

Dipartimento ARPAV di Rovigo
Servizio Controllo Ambientale**U.O. Fisica Ambientale**

Rif. Pratica: AF8709/HF

PROGRAMMA DI CONTROLLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BERGANTINO

- IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE E VALUTAZIONE MODELLISTICA -

INDICE:

PREMESSA

1. SORGENTI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI IN AMBIENTE URBANO

- 1.1. GLI APPARATI PER TELECOMUNICAZIONE
- 1.2. IMPIANTI RADIOFONICI E TELEVISIVI
- 1.3. I PONTI RADIO
- 1.4. GLI IMPIANTI PER TELEFONIA MOBILE

2. LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

- 2.1. ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE
- 2.2. ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI NON GENERATI DA IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE
- 2.3. INSTALLAZIONE E MODIFICA DEGLI IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE

3. IL DATABASE REGIONALE DEGLI IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE

4. IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE NEL COMUNE DI BERGANTINO

5. LA VALUTAZIONE TEORICA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

- 5.1. LA PROPAGAZIONE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO
- 5.2. LE PROCEDURE DI VALUTAZIONE
- 5.3. I RISULTATI DELLA VALUTAZIONE MODELLISTICA

6. CONCLUSIONI

PREMESSA

A seguito della richiesta di un controllo delle emissioni elettromagnetiche da parte dell'Amministrazione del Comune di Bergantino, pervenuta in data 12/12/2017 ns. prot. 118012, il Dipartimento Provinciale ARPAV di Rovigo ha redatto il presente rapporto relativo alla valutazione teorica dei campi elettromagnetici generati da impianti per telecomunicazioni presenti nel territorio comunale di Bergantino.

Il documento contiene la valutazione numerica georeferenziata (mappatura) del campo elettromagnetico a radiofrequenza del centro di Bergantino, ottenuta tramite tecniche modellistiche a partire dai dati radioelettrici degli impianti emittenti, con un approccio di tipo cautelativo.

Successivamente, a completamento dell'attività di controllo, verrà redatto un secondo documento di sintesi che raccoglierà i risultati dei controlli strumentali. Le misure, sia puntuali che monitoraggi, verranno eseguite sulla base dei risultati della valutazione teorica e sulla base della disponibilità di siti idonei ad ospitare la strumentazione per le misure prolungate (centraline).

1. SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO IN AMBIENTE URBANO

Il rapido e diffuso aumento delle attività umane che utilizzano l'energia elettrica ha modificato il fondo elettromagnetico presente nelle case, negli ambienti di lavoro e nell'ambiente in genere.

Al fondo elettromagnetico naturale si sono aggiunti fenomeni elettromagnetici di origine artificiale quali quelli generati in ambito industriale, medico, domestico e recentemente nel settore delle telecomunicazioni.

Lo spettro elettromagnetico e i relativi campi di applicazione è molto ampio e, considerando le sole "radiazioni non ionizzanti" (NIR), varia così come di seguito indicato:

Denominazione	Acronimo	Intervallo di frequenze	Lunghezza d'onda
Frequenze estremamente basse	ELF	1 Hz ÷ 300 Hz	300'000 km ÷ 1'000 km
Frequenze intermedie	IF	300 Hz ÷ 10 MHz	1'000 km ÷ 30 m
Radiofrequenze	RF	10 MHz ÷ 300 GHz	30 m ÷ 1 mm

Nel settore ELF le sorgenti più diffuse sono le linee elettriche a frequenza di 50 Hz per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione dell'energia elettrica, gli elettrodomestici e tutti i dispositivi elettrici ad uso domestico, industriale, medico etc..

Nel settore delle radiofrequenze le esposizioni ai campi elettromagnetici sono dovute principalmente agli impianti per telecomunicazioni, la cui diffusione ha subito, nel corso degli ultimi 20 anni, uno sviluppo esponenziale dovuto principalmente all'enorme espansione del settore della telefonia mobile.

Più che alla presenza di altre fonti di emissione, è proprio a questa espansione, resa particolarmente visibile dall'installazione di un gran numero di stazioni radio base soprattutto nelle aree urbane, che si deve la sensibilizzazione dell'opinione pubblica al problema dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici.

1.1. GLI APPARATI PER TELECOMUNICAZIONI

Gli impianti per telecomunicazione rappresentano le principali sorgenti artificiali di campi elettromagnetici ad alta frequenza, ossia con frequenze tra i 100 kHz e i 300 GHz, che comprendono sia le radio frequenze (100 kHz - 300 MHz) che le microonde (300 MHz - 300 GHz).

Tale denominazione raggruppa diverse tipologie di apparati tecnologici, tra le quali le più diffuse sono:

- Impianti di diffusione radiotelevisiva (RTV: radio e televisioni), con diversi sistemi: Radio digitale (DAB), Televisione digitale terrestre (DVB-T);
- Ponti radio (impianti di collegamento per telefonia fissa e mobile e radiotelevisivi);
- Impianti per la telefonia mobile (o cellulare), chiamati anche stazioni radio base (SRB), Sistemi Wi-Fi, Sistemi Wi-Max;

In generale un impianto per radiotelecomunicazione, sia esso radiotelevisivo, per telefonia mobile, radar o ponte radio, è dato dall'insieme delle apparecchiature che permettono la diffusione o il trasferimento di segnali attraverso onde elettromagnetiche ad una determinata frequenza, o range di frequenza, e con una determinata potenza. Quest'ultima è una delle caratteristiche dei sistemi trasmissivi da cui dipende l'entità dell'emissione dei campi elettromagnetici.

In sostanza, per svolgere la loro funzione, gli impianti per radiotelecomunicazione devono emettere verso l'esterno, con la massima efficienza, l'energia elettromagnetica generata e amplificata dal trasmettitore; questa emissione avviene attraverso apparati trasduttori composti da dispositivi (antenne) che operano la trasformazione di un segnale elettrico in energia elettromagnetica irradiata nello spazio libero.

La trasmissione può essere di tipo broadcasting oppure di tipo direttivo: nel primo caso l'antenna deve diffondere il segnale su aree abbastanza vaste per raggiungere il maggior numero di utenti possibile, mentre nel secondo le antenne costituiscono un ponte radio, cioè un collegamento tra due punti posti in visibilità ottica tra di loro.

Sono un esempio di impianti broadcasting i sistemi di diffusione radiotelevisiva e le stazioni radio base, che sostanzialmente differiscono per le potenze impiegate e quindi per le aree di territorio coperte: i primi hanno spesso potenze superiori al kW e, a seconda della loro quota di installazione, coprono bacini di utenza che interessano anche più province, mentre le SRB impiegano potenze di decine/centinaia di Watt e di solito interessano aree di qualche chilometro.

Attualmente nel panorama delle radiotelecomunicazioni si sta assistendo ad una forte evoluzione tecnologica dei sistemi di diffusione dei segnali, con lo sviluppo di tecniche di trasmissione sempre più avanzate, di tipo digitale, che permettono un'offerta sempre più ampia e diversificata di servizi (multimediali e interattivi) agli utenti, dovendo trasmettere una grande mole di informazioni tra loro eterogenee e garantire al tempo stesso un'elevata efficienza dei servizi offerti.

La rapida trasformazione, tuttora in essere, delle reti di radiotelecomunicazione ha riguardato sia le reti di telefonia mobile, con l'entrata sul mercato, in via di consolidamento, del sistema cellulare multimediale di terza (UMTS) e quarta (LTE) generazione, sia la rete per la diffusione dei segnali radiotelevisivi, con la transizione dalla trasmissione analogica a quella digitale e quindi la comparsa dei primi sistemi di diffusione in tecnica digitale sonora (DAB: Digital Audio Broadcasting) e televisiva (DVB: Digital Video Broadcasting).

I nuovi sistemi di diffusione in tecnica digitale dovrebbero garantire un minor impatto ambientale, dal momento che le potenze utilizzate per questo tipo di trasmissione risultano inferiori a quelle tradizionalmente usate per le trasmissioni in tecnica analogica.

1.2. IMPIANTI RADIOFONICI E TELEVISIVI

Gli impianti radiofonici e televisivi coprono bacini d'utenza molto ampi, che vanno tipicamente dall'area urbana (installazioni su traliccio o su edifici) ad aree sovracomunali, provinciali e regionali (installazioni su colline circostanti, sui crinali delle montagne).

I sistemi trasmissivi radiotelevisivi possono essere costituiti da una singola antenna o più frequentemente da più antenne distribuite su schiere di elementi, dette cortine o facce, diversamente orientate nello spazio, a formare sistemi d'antenna complessi.

Le antenne degli impianti televisivi sono di norma costituite da pannelli singoli o in combinazione tra loro, mentre le antenne radiofoniche sono tipicamente costituite da elementi lineari (antenne filiformi), anch'esse in genere a schiera.

Per coprire aree molto vaste gli impianti radiotelevisivi devono essere alimentati da potenze elevate, mediamente di qualche centinaia o migliaia di Watt. Generalmente gli impianti televisivi sono più direttivi di quelli radiofonici, vale a dire che concentrano tutta l'emissione in un fascio più stretto; la maggior direttività permette l'utilizzo di potenze inferiori. Inoltre, l'introduzione della TV digitale ha consentito una notevole riduzione della potenza di funzionamento degli apparati televisivi.

Le installazioni radiotelevisive possono alloggiare, oltre ai sistemi trasmettenti, anche antenne con funzione di collegamento punto-punto (ponti radio), ed una singola installazione può ospitare più impianti di diverse emittenti (co-siting). Installazioni di soli ponti radio radiotelevisivi si ritrovano frequentemente all'interno dei centri abitati, in genere in corrispondenza degli studi di trasmissione.

Impianti radiofonici in FM



Impianti televisivi



Nel caso di installazioni in vicinanza di ambienti abitativi o di luoghi frequentabili dalla popolazione, gli impianti radiotelevisivi costituiscono le sorgenti di inquinamento elettromagnetico, ad alta frequenza, più critiche a causa dell'entità dei campi elettromagnetici generati; infatti, nonostante si tratti di sorgenti presenti sul territorio in numero molto inferiore rispetto alle installazioni di telefonia mobile, le loro caratteristiche emissive e, in particolare, le potenze impiegate, producono le esposizioni più elevate ai campi elettromagnetici.

Tuttavia, l'allarme sociale associato alla presenza di tali impianti risulta spesso più contenuto rispetto a quello provocato dalle stazioni radio base.

1.3. I PONTI RADIO

I ponti radio sono dei sistemi trasmissivi che garantiscono il collegamento radio tra due punti a distanza anche di parecchi km, trasportando segnali di varia natura. In pratica, le onde elettromagnetiche vengono utilizzate in alternativa ai cavi o alle fibre ottiche.

Vengono utilizzati per:

- controllo impianti
- trasmissione dati
- collegamento studio - postazione dei ripetitori
- attività di soccorso

Generalmente vengono utilizzate antenne paraboliche, che sono tra le antenne più direttive. Dato che tutta la potenza viene concentrata in un lobo di pochi gradi, il collegamento in ponte radio necessita di potenze estremamente basse, dell'ordine dei centesimi o millesimi di Watt. Le frequenze di trasmissione vanno da 1 GHz a 100 GHz.

Per il corretto funzionamento di un collegamento in ponte radio, detto anche punto a punto, è necessario che non ci siano ostacoli nella direzione del collegamento.



1.4. GLI IMPIANTI PER TELEFONIA MOBILE

Le stazioni radio base (SRB) sono gli impianti della telefonia mobile che ricevono e ritrasmettono i segnali dei telefoni cellulari, consentendone il funzionamento.

La propagazione di questi segnali avviene in bande di frequenza diverse, tra i 900 e i 2600 MHz, a seconda del sistema tecnologico utilizzato: GSM (900 MHz), DCS (1800 MHz), UMTS (900 e 2100 MHz) e LTE (800, 1800 e 2600 MHz).

Le SRB sono distribuite sul territorio in maniera capillare in funzione della densità di popolazione e vengono prevalentemente concentrate nelle aree urbane densamente abitate. A seconda del numero di utenti serviti e del volume di traffico dati, le SRB sono distribuite con distanze che vanno dalle poche centinaia di metri nelle grandi città fino a diversi chilometri nelle aree rurali.

Ogni SRB è in grado di servire una porzione di territorio limitata, detta "cella", le cui dimensioni dipendono dalla densità degli utenti da servire nell'area, dalla tipologia di servizi da fornire, dall'altezza delle installazioni, dalla potenza impiegata e dalla tipologia dell'antenna utilizzata. Oltre a questi fattori i gestori di telefonia mobile devono tenere conto, nella realizzazione della rete, delle molteplici attenuazioni generalmente presenti in ambiente urbano e non (muri, vegetazione, ecc). La limitazione dell'area delle celle viene quindi compensata da un maggior numero di installazioni nel territorio.

Una caratteristica fondamentale delle trasmissioni per telefonia cellulare, diversamente da quelle per la diffusione radiotelevisiva, è la bi-direzionalità delle comunicazioni che avvengono tra la rete

radiomobile, costituita dalle SRB installate in una determinata area, ed i terminali mobili (telefoni cellulari) degli utenti. La ridotta capacità di trasmissione di un cellulare influenza quindi le dimensioni della cella.

Una SRB di un determinato gestore è costituita, in genere, da tre settori diversamente orientati nello spazio al fine di garantire la copertura del servizio in tutta l'area circostante. L'introduzione delle moderne antenne multifrequenza, che permettono la trasmissione contemporanea di più segnali a diverse frequenze e modulazioni, consente di realizzare settori costituiti da un'unica antenna in grado di fornire sistemi di diversa tecnologia (GSM, DCS, UMTS e LTE).

Le antenne delle SRB tradizionali sono generalmente montate su tralicci o pali alloggiati sul terreno, oppure vengono installate sulle torri di acquedotti, o ancora, soprattutto in ambiente urbano, vengono montate su paline fissate al tetto di edifici (installazione roof top).

Le altezze di installazione risultano di norma comprese tra 15 e 50 metri.

Su una stessa struttura possono essere presenti più SRB di diversi gestori (co-siting). Le installazioni inoltre possono essere fisse o mobili; queste ultime, in genere costituite da pali cosiddetti carrellati, hanno carattere provvisorio, essendo legate ad esigenze di servizio particolari (manifestazioni, fiere, aree soggette a flusso turistico stagionale).

SRB installate sulle coperture degli edifici (roof-top)



SRB installate sulle coperture degli edifici (roof-top)



SRB installata su palo



In alcune zone dei centri urbani, alle SRB di tipo tradizionale si affiancano quelle micro e picocellulari, ossia sistemi a corto raggio d'azione che garantiscono la copertura del servizio nelle aree a maggior traffico telefonico (microcelle) e negli ambienti interni (picocelle: estensori di copertura).

Tali sistemi sono caratterizzati da un minor impatto visivo rispetto alle normali SRB e dall'uso di potenze estremamente basse che permettono installazioni anche a pochi metri dal suolo (circa 3 metri), in genere sulla parete di edifici o all'interno di insegne.

Microcella



Nelle SRB, accanto alle antenne trasmissive sono frequentemente presenti parabole per i collegamenti punto-punto (ponti radio) al servizio delle stesse SRB.

Le potenze impiegate dalle stazioni radio base variano da qualche milliwatt (nel caso delle micro e pico-celle) ad alcune decine/centinaia di Watt, in base al numero ed alla tipologia di servizi presenti.

I livelli di emissione di una SRB non sono costanti ma variano nel tempo in funzione della distanza dei terminali serviti e del numero di utenti del servizio (tipicamente sono più bassi nelle ore notturne). Si rileva in genere una ciclicità giornaliera ed anche settimanale i cui andamenti dipendono anche dalla tipologia e destinazione d'uso dell'area di territorio interessata (es. residenziale, commerciale ecc.). In generale comunque l'altezza delle installazioni, le potenze impiegate e la tipologia delle antenne utilizzate, fanno sì che nelle aree circostanti gli impianti per telefonia mobile i valori di campo elettromagnetico risultino ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativo.

2. LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DA IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE

Il 07/03/2001 è stata pubblicata la legge 22/02/2001 n° 36 “*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*”; che ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la legge 36/2001 si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

Non rientrano, invece, nell'ambito di applicazione della L. n. 36/2001 i casi di esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici. Agli apparecchi ed ai dispositivi di uso domestico, individuale e lavorativo si applicano esclusivamente le disposizioni di cui agli articoli 10 e 12 della stessa legge 36/2001 che prevedeva l'emanazione di uno specifico provvedimento.

Ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera a), della legge 22/02/2001 n° 36 è stato emanato il DPCM 08/07/2003, pubblicato sulla G.U. del 28/08/2003, che stabilisce i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico.

Il DPCM 08/07/2003, “*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.*”, stabilisce per la popolazione i limiti di esposizione massimi non superabili di campo elettrico, campo magnetico e di densità di potenza per le frequenze in esame, nonché i valori di attenzione, che costituiscono misure di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine. I valori di attenzione non devono essere superati all'interno di edifici adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore e loro pertinenze esterne che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari.

Il DPCM fissa anche degli obiettivi di qualità numericamente uguali ai valori di attenzione, ma validi all'aperto nelle aree intensamente frequentate come definite al comma 2 dell'art.4.

I limiti di esposizione ed i valori di attenzione non superabili corrispondenti alle misure di cautela sono riportati nelle tabelle 1 e 2 rispettivamente.

Tab. 1: **Limiti d'esposizione** (massimi ammissibili per la popolazione)

Frequenza f (MHz)	Campo elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)	Densità di potenza P _{eq} (W/m ²)
0.1 < f ≤ 3 MHz	60	0.20	--
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0.05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0.10	4

Tab. 2: **Valori di attenzione** (protezione da effetti a lungo termine)

Frequenza f	Campo elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)	Densità di potenza P _{eq} (W/m ²)
100 kHz < f ≤ 300 GHz	6	0.016	0.10

Sono stati evidenziati i limiti da considerare per gli impianti in oggetto.

Le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici di frequenza compresa tra 100 kHz e 3000 MHz, inizialmente stabilite dall'art. 6 del DPCM 8/07/2003, sono state modificate dall'art. 14, comma 8, lettera b) del Decreto-legge 18 ottobre 2012, n.179 “*Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese*”. Le valutazioni sono state pertanto eseguite secondo quanto stabilito dalla nuova normativa.

2.2 ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI NON GENERATI DA IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE

Il DPCM 8/07/2003 "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." stabilisce inoltre, all'art. 4, che per i campi generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi (elettrodomestici, cellulari, etc.), si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.

In tabella n. 3 sono riportati i valori limite dei livelli di campo elettrico, magnetico, ed elettromagnetico per bande di frequenza, nell'intervallo 0 Hz – 300 GHz (Tabella n. 2 della Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999

Sono stati evidenziati i limiti da considerare nella banda delle frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.

**Tabella n. 3: Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz, valori efficaci RMS non perturbati).
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μ T)	Densità di potenza S_{eq} (W/m^2)
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1-8 Hz	10'000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10'000	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	-
3-150 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	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	f/200
2-3.000 GHz	61	0,16	0,20	10

Note:

- 1 - f come indicato nella colonna della gamma di frequenza;
- 2 - Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , e B^2 devono essere calcolati come media su qualsiasi periodo di 6 minuti;
- 3 - Per le frequenze che superano 10 GHz, S_{eq} , E^2 , H^2 , e B^2 devono essere ottenuti come media su qualsiasi periodo di $68/f1,05$ minuti (f in GHz);
- 4 - Non è fornito alcun valore di campo E per le frequenze <1 Hz, perché di fatto sono campi elettrici statici. Per la maggior parte delle persone la sensazione fastidiosa di cariche elettriche di superficie non è avvertibile a intensità di campo inferiori a 25 kV/m. Le scariche che provocano stress o disturbo vanno evitate.

2.3 INSTALLAZIONE E MODIFICA DEGLI IMPIANTI PER TELECOMUNICAZIONE

In data 16 settembre 2003 è entrato in vigore il decreto legislativo n.259 “Codice delle Comunicazioni elettroniche”, del 1 agosto 2003, che definisce, a livello nazionale, le modalità autorizzative e procedurali per l’installazione e la modifica degli impianti radioelettrici di telecomunicazioni.

Il D.Lgs. 259/03 prevede che il gestore del servizio di telecomunicazione, cioè il soggetto che ha ottenuto la concessione all’utilizzo delle frequenze da parte del Ministero delle Comunicazioni, presenti all’Ente Locale una istanza di autorizzazione o una denuncia di inizio attività, a seconda che l’impianto da installare trasmetta con potenza superiore o inferiore a 20 W. Il gestore è tenuto ad allegare alla richiesta la documentazione tecnica di descrizione dell’impianto.

Il D.Lgs. 259/03 prevede inoltre che, per ogni tipo di impianto e indipendentemente dalla potenza di trasmissione, ARPAV esprima un parere sulla compatibilità del sistema trasmettente con le soglie di campo elettromagnetico fissate dalla Legge 22/02/2001 n. 36 e dal DPCM 8/07/2003; il pronunciamento dell’ARPAV deve avvenire entro 30 giorni dal ricevimento dell’istanza di autorizzazione o della denuncia di inizio attività.

3. IL DATABASE REGIONALE DEGLI IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE

ARPAV ha sviluppato, a partire dal 2000, un catasto regionale georeferenziato degli impianti per telecomunicazioni a radiofrequenza e un software per il calcolo del campo elettromagnetico generato dagli stessi. I livelli di campo elettromagnetico così valutati sono anch’essi georeferenziati e pertanto sovrapponibili alla cartografia regionale informatizzata.

Il catasto informatico regionale degli impianti per telecomunicazione contiene le informazioni anagrafiche, geografiche e radioelettriche di tutti gli impianti dedicati alle trasmissioni radiotelevisive e al servizio di telefonia mobile, nonché ai sistemi trasmissivi per le reti a banda larga (WLL). Sono inventariati i sistemi funzionanti, quelli di prossima installazione che hanno ottenuto il parere favorevole dell’ARPAV, e anche gli apparati dismessi.

ARPAV ha inoltre realizzato una versione del catasto degli apparati per telecomunicazioni consultabile via internet da parte delle Amministrazioni Comunali, Provinciali, della Regione. Le informazioni visualizzate sono aggiornate in tempo reale, ossia ogni modifica introdotta è immediatamente disponibile alla consultazione.

L’utilizzo del programma di simulazione modellistica dei campi elettromagnetici emessi dagli impianti, aggiornati in tempo reale, permette di fornire valutazioni previsionali che considerano non solo il contributo degli apparati funzionanti, ma anche le future installazioni e le modifiche degli impianti esistenti.

Le valutazioni numeriche vengono elaborate sia per l’emissione dei pareri preventivi, previsti dal D.Lgs 259/03, e sia per eseguire uno screening modellistico per diagnosticare le eventuali situazioni con valori di critici di campo, al fine di pianificare le misure di controllo sugli impianti esistenti.

4. IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONE NEL COMUNE DI BERGANTINO

Per la determinazione numerica dei livelli di campo elettrico nel Comune di Bergantino sono stati considerati tutti gli impianti per telecomunicazioni entro un raggio di 4.5 km dal centro di Bergantino; in pratica sono stati considerati sia gli impianti esistenti e che i progetti di future installazioni che hanno ottenuto il parere favorevole dell’ ARPAV alla data del 31/12/2017. I dati degli impianti di telecomunicazioni sono riportati in **tabella n. 4**; come si nota dalla tabella, sono stati considerati anche i contributi emissivi degli impianti presenti nei comuni confinanti, di cui tre nel Comune di Castelnovo Bariano e sei nel Comune di Melara.

La mappa di **figura n. 1** illustra, in scala 1:15'000, le localizzazioni dei soli impianti presenti nel territorio comunale di Bergantino.

Tabella n. 4: impianti utilizzati per eseguire le simulazioni numeriche

Gestore	Codice Sito	Nome Sito	Indirizzo	Comune	Stato
Polesine TLC	RO_WLL_06	Bergantino	Via delle Battaglie	Bergantino	attivo
Wind Tre	RO3202A	Bergantino	Via Roma	Bergantino	attivo
Aria - Tiscali	RO005RA_A	Bergantino	Via A.Manzoni c/o Centrale Telecom	Bergantino	attivo
Wind Tre	RO020_U900	Bergantino	Via Battaglie c/o depuratore	Bergantino	attivo
Vodafone Italia	RO4635B	Bergantino-SSI	P.zza Squassabia c/o centrale Telecom	Bergantino	attivo
Telecom Italia	RO33_B	Bergantino-Melara	Via Roma c/o Centrale Telecom	Bergantino	attivo
Telecom Italia	RO70	Castelnovo Bariano	Via Gramignazzi 26	Castelnovo Bariano	attivo
Vodafone Italia	RO4639A	Castelnovo Bariano	Via Gramignazzi 26	Castelnovo Bariano	attivo
Vodafone Italia	RO4639A	Castelnovo Bariano	Via Gramignazzi 26	Castelnovo Bariano	Parere favorevole
Polesine TLC	RO_WLL_25	Melara	Via della Chiesa, c/o Ecocentro	Melara	attivo
Aria - Tiscali	RO014RA_B	Melara	SS n.482 Alto Polesana, c/o Telecom	Melara	attivo
Telecom Italia	RO75	RO Melara	Via Marzari	Melara	attivo
Vodafone Italia	RO3859A	Melara	via Marzari, c/o cimitero comunale	Melara	attivo
Wind Tre	RO079_var1	Melara	Via Marzari, c/o cimitero comunale	Melara	attivo

5. LA VALUTAZIONE TEORICA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

5.1 LA PROPAGAZIONE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Le modalità di propagazione dei campi elettromagnetici dipendono dalle dimensioni della sorgente e dalla distanza del punto di misura da questa.

Per distanze "r" superiori alla distanza di Rayleigh, pari al massimo dei due valori λ e $2D^2/\lambda$, dove D è la massima dimensione dell'elemento radiante, λ la lunghezza d'onda della radiazione emessa, il campo elettromagnetico ha le caratteristiche di "campo lontano", vale a dire la propagazione avviene nelle condizioni di onda piana. Le intensità del campo elettrico E (V/m), del campo magnetico H (A/m) e della densità di potenza S (W/m²) sono legate dall'espressione:

$$E\left(\frac{V}{m}\right) = \sqrt{\frac{377 \cdot P \cdot G \cdot A_0 \cdot A_v}{4\pi r^2}}$$

$$H\left(\frac{A}{m}\right) = \frac{E(V/m)}{377}$$

$$S\left(\frac{W}{m^2}\right) = E\left(\frac{V}{m}\right) \cdot H\left(\frac{A}{m}\right)$$

con:

$P(W)$ = potenza efficace massima all'apparato d'antenna

G = guadagno dell'antenna

r = distanza dal centro elettrico della sorgente

A_0 = attenuazione sul piano orizzontale

A_v = attenuazione sul piano verticale.

Nella zona di “*campo radiativo vicino*”, definita come la zona compresa tra la distanza di transizione (al massimo pari a 3λ) e la distanza di Rayleigh, la struttura dei campi è più complessa, ma le distribuzioni dell'intensità e delle fasi dei campi elettrico e magnetico variano in maniera pressoché proporzionale. Quindi anche in questa zona è possibile utilizzare con buona approssimazione i concetti di impedenza d'onda costante pari a Z_0 come nel caso di propagazione in campo lontano. Nella zona di campo vicino radiativo la formula per il calcolo del campo elettrico sopra riportata fornisce generalmente valori conservativi.

Pertanto nella zona di campo radiativo è sufficiente calcolare solo il campo elettrico o magnetico, in quanto le tre grandezze E (V/m), H (A/m) e S (W/m²) sono correlate.

Nella zona di “*campo vicino reattivo*”, che si estende dalla sorgente fino alla distanza di transizione ed è generalmente $r < \lambda$, i fenomeni di propagazione della potenza sono assai ridotti e, conseguentemente, non vi è più correlazione tra le tre grandezze E (V/m), H (A/m) e S (W/m²). Anche la formula per il campo elettrico sopra riportata non è più applicabile.

I calcoli previsionali di campo elettrico, magnetico e di densità di potenza sono stati eseguiti nella zone di campo radiativo circostanti l'impianto emittente.

5.2 LE PROCEDURE DI VALUTAZIONE

La valutazione teorica del campo elettromagnetico prodotto dai sistemi per telecomunicazioni è stata realizzata utilizzando l'applicativo NIRGIS sviluppato da ARPAV/ORAF (Osservatorio Regionale Agenti Fisici).

L'applicativo NIRGIS consente la creazione di un sistema informativo geografico in grado di gestire l'archivio georeferenziato delle sorgenti a radiofrequenza (stazioni radio base, impianti radiofonici e televisivi, impianti per reti a banda larga) e la base cartografica, comprendente tematismi vettoriali relativa di edifici.

Tramite un algoritmo di calcolo, predisposto da ORAF, NIRGIS consente la mappatura dell'intensità di campo elettrico a radiofrequenza nel territorio e all'interno degli edifici.

Lo studio del sito è stato effettuato determinando l'intensità di campo elettrico in funzione della distanza dalla base dell'impianto sui piani orizzontali posti a diverse quote di altezza dal suolo.

Nello specifico, le valutazioni (n.29 tavole allegate) sono state effettuate considerando::

- tutti gli impianti per telecomunicazioni regolarmente comunicati o che hanno ottenuto parere ARPAV favorevole all'installazione, presenti entro 4.5 km dal centro del Comune di Bergantino, compresi quelli dei comuni confinanti;

- la configurazione radioelettrica dichiarata dai gestori;
- le antenne come sorgenti puntiformi collocate nel centro elettrico delle antenne stesse;
- il campo libero, vale a dire non considerando la conduttività del terreno, l'azione schermante di edifici, le perturbazioni determinate da eventuali ostacoli;
- l'ipotesi di "campo lontano", approssimazione valida rigorosamente per distanze dall'antenna $r > 2D^2/\lambda$ (D = massima dimensione dell'antenna, λ = lunghezza d'onda) corrispondenti, per gli impianti radio base, a distanze che variano da qualche metro fino ad un massimo di 20 m a seconda del modello di antenna installato
- per gli impianti dedicati al servizio di telefonia mobile, la situazione di massimo traffico telefonico, vale a dire tutti i trasmettitori funzionanti alla massima potenza, situazione che peraltro si verifica solo eccezionalmente;
- i dati cartografici relativi al territorio comunale di Bergantino, forniti gentilmente dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bergantino. I dati riguardanti gli edifici mancano dell'informazione relativa alla quota in gronda dei fabbricati e quindi non si è potuto calcolare il campo elettrico massimo all'interno degli stessi.

Dato che tutti gli impianti di telecomunicazioni del Comune di Bergantino si trovano in un'area ristretta (entro 1 km), si è scelto di effettuare i calcoli su un'area di calcolo corrispondente a un quadrato di lato 3 km (vedi figura n.1 allegata) centrato sia sugli impianti che sull'abitato.

Sono state quindi valutate diverse sezioni orizzontali di campo elettrico, con un "passo di griglia" di 1x1 metri. Data la variabilità delle quote del terreno nell'area di analisi, la simulazione è stata eseguita tenendo conto del DTM, vale a dire che le sezioni orizzontali sono state calcolate a varie altezze sul livello del suolo parallelamente alla quota campagna, così come modellizzata nel DTM.

Le altezze di calcolo vanno da 0 m fino a 24 m sul livello del suolo.

5.3 I RISULTATI DELLA VALUTAZIONE MODELLISTICA

Nelle Figure allegate da n.2 a n.5 viene riportato il risultato del calcolo del campo elettrico sull'intera area di calcolo alle quote di 1 m, 4 m, 7 m e 10 m sul livello del suolo. La scala utilizzata è 1:10:000.

Come si nota da tutte le sezioni orizzontali, il campo elettrico assume valori superiori a 0.5 V/m solo al centro dell'area di calcolo (in prossimità degli impianti emittenti), sono state pertanto riportate, per maggiore dettaglio, tutte le sezioni di campo elettrico in scala 1:5000 dalla quota di 0 m s.l.s. a 24 m s.l.s.

La tabella n. 5 fornisce il riepilogo delle sezioni con le relative quote di calcolo e scale.

Tabella n. 5: riepilogo delle figure

Figura n.	Altezza sezione [m s.l.s.]	Area	Scala
2	1	Intera sezione	1:10'000
3	4	Intera sezione	1:10'000
4	7	Intera sezione	1:10'000
5	10	Intera sezione	1:10'000
6	0	dettaglio	1:5'000
7	1	dettaglio	1:5'000
8	2	dettaglio	1:5'000
9	3	dettaglio	1:5'000
10	4	dettaglio	1:5'000
11	5	dettaglio	1:5'000
12	6	dettaglio	1:5'000
13	7	dettaglio	1:5'000
14	8	dettaglio	1:5'000

Figura n.	Altezza sezione [m s.l.s.]	Area	Scala
15	9	dettaglio	1:5'000
16	10	dettaglio	1:5'000
17	11	dettaglio	1:5'000
18	12	dettaglio	1:5'000
19	13	dettaglio	1:5'000
20	14	dettaglio	1:5'000
21	15	dettaglio	1:5'000
22	16	dettaglio	1:5'000
23	17	dettaglio	1:5'000
24	18	dettaglio	1:5'000
25	19	dettaglio	1:5'000
26	20	dettaglio	1:5'000
27	21	dettaglio	1:5'000
28	22	dettaglio	1:5'000
29	23	dettaglio	1:5'000
30	24	dettaglio	1:5'000

6. CONCLUSIONI

Dalle simulazioni numeriche, eseguite nelle configurazioni di massima potenza dichiarate dai gestori, risulta che il campo elettrico è ovunque inferiore a 6 V/m (valore di attenzione) fino ad una quota di 10 m sul livello del suolo, di norma corrispondente al terzo piano fuori terra di un edificio.

In ogni caso, dalle valutazioni modellistiche eseguite preliminarmente alle installazioni/modifiche degli impianti di telecomunicazioni, ai sensi dell'art.87 del D.lgs. 01/08/2003 n.259 "Codice delle Comunicazioni Elettroniche", non sono mai emerse criticità dato che nelle zone molto vicine al luogo di installazione degli impianti TLC, in cui il campo elettrico supera 6 V/m, non sono presenti edifici sufficientemente elevati da comportare superamenti del valore di attenzione.

Come anticipato in premessa, sulla base dei risultati della presente mappatura del campo elettrico e delle indicazioni del Comune di Bergantino verranno scelti i siti in cui eseguire le misure, sia puntuali che monitoraggi, del campo elettrico.

ALLEGATI

- n. 1 mappa**, scala 1:15'000, impianti telecomunicazione in Comune di Bergantino
- n. 4 sezioni**, scala 1:10'000, mappatura del campo elettrico quote da 1 a 10 m.s.l.s.
- n. 25 sezioni**, scala 1:5'000, mappatura del campo elettrico quote da 0 a 24 m.s.l.s.

Rovigo, lì 16/02/2018

Elaborazione e redazione documento

Alessandro ing. Lucchin (*Responsabile U.O. Fisica Ambientale*)

Myris dott. Erna