

Software di gestione dati dei monitoraggi ELF

M. Comelli (1,*)

(1) Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” del CNR (IFAC-CNR)

(*) M.Comelli@ifac.cnr.it

1 - Determinazione indiretta dell'esposizione

1.1 - Il sistema implementato

È stato messo a punto un software che permette di gestire i dati relativi ai monitoraggi di induzione magnetica condotti presso linee elettriche [1]. Lo strumento consente di importare in archivio:

- i dati misurati da uno strumento di tipo Emdex Lite¹ o Emdex II²;
- le simulazioni di induzione ottenute con il software PLEIA [2].

Utilizzando i parametri geometrici relativi agli elettrodotti contenuti nel Catasto degli elettrodotti della Regione Toscana (CeRT) [2], viene calcolata l'esposizione presso i recettori posti lungo il tracciato della linea di interesse.

Alla fine della procedura è possibile esportare, in maniera del tutto automatizzata, un report riassuntivo in formato PDF. Questo contiene un riepilogo dei dati misurati e dell'esposizione estrapolata nei pressi dei recettori, le mappe con i valori di induzione e i grafici con l'andamento temporale del campo in ciascuno dei siti analizzati.

1.2 - Principi utilizzati

Questa procedura consente di valutare i livelli di esposizione all'induzione magnetica presso una linea singola, qualora ne sia nota la configurazione geometrica ma non si conoscano i valori di corrente:

1. si sfrutta il fatto che l'induzione sia proporzionale alla corrente circolante nella linea;
2. conoscendo l'induzione in un punto, si risale al valore di corrente nell'elettrodotto;
3. dalla configurazione dell'elettrodotto e dal valore di corrente si ricava l'esposizione presso tutti i recettori posti lungo la linea.

1.3 - Proporzionalità campo-corrente

Per la legge di Biot-Savart, il campo di induzione magnetica generato da una linea elettrica è proporzionale alla corrente circolante nella linea stessa (nelle ipotesi di carico simmetrico e bilanciato, per una singola linea trifase). È pertanto possibile ricavare l'induzione dispersa da una linea nei suoi dintorni (qualora non ci siano contributi dovuti ad altre linee) avendo a disposizione i valori di corrente e la configurazione geometrica dell'elettrodotto. Viceversa, si può risalire ai valori storici di corrente qualora sia noto l'andamento del campo in un punto, ad esempio attraverso l'utilizzo di una centralina per il monitoraggio in continua.

Utilizzando i valori registrati dalla centralina, è possibile ricavare dapprima la corrente circolante nella linea, e quindi il campo presente nell'intorno della stessa. A tal fine si esegue una simulazione utilizzando una corrente di riferimento I_{rif} , e si calcolano, per tale intensità di corrente circolante:

- il valore del campo nel punto in cui è posizionata la sonda della centralina;
- i livelli di campo in una serie di siti rilevanti nei pressi della linea (organizzati in un file .p15 ottenuto dal software PLEIA).

1.4 - Procedura di valutazione

A partire dalla configurazione geometrica della linea ed utilizzando un valore di riferimento per la corrente I_{rif} , si calcola l'induzione B_{rif} in un punto in cui verrà posizionata una centralina.

1 <http://www.enertech.net/html/EMDEXLite.html>

2 <http://www.enertech.net/html/EMDEXII.html>

Utilizzando la stessa corrente, si esegue il calcolo dell'induzione lungo tutta la linea, in prossimità dei recettori particolarmente esposti o a tappeto: si ottiene una valutazione dell'esposizione in base alla corrente di riferimento (**Fig. 1**).

Il valore dell'induzione calcolata B_{calc} in corrispondenza ad un generico recettore è proporzionale a B_{rif} .

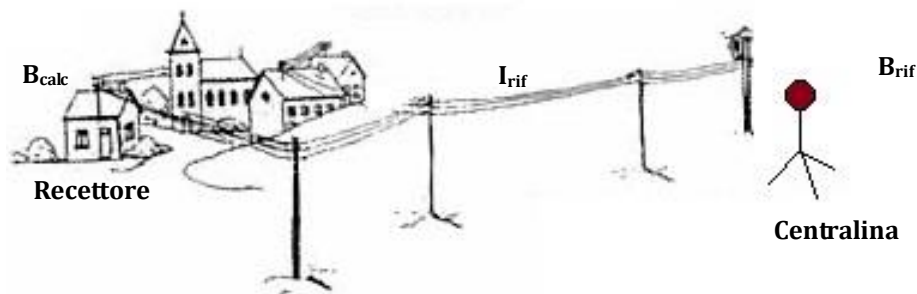


Fig. 1 - Simulazione in base ad una corrente di riferimento.

Quando la centralina registra un valore di campo B_{mis} , la corrente che transita nella linea è $I_{rif} * (B_{mis}/B_{rif})$ (**Fig. 2**), mentre il valore dell'induzione nel punto in cui è posto il recettore è $B_{calc} * (B_{mis}/B_{rif})$.

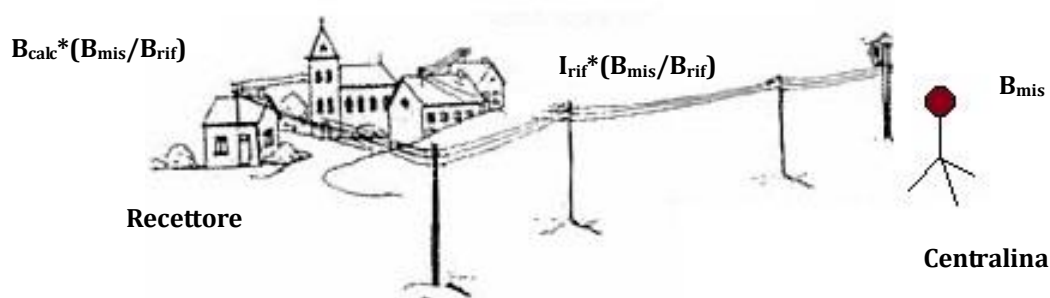


Fig. 2 - Estrapolazione in base al campo misurato.

2 - L'interfaccia utente

2.1 - L'interfaccia di gestione



Fig. 3 - Menu di accesso alla gestione centraline.

L'accesso all'interfaccia di gestione avviene dalla pagina principale del portale degli Agenti Fisici di ARPA Toscana. Dopo l'autenticazione, cliccando sulla scheda 'ELF' (solo per gli utenti abilitati all'inserimento di misure ELF) compare il menu con le voci di interesse (Fig. 3):

- Gestione centraline

- Gestione siti
- Condivisione centraline
- Creazione report
- Manuale di riferimento

2.2 - La gestione centraline

Cliccando sulla freccia relativa a 'Gestione centraline ELF', si apre la finestra in cui inserire una nuova centralina (Fig. 4), modificare o eliminare una esistente, inserire i dati relativi alla simulazione di riferimento (in SOSTITUZIONE di quelli esistenti) ed i valori registrati dalla centralina (in AGGIUNTA a quelli esistenti). Le centraline disponibili sono quelle inserite dall'utente che ha effettuato il login, o condivise da altri utenti (si veda più avanti).

La pagina è costituita da 3 parti:

- una tabella con un sistema di filtro ed ordinamento dei dati inseriti;
- un selettore multipagina (attivo nel caso in cui i risultati del filtro siano suddivisi su più pagine);
- la tabella di gestione delle centraline.

Quest'ultima contiene una riga per ognuna delle centraline già a disposizione dell'utente, più una riga per l'inserimento di un nuovo elemento.

I dati da compilare sono:

- Nome della centralina
- Strumento utilizzato
- Linea monitorata
- Note
- Coordinata X (Gauss-Boaga Est)
- Coordinata Y (Gauss-Boaga Nord)
- Quota
- Comune
- Località
- Indirizzo
- Foto della centralina
- Altezza della sonda
- Corrente utilizzata nel calcolo
- Induzione calcolata

Una volta inserita la centralina l'utente può:

- eliminarla: è possibile solo qualora non siano associati siti. Contestualmente, vengono eliminati i dati relativi alla simulazione di riferimento ed i valori misurati ad essa associati;
- aggiornare i dati precedentemente immessi;
- caricare la simulazione di riferimento, selezionando un file .pl5 prodotto dal software PLEIA-EMF (formattato come in **Tab. 1**) cliccando sul pulsante 'PL5';
- inserire le misure relative al monitoraggio, selezionando il file .txt o .csv prodotto da uno strumento di tipo Emdex II o Emdex Lite, cliccando sul pulsante 'Misure'.

GESTIONE CENTRALINE

Filtro	Ordinamento
Nome: <input type="text" value="Tutti"/>	
Comune: <input type="text" value="Tutti"/>	<input type="text" value="Selezione..."/>
Linea: <input type="text" value="Tutte"/>	
Nessun risultato con queste opzioni. <input type="button" value="Applica"/>	

Pagina: 1





Centralina	Coordinate	Localizzazione	Foto	Valori di riferimento	Azioni
Nome: Località La Gabbella, Calo (PI) Strumento: Endex Lite 706 Linea: 314 - La Spezia - Acciacci Note:	X: 1620638.99 Y: 4842209.53 Z: 14.65	Comune: CALCI Località: Indirizzo: Località La Gabbella, Via G	 <input type="button" value="Stiglia"/>	Hsonda: 1.85 m Icalc: 1000 A Bcalc: 3.6 µT	<input type="button" value="PL5"/> <input type="button" value="Misure"/> <input type="button" value="Aggiorna"/> <input type="button" value="Elimina"/>
Nome: Località Maggiano, Lucca (LI) Strumento: Endex Lite 4568 Linea: 314 - La Spezia - Acciacci Note: Centralina posizionata il 19/11	X: 1613487 Y: 4857147.8 Z: 65.5	Comune: LUCCA Località: Indirizzo: Località Maggiano, Via de	 <input type="button" value="Stiglia"/>	Hsonda: 1.85 m Icalc: 1000 A Bcalc: 7.3 µT	<input type="button" value="PL5"/> <input type="button" value="Misure"/> <input type="button" value="Aggiorna"/> <input type="button" value="Elimina"/>
Nome: Via Case Rosse, Seravezza Strumento: Endex Lite 706 Linea: 314 - La Spezia - Acciacci Note: Centralina posizionata il 8/11	X: 1596961.9 Y: 4870636.2 Z: 29	Comune: SERAVEZZA Località: Indirizzo: Via Case Rosse	 <input type="button" value="Stiglia"/>	Hsonda: 1.85 m Icalc: 1000 A Bcalc: 4.41 µT	<input type="button" value="PL5"/> <input type="button" value="Misure"/> <input type="button" value="Aggiorna"/> <input type="button" value="Elimina"/>
Nome: Strumento: Selezione... Linea: Selezione... Note:	X: Y: Z:	Comune: Selezione... Località: Indirizzo:	 <input type="button" value="Stiglia"/>	Hsonda: m Icalc: A Bcalc: µT	<input type="button" value="Inserisci"/>

Fig. 4 - Schermata per la gestione delle centraline.

Tab. 1 - Formato del file .pl5.

```

09/06/2011 14:26:58

B

ID X[m] Y[m] Z[m] B[uT]
0 1592445.00 4876686.00 284.50 2.53
1 1592430.00 4876820.00 268.00 5.90
2 1592368.00 4876858.00 246.00 2.60
3 1592325.00 4877022.00 247.40 8.62
4 1613428.00 4857196.00 71.50 2.93
5 1613474.00 4857150.00 65.50 6.20
6 1613433.00 4857166.00 66.00 2.82
7 1614133.00 4855485.00 19.50 5.40
{RITORNO A CAPO}
    
```

Ogni qual volta viene caricata una simulazione di riferimento, questa viene SOSTITUITA alla precedente. Il formato dei dati è quello riportato nelle specifiche di PLEIA (e nel riquadro qui sotto). In caso di file .pl5 ottenuto come fusione di più simulazioni, deve essere rispettata la struttura con ritorno a capo alla fine.

I dati relativi alle misure sono ACCODATI a quelli già presenti in archivio. In caso di inserimento di dati già presenti, una procedura automatica provvede alla pulizia dei duplicati.

A seconda che nel sito di interesse sia disponibile o meno la cartografia vettoriale in scala 1:2000 è preferibile definire la relativa porzione di grigliato (su cui eseguire la simulazione con PLEIA) su pochi punti in cui la quota sia ben conosciuta (ad es. da rilevamenti sul posto), o su grigliato regolare ottenuto dal DEM ricavato dalla carta tecnica 1:2000 (Fig. 5).

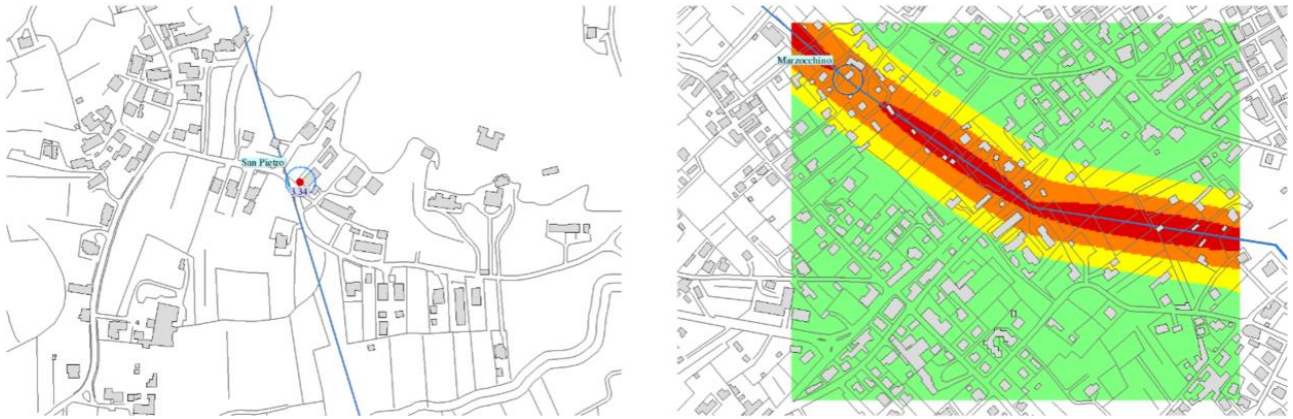


Fig. 5 - Grigliato su singolo punto in assenza di cartografia 1:2000 (a sinistra) o su griglia regolare ricavata da cartografia 1:2000 (a destra).

Nell'interfaccia sono presenti due pulsanti, contraddistinti da una calcolatrice, nei campi delle coordinate ed in prossimità dell'indirizzo. Il primo calcola la quota associata alle coordinate indicate, mentre il secondo determina Comune, località ed indirizzo. I valori così ricavati sono utilizzati per popolare automaticamente i rispettivi campi nella maschera di inserimento/modifica.

2.3 - La gestione siti

Ad ogni centralina l'utente può associare uno o più siti in cui valutare il campo presso le abitazioni particolarmente esposte.

GESTIONE SITI

Filtro		Ordinamento	
Sito	Tutti	Seleziona...	
Comune	Tutti		
Centralina	Tutte		
Risultati per pagina: 1		Applica	

Pagina: 1

Nome sito e centralina	Localizzazione		Induzione, limite e sostegni di riferimento		Bounding box	Descrizione	Azioni
Nome: <input type="text" value="Sito 1"/>	X: <input type="text" value="1603038.75"/>	Comune: <input type="text" value="MASSAROSA"/>	B _{ref} : <input type="text" value="2.6"/> μ T	Limite: <input type="text" value="3"/> μ T	X _{min} : <input type="text" value="1603038.75"/>	Lettera: <input type="text" value="A"/>	<input type="button" value="Aggiorna"/> <input type="button" value="Elimina"/>
Centralina: <input type="text" value="Centralina 01"/>	Y: <input type="text" value="4861907.69"/>	Località: <input type="text" value="Sassala"/>	NN _{sostegni} : <input type="text" value="14-15"/>		Y _{min} : <input type="text" value="4861907.69"/>	Dim. punto: <input type="text" value="1"/>	
	Z: <input type="text" value="26.04"/>	Indirizzo: <input type="text" value="Via Piero Della Francesca"/>			X _{max} : <input type="text" value="1605038.75"/>	Posizione: <input type="text" value="Sotto"/>	
Nome: <input type="text"/>	X: <input type="text"/>	Comune: <input type="text" value="Seleziona..."/>	B _{ref} : <input type="text"/> μ T	Limite: <input type="text" value="10"/> μ T	X _{min} : <input type="text"/>	Lettera: <input type="text" value="A"/>	<input type="button" value="Inserisci"/>
Centralina: <input type="text" value="Seleziona..."/>	Y: <input type="text"/>	Località: <input type="text"/>			Y _{min} : <input type="text"/>	Dim. punto: <input type="text" value="1"/>	
	Z: <input type="text"/>	Indirizzo: <input type="text"/>			X _{max} : <input type="text"/>	Posizione: <input type="text" value="Sotto"/>	

Fig. 6 - Interfaccia di inserimento e modifica dei siti di monitoraggio.

Anche in questo caso è presente una riga per ognuno dei siti presenti, che possono essere eliminati o aggiornati (Fig. 6).

Per ognuno di essi vanno specificati:

- Nome del sito
- Centralina
- Coordinata X (Gauss-Boaga Est)
- Coordinata Y (Gauss-Boaga Nord)
- Quota
- Comune
- Località

- Indirizzo
- Campo di riferimento
- Limite
- Sostegni della campata più prossima
- Estremi del bounding box
- Lettera da associare al sito nella mappa riepilogativa
- Dimensione del punto nella mappa della simulazione
- Posizione del punto nella mappa, rispetto alla cartografia vettoriale

In corrispondenza a coordinate e localizzazione sono presenti due pulsanti che calcolano automaticamente i valori di quota e Comune, località e indirizzo, e popolano i rispettivi campi.

Per i siti in cui si è selezionato 'Sotto' alla voce 'Posizione', la mappa di campo viene disegnata sotto la cartografia numerica. Per i siti in cui si è selezionato 'Sopra', i punti sono rappresentati sopra la cartografia e vengono visualizzati i valori di campo (medio o la massima mediana). Quest'alternativa si rende necessaria nel caso in cui, a causa della carenza di cartografia in scala 1:2000, non sia possibile realizzare un DEM accurato da cui estrarre un p15 a passo sufficientemente fitto, ma sia possibile ricavare con la necessaria accuratezza l'induzione solo in pochi punti di interesse.

2.4 - Condivisione di una centralina

È possibile, per un utente, condividere la gestione di una centralina con altri operatori, in modo da dare loro la possibilità di inserire i dati ricavati dalle misure. A tal fine, cliccando su 'Condivisione centraline', si apre una finestra (Fig. 7) in cui, per ciascuna delle centraline di competenza, è possibile associare uno o più operatori che potranno accedervi.



Fig. 7 - Condivisione di una centralina con altri operatori.

2.5 - Interfaccia di esportazione

La voce 'Creazione report' fa accedere all'interfaccia (Fig. 8) di esportazione dei dati riferiti ad una centralina nel periodo selezionato dall'utente.

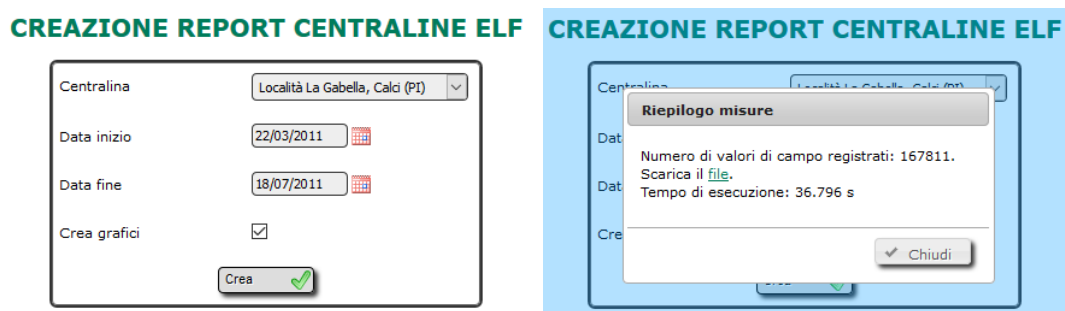


Fig. 8 - Interfaccia per l'esportazione dei bollettini.

Una volta specificato:

- il nome della centralina (tra tutte quelle in archivio, anche di altri operatori, cui siano associate misure e simulazione di riferimento);
- date di inizio e fine monitoraggio (ossia il periodo di riferimento);
- se abilitare il programma alla creazione di grafici riepilogativi dei valori medi e mediani di campo in ciascuno dei siti;

l'utente può premere 'Crea' e attendere il risultato. Al termine dell'elaborazione appare una finestra di dialogo che riporta il numero di valori di campo registrati nel periodo indicato, il link dal quale scaricare il bollettino e il tempo di esecuzione.

2.6 - Creazione dei report

Durante l'elaborazione, vengono letti i dati in archivio relativi alla centralina nel periodo selezionato, e quindi calcolati i valori minimo, medio, massimo e il 95° percentile dei valori di campo, e la massima delle mediane sulle 24 ore ottenute avendo come riferimento l'intervallo orario 00:00-23:59.

Nella prima pagina sono presentati i dati generali della centralina e dei siti indagati. Per ognuno di essi vengono create due schede di dettaglio con le mappe ricavate dall'ortofoto e dalla cartografia numerica, cui sono sovrapposti i valori di campo ottenuti considerando l'esposizione media e la massima mediana sulle 24 ore, e due grafici riportanti l'andamento giornaliero medio e mediano dell'induzione magnetica (**Fig. 9**).

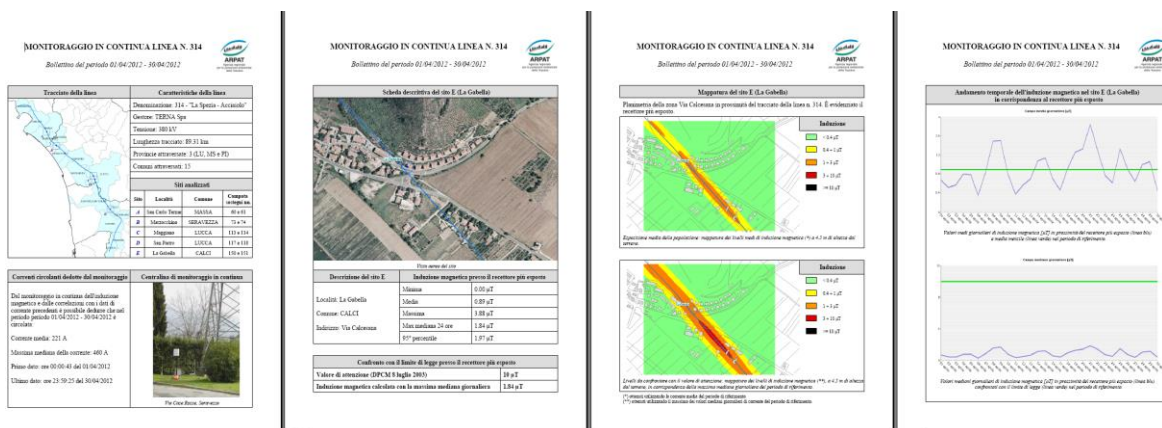


Fig. 9 – Produzione del report finale.

3 - Tabelle di CeRT dedicate ai monitoraggi

Per consentire un'efficiente gestione di CeRT e delle procedure ad esso collegate, è stata predisposta una struttura del database basata su schemi.

I dati relativi al sistema di gestione dei monitoraggi ELF sono contenuti nello schema *centraline*, che costituisce un'estensione del nucleo originario del database (mirato alla rappresentazione degli elettrodotti ai fini del calcolo di induzione magnetica).

Si riporta di seguito, in Tab. 2, l'elenco delle tabelle, con i relativi campi ed i tipi di dati. Tutte le tabelle hanno chiave primaria nel campo id, e non sono imposti vincoli di integrità referenziale a livello DBMS.

Tab. 2 - Specifiche tecniche dei dati relativi alla gestione delle centraline.

<p><u>tbl_centraline</u></p> <p>id integer NOT NULL geom geometry denominazione character varying note character varying codcom character varying(6) coord_x double precision coord_y double precision quota double precision altezza_sonda double precision id_operatore integer i_rif double precision b_rif double precision id_catena integer indirizzo character varying id_linea integer nome_com character varying foto_full character varying foto_rid character varying foto_thumb character varying localita character varying</p>	<p>Contiene i dati di ogni centralina, con il valore di campo calcolato nel punto della sonda al valore della corrente di riferimento.</p> <p>I campi <i>foto_full</i>, <i>foto_rid</i> e <i>foto_thumb</i> contengono la codifica in formato base64 della foto in formato JPG della centralina. I 3 dati si riferiscono, rispettivamente, a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • immagine a piena dimensione, così come caricata dall'utente; • immagine a dimensione ridotta, calcolata al momento della selezione del file, utilizzata per generare il report in PDF; • miniatura utilizzata per visualizzare l'immagine caricata nell'interfaccia utente.
<p><u>tbl_condivise</u></p> <p>id integer NOT NULL id_centralina integer id_operatore integer</p>	<p>Contiene i dati relativi alla condivisione delle centraline.</p>
<p><u>tbl_dati</u></p> <p>id integer NOT NULL id_centralina integer data date ora character varying b_broad double precision data_ora timestamp without time zone</p>	<p>Contiene i dati importati dal file .txt o .csv ottenuto da un rivelatore Emdex.</p>

<p><u>tbl_grigliato</u></p> <pre> id integer NOT NULL geom geometry id_centralina integer id_prog integer coo_x double precision coo_y double precision coo_z double precision b_calc double precision b_medio double precision b_mediano double precision </pre>	<p>Contiene i valori relativi alla simulazione di riferimento. b_medio e b_mediano sono campi ausiliari e vengono popolati ad ogni esportazione del bollettino.</p>
<p><u>tbl_siti</u></p> <pre> id integer NOT NULL id_centralina integer x_imp double precision y_imp double precision z_imp double precision nome_sito character varying localita character varying codcom character varying(6) indirizzo character varying b_rif double precision x_min double precision y_min double precision x_max double precision y_max double precision lettera_sito character varying(1) nn_sostegni character varying id_limite integer dimens_punto integer posizione character varying geom geometry </pre>	<p>Contiene i parametri di riferimento per ciascuno dei siti legati ad una centralina da id_centralina, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • le coordinate del sito più esposto • il campo calcolato con la corrente di riferimento • l'estensione della mappa che appare nel bollettino.

Bibliografia

- [1] Comelli M., Colonna N., Licitra G., *Il controllo ambientale nei pressi di un elettrodotto ad Altissima Tensione: dal monitoraggio alla pubblicazione dei risultati*, V Convegno Nazionale Il controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita Novara, 6 - 8 giugno 2012 - ISBN 978-88-7479-118-7.
- [2] D. Andreuccetti, M. Comelli, N. Colonna, G. Licitra, A. Poggi, M. Trevisani, e N. Zoppetti, *Il sistema integrato di valutazione preventiva dell'inquinamento elettromagnetico ambientale a bassissima frequenza PLEIA-CERT*, IFAC-TSRR vol. 1 (2009), 57-75, ISSN: 2035-5831