

# **Il controllo ambientale nei pressi di un elettrodotto ad Altissima Tensione: dal monitoraggio alla pubblicazione dei risultati**

Comelli M., Colonna N., Licitra G.



## La campagna di monitoraggio

- La Provincia di Lucca ha finanziato un progetto regionale, realizzato da ARPA Toscana, per il monitoraggio in continua dell'elettrodotto n. 314 "La Spezia - Acciaiolio"
- Il monitoraggio ha interessato simultaneamente vari siti particolarmente esposti, localizzati in prossimità della linea
- È stata implementata una procedura che ne ha permesso la realizzazione tramite l'utilizzo in un unico strumento di misura

## L'elettrodotto La Spezia - Acciaiolio

- Linea elettrica n. 314 a 380 kV, di Terna S.p.A.
- Si snoda in territorio regionale per 89 km, attraversando 15 comuni nelle province di Massa Carrara, Lucca e Pisa





## L'analisi cartografica ed indagini precedenti

- La linea è stata oggetto, nel corso degli anni, a vari tipi di analisi (basate su cartografia digitale, simulazioni di campo e misure)
- 235 edifici entro 60 m dall'asse della linea
- In 24 edifici si è registrato un superamento di 3  $\mu\text{T}$  (mediana sulle 24 ore), in 2 di questi di 7  $\mu\text{T}$
- Nel periodo 2005-2011, in 14 delle abitazioni monitorate l'esposizione media è risultata  $> 1\mu\text{T}$

## Strumentazione utilizzata

- Centralina per il monitoraggio in continua di lunghissima durata dell'induzione magnetica a 50 Hz
- Deve garantire la funzionalità al variare delle condizioni meteo.



## Strumentazione utilizzata

- Un contenitore da esterno IP65 protegge da polvere, accesso con un filo e getti d'acqua
- All'interno è posizionato il sensore triassiale isotropico Enertech mod. Emdex Lite





## Strumentazione utilizzata

- Alimentata con batteria da auto da 12 V e 70 Ah (trasformatore da 12 a 9 V con circuito integrato: autonomia di 2 mesi)
- Una memoria interna registra un valore di induzione al minuto
- Il personale ARPAT garantisce manutenzione e scarico dati (più volte al mese)





## Strumentazione utilizzata

- In collaborazione con l'Amministrazione Comunale di Calci (PI) è stata individuata una *prima* postazione di monitoraggio in continua, sotto i conduttori della linea in località La Gabella
- La centralina, superato il test di prova, ha cominciato ad acquisire i dati ufficiali a partire dal 22 marzo 2011





## Verifica dei dati

- I dati acquisiti vengono validati utilizzando sia il modello di calcolo previsionale, sia la correlazione corrente-campo
- Sono state confrontate le correnti circolanti ricavate indirettamente dal monitoraggio con i dati forniti dal Gestore
- Tali verifiche hanno dato esito positivo (le correnti differiscono di circa 10 A per correnti fino a 600 A e di circa 30 A per correnti fino a 1200 A)



## Il monitoraggio lungo l'intera linea

- I valori acquisiti dalla centralina sono stati utilizzati per monitorare vari siti, particolarmente impattati, lungo il tracciato dell'elettrodotto.
- A tal fine è stato predisposto un sistema informatizzato accoppiato al software di calcolo ed alla strumentazione di misura.



## Estrapolazione dei valori di campo

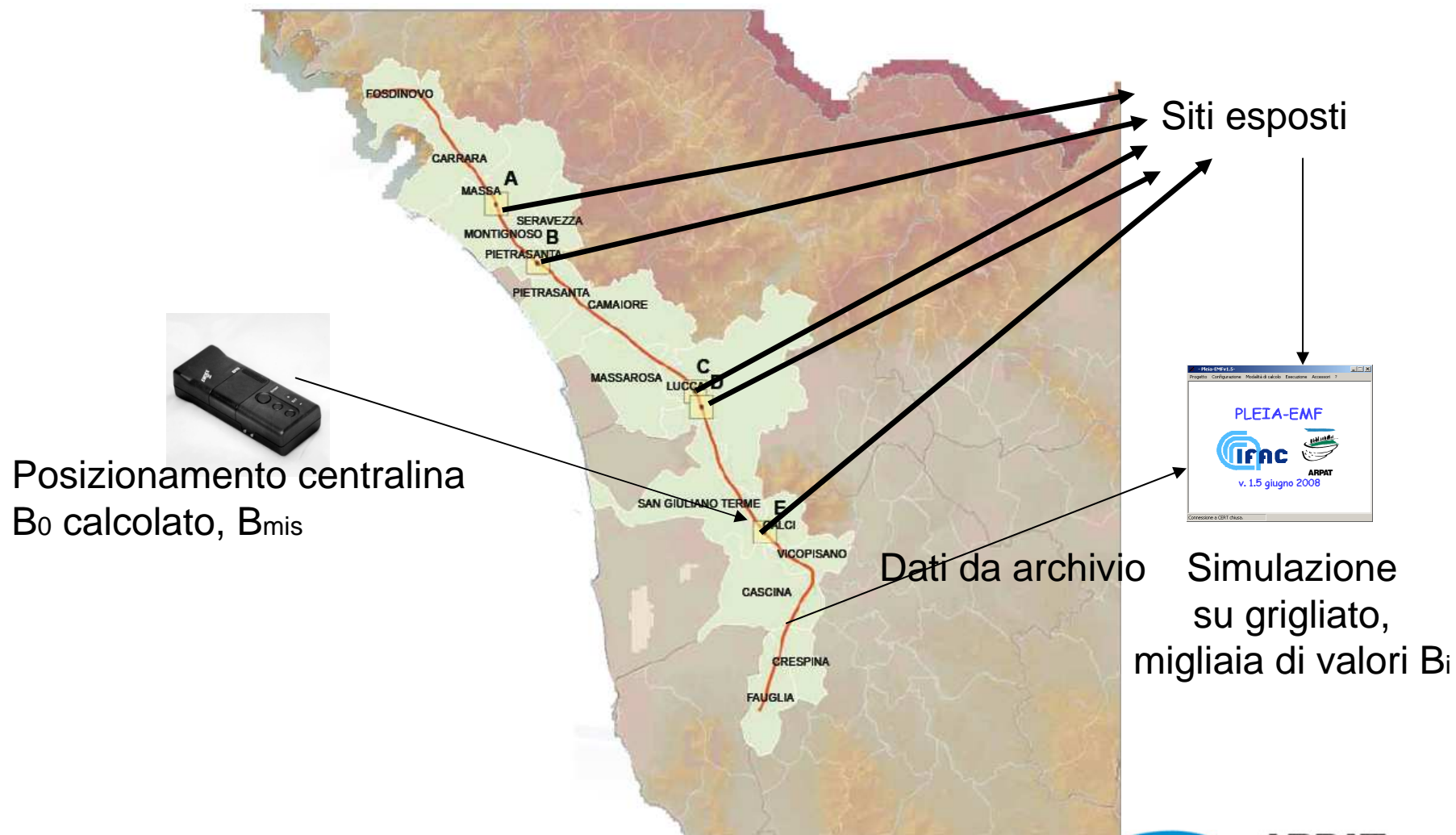
- Legge di Biot-Savart: per una sola linea, proporzionalità campo – corrente
- È possibile eseguire una simulazione con linee modellizzate, attingendo i dati dal Catasto degli elettrodotti della Regione Toscana (CeRT), presso ARPA Toscana



## Estrapolazione dei valori di campo

- Esecuzione di una simulazione di riferimento: viene eseguita con una corrente di riferimento (1000 A), utilizzata per calcolare il campo nel punto in cui viene posta la centralina ( $B_0$ ) e nei siti a maggiore impatto ( $B_i$ )
- $B_i$  indica il campo calcolato su migliaia di punti georiferiti costituenti un grigliato interessante i 5 siti particolarmente esposti

# Informatizzazione della procedura







## Estrapolazione dei valori di campo

- Determinazione dei valori di campo in tutti i siti di interesse lungo il tracciato: i valori simulati  $B_i$  sono proporzionali alla corrente, e quindi al campo  $B_0$  calcolato nel punto in cui è posta la sonda.



## Estrapolazione dei valori di campo

- Dai valori misurati  $B_{mis}$  si estrapola l'esposizione  $B_{calc}$  lungo il tracciato tramite semplice proporzionalità:

$$B_{calc} = B_{mis} * B_i / B_0$$



## Estrapolazione dei valori di campo

...

$$B_{\text{calc}} = B_{\text{mis}} * B_i / B_0$$

- Quindi si può determinare l'evoluzione temporale dell'induzione lungo la linea a partire da quella registrata dalla centralina in un punto



## Estrapolazione dei valori di campo

- In corrispondenza al recettore più esposto per ciascuno dei 5 siti analizzati, sono stati ricavati i valori di campo:
  - ☐ minimo
  - ☐ medio
  - ☐ massima mediana sulle 24 ore
  - ☐ 95° percentile
  - ☐ massimo



## Informatizzazione della procedura

- Implementazione tabelle relative al monitoraggio nel data base degli Agenti Fisici di ARPA Toscana (schema *e/f*)
- Tabella centraline (simulazione di riferimento, dati registrati da Emdex, coordinate...)
- Tabella siti impattati (localizzazione, impostazioni per creazione mappe...)



# Informatizzazione della procedura

- Creazione di un'interfaccia utente in PHP: gestione centraline, siti esposti, creazione reportistica.

Denominazione centralina	Note	Coordinate	Comune, indirizzo e foto	Valori di riferimento	Simulazione di riferimento	Azioni
Località La Gabella, Calci (PI) Enertech Emdex Lite [104789] 314 - La Spezia - Acciaiolo		X : 1620838.99 Y : 4842209.53 Z : 14.65	CALCI Località La Gabella, Via Calcesana Sfoglia...	h <sub>sonda</sub> : 1.85 [m] I <sub>calc</sub> : 1000 [A] B <sub>calc</sub> : 3.60 [μT]	Aggiorna Elimina	Inserisci i dati
Selezione una centralina... Selezione una linea...		X : Y : Z :	Selezione un comune... Sfoglia...	h <sub>sonda</sub> : [m] I <sub>calc</sub> : [A] B <sub>calc</sub> : [μT]	In seguito... Inserisci centralina	



## Informatizzazione della procedura

- Interfacciamento con output Emdex (unica tipologia di strumento!!!)

Un'apposita utility  
permette di importare  
nel database i dati dello  
strumento tramite  
copia-incolla  
nell'interfaccia web

<b>0.78</b>	May/01/2011 12:13:27 AM
<b>0.85</b>	May/01/2011 12:14:27 AM
<b>0.93</b>	May/01/2011 12:15:27 AM
<b>1.01</b>	May/01/2011 12:16:27 AM
<b>1.04</b>	May/01/2011 12:17:27 AM
<b>1.02</b>	May/01/2011 12:18:27 AM
<b>1.02</b>	May/01/2011 12:19:27 AM
<b>1.05</b>	May/01/2011 12:20:27 AM
<b>1.08</b>	May/01/2011 12:21:27 AM
<b>1.1</b>	May/01/2011 12:22:27 AM

# Informatizzazione della procedura

- Interfacciamento con output simulazioni PLEIA:  
import con copia-incolla nel browser

09/06/2011 14:26:58

B

ID	X[m]	Y[m]	Z[m]	B[ $\mu$ T]	
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

...



## Informatizzazione della procedura

- Elaborazione dei dati da richiesta tecnico ARPAT (definizione del periodo di riferimento, scelta opzioni di output), calcolo di valori statistici

# Informatizzazione della procedura

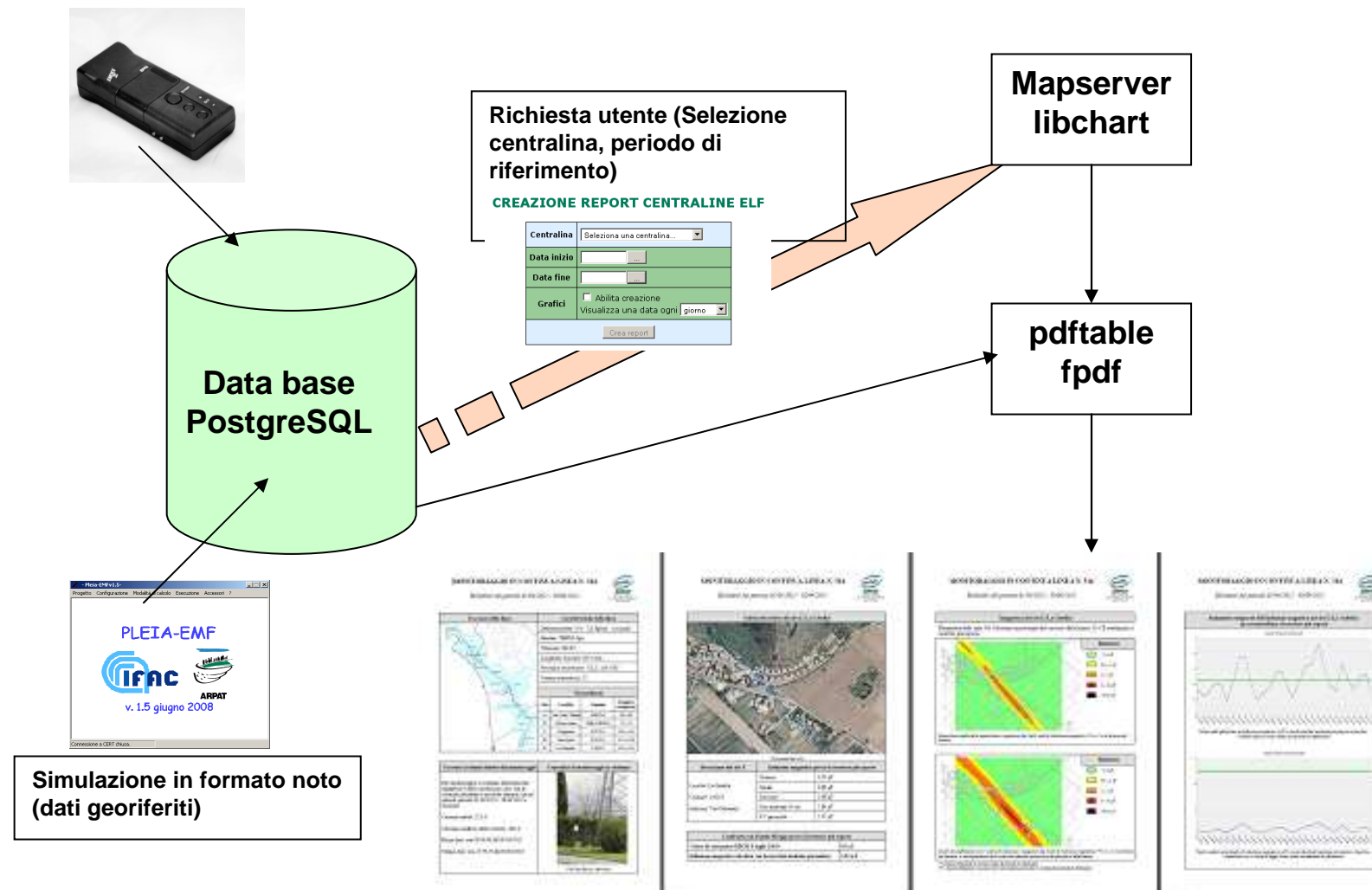
- Elaborazione dei dati da richiesta tecnica ARPAT (c  
scelta opz  
statistici

## CREAZIONE REPORT CENTRALINE ELF

Centralina	Seleziona una centralina...
Data inizio	<input type="text"/> ...
Data fine	<input type="text"/> ...
Grafici	<input type="checkbox"/> Abilita creazione Visualizza una data ogni <input type="text"/> giorno
<input type="button" value="Crea report"/>	

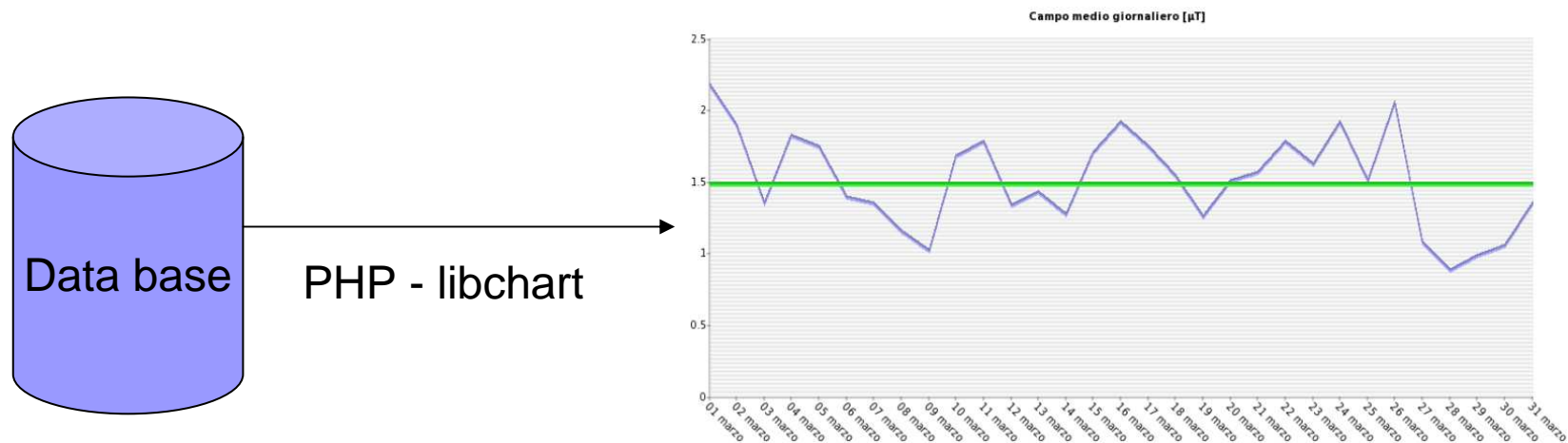


# Schema del funzionamento



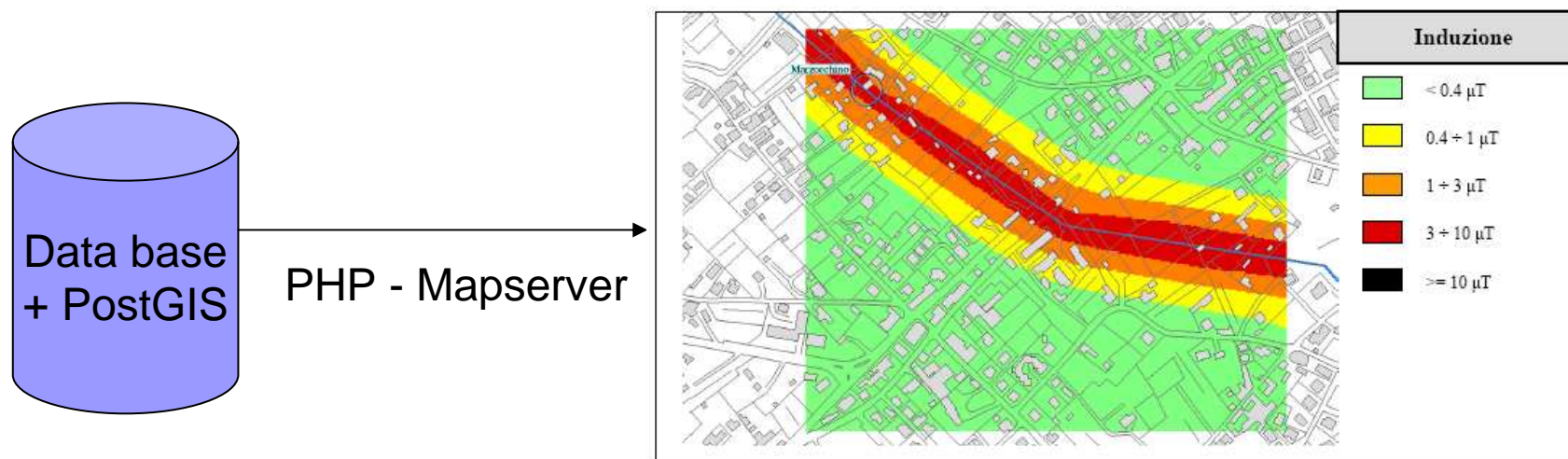
# Informatizzazione della procedura

- Generazione automatizzata grafici con libchart



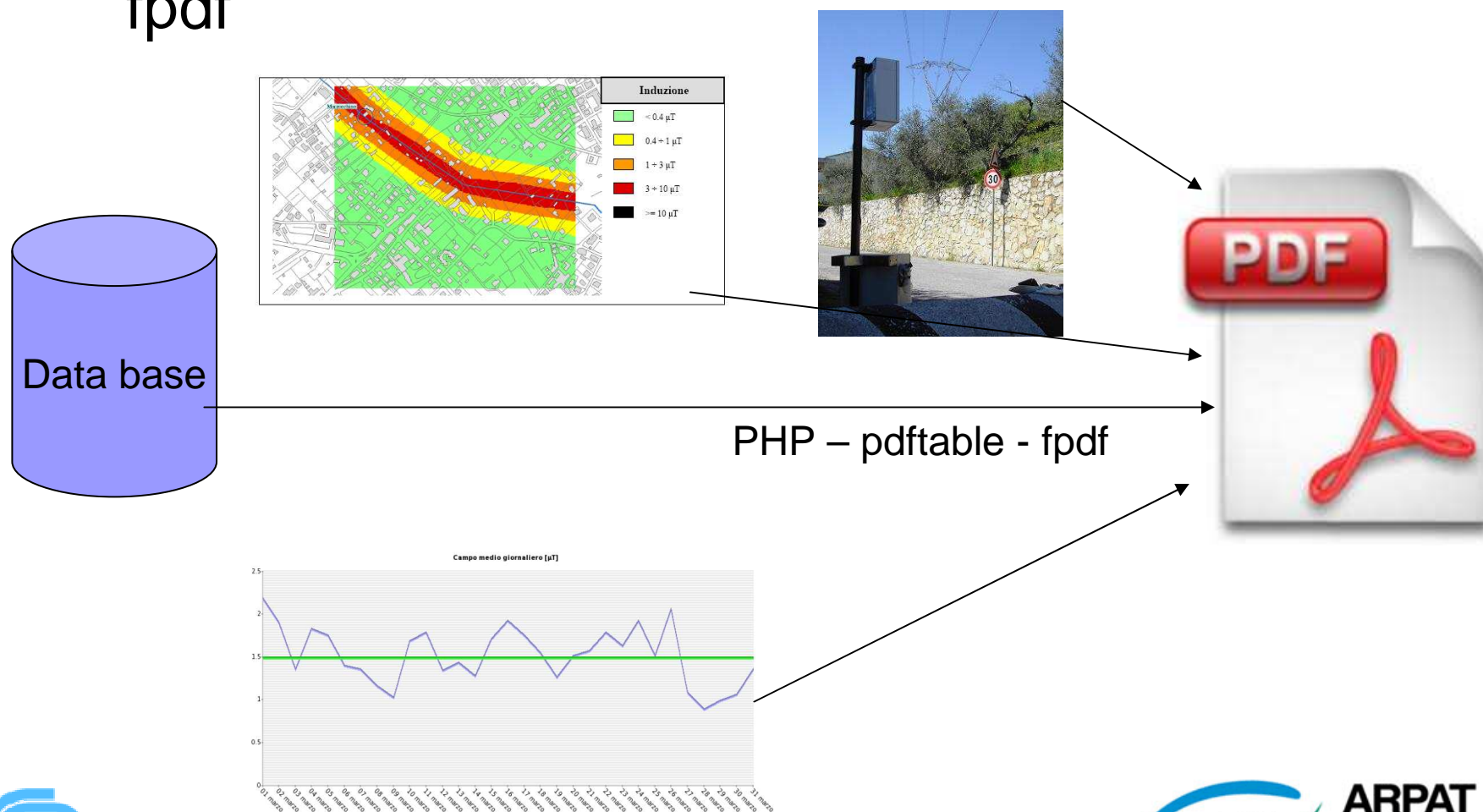
# Informatizzazione della procedura

- Generazione automatizzata mappe con Mapserver



# Informatizzazione della procedura

- Impaginazione semplificata su pdf: pdftable e fpdf



# Informatizzazione della procedura

## ■ Output su pdf

### MONITORAGGIO IN CONTINUA LINEA N. 314

Bollettino del periodo 01/04/2012 - 30/04/2012




Tracciato della linea	Caratteristiche della linea
	Denominazione: 314 - "La Spina - Acciaiole"
	Gestore: TERNA Spa
	Tensione: 380 kV
	Lunghezza tracciato: 89.31 km
	Province attraversate: 3 (LU, MS e PI)
	Comuni attraversati: 15
Siti analizzati	
Sito	Località
A	San Carlo Terme
B	Maronechiano
C	Maggiano
D	San Pietro
E	La Gabbella

Correnti circolanti dedotte dal monitoraggio	Centralina di monitoraggio in continua
<p>Dal monitoraggio in continua dell'induzione magnetica e dalle correlazioni con i dati di corrente precedenti è possibile dedurre che nel periodo periodo 01/04/2012 - 30/04/2012 è circolata:</p> <p>Corrente media: 221 A</p> <p>Massima media della corrente: 460 A</p> <p>Primo dato: ore 00:00:43 del 01/04/2012</p> <p>Ultimo dato: ore 23:59:25 del 30/04/2012</p>	<p>Via Cava Roccia, Sanseverino</p>

### MONITORAGGIO IN CONTINUA LINEA N. 314

Bollettino del periodo 01/04/2012 - 30/04/2012

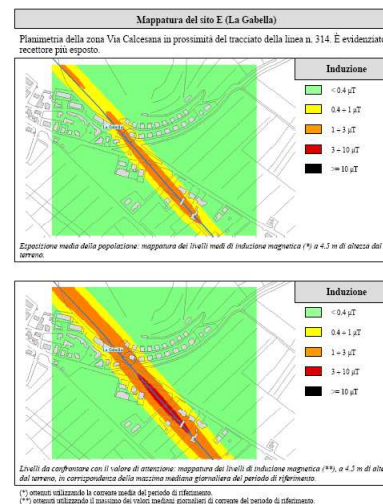


Scheda descrittiva del sito E (La Gabbella)		
		
Foto aerea del sito		
Descrizione del sito E	Induzione magnetica presso il recettore più esposto	
Località: La Gabbella	Minima	0.00 $\mu$ T
Comune: CALCI	Media	0.89 $\mu$ T
	Massima	3.88 $\mu$ T
Indirizzo: Via Calceana	Max media 24 ore	1.84 $\mu$ T
	95° percentile	1.97 $\mu$ T

Confronto con il limite di legge presso il recettore più esposto	
Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003)	10 µT
Induzione magnetica calcolata con la massima mediana giornaliera	1.84 µT

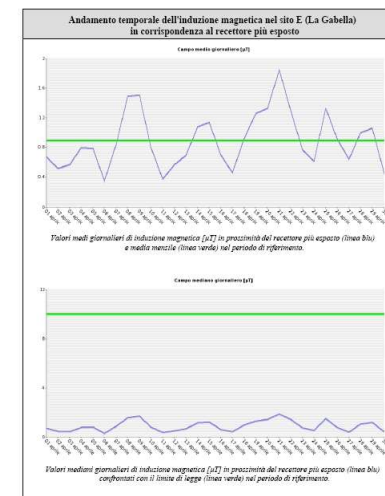
### MONITORAGGIO IN CONTINUA LINEA N. 314

Bollettino del periodo 01/04/2012 - 30/04/2012



### MONITORAGGIO IN CONTINUA LINEA N. 314

Bollettino del periodo 01/04/2012 - 30/04/2012







## Vantaggi della procedura

- Applicabile per qualunque elettrodotto presente in archivio (attenzione: una sola linea elettrica)
- Dopo la procedura di preparazione i tecnici devono solo raccogliere, validare ed inserire i dati. L'elaborazione (dati, mappe, grafici) e l'impaginazione vengono affidate al server
- Parzialmente applicabile a monitoraggi di altre matrici (riuso)
- Costi di licenza: 0 €



## Esposizione dei risultati

- Pubblicazione mensile sul sito web di ARPA Toscana:  
<http://www.arp.at.toscana.it/datiemappe/bollettino-elettrodotto-la-spezia-acciaiolo/>
- Pubblicazione riepilogativa per ogni centralina

# Grazie per l'attenzione

Comelli M., Colonna N., Licitra G.



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana