

**ARPAT - AREA VASTA CENTRO - Dipartimento di Firenze - Settore Supporto tecnico**

Via Ponte alle Mosse, 211 - 50144 - Firenze

N. Prot: Vedi segnatura informatica cl: **FI.01.15.01/108.7** del **30/10/2024** a mezzo: PEC

a : **COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**SETTORE 4 - OPERE PUBBLICHE, PATRIMONIO E AMBIENTE**  
**PEC: COMUNE.CAMPI-BISENZIO@POSTACERT.TOSCANA.IT**

**Oggetto:** PAU ex D.Lgs. 152/2006 art. 27-bis e L.R. 10/2010 art. 73-bis, "Progetto di realizzazione della Linea Tramviaria 4.2 – Tratta le Piagge-Campi Bisenzio ed opere connesse", ubicata nei Comuni di Firenze e Campi Bisenzio (FI). Proponente: Comune di Firenze - Direzione Sistema Tramviario Metropolitano – Parere sui campi elettromagnetici

Con il presente parere, che contiene le valutazioni sull'esposizione ai campi elettromagnetici, completiamo il parere sul PAU del progetto di realizzazione della Tramvia linea 4.2 Le Piagge – Campi Bisenzio.

Ricordiamo che nel parere inviato il 24/10 era stato anticipato che il presente contributo sarebbe stato inviato entro il 31 ottobre.

Il contributo è stato elaborato dal Settore Agenti Fisici dell'Area Vasta Centro di ARPAT. Tale settore è quello, per organizzazione interna di ARPAT, all'emissione di pareri in materia di campi elettromagnetici.

Di seguito si riporta per intero il contributo.

PROGETTO: progetto definitivo tramvia linea 4.2, tra la località Le Piagge a Firenze e il Comune di Campi Bisenzio  
PROPONENTE: Comune di Firenze – Direzione sistema tramviario metropolitano  
PROCEDIMENTO: Provvedimento autorizzativo unico (PAU) ex art. 27-bis D.Lgs n. 152 3 aprile 2006 e art. 73-bis LR n. 10 12 febbraio 2010.  
RICHIEDENTE: Comune di Campi Bisenzio (ns. prot. n. 71250 del 10/09/2024)  
RICHIESTA CONTRIBUTO: notifica del 02/10/2024  
DOCUMENTAZIONE nel sottofascicolo

Pagina 1 di 7

tel. 055.32061 - fax 055.3206324 - p.iva 04686190481 - [www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it) - per informazioni: [urp@arpat.toscana.it](mailto:urp@arpat.toscana.it)  
per comunicazioni ufficiali PEC: [arpat.protocollo@postacert.toscana.it](mailto:arpat.protocollo@postacert.toscana.it) - (accetta solo PEC),  
ARPAT tratta i dati come da Reg. (UE) 2016/679. Modalità e diritti degli interessati: [www.arpat.toscana.it/utilita/privacy](http://www.arpat.toscana.it/utilita/privacy)

Organizzazione con sistema di gestione certificato e laboratori accreditati – maggiori informazioni all'indirizzo [www.arpat.toscana.it/qualita](http://www.arpat.toscana.it/qualita)  
Per esprimere il proprio giudizio sui servizi ARPAT è possibile compilare il questionario on-line all'indirizzo

[www.arpat.toscana.it/soddisfazione](http://www.arpat.toscana.it/soddisfazione)

In particolare, abbiamo analizzato la seguente documentazione e i relativi allegati/elaborati:

- Relazione campi elettromagnetici;
- Relazione di Piano di Monitoraggio Ambientale;
- Planimetria tratta dal km 0+000 al km 0+230;
- Planimetria tratta dal km 0+230 al km 0+610;
- Planimetria tratta dal km 0+610 al km 1+300;
- Planimetria tratta dal km 1+300 al km 1+730;
- Planimetria tratta dal km 1+730 al km 2+180;
- Planimetria tratta dal km 2+180 al km 2+650;
- Planimetria tratta dal km 2+650 al km 3+130;
- Planimetria tratta dal km 3+130 al km 3+500;
- Planimetria tratta dal km 3+500 al km 3+800;
- Planimetria tratta dal km 3+800 al km 4+250;
- Planimetria tratta dal km 4+250 al km 4+610;
- Planimetria tratta dal km 4+610 al km 4+940;
- Planimetria tratta dal km 4+940 al km 5+360.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. n. 36 22 febbraio 2001, *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* e s.m.i.;
- 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, magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*;
- DM 29 maggio 2008, *Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica* (GU n. 153 2 luglio 2008);
- DM 29 maggio 2008, *Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti* (SO n.160 alla GU n. 156 5 luglio 2008);
- LRT n. 39, 24 febbraio 2005, *Disposizioni in materia di energia* e s.m.i.

## PREMESSA

Il tracciato tramviario di progetto, come risultante dalla documentazione presentata, è analogo a quello già proposto per la stessa linea in precedenti procedimenti che hanno visto il coinvolgimento di ARPAT. Elemento più evidente di modifica è la diversa collocazione del deposito tramviario.

Con prot.2024/0054933 del 12/7/2024 sono state richieste integrazioni in relazione all'impatto magnetico, rispetto alle quali riportiamo di seguito l'analisi della presente documentazione.

Per un inquadramento generale dell'opera e per consentire una migliore comprensione della successiva analisi svolta, riportiamo immagine del tracciato tramviario di progetto (figura 1).



Figura 1 – Tracciato dell'opera di progetto con indicati i punti di fermata (punti neri); immagine estratta dalla documentazione presentata (elaborato cod. FL42-D-E-IN-AV-00-EGG-RT-01-A).

## ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE

La relazione di valutazione del campo magnetico ora prodotta prende in esame le seguenti sorgenti che analizzeremo separatamente:

- Sotto Stazioni Elettriche (SSE) e cabina elettrica di trasformazione Deposito;
- anello di alimentazione in MT;
- linee in bt di alimentazione delle fermate;
- sorgenti esterne (elettrodotti).

La documentazione contiene anche un'accurata valutazione dell'esposizione al campo magnetico statico prodotto dalle linee di alimentazione dei convogli dal quale risulta una valore molto minore del limite delle normative tecniche internazionali (ICNIRP) che indica il valore di 40 mT.

Non è invece valutata la prevista linea di collegamento in MT alla rete pubblica alla SSE Palagetta.

## SSE e cabina elettrica di trasformazione Deposito

Sono previste 4 sottostazioni per l'alimentazione della tranvia:

- SSE CAMPANIA km 0+852;
- SSE DEPOSITO km 1+642;
- SSE CASTAGNO km 3+068;
- SSE PALAGETTA km 4+608.

Ciascuna di esse contiene un trasformatore di trazione a doppio avvolgimento da 1900 kVA (due per la SSE Deposito), un trasformatore ausiliario da 160 kVA e il convertitore CA/CC da 1500 kW oltre a quadri di controllo e cablaggio.

La documentazione indica una DPA pari a 4,4 m per le SSE con un solo trasformatore di trazione e di 5 m per la SSE Deposito. Viene precisato che all'interno della SSE Deposito è presente anche una cabina di trasformazione MT/bt da 1250 kVA la cui DPA si ritiene già "assorbita" da quella determinata per la sottostazione. Il calcolo della DPA viene effettuato per tutte le SSE considerando solo la metà della

potenza nominale dei trasformatori di trazione in ragione del fatto che questi sono costituiti da due avvolgimenti secondari dei quali solo uno è effettivamente utilizzato.

Riteniamo non sufficientemente supportate le motivazioni riguardo l'utilizzo della potenza dimezzata e dell'esclusione del contributo della cabina di trasformazione per la determinazione della DPA della SSE Deposito. Tuttavia è indicato che in via cautelativa tutte le SSE saranno recintate ad una distanza di 5 m dal manufatto con accessi chiusi. Inoltre si dichiara che sarà posto del materiale schermante all'interno delle cabine; non viene fornita una descrizione delle modalità di posa, che per essere efficace deve essere continua, lungo l'intera parete.

Per valutare l'effettiva efficacia degli interventi proposti riteniamo quindi necessario che il piano di monitoraggio preveda misure di campo magnetico lungo la recinzione di tutte le SSE.

### **Anello di alimentazione in MT e linea di collegamento alla rete pubblica**

Le SSE sono collegate tra loro mediante un cavidotto posato alla profondità di 1 m nello spazio interbinario. La documentazione propone i valori campo magnetico per differenti valori d'intensità di corrente in transito e per diverse distanze dall'asse della posa. In particolare è riportato il calcolo per un valore di corrente di 342 A corrispondente alla potenza complessiva di tutte le SSE e da ritenersi, quindi, cautelativo, per distanze dal centro della posa fino a 4 m. Il risultati mostrano che già al piano di campagna il valore del campo magnetico è pari a 3  $\mu$ T per divenire trascurabile (0,2  $\mu$ T) a 4 m. Nostre valutazioni mostrano che tali valori sono corretti. Peraltro, il calcolo non considera l'attenuazione prodotta dalla ritorsione ad elica, che determina un valore del campo magnetico significativamente minore.

La documentazione non descrive la linea di collegamento alla rete pubblica prevista per la SSE Palagina. Non ne viene descritto né il tracciato né le caratteristiche della posa né i valori di corrente prelevati dalla SSE. Riteniamo, quindi, che la documentazione debba essere integrata con queste informazioni.

### **linee in bt di alimentazione delle fermate**

Dalle SSE partono le linee in bassa tensione (bt) che alimentano i quadri elettrici delle fermate.

Non è indicato il tracciato seguito in uscita dalle SSE e dalle immagini riportate nella documentazione risulta che questo sia posto a fianco dei binari, quindi all'estremo del marciapiede di fermata. La profondità di posa è indicata variabile tra i 30 cm e 1 m. Le intensità di corrente in transito nelle linee in bt è calcolata sulla base dei dispositivi utilizzatori per ciascuna fermata. Il valore più elevato pari a circa 65 A è indicato in uscita dalla SSE Palagina.

In analogia a quanto fatto per le linee in MT viene calcolato il campo magnetico per differenti distanze dal centro della posa da 50 cm fino a 4 m. I risultati mostrano che già a 50 cm il valore del campo magnetico è inferiore a 3  $\mu$ T per divenire residuale (>0,1  $\mu$ T) a 4 m. Nostre valutazioni mostrano che la valutazione è stata effettuata considerando la posa piana delle linee interrato, configurazione da ritenersi realistica.

La stima del campo magnetico prodotto dalle linee interrato in bt è da ritenersi corretta per le intensità di corrente dichiarate in progetto. Precisiamo che questi dati sono da noi assunti per le verifiche del campo magnetico senza però vi siano elementi per confermarne l'attendibilità non avendo informazioni di dettaglio sui consumi effettivi degli utilizzatori. La documentazione non indica la posizione dei quadri di fermata. Riteniamo che questi debbano essere posti in aree lontane dalle banchine.

### **sorgenti esterne (elettrodotti)**

Viene indicata l'interferenza del tracciato della tranvia con alcuni elettrodotti aerei in alta tensione. In particolare:

- nel Comune di Firenze - elettrodotto nr.404 da 132 kV "Peretola-Osmannoro";

- nel Comune di Campi Bisenzio - elettrodotto nr. 491 da 132 kV "Casellina-S. Cresci";
- nel Comune di Campi Bisenzio - elettrodotto nr. 337 da 380 kV "Tavarnuzze-Calenzano".

La valutazione dell'impatto magnetico prodotto da queste linee elettriche nei tratti d'intersezione con il tracciato delle tranvia è effettuata utilizzando le schede tecniche contenute nelle linee guida di e-distribuzione s.p.a. che associano la DPA a tralicci standard e non è determinata l'effettiva dimensione degli sbracci dello specifico traliccio in esame che interessa una determinata area di riferimento. La documentazione non chiarisce, poi, se le altezze dei tralicci indicate siano quelle reali, ovvero siano state effettivamente misurate in campo, ad esempio, durante i rilievi fotografici. La posizione dei tralicci non è indicata e non è quindi specificata la distanza dall'area intersecata. Poiché conduttori si dispongono lungo una curva catenaria, a seconda della lunghezza della campata e della vicinanza ai tralicci del punto di misura il franco minimo da suolo può essere significativamente minore dell'altezza del traliccio. Tali considerazioni richiedono che la corretta valutazione del campo magnetico sia fatta utilizzando la rappresentazione tridimensionale della linea.

La valutazione effettuata, con le carenze sopra evidenziate, prende in esame le varie aree d'interferenza. Di particolare interesse sono le fermate Nave di Brozzi e S. Donnino, il cavalcavia che attraversa il Fosso Reale e l'area del deposito.

Riguardo le fermate si evidenzia un'ampia interferenza con la DPA ma sulla base di valutazioni grafiche basate su le schede tecniche già ricordate si conclude che il campo magnetico al suolo è inferiore a  $3\mu\text{T}$ . Il cavalcavia di attraversamento del Fosso Reale è interessato dall'intersezione con l'elettrodotto a 380 kV "Tavarnuzze – Calenzano". Utilizzando gli stessi metodi di valutazione grafica e comparazione con situazioni dichiarate analoghe si indica un possibile valore del campo magnetico di  $5\mu\text{T}$  sotto l'asse dell'elettrodotto per scendere a  $3\mu\text{T}$  ad una distanza di 25 m da questa. Non viene effettuata alcuna valutazione del campo elettrico prodotto dalla linea elettrica nell'area sottostante che interferisce con il cavalcavia. In proposito sottolineiamo che dalla documentazione grafica si può stimare che nell'area d'intersezione il cavalcavia ha un'altezza di circa 15 m sul piano di campagna ed è quindi di particolare importanza determinare l'effettiva distanza dai conduttori anche ai fini di valutare il campo elettrico, che può assumere valori significativi. La documentazione evidenzia che il cavalcavia è attraversato da ambo i lati da una pista ciclabile.

La documentazione progettuale mostra che nonostante lo spostamento della posizione del deposito tranviario persiste un'ampia interferenza con la DPA associata all'elettrodotto a 132 kV n° 491 "Casellina-S. Cresci" e si evidenzia che "l'edificio destinato a manutenzione impianti fissi/uffici si trova compreso trasversalmente quasi per la sua interezza nella DPA in planimetria ed è attraversato dalla proiezione planimetrica dei cavi" e sottolineando che "si configura quindi una possibile interferenza della DPA dell'elettrodotto con la destinazione d'uso dell'edificio in oggetto, trovandosi lo stesso per gran parte in una zona con valori di campo superiori ai  $3\mu\text{T}$ ". Se ne conclude che la situazione espositiva richiede approfondimenti in fasi successive della progettazione acquisendo direttamente dal gestore della linea Terna s.p.a. il calcolo esatto del campo magnetico. Il richiamo, infine, al futuro interrimento della linea elettrica interferente è di scarso rilievo in questa fase facendo riferimento ad una ipotesi ancora da definire in particolare nel tracciato e dalla tempistica incerta.

In conclusione riteniamo poco attendibili le valutazioni effettuate riguardanti le aree d'interferenza del tracciato della tranvia con elettrodotti ad alta tensione perché non basate su dati reali ma stimati sulla base di configurazioni standard, considerazioni grafiche e comparazioni con situazioni ritenute analoghe. Peraltro, la stessa documentazione riconosce l'interferenza con i locali deposito e dichiara la necessità di approfondimenti nella valutazione.

Riteniamo quindi necessario che il campo magnetico sia stimato in modo più accurato, per tutte le aree lungo il tracciato della tranvia interferenti con gli elettrodotti ad alta tensione.

## Piano di monitoraggio

La documentazione contiene una relazione riguardante il piano di monitoraggio predisposto per tutte le matrici compreso il campo magnetico a bassa frequenza.

Il documento tuttavia fornisce solo indicazioni di massima riguardo la metodologia adottata e i punti di monitoraggio. Riteniamo pertanto necessario fornire alcune indicazioni generali sullo svolgimento delle



misure e sui risultati da restituire.

#### Posizione dei punti di misura

Le misure dovranno essere svolte

- lungo la recinzione di tutte le SSE a servizio della tranvia;
- lungo marciapiedi delle fermate;
- in prossimità dei quadri di fermata;
- nelle aree interferenti con gli elettrodotti AT.

#### Modalità di misura

Le misure dovranno essere effettuate secondo quanto previsto dalla norma CEI 211-6. Ricordando che i valori confrontabili con la normativa per la tutela della popolazione generale dai campi magnetici a bassa frequenza sono il valore istantaneo per il limite di esposizione, la mediana giornaliera per il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità nei luoghi dove è prevista la permanenza di persone, le misure dovranno essere prolungate per un periodo minimo di 24 ore. I dati dovranno essere acquisiti con un tempo di campionamento di 1,5 s per le misure istantanee e 60 s per le misure prolungate giornaliere.

#### Restituzione dei dati

Per le misure istantanee dovrà essere restituito il valore rms fornito dallo strumento. Nel caso di sessioni prolungate dovranno essere restituiti i valori massimo, minimo, media e mediana dei dati raccolti. Nel caso di misure su uno o più giorni dovrà essere restituita la mediana giornaliera per ciascun giorno di misura.

## **CONCLUSIONI**

Dall'analisi svolta risulta che la documentazione presentata sia per alcuni aspetti non adeguata sotto il profilo tecnico, e non consenta pertanto di verificare la conformità alle norme per la tutela della popolazione dall'esposizione al campo magnetico a bassa frequenza (L n. 36 22 febbraio 2001, D.P.C.M. 08/07/2003, DPCM 8 luglio 2003).

Non vengono infatti stimati in modo adeguato gli impatti dell'opera e la relativa eventuale necessità di mitigazione, e non sono fornite informazioni e dati tecnici sufficientemente dettagliati e completi, necessari per verificare il grado di affidabilità delle stime presentate.

In particolare, quanto evidenziato non permette di escludere che l'opera di progetto possa avere ricadute ambientali maggiori di quelle prospettate, in particolare nelle aree interferenti con le linee elettriche in alta tensione e nel collegamento della rete di alimentazione della tranvia alla rete pubblica.

Le criticità relative ad altri aspetti progettuali, pur carenti nella documentazione e nella valutazione, riteniamo possano essere superate con specifiche condizioni ambientali.

**Riteniamo pertanto necessarie, per valutare l'impatto magnetico dell'opera, le seguenti integrazioni:**

1. fornire il tracciato, le caratteristiche di posa (profondità, configurazione, ecc.) e portata di corrente della linea elettrica di collegamento della SSE Palegina alla rete pubblica utilizzata per l'alimentazione della tranvia;
2. fornire la valutazione del campo magnetico prodotto dal collegamento di cui al punto precedente nelle aree attraversate
3. fornire il calcolo esatto del campo magnetico prodotto dagli elettrodotti in alta tensione effettuato per tutte le aree lungo il tracciato della tranvia interferenti con gli elettrodotti stessi. Il calcolo dovrà essere effettuato utilizzando modelli tridimensionali degli elettrodotti e i dati reali della linea e dei tralicci
4. indicare la posizione dei quadri di fermata.

In relazione al **Piano di monitoraggio** riteniamo che la documentazione presentata, integrata dagli elementi indicati nel relativo paragrafo del presente contributo, sia adeguata a descrivere l'impatto magnetico dell'opera realizzata.

Per tale aspetto questo Settore esprime quindi sul Piano

**valutazione positiva condizionata alle seguenti**

**PRESCRIZIONI:**

- il Piano di monitoraggio preveda misure di campo magnetico lungo la recinzione di tutte le SSE;
- il piano di monitoraggio sia integrato secondo le indicazioni sopra riportate per Posizione dei punti di misura, Modalità di misura, Restituzione dei dati.

Cordiali saluti

il Dirigente del Settore Supporto tecnico  
Dipartimento di Firenze  
Dott. Andrea D'Elia<sup>1</sup>

Allegati: parere ns prot 2024/0081689

---

<sup>1</sup> Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs 82/2005. L'originale informatico è stato predisposto e conservato presso ARPAT in conformità alle regole tecniche di cui all'art. 71 del D.Lgs 82/2005. Nella copia analogica la sottoscrizione con firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del soggetto responsabile secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del D.Lgs 39/1993