


# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 IL PROGETTISTA Dott. Ing. D. Spoglianti Ordine Ingegneri Milano n° A 20953   Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408	IL CONTRAENTE GENERALE Project Manager  (Ing. P.P. Marcheselli)	STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)	STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato  (Dott. P. Ciucci)
Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art. 21 del D.Lgs. 82/2005"			

<i>Area tematica</i>	STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE
<i>Ente emittente</i>	MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
<i>Autore dell'osservazione</i>	COMMISSIONE TECNICA VIA - VAS
<i>Riferimento richiesta</i>	INTEGRAZIONI ALLA RICHIESTA PROT. CTVA-2011-0004534 DEL 22/12/2011
<i>Titolo del documento</i>	RISPOSTA INTEGRAZIONE SICILIA ID S89



CODICE

V I A S 0 8 9 - F1

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F1	30/05/2012	EMISSIONE	A.CALEGARI	M.SALOMONE	D.SPOGLIANTI

NOME DEL FILE: VIAS089.doc





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F1</td> <td style="text-align: center;">30/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F1	30/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F1	30/05/2012						

## INDICE

INDICE .....	3
Integrazioni e chiarimenti al Gruppo Istruttore della Commissione Tecnica VIA – VAS .....	5
1 Premessa .....	5
2 Richiesta integrazione ID S89 .....	5
2.1 Risposta integrazione VIAS089 .....	5
2.1.1 Premessa .....	5
2.1.2 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie ferroviarie.....	6
2.1.3 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie stradali.....	12
2.1.4 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie ferroviarie .....	16
2.1.5 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie stradali.....	22
2.1.6 Conclusioni.....	30

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89</p>		<p><i>Codice</i> VIAS089_F1.doc</p>	<p><i>Rev</i> F1</p>	<p><i>Data</i> 30/05/2012</p>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

## Integrazioni e chiarimenti al Gruppo Istruttore della Commissione Tecnica VIA – VAS

### 1 Premessa

Il presente documento fornisce riscontro alle osservazioni e alla richiesta di integrazione avanzate dalla Commissione Tecnica di Valutazione di Impatto nell'ambito della Procedura di VIA Speciale (L.O. 141), ex D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii., artt. 166 e 167, comma 5, e Verifica di Ottemperanza, ex artt. 166, comma 3, e 185, comma 4 e 5 in riferimento al Progetto Definitivo "Attraversamento stabile dello Stretto di Messina e dei collegamenti stradali e ferroviari sui versanti Calabria e Sicilia. In particolare, con riferimento all'osservazione 89 Terza parte: lato Sicilia – Quadro di riferimento Ambientale - Componente ambientale campi elettromagnetici, il Ministero avanza la richiesta di chiarimenti ed integrazioni, che verrà sviluppata nel dettaglio al successivo paragrafo.

#### TERZA PARTE: LATO SICILIA – QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

##### COMPONENTE CAMPI ELETTROMAGNETICI



### 2 Richiesta integrazione ID S89

*Si ritiene opportuno fornire lo studio dell'impatto elettromagnetico dovuto agli impianti di telecomunicazione GSM/UMTS e GSM-R, descritti nell'elaborato "Relazione descrittiva impianti TT" – SF0351.*

#### 2.1 Risposta integrazione VIAS089

##### 2.1.1 Premessa

La presente integrazione riguarda la simulazione del campo elettromagnetico generato da alcuni sistemi radianti, descritti nell'elaborato "Relazione descrittiva impianti TT" (CF0118\_F0), previsti dal progetto per essere di supporto alla radio copertura di gallerie stradali e ferroviarie. In una analisi di impatto elettromagnetico è necessario essere in possesso di una serie di dati della sorgente e, in particolare, di informazioni di tipo posizionale (localizzazione della sorgente) e di tipo radioelettrico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

Allo stato attuale di sviluppo della progettazione delle opere di attraversamento stabile dello Stretto di Messina queste informazioni, sia per la radio copertura dei tunnel ferroviari sia di quelli stradali, non sono univocamente definibili in considerazione del fatto che solo in sede di Progetto Esecutivo potranno essere attivate le opportune interazioni con i gestori della telefonia mobile. La posizione del sistema di antenne esterne indicata negli elaborati grafici deve pertanto intendersi di massima e potrà essere definita univocamente solo a seguito di specifici accordi con gli Enti interessati alla trasmissione radio in galleria, con l'obiettivo di garantire condizioni di ricezione/trasmisione ottimali in soggezione alle leggi vigenti che regolano l'esposizione ai campi elettromagnetici.

Come conseguenza di quanto precedentemente indicato, il presente lavoro è stato sviluppato:

- analizzando i dati disponibili;
- scegliendo, in base ad i dati analizzati, una tipologia di installazione che possa adattarsi agli stessi dati;
- ipotizzando alcuni parametri radioelettrici dei componenti l'installazione;
- effettuando la simulazione con la tipologia ed i dati radioelettrici ipotizzati.

I sistemi oggetto di valutazione sono essenzialmente due:

1. Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie ferroviarie

Il sistema, da un punto di vista dell'impatto elettromagnetico nei confronti di recettori che stazionino in un determinato punto per un lungo periodo, può essere identificato in una torre (sulla quale verranno installate delle antenne per il servizio GSM/DCS/UMTS) posta in prossimità della galleria ferroviaria da coprire.



2. Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie stradali

In questo caso è presente sia il sistema telefonico tradizionale, sia i servizi dedicati alle forze di intervento di emergenza (VVF, polizia stradale, 118, sistema Tetra), oltre che una copertura in modulazione di frequenza (FM).

Le antenne saranno presenti sia su una torre nelle vicinanze delle gallerie stradali da coprire, sia sui portali presenti nelle immediate adiacenze delle gallerie stradali stesse.

### 2.1.2 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie ferroviarie

Il progetto prevede una rete di radiopropagazione in grado di garantire la copertura UMTS/GSM (Global System for Mobile Communications) all'interno delle gallerie ferroviarie della tratta calabra. Tale sistema di comunicazione è richiesto dal D.M. 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" per tunnel con lunghezza maggiore di 1000 m. Infatti, già con gallerie di lunghezza maggiore di 500m, immediatamente dopo il portale di ingresso si interrompe ogni comunicazione radio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

La prevista rete GSM/UMTS garantirà le comunicazioni con il normale servizio di telefonia cellulare, dei principali gestori del servizio pubblico, all'interno delle gallerie, sia nei confronti dei viaggiatori che per le eventuali squadre di soccorso in caso di incidente. Sullo stesso supporto non verrà invece distribuito il segnale GSM-R, oggetto di diverso impianto di radio-propagazione, come richiesto in specifica RFI TT 597: 2008.

Gli impianti di radiopropagazione GSM/UMTS previsti garantiranno le seguenti performance:

- il livello dei segnali GSM al terminale, con una probabilità del 95 %, sarà sempre superiore a -70 dB, corrispondete a circa 76 dB $\mu$ V/m a 900 Hz (valore superiore rispetto alle richieste di specifica TT582 di 59dB $\mu$ V/m a 900 MHz).
- il livello dei segnali UMTS al terminale, con una probabilità del 95 %, sarà sempre superiore a -80 dB, corrispondete a circa 66 dB $\mu$ V/m a 2.000 MHz.



#### 2.1.2.1 Architettura del sistema

L'impianto GSM è descritto nelle normative specifiche TT 589: 2002 e TT 582: 2003.

Inoltre, come sopra accennato, la nuova specifica RFI TT 597: 2008 prevede per i due sistemi GSM e GSM-R diverse piattaforme tecnologiche, utilizzando sia supporti trasmissivi che supporti di diffusione del segnale sostanzialmente diversificati. Il sistema comprende principalmente:

- stazioni di testa per la ricezione e la trasmissione di segnali GSM/UMTS;
- antenne di rice/trasmissione via etere per segnali GSM/UMTS;
- sistemi di sostegno delle antenne di rice/trasmissione via etere;
- stazioni periferiche per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS su cavo radiante all'interno delle gallerie;
- stazioni periferiche per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS nelle stazioni ferroviarie interrato (definite nella documentazione progettuale degli impianti delle stazioni ferroviarie);
- cavi radianti da 1" 5/8 per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS all'interno delle gallerie;
- antenne radianti per la diffusione e la ricezione dei segnali GSM/UMTS all'interno delle stazioni ferroviarie interrato (definite nella documentazione progettuale degli impianti delle stazioni ferroviarie);
- dorsali di comunicazione;
- sistemi di supervisione.

L'impianto GSM/UMTS prevede diversi sistemi di antenne esterne per la ricezione del segnale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

I segnali “catturati” dalle diverse postazioni di antenna (una per ogni operatore telefonico) vengono trasmessi alle stazioni di testa GSM/UMTS che provvedono alla trasmissione del segnale, tramite collegamenti in fibra ottica dedicati, ai vari remotizzatori collocati nelle diverse stazioni periferiche. In ogni stazioni periferica opportuni apparati convertiranno il segnale ottico, proveniente dalle dorsali di comunicazione, in segnali GSM/UMTS, amplificandolo e diffondendolo attraverso cavi radianti.

### 2.1.2.2 Sistema UMTS/GSM

Per garantire la corretta ricezione/diffusione del segnale GSM/UMTS nelle gallerie ferroviarie della tratta calabra, si prevede la realizzazione di n. 1 stazione di testa. La stazione sarà in grado di distribuire il segnale GSM/UMTS ad appositi sistemi di diffusione previsti all’interno di tutti i rami della galleria Bolano.



La stazione di testa verrà dimensionata per poter supportare tutte le portanti GSM/UMTS, rese disponibili dai Carrier, ai diversi remotizzatori previsti all’interno delle gallerie e/o stazioni interrato ferroviarie. La stazione di testa è infatti prevista in grado di ospitare gli apparati GSM/UMTS dei diversi operatori di servizio pubblico radio mobile (fino ad un massimo di 4 Carrier).

Nelle stazioni di testa i segnali GSM/UMTS verranno amplificati e convertiti in segnali ottici, per essere distribuiti attraverso una specifica rete in fibra ottica ai remotizzatori previsti nelle stazioni interrato ed in galleria. Non è prevista comunque la fornitura degli apparati di controllo/conversione degli operatori pubblici ma la sola predisposizione per gli spazi tecnici necessari alla successiva installazione.

La stazione radio di testa si prevedono le seguenti apparecchiature:

- n. 6 Armadi rack da 19”, realizzato in tecnica N3 (in accordo a norme ETSI ETS 300-119), con ognuno 42 U e dimensioni di base 600x600 mm. Di questi, n. 4 saranno dedicati ai Carrier, n. 1 alla stazione di energia e n. 1 al sistema di supervisione e n. 1 alla permutazione ottica, al banching ed al sistema di supervisione;
- predisposizioni per l'alloggiamento di n.4 apparati controllo/conversione degli operatori;
- eventuale combinatore (banching) per la diffusione del segnale, di n. 4 utenze GSM e n. 4 utenze UMTS provenienti dai suddetti apparati controllo/conversione attraverso un cavo radiante in galleria;
- stazione di alimentazione di emergenza, con sezioni a 230Vac - 48Vdc, comprensiva di batterie di accumulatori che garantiscono una autonomia minima di 6 ore per le sezioni a 48V;



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

- apparati di supervisione della stazione (denominato PLC\_IRG) controllati attraverso la rete dati di emergenza di piazzale;
- pannelli di permutazione per fibre ottiche del cavo di dorsale in fibra ottica, nel seguito definito.



Le apparecchiature sopra elencate saranno posizionate all'interno di un opportuno locale telecomunicazioni di edificio cabina MT/bt.

Tutte le stazioni di testa verranno alimentate direttamente dai Q\_BT dalla sezione in continuità assoluta (garantita per mezzo di UPS ridondati).

### 2.1.2.3 Antenne esterne

Le antenne direzionali da utilizzarsi sulle torri dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Altezza - Le antenne devono essere situate ad una certa altezza in funzione del livello dei segnali disponibili in corrispondenza della torre e delle condizioni di visibilità delle antenne delle celle donatrici.
- Direttività - Per evitare il rischio di interferenze rispetto ad altre celle rispetto a quella donatrice, dovranno essere utilizzare antenne ad elevata direttività. Questo comporta anche un guadagno più elevato dell'antenna stessa e, conseguentemente, la necessità di una minore potenza al connettore di antenna a parità di potenza equivalente isotropica irradiata (EIRP). Per queste antenne può essere stimato un guadagno minimo di 16dBi.
- Disaccoppiamento - Le antenne dei diversi gestori dovranno essere disaccoppiate, per evitare fenomeni di interferenza. Questo problema viene risolto attraverso la separazione verticale delle antenne, l'adozione di diverse direzioni di orientamento e l'utilizzo di antenne ad elevato "front to back ratio". E' qui altresì da considerare che l'utilizzo del repeater peggiora inevitabilmente il rumore del ricevitore della cella donatrice. Infatti, anche in assenza di segnale generato dai telefoni mobili degli utenti presenti in galleria, c'è comunque del rumore termico che viene amplificato e trasmesso verso la cella donatrice. Questo rumore termico, amplificato e filtrato dai filtri di canale, contribuirà, insieme al rumore intrinseco del ricevitore ed alla sua figura di rumore, ad innalzare la potenza di rumore complessiva presente al ricevitore della cella donatrice, comportando un peggioramento della sensibilità (o, equivalentemente, una riduzione del raggio di copertura). Si comprende quindi l'importanza di evitare che antenne direttive sulla torre irradiano verso altre celle donatrici, diverse da quella di interesse. La Figura 3.1 visualizza in termini di principio il prelievo del segnale da un ripetitore,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89	<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

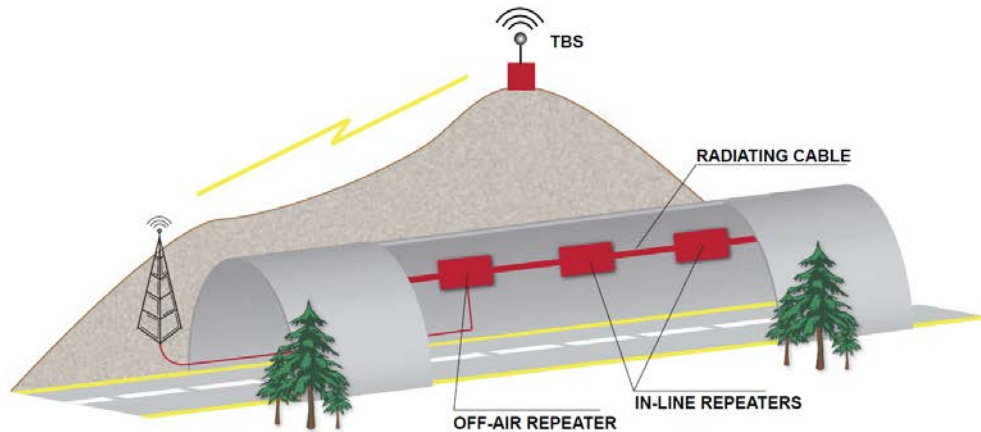




Figura 2.1

Nel caso rappresentato è presente una stazione donatrice, denominata TBS, che copre una certa porzione territoriale. Nell'area coperta da questa stazione donatrice viene inserito il traliccio o torre che, attraverso delle antenne direzionali ivi montate e dirette verso la stazione donatrice, prelevano il segnale RF.

Ora è evidente che una prima condizione perché questa architettura possa avere luogo è che il segnale generato dalla stazione donatrice giunga alle antenne del nostro traliccio con una potenza sufficiente.

Il segnale catturato dalle antenne presenti sulla torre viene inviato agli apparati attivi, presenti nelle immediate adiacenze delle antenne stesse. Questi apparati attivi hanno la funzione di filtrare ed amplificare il segnale catturato dalle antenne. Quindi, questo segnale filtrato ed amplificato, viene diffuso nella galleria, utilizzando (a seconda della tipologia di galleria e valutando i rapporti costi benefici) delle antenne o dei cavi radianti (radiating cable indicati in figura), ossia dei cavi che presentano delle discontinuità nella schermatura attraverso le quali viene irradiato il segnale RF. Il transito dalla stazione donatrice, alle antenne presenti sulla torre, al sistema di diffusione in galleria (costituito da antenne o cavi radianti) ed infine al telefono mobile utilizzato per la comunicazione, viene identificato con il termine "down link".

Il processo evidenziato è bidirezionale, ossia, il segnale generato dal telefono mobile viene catturato dal sistema di diffusione RF in galleria (antenne o cavi radianti) e portato agli elementi attivi presenti nelle immediate adiacenze della torre. Qui il segnale viene filtrato ed amplificato, quindi viene infine inviato alle antenne presenti sulla torre per essere irradiato verso la stazione donatrice. Questo cammino dal telefono mobile alla stazione donatrice, contrario a quello

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F1        30/05/2012

precedentemente esaminato, viene denominato “up link”.

L'utilizzo del repeater non aumenta la capacità della stazione radiobase, ma rappresenta un prolungamento di essa, nel senso che rende disponibile il suo segnale in aree (come in galleria) dove in sua assenza non potrebbe esistere. Conseguentemente, il traffico (per ogni dato sistema GSM, DCS o UMTS e per ogni dato gestore) generato in galleria, confluirà nel traffico della cella della stazione radio base donatrice, verso la quale sono puntate le antenne presenti sulla torre.

Il sistema di antenne sarà posizionato su torri metalliche di altezza 20 m f.t. previste nei piazzali di emergenza degli imbocchi delle gallerie ferroviarie, nelle vicinanze delle cabine d'alimentazione dei sistemi LFM, ove è prevista la stazione di testa. In particolare:

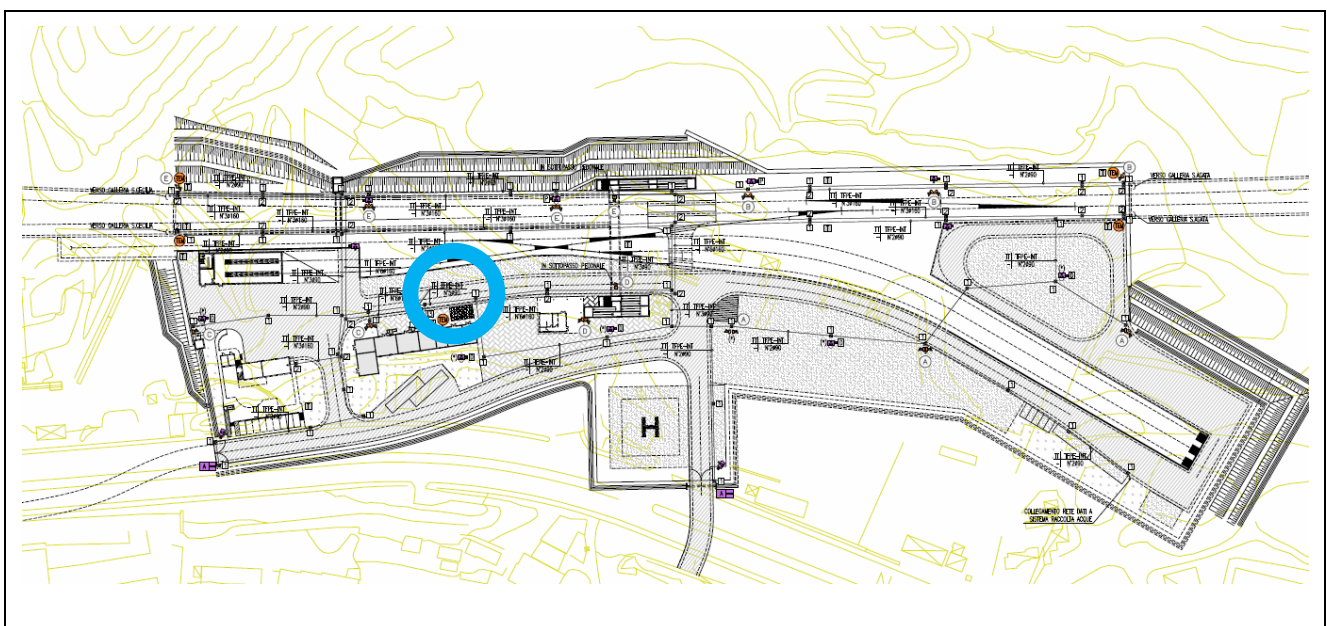
- n.1 torre presso il piazzale di emergenza P.E. di Galleria S.Agata
- n.1 torre presso il piazzale di emergenza P.E. di Galleria S. Cecilia lato Stazione di Messina.



Le Figure 3.2./3.3 riportando la localizzazione di massima.

Su questa torre verranno posizionate le antenne dei sistemi GSM/UMTS (790...960 Mhz - 1.800 ... 2170 Mhz) per i servizio degli operatori pubblici (TIM, Vodafone, Wind, H3G).

Le diverse antenne saranno collegate, a mezzo cavi coassiali da 7/8” (uno per ogni antenna), ad appositi connettori previsti nei rack da 19” delle stazioni radio di testa sopra descritte.

La posizione del sistema di antenne esterne sarà in ogni caso fissata in stretto accordo con gli Enti interessati alla trasmissione radio in galleria in maniera da garantire condizioni di ricezione/trasmmissione ottimali.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

2.2 Possibile localizzazione delle antenne UMTS GSM Posto di Manutenzione , piazzale di emergenza P.E. Galleria S. Agata

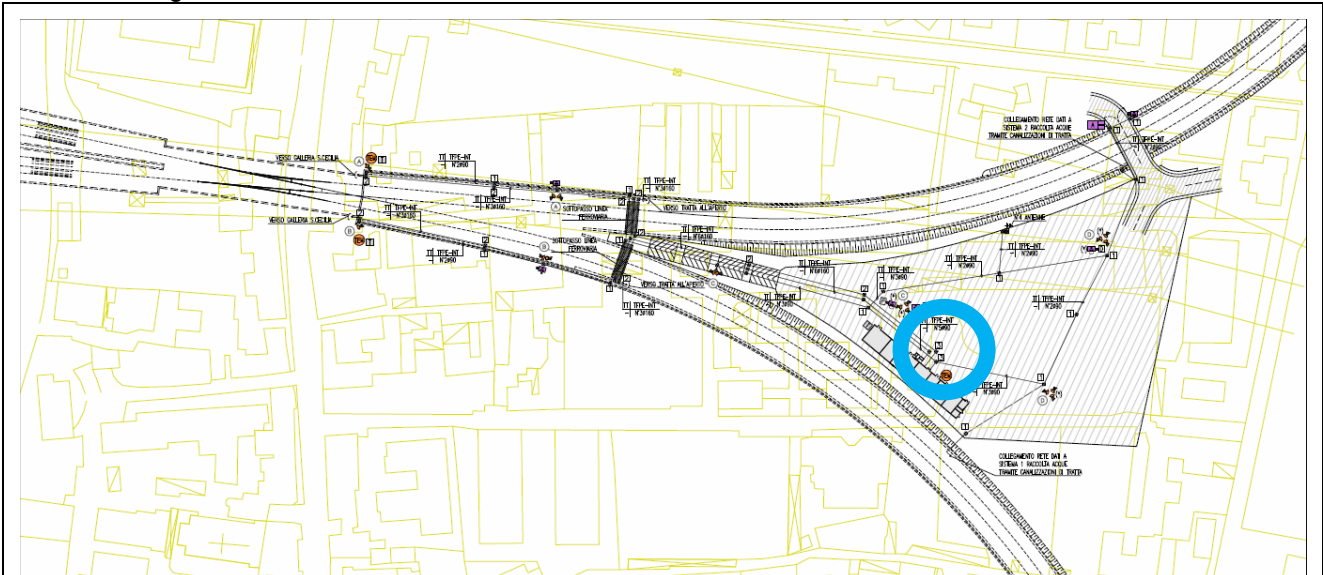


Figura 2.3 Possibile localizzazione delle antenne UMTS GSM P.E. Stazione di Messina piazzale di emergenza P.E. Galleria S. Cecilia

### 2.1.3 Radiopropagazione GSM/UMTS gallerie stradali

Il progetto di radiopropagazione GSM/UMTS per le gallerie stradali prevede:

- n. 1 torre con n. 11 antenne radio (FM, 118, PS, VVF, n.4 GSM/UMTS, n.3 TETRA) collocata nei pressi della cabina elettrica Panoramica (elaborato SS1021) (Figura 3.4), con altezza fuori terra delle torri radio di 20 m.
- n. 4 antenne (PS e n.3 TETRA) sul portale lato RC del tunnel Balena (Figura 3.5) (elaborato SS1151)
- n. 4 antenne (PS e n.3 TETRA) sul portale lato ME del tunnel Le Fosse (Figura 3.6) (elaborato SS1088)

Le posizioni planimetriche saranno definite con più precisione in sede di Progetto Esecutivo.

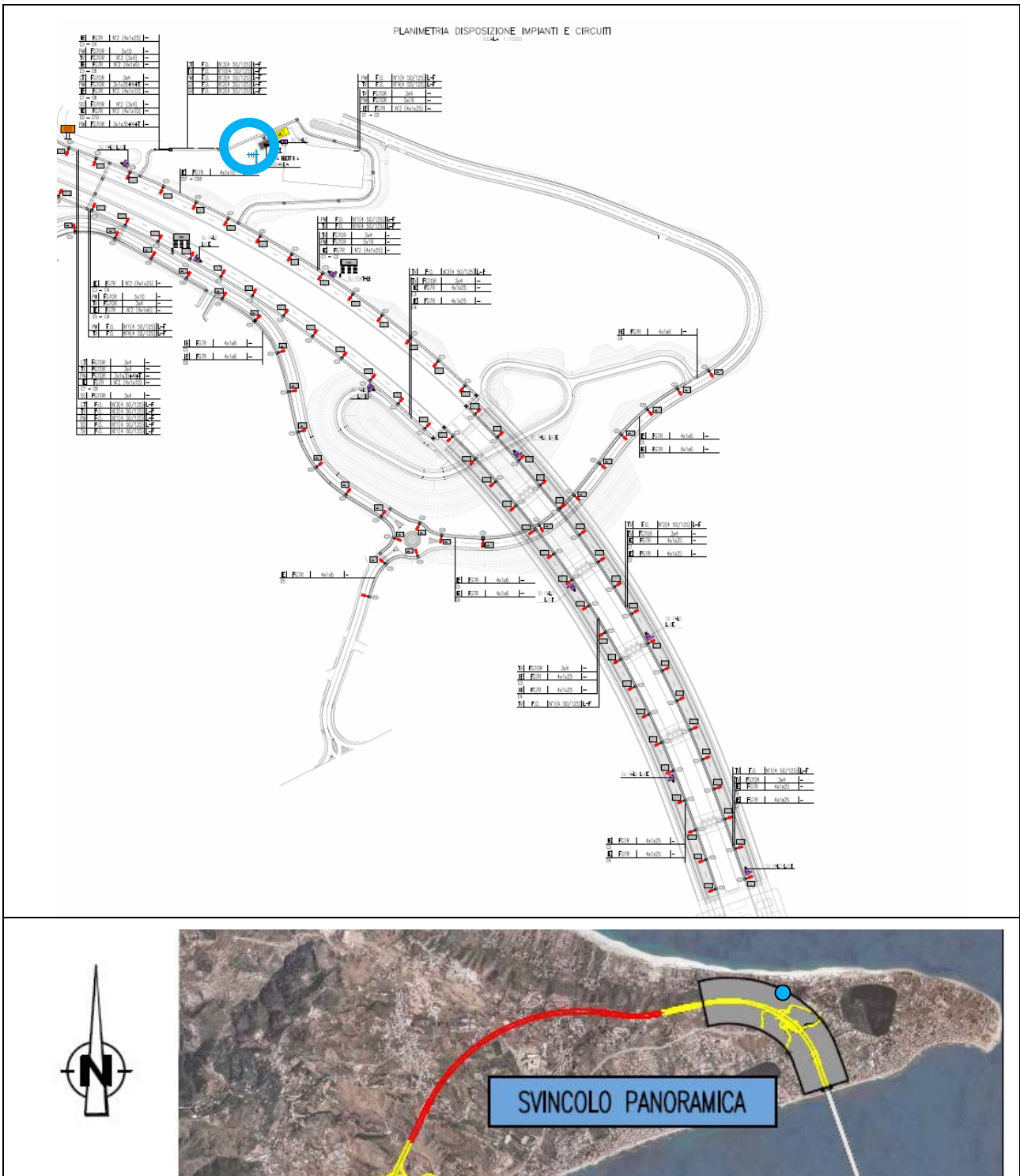


Figura 2.4 Possibile localizzazione (in blu) della torre in corrispondenza della cabina elettrica Panoramica

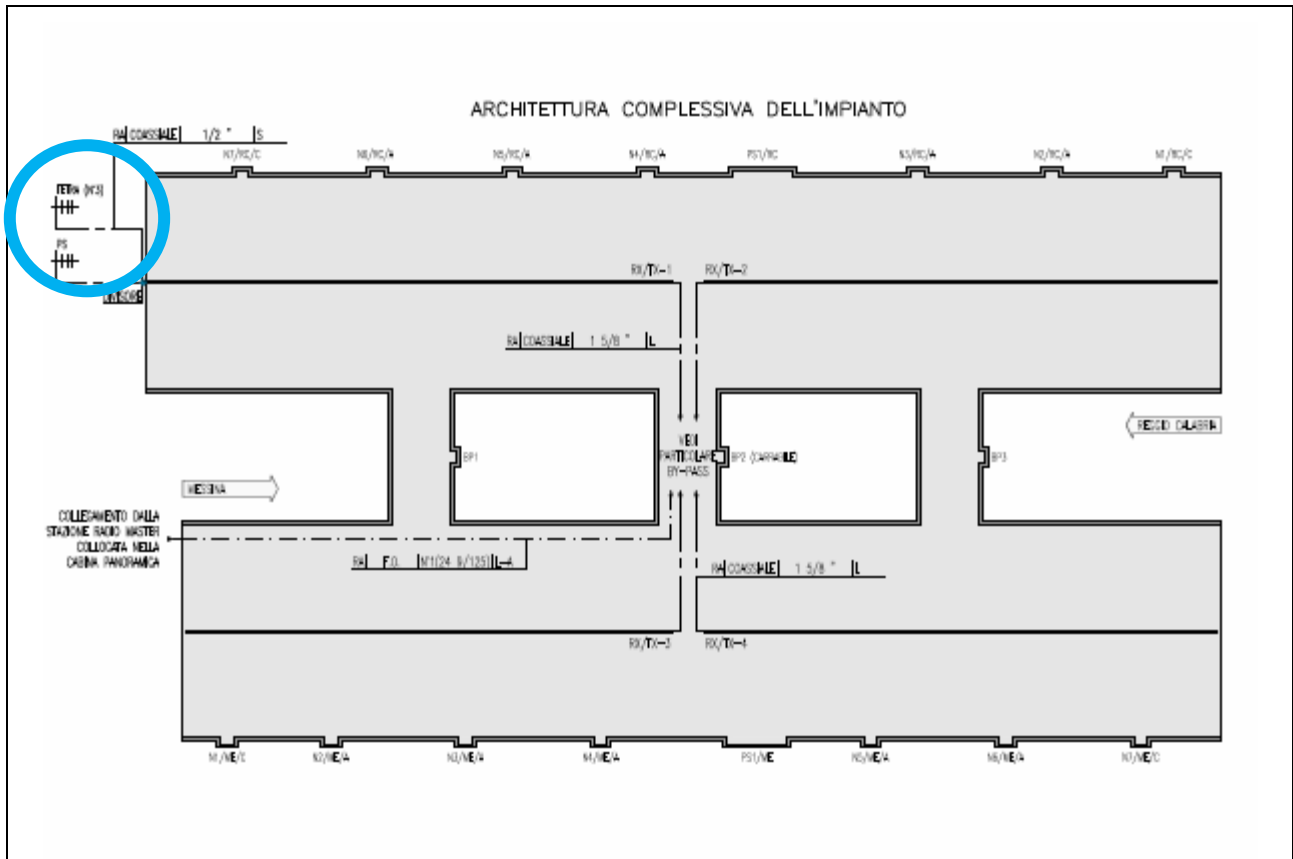




Figura 2.5 - Localizzazione (in blu) sul portale lato RC del tunnel Balena



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

#### 2.1.4 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie ferroviarie

L'analisi previsionale di impatto elettromagnetico riguarda le antenne direzionali che, montate sulla torre, saranno dirette verso le celle donatrici.

Considerato che le antenne saranno in trasmissione contemporanea, è necessario analizzare la possibilità che il campo elettrico (e magnetico) in un dato punto dello spazio possa essere dato dal contributo del segnale generato dalle varie antenne dirette verso le celle donatrici dei vari gestori. Considerando inoltre la necessità di disaccoppiare le antenne e di non interessare celle donatrici differenti da quella di destinazione, se ne deriva che può essere ritenuta trascurabile il contributo congiunto di diverse antenne. In altre parole, ogni antenna di un dato gestore può essere considerata indipendentemente dalle altre.

Si ipotizza pertanto che ogni gestore utilizzi una sola antenna per ricetrasmittre, verso la cella donatrice, sia il segnale GSM che quello DCS che quello UMTS. Questa scelta è comunque cautelativa anche nel caso in cui l'affermazione di un'unica antenna multi banda non sia vera, perché corrisponde a considerare le eventuali più antenne come aventi il centro elettrico nello stesso punto e direzionate nello stesso verso. Ossia, nel caso che viene analizzato, c'è un contributo massimo delle antenne nella direzione di massima propagazione.

Il dimensionamento ipotizzato delle potenze per l'antenna del singolo gestore dedicata alla ricetrasmittre dei segnali GSM, DCS e UMTS verso la cella donatrice è il seguente:

$$\text{GSM} = 37\text{dBm} = 5 \text{ Watt}$$

$$\text{DCS} = 33\text{dBm} = 2 \text{ Watt}$$

$$\text{UMTS} = 30\text{dBm} = 1 \text{ Watt}$$



Viene quindi considerata una potenza totale in uscita di 8 Watt, ossia di 39 dBm.

In questo caso, indicando la Potenza di uscita, si è tenuto in conto del contributo di tutti i canali, anche considerando che la somma di canali di pari potenza subisce comunque un decremento di 3 dB per coppia nel momento in cui i canali stessi passano attraverso il branching.

Il guadagno di antenna, che dovrebbe essere maggiore di 16 dBi, viene considerato cautelativamente nelle analisi previsionali pari a 18 dBi.

Effettuando una simulazione di una antenna, con queste caratteristiche di guadagno, potenza in ingresso, e considerando un antenna con un half power beam width (hpbw) di 20° sul piano H e 33° sul piano E, è stata calcolata con il software GHERAP conforme alla Guida DEI 211-10 la posizione dell'isolinea a 6 V/m (valore di attenzione e obiettivo di qualità per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza prolungata) su un piano



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F1</td> <td style="text-align: left;">30/05/2012</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F1	30/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F1	30/05/2012						

orizzontale passante per il centro elettrico (Figura 3.7)

Qui si può vedere come la distanza dove, lungo la direzione di massima propagazione, viene raggiunto il valore di 6V/m è di 20.51 metri dal centro elettrico dell'antenna.

Per la stessa antenna, l'isolinea a 20 V/m (limite di esposizione per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza non prolungata, identificabile in permanenze minori di 4 ore), su un piano orizzontale passante per il centro elettrico, è rappresentata in Figura 3.8.

Qui si può vedere come la distanza dove, lungo la direzione di massima propagazione, viene raggiunto il valore di 20V/m è di 6.16 metri dal centro elettrico dell'antenna.

Le Figure 3.9-3.10 mostrano le stesse isolinee a 20 V/m con riferimento ad un piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna e diretto verso la direzione di massima irradiazione dell'antenna stessa. La Figura 3.11 riporta la visualizzazione 3D delle isolinee 6V/m (linea blu) e 20V/m (linea rossa).

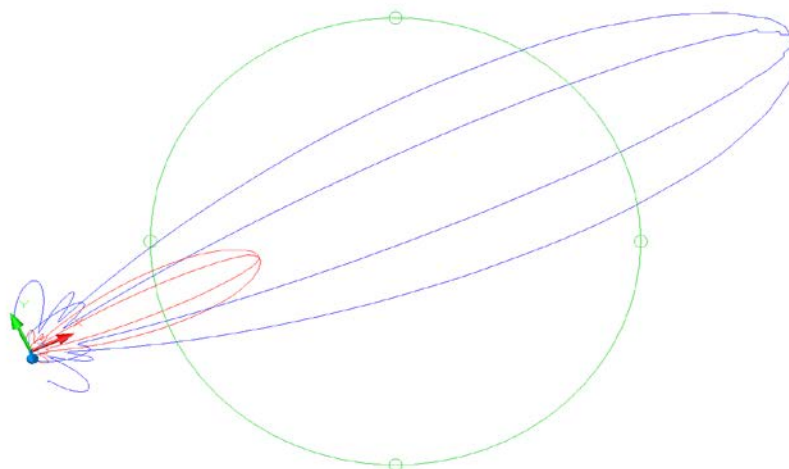




Figura 2.7 3D isolinee 6V/m (linea blu) e 20V/m (linea rossa)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89	<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

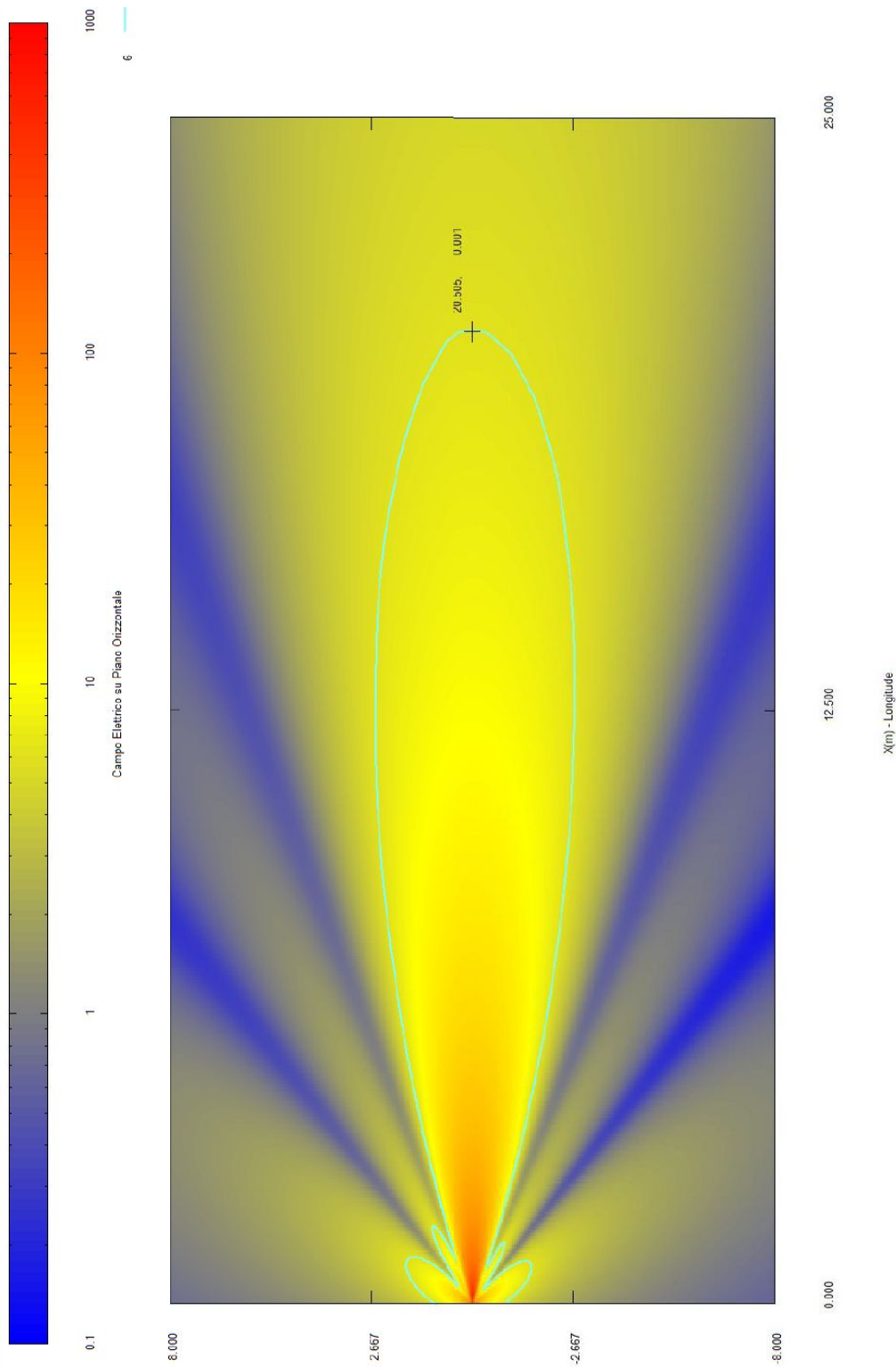




Figura 2.8 Campo elettrico su piano orizzontale X-Y e isolina 20V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

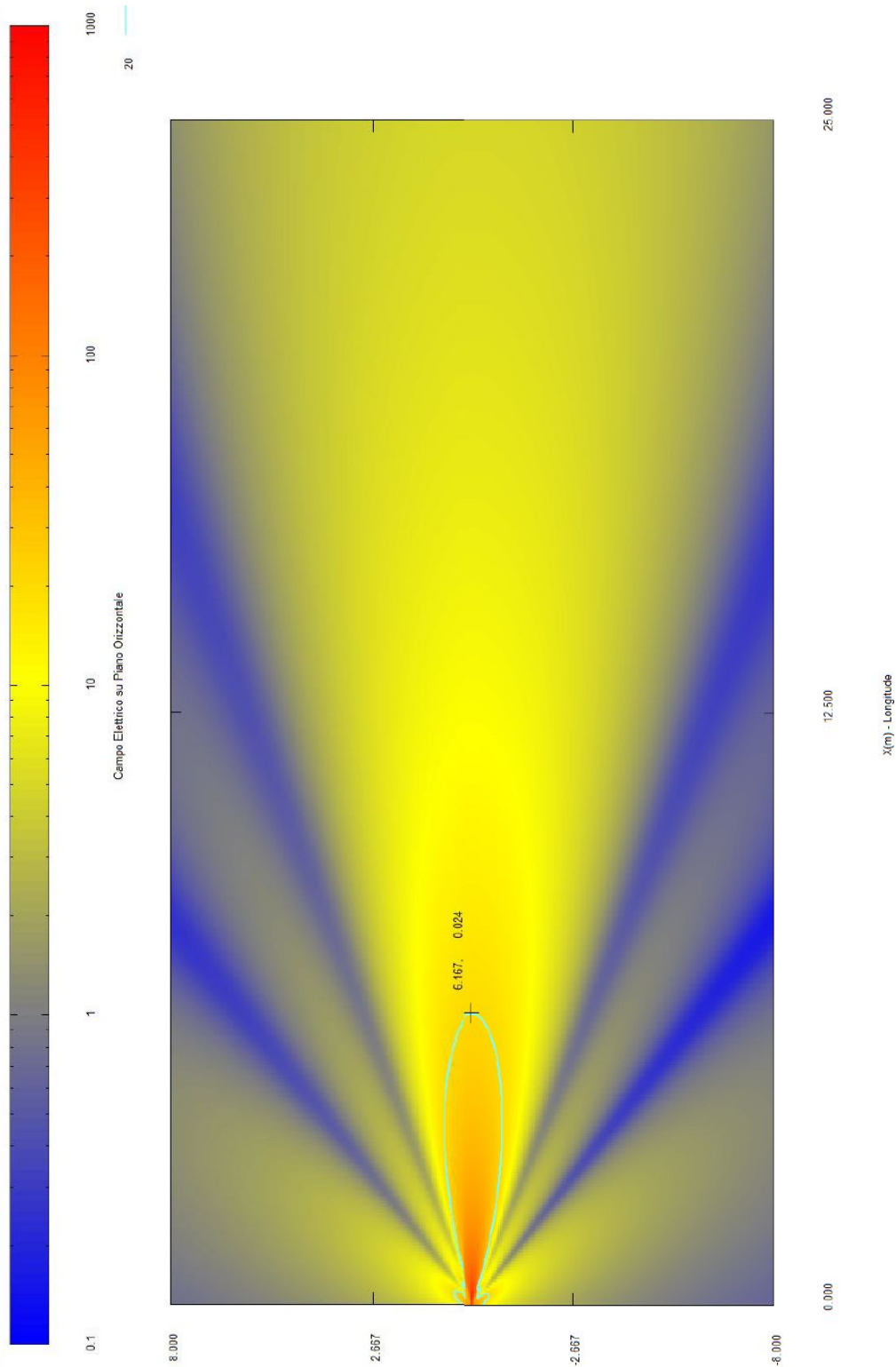




Figura 2.9 Campo elettrico su piano orizzontale X-Y e isolinea 6V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89	<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

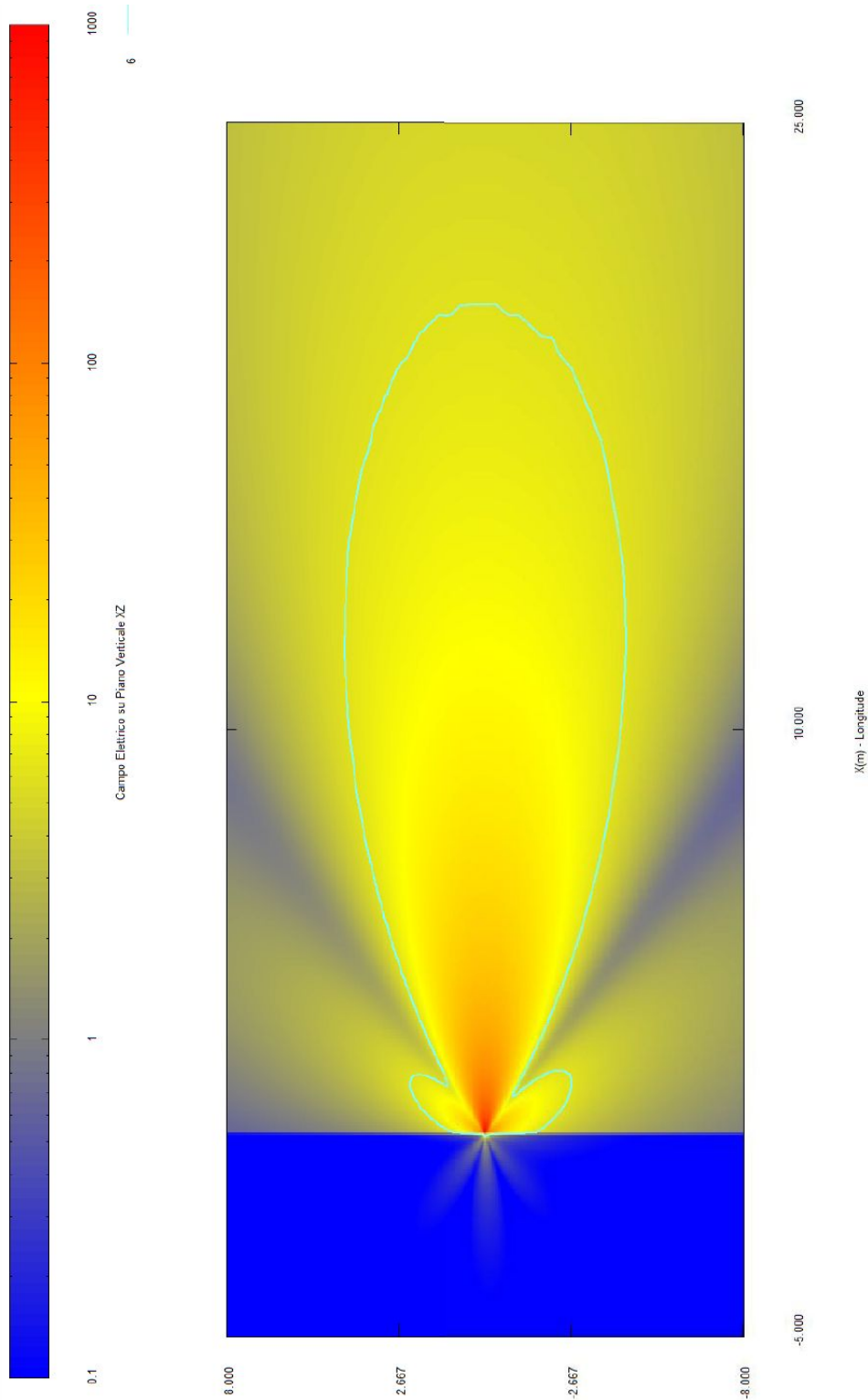




Figura 2.10 Campo elettrico su piano verticale X-Z e isolina 20V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Rev</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F1</td> <td style="text-align: center;">30/05/2012</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F1	30/05/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F1	30/05/2012						

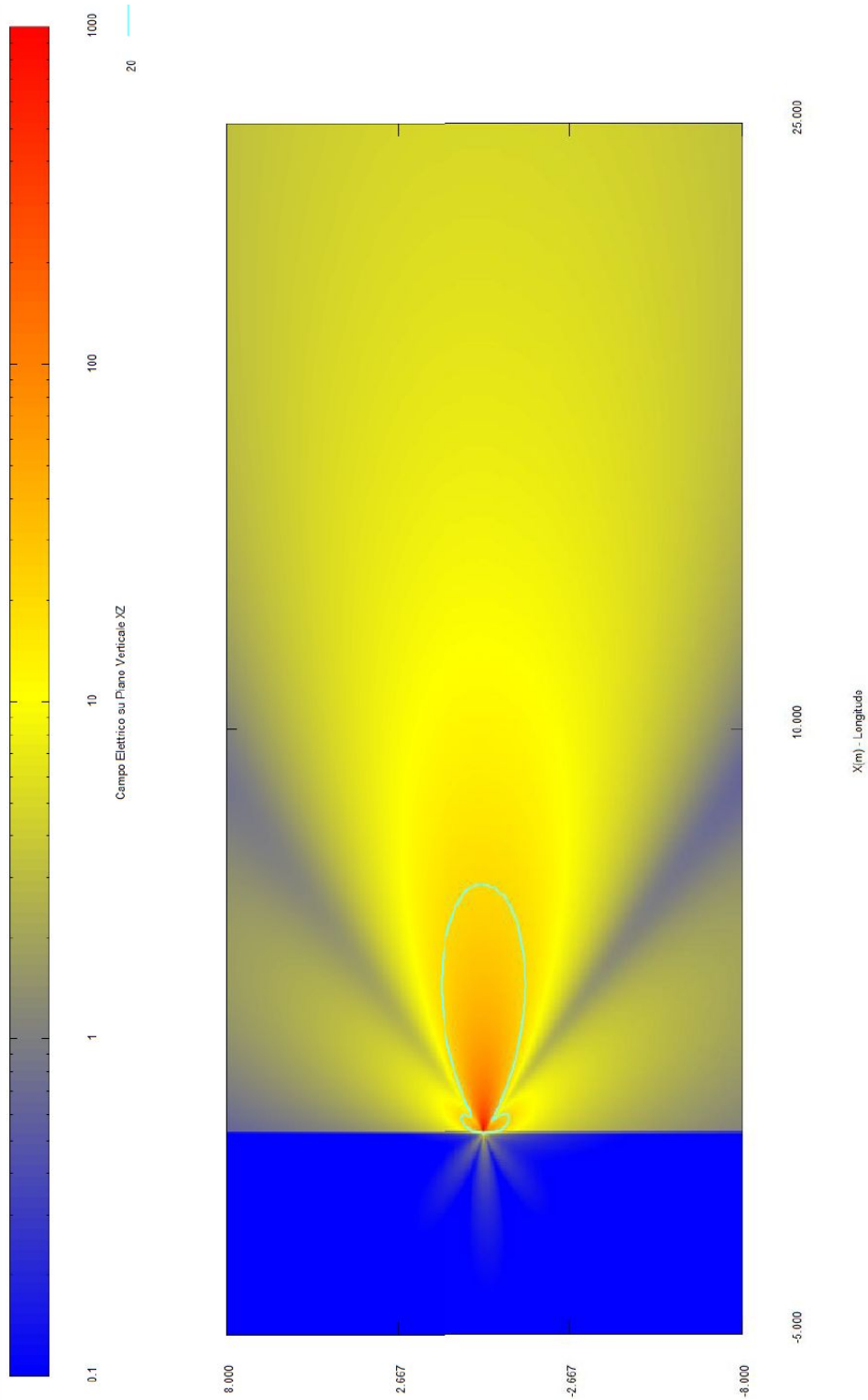




Figura 2.11 Campo elettrico su piano verticale X-Z e isolina 6V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

## 2.1.5 Analisi previsionale CEM GSM/UMTS gallerie stradali

In analogia alle gallerie ferroviarie, anche l'analisi previsionale preliminari della radiopropagazione GSM/UMTS destinata alle gallerie stradali necessita di ipotesi di lavoro e di informazioni anticipate rispetto a quanto dovrà essere dettagliatamente definito in sede di Progetto Esecutivo.

Tutte le 11 antenne vengono considerate antenne direzionali per prelevare il segnale presente in aria ed instradarlo, dopo il passaggio attraverso gli elementi attivi da ubicarsi in prossimità delle torri stesse, verso le gallerie. Questi segnali, verranno poi elaborati (filtrati, amplificati) e, attraverso un convertitore elettro-ottico, trasferiti su fibra ottica che viaggerà sino alle gallerie.



Qui, oltre ad una serie di cavi radianti (o antenne) opportunamente distanziate all'interno della galleria, verranno situate anche 3 antenne Tetra ed una antenna PS sui portali esterni delle gallerie, al fine di dare copertura (per i segnali Tetra e PS) anche alle aree esterne immediatamente adiacenti l'ingresso delle gallerie.

### 2.1.5.1 Antenne presenti sulla torre

Per quanto riguarda le 11 antenne sulle torri vengono fatte le seguenti ipotesi:

- 4 antenne GSM/UMTS: valgono le ipotesi fatte al Capitolo 1.4 in merito alla galleria ferroviaria, e cioè che ogni gestore utilizzi una sola antenna per ricetrasmettere, verso la cella donatrice, sia il segnale GSM che quello DCS che quello UMTS. Verranno utilizzati gli stessi parametri, ossia viene ipotizzato che ognuna delle 4 antenne (riservate ai 4 gestori) sia di tipo direzionale e che venga alimentata con una potenza di 8 W, che sia caratterizzata da un guadagno di 18 dB e che abbia un half power beam width (hpbw) di 20° sul piano H e 33° sul piano E.
- 3 antenne Tetra: vengono ipotizzate come dedicate a 3 gestori diversi dei servizi di sicurezza. Ogni antenna viene alimentata al connettore con una potenza di 2W (33dBm) ed ha un guadagno di 12 dB.
- Antenna PS, VVF ed FM: vengono considerate come antenne direttive, con guadagno di 10dB ed alimentate con potenza di 10W.

Per quanto riguarda il contributo congiunto di varie antenne, ai fini del calcolo del campo elettrico in un dato punto dello spazio, è da considerare che nel caso della galleria ferroviaria erano presenti antenne funzionanti nelle stesse bande (GSM/UMTS) e, quindi, con l'obbligo di non puntare nella stessa direzione (pena la desensibilizzazione del ricevitore della cella donatrice). Si ipotizza che questa caratteristica possa valere anche per le antenne Tetra, le quali devono puntare

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

in direzioni diverse e, conseguentemente, non è necessario sommare il contributo di due o tre antenne Tetra.

Per quanto riguarda invece le antenne PS, VVF ed FM, queste vengono considerate come funzionanti a frequenze diverse, sia tra di loro che rispetto alle antenne Tetra e GSM/UMTS. Conseguentemente esse possono anche puntare, in termini di principio, nella stessa direzione, perché in questo caso il rumore trasmesso non giungerebbe ai vari ricevitori a causa dell'effetto dei filtri di banda. Allo stesso modo, anche due antenne, una Tetra ed una GSM/UMTS possono puntare (in termini di principio) verso la stessa direzione, perché il divieto è per antenne dello stesso tipo (o tutte Tetra o tutte GSM/UMTS, ma non per una antenna Tetra ed una GSM/UMTS).



È comunque da ribadire che il puntamento di antenne verso la stessa direzione, e quindi la loro contribuzione congiunta al valore di campo elettrico in un dato punto dello spazio, è una cosa difficilmente verificabile, che in questa sede viene ipotizzata al solo fine di una valutazione cautelativa dell'impatto elettromagnetico. In buona sostanza, il caso peggiore o "worst case" è quello in cui una antenna Tetra, una GSM/UMTS, una PS, una VVF, una 118 ed una FM puntino nella stessa direzione. Al fine di utilizzare nelle simulazioni la stessa antenna con guadagno di 18dB utilizzata nelle simulazioni del precedente caso di radio copertura ferroviaria, vengono modificati i parametri di potenza appena menzionati, al fine di mantenere lo stesso EIRP per una data antenna (Tabella 3.1).

	<b>PS</b>	<b>VVF</b>	<b>118</b>	<b>FM</b>	<b>Tetra</b>	<b>GSM/UMTS</b>
Guadagno dell'antenna scelta (dB)	10	10	10	10	12	18
Guadagno dell'antenna scelta	10	10	10	10	15.85	63
Potenza in Ingresso (W)	10	10	10	10	2	8
EIRP	100	100	100	100	31.7	504
Potenza (W) da dare in ingresso ad una antenna con G=18dB per avere lo stesso EIRP (1) calcolato	1.58	1.58	1.58	1.58	0.5	8

(1) EIRP (acronimo di Equivalent Isotropic Radiated Power, ossia potenza isotropica irradiata equivalente), si intende una misura di densità di potenza radio irradiata da un'antenna.

Tabella 2.1 Sintesi dati "worst case" EIRP

Attraverso questo calcolo, la condizione di puntamento delle antenne PS, VVF, 118, FM, 1 Tetra, 1 GSM/UMTS nella stessa direzione, equivale alla situazione in cui una antenna da 18dB di guadagno venga alimentata con una potenza al suo connettore di ingresso di:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

$$1.58*4 + 0.5 + 8 = 14.82 \text{ W}$$

Ossia di circa 15 Watt, contro gli 8 W delle torri asservite alla radio copertura ferroviaria. Conseguentemente, la distanza, lungo la direzione di massima irradiazione, per avere un valore uguale a 6V/m, si sposta dal valore di 20.51 m (calcolato nel caso delle torri per la radio copertura ferroviaria) ad un valore di 28.08m, derivante da:

$$20.51 * \sqrt{\frac{15}{8}} = 28.08$$

Allo stesso modo, la distanza, lungo la direzione di massima irradiazione, per avere un valore uguale a 20V/m, si sposta dal valore di 6.16 m (calcolato nel caso delle torri per la radio copertura ferroviaria) ad un valore di 8.44m, derivante da:

$$6.16 * \sqrt{\frac{15}{8}} = 8.44$$

### 2.1.5.2 Antenne presenti sul portale di ingresso alle gallerie

Le antenne presenti sul portale di ingresso alle gallerie sono 3 antenne tetra ed 1 antenna PS. In questo caso le antenne tetra possono puntare verso la stessa direzione, non essendoci il vincolo di trasmettere rumore verso celle donatrici (si è infatti ipotizzato che queste antenne abbiano l'unico scopo di coprire radio elettricamente l'area esterna alle gallerie). Quindi l'analisi previsionale considera in questo caso sia le 3 antenne Tetra che l'antenna PS come dipoli a mezz'onda, ossia come antenne omnidirezionali sul piano orizzontale (con guadagno uguale  $G = 2.14 \text{ dB} = 1.64$ ).

Vengono ipotizzati i seguenti livelli di potenza



$$\text{Antenna Tetra} = 3 \times 10\text{W}$$

$$\text{Antenna PS} = 10\text{W}$$

Il sistema è stato considerato nelle simulazioni come un singolo dipolo a mezz'onda alimentato con una potenza di 40W. L'analisi previsionale fornisce le seguenti elaborazioni:

- Figura 3.12 - Isolinea a 6 V/m su piano orizzontale passante per il centro elettrico dell'antenna
- Figura 3.13 - Isolinea a 20V/m su piano orizzontale passante per il centro elettrico dell'antenna





		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

- Figura 3.14 - Isolinea a 6 V/m su piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna
- Figura 3.15 - Isolinea a 20 V/m su piano verticale passante per il centro elettrico dell'antenna
- Figura 3.16 - Rappresentazione in ambiente CAD di tutte le isolinee precedenti (quelle a 6V/m sono in blu, quelle a 20V/m sono in rosso). Il centro elettrico dell'antenna è situato nel punto di coordinate  $x,y,z = 0,0,0$

Come è possibile evincere dalle mappature su piano orizzontale e verticale, il limite per il campo elettrico di 6V/m (valore di attenzione e obiettivo di qualità per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza prolungata) lo otteniamo ad una distanza dal centro elettrico dell'antenna di 7.4 metri.

Invece per quanto riguarda il limite di 20 V/m (limite di esposizione per il campo elettrico, valido ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001, nel caso di esposizioni della popolazione in corrispondenza di permanenza non prolungata, identificabile in permanenze minori di 4 ore) lo otteniamo ad una distanza dal centro elettrico dell'antenna di 2.23 metri

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

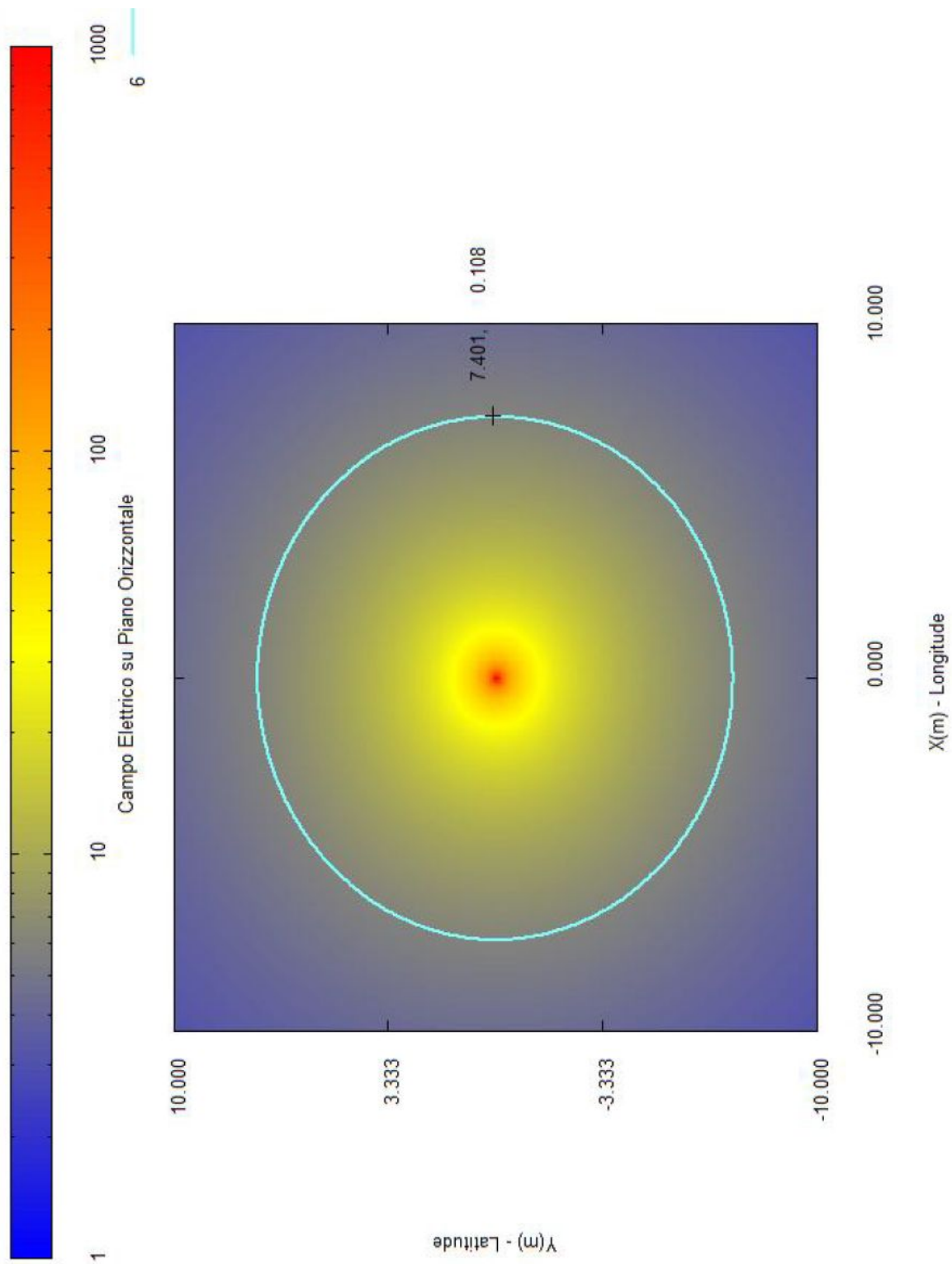




Figura 2.12 Campo elettrico su piano X-Y e isolina a 6 V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

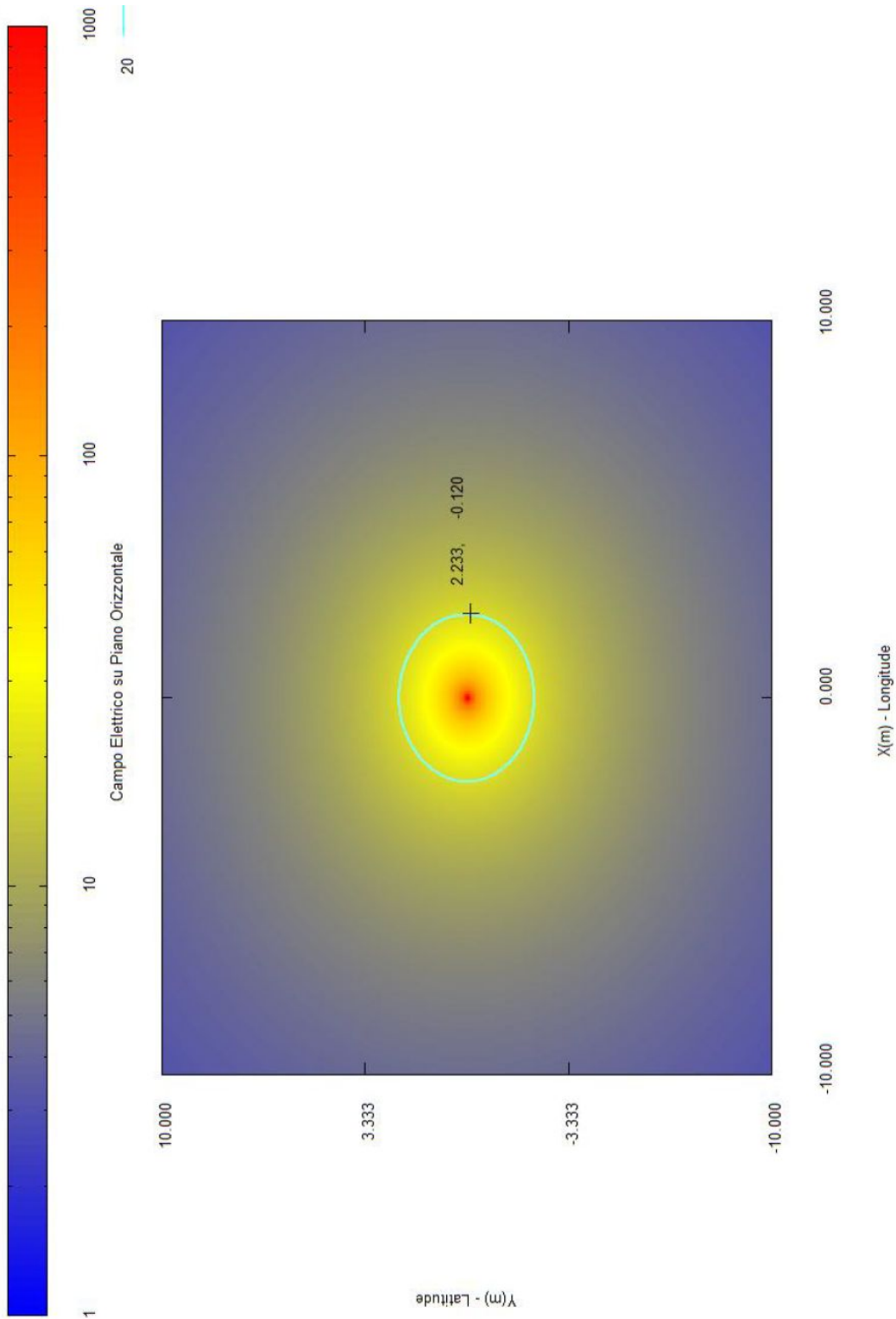




Figura 2.13 Campo elettrico su piano X-Y e isolinea a 20 V/m

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

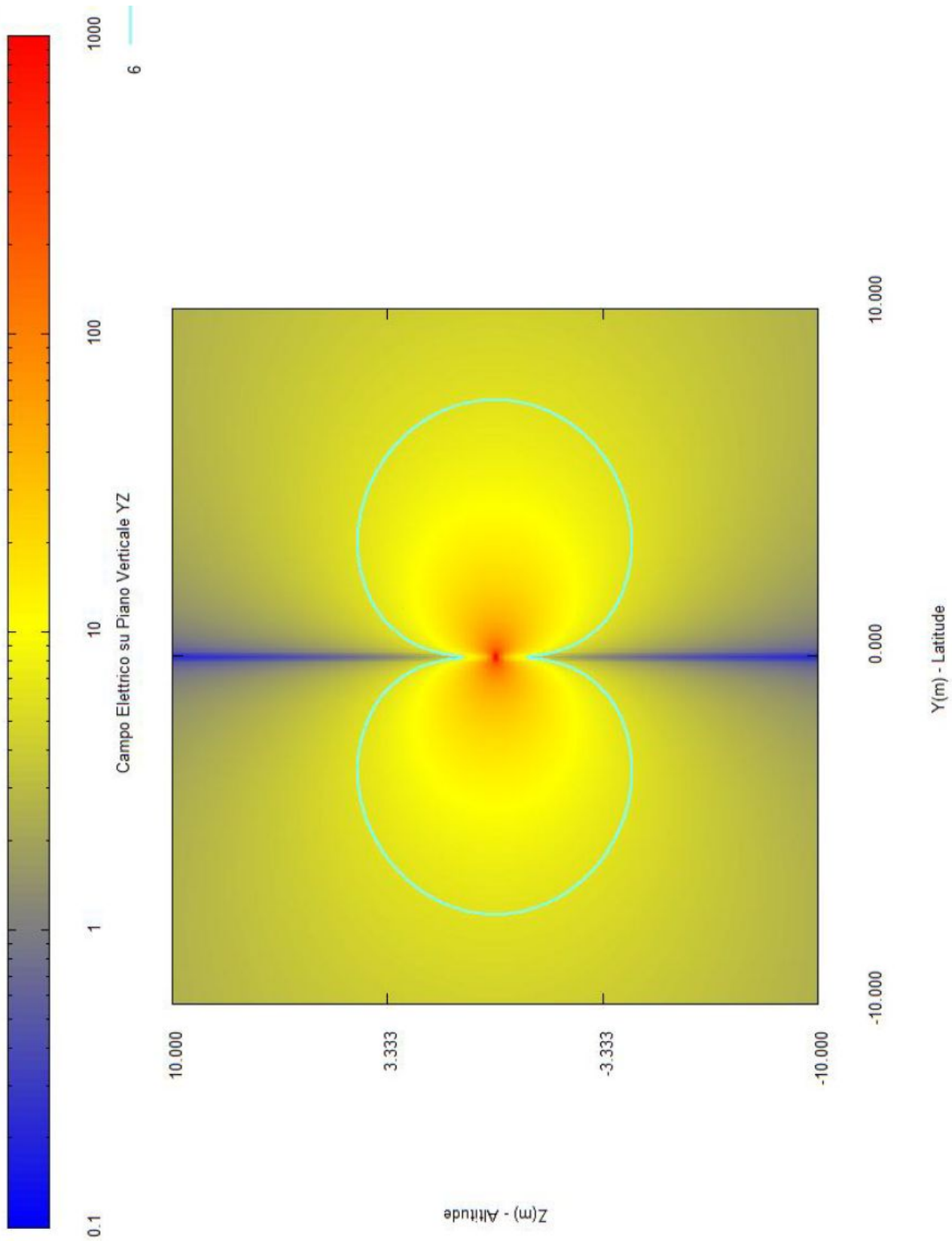




Figura 2.14 Isolinea a 6 V/m su piano verticale Y-Z

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

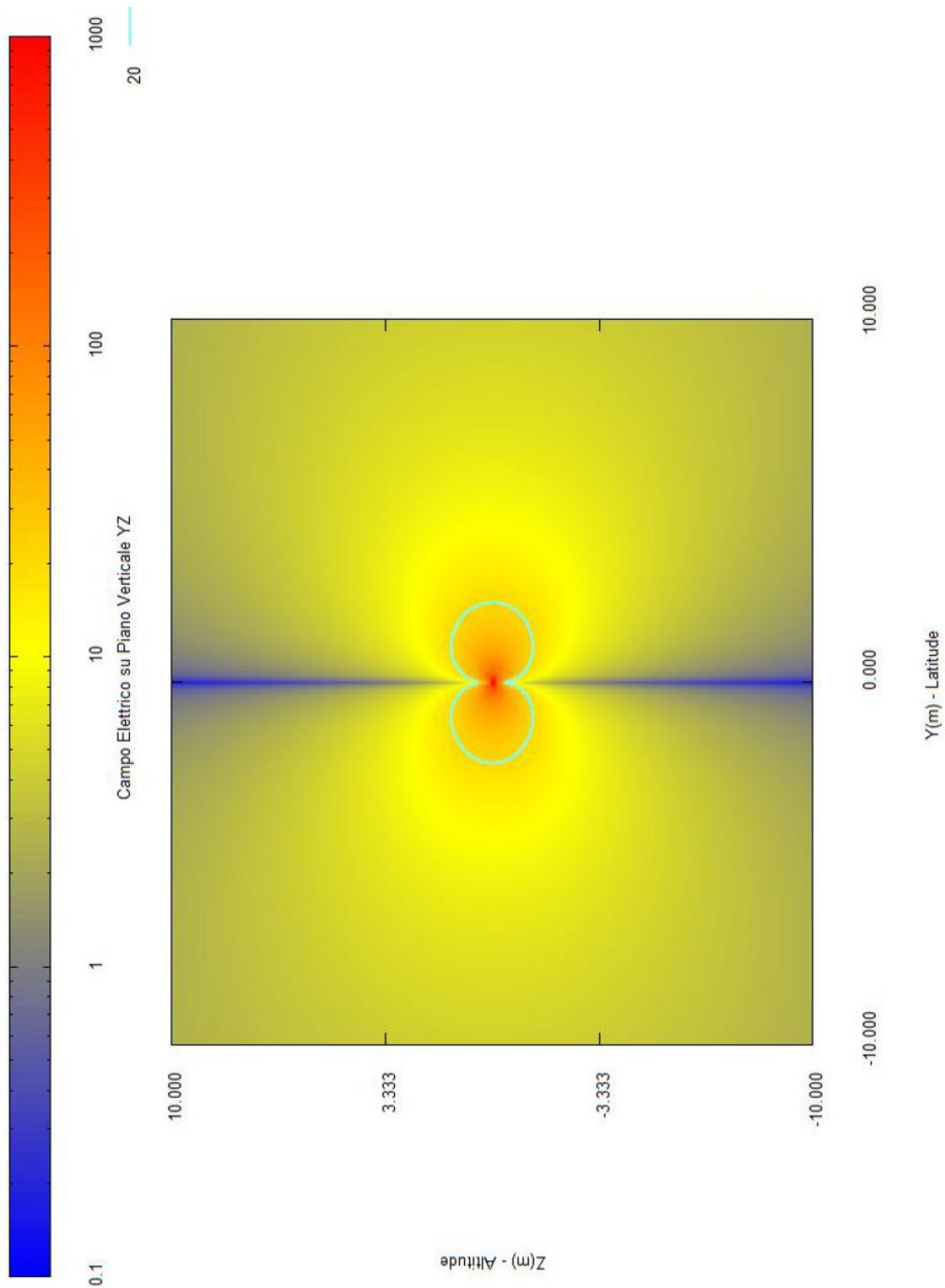




Figura 2.15 Isolinea a 20 V/m su piano verticale Y-Z

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

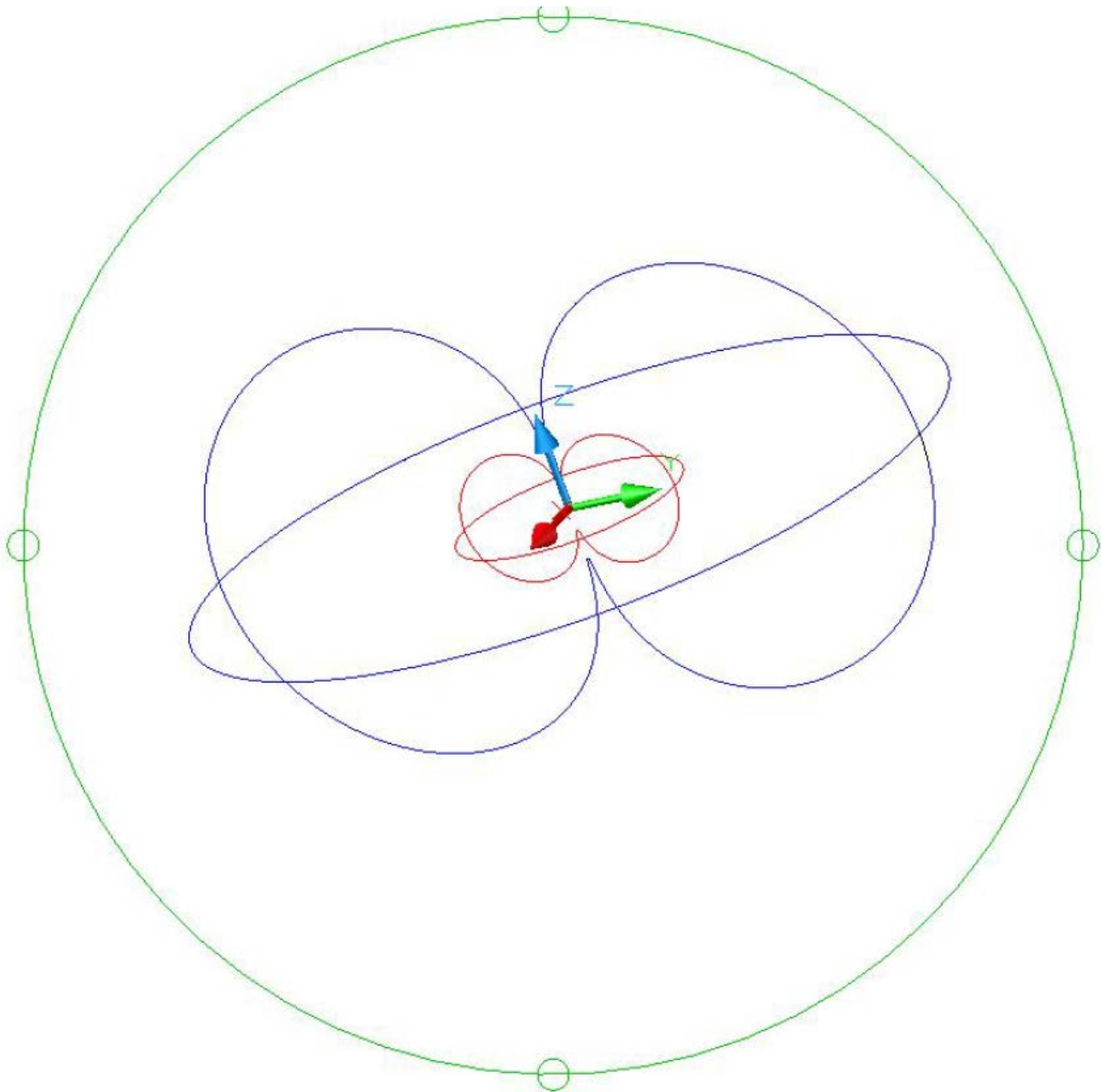




Figura 2.16 Isolinee a 6V/m in blu e 20V/m rosso

### 2.1.6 Conclusioni

I sistemi valutati in termini di impatto sul campo elettromagnetico sono due:

- Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie ferroviarie (composto, ai fini dell'impatto elettromagnetico, dalle antenne sulle torri).
- Sistema esterno finalizzato alla radio copertura di gallerie stradali (composto, ai fini

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89		<i>Codice</i> VIAS089_F1.doc	<i>Rev</i> F1	<i>Data</i> 30/05/2012

dell'impatto elettromagnetico, sia dalle antenne sulle torri che da quelle sui portali in ingresso alle gallerie).

Per ognuno dei sistemi di cui sopra sono state effettuate delle simulazioni di campo elettrico nelle condizioni ipotizzate, del tutto preliminari rispetto a quanto potrà essere definito in sede di Progetto Esecutivo, sia in termini di localizzazione che di architettura.

La posizione del sistema di antenne esterne sarà definito in P.E. in stretto accordo con gli operatori pubblici (TIM, Vodafone, Wind, H3G) interessati alla trasmissione radio in galleria con l'obiettivo di garantire sia condizioni di ricezione/trasmissione ottimali, sia il rispetto dei limiti di esposizione.

L'analisi previsionale ha permesso di anticipare, con un insieme di ipotesi cautelative, le isolinee rappresentanti i valori a 6V/m e 20V/m, rispettivamente valore di attenzione e obiettivo di qualità il primo, e limite di esposizione il secondo, ai sensi del DPCM 08/07/2003 attuativo della Legge Quadro 36/2001 sulla protezione della popolazione dai possibili effetti derivanti dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.



Le isolinee permettono di definire dei volumi "di rispetto", ossia delle zone di spazio all'esterno delle quali è possibile stazionare, nel caso di isolina a 20V/m, o permanere prolungatamente (ad esempio abitare), nel caso di isolina a 6V/m.

Nelle successive fasi di P.E. dovranno essere garantite le aree di rispetto indicate in **Tabella 3.2**.

È in ogni caso immediato riscontrare che tali distanze massime, dell'ordine di alcune decine di metri, non determinano alcun problema in termini di inserimento delle antenne all'interno del perimetro di pertinenza delle opere in progetto, che potrà avvenire nel pieno rispetto della normativa di settore e del sistema ricevitore ivi presente.

<b>RADIO COPERTURA</b>	<b>Limite di esposizione della popolazione</b>	<b>Valore di attenzione e obiettivo di qualità</b>
	20V/m	6V/m
	Possibile stazionamento per tempi < 4 ore	Possibile permanenza prolungata
R.C. FERROVIARIA Antenna sulla torre	6,16 m	20,51 m
R.C. STRADALE Antenne sulla torre	8,44 m	28,08 m
Antenne sul portale di ingresso	2,23 m	7,4 m

Tabella 2.2 Distanze di rispetto per il possibile stazionamento (meno di 4 ore) e per la permanenza

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO</p>		
<p>RISPOSTA INTEGRAZIONE LATO SICILIA ID89</p>		<p><i>Codice</i> VIAS089_F1.doc</p>	<p><i>Rev</i> F1</p>	<p><i>Data</i> 30/05/2012</p>