 02943991 – Fax : +39 0294399674

ENGIE Servizi S.p.A. - Società con Azionista Unico – Sede legale Viale Giorgio Ribotta, 31 00144 Roma tel. : 06549231 fax. : 0654923450 - C.S. i.v Euro 280.800.000,00 - Partita IVA 01698911003 - Codice Fiscale e n. iscrizione - Registro delle Imprese di Roma 07149930583 - Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento da parte di ENGIE Energy Services International S.A. (Belgio)



- Norma CEI EN 61936-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- D.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- D.P.C.M. 8 luglio 2003: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz;
- D.Lgs. n.159 del 1 agosto 2016: Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE
- D.M. 29 maggio 2008 e Allegato: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time varying electrical and magnetic fields (1Hz-100kHz).

## VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico generato dalla linea dipende unicamente dal valore della tensione a cui questa viene esercitata; esso è stato calcolato in conformità alla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".

L'altezza dal piano campagna, alla quale viene calcolato il valore del campo elettrico, è pari a 1,5 m.

Tale valore è scelto in base alla Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 100 kHz, con riferimento all'esposizione umana", la quale considera, in generale, come "significativi ai fini della caratterizzazione dell'esposizione umana", i punti ad altezze di 1 – 1,5 m dal piano di calpestio.

Nel caso di cavi interrati la presenza dello schermo e della vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende il campo elettrico di fatto nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito ovunque, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

## VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola. Il valore dell'induzione magnetica decresce molto rapidamente con la distanza.

Per il calcolo del campo del valore dell'induzione magnetica generata dall'elettrodotto oggetto di verifica è stato utilizzato il programma "EMF Tools Vers 4.08", sviluppato da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

### **METODOLOGIA DI VERIFICA**

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, 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 (ora ISPRA), 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.

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.

In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea interrata (per il dettaglio vedere par. 2.2);
2. Calcolo le DPA successivamente riportate in planimetria
3. Verifica sulle planimetrie di cui sopra dell'eventuale presenza di recettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;
4. Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più vicino all'elettrodotto.
5. Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di "recettore".

### **CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO**

I cavi considerati sono del tipo ARE4H5E con conduttore in alluminio e isolamento in polietilene reticolato XLPE.

Il singolo cavo è costituito da un conduttore in alluminio, coperto da uno strato semiconduttivo, ricoperto a sua volta dallo strato isolante in polietilene reticolato, da un secondo strato semiconduttivo, da una guaina impermeabilizzante, dallo schermo metallico in rame, e dalla guaina esterna in polietilene. Il cavo risponde ai requisiti della specifica TERNA UX LK101-Cavi unipolari isolati in XLPE per sistemi con tensione massima  $U_M=245$  kV. Il cavo è predisposto per il funzionamento alla tensione nominale concatenata di 132 kV e risponde alla norma costruttiva IEC 62067.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche tecniche del cavo considerato.

#### *Dati tecnici*

- Tipo di cavo: ARE4H5E;
- Tensione nominale d'isolamento ( $U_0/U$ ): 87/150 kV;
- Tensione massima permanente di esercizio ( $U_M$ ): 170 kV;
- Sezione nominale: 1x1200 mm<sup>2</sup>;

#### *Dati tecnici*

- Conduttore: Alluminio;
- Semiconduttore interno
- Isolante polietilene reticolato spessore 17,5 mm;
- Semiconduttore esterno
- Schermo metallico guaina in alluminio saldato sezione 150 mm<sup>2</sup>;
- Guaina esterna
- Diametro esterno del cavo 99 mm;
- Peso netto del cavo 9,7 kg/m.

### **CALCOLO FASCE DI RISPETTO TRATTE IN CAVO INTERRATO**

Si riporta di seguito la rappresentazione della fascia di rispetto lungo una sezione dell'elettrodotto in cavo interrato, ottenuta con il software "EMF Vers.4.08".

Viene inoltre riportato il valore della distanza di prima approssimazione (DPA) 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".

Le analisi dei valori generati dalle linee oggetto della presente relazione tengono conto del fatto che i collegamenti in progetto sono uno di backup rispetto all'altro ossia:

- Caso A: Linea 1 in funzione, linea 2 spenta;
- Caso B: Linea 2 in funzione, linea 1 spenta.

Nelle pagine successive vengono eseguiti i calcoli di induzione magnetica, utilizzando per i cavi di progetto la corrente massima dichiarata di **573 Ampère** che corrisponde, previo arrotondamento, alla massima portata del cavo 132 kV di sezione 1200 mm<sup>2</sup> in alluminio **in relazione alla specifica condizione di potenza richiesta** e determinata in base alla normativa internazionale IEC 60287. Il cavo avrà un diametro pari a 99 mm.

In relazione al tracciato scelto e alle modalità di posa prevista si riporta il calcolo delle DPA per le configurazioni di seguito:

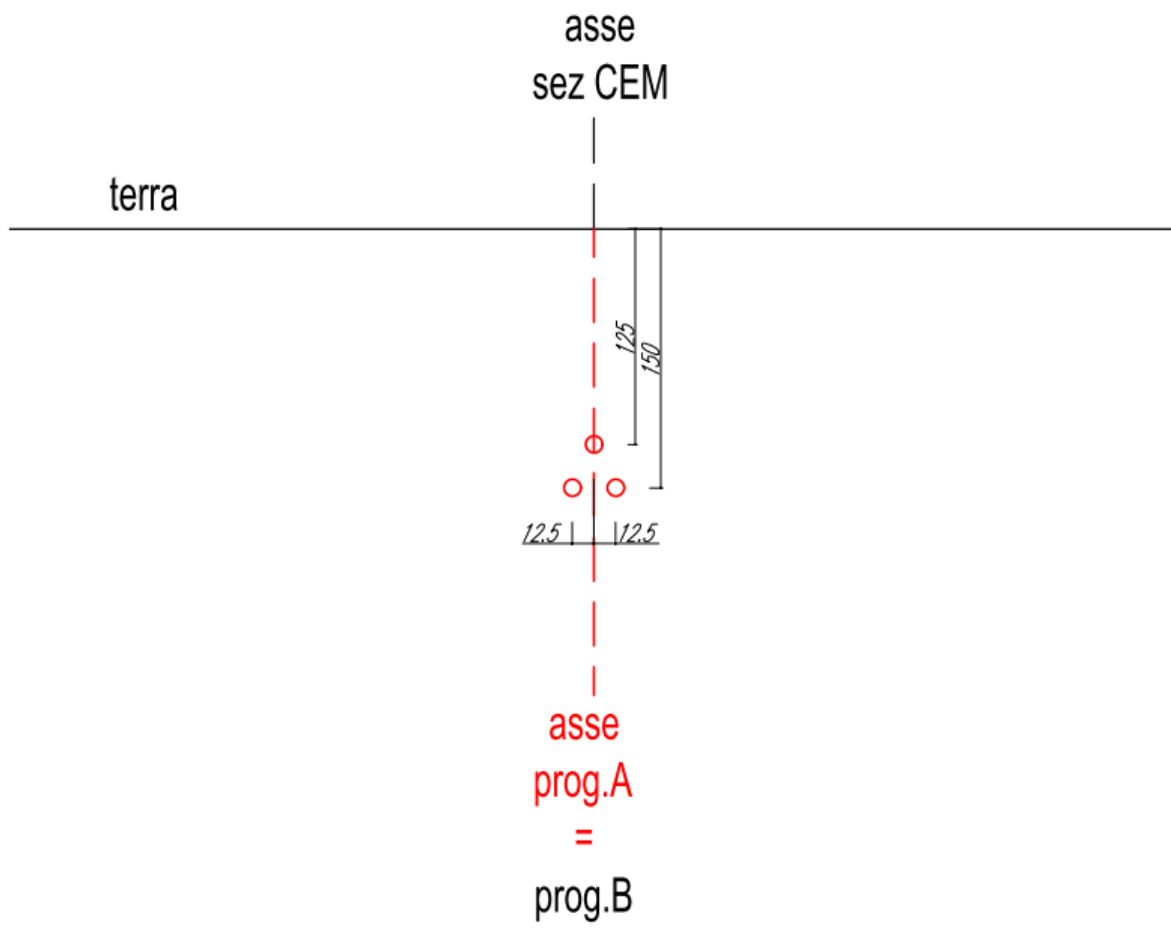
- Posa 1: Singola terna di cavi posata a trifoglio in tubiera o TOC;
- Posa 2: Singola terne di cavi in BG.

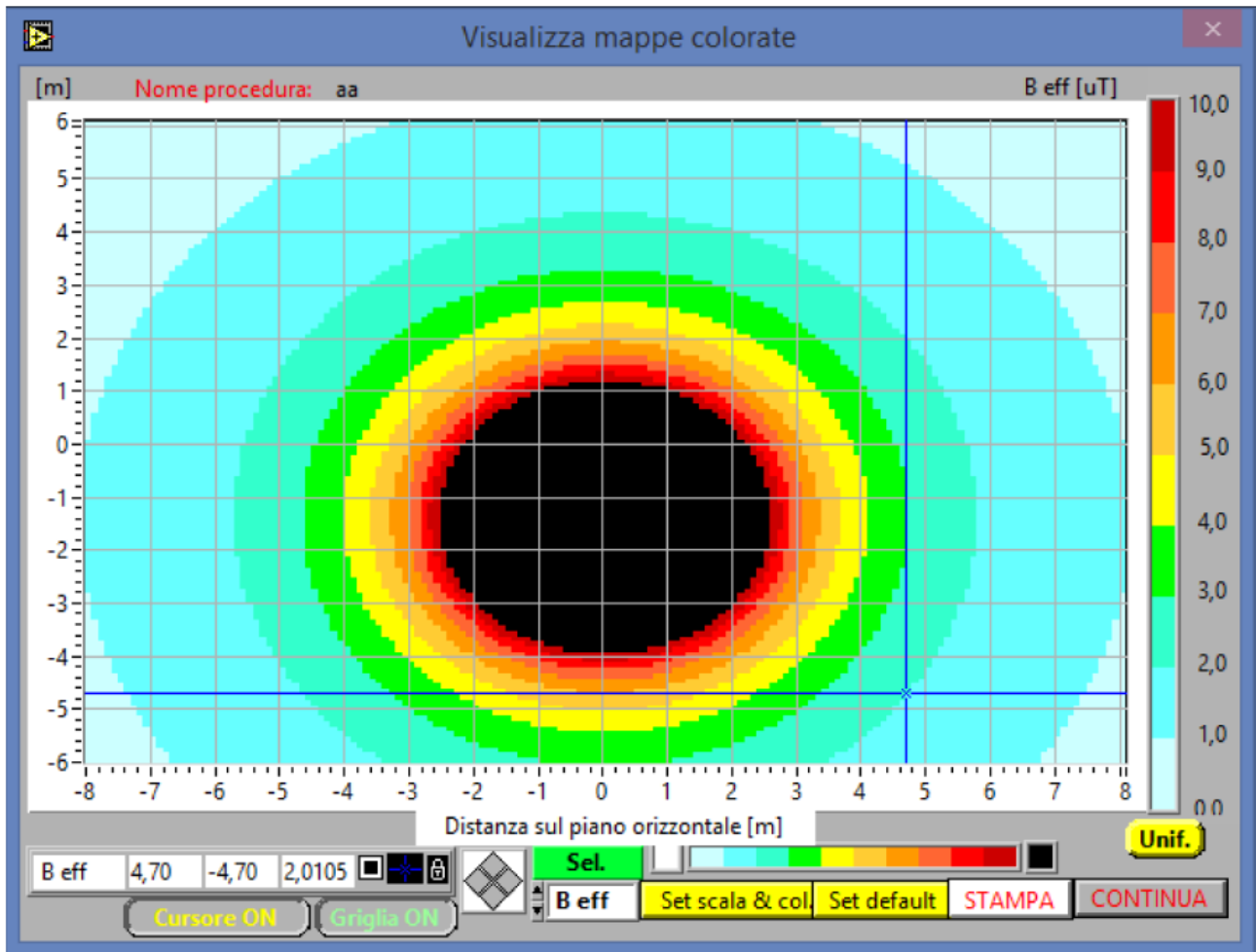
Relativamente alle buche giunti, il campo da queste prodotto può essere calcolato schematizzando le stesse come una terna di cavi posati in piano (distanza intercavi pari a 0,6 m).

#### POSA 1: SINGOLA TERNA DI CAVI POSATA A TRIFOGLIO

**Ampiezza fascia di rispetto  $3\mu T = 4,70 \text{ m} + 4,70 \text{ m} = 9,40 \text{ m}$**

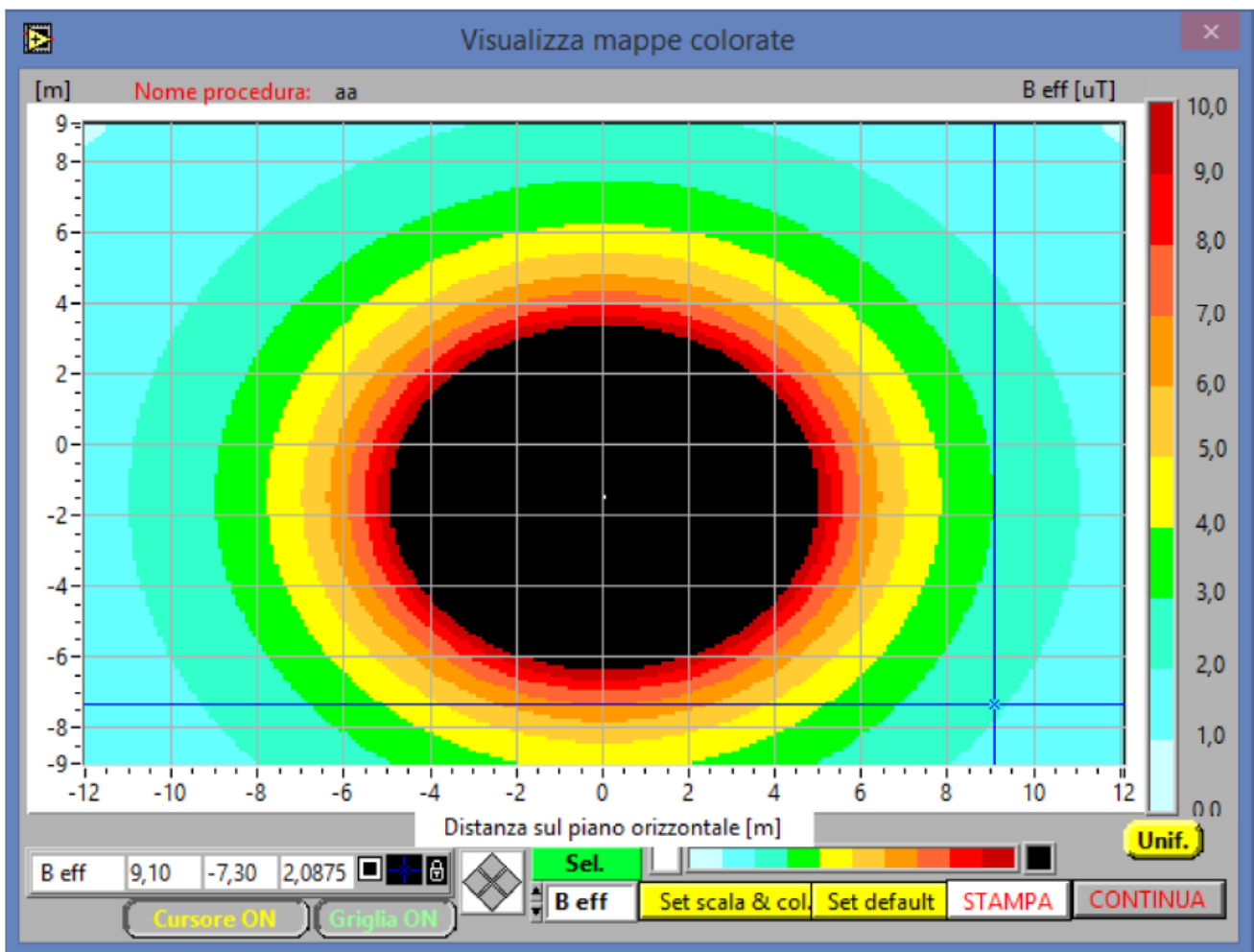
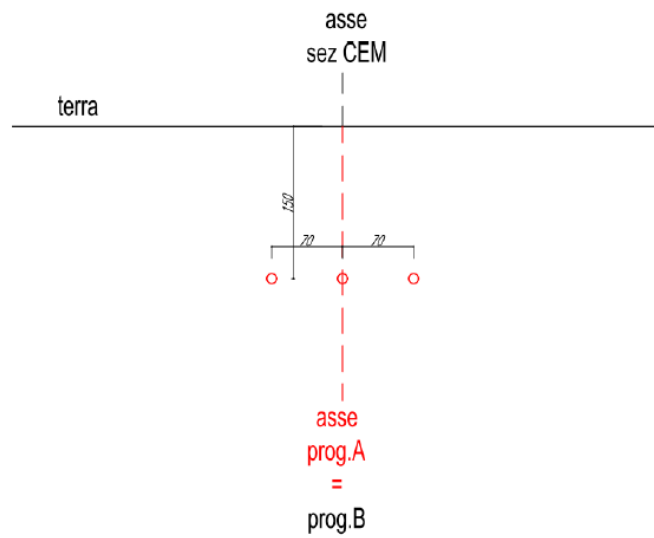






Posa 2 : singola terna di cavi in Buca Giunti

Ampiezza fascia di rispetto  $3\mu T = 9,10 \text{ m} + 9,10 \text{ m} = 18,20 \text{ m}$





## CONCLUSIONI

Una volta determinate le distanze di prima approssimazione e le aree di prima approssimazione, così come definite nel D.M. 29 maggio 2008, è stato possibile elaborare la planimetria allegata dalla quale è stato possibile verificare la completa assenza di recettori all'interno delle zone sopracitate.

Viene inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM dell'8 Luglio 2003.

Si evince dunque, per l'opera in progetto, la completa conformità con i dettami del D.P.C.M dell'8 luglio 2003.

