



MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



E.N.A.C.  
ENTE NAZIONALE PER  
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente



AEROPORTO INTERNAZIONALE  
DI FIRENZE  
" AMERIGO VESPUCCI "

Opera

PROGETTO DEFINITIVO

RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO TERMINAL AEROPORTUALE

Titolo tavola

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE  
ALLEGATO SPECIALISTICO: VALUTAZIONE IMPATTO  
ELETTROMAGNETICO

CODICE COMMESSA	FASE	REV.	DATA 1 <sup>a</sup> EMISSIONE	SCALA	DOCUMENTO
□ □ □ □ □ □ □ □	PD	0	AGOSTO_2019		SPA 0002

3					
2					
1	08/2019	EMISSIONE PER PROCEDURA AMBIENTALE SPA			L. Tenerani
REV.	DATA	DESCRIZIONE		REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

COMMITTENTE PRINCIPALE:



AMMINISTRATORE DELEGATO  
Dott.sa Gina Giani

POST HOLDER PROGETTAZIONE  
Ing. Veronica Ingrid D'Arienzo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



DIRETTORE TECNICO  
Ing. Massimo Nunzi

PROGETTISTA SPECIALISTICO  
Consorzio Nazionale  
Interuniversitario per le  
Telecomunicazioni

# Valutazione Previsionale Bassa Frequenza

## Interventi Terminal Fase Zero

23/07/2019

<i>Project Name:</i> <b>FLOR-EM Analisi e valutazione dei livelli di campo elettromagnetico nel sito aeroportuale dello scalo di Firenze Peretola</b>		<i>Project Code:</i> <b>PF1041</b>
	<i>N. CDRL:</i> --	<i>Contratto di Ricerca TAE/ CNIT del 18/07/2019.:</i>
<i>Document Code:</i> <b>PF1041_TR4_FLOR-EM</b>	<i>Document Type:</i> <b>Technical Report</b>	<i>Classification:</i> <b>UNCLASSIFIED</b>
	<i>WP:</i> <b>4</b>	<i>Released:</i> <b>CNIT</b> <b>Galleria G.B. Gerace, 18</b> <b>56124 – Pisa – Italia</b>
<i>Version:</i> <b>01</b>	<i>Nr. of Pages:</i> <b>57</b>	<i>Release:</i> <b>23/07/2019</b>

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 1 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

Author: A. Corucci, A. Monorchio, M. Bertoneri CNIT	<i>Alessandro Corucci</i> <i>Apostolo March</i> <i>M. Bertoneri</i>
Approval/Authorization: A. Corucci <b>Project Manager</b> CNIT	<i>Alessandro Corucci</i>

#### Indice delle Revisioni

Rev.	Data	Descrizione
01	23/07/2019	Prima emissione

#### Documenti di riferimento

- D 1 DPCM 8 Luglio 2003, Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- D 2 DM 29 Maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.
- D 3 Allegato del Decreto 29 Maggio 2008, Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.
- D 4 ENEL – Linea guida per l'applicazione del §5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.
- D 5 TAV\_IE001A, TAV\_IE002A, TAV\_IE007A, Settembre 2017
- D 6 IE006, Gennaio 2017.
- D 7 Relazione campi elettromagnetici DPCM 8 Luglio 2003 (50Hz) integrazioni.

#### Acronimi

- B: Induzione Magnetica  
bt: Bassa Tensione  
CM: Campo Magnetico  
dB: decibel  
DPA: Distanza/e di Prima Approssimazione  
ELF: Extremely Low frequency (frequenza estremamente bassa)  
EM: Elettromagnetico/i  
MT: Media Tensione

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 2 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## Indice

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Riferimenti normativi</b> .....	<b>5</b>
2.1	<i>Esposizione della popolazione</i> .....	5
2.2	<i>Esposizione dei lavoratori</i> .....	10
<b>3</b>	<b>Metodologia di Valutazione</b> .....	<b>16</b>
3.1	<i>Analisi del progetto ed individuazione delle sorgenti</i> .....	16
3.2	<i>Definizione degli scenari di analisi</i> .....	16
3.3	<i>Software di calcolo</i> .....	16
3.4	<i>Valutazione dei campi rispetto ai limiti</i> .....	17
<b>4</b>	<b>Descrizione del progetto</b> .....	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Definizione degli scenari</b> .....	<b>20</b>
5.1	<i>Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne</i> .....	20
5.2	<i>Linee bt interne al Terminal</i> .....	25
5.3	<i>Nuovo impianto fotovoltaico</i> .....	27
5.4	<i>Cabina MT/bt</i> .....	28
<b>6</b>	<b>Risultati</b> .....	<b>29</b>
6.1	<i>Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne</i> .....	29
6.2	<i>Linee bt interne al Terminal</i> .....	33
6.3	<i>Nuovo impianto fotovoltaico</i> .....	35
6.4	<i>Cabina di Trasformazione</i> .....	35
<b>7</b>	<b>Individuazione delle destinazioni d'uso indoor</b> .....	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Interventi di mitigazione</b> .....	<b>44</b>
8.1	<i>Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne</i> .....	44
8.2	<i>Linee bt interne al Terminal</i> .....	45
8.3	<i>Nuovo impianto fotovoltaico</i> .....	45
8.4	<i>Cabina di Trasformazione</i> .....	46
<b>9</b>	<b>Valutazione dei risultati</b> .....	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>Conclusioni</b> .....	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>Appendice A</b> .....	<b>55</b>
<b>12</b>	<b>Appendice B</b> .....	<b>56</b>
<b>13</b>	<b>Bibliografia</b> .....	<b>57</b>

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 3 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 1 Premessa

Nell'ambito del progetto definitivo di riconfigurazione ed ampliamento del terminal aeroportuale dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze, il presente documento riporta i risultati della valutazione previsionale dell'impatto da campi magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) afferenti lo stato di progetto.

In particolare il presente studio è stato elaborato per fornire un ulteriore grado di approfondimento all'analogo studio previsionale, già predisposto e consegnato agli enti, a sua volta redatto in ottemperanza alle prescrizioni e alle richieste di integrazione di ARPAT (Prot. 53315 del 28/07/2017) di cui alla richiesta della Regione Toscana (Prot. 376067 del 28/07/2017).

L'approfondimento tecnico ha avuto come oggetto le richieste di integrazione formulate dall'Agenzia Regionale in merito alla valutazione dell'impatto elettromagnetico, e nel dettaglio le seguenti sorgenti a frequenza di rete (50 Hz) che saranno realizzate nello stato di progetto:

- I. Cabina di trasformazione MT/bt Terminal. La cabina prevede due trasformatori, non inseriti in parallelo, ciascuno di potenza 1.600 kVA ( $I_n=2300$  A circa), tensione primaria 15 kV;
- II. Percorso linee interrate in MT e bt in aree esterne
  - a) Linea di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES;
  - b) Linee interrate MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES;
  - c) Linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES + linea interrata MT verso cabina Ex-AVES;
  - d) Linee bt interrate in uscita da cabina MT/bt Terminal verso edificio Terminal;
- III. Linee bt interne al Terminal
  - a) Linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra (a 3,4 m da terra, entro il controsoffitto);
  - b) Linee bt in transito sul montante verticale per distribuzione a piani superiori.
- IV. Linea bt dal Quadro di parallelo del nuovo impianto fotovoltaico fino al quadro bt della cabina Terminal. L'impianto fotovoltaico sarà ubicato al piano copertura e sarà di potenza  $P=48$  kW (distribuita su 128 pannelli c.c. collegati a due inverter c.c./c.a. da 24 kW ciascuno; gli inverter ed il quadro di parallelo saranno alloggiati entro vano tecnico dedicato.).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 4 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 2 Riferimenti normativi

### 2.1 Esposizione della popolazione

#### **Decreto Legislativo 13 novembre 2008 "Approvazione del Piano nazionale di ripartizione delle frequenze", G.U. 21 novembre 2008, n. 273**

Lo scopo del presente piano è quello di stabilire, in ambito nazionale e per il tempo di pace, l'attribuzione ai diversi servizi delle bande di frequenze oggetto del piano, di indicare per ciascun servizio nell'ambito delle singole bande l'autorità governativa preposta alla gestione delle frequenze, nonché le principali utilizzazioni civili.

Nel caso di nuove primarie esigenze civili o militari che non possano essere soddisfatte con le attribuzioni di frequenze previste nel presente piano, o in occasione di eventi eccezionali, possono essere effettuate specifiche assegnazioni di frequenze in deroga al piano stesso tramite particolari accordi tra Ministero dello sviluppo economico-Comunicazioni e Ministero della difesa.

#### **Decreto Legislativo 01/08/2003, n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche", G.U. 15 settembre 2003, n. 214**

Il Codice garantisce i diritti inderogabili di libertà delle persone nell'uso dei mezzi di comunicazione elettronica, nonché il diritto di iniziativa economica ed il suo esercizio in regime di concorrenza, nel settore delle comunicazioni elettroniche. La fornitura di reti e servizi di comunicazione elettronica, che è di preminente interesse generale, è libera e ad essa si applicano le disposizioni del Codice.

Sono fatte salve le limitazioni derivanti da esigenze della difesa e della sicurezza dello Stato, della protezione civile, della salute pubblica e della tutela dell'ambiente e della riservatezza e protezione dei dati personali, poste da specifiche disposizioni di legge o da disposizioni regolamentari di attuazione.

#### **Legge quadro 22/02/2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n. 55**

La legge nazionale quadro sull'elettromagnetismo ha l'innegabile pregio di tentare di porre ordine nella variegata situazione italiana, attraverso le definizioni delle competenze di stato, regioni, province e comuni. Il carattere innovativo della nuova legge sta nel fatto che, accanto al concetto di limite di esposizione inteso come valore che non deve mai essere superato in alcuna condizione di esposizione, vengono introdotti quelli

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 5 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

di valore di attenzione e di obiettivo di qualità. Ad essi è attribuito il seguente significato (dalle definizioni riportate nella legge):

- valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità: valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi, realizzati attraverso criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili indicati dalle leggi regionali.

La legge tuttavia non indica direttamente i valori numerici delle quantità suddette ma stabilisce che essi dovranno essere fissati da appositi decreti.

La legge stabilisce inoltre che, entro 10 anni dalla sua entrata in vigore, la rete elettrica esistente dovrà essere risanata, secondo criteri che verranno anch'essi definiti attraverso un apposito decreto, allo scopo di rispettare i limiti di esposizione e i valori di attenzione, nonché di raggiungere gli obiettivi di qualità stabiliti (...).

Più in dettaglio questa normativa ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a:

- a) assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione [1];
- b) promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, comma 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea [2];
- c) assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

In particolare l'art. 4, Comma 2 afferma che i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 6 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

di fasce di rispetto per gli elettrodotti, di cui al comma 1, lettere a), e) e h), sono stabiliti, entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge:

- per la popolazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, sentiti il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, di seguito denominata «Conferenza unificata»;
- per i lavoratori e le lavoratrici, ferme restando le disposizioni previste dal decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della sanità, sentiti i Ministri dell'ambiente e del lavoro e della previdenza sociale, il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata. Il medesimo decreto disciplina, altresì, il regime di sorveglianza medica sulle lavoratrici e sui lavoratori professionalmente esposti.

**Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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”**

Le disposizioni del presente decreto fissano i limiti di esposizione e i valori di attenzione per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz.

Il presente decreto fissa inoltre gli obiettivi di qualità, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione. I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità di cui al presente decreto non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali oppure per esposizioni a scopo diagnostico o terapeutico. I limiti e le modalità di applicazione del presente decreto non sono applicabili per gli impianti radar e per gli impianti che per la loro tipologia di funzionamento determinano esposizioni pulsate.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 7 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



Nelle tabelle successive si riportano i limiti fissati dal decreto in oggetto.

	Intensità campo elettrico E (V/m)	Intensità campo magnetico H (A/m)
0,1 < f < 3 MHz	60	0,2
3 < f < 3000MHz	20	0,05
3 < f < 300 GHz	40	0,01

Tabella 1 - Limiti di esposizione

	Intensità campo elettrico E (V/m)	Intensità campo magnetico H (A/m)
0,1MHz < f < 300 GHz	6	0,016

Tabella 2 - Valori di attenzione all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere

	Intensità campo elettrico E (V/m)	Intensità campo magnetico H (A/m)
0,1MHz < f < 300 GHz	6	0,016

Tabella 3 – Obiettivi di qualità

**Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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 e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”**

Nel presente decreto sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (vedi tabella seguente).

	Intensità campo elettrico E (kV/m)	Intensità induzione magnetica B (μT)
Limiti esposizione	5	100
Limiti attenzione	5	10

Tabella 4 - Limiti campi bassa frequenza

Nel caso di aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere, gli elettrodotti di nuova costruzione l'induzione magnetica deve rispettare il valore di qualità di 3 μTesla.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 8 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

**Raccomandazione n.519 del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999. G.U.C.E. del 30.7.1999, n.199**

Il Consiglio dell'Unione Europea attraverso la presente raccomandazione ha fatto propri gli stessi limiti proposti dall'ICNIRP. I limiti di base e i livelli di riferimento per limitare l'esposizione sono stati elaborati sulla scorta di un approfondito esame di tutta la letteratura scientifica pubblicata. I criteri applicati nel corso dell'esame sono stati volti a valutare la credibilità dei vari risultati divulgati; per proporre le limitazioni dell'esposizione ci si è basati soltanto su effetti accertati. Nelle tabelle successive si riportano i limiti di base e di riferimento. I livelli di riferimento relativi all'esposizione sono indicati al fine di poterli confrontare con i valori di grandezze misurate. Il rispetto di tutti i livelli di riferimento raccomandati garantisce il rispetto dei limiti di base. Se il valore delle grandezze misurate supera i livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati. In tal caso, sarà necessario effettuare una valutazione per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base. I livelli di riferimento volti a limitare l'esposizione sono stati ottenuti dai limiti di base nella situazione di massimo accoppiamento fra campo e individuo esposto e perciò forniscono la massima protezione. Questi, di norma, vanno considerati come valori mediati nel volume del corpo dell'individuo esposto ma con la condizione tassativa che i limiti di base per esposizione localizzati non siano superati. In talune situazioni in cui l'esposizione è altamente localizzata, come l'esposizione del capo nel caso dei radiotelefoni portatili, l'impiego dei livelli di riferimento non risulta adeguato. In tali casi l'osservanza dei limiti di base relativi ad esposizioni localizzate dovrà essere valutata direttamente.

<i>Gamma di frequenza</i>	<i>Densità di flusso magnetico (mT)</i>	<i>Densità di corrente (mA/m<sup>2</sup>) (rms)</i>	<i>SAR mediato sul corpo intero (W/Kg)</i>	<i>SAR localizzato (capo e tronco) (W/Kg)</i>	<i>SAR localizzato (arti) (W/Kg)</i>	<i>Densità di potenza S (W/m<sup>2</sup>)</i>
<b>0 Hz</b>	40	-	-	-	-	-
<b>&gt; 0-1 Hz</b>	-	8	-	-	-	-
<b>1 - 4 Hz</b>	-	8/f	-	-	-	-
<b>4 - 1000 Hz</b>	-	2	-	-	-	-
<b>1000 Hz - 100 kHz</b>	-	f/500	-	-	-	-
<b>100 kHz - 10 MHz</b>	-	f/500	0.08	2	4	-
<b>10 MHz - 10 GHz</b>	-	-	0.08	2	4	-
<b>10 - 300 GHz</b>	-	-	-	-	-	10

Tabella 5 – Limiti di base

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 9 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

<i>Intervallo di frequenza</i>	<i>Intensità di campo E (V/m)</i>	<i>H-field strength (A/m)</i>	<i>Campo B (<math>\mu</math>T)</i>	<i>Densità di potenza ad onda equivalente Seq (W/m<sup>2</sup>)</i>
0 - 1 Hz	-	$3.2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	-
1 - 8 Hz	10	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz	10	4,000/f	5,000/f	-
0.025 - 0.8 KHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8 - 3 kHz	250/f	5	6.25	-
13 - 150 kHz	87	5	6.25	-
0.15 - 1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	-
1 - 10 MHz	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f	-
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	-
400 - 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.037 f^{1/2}$	$0.0046 f^{1/2}$	f/200
2 - 300 GHz	61	0.16	0.20	10

Tabella 6 – Limiti di riferimento

## 2.2 Esposizione dei lavoratori

**Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, titolo VIII, capo IV “Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) con particolare riferimento alle radiazioni da 0 Hz a 300 GHz”**

Il D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico) al Capo IV del Titolo VIII stabilisce prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

In base alla nuova normativa ogni datore di lavoro deve provvedere alla valutazione del rischio di esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici presenti nella propria azienda.

Il D.Lgs. 81/2008 stabilisce prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

Il Capo IV del titolo VIII riguarda i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia. La direttiva non riguarda gli effetti a lungo termine.

Il limite di azione per l'induzione magnetica alla frequenza di 50 Hz nel caso di esposizione per motivi professionali è pari a 500  $\mu$ T mentre il limite di azione per il campo elettrico è pari a 10 kV.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 10 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

**Nel titolo VIII, capo IV si riportano le definizioni di valori limite di esposizione e di azione**

- valori limite di esposizione: limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti.
- valori di azione: l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel presente titolo.

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

Nelle tabelle successive si riportano i valori limite di esposizione e di attenzione definiti sopra:

Intervallo di Frequenza	Densità di corrente per corpo e tronco J (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (corpo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m <sup>2</sup> )
Fino a 1 Hz	40	/	/	/	/
1 - 4 Hz	40/f	/	/	/	/
4 - 1000 Hz	10	/	/	/	/
1000 Hz - 100 kHz	f/100	/	/	/	/
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	/
10 MHz - 10 GHz	/	0,4	10	20	/
10 - 300 GHz	/	/	/	/	50

Tabella 7 – Limiti di esposizione

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 11 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B( $\mu$ T)	Densità di potenza di onda piana Seq (W/m <sup>2</sup> )	Corrente di contatto (W/m <sup>2</sup> ) le (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti IL (mA)
0 - 1 Hz	/	$1,63 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	/	1,0	/
1 - 8 Hz	20000	$1,63 \times 10^5/f^2$	$2 \times 10^5/f^2$	/	1,0	/
8 - 25 Hz	20000	$2 \times 10^4/f$	$2,5 \times 10^4/f$	/	1,0	/
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	/	1,0	/
0,82 kHz - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	/	1,0	/
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4/f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	0,4/f	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$0,01f^{1/2}$	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

Tabella 8 – Limiti di azione

### La Direttiva europea 2004/40/CE

L'Unione Europea, per mezzo della Direttiva 2008/46/CE ha spostato al 30 aprile 2012 la data ultima per il recepimento della direttiva 2004/40/CE "Sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)". In considerazione di quanto sopra, anche il DLgs 81/08 prevede nelle disposizioni finali (art. 3069) che le norme relative ai limiti di esposizione entrino in vigore alla stessa data. Lo stesso Decreto, però, impone al datore di lavoro di valutare i rischi dovuti ai campi EM e tale obbligo è già in vigore poiché previsto dagli artt. 17, 28 e 181.

Successivamente alla pubblicazione della 2004/40/CE, la Commissione Europea ha conferito al CENELEC il mandato di predisporre le norme tecniche necessarie all'applicazione della Direttiva in oggetto.

Tra queste, la norma EN 50499 risulta di grande utilità poiché permette di rispondere al DLgs 81/08 grazie all'elenco delle attrezzature ed attività le cui emissioni rispettano senz'altro i limiti di esposizione, senza la necessità di alcun accertamento.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 12 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

La direttiva 2004/40/CE è stata ripresa anche dalle linee guida emanate dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non ionizzanti (ICNIRP), formalmente riconosciuta a livello internazionale dalle massime istituzioni tra cui OMS e Unione Europea.

Tale documento costituirà il riferimento da adottare per determinare i valori di esposizione per i lavoratori. Non sono ad oggi presenti normative che con le procedure di valutazione per i luoghi di lavoro “elettrici” (es. cabina di trasformazione) e quindi si applicheranno i limiti delle guide ICNIRP.

**D. L. 1 agosto 2016, n. 159 (Modifiche al decreto legislativo 9/04/2008, n.81) 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. (16G00172)**

**Nell'ALLEGATO XXXVI - Parte II – Effetti non termici si definiscono:**

- Valori di azione (VA) per esposizione a campi elettrici
  - I VA inferiori (tabella 9, seconda colonna) per il campo elettrico ambientale sono stabiliti al fine di prevenire scariche elettriche nell'ambiente di lavoro, e garantiscono il rispetto dei VLE (tabelle A2 e A3).
  - I VA superiori (tabella 9, terza colonna) garantiscono anch'essi il rispetto dei VLE (tabelle A2 e A3), ma non assicurano l'assenza di scariche elettriche a meno che non siano intraprese le misure di protezione di cui all'articolo 210, comma 5.

VALORI DI AZIONE PER CAMPI ELETTRICI AMBIENTALI (1 Hz-10 MHz) (DLGS 159/2016)		
Intervalli di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [V/m]	VA (E) superiori per l'intensità del campo elettrico [V/m]
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$1,0 \times 10^6 / f$
$1,64 \text{ kHz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5 / f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Tabella 9 - Valori di azione campi elettrici ambientali

- Valori di azione (VA) per esposizione a campi magnetici

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 13 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

- I VA superiori (tabella 10, terza colonna) garantiscono il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari correlati alla stimolazione elettrica dei tessuti nervosi periferici e centrali (tabella A2).

VALORI DI AZIONE PER CAMPI MAGNETICI AMBIENTALI (1 Hz-10 MHz) (DLGS 159/2016)			
Intervalli di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [ $\mu$ T]	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [ $\mu$ T]	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [ $\mu$ T]
1 < f < 8 Hz	2,0 x 105 / f <sup>2</sup>	3,0 x 105 / f	9,0 x 105 / f
8 < f < 25 Hz	2,5 x 104 / f	3,0 x 105 / f	9,0 x 105 / f
25 Hz < f < 300 Hz	1,0 x 103	3,0 x 105 / f	9,0 x 105 / f
300 Hz < f < 3 kHz	3,0 x 105 / f	3,0 x 105 / f	9,0 x 105 / f
3 kHz < f < 10 MHz	1,0 x 102	1,0 x 102	3,0 x 102

Tabella 10 - - Valori di azione campi magnetici ambientali

L'osservanza dei VA superiori assicura che non siano superati i VLE relativi agli effetti sanitari ma, se l'esposizione della testa supera i VA inferiori per esposizioni a frequenze fino a 400 Hz, sono possibili effetti sensoriali, come fosfeni o modifiche minori e transitorie dell'attività cerebrale. In tal caso, ove giustificato dalla pratica o dal processo produttivo, è possibile applicare l'articolo 208, comma 3, lettera b).

I VA inferiori (tabella B2, seconda colonna), garantiscono per le frequenze al di sotto di 400 Hz il rispetto dei VLE relativi agli effetti sensoriali (tabella A3), mentre per le frequenze al di sopra di 400 Hz coincidono con i VA superiori assicurando il rispetto dei VLE relativi agli effetti sanitari (tabella A2).

I VA per l'esposizione degli arti (tabella B2, quarta colonna) garantiscono il rispetto dei VLE per gli effetti sanitari relativi alla stimolazione elettrica dei tessuti limitatamente agli arti, tenuto conto del fatto che il campo magnetico presenta un accoppiamento più debole negli arti che nel corpo intero.

Questi valori possono essere utilizzati in caso di esposizione strettamente confinata agli arti, restando ferma la necessità di valutare il rispetto dei VA su tutto il corpo del lavoratore.

**Nell'ALLEGATO XXXVI - Parte III – Effetti termici si definiscono:**

- Valori limite di esposizione e valori di azione nell'intervallo di frequenze tra 100 kHz e 300 GHz. In particolare il rispetto dei VA garantisce il rispetto dei pertinenti VLE, mentre il superamento dei VA medesimi corrisponde all'obbligo di adottare le pertinenti misure di prevenzione e protezione.

VALORI DI AZIONE PER CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI AMBIENTALI (100 kHz-300 GHz) (DLGS 159/2016)			
Intervalli di frequenza	VA (E) per l'intensità del campo elettrico [V/m]	VA (B) per l'induzione magnetica [ $\mu$ T]	VA (S) per la densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
$1 \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8 / f$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
$10 \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	-
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{0.5}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{0.5}$	-
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	-
$6 \leq f < 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Tabella 11 - Valori di azione campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ambientali

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 15 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



## 3 Metodologia di Valutazione

### 3.1 Analisi del progetto ed individuazione delle sorgenti

L'analisi dei potenziali impatti relativi ai CEM componente ELF viene svolta analizzando lo stato attuale dell'ambiente e quindi indagando l'eventuale presenza di sorgenti (come cabine elettriche, dorsali di distribuzione, quadri elettrici, etc.). Il campo di applicazione del DPCM 8 luglio 2003 è relativo alla "protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti ...".

### 3.2 Definizione degli scenari di analisi

Alla luce delle sorgenti presenti, si definiscono le condizioni di funzionamento atteso nello stato di progetto e si procede, con riferimento all'ambiente indoor, individuando i locali e le aree prossime agli impianti. Dopo aver definito le destinazioni d'uso di detti spazi, e di conseguenza dopo aver valutato la possibile permanenza di personale lavoratore o di popolazione (con esposizione maggiore e minore di 4 ore) si ottiene un quadro complessivo di riferimento per valutare il rispetto dei limiti vigenti.

Le situazioni, che sulla base dell'esperienza, possono ritenersi rappresentative per tipologia e cautelative per entità dei valori emessi, vengono quindi caratterizzate nelle grandezze fisiche necessarie (dimensioni, materiali, etc.) al pari delle sorgenti (numero conduttori, correnti, tensioni, distanze).

### 3.3 Software di calcolo

Il software utilizzato per il calcolo del campo elettromagnetico è *EMvironment*, sviluppato dai ricercatori in Elettromagnetismo Applicato del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa e del Laboratorio RaSS del CNIT.

Il software *EMvironment* è sviluppato in conformità alle norme CEI e vanta una ventennale esperienza sia in ambito accademico che operativo. Per quest'ultimo si citano di seguito alcuni dei lavori più importanti:

- Valutazione dell'Inquinamento Elettromagnetico del Poligono Interforze del Salto di Quirra [1];
- Progetto Regionale APICE (Analisi della Popolazione Investita dai Campi Elettromagnetici) [2];
- Analisi di Impatto Elettromagnetico per vari comuni della Toscana [3].

Il software consente di calcolare i livelli di induzione magnetica generata da più sorgenti contemporaneamente considerando la sovrapposizione degli effetti dovuti al contributo di ciascuna sorgente

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 16 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

di campo magnetico (corrente che scorre nei conduttori) modellata attraverso segmenti di conduttore rettilinei ai quali viene applicata iterativamente la legge di Biot-Savart.

Nel caso specifico della valutazione del campo magnetico a 50Hz, il software esegue la scomposizione in segmenti elementari delle sorgenti presenti nello scenario di analisi e successivamente calcola il contributo di campo da ogni segmento applicando la Legge di Biot-Savart in maniera totalmente tridimensionale (3D) senza approssimazioni [4].

Il contributo di ogni segmento viene quindi sommato coerentemente per ottenere il valore di campo magnetico totale. Il calcolo può essere svolto in qualsiasi punto dello spazio, in ricettori puntuali, disposti lungo linee, superfici e volumi.

È possibile scegliere ed implementare diverse tipologie di cavi (disposti in piano o a trifoglio), sia per la media che per la bassa tensione, concorrendo così ad incrementare l'esaustività, l'accuratezza del calcolo e l'oggettività dei risultati ottenuti (si riesce a rappresentare fedelmente lo scenario reale). La presenza della struttura in calcestruzzo circostante può essere considerata mediante l'impiego di coefficienti semi-empirici determinati da esperienze pregresse e archiviati in una libreria custom.

Per l'effettuazione del calcolo è stato implementato direttamente nel software il layout architettonico completo dell'impianto elettrico mediante un CAD dedicato che importa direttamente il file ".dwg" di ingresso. Sono state rispettate le quote architettoniche e le dimensioni relative agli apparati. I risultati vengono quindi presentati, in maniera opportuna, mediante grafici cartesiani, mappe a falsi colori, curve e superfici isolivello. Infine, si segnala che il software può anche calcolare l'attenuazione introdotta da schermi costituiti da materiale buon conduttore [5] posti sopra le linee elettriche interrato.

### 3.4 Valutazione dei campi rispetto ai limiti

Individuate e modellizzate le sorgenti del campo magnetico, l'attività è stata mirata a valutare l'eventuale esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi magnetici distinguendo la presenza di luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h e D.Lgs.81/08 e smi)).

La valutazione ha consistito nel definire le Distanze di Prima Approssimazione (DPA) dalle sorgenti individuate secondo quanto prescritto dal DM 29/05/08 e dal documento redatto da ENEL (Linea Guida per l'applicazione del §5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"). Tali leggi, normative e linee guida fanno riferimento all'applicazione del DPCM 8 Luglio 2003 [1] sulla protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici a frequenza industriale

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 17 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

(50Hz). In via cautelativa, ricordando come la normativa afferente la tutela della popolazione preveda limiti ben più stringenti, si è proceduto con il prendere a riferimenti detti valori limite, come riportati in Tabella 12.

<b>Descrizione</b>	<b>B [<math>\mu</math>T]</b>	<b>Note</b>
<b>Valore limite</b>	100	<i>intesi come valori efficaci</i>
<b>Valore di attenzione</b> <i>(nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)</i>	10	<i>da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio</i>
<b>Obiettivo di qualità</b> <i>(nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)</i>	3	<i>da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio</i>

Tabella 12. Estratto dal DPCM 08/07/2003 per l'esposizione a campi magnetici a 50 Hz (ELF).

La relazione è integrata con estratti grafici planimetrici, utili l'interpretazione dell'esposizione al campo magnetico con l'indicazione delle curve isolivello a 3  $\mu$ T.

#### 4 Descrizione del progetto

Il progetto di riorganizzazione, riconfigurazione ed ampliamento di una parte del terminal dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze è finalizzato a soddisfare la richiesta di nuove aree per uffici direzionali ed operativi, ad incrementare le aree di servizio ai passeggeri, in particolare il settore partenze con sei nuovi gate, a riorganizzare ed ampliare le aree destinate ai controlli di sicurezza per l'accesso degli operatori aeroportuali, dei mezzi e delle merci alle "aree sensibili" (ari-side).

La necessità di far fronte al fabbisogno di nuove aree per soddisfare i livelli di servizio richiesti ed al tempo stesso per garantire livelli di sicurezza e controllo sempre maggiori, sia per i passeggeri che per gli operatori aeroportuali, impongono una rivisitazione delle scelte effettuate ad oggi ed esigono la realizzazione di una serie di opere per la riorganizzazione degli spazi dell'attuale terminal passeggeri

Gli interventi proposti possono essere riassunti in:

- Ampliamento e riorganizzazione delle aree destinate ai controlli di sicurezza sia per i passeggeri (primo piano ex hangar), sia per gli operatori aeroportuali (nuovo varco di sicurezza pedonale e carrabile per gli operatori aeroportuali e per i mezzi in entrata e uscita dal sedime aeroportuale);
- Riorganizzazione dei flussi passeggeri con ampliamento della Sala Imbarchi per ulteriori sei

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 18 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

Gate;

- Riorganizzazione ed ampliamento delle aree destinate agli uffici direzionali e di gestione aeroportuale;

La risposta progettuale ai suddetti temi si è quindi concretizzata in:

- a) Realizzazione di un Nuovo Padiglione su tre livelli (PT, PP e P2) in ampliamento all'edificio denominato ex Hangar S52 e destinato al PT ad incrementare la Sala Imbarchi con nuovi sei Gate; al PP e P2 ad incrementare le superfici ad uffici gestionali ed amministrativi funzionali all'attività aeroportuale;
- b) Sopraelevazione di un piano (già previsto strutturalmente) dell'edificio ex Hangar S52, con riorganizzazione funzionale dei tre livelli di cui l'attuale area merci, al PT, aggregata al nuovo padiglione come Sala Imbarchi; le aree già destinate ad uffici utilizzate in parte per incrementare quelle destinate ai controlli di sicurezza ed in parte destinate alle aree di servizio ai passeggeri (libreria, giornali, farmacia, sportello bancario, commerciale ecc. ); il P2 destinato anch'esso ad implementare le aree necessarie per gli uffici di gestione e amministrazione aeroportuale.
- c) Trasferimento dell'attuale varco di accesso al sedime e dell'area merci con realizzazione di un nuovo Varco di Sicurezza, pedonale e carrabile, per l'accesso al sedime aeroportuale dotato delle aree necessarie ai controlli di sicurezza per gli operatori aeroportuali, per i mezzi e per le merci, costituito da un nuovo piccolo padiglione prefabbricato (controlli di sicurezza operatori aeroportuali), un piazzale "filtro sterile", con doppio passo carrabile, tra l'area *landside* ed *airside*, la ex officina e pensilina mezzi recuperata come deposito e uffici area merci.
- d) Demolizione dell'attuale pensilina mezzi e di un prefabbricato denominato ex-uffici Helitalia e realizzazione del parcheggio pertinenziale.

**Ai fini della valutazione previsionale di impatto elettromagnetico, gli elementi dello stato di progetto su cui occorre porre attenzione sono riferiti alle opere di impiantistica elettrica ovvero nel dettaglio:**

- A. Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne,
- B. Linee bt interne al Terminal,
- C. Linea bt dal Quadro di parallelo del nuovo impianto fotovoltaico,
- D. Cabina di trasformazione MT/bt Terminal.

	UNCLASSIFIED	P. 19 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 5 Definizione degli scenari

Nei seguenti paragrafi si descrivono gli scenari utilizzati per le valutazioni previsionali dell'induzione magnetica. Essi sono stati ricavati dai documenti [D 5] e [D 6].

### 5.1 Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne

#### 5.1.1 Linea di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES

In riferimento alla linea di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per la cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES è stata considerata per il calcolo delle linee isolivello la sezione sulla linea indicata in Fig. 5.1. La disposizione dei cavi fa riferimento allo scavo riportato in Fig. 5.2.

Per le linee interrato MT per la cabina MT/bt Terminal è stata considerata una corrente di 55 A (come da progetto), mentre per interrato MT in transito verso cabina Ex-AVES è stata considerata una corrente di 25 A (come da progetto). Si noti che, nella sezione di calcolo indicata in Fig. 5.1, è presente anche la tubazione per cavi bt per i quali tuttavia non è indicato nessun carico elettrico.

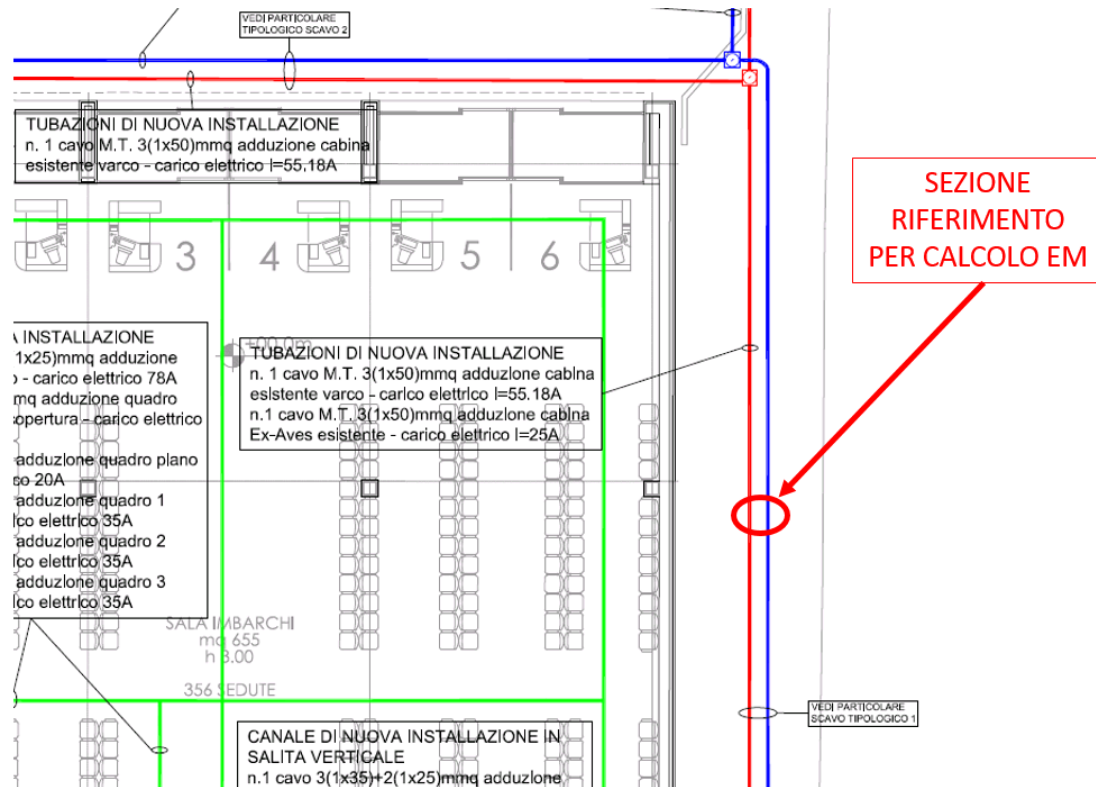


Fig. 5.1 Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 20 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

PARTICOLARE TIPOLOGICO SCAVO 1  
SEZIONE RETE BT E MT

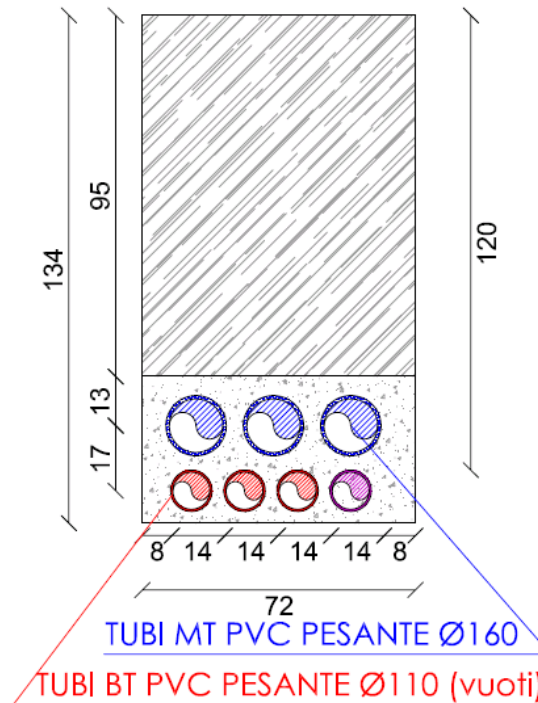


Fig. 5.2 – Configurazione di riferimento utilizzata per il calcolo (le dimensioni sono espresse in cm)

5.1.2 Linee interrate MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES

In riferimento alle linee interrate MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES, è stata considerata per il calcolo delle linee isolivello dell'induzione magnetica la sezione sulla linea indicata in figura.

La disposizione dei cavi considerata fa riferimento allo scavo riportato in Fig. 5.4.

Per le linee interrate MT per la cabina MT/bt Terminal è stata considerata una corrente di 55 A (come da progetto), mentre per le linee bt in uscita dalla cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES è stata considerata una corrente di 917 A (come da progetto).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 21 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

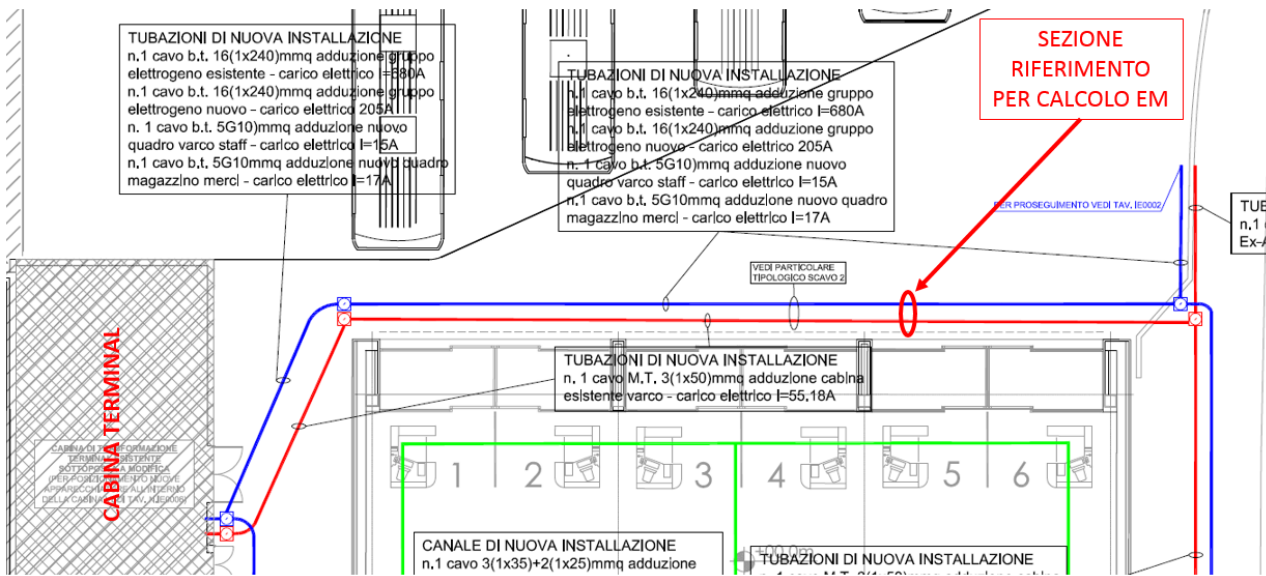


Fig. 5.3. – Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

**PARTICOLARE TIPOLOGICO SCAVO 2  
 SEZIONE RETE BT E MT**

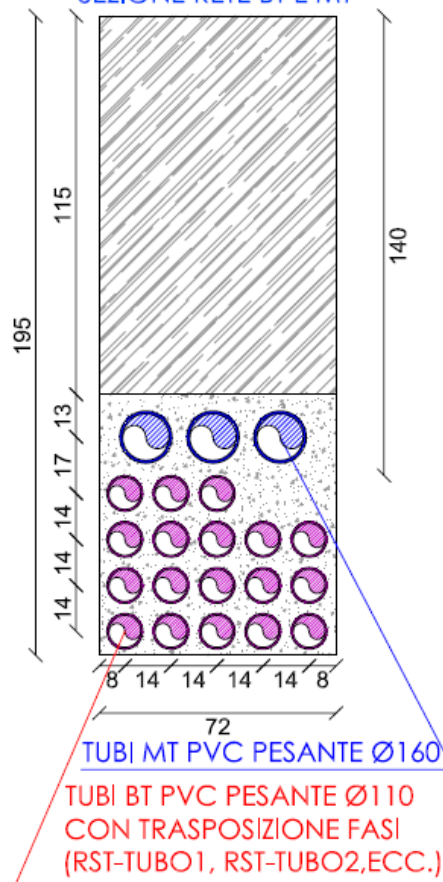


Fig. 5.4 – Configurazione di riferimento utilizzata per il calcolo (le dimensioni sono espresse in cm).

<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 22 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.	
Delivered to TAE	



### 5.1.3 Linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES + linea interrata MT verso cabina Ex-AVES

In riferimento alle linee bt in uscita dalla cabina MT/bt Terminal verso l'area Ex-AVES + linea interrata MT verso cabina Ex-AVES è stata considerata per il calcolo delle linee isolivello la sezione sulla linea indicata in Fig. 5.5. La disposizione dei cavi considerata fa riferimento allo scavo riportato in Fig. 5.6.

Per le linee interrate MT verso cabina Ex-AVES è stata considerata una corrente di 25 A (come da progetto), mentre per le linee bt in uscita dalla cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES è stata considerata una corrente di 917 A (come da progetto).

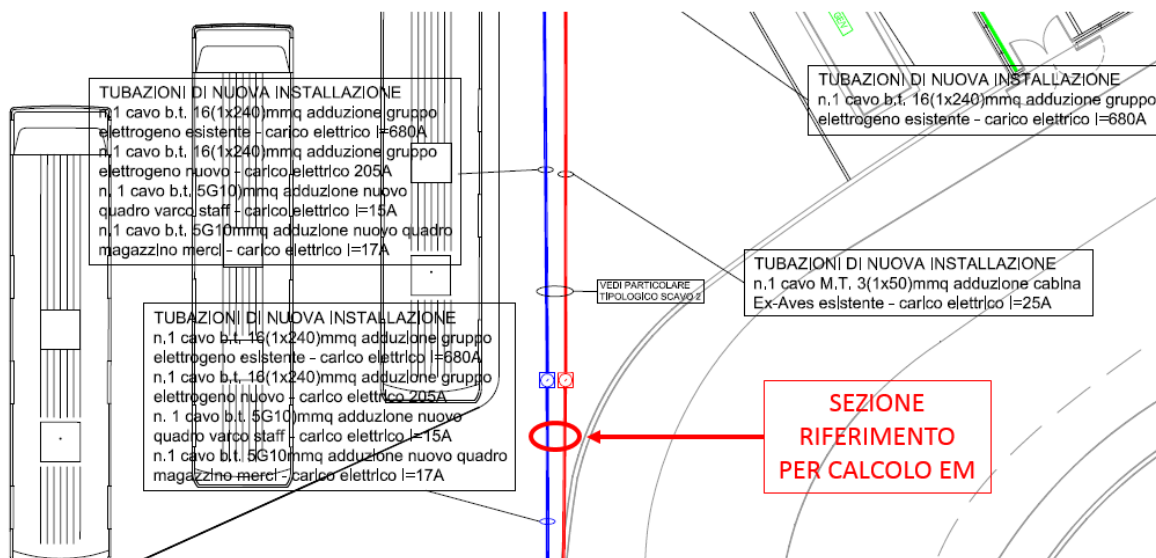


Fig. 5.5 - Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

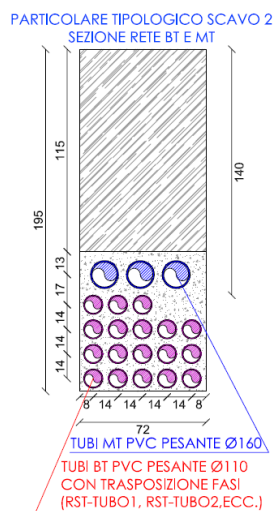


Fig. 5.6 – Configurazione di riferimento utilizzata per il calcolo (le dimensioni sono espresse in cm).

<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 23 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.	
Delivered to TAE	



5.1.4 Linee bt interrate in uscita da cabina MT/bt Terminal verso edificio Terminal

In riferimento alle linee bt interrate in uscita dalla cabina MT/bt Terminal verso edificio MT/bt Terminal è stata considerata per il calcolo delle linee isolivello la sezione indicata in Fig. 5.7. La disposizione dei cavi considerata fa riferimento allo scavo riportato in Fig. 5.8. Per le linee bt in uscita dalla cabina MT/bt Terminal verso edificio MT/bt Terminal è stata considerata una corrente di 643 A (come da progetto).

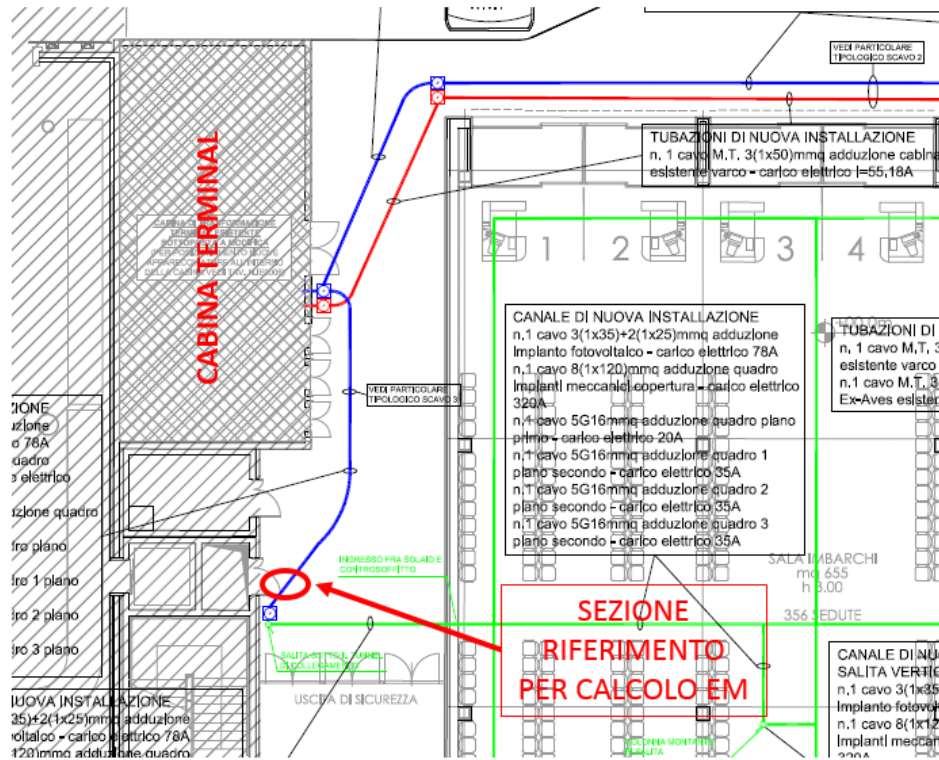


Fig. 5.7 - Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

PARTICOLARE TIPOLOGICO SCAVO 3 SEZIONE RETE BT

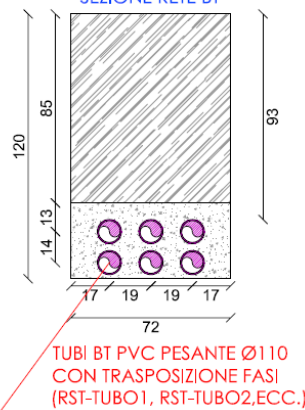


Fig. 5.8 - Configurazione di riferimento utilizzata per il calcolo (le dimensioni sono espresse in cm).

UNCLASSIFIED	P. 24 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.	
Delivered to TAE	

## 5.2 Linee bt interne al Terminal

### 5.2.1 Linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra

In riferimento alle linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra per la simulazione è stato fatto riferimento alla posizione indicata in Fig. 5.9, la linea passa dentro il controsoffitto (a circa 3,4 m da terra) assumendo per essa una configurazione piana per la quale è stata considerata una corrente di 643 A (come da progetto).

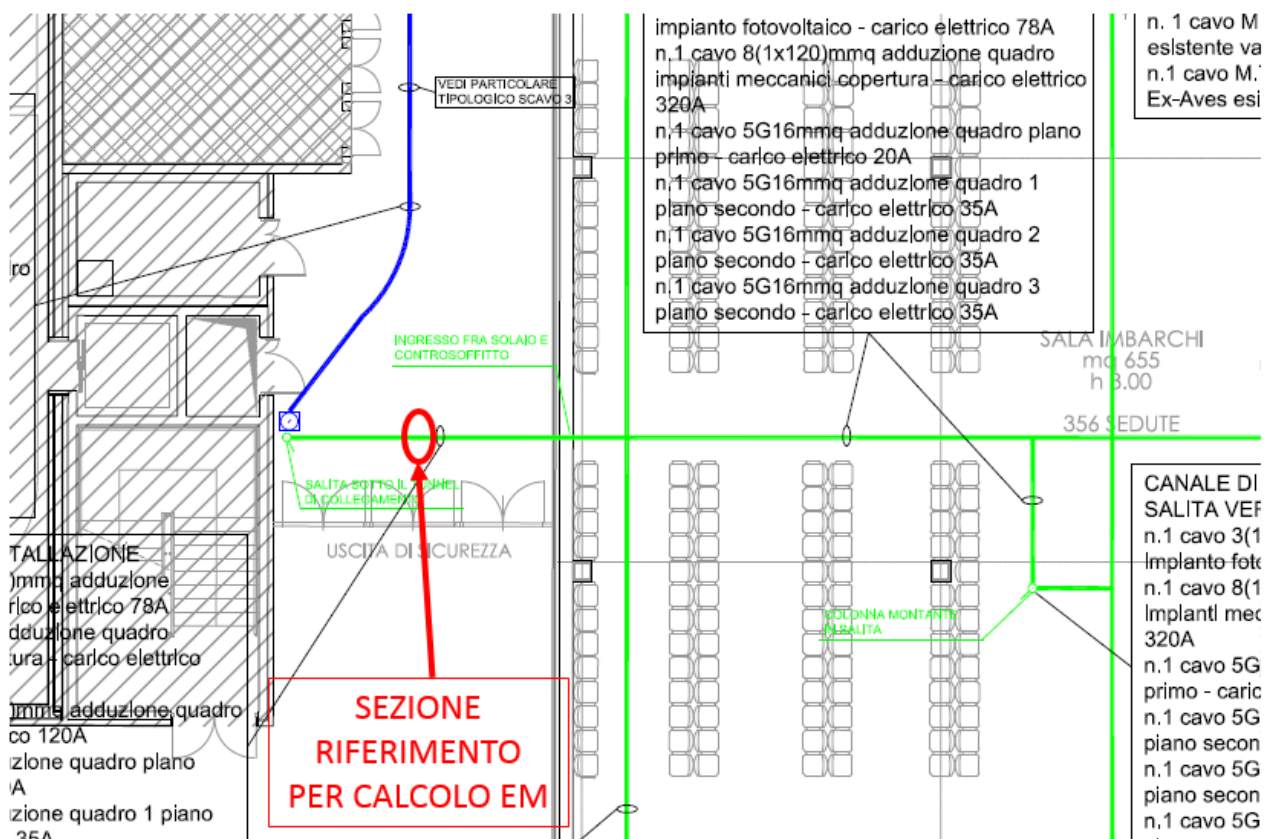


Fig. 5.9 - Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 25 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

### 5.2.2 Linee bt in transito sul montante verticale per distribuzione a piani superiori

In riferimento alle linee bt in transito sul montante VERTICALE per la distribuzione a piani superiori per la simulazione è stato fatto riferimento alla posizione indicata in Fig. 5.10. Si è assunto per la linea una configurazione piana per la quale è stata considerata una corrente di 523 A (come da progetto)

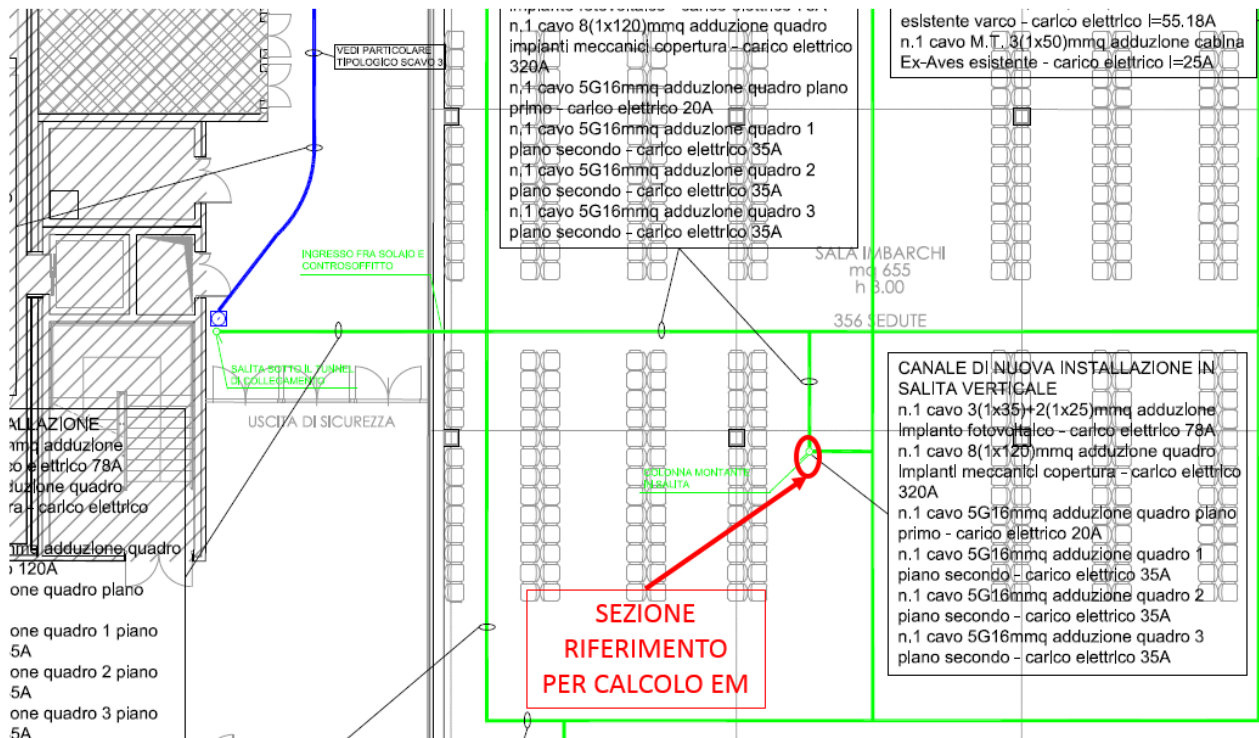


Fig. 5.10 - Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

### 5.3 Nuovo impianto fotovoltaico

In riferimento alle linee bt dal quadro di parallelo nuovo impianto fotovoltaico di P=48 kW, (distribuita su 128 pannelli collegati a due inverter da 24 kW ciascuno) fino al quadro bt cabina Terminal, le correnti che transitano sulle linee che collegano ciascun inverter al quadro di parallelo sono di 39 A ciascun. Pertanto sul quadro di parallelo e fino al quadro bt cabina terminal avremo una corrente totale di 78 A. In Fig. 5.11 è riportata la posizione di riferimento della sezione alla quale è stata eseguita la simulazione.

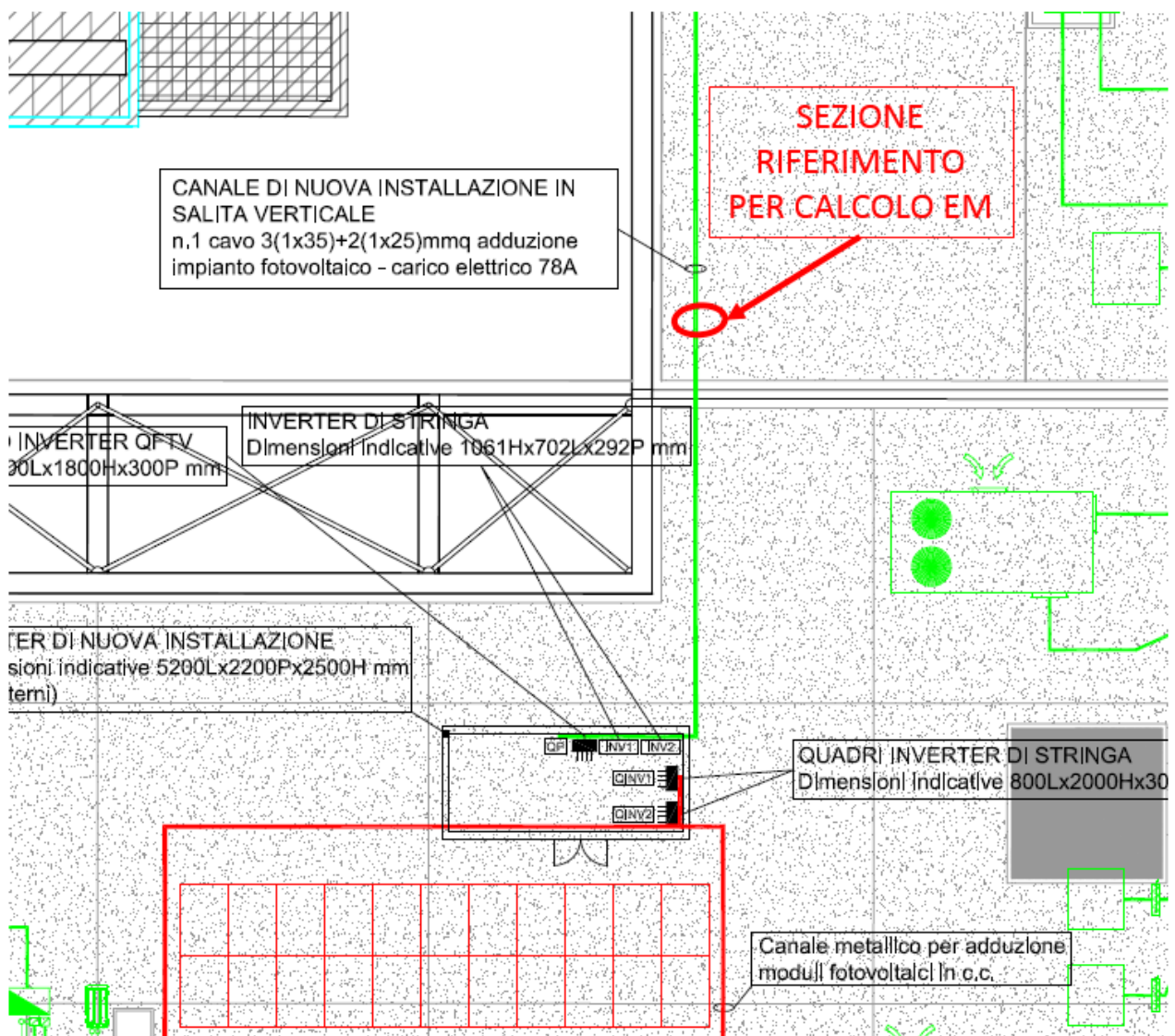


Fig. 5.11 - Indicazione della posizione della sezione utilizzata per il calcolo dell'induzione magnetica.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 27 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 5.4 Cabina MT/bt

Il layout della cabina di trasformazione MT/bt e la disposizione degli apparati al suo interno sono mostrati nella seguente Fig. 5.12. Nella figura sono anche indicati rispettivamente in rosso e blu il percorso delle correnti di MT e bt.

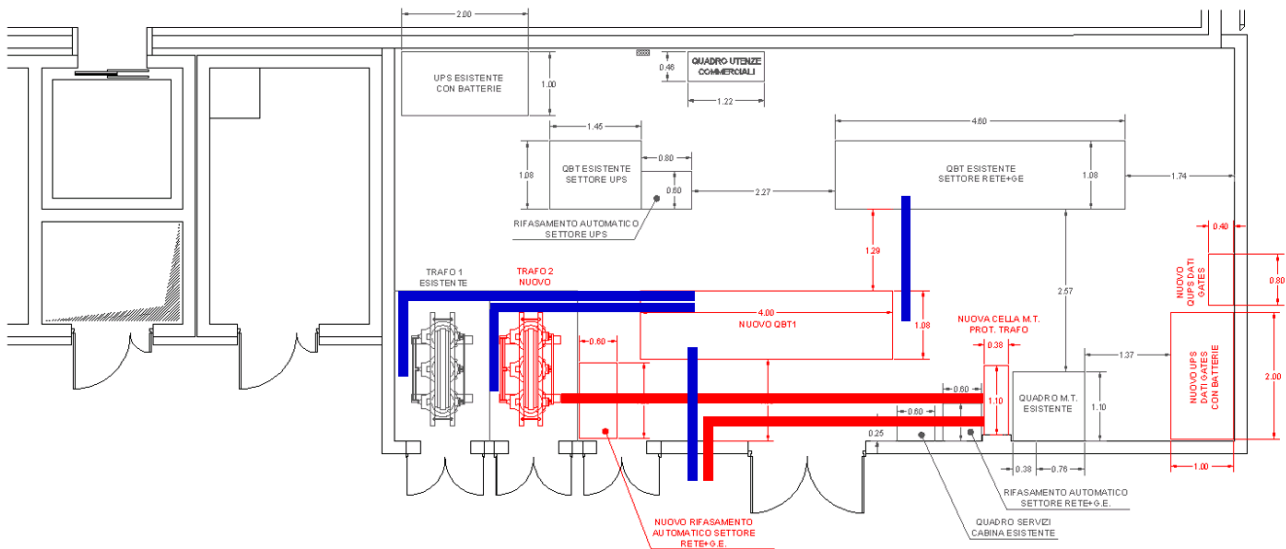


Fig. 5.12 – Layout (planimetria) della cabina MT/bt e disposizione degli apparati.

Nella cabina sono stati modellati i seguenti apparati che costituiscono le sorgenti di campo magnetico:

- 2 trasformatori, non funzionanti in parallelo, ciascuno da 1.600 kVA ( $I_n=2300$  A circa per ciascuno);
- 1 Quadro MT entra/esci,  $I=70$  A;
- Collegamento cavi MT/bt dal quadro QMT ai trasformatori sotto pavimento galleggiante ( $H=0,1$  m);
- Cablaggio dai trasformatori al QBT1 (Quadro di Bassa Tensione) in blindosbarra posa a  $H=2,5$  m dal piano di calpestio;
- 1 Quadro di bassa tensione (QBT1), corrente nominale  $I=3468$  A;
- Cablaggio esistente QBT1/QBT esistente blindosbarre a  $H=2,5$  m e  $I=1908$  A
- Cavi in uscita dal QBT1 sottopavimento galleggiante a  $H=0,1$  m con  $I=1560$  A ciascuno.

La simulazione è stata eseguita al 75% della  $I_n$  del singolo trasformatore, che corrisponde a 1.734 A per ciascun trasformatore.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 28 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



## 6 Risultati

Nei seguenti paragrafi si riportano i risultati delle valutazioni previsionali relativi agli scenari descritti nel precedente Capitolo 5.

### 6.1 Percorso linee interrante in MT e bt in aree esterne

#### 6.1.1 Linea di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES

La seguente Fig. 6.1 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

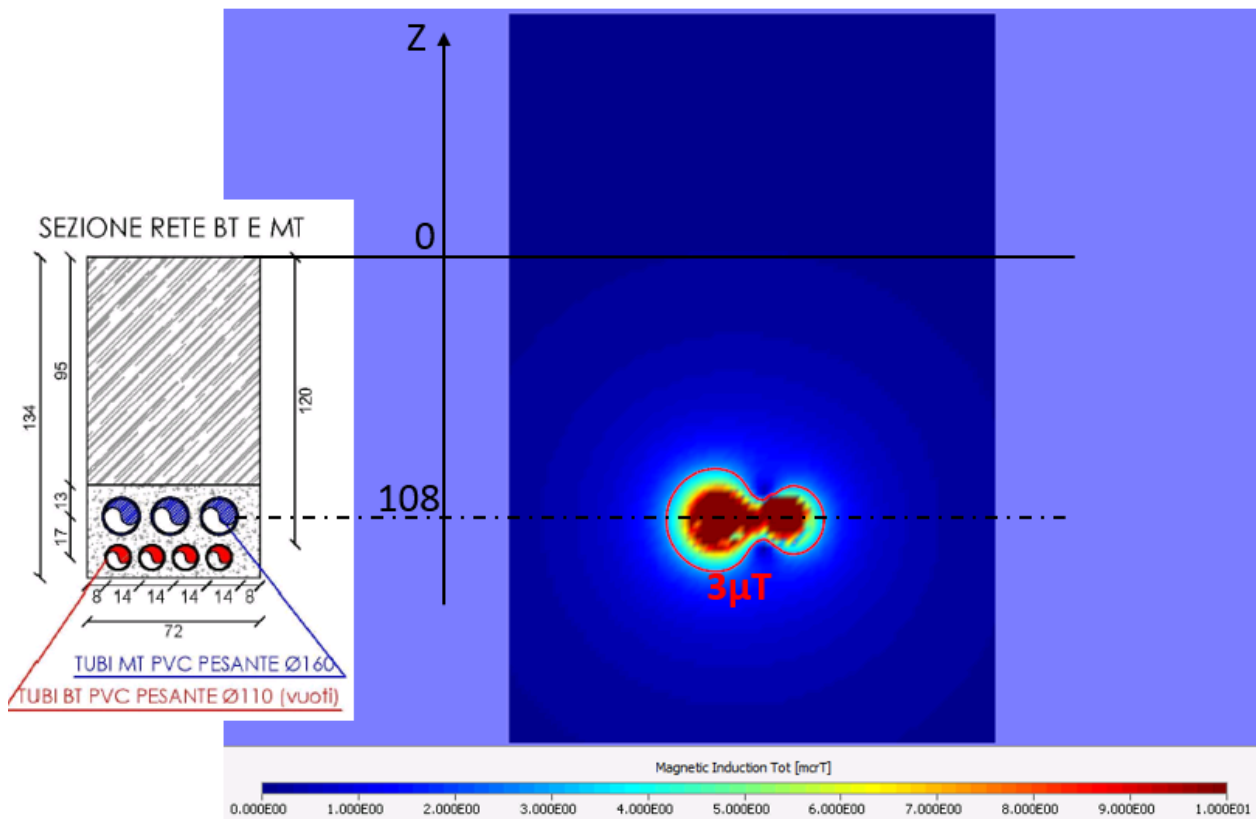


Fig. 6.1 - Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a 3 µT per le linee interrante di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 29 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

6.1.2 Linee interrate MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES

La seguente Fig. 6.2 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

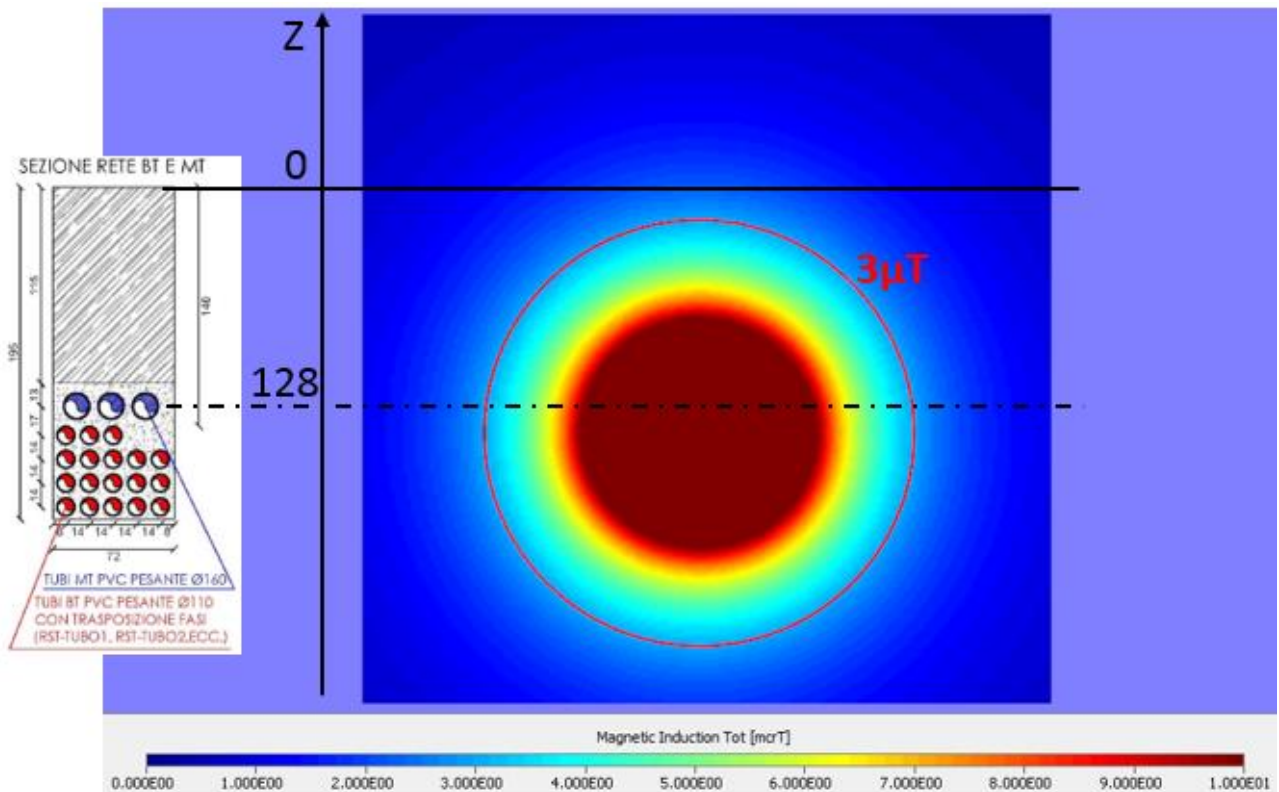


Fig. 6.2 – Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a 3 µT per le linee interrate MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES (dimensioni in cm).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 30 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

6.1.3 Linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES + linea interrata MT verso cabina Ex-AVES

La seguente Fig. 6.3 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

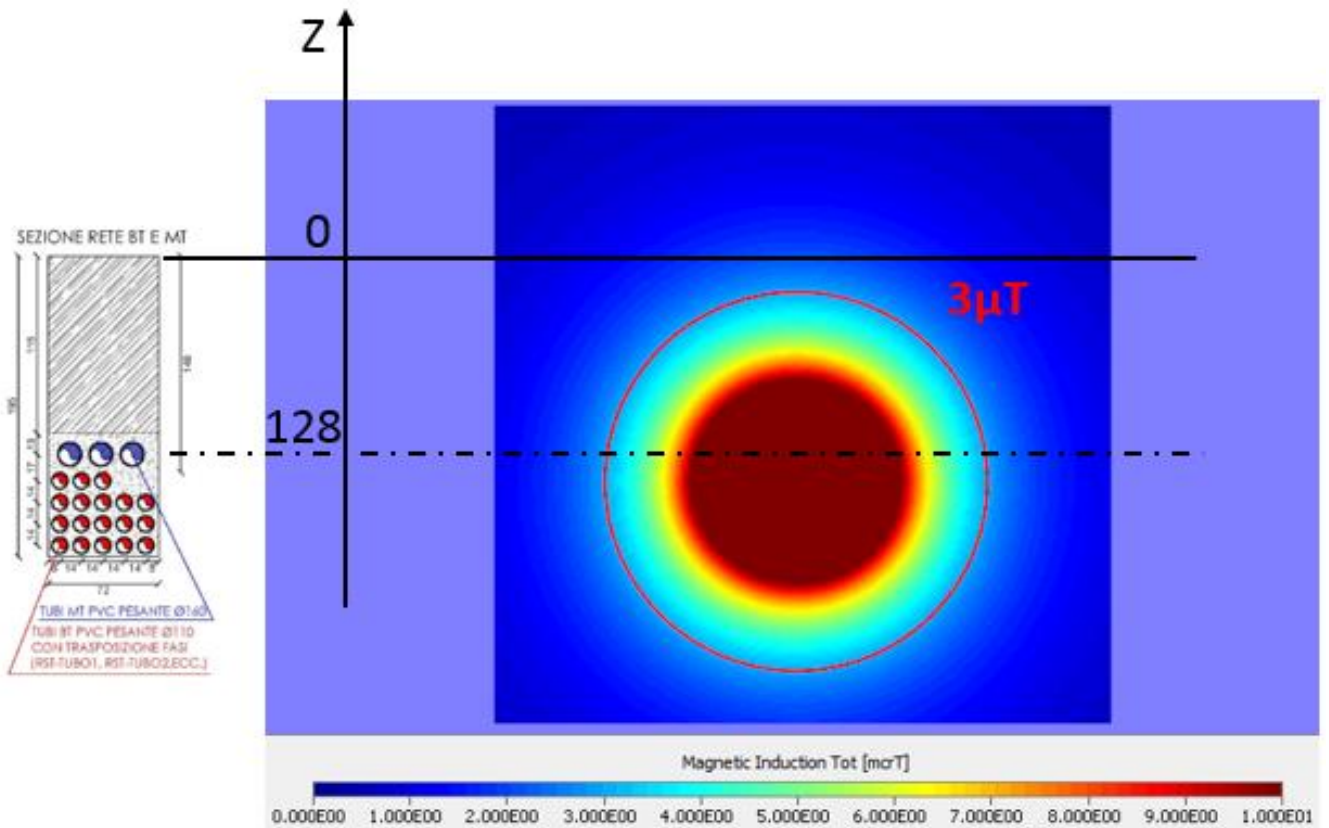


Fig. 6.3 – Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a 3 µT per le linee interrate bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES + linea interrata MT verso cabina Ex-AVES (dimensioni in cm).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 31 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



6.1.4 Linee bt interrate in uscita da cabina MT/bt Terminal verso edificio Terminal

La seguente Fig. 6.4 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

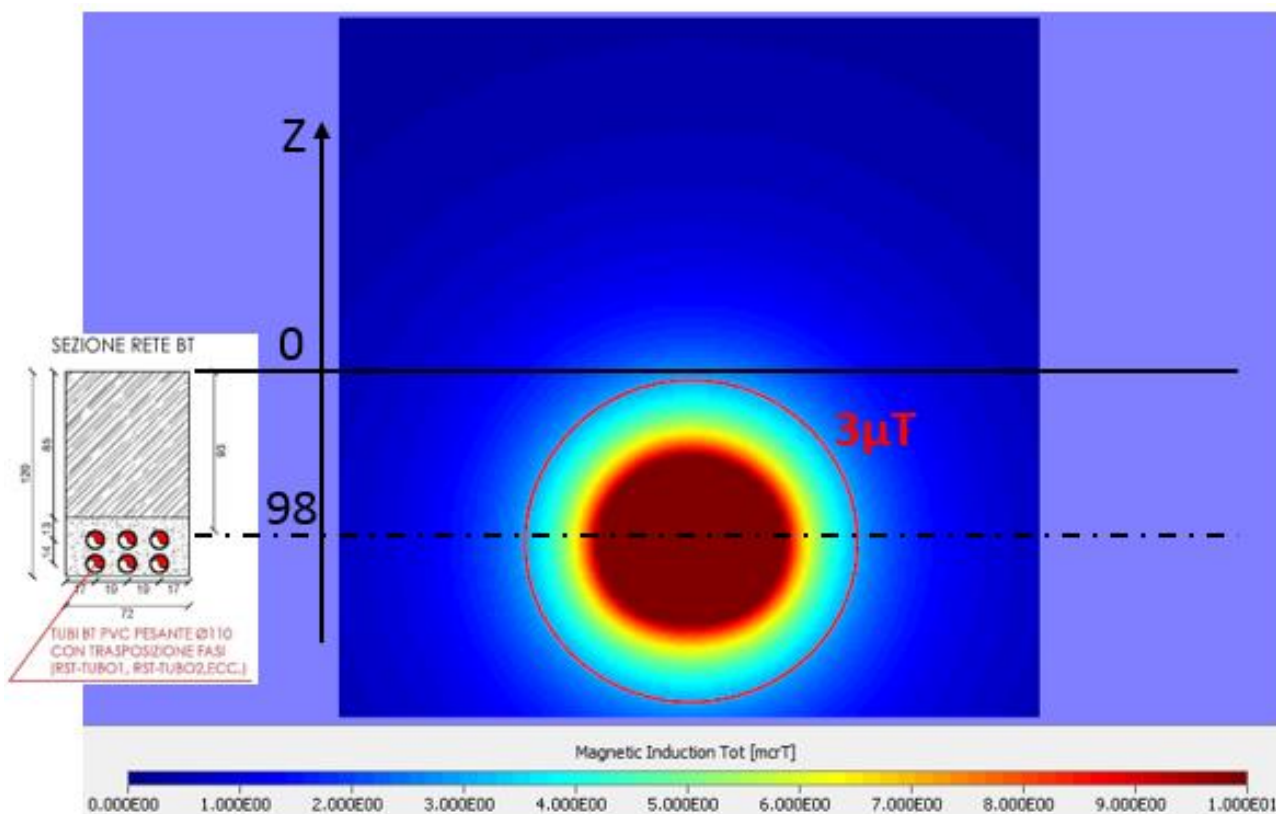


Fig. 6.4 - Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a 3 μT per le linee interrate bt interrate in uscita da cabina MT/bt Terminal verso edificio Terminal (dimensioni in cm).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 32 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 6.2 Linee bt interne al Terminal

### 6.2.1 Linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra

La seguente Fig. 6.5 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

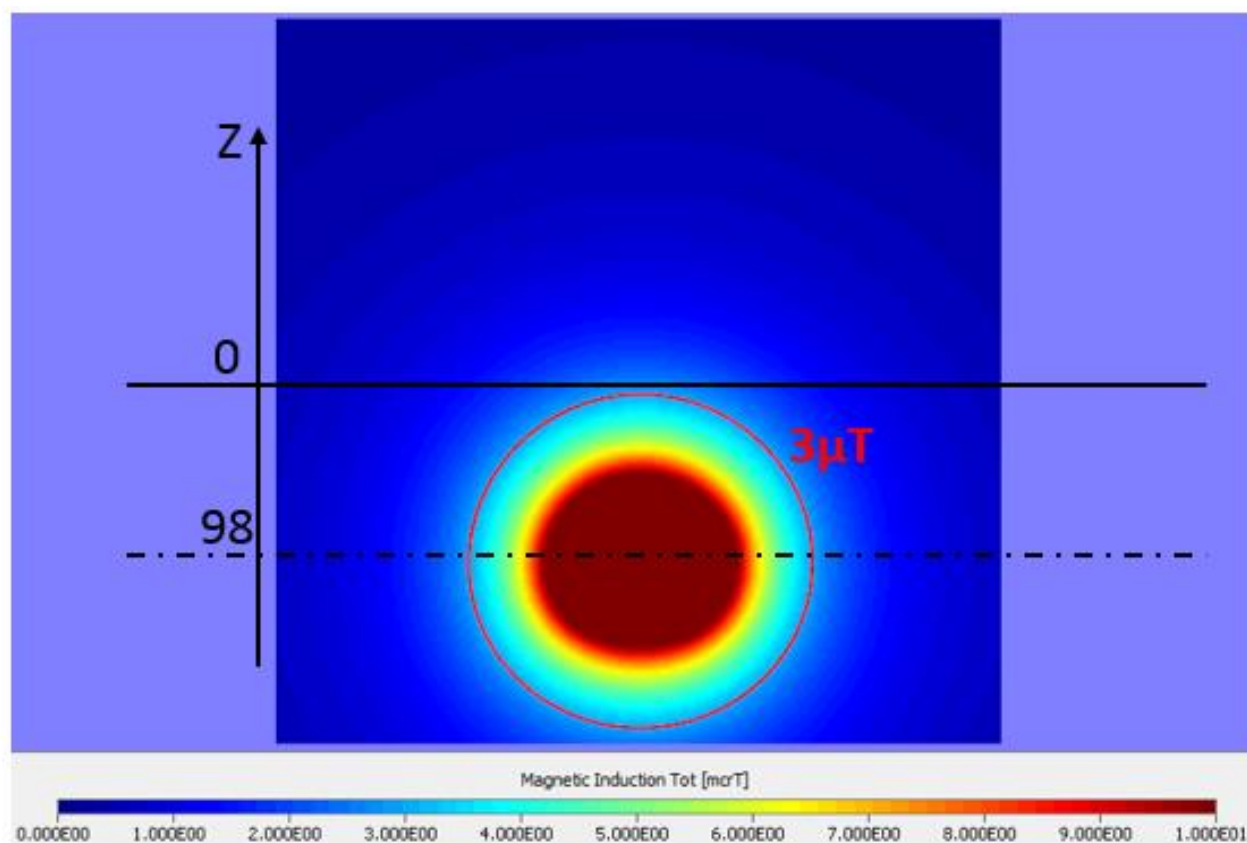


Fig. 6.5 - Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a  $3 \mu\text{T}$  per le linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra (dimensioni in cm).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 33 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 6.2.2 Linee bt in transito sul montante verticale per distribuzione a piani superiori

La seguente Fig. 6.6 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

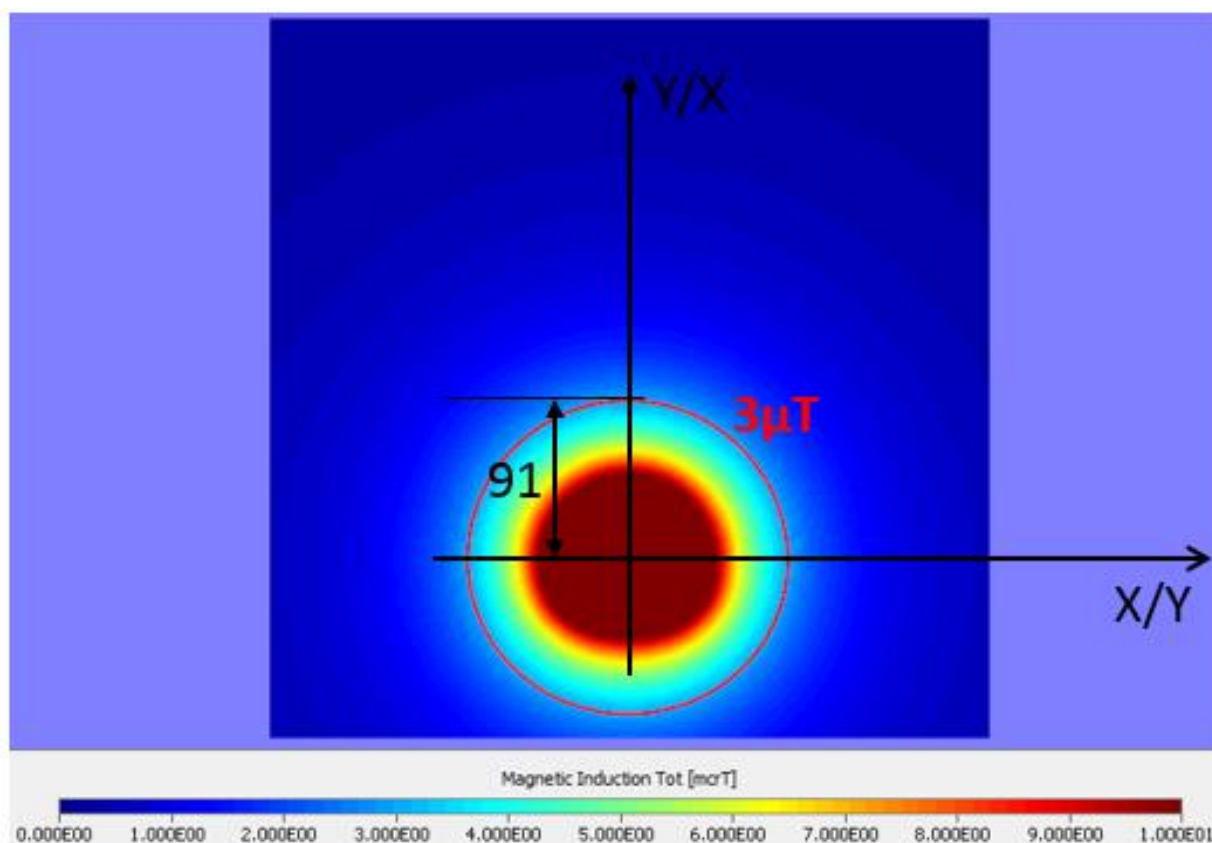


Fig. 6.6 - Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a  $3 \mu\text{T}$  per le linee bt in transito sul montante verticale per distribuzione a piani superiori (dimensioni in cm).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 34 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

### 6.3 Nuovo impianto fotovoltaico

La seguente Fig. 6.7 riporta i risultati della simulazione in termini di distribuzione spaziale e curve di livello dell'induzione magnetica.

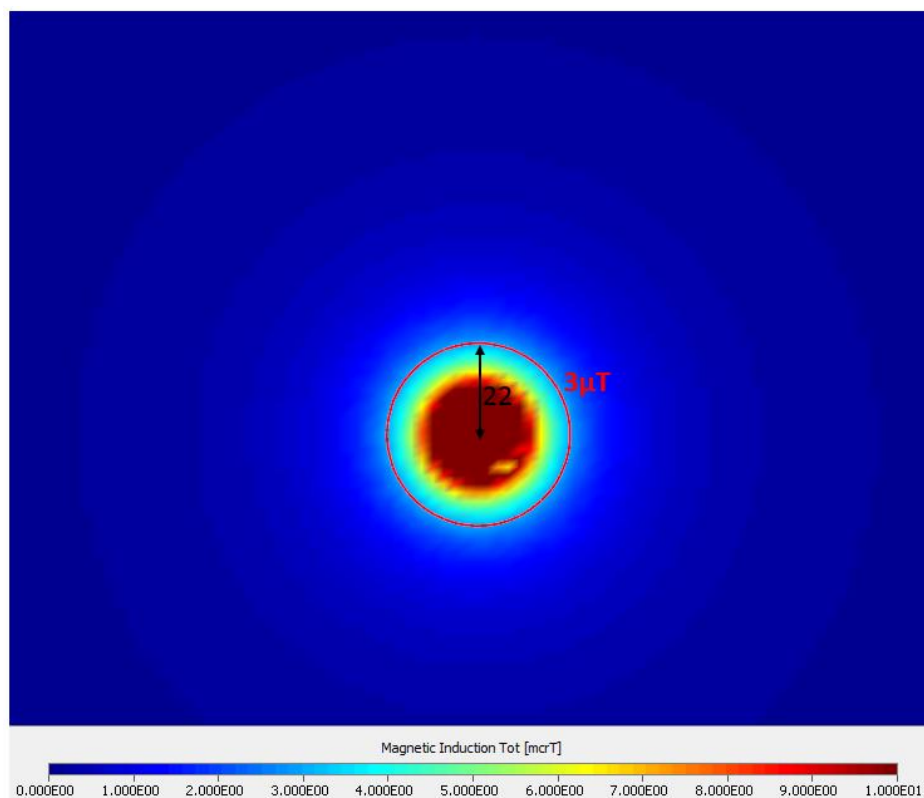


Fig. 6.7 - Distribuzione spaziale (mappa a falsi colori) dell'induzione magnetica e curva isolivello a 3  $\mu\text{T}$  per le linee bt di collegamento dall'inverter alla cabina MT/bt Terminal.

### 6.4 Cabina di Trasformazione

Prima di effettuare le valutazioni previsionali è stato implementato nel software elettromagnetico il modello della cabina MT/bt comprensivo delle sorgenti di campo. Di seguito si riportano le curve isolivello dell'induzione magnetica a 3 e 10  $\mu\text{T}$  sovrapposte alle planimetrie dello stato di progetto. Le distribuzioni spaziali dell'induzione magnetica, da cui sono state ricavate le curve isolivello, sono state calcolate ad altezza uomo rispetto al piano terra, primo piano e secondo piano. Per quanto riguarda il secondo piano nessuna curva di livello è stata ricavata pertanto, a tale altezza, i valori di induzione magnetica sono sempre inferiori a 3  $\mu\text{T}$ .

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 35 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

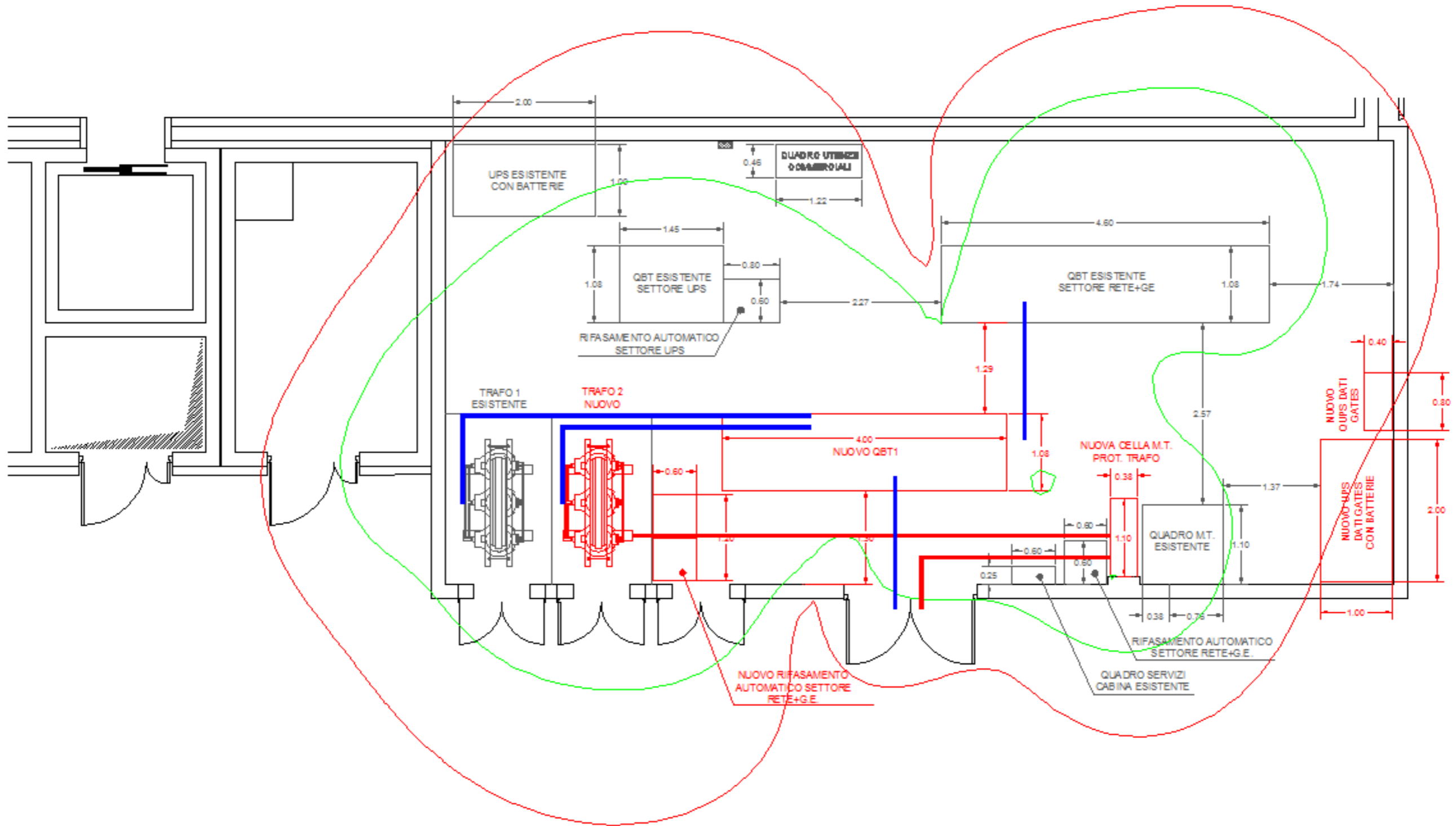


Fig. 6.8 - Curve isolivello a  $3\mu T$  (in rosso) e a  $10\mu T$  (in verde) dell'induzione magnetica calcolata a 1.5m di altezza riportate nella planimetria della cabina MT/bt.



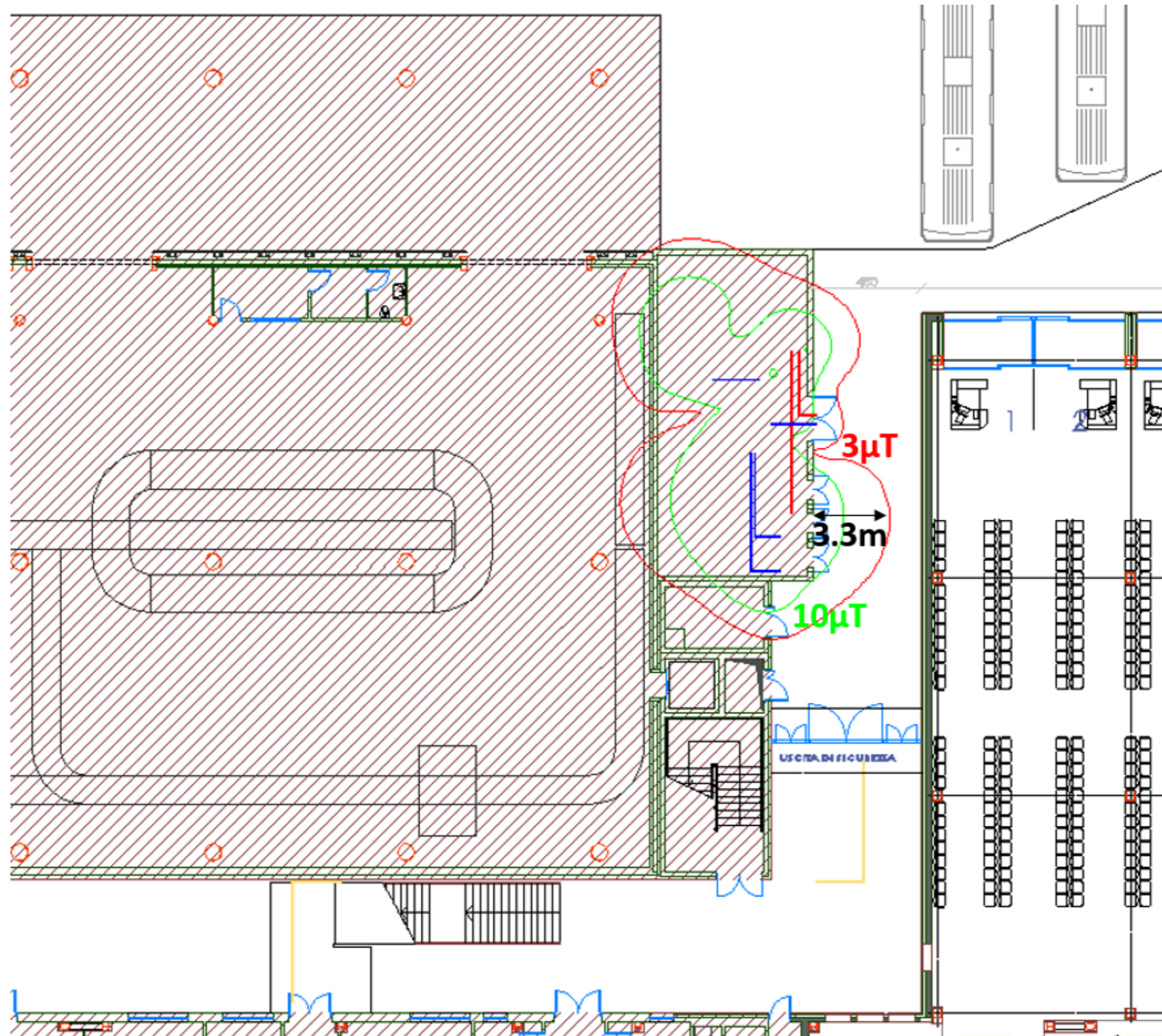


Fig. 6.9 – Curve isolivello a 3µT (in rosso) e a 10µT (in verde) dell'induzione magnetica calcolata a 1.5m di altezza dal piano terra.

	UNCLASSIFIED	P. 37 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



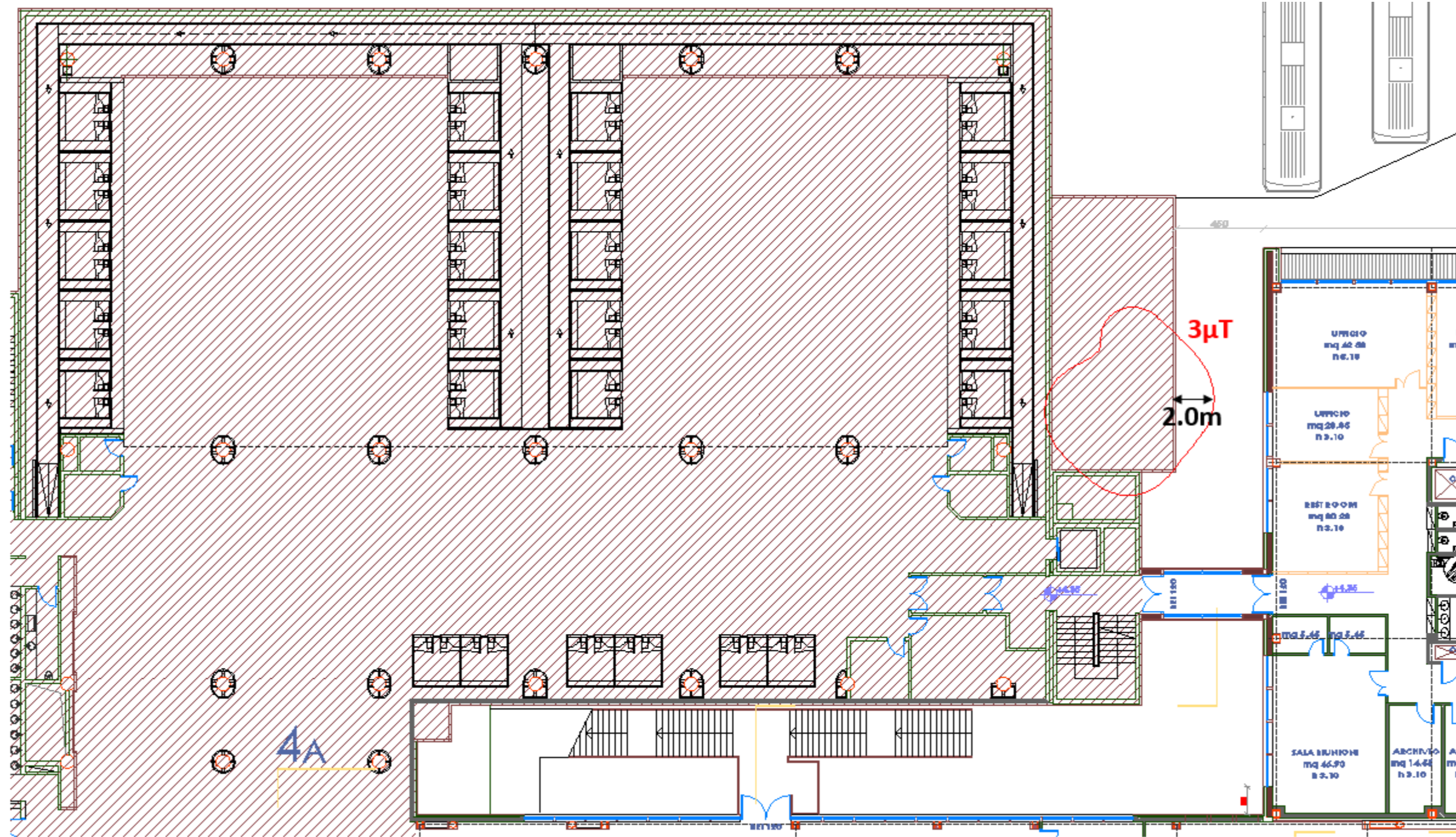


Fig. 6.10 - Curva isolivello a 3µT (in rosso) dell'induzione magnetica calcolata a 1.5m di altezza dal piano primo (essendo i valori massimi inferiori a 10 µT la curva di livello a 10 µT non è presente).

UNCLASSIFIED	P. 38 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.	
Delivered to TAE	

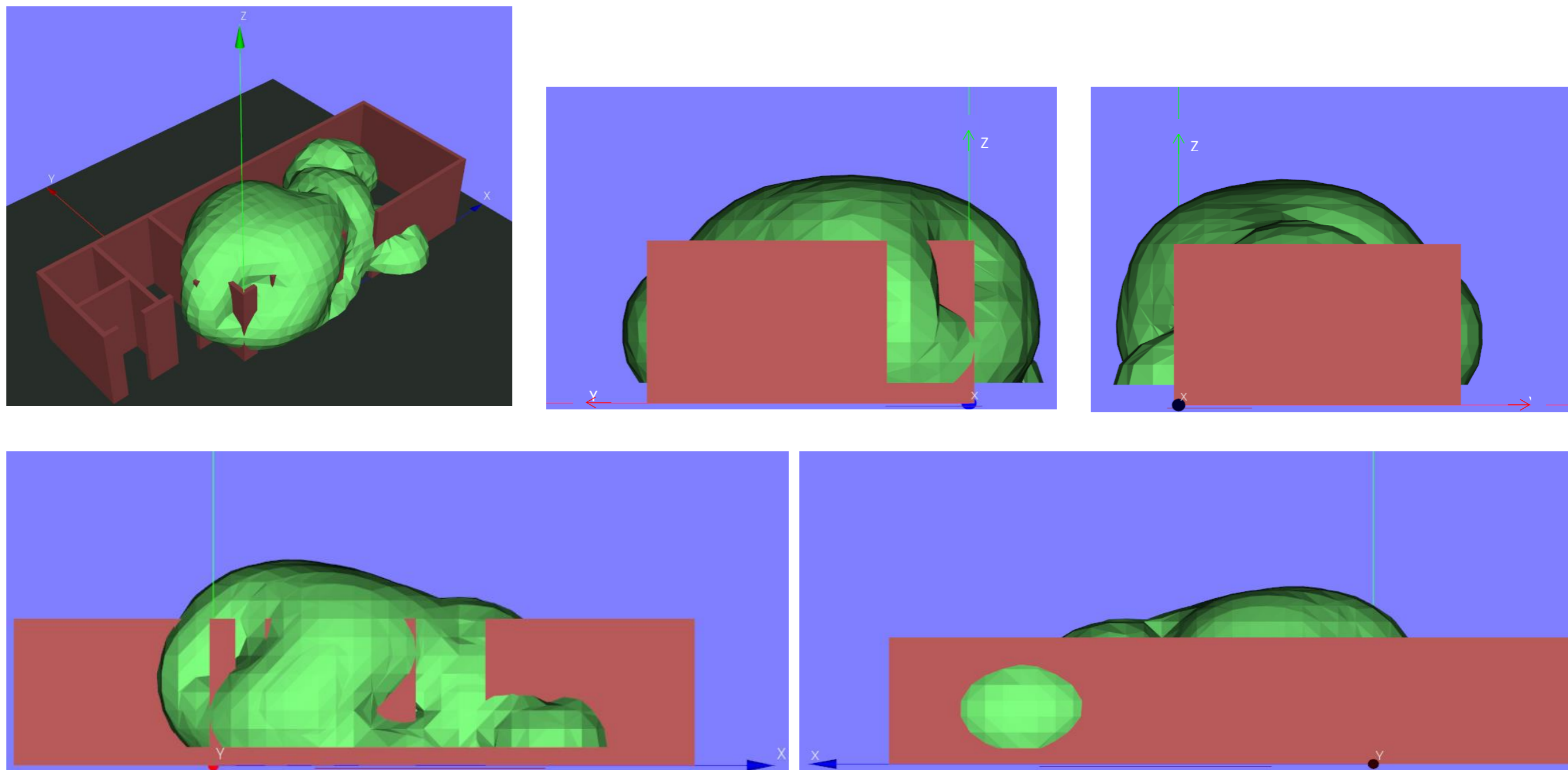


Fig. 6.11 – Vista nell'ambiente di simulazione della superficie 3D isolivello a  $10 \mu T$ .

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 39 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



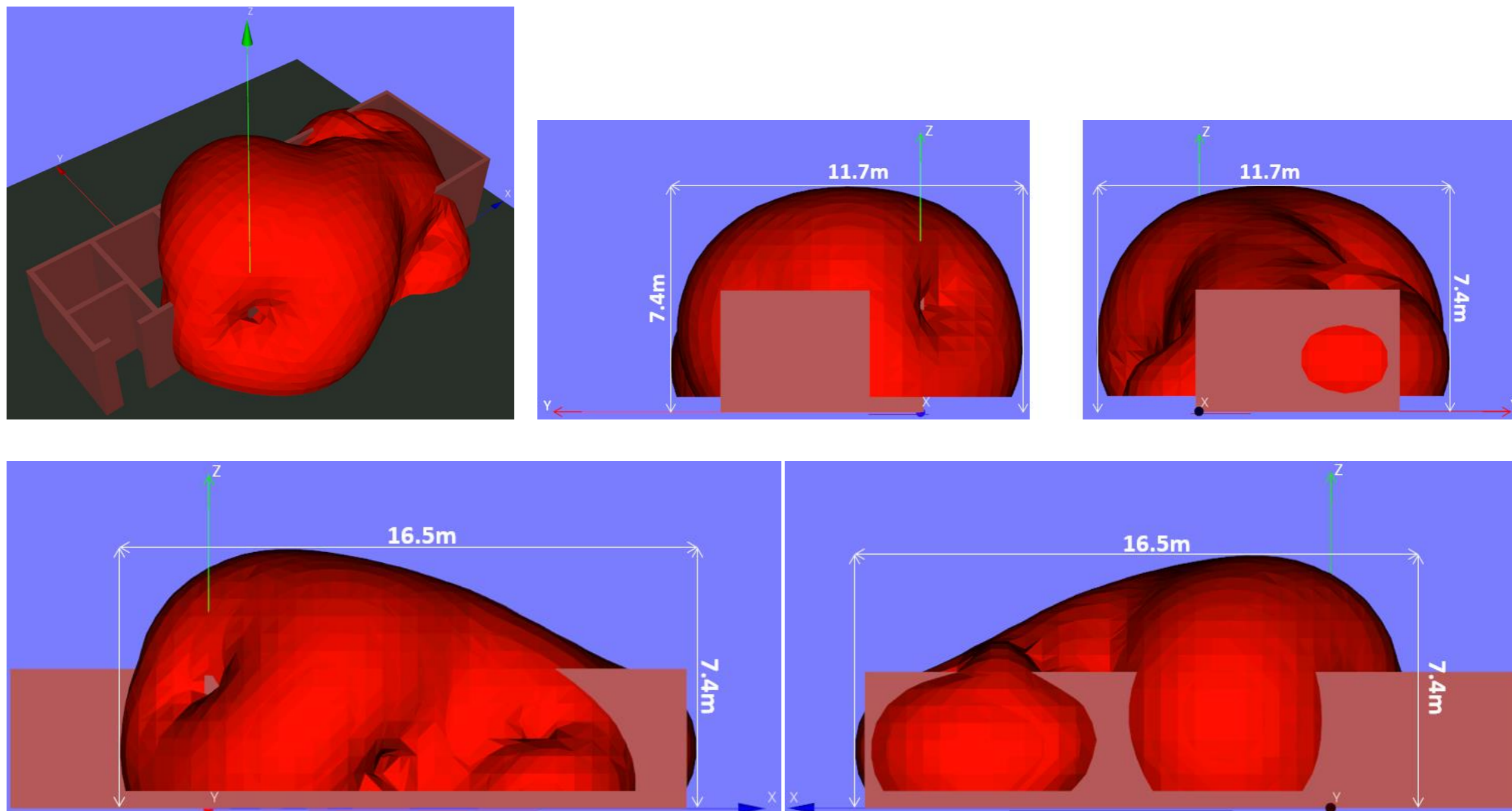


Fig. 6.12 – Vista nell'ambiente di simulazione della superficie 3D isolivello a 3  $\mu$ T.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 40 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 7 Individuazione delle destinazioni d'uso indoor

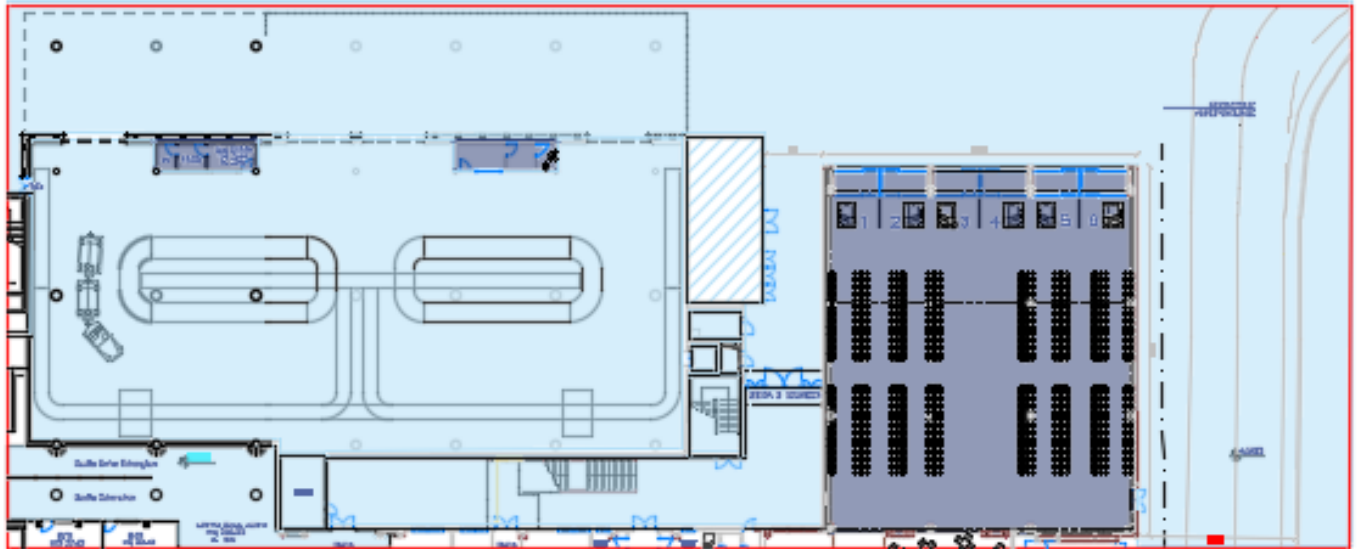
E' già stato ricordato come la normativa relativa alla tutela della popolazione definisca oltre il valore limite, due altri valori la cui applicabilità è funzione del tempo di permanenza della stessa popolazione in detti luoghi e può dirsi pertanto funzione della destinazione d'uso degli spazi oggetto della valutazione.

Se da un lato è infatti evidente che l'interno di una locale tecnico, quale una cabina di trasformazione, non possa ritenersi un locale accessibile ai passeggeri di un terminal, dall'altro è inevitabile ritenere che alcuni spazi indoor siano proprio pensati per la presenza, sia in termini di stazionamento che di transito, dei passeggeri di un aeroporto.

Per questa ragione, alla luce delle curve isocampo ottenute dal software si è proceduto analizzando il progetto architettonico del nuovo terminal, individuando gli spazi in cui sono previste le nuove sorgenti di campo e classificandoli sulla base di quattro categorie utili alla verifica dei limiti normativi:

- permanenza di passeggeri oltre le 4 ore;
- permanenza di passeggeri inferiore alle 4 ore;
- assenza di passeggeri, solo personale tecnico e uffici, oltre le 4 ore;
- assenza di passeggeri, solo personale tecnico e uffici, inferiore alle 4 ore.

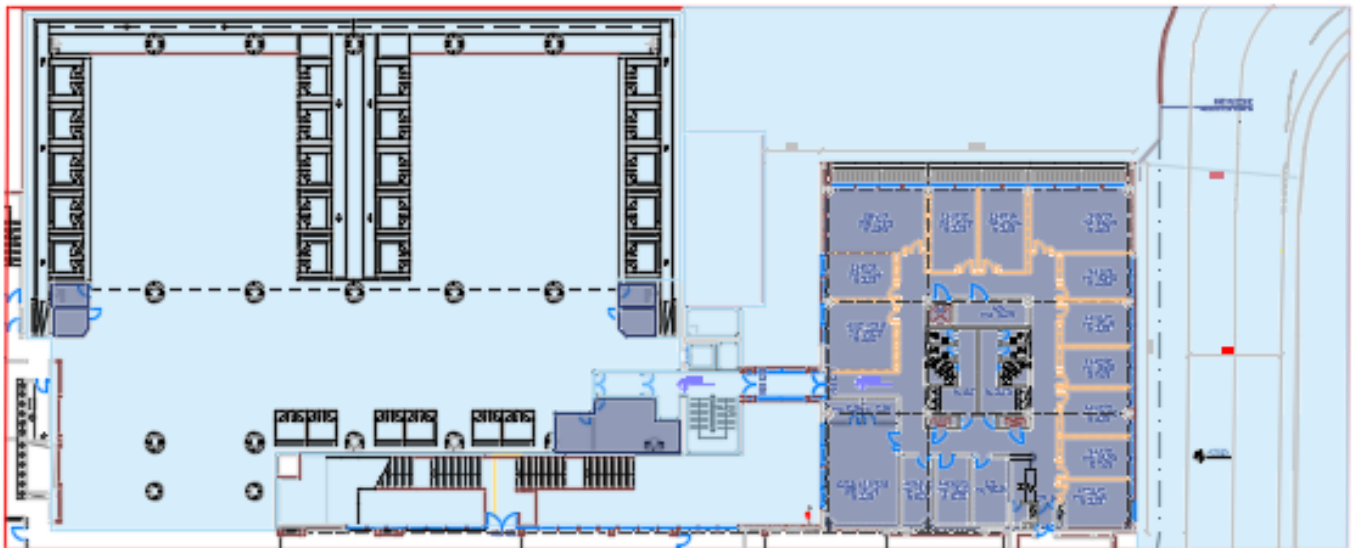
	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 41 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



PIANTA PIANO TERRA

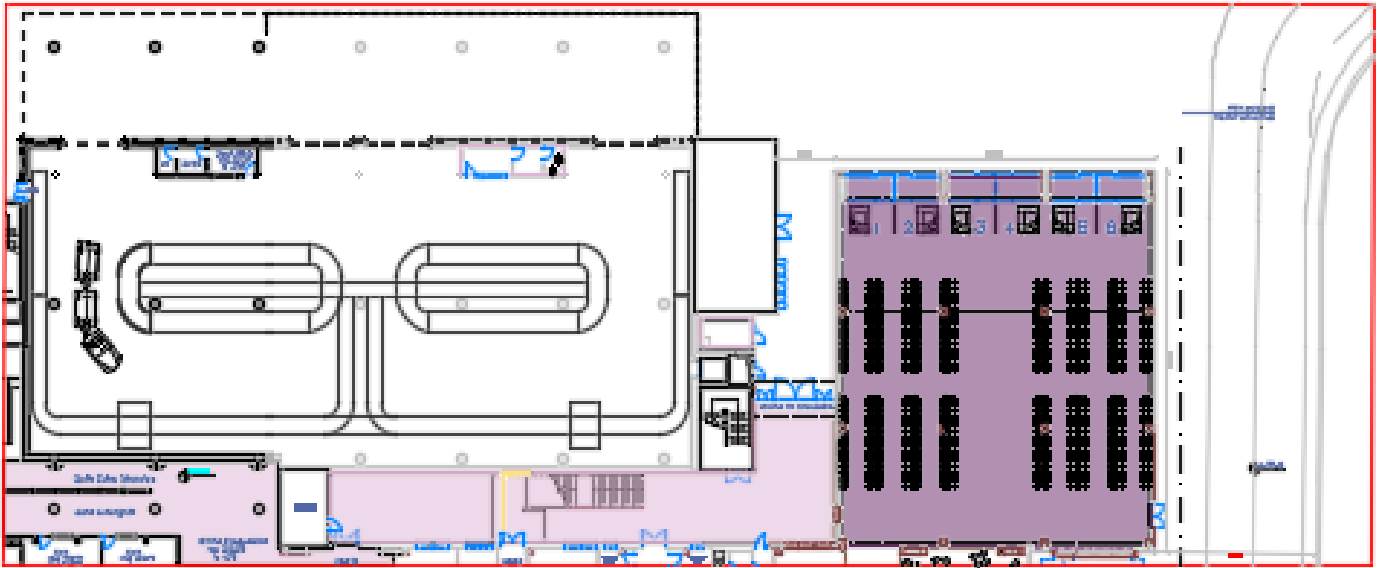
LAVORATORI

- ZONA DI PERMANENZA >4 ORE
- ZONA DI PERMANENZA <4 ORE



PIANTA PIANO PRIMO

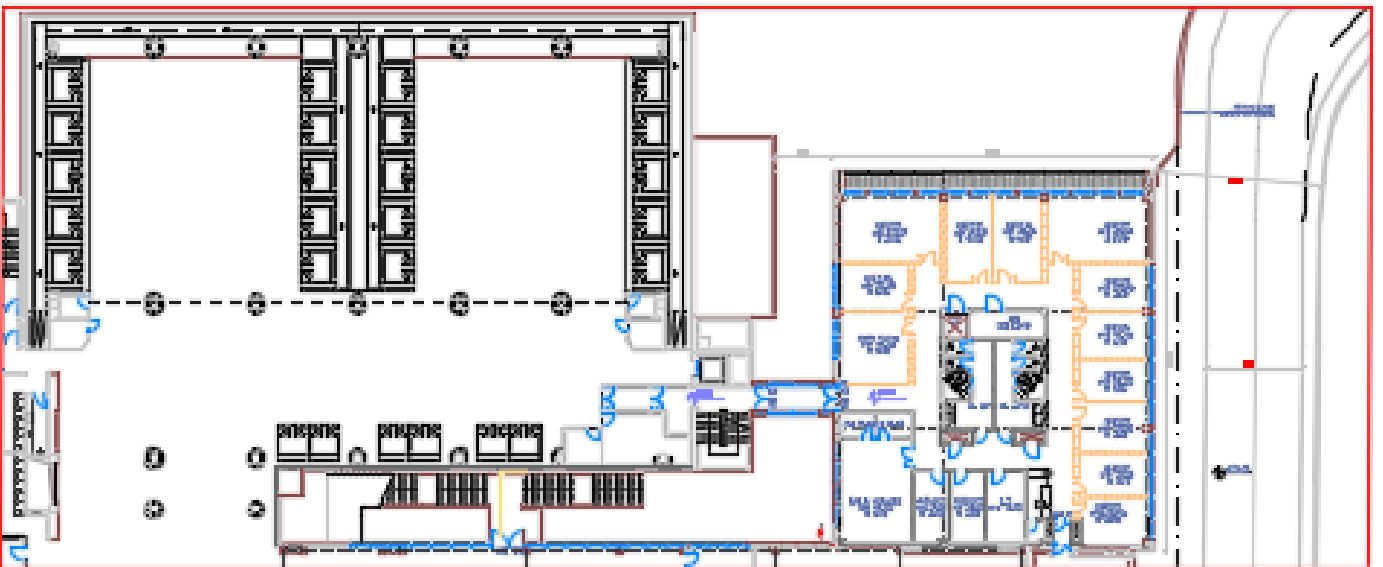
	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 42 out of 57
<p>The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.</p>		
Delivered to TAE		



PIANTA PIANO TERRA

LEGENDA:

- ZONA DI PERMANENZA > 4 ORE
- ZONA DI PERMANENZA < 4 ORE



PIANTA PIANO PRIMO

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 43 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 8 Interventi di mitigazione

Nonostante i risultati ottenuti dalla simulazione previsionale non evidenzino, in relazione alla destinazione d'uso dei spazi interni al terminal, nessuna condizione di criticità, si è comunque proceduto all'individuazione di alcuni interventi di mitigazione con lo scopo di minimizzare le aree interessate da campi elettromagnetici a bassa frequenza indipendentemente dalla reale permanenza di operatori o passeggeri nelle zone interessate.

Nei paragrafi seguenti si riportano gli interventi previsti per la riduzione dell'induzione magnetica, i cui effetti saranno poi valutati nel capitolo successivo.

### 8.1 Percorso linee interrato in MT e bt in aree esterne

#### 8.1.1 Linea di arrivo MT in area esterna all'ampliamento per cabina MT/bt Terminal + linea MT in transito verso cabina Ex-AVES

In riferimento alla DPA, **non è necessaria nessuna mitigazione**. A questo proposito si evidenzia che le linee MT sono comunque posate a profondità di oltre 1 metro e sono in ogni caso soprastanti le eventuali linee bt (vedasi Fig. 5.2 con la reale stratificazione di posa dei cavi MT entro i tubi).

#### 8.1.2 Linee interrato MT per cabina MT/bt Terminal + linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES

In riferimento alla DPA, **non è necessaria nessuna mitigazione**. A questo proposito si evidenzia che la profondità di posa dei conduttori bt è pari o superiore a 140cm (vedasi Fig. 5.3. con la reale stratificazione di posa dei cavi bt e MT entro i tubi) e che questi saranno disposti a trifoglio, configurazione che contribuisce ad abbattere ulteriormente il campo magnetico.

#### 8.1.3 Linee bt uscita da cabina MT/bt Terminal verso area Ex-AVES + linea interrato MT verso cabina Ex-AVES

In riferimento alla DPA, **non è necessaria nessuna mitigazione**. A questo proposito si evidenzia che la profondità di posa dei conduttori bt è pari o superiore a 140cm (vedasi Fig. 5.5 con la reale stratificazione di posa dei cavi bt e MT entro i tubi) e che questi saranno disposti a trifoglio, configurazione che contribuisce ad abbattere ulteriormente il campo magnetico.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 44 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

#### 8.1.4 Linee bt interrante in uscita da cabina MT/bt Terminal verso edificio Terminal

In riferimento alla DPA, **non è necessaria nessuna mitigazione.** A questo proposito si evidenzia che la profondità di posa dei conduttori bt è pari o superiore a 90cm (vedasi Fig. 5.7 con la reale stratificazione di posa dei cavi bt entro i tubi) e che questi saranno disposti a trifoglio, configurazione che contribuisce ad abbattere ulteriormente il campo magnetico.

### 8.2 Linee bt interne al Terminal

#### 8.2.1 Linee bt in transito orizzontale all'interno del controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra

Per le linee bt in transito orizzontale nel controsoffitto dell'area Sala Gates piano terra (a 3,4 m da terra): in riferimento alla DPA, sebbene **non si renda necessario alcun intervento di mitigazione,** ai fini di contenere e minimizzare l'immissione di campi elettromagnetici negli ambienti di lavoro si prevede l'installazione di un'idonea schermatura realizzata con materiale schermante (vd appendice B) da apporsi sul soffitto del locali in corrispondenza del passaggio delle dorsali di distribuzione.

#### 8.2.2 Linee bt in transito sul montante verticale per distribuzione a piani superiori

Per le linee bt in transito sul montante verticale per la distribuzione a piani superiori: in riferimento alla DPA, sebbene **non si renda necessario alcun intervento di mitigazione,** ai fini di contenere e minimizzare l'immissione di campi elettromagnetici negli ambienti di lavoro si prevede l'installazione di un'idonea schermatura realizzata con materiale schermante (vd appendice B) da apporsi sul soffitto dei locali in corrispondenza del passaggio delle dorsali di distribuzione.

### 8.3 Nuovo impianto fotovoltaico

in riferimento alla DPA, **non è necessaria alcuna mitigazione.** Si evidenzia peraltro che per l'impianto fotovoltaico è previsto il collocamento e sviluppo in area individuata al piano copertura dell'edificio e quindi in zone interdette all'accesso del pubblico; l'accesso è consentito ai soli addetti e comunque questi sono resi edotti sulla presenza del campo fotovoltaico anche tramite la apposizione delle obbligatorie segnaletiche (in funzione antinfortunistica e di prevenzione incendi).

	UNCLASSIFIED	P. 45 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 8.4 Cabina di Trasformazione

Sebbene ai fini del rispetto della normativa vigente ed in considerazione della destinazione d'uso degli spazi prospicienti la cabina, non si evidenzia alcuna criticità, al fine di confinare il campo magnetico all'interno della cabina di trasformazione MT/bt si prevede di realizzare:

1. nel rispetto delle normative vigenti in materia di impianti elettrici industriali, durante la posa in opera dei conduttori verrà limitata al massimo la distanza fra i conduttori e si procederà posando i cavi della terna trifase in configurazione a triangolo. Particolare attenzione verrà posta nella geometria e nella posa degli elementi costituenti le blindosbarre.
2. Nelle pareti della cabina di trasformazione sarà posizionato un opportuno materiale schermante (a tal fine si segnalano tre aziende specializzate in questa tipologia di installazioni: Soliani EMC s.r.l. ([www.solianiemc.com](http://www.solianiemc.com)), ITEL Telecomunicazioni s.r.l. ([www.itelte.it/it](http://www.itelte.it/it)) e G-iron srl ([www.g-iron.it](http://www.g-iron.it))).

Grazie a questi accorgimenti è possibile procedere al calcolo dei livelli attesi nella configurazione finale (Fig. 8.1 e Fig. 8.2) e illustrare le curve isolivello a  $3 \mu\text{T}$  e  $10 \mu\text{T}$  ottenute con un valore di attenuazione di 20dB introdotto dagli schermi installati nelle pareti e nel solaio. Si osserva come le curve isolivello risultino così totalmente confinate all'interno del perimetro della cabina MT/bt con riferimento al piano terra.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 46 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



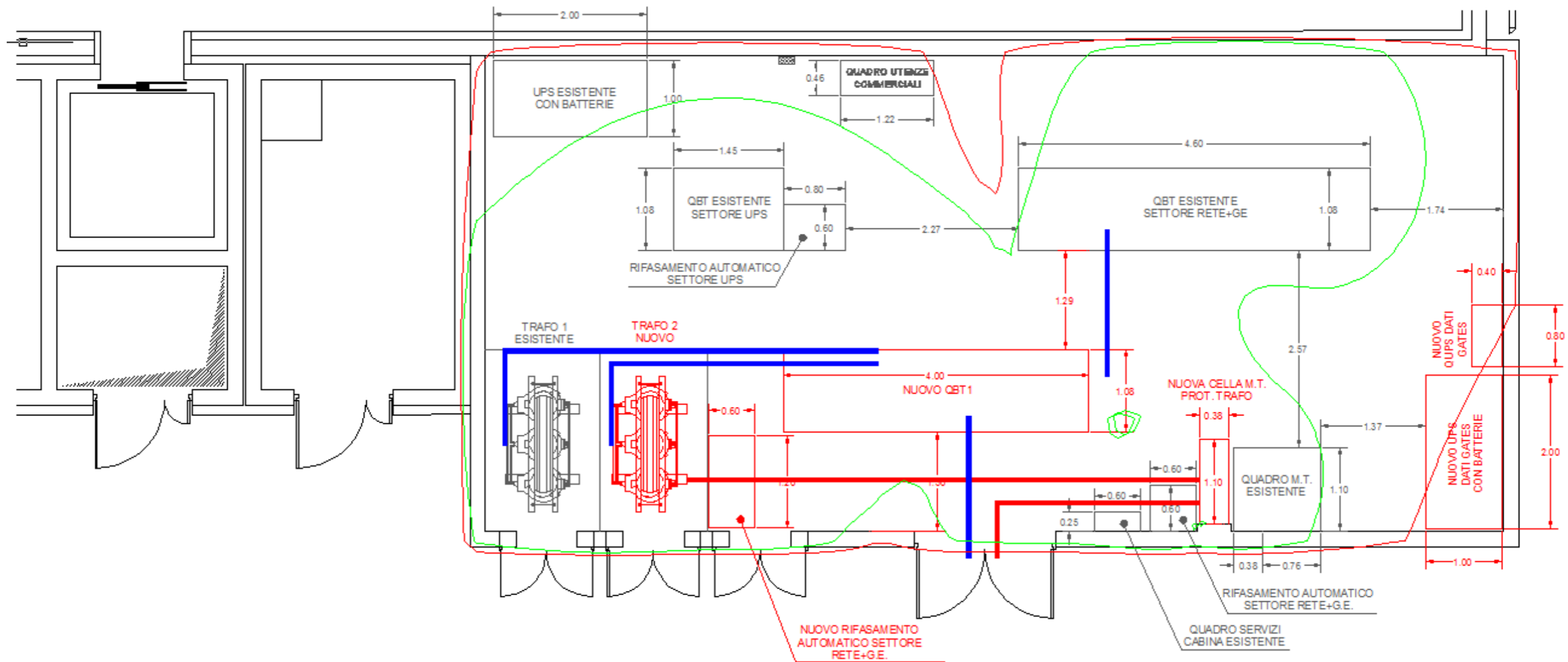


Fig. 8.1 - Curve isolivello a  $3\mu T$  (in rosso) e a  $10\mu T$  (in verde) dell'induzione magnetica calcolata a 1.5m di altezza e con attenuazione (schermatura) di 20dB riportate nella planimetria della cabina MT/bt.

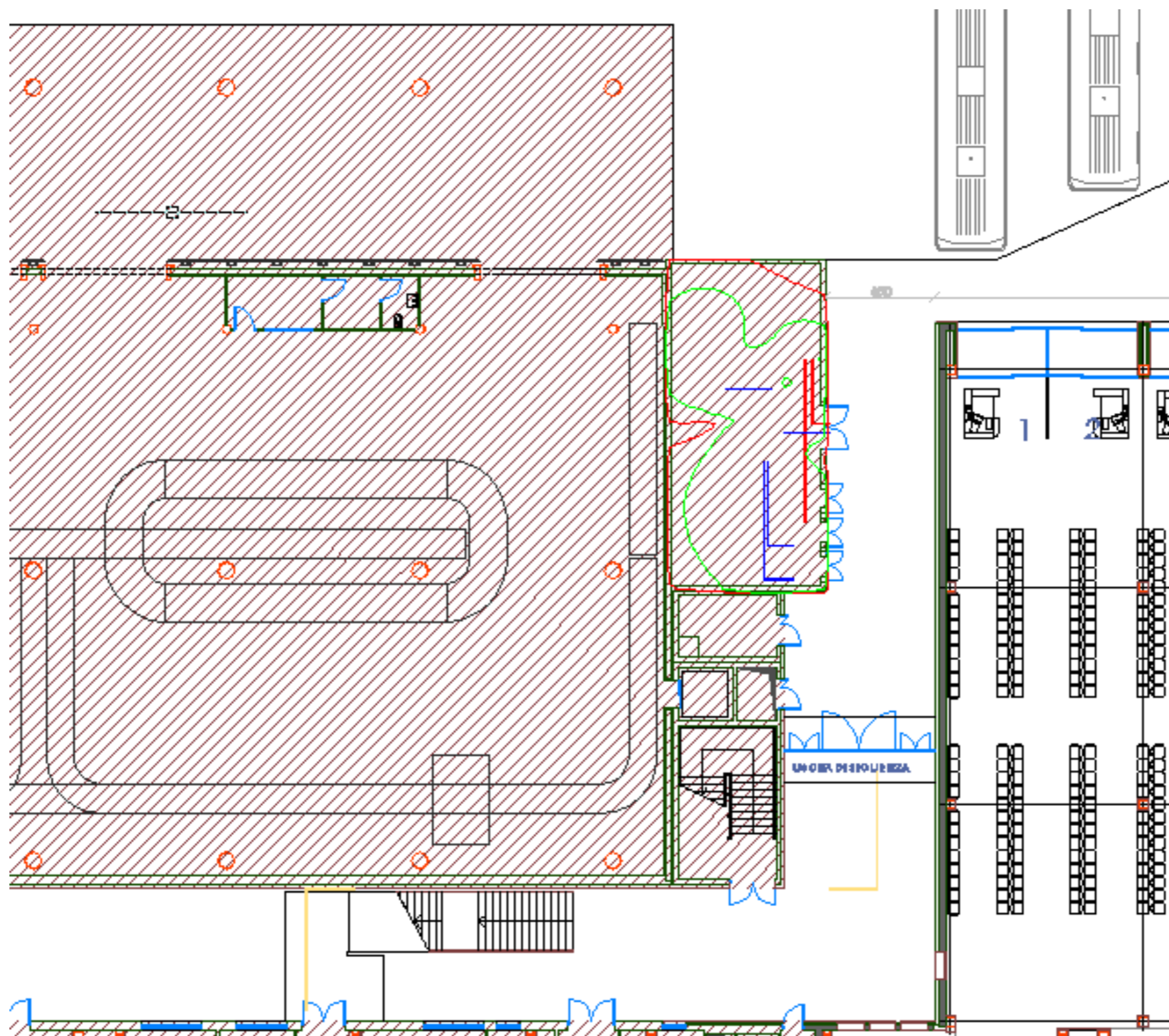


Fig. 8.2 - Curve isolivello a 3µT (in rosso) e a 10µT (in verde) dell'induzione magnetica calcolata a 1.5m di altezza dal piano terra e con attenuazione (schermatura) di 20dB.

UNCLASSIFIED

P. 48 out of 57

The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.

Delivered to TAE

## 9 Valutazione dei risultati

E' già stato evidenziato come il livello di campo elettromagnetico a bassa frequenza presente all'interno del terminal debba essere valutato, in modo cautelativo, con riguardo ai limiti di tutela della popolazione. Per tale ragione la valutazione previsionale è stata impostata con riferimento a due diverse situazioni:

- Confronto fra Stato di Fatto e Stato di Progetto;
- Verifica del rispetto dei limiti in funzione della destinazione d'uso dei locali

E' quindi stata eseguita sia una valutazione qualitativa basata sulle curve isocampo prodotte dal software di simulazione, sia attraverso una successiva valutazione quantitativa basata sul posizionamento di ricevitori virtuali posti all'altezza di 1,5 mt dal piano di calpestio nei punti di maggior interesse.

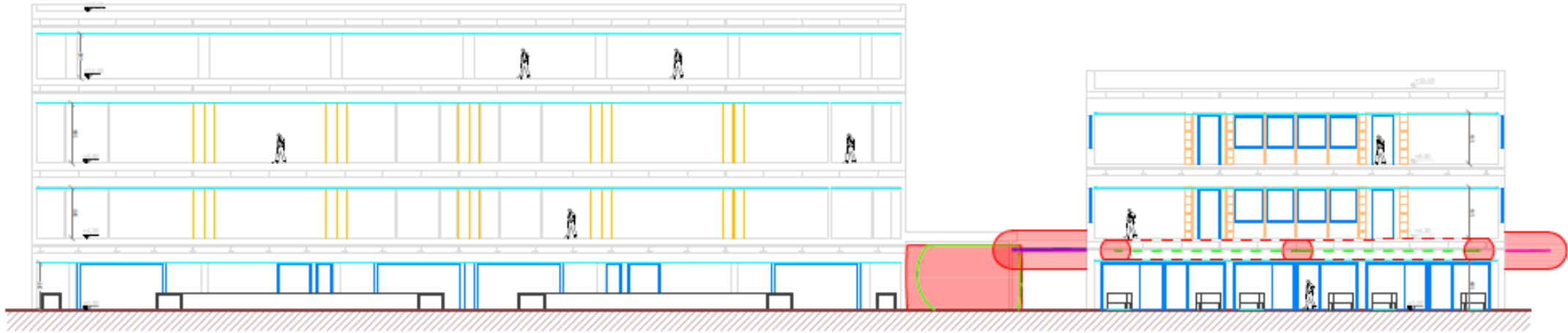
Per quanto concerne la valutazione di tipo qualitativo si riportano in figura alcune mappe isolivello, ed in particolare:

- la sezione raffigurante la linea di distribuzione interna al terminal presso la nuova sala imbarchi,
- la planimetria del piano terra raffigurante le curve isocampo a 3  $\mu$ T;

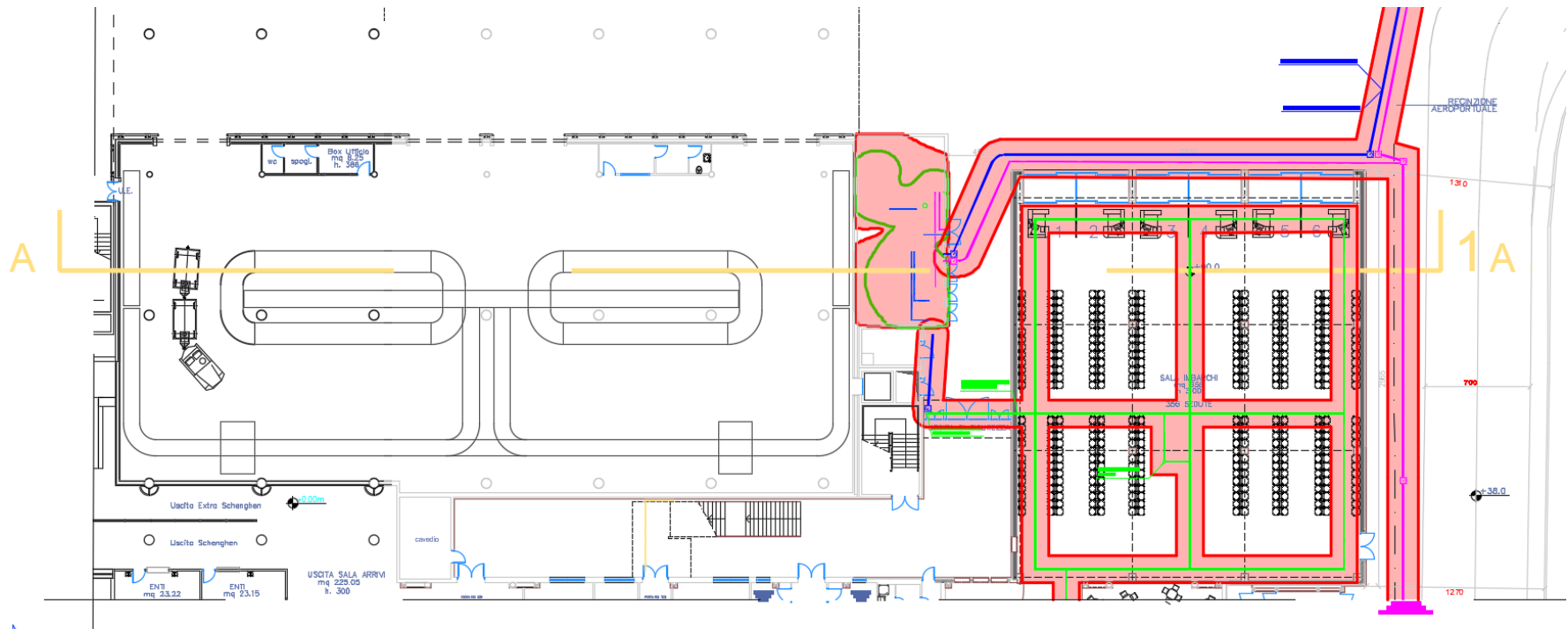
In base ai risultati illustrati si evidenzia come in nessuna area con presenza di passeggeri sia presente un livello di campo elettromagnetico a bassa frequenza con livelli superiore a 3  $\mu$ T. Sebbene infatti la planimetria della Sala Imbarchi possa lasciar supporre tale situazione, in realtà dall'esame della sezione si evince nettamente come i conduttori presenti siano previsti nel controsoffitto e come pertanto anche le curve isocampo a 3  $\mu$ T, che in via cautelativa possiamo supporre aventi raggio di 1 metro, siano totalmente contenute nello spazio del controsoffitto.

A ciò occorre ancora aggiungere l'effetto schermante dei materiali indicati nel capitolo precedente, che contribuirà a mitigare l'intensità del campo trasmesso nelle aree circostanti.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 49 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



SEZIONE 1A





Per gli aspetti qualitativi si rimanda alla consultazione delle figure e, per il dettaglio, alle Tavole Allegate alla presente Relazione. Per gli aspetti quantitativi, a fronte del posizionamento dei punti indicati nelle figure sottostanti

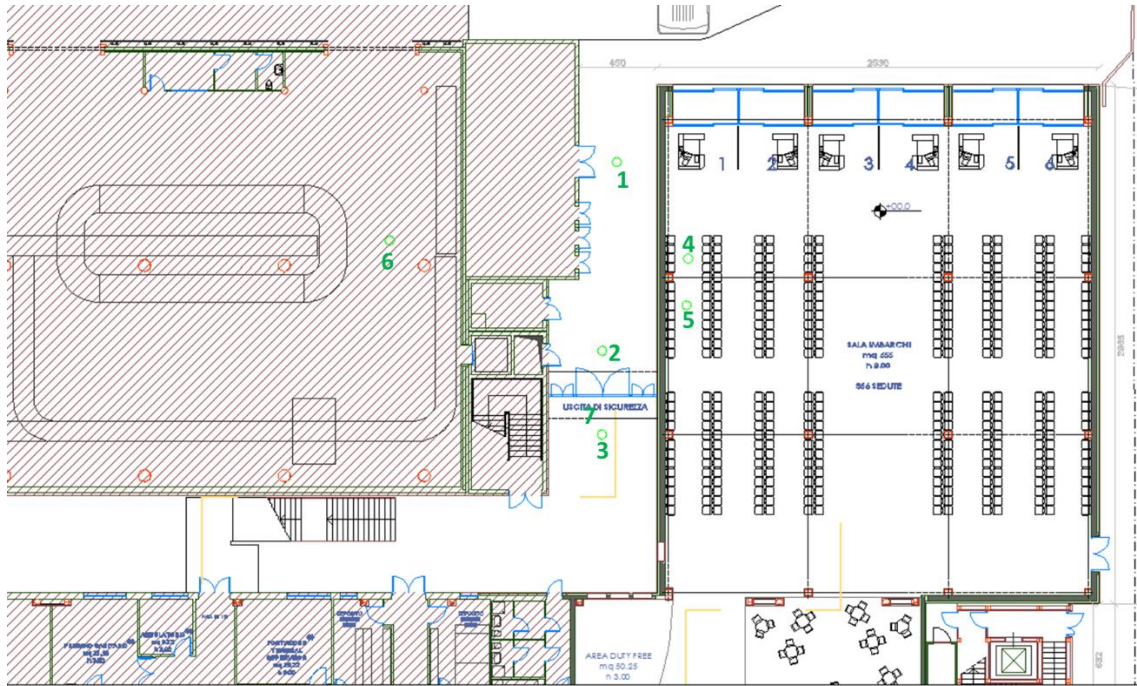


Fig. 9.1 – Posizionamento Ricevitori Virtuali Piano Terra

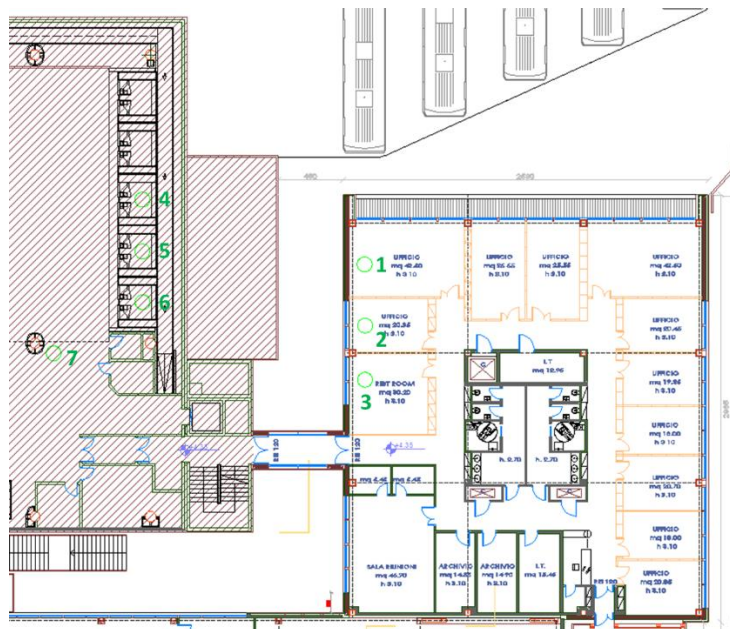


Fig. 9.2 – Posizionamento Ricevitori Virtuali Piano Primo

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 51 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

Si ottiene in sintesi la situazione e gli esiti positivi mostrati in tabella.

Punto	Stato Attuale	Stato di Progetto	Induzione Magnetica [ $\mu$ T]		Stato di Progetto Mitigato
			Area	Valutazione [Obiettivo di qualità - 3 $\mu$ T]	
<b>Piano Terra #1</b>	0.96	1.35	Non prevista presenza	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.13
<b>Piano Terra #2</b>	0.31	0.60	Non prevista presenza	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.06
<b>Piano Terra #3</b>	0.07	0.13	Pubblico	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.01
<b>Piano Terra #4</b>	0.38	0.75	Pubblico	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.07
<b>Piano Terra #5</b>	0.27	0.50	Transito - Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.05
<b>Piano Terra #6</b>	0.47	0.72	Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.07
<b>Piano Primo #1</b>	0.31	0.70	Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.07
<b>Piano Primo #2</b>	0.40	0.75	Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.07
<b>Piano Primo #3</b>	0.26	0.45	Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.04
<b>Piano Primo #4</b>	0.27	0.34	Non prevista presenza	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.03
<b>Piano Primo #5</b>	0.21	0.45	Non prevista presenza	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.04
<b>Piano Primo #6</b>	0.76	1.32	Non prevista presenza	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.13
<b>Piano Primo #7</b>	0.14	0.22	Transito - Luogo di lavoro	<b>Inferiore ai valori di qualità</b>	0.02

UNCLASSIFIED

P. 52 out of 57

The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.

Delivered to TAE

## 10 Conclusioni

Nella presente relazione è stato valutato, per via previsionale, l'impatto elettromagnetico dovuto alla cabina di trasformazione Mt/bt Terminal nell'ambito del progetto definitivo di riconfigurazione ed ampliamento dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze.

La valutazione è stata eseguita al fine di verificare il rispetto delle normative vigenti in materia di protezione della popolazione e dei lavoratori all'esposizione ai campi elettromagnetici.

In particolare, per le sorgenti alla frequenza di rete di 50Hz, la verifica ha riguardato i valori di campo magnetico (induzione magnetica) fissati per la tutela della popolazione, garantendo anche l'esposizione dei lavoratori, in virtù dei valori significativamente superiori dei limiti fissati dalla normativa vigente sui luoghi di lavoro.

La valutazione è stata eseguita per fasi, procedendo in primo luogo con l'individuazione delle sorgenti elettromagnetiche a bassa frequenza previste dallo stato di progetto. Dopo averle caratterizzate nelle grandezze fisiche di riferimento (tensione, corrente, etc.) si è proceduto con l'analisi degli spazi e dei locali potenzialmente interessati dall'impatto ai fini di determinare la possibile permanenza di operatori e di popolazione, evidenziando sia il concetto di presenza\assenza che di tempistica di stazionamento.

A questo punto è stato possibile procedere con la simulazione di tutti scenari significativi, impiegando una modellizzazione tramite software proprietario di tutti gli elementi (es. cabina di trasformazione, cavidotti, linee di distribuzione, etc.) ottenendo il valore del campo magnetico in ampie porzioni tridimensionali attorno alle sorgenti create che sono state quindi visualizzate attraverso curve isocampo sia in pianta che in sezione.

Il software è stato impiegato con ipotesi conservative ed i risultati delle simulazioni hanno messo in evidenza come l'impatto elettromagnetico delle nuove sorgenti

- resti sempre confinato
  - in aree, quali corridoi di emergenza o locali tecnici, in cui è evidente come non vi possa essere permanenza di passeggeri;
  - in spazi, quali cavedi o controsoffitti, evidentemente inaccessibili ai passeggeri,
  - a poche decine di centimetri nel caso delle linee di distribuzione interne al terminal.
- abbia un'intensità così poco significativa da
  - risultare sempre inferiore ai limiti fissati dalla normativa sui luoghi di lavoratori e pertanto da consentire sempre la permanenza del personale dipendente e degli eventuali operatori

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 53 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



- essere sempre compatibile, in caso di una futura riconfigurazione del terminal, con la permanenza della popolazione per tempi inferiore alle 4 ore.

Ciò premesso, volendo comunque minimizzare i livelli di campo presenti, si è comunque previsto di intervenire per far sì che le curve isolivello di riferimento dell'induzione magnetica a 10  $\mu$ T (valore di attenzione) e a 3 $\mu$ T (obiettivo di qualità) presenti attorno alla cabina di trasformazione risultino interamente confinate nel perimetro stesso della cabina.

Per ridurre i valori di campo magnetico è stato quindi previsto un intervento di mitigazione consistente nella posa in opera di uno specifico materiale schermante, del quale sono state fornite le specifiche di prodotto.

L'intervento è valutato attraverso il modello numerico precedentemente impiegato, inserendo le specifiche del materiale individuato che in via cautelativa sono state assunte con un'efficacia pari al 50% di quella massima teorica e grazie alla messa in opera di questo trattamento, i risultati evidenziano come tutte le curve a 3  $\mu$ T risultano tutte confinate all'interno della cabina stessa.

E' possibile pertanto concludere come i livelli di campo elettromagnetico generati a bassa frequenza dalle sorgenti di progetto rispettino:

- i valori limite, i valori obiettivo e soprattutto i ben più restrittivi valori dell'obiettivo di qualità in tutte le aree in cui sia possibile la presenza, benchè momentanea, dei passeggeri in transito;
- i valori limite fissati dal D.Lgs.81/08 e smi per tutte le aree con accesso esclusivo del personale tecnico e manutentore (es. cabina di trasformazione).

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 54 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 11 Appendice A

Nella presente Appendice è riportato il risultato della valutazione del campo magnetico eseguita in [D 7].

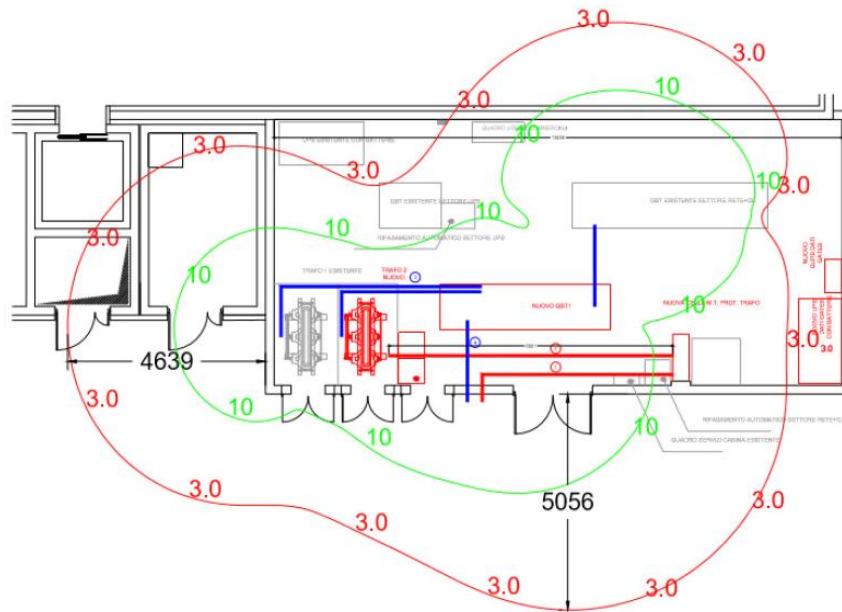


Fig. 11.1 - Linee isolivello a 3  $\mu T$  e a 10  $\mu T$  calcolate al 75% della  $I_n$ . Figura 1 di [D 7].

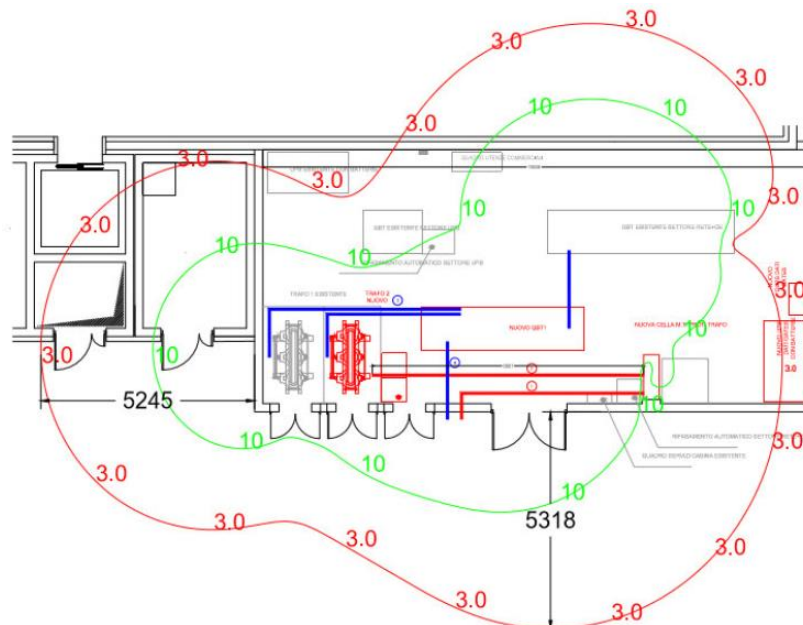


Fig. 11.2 - Linee isolivello a 3  $\mu T$  e a 10  $\mu T$  calcolate alla  $I_n$  ( $I_n=2300A$  su ciascun trasformatore). Figura 2 di [D 7].

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 55 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

## 12 Appendice B

Datasheet materiale schermante G-Iron Superflex.



### G-iron SuperFlex®

<b>Modalità di fornitura:</b>	Rotoli
<b>Peso rotolo:</b>	58,20 kg
<b>Lunghezza rotolo:</b>	24,5 metri
<b>Larghezza rotolo:</b>	642 mm
<b>Peso:</b>	3,60 / 7,20 Kg/mq
<b>Spessore:</b>	0,60/1,30 mm
<b>Raggio di curvatura minimo:</b>	50 mm
<b>Rivestimento protettivo:</b>	rivestimento in poliestere con rinforzo tramato spesso 250 µm nel lato a vista, mentre nel lato opposto protetto dalla corrosione ed isolato elettricamente con rivestimento in polipropilene con rinforzo tramato in fibre di vetro spesso 125 µm
<b>Attenuazione 1 strato:</b>	30 dB = [f=50 Hz; B=100 µT]
<b>Attenuazione 2 strati:</b>	39 dB = [f=50 Hz; B=100 µT]
<b>Induzione di saturazione:</b>	>> 2 T
<b>Perdite per deformazione meccanica:</b>	2 dB max
<b>Temperatura massima di esercizio con rivestimento:</b>	60° C

Maneggiare sempre indossando guanti protettivi.

Stoccare in luogo asciutto, al riparo da umidità e dal forte irraggiamento solare.

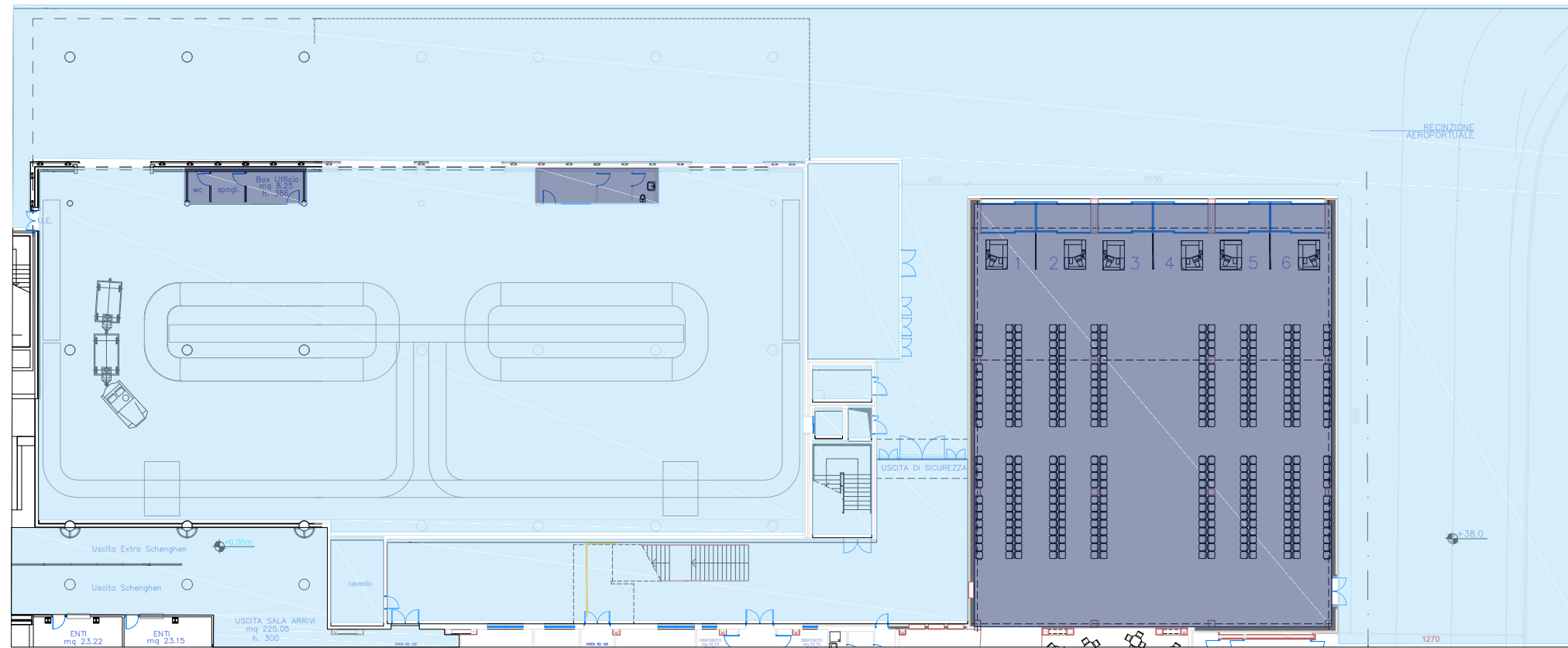
Non installare in presenza di infiltrazioni di acqua o condizioni ambientali che potrebbero pregiudicare le prestazioni.

	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 56 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		

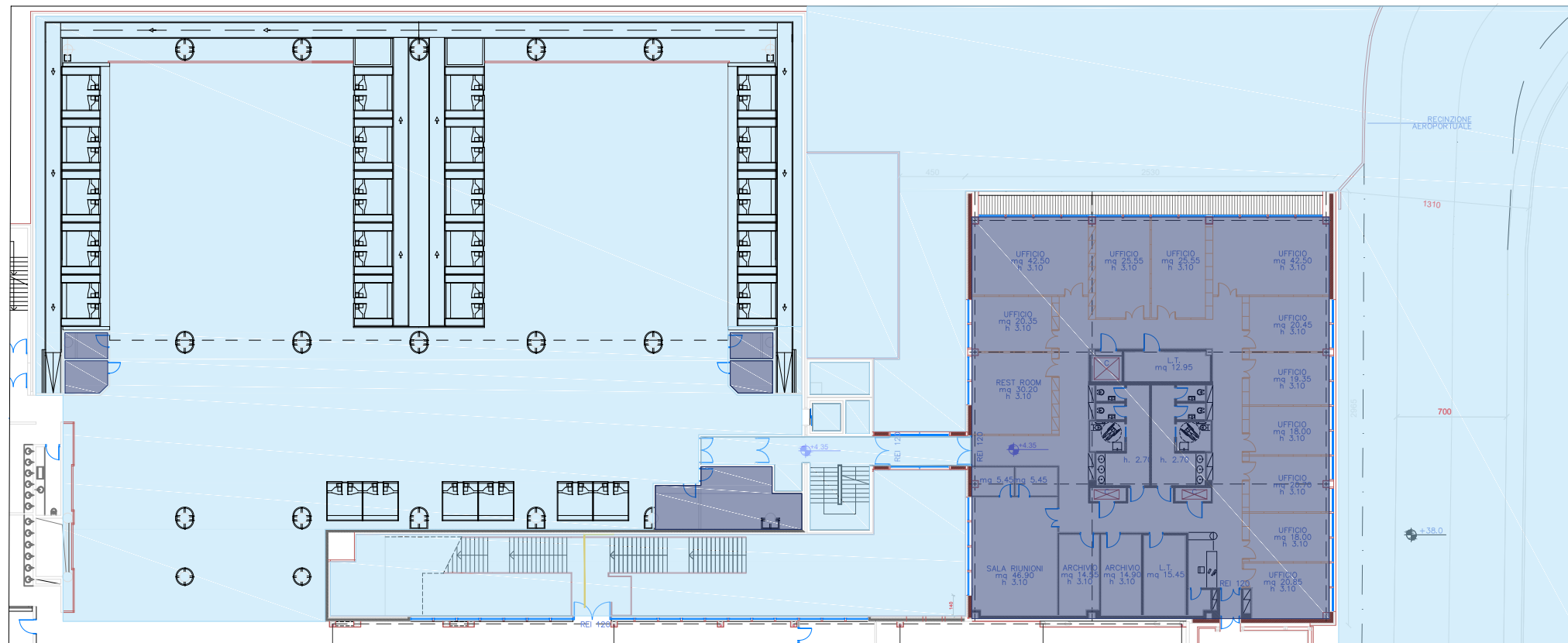
## 13 Bibliografia

- [1] A. Monorchio, A. Corucci, M. Bertoneri, M. Angeloni, Valutazione dell’Inquinamento Elettromagnetico del Poligono Interforze del Salto di Quirra, Atti del convegno campi elettromagnetici e innovazione tecnologica in ambito Difesa, Industria e Ricerca, CISAM, San Piero a Grado - Pisa, 30-31 Maggio 2012.
- [2] Progetto Regionale APICE (Analisi della Popolazione Investita dai Campi Elettromagnetici), [www.progettoapice.it](http://www.progettoapice.it).
- [3] Analisi di Impatto Elettromagnetico per i comuni di Viareggio, Pietrasanta, Camaiore, Forte dei Marmi, 2001-2018, Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione, Università di Pisa.
- [4] K. L. Kaiser, Electromagnetic Compatibility Handbook, CRC Press 2005.
- [5] W. M. Frix, G. G. Karady, “A circuital approach to estimate the magnetic field reduction of nonferrous metal shield”, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility, 1997

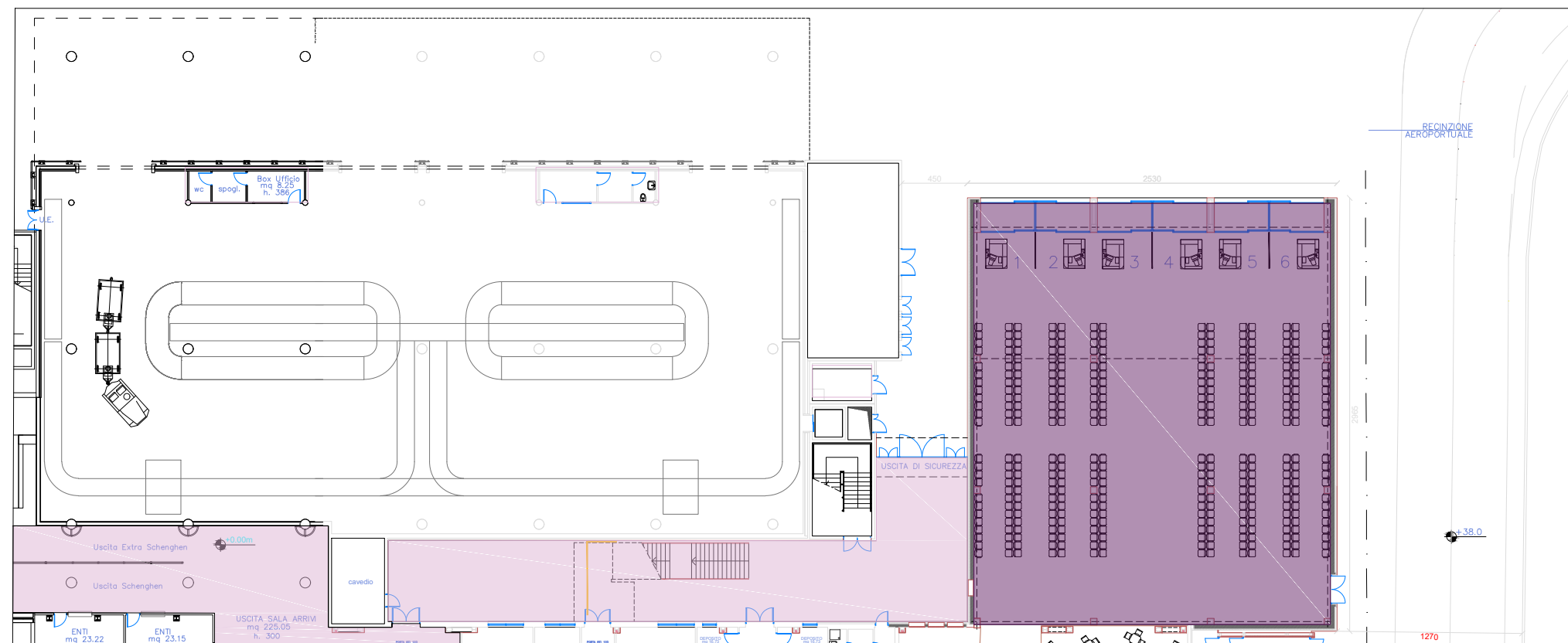
	<b>UNCLASSIFIED</b>	P. 57 out of 57
The information contained in this document are the property of CNIT. The contents of the document may not be copied, used or disclosed in whole or in part, to third parties without permission of CNIT.		
Delivered to TAE		



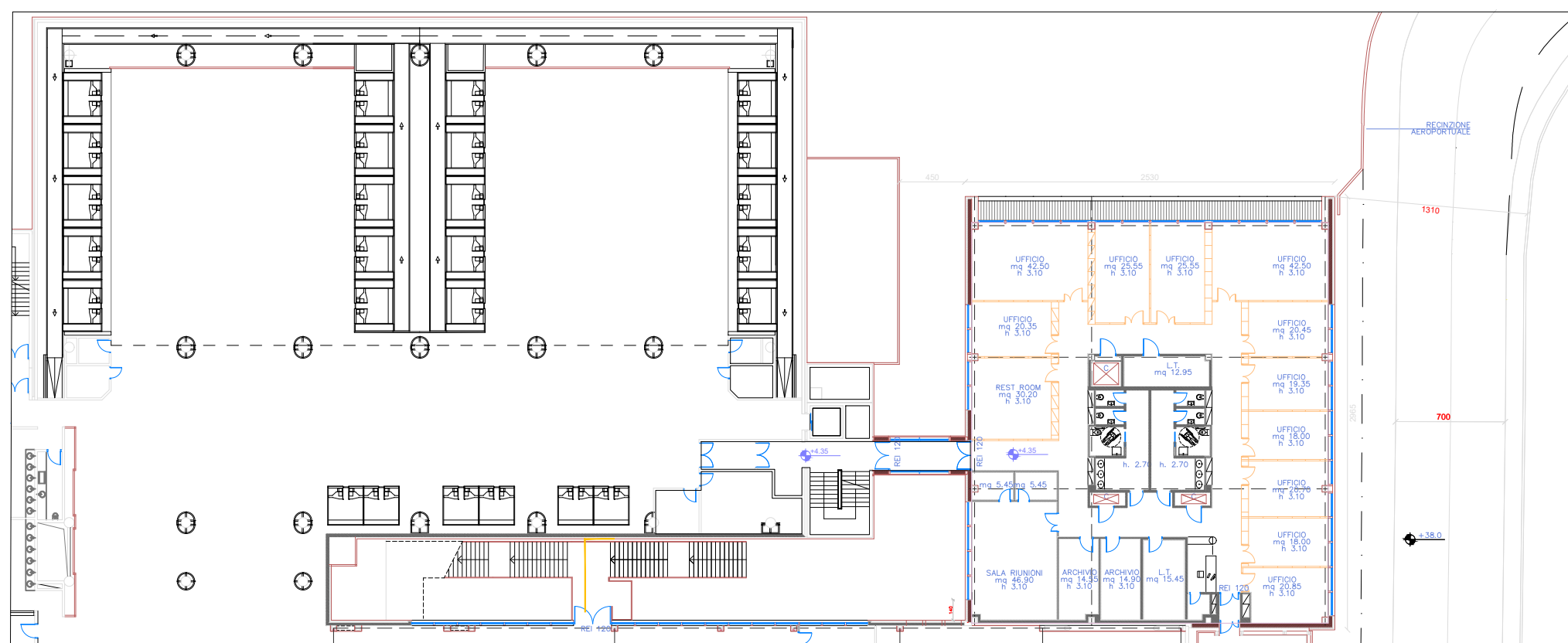
PIANTA PIANO TERRA



PIANTA PIANO PRIMO



PIANTA PIANO TERRA



PIANTA PIANO PRIMO

COMMITTENTE



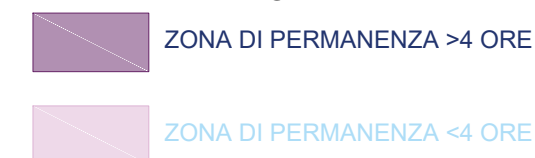
OPERA

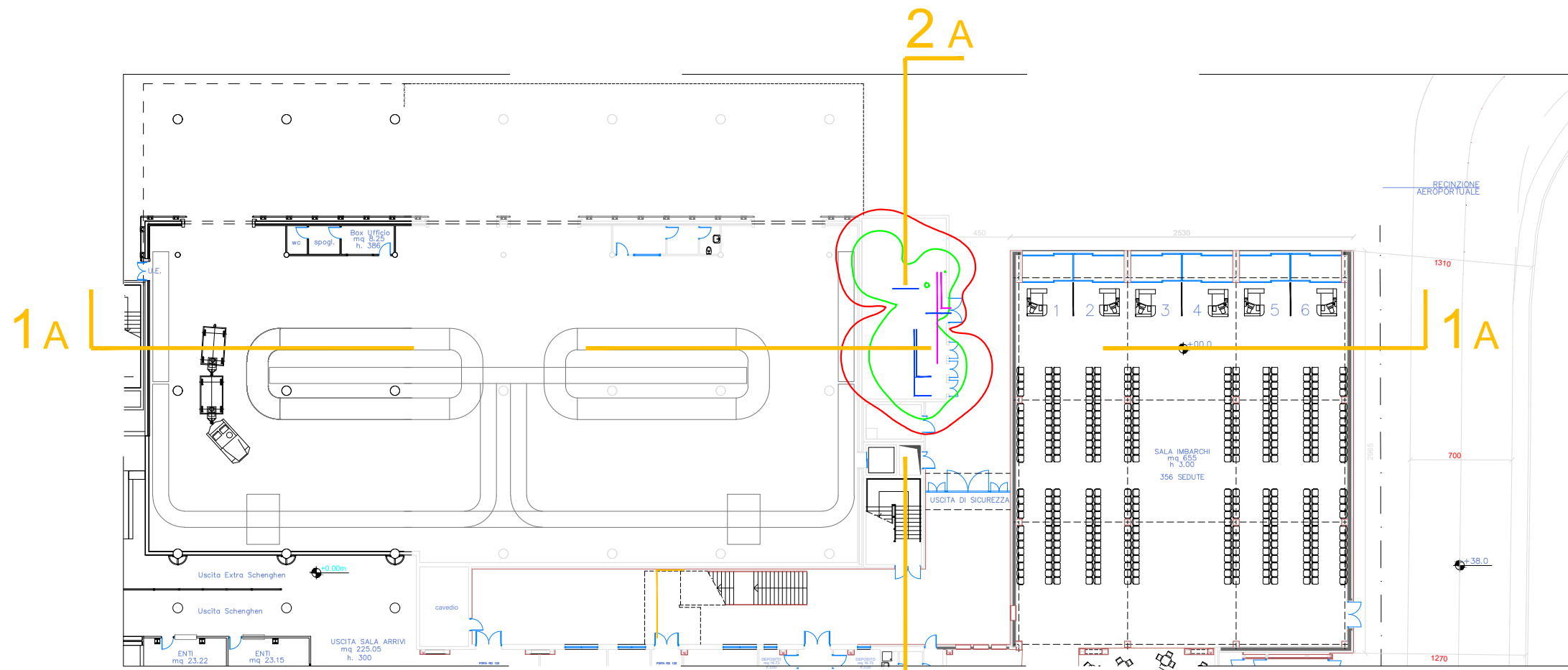
RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO  
TERMINAL AEROPORTUALE

OGGETTO

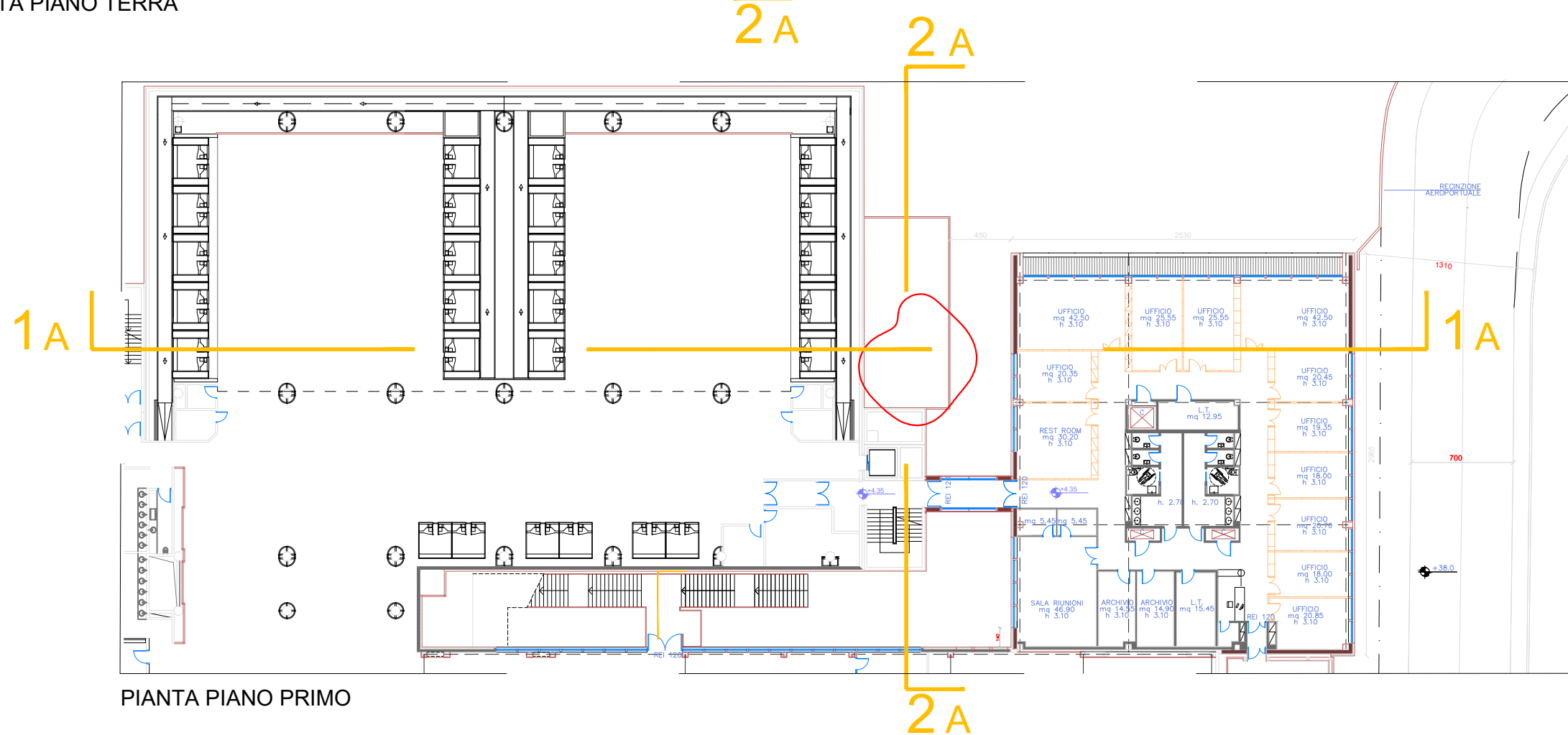
VALUTAZIONE DI IMPATTO ELETTRROMAGNETICO  
Indicazione tempi di Permanenza Popolazione

LEGENDA





PIANTA PIANO TERRA

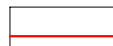
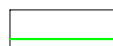


PIANTA PIANO PRIMO

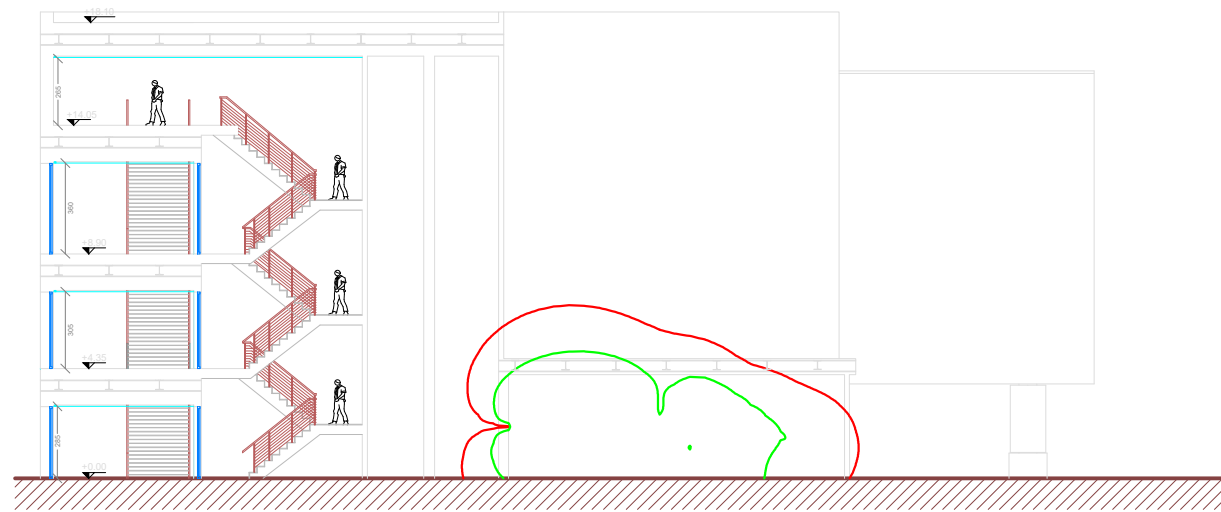
**COMMITTENTE**  
  
**Toscana Aeroporti**  
 AEROPORTO INTERNAZIONALE  
 DI FIRENZE  
 "AMERIGO VESPUCCI"

**OPERA**  
 RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO  
 TERMINAL AEROPORTUALE

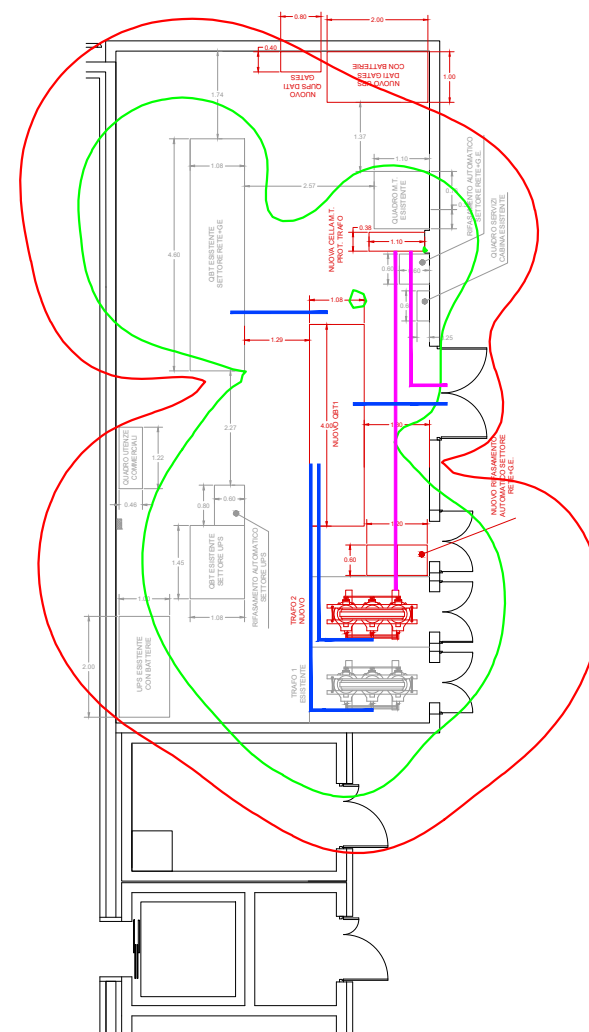
**OGGETTO**  
 VALUTAZIONE DI IMPATTO ELETTRMAGNETICO  
 STATO DI PROGETTO  
 Impatto Cabina di Trasformazione

**LEGENDA**  
 Curva Isocampo 3 V/m  
 Curva Isocampo 10 V/m

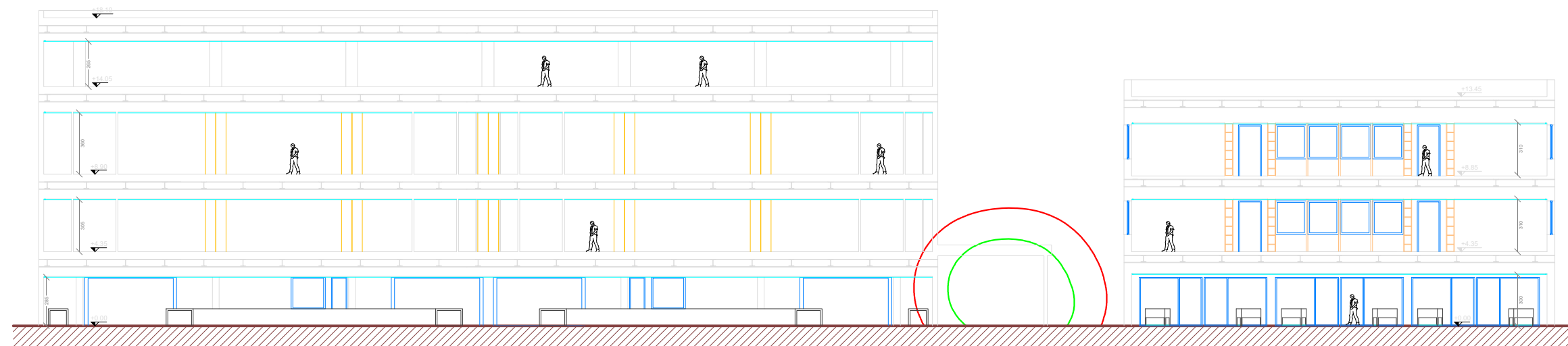
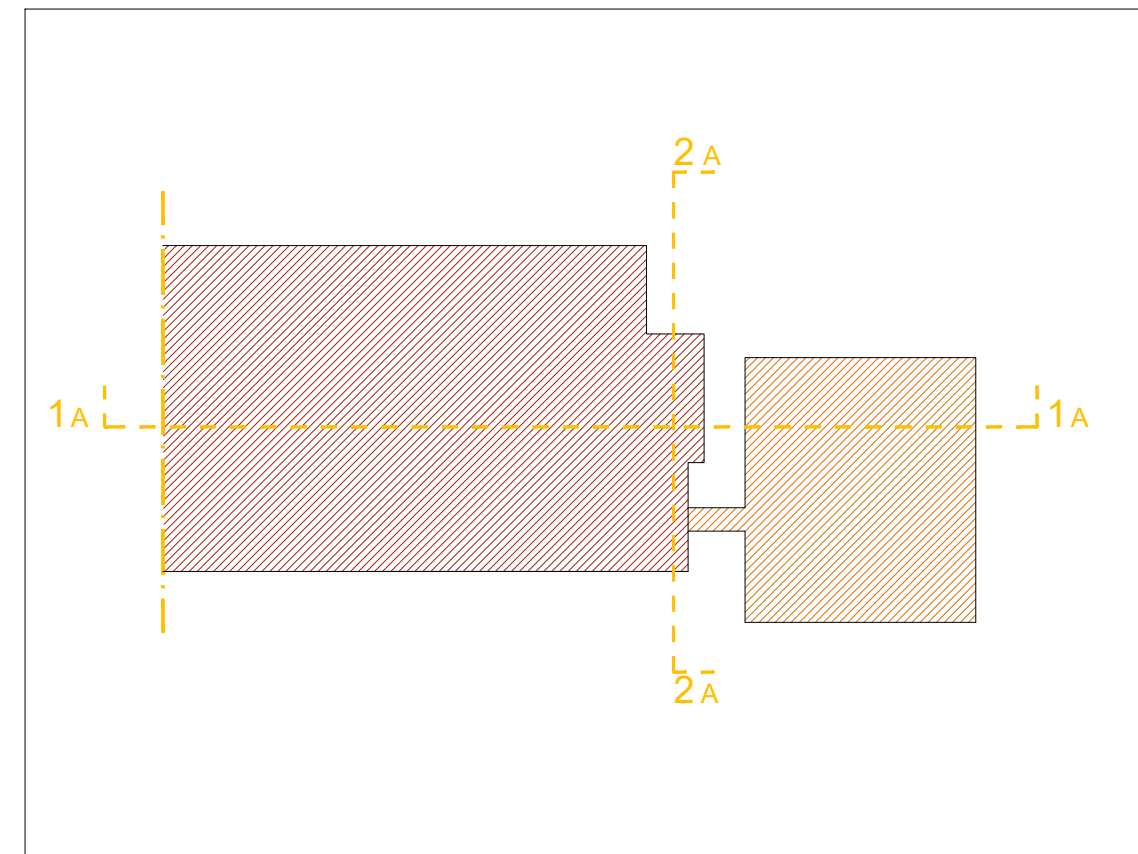




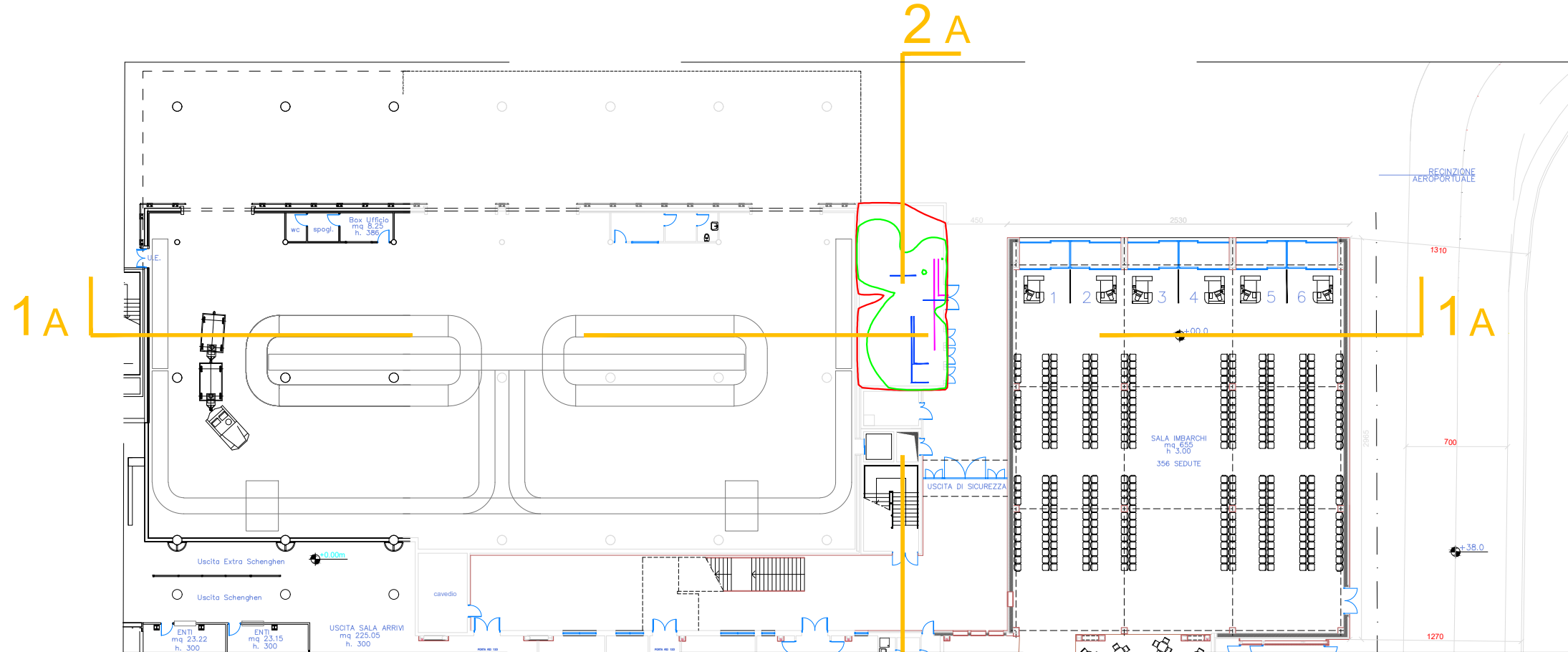
SEZIONE 2A



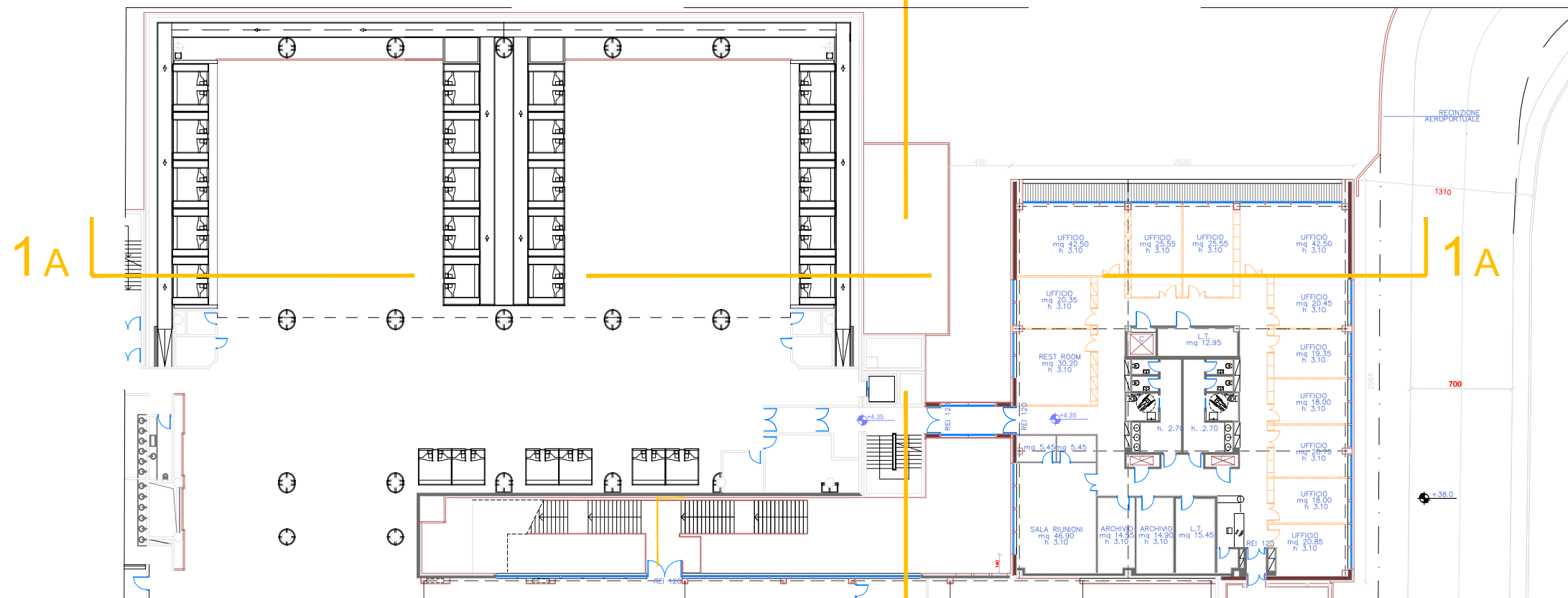
PARTICOLARE DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE



SEZIONE 1A



PIANTA PIANO TERRA

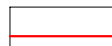
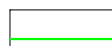


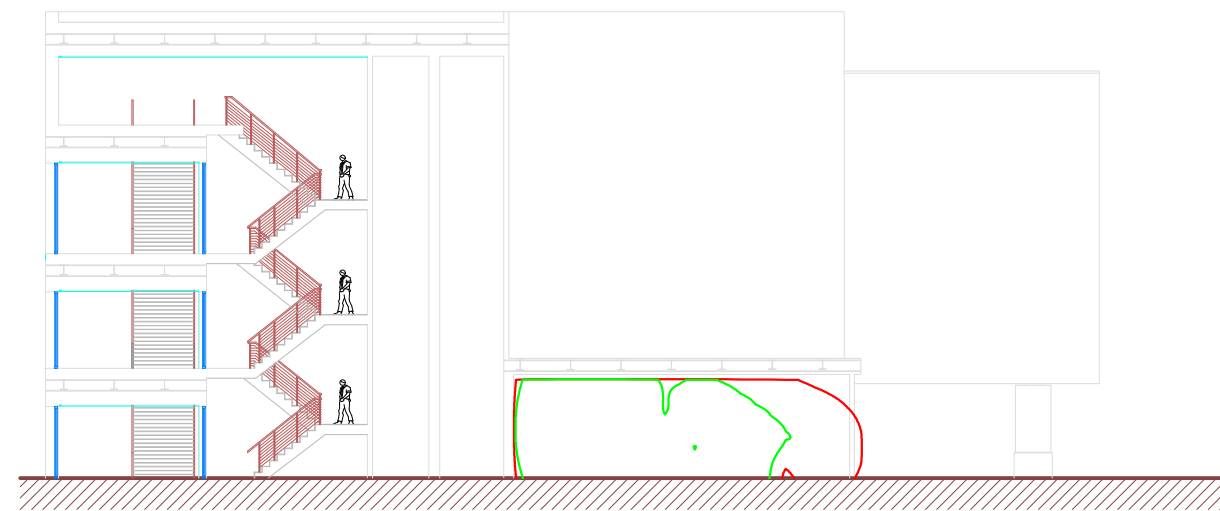
PIANTA PIANO PRIMO

**COMMITTENTE**  
  
**Toscana Aeroporti**  
 AEROPORTO INTERNAZIONALE  
 DI FIRENZE  
 "AMERIGO VESPUCCI"

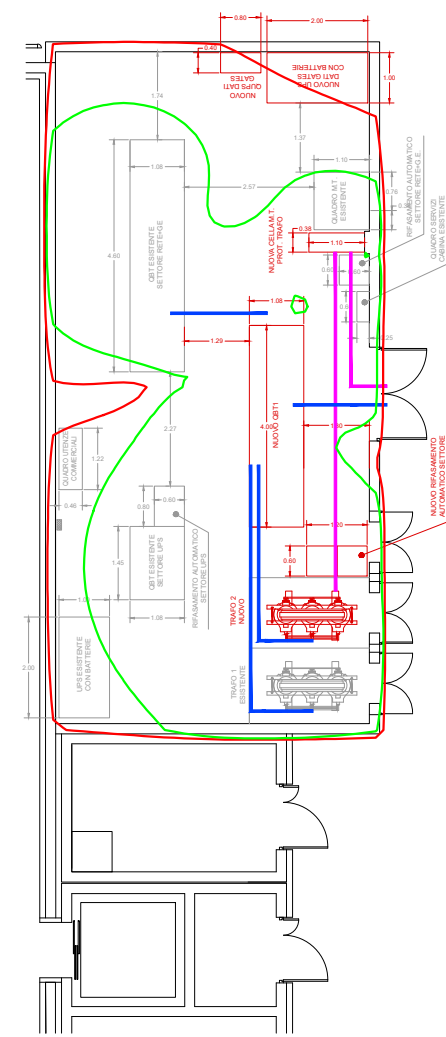
**OPERA**  
 RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO  
 TERMINAL AEROPORTUALE

**OGGETTO**  
 VALUTAZIONE DI IMPATTO ELETTRROMAGNETICO  
 STATO DI PROGETTO CON MITIGAZIONI  
 Impatto Cabina di Trasformazione

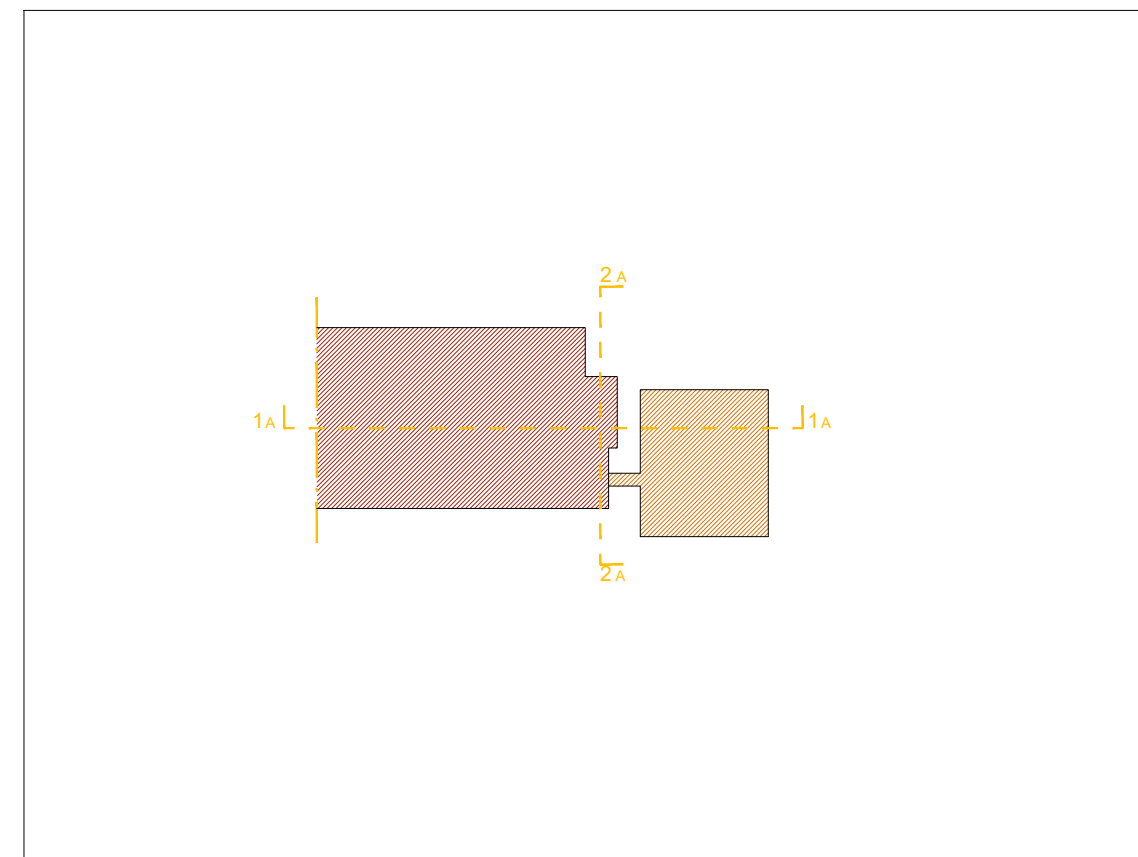
**LEGENDA**  
 Curva Isocampo 3 V/m  
 Curva Isocampo 10 V/m



SEZIONE 2A



PARTICOLARE DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE

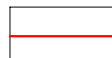
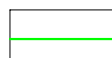


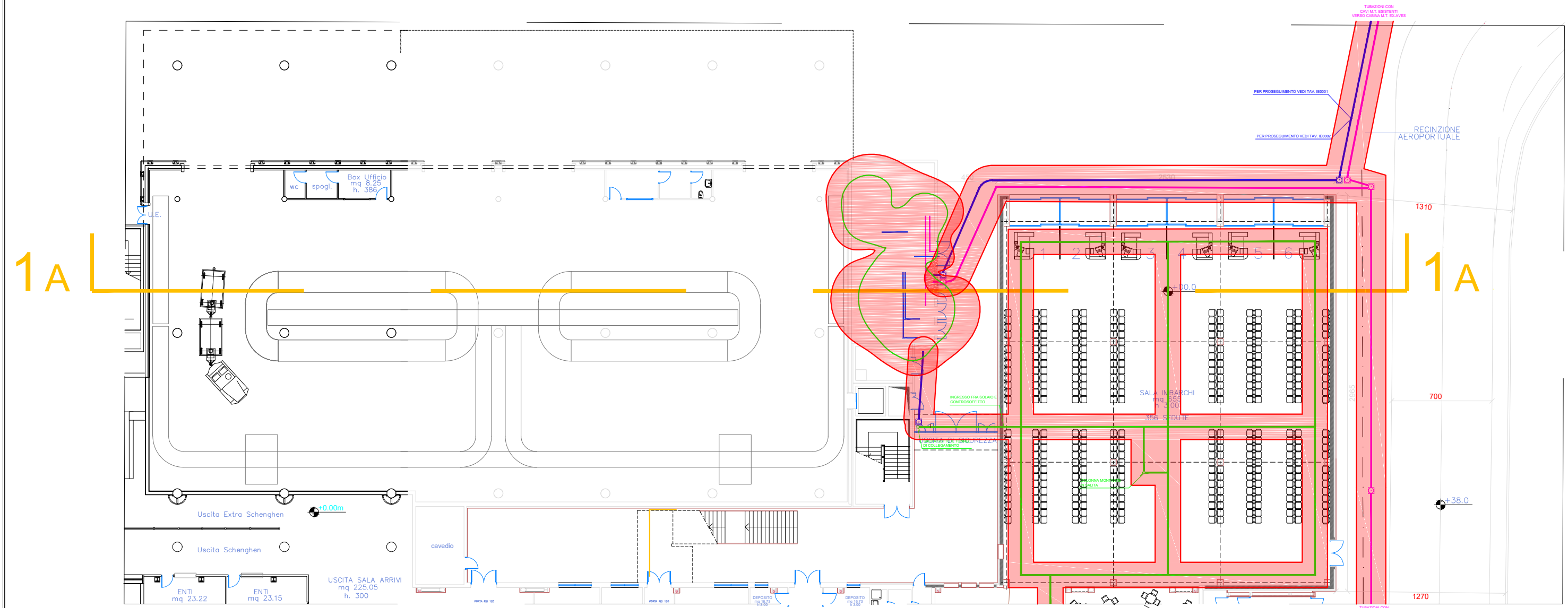
SEZIONE 1A

**COMMITTENTE**  
  
**Toscana Aeroporti**  
 AEROPORTO INTERNAZIONALE  
 DI FIRENZE  
 "AMERIGO VESPUCCI"

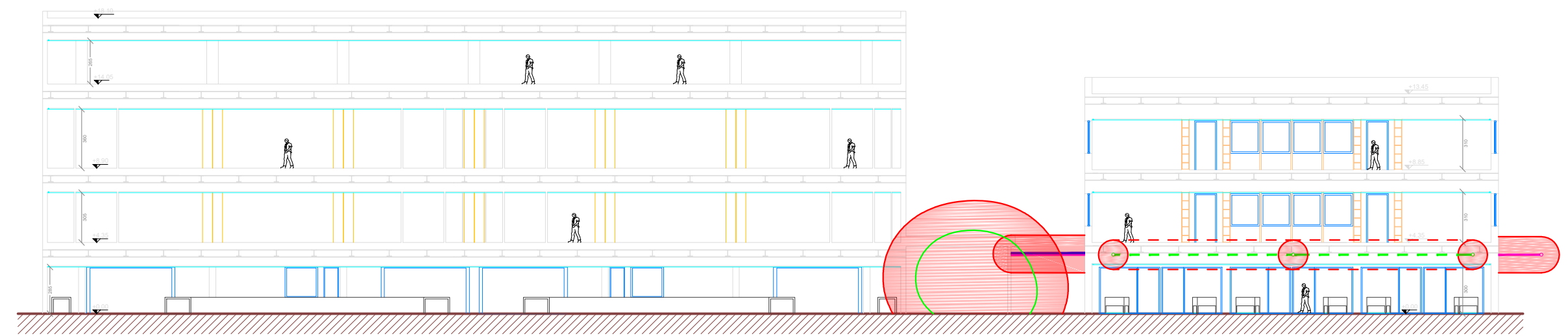
**OPERA**  
 RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO  
 TERMINAL AEROPORTUALE

**OGGETTO**  
 VALUTAZIONE DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO  
 STATO DI PROGETTO CON MITIGAZIONI  
 Impatto Cabina di Trasformazione

**LEGENDA**  
 Curva Isocampo 3 V/m  
 Curva Isocampo 10 V/m

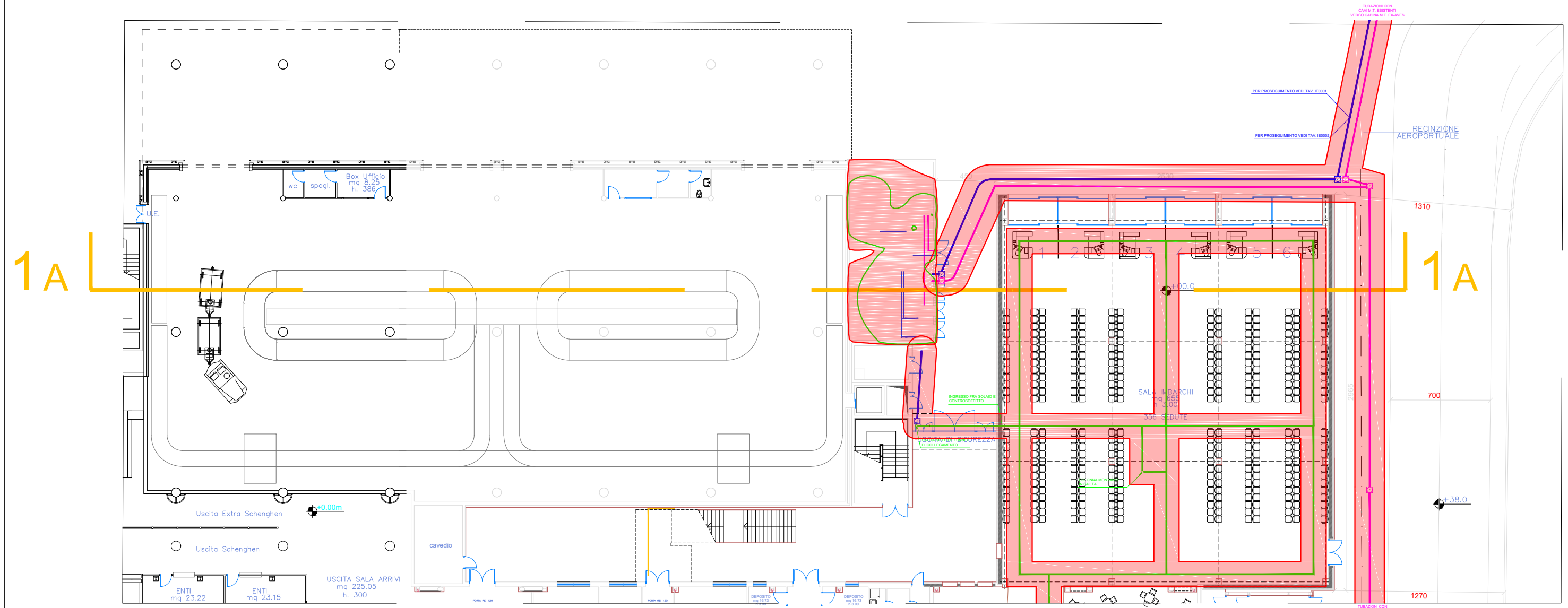


PIANTA PIANO TERRA

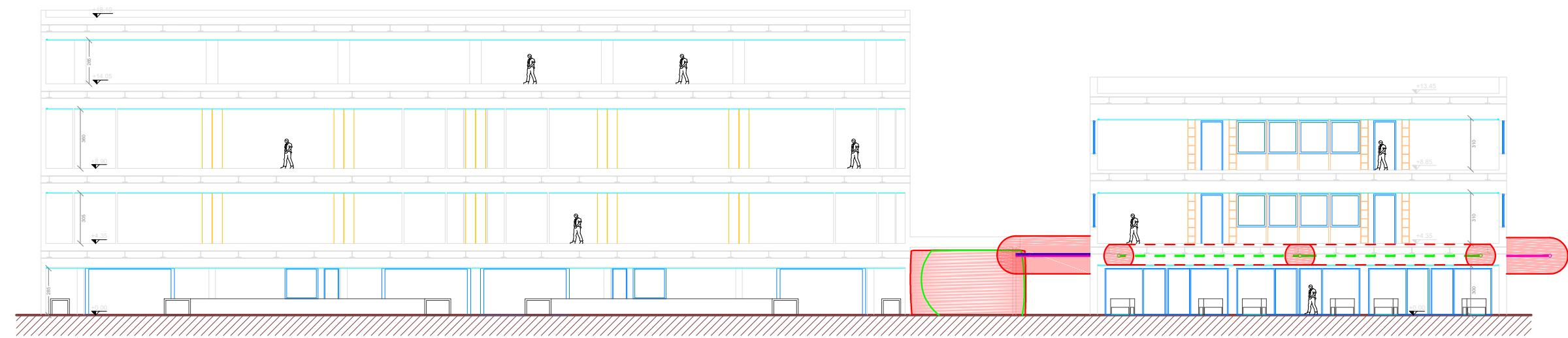


SEZIONE 1A

<p>COMMITTENTE</p>  <p>AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE "AMERIGO VESPUCCI"</p>	<p>OPERA</p> <p>RICONFIGURAZIONE E AMPLIAMENTO TERMINAL AEROPORTUALE</p>	<p>OGGETTO</p> <p>VALUTAZIONE DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO STATO DI PROGETTO</p>	<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Curva Isocampo 3 V/m</li> <li> Curva Isocampo 10 V/m</li> </ul>
---	--	---	--



PIANTA PIANO TERRA



SEZIONE 1A