



## ALLEGATO 09

**Descrizione schede software e/o tools di calcolo disponibili (non in licenza d'uso)**

## **1. Software di calcolo previsionale specialistici per la bassa ed alta frequenza nella disponibilità dell'Agenzia**

### **1.1 Software per l'alta frequenza (HF)**

Uno dei software di calcolo nella disponibilità dell'Agenzia è il software yEM per le sorgenti di campo HF.

Il software **yEM** nella versione disponibile era stato rilasciato liberamente e consente, una volta definito un progetto, di richiamare la schermata che definisce i parametri di un nuovo calcolo. E' possibile calcolare:

- il campo elettrico su una particolare sezione orizzontale;
- il campo elettrico in un volume (per sezioni orizzontali);
- il campo elettrico su sezioni (o volumi) orografiche;
- il valore del campo elettrico in particolari punti, usato per ottenere il valore teorico del campo nei punti di misura;
- il campo su sezioni verticali, con qualsiasi orientazione;
- i volumi critici: altezza minima e massima, per ogni punto x, y, a cui si sono trovati valori di campo maggiori o uguali a quelli specificati;
- le isolinee, per qualsiasi sezione descritta precedentemente.

Prima dell'esecuzione di un calcolo, vengono effettuati dei controlli di correttezza per ogni cella contenuta nel progetto (gain, tilt e frequenza devono essere in accordo con quanto specificato nel diagramma d'antenna, che deve essere leggibile) e viene avvisato l'utente di ogni discrepanza.

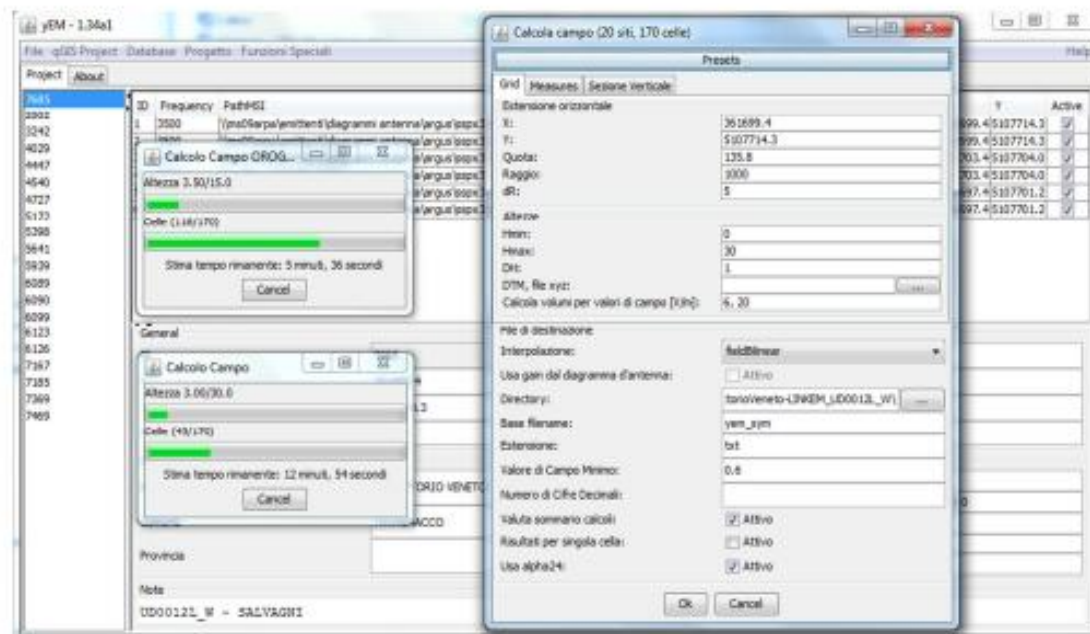


Figura 1. Schema definizione parametri di calcolo

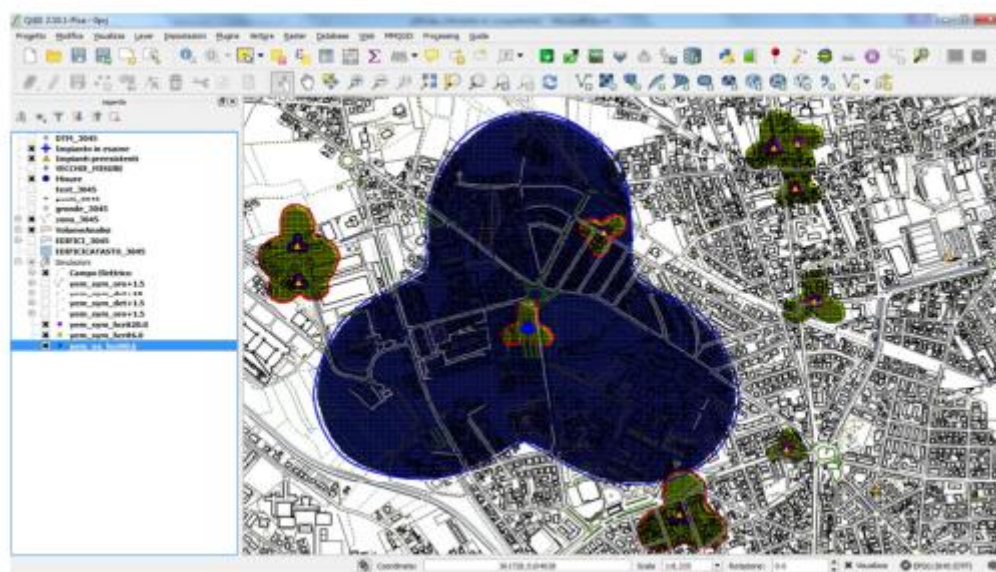


Figura 2. Visualizzazione, nel software qGIS, della massima estensione dei volumi critici.

Altre funzionalità di yEM sono:

- l'interrogazione sui siti contenuti nel catasto per codice, nome, indirizzo, tecnologia o posizione spaziale;
- la vista riassuntiva delle pratiche ovvero un elenco delle stazioni oggetto di parere in un intervallo di tempo definito dall'utente;

- il controllo di correttezza della libreria dei diagrammi d'antenna ovvero il controllo che tutti i diagrammi d'antenna riferiti dal Catasto Emittenti esistano e siano leggibili. Vengono inoltre identificati i diagrammi esistenti e non referenziati;
- la visualizzazione dei volumi di rispetto delle antenne.

Inoltre l'Agenzia, vista la necessità di acquisire adeguati applicativi informatici di supporto al procedimento autorizzatorio per l'installazione degli impianti fissi di telecomunicazione previsto dal D.Lgs. 259/03, nonché per gli impianti a bassa frequenza, ha provveduto a verificare preliminarmente la disponibilità secondo quanto previsto dalla normativa vigente inerente possibili accordi tra pubbliche amministrazioni e/o riuso di applicazioni software a codice sorgente aperto (art. 69 D.Lgs. 82/2005 e s.m.i.) e, nell'ambito degli impianti di telecomunicazione, ha a disposizione da altra ARPA un applicativo (NIRGIS) sviluppato con strumenti software open source. Tale applicativo permette ai funzionari ARPA di accedere alla banca dati centralizzata degli impianti e di svolgere le attività di competenza previste dalla normativa. In particolare, le attività di calcolo sono effettuate mediante n. 6 plugins scritti in linguaggio Python 2.7 ed una libreria di calcolo del campo scritta in C++ utilizzabili in congiunzione a QGIS (v. 2.8). Per detti plugins, previa valutazione della copertura delle funzionalità, deve esserne effettuato un porting per l'inclusione nel componente di back office di CERCAL, unitamente alle eventuali altre implementazioni sul componente cartografico di CERCAL con cui il componente di back office deve dialogare attraverso web services interoperabili. I plugins Python 2.7 ed il codice C++ dovranno consentire, nativamente nel componente di back office, di effettuare i calcoli previsionali specialistici per le valutazioni di impatto elettromagnetico relative alle sorgenti HF in alternativa agli eventuali altri software in licenza d'uso disponibili e descritti nell'apposito allegato.

I plugins scritti in linguaggio Python 2.7 e la libreria di calcolo del campo scritta in C++ permettono di realizzare valutazioni modellistiche del campo elettrico emesso da tali impianti in condizioni di campo lontano e spazio libero (situazione questa generalmente cautelativa dal punto di vista ambientale), con restituzione del dato su QGIS (NIRGIS infatti aggiunge a QGIS una barra degli strumenti con 6 icone corrispondenti ai plugin per eseguire le operazioni necessarie al calcolo del campo elettrico e alla verifica delle soglie previste dalla normativa.

Si descrivono di seguito le principali funzionalità di tali plugins per eseguire le valutazioni modellistiche dei livelli di campo elettrico:

- il plugin "Configurazione" permette di autenticarsi e di definire alcune importanti impostazioni utilizzate dagli altri plugin e relative agli impianti e agli edifici; permette di scegliere lo shapefile degli edifici da considerare, di scegliere eventualmente il file DTM (modello digitale del

terreno), di personalizzare gli stili dei layer e di impostare alcuni parametri di calcolo come il fattore  $\alpha_{24}$ ; queste ultime scelte vengono salvate anche per i progetti successivi;

- il plugin “CaricaSiti” permette l’import degli impianti, delle antenne e dei diagrammi d'antenna dal database e scegliere quali considerare nei calcoli. Tali dati vengono salvati su file .xml, permettendo così di lavorare e eseguire i calcoli senza essere collegati alla rete; tutte le informazioni relative agli impianti caricati sono visualizzabili aprendo la finestra “Impianti e Antenne” che mostra i dati degli impianti, delle antenne e dei modelli d’antenna caricati dal database. Un check permette di scegliere gli impianti da considerare nei calcoli.

La visualizzazione di alcune caselle con sfondi di colore diverso permette di distinguere diversi casi:

- impianto inserito nel database direttamente in stato comunicato ai sensi di legge regionale;
- impianto per cui vanno applicati i fattori di attenuazione nel calcolo del campo elettrico ai sensi del DM 05.10.16;
- impianto riconfigurato senza aumento di potenza per settore e senza la variazione di altri parametri diversi dalla ripartizione della potenza sui sistemi funzionanti alla stessa banda di frequenza. Cliccando su un qualunque campo di un impianto si abilita una seconda tabella con l'elenco delle antenne (e delle loro caratteristiche radioelettriche) dell'impianto scelto. Per effettuare, attraverso la valutazione modellistica, la verifica del rispetto del limite di esposizione, la potenza per trasmettitore è inserita nel database senza l'applicazione del fattore  $\alpha_{24}$ , ma ridotta dai fattori  $\alpha_{PC}$  e  $\alpha_{DTX}$  nel caso in cui vengano utilizzati (per i sistemi GSM e DCS). Modificando il parametro di calcolo (nel plugin “Configurazione”), se la casella  $\alpha_{24}$  è valorizzata, è immediato verificare il rispetto del valore di attenzione e dell’obiettivo di qualità tenendo conto della variabilità temporale di emissione degli impianti nell’arco delle 24 ore come previsto dalla normativa;
- con il plugin ‘Area di Lavoro’ è possibile definire l'area di analisi, ovvero un rettangolo all'interno del quale saranno eseguiti i calcoli dei livelli di campo elettrico, e l'area di influenza, cioè l'area che contiene tutti gli impianti considerati nei calcoli;
- con il plugin “Gestione Edifici” è possibile accedere alla tabella degli edifici del database scegliendo l’area degli edifici da importare impostando il raggio del cerchio. Come layer degli

edifici da considerare si può scegliere (con il plugin “Configurazione”) lo shapefile degli edifici del database oppure quello fornito dai gestori oppure altri provenienti da fonti diverse. I dati caratteristici degli edifici presenti nel database (quota al piede, altezza e gronda) possono essere confrontati con quelli di un altro shapefile e modificati per aggiornarli con informazioni più recenti;

- con il plugin ‘Campo Orizzontale’ si possono eseguire vari tipi di analisi:
  - calcolo del campo elettrico su una sezione orizzontale ad una determinata altezza rispetto al livello del mare (passo di calcolo a scelta), o rispetto al DTM (passo di calcolo 1x1 metri). È possibile anche eseguire, con un solo comando, più sezioni orizzontali a diverse altezze impostando il numero di sezioni e il passo verticale. Inoltre, con la funzione ‘Studio Sito’, è possibile eseguire una sequenza di sezioni anche a quote fisse rispetto al piede più basso degli edifici presenti nell’area di analisi o al modello del terreno (DTM) impostando i parametri ‘dati di calcolo’ (fig. 5). La scelta di tali parametri è facilitata dalle informazioni visualizzate sia per gli edifici sia per le sorgenti considerate nei calcoli: la quota al suolo più bassa, la quota maggiore e la differenza tra i due valori. Il campo ‘numero sezioni’ si aggiorna automaticamente proponendo il numero di sezioni che saranno calcolate;
  - calcolo puntuale del campo elettrico su un layer di punti;
  - calcolo del campo elettrico massimo all’interno di ciascun edificio: la funzione calcola il campo elettrico, all’interno di ciascun edificio, in un reticolo di punti con passi verticale e orizzontale opportunamente scelti dall’utente, e memorizza il campo elettrico massimo e le coordinate X, Y e Z del punto in cui è localizzato. È possibile scegliere di memorizzare anche la prima altezza (partendo dal basso) in cui si ha il superamento di un valore di campo elettrico (impostabile). Al termine della funzione tali dati vengono scritti nella tabella dbf dello shapefile degli edifici in uso. La funzione può essere eseguita su tutti gli edifici dell’area di analisi o solo su una selezione e il reticolo può essere esteso anche sopra la gronda.

L’utente può impostare sia i parametri del reticolo di calcolo, sia le opzioni per le modalità di calcolo:

- determinazione dell’altezza critica, partendo da un insieme di sezioni orizzontali già calcolate, ossia dell’altezza minima, all’interno di ogni edificio (con la possibilità di estendere la ricerca fino ad un’altezza fissa al di sopra della gronda) a partire dalla quale si trova una sezione orizzontale con almeno un valore di campo elettrico maggiore o

- uguale ad un valore di campo impostato;
- determinazione del campo elettrico massimo, per ogni edificio intersecato da una sezione orizzontale già calcolata ad una certa altezza;
  - calcolo del valore di campo elettrico nel punto di baricentro rispetto alla sagoma di ogni edificio, ad un'altezza stabilita; utile per calcolare l'indicatore di esposizione della popolazione in zone significative del territorio (es: comuni capoluogo, province).
- con il plugin “Sezione Verticale” si può calcolare il campo elettrico su una sezione verticale sia nella direzione scelta dall'utente indicando i gradi in senso orario da nord, sia a partire dal disegno di una linea sulla mappa. È possibile visualizzare il profilo del terreno e gli edifici tagliati dalla sezione.



## 1.2 Software per la bassa frequenza (ELF)

Da altra ARPA è stato mutuato un altro software realizzato su n. 2 fogli excel (.xls) per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta da una linea trifase in terna singola con la determinazione del grafico di isolivello 3 $\mu$ T e della fascia di rispetto, nonché del grafico di isolivello 10 $\mu$ T e di una linea trifase in doppia terna con la determinazione del grafico di isolivello 3 $\mu$ T e della fascia di rispetto.

Di seguito, a titolo esemplificativo, alcune schermate relative ai predetti fogli excel:

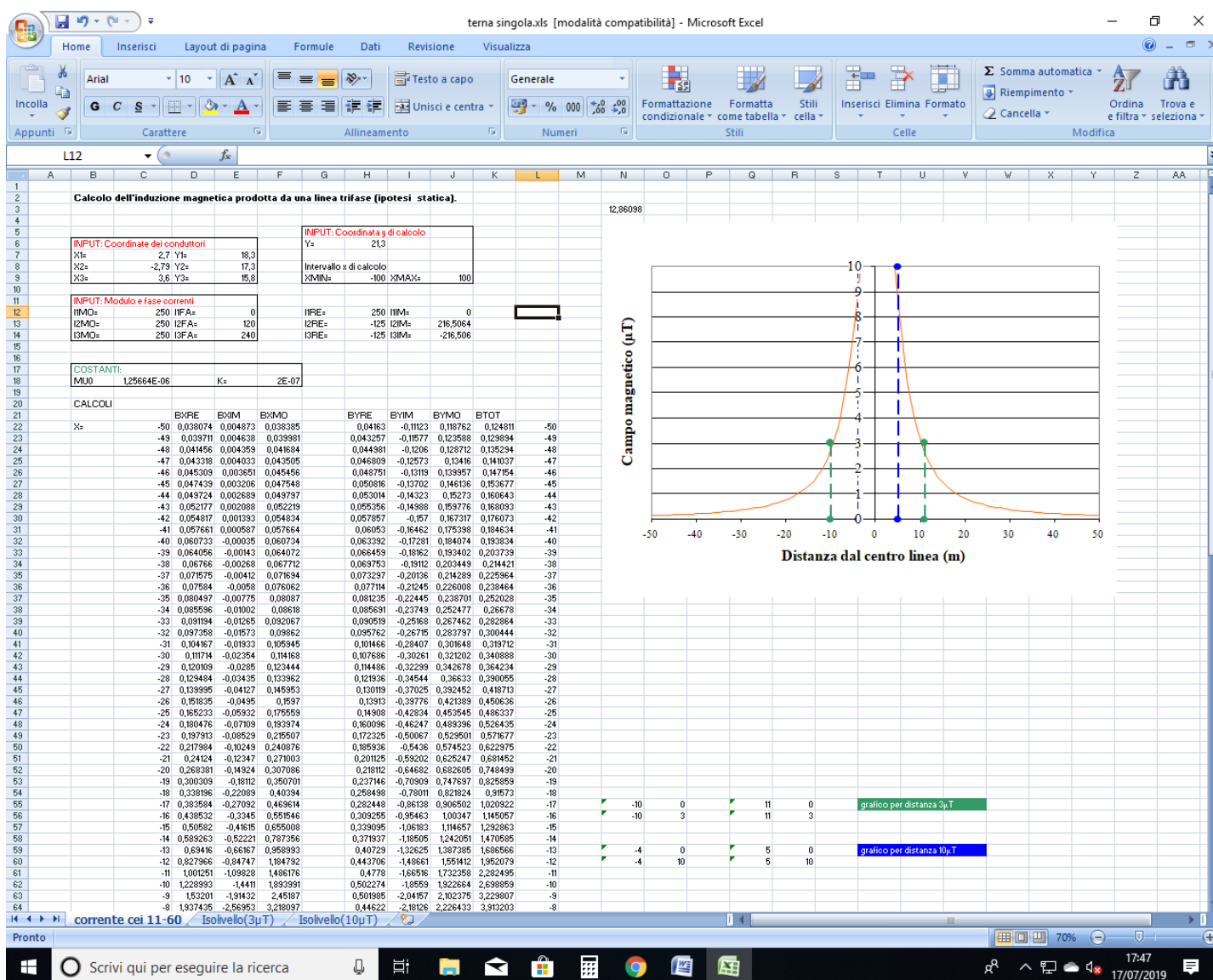


Figura 1. Schema foglio di calcolo - terna singola



4					29,54138	-b					
5					24,86207	-7					
6		41	-10		24,18276	-8					
7		11	11		23,50345	-8					
8					22,82414	-9					
9					22,14483	-9					
10					21,46552	-10					
11					20,78621	-10					
12					20,1069	-10					
13					19,42759	-11					
14					18,74828	-11					
15					18,06897	-11					
16					17,38966	-11					
17					16,71034	-11					
18					16,03103	-11					
19					15,35172	-11					
20					14,67241	-10					
21					13,9931	-10					
22					13,31379	-10					
23					12,63448	-10					
24					11,95517	-9					
25					11,27586	-9					
26					10,59655	-8					
27					9,917241	-7					
28					9,237931	-6					
29					8,558621	-5					
30					7,87931	-4					
31					7,2	-1					
32					7,2	-1					
33					7,87931	6					
34					8,558621	7					
35					9,237931	8					
36					9,917241	9					
37					10,59655	9					
38					11,27586	10					
39					11,95517	10					
40					12,63448	11					
41					13,31379	11					
42					13,9931	11					
43					14,67241	12					
44					15,35172	12					
45					16,03103	12					
46					16,71034	12					
47					17,38966	12					
48					18,06897	12					

Figura 2. Schema foglio di calcolo del grafico di isolivello  $3\mu T$  e della fascia di rispetto – terna singola

					Altezza (Y)	Distanza dal centro linea (x)					
					21,3	-4					
					20,8	-5					
					20,3	-5					
					19,8	-6					
					19,3	-6					
					18,8	-6					
					18,3	-6					
					17,8	-7					
					17,3	-7					
					16,8	-7					
					16,3	-6					
					15,8	-6					
					15,3	-6					
					14,8	-6					
					14,3	-5					
					13,8	-5					
					13,3	-4					
					12,8	-3					
					12,3	-1					
					12,3	-1					
					12,8	5					
					13,3	6					
					13,8	7					
					14,3	7					
					14,8	7					
					15,3	7					
					15,8	7					
					16,3	7					
					16,8	7					
					17,3	7					

Figura 3. Schema foglio di calcolo del grafico di isolivello  $10\mu T$  – terna singola

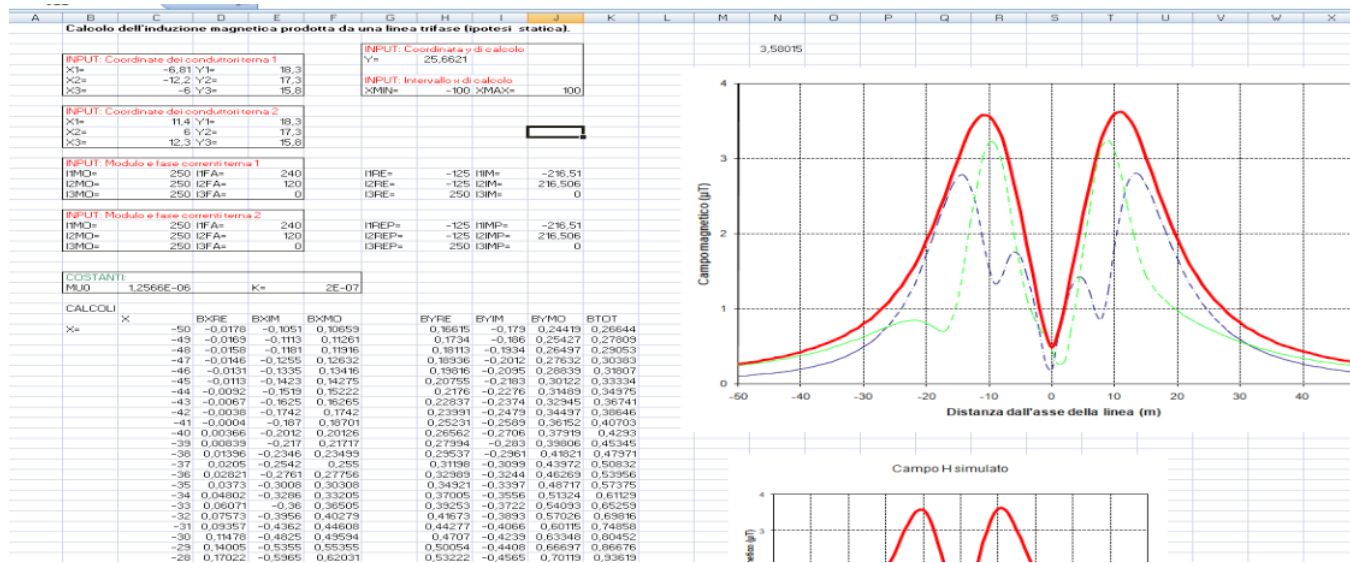


Figura 4. Schema foglio di calcolo – doppia terna

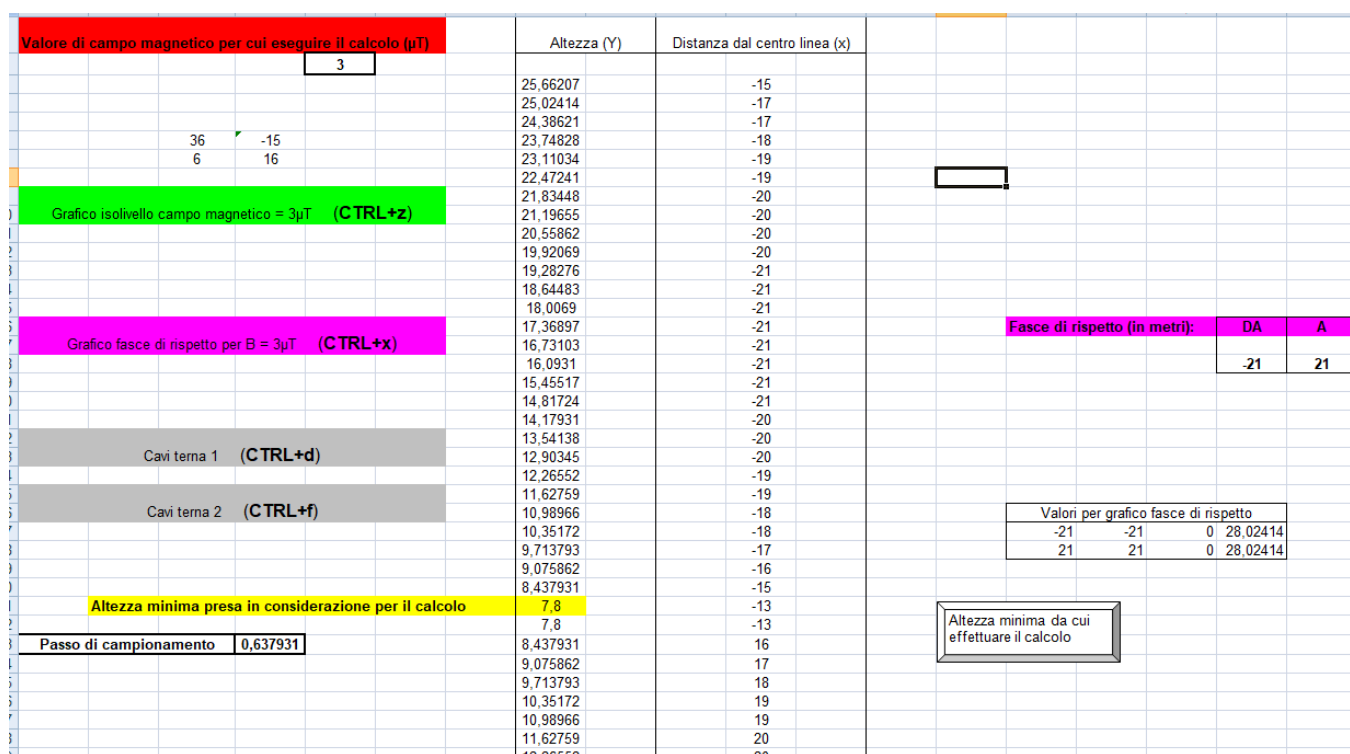


Figura 5. Schema foglio di calcolo del grafico di isolivello 3µT e della fascia di rispetto – doppia terna

## ADDENDUM

Per la determinazione delle fasce di rispetto e DPA degli elettrodotti si rimanda al Decreto 29 maggio 2008 del MATTM che riporta la relativa metodologia di calcolo (**ALLEGATO 10**), nonché alle pubblicazioni ELF esemplificative ivi contenute.