

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio

La pianificazione urbanistica per la tutela della salute
pubblica dall'esposizione ai campi elettromagnetici

*The planning for the protection of public health
from exposure to electromagnetic fields*

Relatore:

Prof. Francesco Pirotti

Laureando:

Nicola Bernardi

Matricola n. 618500

ANNO ACCADEMICO 2014/2015

«A bit of gossip starting in Washington reaches New York very quickly, even though not a single individual who takes part in spreading it travels between these two cities. There are two quite different motions involved, that of the rumor, Washington to New York, and that of the persons who spread the rumor. The wind, passing over a field of grain, sets up a wave which spreads out across the whole field. Here again we must distinguish between the motion of the wave and the motion of the separate plants, which undergo only small oscillations [...] The particles constituting the medium perform only small vibrations, but the whole motion is that of a progressive wave. The essentially new thing here is that for the first time we consider the motion of something which is not matter, but energy propagated through matter.»

(Albert Einstein and Leopold Infeld, *What is a wave?* in *The Evolution of Physics*)

Indice

Premessa.....	9
1. Introduzione.....	11
2. Normativa e competenze delle istituzioni.....	13
2.1 Normativa europea e competenze dell'Unione europea.....	13
2.2 Normativa nazionale e competenze dello Stato.....	14
2.3 Normativa regionale e competenze delle Regioni.....	15
2.4 Competenze degli Enti Locali.....	16
3. Norme tecniche.....	18
3.1 Misure a bassa frequenza.....	19
3.2 Misure ad alta frequenza.....	20
4. Elettrodotti: trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica	23
4.1 Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.....	23
4.1 Analisi territoriale della trasmissione dell'energia elettrica.....	24
4.2 Analisi delle linee elettriche ad alta e ad altissima tensione.....	25
4.3 Linee elettriche a media tensione.....	29
4.4 Linee elettriche a bassa e bassissima tensione.....	29
4.5 Sviluppo chilometrico delle linee elettriche.....	29
5. Impianti per la radio-telecomunicazione.....	32
5.1 L'esposizione della popolazione.....	33
5.2 L'indicatore "Distribuzione della popolazione residente esposta"	38
5.3 Esposizione a determinati livelli di CEM per tipologia di sorgente.....	40
6. Il Catasto Elettromagnetico e le fasce di rispetto.....	42
6.1 Il Catasto Elettromagnetico Nazionale.....	42
6.1.1 Caratteristiche e finalità.....	42
6.1.2 Dati del CEN.....	42
6.1.3 Rapporto con gli utenti.....	43
6.2 Il Catasto Elettromagnetico Regionale.....	43
6.3 Le fasce di rispetto: strumenti per la pianificazione.....	44
6.3.1 La Distanza di Prima Approssimazione.....	45
7. Metodi e strumenti per il rilevamento.....	51

7.1 Strumenti di previsione.....	51
7.2 Misure puntuali.....	51
7.3 Rete di monitoraggio in continuo.....	51
7.3.1 Architettura di una rete.....	52
7.3.2 Centraline di monitoraggio.....	52
7.4 Caratteristiche del campo da misurare.....	52
7.5 Caratteristiche della strumentazione.....	53
7.5.1 Basse frequenze.....	54
7.5.2 Alte frequenze.....	54
7.5.3 Sensori.....	54
7.5.3.1 Sensori capacitivi.....	55
7.5.3.2 Sensori induttivi.....	56
7.5.4 Minimizzazione degli errori di misura.....	56
7.6 Modalità di esecuzione delle misure e raccolta dei risultati.....	56
8. Strumenti per la rappresentazione.....	58
8.1 Software di utilità.....	58
8.2 Software di simulazione visiva.....	61
8.3 Software per l'analisi delle interferenze.....	63
9. Il progetto Carta di Idoneità Elettromagnetica.....	64
9.1 L'inquinamento elettromagnetico sul territorio.....	66
9.1.1 Densità degli impianti per telecomunicazioni.....	67
9.1.2 Densità delle potenze installate.....	69
9.1.3 Numero di pareri rilasciati.....	69
9.1.4 Verifica diretta dei livelli di inquinamento elettromagnetico.....	70
9.2 Lo studio CIE.....	72
9.2.1 La Carta di Idoneità Elettromagnetica.....	72
9.2.1.1 Caricamento su supporto GIS del PCA.....	72
9.2.1.2 Trasposizione delle classi acustiche in classi CIE.....	75
9.2.1.3 Rielaborazione della trasposizione.....	76
9.2.2 La Mappa dell'Esposizione Elettromagnetica.....	77
9.2.2.1 Selezione dell'area comunale da elaborare.....	80
9.2.2.2 Selezione degli impianti presenti nell'area da elaborare.....	80
9.2.2.3 Elaborazione della mappa dell'esposizione.....	81

9.2.3 La Carta delle Aree Critiche.....	85
9.2.3.1 Trasformazione del tema puntuale in tema poligonale.....	85
9.2.3.2 Sovrapposizione delle informazioni ottenute.....	86
9.2.3.3 Definizione delle criticità potenziali.....	87
10. Piani di Risanamento.....	88
10.1 L'importanza del Quadro Conoscitivo.....	89
10.2 Il Piano di Riassetto Analitico delle Emissioni Elettromagnetiche Territoriali.....	89
11. Conclusione.....	91
Bibliografia.....	92
Sitografia.....	94

Premessa

Il corso di studio in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio si propone di fornire e formare capacità professionali che garantiscano una padronanza completa delle attività e delle problematiche connesse con il riassetto del territorio e la riqualificazione del paesaggio: a tal fine, il corso di studio consente l'approfondimento di particolari ambiti professionali e l'ottenimento di uno specifico profilo occupazionale.

Il laureato sarà dunque in grado di svolgere ad un livello di elevata qualificazione: attività di lettura, analisi ed interpretazione del paesaggio e delle strutture territoriali ed ambientali – anche con l'uso di nuove tecnologie informatiche e di rilevamento e rappresentazione dei dati territoriali ed ambientali – nonché attività di collaborazione all'elaborazione di atti di programmazione, progettazione, costruzione, gestione e valutazione con riferimento al riassetto, recupero e valorizzazione del territorio e dell'ambiente ovvero alla tutela e riqualificazione del paesaggio.

La pianificazione urbanistica per la tutela della salute pubblica dall'esposizione ai campi elettromagnetici si propone dunque di mettere in luce un possibile campo occupazionale in cui è prevista una forte interazione sia con le istituzioni e gli Enti Locali – Regioni, Città metropolitane, Comuni, Consorzi, Autorità Territoriali e varie Agenzie – sia con privati operanti nell'ambito del riassetto del territorio e dell'ambiente ovvero nella tutela e riqualificazione del paesaggio.

Il primo capitolo introduce il tema e le finalità dell'elaborato evidenziando le motivazioni e le problematiche connesse all'inquinamento elettromagnetico e al processo di pianificazione; in particolare, sono stati evidenziati i principi guida sui quali si basa l'elaborato.

Il secondo e il terzo capitolo espongono rispettivamente il tema legislativo e il tema delle norme tecniche di riferimento per la tutela della salute pubblica dall'esposizione ai campi elettromagnetici: il secondo capitolo delinea infatti una panoramica sui ruoli e sulle competenze delle istituzioni, mentre il terzo capitolo descrive le norme tecniche per le misure dei campi a bassa e ad alta frequenza.

Il quarto e il quinto capitolo inquadrano le principali sorgenti di CEM: gli elettrodotti e gli impianti per le radio-telecomunicazioni. Questi capitoli si basano sulla proposta di una analisi territoriale e sull'uso di alcuni indicatori allo scopo di restituire una rappresentazione immediata dello stato di fatto di un generico territorio.

Il sesto capitolo discute invece i due principali strumenti di riferimento per la pianificazione urbanistica ovvero il Catasto delle Sorgenti Elettromagnetiche - nazionale e regionale - e lo

strumento delle fasce di rispetto.

Nel settimo e nell'ottavo capitolo sono delineati i principali strumenti di supporto per la progettazione e per la pianificazione territoriale ovvero i metodi e gli strumenti per il rilevamento ambientale e gli strumenti (software) per la rappresentazione dell'inquinamento sul territorio.

Il nono capitolo presenta invece il Progetto CIE ovvero un caso studio sulla Provincia di Alessandria che per la sua unicità è da ritenersi di riferimento per le politiche di pianificazione urbana e territoriale delle sorgenti.

Infine, il decimo capitolo tratta il tema del Piano di Risanamento delle sorgenti, un importante strumento introdotto dalla Legge 22 febbraio 2001, n. 36, per il risanamento delle sorgenti fuori norma o per l'insediamento di nuovi impianti e di nuove infrastrutture.

Il laureando

Università degli Studi di Padova

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

1. Introduzione

Il nostro stesso pianeta presenta un bassissimo campo magnetico naturale con il quale l'Uomo ha "imparato" a convivere; tuttavia, il campo magnetico artificiale di origine antropica è in forte crescita da decenni. D'altra parte, questa crescita è stata regolamentata e contenuta solamente con l'applicazione e l'osservanza di regole tecniche di buona costruzione degli impianti elettrici e radio-diffusivi ovvero con norme che hanno considerato solo gli effetti acuti dell'esposizione e le basse frequenze.

L'Uomo moderno vive dunque immerso in un mondo di campi utili sia alla comunicazione e al suo benessere materiale, ma i cui effetti non sono tutt'ora certi, né del tutto noti e probabilmente nemmeno innocui. L'ambiente – già fortemente compromesso da note forme di inquinamento – presenta una nuova forma di inquinamento che i nostri sensi non sono generalmente in grado di percepire immediatamente e sulla quale l'opinione pubblica e scientifica sono divise e non ancora certe sulle possibili conseguenze derivanti dall'esposizione.

L'obiettivo di questo lavoro non è quello di porre fine all'ormai storica questione sulla dannosità o innocuità derivante dall'esposizione ai campi elettromagnetici (CEM) generati dagli elettrodotti e dalle stazioni radio-base, bensì quello di ripercorrere la disciplina, i ruoli, gli strumenti e le decisioni che gli attori della pianificazione urbanistica hanno e potranno mettere in atto per la tutela della salute pubblica, in attuazione dell'art. 174 del Trattato istitutivo dell'Unione europea e dell'art. 32 della Costituzione italiana.

La preoccupazione dei cittadini verso questa forma di inquinamento crebbe a partire dagli anni Novanta in seguito alla comparsa dei primi studi epidemiologici che non escludevano rischi per la salute umana e per l'ambiente in generale; sebbene manchino dati certi sugli effetti di una possibile interazione tra questo agente fisico e gli organismi biologici, alcuni gruppi di ricerca scientifica hanno documentato una certa evidenza epidemiologica tra l'esposizione a taluni CEM e una maggiore incidenza del rischio.

Da un punto di vista normativo si è perciò presunto che tanto maggiore è l'esposizione alle onde elettromagnetiche, quanto più aumenta il rischio dell'insorgenza di anomalie – per esempio, del sistema linfatico – nell'età dell'infanzia.

I governi degli Stati europei hanno perciò dovuto regolamentare la loro pianificazione urbanistica nel rispetto e in applicazione del principio di precauzione (o di cautela) al fine di minimizzare o rendere totalmente nulla la vicinanza e il contatto con le rispettive fonti di

emissione.

Il principio di precauzione – già formulato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – afferma infatti che non si deve attendere che la scienza dimostri a posteriori gli effetti nocivi derivanti dall'esposizione ad agenti sospetti e che l'individuazione del valore di accettabilità deve essere fatta entro limiti di assoluta sicurezza, anche se il rischio è parzialmente ipotetico.

In particolare, il legislatore italiano ha risposto alle preoccupazioni dei cittadini con l'istituzione di un Gruppo di lavoro interministeriale, composto anche dalle amministrazioni del settore delle Comunicazioni e dell'Industria, il cui compito è stato quello di elaborare una bozza di disegno legge per la tutela della salute dall'esposizione ai CEM in tutto l'arco di frequenza tra 0 Hz e 300 GHz.

Oggi – approvato il disegno di legge – si può affermare che l'Italia sia stata dotata di una disciplina all'avanguardia e che importanti principi siano stati introdotti per la prima volta nel suo ordinamento giuridico; ricordiamo in particolare, il principio di precauzione, il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità.

2. Normativa e competenze delle istituzioni

Nel settore della pianificazione territoriale ed urbanistica le istituzioni e gli strumenti giuridici sono strutturati in modo gerarchico. L'Unione europea emana direttive alle quali gli Stati membri devono adeguarsi in quanto ad essa hanno ceduto parte della loro sovranità. A loro volta gli Stati membri emanano direttive alle Regioni: le direttive statali non devono contrastare in alcun modo con i principi espressi nei Trattati europei e con i diritti inviolabili presenti nelle rispettive carte costituzionali. Le Regioni, ultima istituzione in grado di legiferare, si devono adeguare alle direttive statali ma – a loro volta - possono imporre le loro direttive agli Enti Locali. Si ricorda inoltre che l'Unione europea non riceve direttive da alcuna istituzione, salvo il caso in cui essa abbia aderito a patti o convenzioni internazionali.

La Comunità europea – oggi Unione europea – si espresse in modo generale in materia di protezione della popolazione dall'esposizione ai CEM nella gamma di frequenze da 0 Hz (campi statici) fino a 300 GHz (campi variabili) con la Raccomandazione 1995/519/CE.

All'epoca, l'Italia vantava già due decreti sulla stessa materia, ovvero il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 e il Decreto Ministeriale 10 settembre 1998, n. 381. Tuttavia, a seguito della revisione del Titolo V, Parte II, della Costituzione sulle autonomie territoriali, la disciplina per la tutela dall'esposizione ai CEM costituì uno dei primi banchi di prova della riforma costituzionale stessa: sorsero infatti diversi contenziosi relativa alla potestà legislativa tra lo Stato e le Regioni ai quali la Corte Costituzionale pose termine.

2.1 Normativa europea e competenze dell'Unione europea

L'Unione europea non è intervenuta in questo settore con un atto vincolante, ma ha lasciato liberi gli Stati membri di introdurre – attraverso norme cogenti o volontarie – un quadro di limiti all'esposizione ai CEM che avesse come base di riferimento i valori indicati nella Raccomandazione. Questi valori sono stati individuati da uno studio della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP).

La scelta per una disciplina generale sulla protezione dai CEM fondata su un atto vincolante – giustificata con il richiamo al principio di proporzionalità dell'intervento delle istituzioni comunitarie (art. 5, par. 4, Trattato sull'Unione europea) – ha come ragione di fondo l'esigenza di bilanciare la tutela della salute con “gli altri benefici nel campo della salute e della sicurezza, che i dispositivi emittenti campi elettromagnetici arrecano alla qualità della vita nei settori come le

telecomunicazioni, l'energia elettrica e la sicurezza della popolazione” (considerando n. 7), il tutto in un quadro di incertezza delle indicazioni provenienti dalla Comunità scientifica circa il livello di nocività delle emissioni elettromagnetiche.

Il legislatore comunitario è intervenuto invece in maniera più incisiva nello specifico settore della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, ad esempio con:

- Direttiva del Consiglio 29 maggio 1990, n. 90/270/CEE (relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e di salute per le attività lavorative svolte su attrezzature munite di videoterminali);

- Direttiva del Consiglio 19 ottobre 1992, n. 92/85/CEE (concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute sul lavoro delle lavoratrici gestanti, puerpere o in periodo di allattamento);

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 29 aprile 2004, n. 2004/40/CE (sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici, in particolare dai CEM);

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 5 aprile 2006, n. 2006/25/CE (sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici, in particolare dalle radiazioni ottiche artificiali).

2.2 Normativa nazionale e competenze dello Stato

La normativa sull'emittenza radio-televisiva ha offerto soluzioni alla problematica della tutela dell'ambiente e della salute umana e all'esigenza di garantire la presenza delle reti di trasmissione al fine di prestare alcuni servizi sull'intero territorio dello Stato.

Accolto il principio di precauzione, il legislatore italiano lo ha esplicitato con la Legge 22 febbraio 2001, n. 36, statuendo che: “la presente legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad 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” (art. 1, Legge 22 febbraio 2001, n. 36).

Questa legge è infatti indirizzata alla tutela della salute della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, generati da qualsiasi impianto che operi nell'intervallo di frequenza da 0 Hz a 300 GHz e che emettano radiazioni nell'ambiente esterno o

interno; sono però escluse le applicazioni mediche per i pazienti esposti intenzionalmente per motivi diagnostici e terapeutici.

L'art. 4 descrive chiaramente le competenze e gli obblighi dello Stato: lo Stato ha l'obbligo di determinare i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, tenendo presente il preminente interesse nazionale per la definizione di criteri unitari e di normative omogenee; inoltre, ha il compito di definire le tecniche di misurazione e di rilevamento dell'inquinamento, nonché coordinare la raccolta e la diffusione dei dati.

Il legislatore ha assegnato allo Stato anche il compito di realizzare un Catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi e delle zone territoriali interessate al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente. Ne consegue che lo Stato ha il dovere di definire i tracciati degli elettrodotti con tensione a 150 kV e di stabilire una nuova disciplina per le autorizzazioni degli stessi.

Si ricorda infine che nel 1999 il legislatore italiano ha recepito la Direttiva 96/92/CE che ha introdotto la liberalizzazione del settore elettrico, consentendo il passaggio da un sistema di mercato monopolistico – in Italia, in capo ad Enel Distribuzione Spa – ad un sistema concorrenziale: per raggiungere gli obiettivi del Decreto Bersani, Enel fu inizialmente costretta a cedere la gestione della rete di trasporto dell'energia elettrica e successivamente anche la proprietà di queste.

2.3 Normativa regionale e competenze delle Regioni

L'art. 8 della Legge 22 febbraio 2001, n. 36, impone alle Regioni di riconoscere e rispettare i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, ovvero i criteri fissati dallo Stato, e nel rispetto delle competenze dello Stato e delle autorità indipendenti.

La legge impone alle Regioni di individuare i siti di trasmissione, gli impianti per la telefonia mobile, gli impianti radioelettrici e per la radiodiffusione; esse devono inoltre definire i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV, definire le modalità per il rilascio delle autorizzazioni per l'installazione degli impianti – in conformità dei criteri di semplificazione amministrativa – e tenendo conto dei campi preesistenti. In particolare, devono individuare gli strumenti e le azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, concorrere all'approfondimento delle conoscenze scientifiche sugli effetti a breve e a lungo termine per la salute, adottare – su proposta dei gestori e sentiti i Comuni interessati – dei Piani di Risanamento

necessari ad adeguare gli impianti radioelettrici ai valori imposti dalla legge. Pertanto le Regioni devono predisporre l'adozione di un Piano di Risanamento, individuare i siti e i tracciati degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV e, in maniera analoga allo Stato, realizzare un Catasto regionale delle sorgenti. Infine, è previsto che le Regioni collaborino con lo Stato per realizzare e gestire il Catasto delle sorgenti fisse.

La Corte Costituzionale ha chiarito che le Regioni possono fissare criteri localizzativi, standard urbanistici e prescrizioni per gli impianti che emettono CEM nel rispetto delle esigenze della pianificazione nazionale degli impianti; d'altra parte le Regioni non possono introdurre misure che impediscano o ostacolino ingiustificatamente l'insediamento delle infrastrutture di comunicazione o energetiche.

La Corte Costituzionale ha inoltre chiarito che le Regioni non possono stabilire valori soglia più rigorosi di quelli statali: quest'ultimi costituiscono infatti il punto di equilibrio tra esigenze contrapposte ovvero evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche e realizzare impianti necessari al Paese la cui individuazione è competenza dello Stato.

Pertanto, i criteri localizzativi regionali non devono essere trasformarsi in limitazioni alla localizzazione, ma devono sempre consentire una possibile localizzazione alternativa: per esempio, impedire di fatto la localizzazione degli impianti in caso di divieto di installazione in corrispondenza di aree sensibili come gli ospedali, gli asili, le aree limitate del territorio, gli immobili di interesse storico e culturale, i parchi urbani e le aree destinate ad attrezzature sportive.

2.4 Competenze degli Enti Locali

Le competenze degli Enti Locali sono specificate nell'ultimo comma dell'art. 8 della Legge 22 febbraio 2001, n. 36, il quale dispone che i Comuni hanno potestà regolamentare al fine di assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti e per minimizzare l'esposizione della popolazione ai CEM.

La Corte Costituzionale e la legge stessa hanno chiarito che gli Enti Locali possono avvalersi dell'aiuto delle ARPA e – in assenza di queste – dell'Associazione Nazionale Protezione Ambiente (ANPA), dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) o del Ministero delle Comunicazioni.

Gran parte delle attribuzioni degli Enti Locali sono disciplinate dalle rispettive legislazioni

regionali: in particolare, alcune Regioni hanno affidato alle Province il compito di approvare il Piano di Risanamento degli Elettrodotti o di pianificare la localizzazione degli impianti di radiodiffusione.

In sintesi, le Amministrazioni provinciali e comunali svolgono un compito di vigilanza e controllo: in particolare, il sesto comma dell'art. 8 attribuisce al Comune il potere di adottare un regolamento per assicurare il corretto insediamento urbanistico e territoriale degli impianti; i Comuni non possono però porsi l'obiettivo di preservare la salute umana dalle emissioni elettromagnetiche in quanto tale materia è stata attribuita allo Stato e alle Regioni.

Da un punto di vista urbanistico, gli Enti Locali possono introdurre regole a tutela di zone e beni di particolare pregio paesaggistico-ambientale o storico-artistico ovvero individuare i siti che per destinazione d'uso e qualità degli utenti possono essere considerati sensibili alle immissioni radioelettriche.

I Comuni non possono introdurre limitazioni e divieti generalizzati riferiti alle zone territoriali omogenee, né distanze fisse da osservare rispetto alle abitazioni e ai luoghi destinati alla permanenza prolungata delle persone o al centro cittadino quando tale potere sia rivolto a disciplinare la compatibilità degli impianti con la tutela della salute umana, anziché controllare soltanto il rispetto dei limiti delle radiofrequenze fissati dalla normativa statale.

Alcune Regioni hanno imposto ai gestori telefonici di comunicare ai Comuni interessati il proprio programma di sviluppo della rete con cadenza annuale: tuttavia, la giurisprudenza ha ritenuto illegittimo tale strumento in quanto l'esigenza di introdurre criteri minimi di conoscenza preventiva e di pianificazione dell'insediamento degli impianti non risponde a criteri di razionalità all'azione amministrativa per il controllo preventivo urbanistico, edilizio ed ambientale. Si ricorda però che il Codice delle Comunicazioni Elettroniche prevede il principio di celerità e di semplificazione amministrativa e, quindi, evidenzia il contrasto con la previsione giurisprudenziale qualora i gestori non sia consentito di aggiornare i loro programmi nel corso dell'anno.

3. Norme tecniche

Il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) è spesso intervenuto con una propria attività di normazione anticipando le disposizioni internazionali ed europee: in particolare, si ricorda che il CEI ha prodotto due guide relative alla misura e alla valutazione dei campi elettrici e dei campi magnetici nell'intervallo di frequenza tra 0 Hz e 10 kHz e tra 10 kHz e 300 kHz. Infatti, nel primo caso la normativa internazionale era più carente e – poiché l'Italia ha fatto spesso riferimento alle norme CEI – vi era la necessità di disporre al più presto di una norma tecnica italiana.

La stesura di entrambe le guide ha visto la partecipazione di tutti gli operatori interessati (progettisti, costruttori e gestori degli impianti, progettisti e costruttori dei sistemi di misura, esperti di misure in campo e in laboratorio, ispettori preposti alle verifiche e ai controlli).

Le due guide sono rispettivamente intitolate:

- CEI 211-6, “Guida per la misurazione e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”;
- CEI 211-7, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana”.

Le due guide, specifiche per le frequenze e per le diverse sorgenti considerate, comprendono le seguenti parti principali:

- definizione delle grandezze fisiche che determinano l'esposizione, grandezze interne e grandezze esterne, grandezze da misurare e unità di misura;
- descrizione dei CEM in relazione al tipo di sorgente, alla gamma di frequenza interessata, alle distanze dei punti di misura dalla sorgente e alle caratteristiche dell'ambiente di misura;
- descrizione dei vari tipi di sorgente (esposizione intenzionale e non intenzionale) riportando, per i più importanti, le gamme di frequenze e i livelli tipici dei campi emessi alle distanze di interesse;
- specifica delle caratteristiche della strumentazione idonea (sensori e sistemi di visualizzazione e registrazione) per la rilevazione delle varie grandezze che caratterizzano l'esposizione umana ai CEM;
- indicazioni sulle modalità di taratura e di verifica in campo della catena strumentale;
- definizione delle modalità di misura, raccolta, elaborazione e presentazione dei risultati, in funzione del tipo di sorgente, delle frequenze interessate e delle finalità delle misure.

Le due guide contengono anche importanti indicazioni sulle metodologie normalmente

adottate per la valutazione dei campi, sia mediante formule approssimate sia mediante codici di calcolo più o meno sofisticati.

Affinché la legislazione potesse essere applicata in modo adeguato era necessario disporre di norme tecniche sui criteri di misura e valutazione dei CEM che permettessero un'esatta caratterizzazione dell'esposizione umana ai suddetti campi: lo sviluppo della normativa internazionale, europea e nazionale sulla misura dei CEM non si attestava in una fase molto avanzata; solo recentemente – a seguito della pubblicazione della citata raccomandazione europea e di un successivo mandato (M/305) della Commissione europea – l'attività normativa del CENELEC/TC 211 Human exposure to electromagnetic fields ha avuto un notevole impulso.

Si ricorda che la caratterizzazione dell'esposizione umana ai CEM è stata finora condotta mediante misure eseguite adottando norme tecniche insufficienti, parziali e provvisorie e – spesso – ricorrendo a specifiche e documenti sviluppati nell'ambito di gruppi di ricerca o di aziende del settore.

3.1 Misure a bassa frequenza

Per le misure del campo elettrico a bassa frequenza è stata introdotta la norma CEI 42-7. Per le misure del campo magnetico a bassa frequenza, non essendo disponibili né norme nazionali né internazionali, gli addetti erano soliti seguire l'indicazione IEE Standard 1308, contenente anche indicazioni per le misure del campo elettrico.

Le frequenze industriali a 50 Hz generano campi a bassa frequenza: in Italia, sono stati disciplinati con il DPCM 23 aprile 1992 che fissò i limiti massimi di esposizione al campo elettrico e al campo magnetico (Tab. 3.1).

Tab. 3.1 – Limiti massimi di esposizione (DPCM 23 aprile 1992)

E (kV/m)	H (μT)	Condizione
5	100	Aree o ambienti ove si presume che un individuo possa trascorrere una parte significativa della giornata
10	1000	Aree o ambienti ove si presume che un individuo possa trascorrere poche ore al giorno

Tuttavia, i limiti fissati facevano riferimento ai soli effetti sanitari immediati e acuti, escludendo pertanto le conseguenze sanitarie collegate ad una esposizione prolungata nel tempo. Le distanze

dagli elettrodotti, rispetto i fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comportassero tempi di permanenza prolungata, vennero fissate in 10 m, 18 m e 28 m a seconda che la tensione della linea fosse rispettivamente pari a 132 kV, 220 kV e 360 kV.

Inoltre, mancava un'espressa previsione dei limiti soglia diversi da 100 μ T (limite di esposizione acuta): questa lacuna è stata colmata con il DPCM 8 luglio 2003. Quest'ultimo prescrive che:

- non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T e di 5 kV/m nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza industriale di 50 Hz (valori intesi come valori efficaci);

- nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si deve assumere il valore di attenzione di 10 μ T quale misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio;

- nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti per le aree e per gli edifici già precedentemente individuati al fine della progressiva minimizzazione, deve essere rispettato l'obiettivo di qualità di 3 μ T, valore da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

3.2 Misure ad alta frequenza

Nel caso delle alte frequenze la disponibilità di norme tecniche per la loro misura era ancora più carente e inadeguata alle esigenze di esecuzione delle stesse: fino ad oggi le misure sono state effettuate sulla base dei suggerimenti contenuti nelle linee guida del Ministero dell'Ambiente ovvero sulle esperienze riportate nei rapporti tecnici della letteratura specializzata o su norme nazionali sviluppate in altri Paesi.

I limiti di esposizione del DM n. 381/1998 non dovevano essere applicati ai lavoratori esposti per ragioni professionali: pertanto, furono regolamentati solamente gli impianti fissi per la telefonia mobile, la generazione e la trasmissione di segnali radio e televisivi, gli impianti dei radioamatori; viceversa, restarono esclusi i sistemi mobili che, pur emettendo CEM ricadenti nell'intervallo di frequenza considerato, non operavano nel settore delle telecomunicazioni o delle trasmissioni televisive.

Nel novembre 1998 si rese disponibile la norma CEI EN 61566 per le misure dei CEM nell'intervalli di frequenze di interesse per la radio-comunicazione (tra 100 kHz e 1 GHz) che consentì un maggior progresso in questa materia.

La progettazione, la realizzazione e l'adeguamento dei sistemi fissi delle telecomunicazioni e radio-televisivi dovevano perciò avvenire in modo da produrre valori di CEM il più basso possibile, compatibilmente con la qualità del servizio svolto dal sistema stesso, al fine di minimizzare l'esposizione della popolazione.

Infine, fu previsto che in caso di superamento dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione nelle zone abitative o nelle zone comunque accessibili alla popolazione, dovessero attuarsi azioni di risanamento a carico dei titolari degli impianti secondo le modalità e i tempi di esecuzione prescritti dalle Regioni e dalle province autonome di Trento e Bolzano: da tali azioni erano però escluse le situazioni di esposizioni multiple generate da più impianti che, sebbene rientrassero nei limiti di legge, la loro "somma" esponeva la popolazione a radiazioni superiori ai limiti di legge.

Inoltre, il DPCM 8 luglio 2003 fissò gli obiettivi di qualità ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai CEM: valori di immissione dei campi, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, che non devono superare i valori indicati nella Tab. 3 dell'Allegato B (Tab. 3.1).

Tab. 3.1 – Obiettivi di qualità (Tab. 3, Allegato B, DPCM 8 luglio 2003)

Obiettivi di qualità	E (V/m)	H (A/m)	S (W/m ²)
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0,016	0,10 (3 MHz – 300 GHz)

Detti valori devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti. Inoltre, per aree intensamente frequentate si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

Tali limiti sono previsti – come nel passato – con riferimento ai soli CEM generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz.

Diversamente dal DM n. 381/1998 la nuova disciplina prevedeva invece che a tutela dalle esposizioni ai campi generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz – generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi – si applicasse l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999: ciò significa concretamente che per le sorgenti mobili, anziché il valore di attenzione di 6 V/m, valessero rispettivamente i limiti di 20 V/m nel caso della telefonia mobile e dei ripetitori radiofonici in onde corte e radiotelevisivi, di 40 V/m per i ponti radio e di 60 V/m per i ripetitori

radiofonici in onde medie.

Di notevole interesse è l'art. 5 del decreto il quale afferma che nel caso di esposizioni multiple generate da più impianti, la somma dei relativi contributi normalizzati deve essere minore di uno; in caso contrario si dovrà attuare la riduzione a conformità.

4. Elettrodotti: trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

Il Comitato Scientifico dei Rischi Sanitari Emergenti e Recentemente Identificati (SCENIHR) sostiene che le radiofrequenze (da 100 kHz a 300 GHz) non portano all'insorgenza di tumori, anche se – specie per i campi prodotti da telefoni cellulari – la durata di esposizione è inferiore al tempo di induzione di alcuni tipi di cancro; nessun effetto è stato inoltre riscontrato per le funzioni sensoriali o cognitive, mentre è stata osservata un'influenza sul sonno e sui tracciati elettroencefalografici.

Per le frequenze intermedie (da 300 Hz a 100 kHz) i dati sperimentali ed epidemiologici sono molto limitati, perciò è necessario incrementare la ricerca specie sulle esposizioni di lungo periodo collegate all'attività lavorativa.

Per le frequenze estremamente basse (da 0 a 300 kHz) gli studi epidemiologici hanno rilevato che i CEM sono possibili agenti cancerogeni – specie per le leucemie infantili – ma non vi sono conferme dagli studi in laboratorio.

4.1 Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

Prodotta dalle centrali elettriche e trasportata da elettrodotti ad alta tensione (tensione elettrica superiore ai 30 kV, sia in corrente alternata che continua), l'energia elettrica giunge fino alle stazioni ricevitrici alle porte delle città o dei distretti di distribuzione: qui, la tensione viene ridotta da grandi trasformatori secondo le esigenze della distribuzione primaria e le tensioni ottenute possono essere di 150 kV, 132 kV o 60 kV.

L'energia elettrica giunge successivamente agli impianti di trasformazione alta tensione/media tensione (AT/MT) attraverso elettrodotti aerei o in cavo: questi impianti, detti cabine primarie, abbassano ulteriormente la tensione che può variare tra gli 8.4 kV e i 20 kV per essere immessa nella rete elettrica a media tensione.

L'elettricità prosegue su elettrodotti minori, tralicci e pali in aree di campagna ovvero in cavi isolati nel sottosuolo urbano fino alle sottostazioni di MT (cd. cabine secondarie).

Nelle cabine secondarie di MT altri trasformatori riducono la tensione fino al valore finale di consegna per l'utente: da questo punto fino al contatore dell'utente si può parlare di consegna di energia elettrica che avviene utilizzando cavi isolati o su linee aeree su palo nel caso di località

rurali.

La distribuzione dell'energia elettrica prosegue poi all'interno degli edifici o delle aziende attraverso gli impianti elettrici privati degli utenti finali per alimentare i vari carichi.

Con il termine trasmissione si intende il passaggio intermedio tra la produzione e la distribuzione agli utilizzatori finali di corrente elettrica. Essa avviene tramite linee ad alta tensione in grado di ridurre gli sprechi per dissipazione dovuti all'effetto Joule, fenomeno assai frequente nella trasmissione a bassa tensione.

La rete elettrica di trasmissione si interfaccia con quella di distribuzione tramite cabine elettriche primarie di trasformazione ovvero tramite cabine elettriche in grado di trasformare l'input ad alta o altissima tensione in un output a media tensione.

La distribuzione dell'energia elettrica è l'ultima fase del processo di consegna all'utente finale, fase che si realizza per mezzo di una rete capillare. Le reti di distribuzione sono composte da linee a bassa e media tensione e gli impianti di trasformazione da AT a MT (cd. cabine primarie), i sezionatori, gli interruttori, i trasformatori su pali o su cabine elettriche a MT (cd. cabine secondarie) nonché gli strumenti di misura per le operazioni di controllo e di gestione costituiscono parte degli elettrodotti. Infine, si ricorda che le linee a media tensione sono caratterizzate da valori di tensione compresi tra 10 kV e 20 kV, mentre la tensione delle linee a bassa tensione è inferiore a 1 kV.

4.1 Analisi territoriale della trasmissione dell'energia elettrica

L'analisi territoriale della trasmissione dell'energia elettrica di seguito proposta si basa sull'indicatore "Sviluppo in km delle linee elettriche in rapporto all'area considerata", elaborato sulla base del catasto ARPAV degli elettrodotti della provincia di Padova, completo all'80 % e riportante i dati regionali e comunali.

Si ritiene che sia opportuno ripartire il territorio in fasce concentriche aventi come centro lo stesso capoluogo di provincia, al fine di individuare due fasce di Comuni, una più interna (cd. "dei Comuni di prima fascia") contenente i Comuni direttamente confinanti con il capoluogo di provincia, ed una più esterna (cd. "dei Comuni di seconda fascia o superiore") contenente i Comuni non direttamente confinanti.

4.2 Analisi delle linee elettriche ad alta e ad altissima tensione

La provincia di Padova è costituita da 104 comuni: il 59,62 % di questi è interessato dall'attraversamento di linee elettriche ad alta tensione, mentre il restante 40,38 % non lo è (Tab. 4.1).

Tab. 4.1 – Comuni della provincia di Padova e attraversamento delle linee elettriche ad AT

Comuni		Numerosità	%	Diagramma
Attraversati da linee ad AT		62	59,62	
Non attraversati da linee ad AT		42	40,38	
Totale	104	100	Totale	
Comuni attraversati da linee elettriche ad AT				Comuni non attraversati da linee ad AT
Abano Terme, Agna, Albignasego, Anguillara Veneta, Arre, Bbagnoli di Sopra, Boara Pisani, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Camposampiero, Candiana, Carmignano di Brenta, Cervarese Santa Croce, Cittadella, Codevigo, Conselve, Correzzola, Due Carrare, Fontaniva, Galliera Veneta, Gazzo, Grantorto, Legnaro, Limena, Loreggia, Lozzo Atestino, Maserà di Padova, Mestrino, Monselice, Noventa Padovana, Ospedaletto Euganeo, Padova, Pernumia, Piombino Dese, Piove di Sacco, Polverara, Ponso, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Pozzonovo, Rovolon, Rubano, Saccolongo, San Martino di Lupari, San Pietro in Gù, Sant'Urbano, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Stanghella, Teolo, Terrassa Padovana, Trebaseleghe, Veggiano, Vescovana, Vighizzolo d'Este, Vigodarzere, Vigonza, Villafranca Padovana, Villanova di Camposampiero				Arquà Petrarca, Arzegrande, Baone, Barbona, Battaglia Terme, Campo San Martino, Campodarsego, Campodoro, Carceri, Cartura, Casale di Scodosia, Casalserugo, Castelbaldo, Cinto Euganeo, Curtarolo, Este, Galzignano Terme, Granze, Masi, Massanzago, Megliadino San Fidenzio, Magliadino San Vitale, Merlara, Montagnana, Montegrotto Terme, Piacenza d'Adige, Piazzola sul Brenta, Saletto, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminato, Santa Giustina in Colle, Santa Margherita d'Adige, Sant'Elena, Solesino, Tombolo, Torreglia, Tribano, Urbana, Villa del Conte, Villa Estense, Vo'

A livello interprovinciale, la prima provincia del Veneto per presenza di linee elettriche ad AT (1255,34 km; 26,65 %) è Verona, mentre Padova è la sesta provincia (438,05 km; 8,95 %) (Tab. 4.2).

Tab. 4.2 – Dati provinciali del Veneto

Provincia	km	%	Diagramma
Belluno	735,12	15,02	
Padova	438,05	8,95	
Rovigo	375,35	7,67	
Treviso	827,77	16,92	
Venezia	767,97	15,69	
Vicenza	493,92	10,09	
Verona	1255,34	25,65	
Totale	4893,53	100	

Grazie al Decreto Bersani le linee elettriche ad alta tensione di tutta la provincia di Padova sono attualmente gestite da quattro società per azioni, ovvero da Enel Distribuzione, da Ferrovie, da Terna e da Edison. Dai dati riportati nella Tab. 4.3 è evidente come la società Terna gestisca la maggior parte della rete (190,65 km; 43,78 %).

Tab. 4.3 – Gestione a livello provinciale delle linee ad tensione

Gestore	km	%	Diagramma
Enel Distribuzione S.p.A.	140,94	32,37	
Ferrovie S.p.A.	83,34	19,14	
Terna S.p.A.	190,65	43,78	
Edison S.p.A.	20,25	4,71	
Totale	435,43	100	

La situazione è invece diversa nella città di Padova: *Enel Distribuzione* controlla infatti 25,07 km di linea elettrica (41,54%). Emerge inoltre che le linee a 132 kV sono circa 3,5 volte la lunghezza di quelle a 380 kV (Tab. 4.4).

Tab. 4.4 – Gestione e dati a livello comunale (Padova) delle linee AT

Gestore	km	%	Diagrammi
Enel Distribuzione S.p.A.	25,07	41,54	
Ferrovie S.p.A.	17,18	28,47	
Terna S.p.A.	17,37	28,78	
Edison S.p.A.	0,73	1,21	
Totale	60,36	100	
Tensione (kV)	km	%	
132	42,25	70,01	
220	6,16	10,20	
380	11,94	19,79	
Totale	60,36	100	

La gestione da parte di Enel Distribuzione delle linee ad alta tensione nei comuni di prima fascia mostra una leggera flessione, cedendo qualche punto percentuale a favore delle altre tre società.

Inoltre, passando dal comune di Padova alla fascia dei comuni confinanti, possiamo notare l'aumento della presenza di linee elettriche a 380 kV e a 220 kV rispetto al valore – in flessione – delle linee a 132 k (Tab. 4.5).

Tab. 4.5 – Gestione e dati linee AT (Comuni prima fascia)

Gestore	km	%	Diagrammi
Enel Distribuzione S.p.A.	40,82	32,38	
Ferrovie S.p.A.	31,89	25,29	
Terna S.p.A.	39,70	31,50	
Edison S.p.A.	13,65	10,83	
Totale	60,36	100	
Tensione (kV)	km	%	
132	66,93	53,10	
220	42,44	33,67	
380	16,69	13,24	
Totale	126,06	100	

Nell'ultima fascia considerata Enel Distribuzione riconferma la sua presenza gestendo il 32,66 % della linea ad AT, mentre risultano più variabili le quote di Ferrovie, Terna ed Edison. Inoltre, l'estensione lineare della rete a 132 kV supera di un fattore dieci quella delle linee a 220 kV e a 380 kV (Tab. 4.6).

Tab. 4.6 – Gestione e dati linee AT (Comuni seconda fascia o superiore)

Gestore	km	%	Diagrammi
Enel Distribuzione S.p.A.	82,18	32,66	
Ferrovie S.p.A.	135,19	53,72	
Terna S.p.A.	27,97	11,11	
Edison S.p.A.	6,30	2,50	
Totale	251,64	100	
Tensione (kV)	km	%	
132	150,16	60,13	
220	55,21	22,11	
380	44,36	17,76	
Totale	249,73	100	

Attualmente, la trasmissione su lunghe distanze è in mano ad un unico operatore (Terna S.p.a.), ma la distribuzione dell'energia elettrica fino agli utenti finali è stata liberalizzata a più operatori con il Decreto Bersani: in ciascuna area la distribuzione dell'energia elettrica viene data in concessione ad un unico operatore (cd. monopolio naturale), mentre l'attività di vendita dell'energia elettrica è lasciata in capo a soggetti diversi che possono offrire proposte ai consumatori. L'attuale sistema di distribuzione maggiormente impiegato è quello a corrente alternata con il sistema trifase che permette il funzionamento dei trasformatori e quindi la trasmissione e la distribuzione su grande scala. Le reti di distribuzione possono essere radiali, radiali a circuiti paralleli, ad anello o a maglia; tuttavia, le caratteristiche dell'elettricità consegnata al cliente devono rispettare le norme stabilite dalla normativa elettrica (ad esempio, configurazione delle fasi, tensione nominale, frequenza, corrente nominale massima, massimo sfasamento ammesso dall'ente erogatore, configurazione di terra, corrente massima di cortocircuito dichiarata al punto di consegna dall'ente erogatore, massimo livello e frequenza dei transienti, delle sovratensioni temporanee e delle micro-interruzioni, continuità del servizio, tariffazione secondo fasce orarie del tipo intervalli o scaglioni).

Tramite appositi software i ricercatori stanno ottimizzando delle reti elettriche di distribuzione

intelligente (cd. smart grid) capaci di indirizzare altrove eventuali surplus energetici prodotti localmente tramite la cd. generazione distribuita, massimizzando così l'efficienza di produzione ed evitando sprechi. La tecnologia delle smart grids diventerà indispensabile quando la rete di distribuzione integrerà ai suoi estremi grandi contributi di produzione da parte di fonti energetiche rinnovabili come l'eolico o il fotovoltaico che possono presentare fenomeni di intermittenza e di variabilità di produzione a livello locale.

4.3 Linee elettriche a media tensione

Le linee elettriche a media tensione (tensione elettrica compresa tra 5 KV e 20 KV) funzionano con una tensione di esercizio di 15 KV e sono utilizzate soprattutto per la fornitura alle industrie e ai centri commerciali; possono essere aeree o interrate. Queste linee trasportano l'energia fino alle cabine secondarie dove la tensione viene abbassata ulteriormente ad un livello utilizzabile dall'utente (380 V, 220 V).

4.4 Linee elettriche a bassa e bassissima tensione

Le linee a bassa tensione (tensione elettrica compresa tra 50 V e 1 kV, se alternata; compresa tra 120 V e 15 kV, se continua) sono utilizzate nella maggior parte dei casi da privati ovvero per usi civili, industriali e nelle reti di distribuzione secondaria.

4.5 Sviluppo chilometrico delle linee elettriche

L'indicatore "Sviluppo chilometrico delle linee elettriche" è stato elaborato in base ai dati inseriti nel Catasto ARPAV delle linee elettriche AT del Veneto (completo all'80%). In Tab. 4.7 sono riportati i dati a scala regionale.

Tab. 4.7 – Sviluppo in km a livello regionale

Tensione (kV)	Gestore	Totale (km)
132	AGSM	97,43
	CAFFARO	56,25
	Edison S.p.a.	32,15
	Enel Distribuzione S.p.a.	1064,01
	Ferrovie S.p.a.	482,76
	Terna S.p.a.	1242,56
220	AGSM	0
	CAFFARO	0
	Edison S.p.a.	393,04
	Enel Distribuzione S.p.a.	907,77
	Ferrovie S.p.a.	0
	Terna S.p.a.	0
380	AGSM	0
	CAFFARO	0
	Edison S.p.a.	0
	Enel Distribuzione S.p.a.	0
	Ferrovie S.p.a.	0
	Terna S.p.a.	617,56

In Tab. 4.8 sono invece riportati i dati a scala provinciale.

Tab. 4.8 – Sviluppo in km della rete AT a livello provinciale

Regione	Tensione (kV)	Totale (km)			
Veneto	132	4.893,53			
	220				
	380				
Provincia	Tensione (kV)	Totale (km)	Totale (km)	% provinciale	% regionale
Belluno		560,74	728,95	76,28	11,46
		168,21		23,72	3,56
		0		0	0
Padova		259,34	438,05	59,2	5,3
		106,66		24,35	2,18
		72,05		16,45	1,47
Rovigo		219,64	375,35	58,52	4,49
		42,05		11,2	0,86
		113,66		30,28	2,32
Treviso		554,36	827,77	66,97	11,33
		163,91		19,8	3,35
		109,5		13,23	2,24
Venezia		446,22	767,97	58,1	9,12
		175,92		22,91	3,60
		145,83		18,99	2,98
Verona		694,91	1255,34	55,36	14,2
		460,92		36,72	9,42
		99,51		7,93	2,03
Vicenza		243,83	493,92	49,37	4,98
		179,81		36,4	3,67
		70,28		14,23	1,44

5. Impianti per la radio-telecomunicazione

Le antenne, dispositivi in grado di convertire un segnale elettrico in onde elettromagnetiche ed irradiarle nello spazio circostante, possono essere trasmittenti (potenza di decine di kW) o riceventi (potenza di qualche μW o pW) a seconda dell'uso cui sono destinate; alcune antenne possono inoltre svolgere contemporaneamente entrambe le funzioni.

Vengono comunemente distinte due tipologie di antenne: le antenne direttive e le antenne non direttive. Nel primo caso queste hanno dimensioni lineari (D) compatibili con la lunghezza d'onda (λ) e sono tipicamente utilizzate alle frequenze più basse – fino alle microonde – per impieghi di radiodiffusione, di comunicazioni mobili o di misura, mentre nel secondo caso queste consentono di irradiare la densità di potenza elettromagnetica in modo spazialmente selettivo; a tal fine quest'ultime devono essere necessariamente di dimensioni grandi rispetto alla lunghezza d'onda. L'impiego delle antenne non direttive comprende i ponti radio, i radar ad apertura sintetica ed alcune applicazioni di comunicazione wireless e spaziali.

Le stazioni trasmittenti dei sistemi di telecomunicazione (TV, radio, telefonia cellulare) coprono una certa area entro la quale gli apparecchi riceventi captano il segnale per mezzo delle loro antenne. Il raggio dei ripetitori è in genere vasto e dipende dalla potenza del sistema trasmittente: in prossimità degli impianti anche l'intensità del CEM è elevata; è per tale ragione che gli impianti devono essere situati in punti elevati o lontani dai centri abitati. In particolare, le stazioni radio-base (SRB) per la telefonia cellulare sono composte da tante unità (cd. celle) ovvero da porzioni limitate di territorio entro cui le antenne, oltre ad essere in grado di “dialogare” tra loro, trasmettono e ricevono il segnale.

Il segnale, caratterizzato da un proprio diagramma di irradiazione, si concentra spesso in determinate zone: in assenza di collegamento la potenza di emissione delle SRB è nulla, mentre se si verificano troppi collegamenti contemporaneamente – qualora il numero di canali utilizzabili sia limitato e, quindi, non vi siano sufficienti impianti – può accadere di non riuscire a telefonare. È per questo motivo che nelle zone caratterizzate da un'alta densità di popolazione vi è l'esigenza di installare un numero elevato di SRB.

Nel caso delle SRB i livelli di CEM è più alto nella direzione di massimo irraggiamento, il quale dipende da fattori come l'altezza dell'elemento radiante, l'inclinazione, la potenza, la distanza ed altri fattori secondari: i ponti radio utilizzano la tecnologia direttiva, trasmettono da un punto all'altro del territorio, sono piuttosto visibili per dimensioni e forma, e trasmettono con fasci molto

stretti e basse potenze.

5.1 L'esposizione della popolazione

Ogni impianto per la radio-telecomunicazione espone la popolazione a diverse tipologie di CEM: nel Documento Preliminare del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) del Veneto si afferma che :” La concentrazione di SRB è un indicatore comunemente usato per apprezzare il fenomeno dell'esposizione a Radiazioni Non Ionizzanti (NIR). In base ai dati ARPAV è possibile verificare come, mediamente, in Veneto, vi siano 0,7 SRB ogni 1.000 abitanti”. La Tab. 5.1 riporta i dati relativi al numero di siti SRB e di siti SRB ogni 1.000 abitanti di tutte le province del Veneto e la numerosità regionale complessiva (fonte: elaborazione Regione del Veneto su dati ARPAV, Sistar).

Tab. 5.1 – Numero di siti SRB ogni 1.000 abitanti

Ente	Numero di siti SRB	Siti SRB ogni 1.000 abitanti
Belluno	280	1,31928
Padova	629	0,713990
Rovigo	184	0,758644
Treviso	545	0,652393
Venezia	632	0,766299
Vicenza	530	0.642808
Verona	698	0,819467
Veneto	3498	0,748693

Il PTRC presenta inoltre uno schema logico – previsto dalla Direttiva 2001/42/CE – indicante una serie di componenti e fattori ambientali ovvero gli elementi qualificanti di raffronto che evidenziano la presenza di effetti positivi o negativi, reversibili o irreversibili, sull'ambiente e sul territorio. La Tab. 5.2 riporta la scala di valutazione dei suddetti effetti.

Tab. 5.2 – Scala di valutazione degli effetti (PTRC)

Simbolo	Effetto
++	Molto positivo
+	Positivo
-	Negativo
--	Molto negativo
>	Che si manifesta a lungo termine (effetto differito)
>>	Che si manifesta a breve termine (effetto immediato)
R	Reversibile
IR	Irreversibile (o reversibile solo in tempi lunghi)
!!	Molto probabile
!	Probabile
?	Con incerta probabilità di manifestarsi
TR	Con possibili conseguenze esterne al Veneto

Sebbene non sia possibile valutare singolarmente l'effetto dell'inquinamento elettromagnetico sul PTRC, l'effetto conseguente all'adozione del Nuovo PTRC è stato valutato positivamente, ovvero con la seguente simbologia: ++, >/>>, R!. Nel 2010 ARPAV ha condotto un controllo dell'inquinamento elettromagnetico sul territorio del Veneto ed raccolto i dati riportati nella Tab. 5.3.

Tab. 5.3 – Dati ARPAV (2010)

Provincia	N° impianti comunicati	N° SRB comunicate	N° DVBH comunicati
Belluno	345	339	6
Padova	838	824	14
Rovigo	260	252	8
Treviso	748	723	25
Venezia	864	816	48
Verona	786	870	43
Vicenza	913	760	26
Totale	4.754	4.584	170

Il Grafico n. 1 evidenzia invece l'andamento del numero di impianti comunicati dal 2004, presenti nel database ETERE del Veneto.

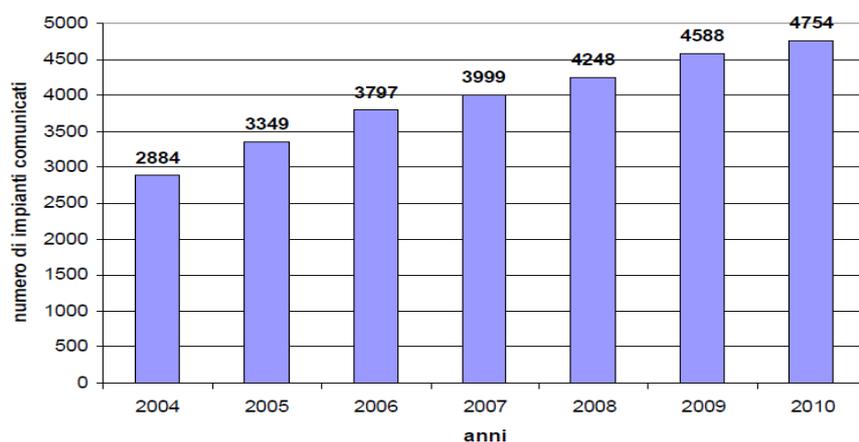


Grafico 1 – Andamento del numero di impianti comunicati all'ARPAV (2004-2010)

La Tab. 5.4 riporta invece il numero di interventi effettuati da ARPAV nel 2010.

Tab. 5.5 – Interventi effettuati da ARPAV (2010)

Interventi	BL	PD	RV	TV	VE	VR	VI	Totale
N° pareri preventivi/istruttorie tecniche	76	215	82	116	176	159	156	980
N° interventi di controllo tramite valutazioni modellistiche*	6	27	16	2	0	3	0	54
N° interventi di controllo sperimentali	28	32	16	8	80	24	33	221
Di cui n° interventi di controllo sperimentali su richiesta	18	30	6	5	62	18	24	163
N° complessivo di misura (comprensivo anche dei punti di misura con monitoraggio continuo > 24 ore)	30	61	30	34	141	46	72	414
N° complessivo di punti di misura con monitoraggio continuo > 24 ore	28	29	15	6	76	17	33	204
N° complessivo giorni di monitoraggio continuo	715	836	529	194	2.032	498	672	5.476

* si riferisce al numero di siti controllati che possono comprendere nelle diverse situazioni oltre i siti di telefonia mobile anche siti di impianti radio TV

La prima riga si riferisce al numero di pareri preventivi (valutazione di impatto o di conformità della documentazione, prese d'atto) rilasciati dall'Agenzia. L'attività di rilascio dei pareri, oltre a permettere una valutazione preventiva del contributo di un nuovo impianto, consente una attività

continua e aggiornata di verifica degli impianti già attivi e l'individuazione delle zone in cui i livelli di campo elettrico sono più elevati. Ciò permette anche di indirizzare le misure sperimentali verso quei siti che presentano maggiore criticità.

Nel 2010 ARPAV ha effettuato su tutta la regione Veneto 204 campagne di monitoraggio in continuo tramite centraline per un totale di 5.476 giorni di monitoraggio. Le misure effettuate mediante le centraline rispondono alla necessità di verificare il campo generato da sorgenti variabili nel tempo come lo sono gli impianti per la telefonia mobile. Gli impianti radio-televisivi (insieme delle antenne e dei tralicci) risultarono essere 2.310. Questi impianti sono stati raggruppati per formare 527 siti, come suddivisi in Tab. 5.6.

Tab. 5.6 – Raggruppamenti

Provincia	Siti	Impianti RTV
Belluno	145	727
Padova	28	176
Rovigo	28	48
Treviso	48	165
Venezia	32	52
Verona	136	569
Vicenza	110	573
Totale	527	2.310

In occasione della transizione dal sistema di trasmissione analogico a quello digitale terrestre – avvenuta nel Veneto dal 25 novembre al 15 dicembre 2010 – tutti gli impianti radiotelevisivi sono stati riconfigurati: ARPAV ha pertanto provveduto ad adeguare il proprio database.

La Tab. 5.7 riporta il numero di interventi effettuati da ARPAV nel 2010 sugli impianti radiotelevisivi.

Tab. 5.7 – Numero di interventi effettuati da ARPAV (2010)

Interventi effettuati	BL	PD	RV	TV	VE	VR	VI	Totale
N° pareri preventivi/istruttorie tecniche	8	7	7	7	5	18	17	69
N° interventi di controllo tramite valutazioni modellistiche*	0	0	1	0	0	0	0	1
N° interventi di controllo sperimentali	2	2	1	1	13	7	14	40
Di cui n° interventi di controllo sperimentali su richiesta	0	0	0	1	6	1	1	9
N° complessivo di misura (comprensivo anche dei punti di misura con monitoraggio continuo > 24 ore)	7	13	1	19	16	10	48	114
N° complessivo di punti di misura con monitoraggio continuo > 24 ore	1	1	0	0	10	3	9	24
N° complessivo giorni di monitoraggio continuo	33	78	0	0	250	107	1.229	1.697

* si riferisce al numero di siti controllati che possono comprendere nelle diverse situazioni oltre i siti di telefonia mobile anche siti di impianti radio TV

Lo sviluppo esponenziale delle utenze, dei servizi e degli impianti ha generato forti pressioni sia sulle amministrazioni locali (cui spetta il compito di dare le autorizzazioni per gli impianti), sia sugli enti di controllo ambientale e sul territorio stesso, sottoposto alla “febbre edilizia” sorta con il business delle stazioni radio-base. È sorto infatti un atteggiamento speculativo, alimentato da parti politiche avverse, per trarre profitto dal dissenso popolare verso l'altra parte del governo.

È stato osservato che con lo sviluppo dei servizi è aumentata anche la popolazione esposta, perciò anche un rischio lieve può tradursi nel tempo in un aumento rilevante di persone danneggiate: le amministrazioni e i gestori hanno perciò dovuto garantire che – ad un aumento della popolazione esposta – corrisponda una diminuzione del rischio individuale.

Il corretto governo del territorio impone di valutare le novità tecnologiche (ad esempio, l'UMTS rispetto il GSM), non soltanto in termini commerciali ma anche in relazione a questo aspetto. L'UMTS è una tecnologia che richiede meno potenza nei terminali ed ha una forma d'onda in emissione più vicina ai fenomeni naturali.

L'aumento dell'utenza comporta un incremento del numero di comunicazioni radio presenti su una determinata porzione del territorio ovvero un aumento del numero degli impianti, aumentando la percezione del rischio della popolazione cioè la sensazione di un aumento incontrollato dell'inquinamento elettromagnetico.

Qualora i gestori avessero a disposizione una quantità illimitata di canali radio e li sistemassero nelle stazioni radio-base che hanno inizialmente installato per coprire il territorio, l'inquinamento aumenterebbe effettivamente in proporzione al numero delle comunicazioni attive; in realtà, tale ipotesi non può realizzarsi in quanto non sarebbe una azione ottimale. I gestori hanno deciso di aumentare le stazioni dislocate sul territorio invece di moltiplicare il numero dei canali per stazione. Ad ogni stazione viene dunque assegnata una porzione sempre più ridotta del territorio e il numero dei canali complessivamente disponibili aumenta in quanto sono aumentate le SRB; tuttavia, in assenza di assegnazione di nuove risorse radio, non aumenta il numero dei canali per stazione. Lo stesso aggettivo "cellulare" richiama una segmentazione esasperata del territorio che viene realizzata attraverso la suddivisione del medesimo in aree sempre più piccole in ciascuna delle quali è collocata una SRB. Così facendo, il percorso radio diventa più corto ed è necessaria una potenza in emissione inferiore per mantenere la comunicazione: accade infatti che i telefoni cellulari e le stazioni possano operare con potenze decrescenti nel tempo, ma ciò comporta l'aumento quantitativo degli emettitori. Dunque, l'inquinamento elettromagnetico – inteso come livello di potenza medio su un territorio – diminuisce e perciò la numerosità di stazioni non è un indice che l'inquinamento stia aumentando: anzi, se questa azione è accompagnata da un buon processo di governo del territorio, si può tradurre in un vantaggio per l'ambiente e per gli utenti. Gli unici svantaggi sono l'aumento del numero di punti da controllare in prossimità delle SRB e i problemi di gestione connessi. Infine, la tecnologia UMTS prevede l'ingresso sul territorio di cinque reti.

5.2 L'indicatore "Distribuzione della popolazione residente esposta"

L'indicatore più usato in ambito urbano è la "Distribuzione della popolazione residente esposta" - all'interno di un determinato Comune – a livelli di campo elettrico prodotti dagli impianti per la radio-telecomunicazione. Gli strumenti consigliati per la costruzione dell'indicatore sono il Catasto geo-referenziato degli impianti, un estratto della Carta Tecnica Regionale (CTR) e i dati dell'ultimo censimento ISTAT disponibile.

Considerati gli impianti radio-base e per la radiodiffusione entro 500 m dal confine comunale e recepiti con parere favorevole dal Comune oggetto di analisi, si dovrà aggiornare l'estratto della CTR sulla base dei dati relativi agli edifici nel raggio di 200 m dal punto di installazione dell'impianto. In particolare, dalla CTR dovranno essere tolti gli edifici aventi un'area inferiore a 50

m² che verosimilmente non corrispondono ad abitazioni. Calcolato il centroide di ogni poligono corrispondente agli edifici della CTR, viene calcolato il campo elettrico in corrispondenza di ogni centroide all'altezza di 5 m sul livello del suolo, corrispondente all'altezza di 2 m sul piano di calpestio di un primo piano, in quanto – sulla base dei dati ISTAT – risulta essere il piano più popolato. Successivamente, si deve calcolare il numero di edifici all'interno di ogni sezione censuaria e, quindi, la popolazione media residente in ogni edificio. Si è perciò in grado di costruire la distribuzione della popolazione in funzione dei livelli di campo elettrico calcolati.

Il Grafico 2 riporta la distribuzione della popolazione del Comune di Padova secondo le classi di esposizione al campo elettrico.

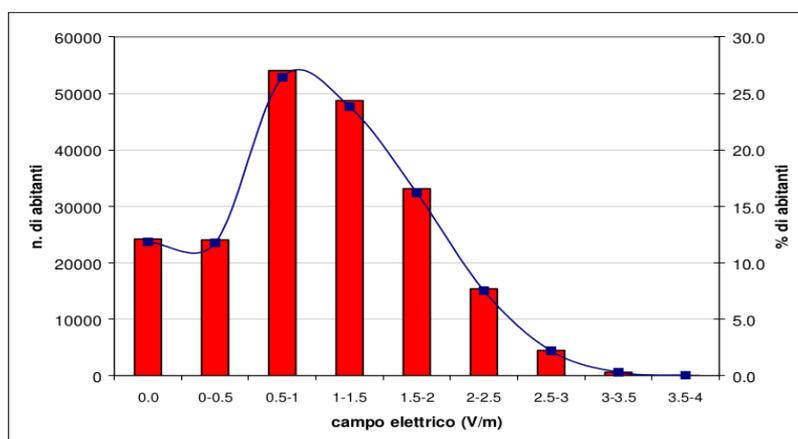


Grafico 2 – Distribuzione della popolazione secondo classi di esposizione ai CE (Comune di Padova)

La popolazione esposta si suddivide secondo una distribuzione a campana. La mediana dei valori del campo elettrico è pari a 1 V/m: ciò significa che metà della popolazione del comune di Padova è esposta a valori di campo inferiori a 1 V/m, mentre la restante metà è esposta a valori di campo compresi tra 1 V/m e 3,8 V/m. Un altro parametro statistico da considerare è il percentile $Q_{0,95}$ che risulta pari a 2,3 V/m: ciò significa che la maggioranza della popolazione – ovvero il 95 % - è esposta a valori inferiori a 2,3 V/m.

Le valutazioni effettuate rappresentano tuttavia una sovrastima dei reali valori di esposizione: infatti, non è stata riscontrata una corrispondenza veritiera con i valori dei controlli sperimentali. La metodologia impiegata può inoltre introdurre alcune distorsioni dovute al fatto che sono stati considerati allo stesso modo tutti gli edifici (sia di tipo residenziale che destinati ad altri usi) mentre le sezioni ISTAT censiscono la popolazione effettivamente residente. Inoltre, la distribuzione degli abitanti all'interno degli edifici di ogni sezione è stata considerata uniforme.

La comprensione del fenomeno può derivare anche dal confronto dei livelli di esposizione degli

altri Comuni (Grafico 3).

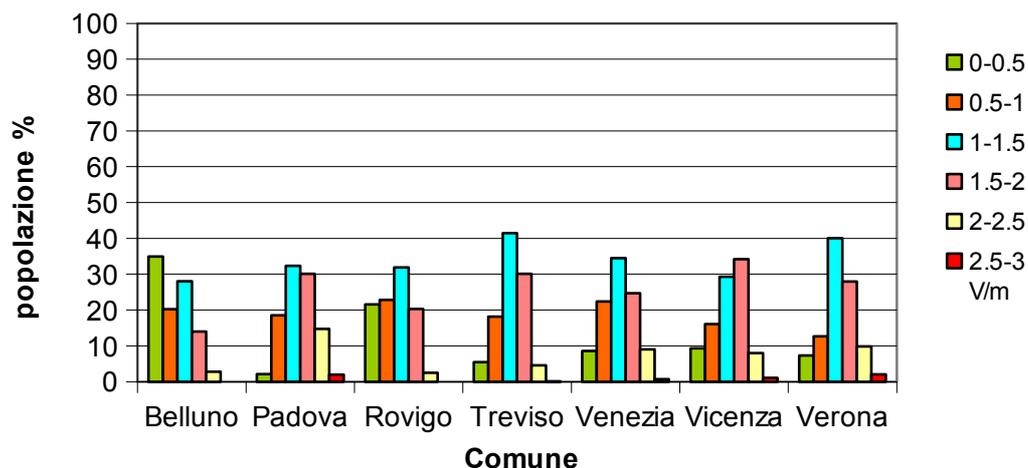


Grafico 3 - Esposizione della popolazione al campo elettrico prodotto dalle stazioni radio base

5.3 Esposizione a determinati livelli di CEM per tipologia di sorgente

Un'analisi più dettagliata può essere condotta considerando i valori di esposizione a determinati livelli di CEM per tipologia di sorgente, ovvero considerando i valori di esposizione secondo diverse soglie; in questo caso sono state considerate le soglie 0,2 μT , 3 μT e 10 μT , stabilite rispettivamente dalla L. R. n. 27/1993 e – le ultime due - dal DPCM 8 luglio 2003.

Le Tab. 5.8 e Tab. 5.9 riportano rispettivamente i valori della popolazione esposta a scala regionale e a scala provinciale.

Tab. 5.8 – Popolazione esposta a scala regionale

Ente	Soglia	0,2 μT		3 μT		10 μT	
		Popolazione esposta	%	Popolazione esposta	%	Popolazione esposta	%
Veneto	4.527.694	96.085,5	2,12	40.865	0,90	25.763	0,57

Tab. 5.9 – Popolazione esposta a scala provinciale

Ente	Soglia	0,2 μT		3 μT		10 μT	
Provincia	Popolazione	Popolazione esposta	%	Popolazione esposta	%	Popolazione esposta	%
Belluno	209.550	9.758	4,66	3994	1,91	2.508	1,20
Padova	849.857	16.735	1,97	7226	0,85	4.537	0,53
Rovigo	242.538	2.592	1,07	1054	0,43	657	0,27
Treviso	795.209	14.948	1,88	6153	0,77	3.756	0,47
Venezia	809.641	24.119	2,98	10428	1,29	6.625	0,82
Verona	826.582	19.155	2,32	8448	1,02	5.464	0,66
Vicenza	794.317	8.780	1,11	3562	0,45	2.216	0,28

6. Il Catasto Elettromagnetico e le fasce di rispetto

6.1 Il Catasto Elettromagnetico Nazionale

Il 13 febbraio 2014 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare sancì l'istituzione di un Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici e dei CEM, e delle zone interessate al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente; il provvedimento entrò in vigore l'11 marzo e stabilì la sua istituzione entro 120 giorni dall'entrata in vigore.

Il Catasto Elettromagnetico Nazionale (CEN) nasce quindi dopo diverso tempo dall'emanazione della norma che ne prevedeva l'istituzione, ovvero tredici anni dopo l'entrata in vigore della Legge 22 febbraio 2001, n. 36. Nel frattempo però molte Regioni hanno provveduto all'istituzione dei rispettivi catasti regionali.

6.1.1 Caratteristiche e finalità

Il CEN, strumento di monitoraggio e di controllo ambientale, consente la costruzione di indicatori ed indici di esposizione, agevola la pianificazione dell'insediamento di nuove sorgenti e supporta le Amministrazioni Pubbliche nella concessione delle autorizzazioni edilizie in relazione alle fasce di rispetto.

L'obiettivo del CEN è quello di fornire a soggetti operanti sia nel settore pubblico che privato uno strumento utile per una corretta informazione riguardo le principali fonti di pressione che generano CEM e che sono diffuse sul territorio: l'analisi dei dati raccolti risponde alla necessità di poter fornire in qualsiasi momento una risposta in termini di livelli di CEM presenti sul territorio e, quindi, il grado di esposizione della popolazione.

6.1.2 Dati del CEN

La raccolta delle informazioni ruota attorno le sorgenti (radar, SRB, linee elettriche di distribuzione e trasporto dell'energia elettrica ad alta frequenza, le stazioni elettriche e le cabine primarie di trasformazione).

I dati contenuti nel CEN consistono in dati anagrafici e legali dei gestori, in dati anagrafici e geografici del sito, nelle caratteristiche fisiche dei sistemi irradianti,

Il CEN opera in coordinamento con i catasti regionali ed è ad essi collegato mediante la rete telematica del sistema informativo. I Catasti regionali forniscono al CEN i dati e le informazioni di

competenza regionale in esse presenti. Il Catasto nazionale fornisce ai catasti regionali i dati e le informazioni inerenti ai dati di competenza nazionale relativi al territorio regionale.

6.1.3 Rapporto con gli utenti

La legge prescrive che il CEN e il Catasto Elettromagnetico Regionale (CER) dialoghino ed interagiscano tra loro: ciò rappresenta però una delle maggiori criticità; infatti, i dati contenuti devono essere il più possibile omogenei per tipologia e struttura relazionale così da poter essere fruibili e confrontabili.

Le informazioni contenute nel CEN devono essere messe a disposizione e diffuse in formati facilmente consultabili ed accessibili, anche attraverso messi di telecomunicazione e strumenti informatici. L'azione dell'Amministrazione Pubblica risulta più trasparente e i cittadini possono sentirsi maggiormente tutelati. In particolare, il CEN deve consentire la conoscenza dell'ubicazione delle sorgenti sul territorio, le caratteristiche tecniche delle sorgenti, l'identificazione dei gestori degli impianti nel rispetto della normativa esistente sulla riservatezza e sulla tutela dei dati personali, e la rappresentazione territoriale del fenomeno.

6.2 Il Catasto Elettromagnetico Regionale

Il Catasto Elettromagnetico Regionale (CER) è un archivio informatico delle sorgenti ambientali di CEM relativo alle sorgenti di campi elettrici e magnetici connesse con la produzione, la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica, che operano ad una tensione nominale di lavoro non superiore a 132 kV sul territorio regionale.

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Veneto (ARPAV) ha realizzato un database delle linee elettriche ad alta tensione del Veneto che attualmente comprende circa l'80 % dei tracciati geo-referenziati degli elettrodotti che attraversano il territorio regionale.

Il catasto è stato aggiornato nel maggio 2005 per le linee elettriche di proprietà della società Terna S.p.a.

Viene dunque riportato in Figura 1 il catasto ARPAV degli elettrodotti: sono evidenziate rispettivamente in blu, in verde e in rosso i tracciati delle linee elettriche a 132 kV, a 220 kV e a 380 kV.

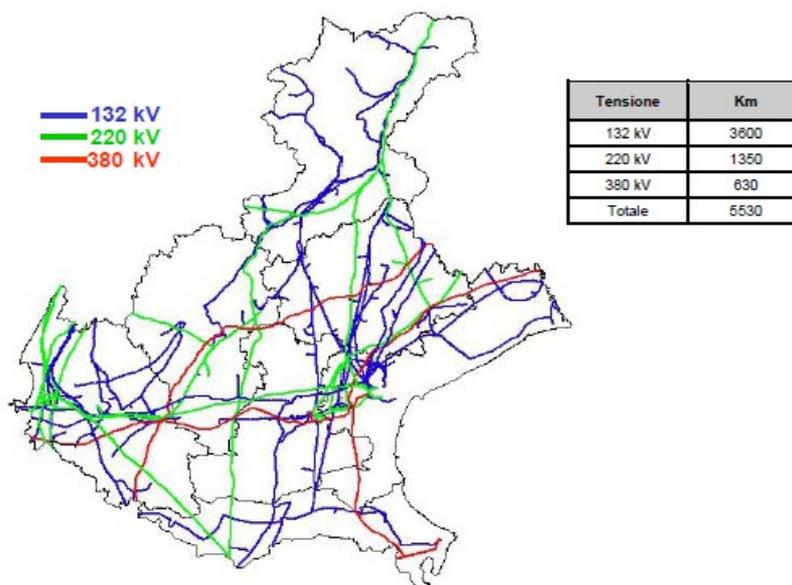


Figura 1 – Catasto geo-referenziato ARPAV degli elettrodotti ad alta tensione del Veneto (in rosso le linee a 380 kV, in verde le linee a 220 kV e in blu le linee a 132 kV)

6.3 Le fasce di rispetto: strumenti per la pianificazione

Sono state studiate apposite metodologie per il calcolo delle fasce di rispetto, evidenziandone le problematiche e i doveri dei gestori.

La metodologia per il calcolo delle fasce di rispetto è un esempio di politica ambientale italiana basata sulla tutela della salute della popolazione esposta, sulla tutela dell'ambiente e del paesaggio, in applicazione dei principi della Legge 21 febbraio 2001, n. 36, e del DPCM 8 luglio 2003. Tale tutela non deve essere inutilmente restrittiva nell'applicazione di vincoli ingiustificati, nell'esercizio degli strumenti di governo del territorio; in particolare, nel mantenimento e nello sviluppo del servizio di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e del Paese in generale.

Tra le problematiche riscontrate vi sono la varietà e la complessità delle tipologie di elettrodotti, della loro localizzazione sul territorio e dei casi complessi (parallelismi e pronunciate variazioni di direzione degli elettrodotti).

Si ricorda inoltre che i gestori devono comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti. La tutela si esplica sia sull'esercizio degli elettrodotti sia sulla regolamentazione delle nuove installazioni ovvero di nuovi insediamenti presso elettrodotti preesistenti.

Nel caso degli elettrodotti esistenti la tutela è attuata attraverso gli strumenti di vigilanza sul

rispetto delle limitazioni nell'esercizio degli elettrodotti e tiene conto dell'effettiva esposizione della popolazione. Nel caso invece dei nuovi insediamenti questa è attuata mediante strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare mediante la previsione delle fasce di rispetto.

Oggetto della metodologia sono dunque gli elettrodotti (esistenti o in progetto) e le loro modifiche sostanziali: l'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 prescrive che la determinazione delle fasce deve fare riferimento all'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle ventiquattro ore nelle normali condizioni di esercizio, nonché alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto (norme CEI 11-60).

6.3.1 La Distanza di Prima Approssimazione

Per le linee elettriche la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto – la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA – si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (Figura 2).

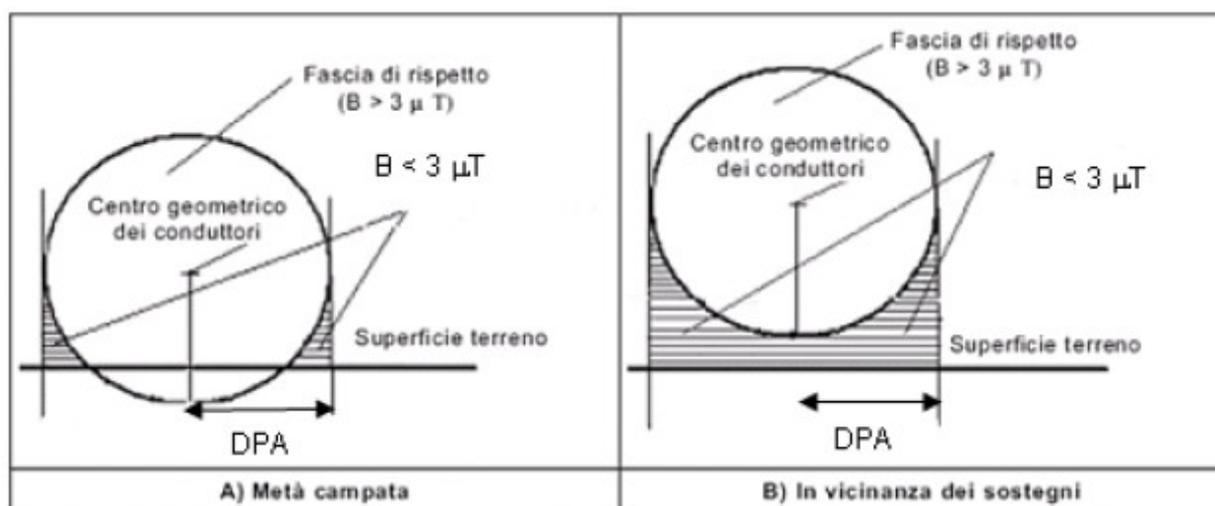
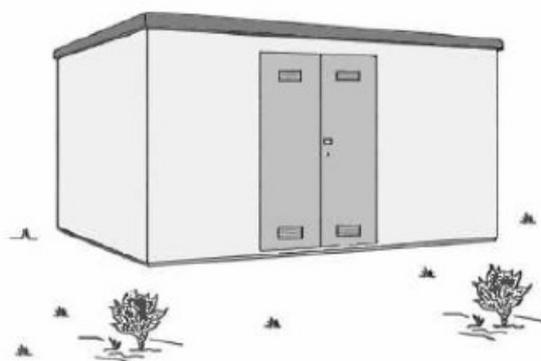


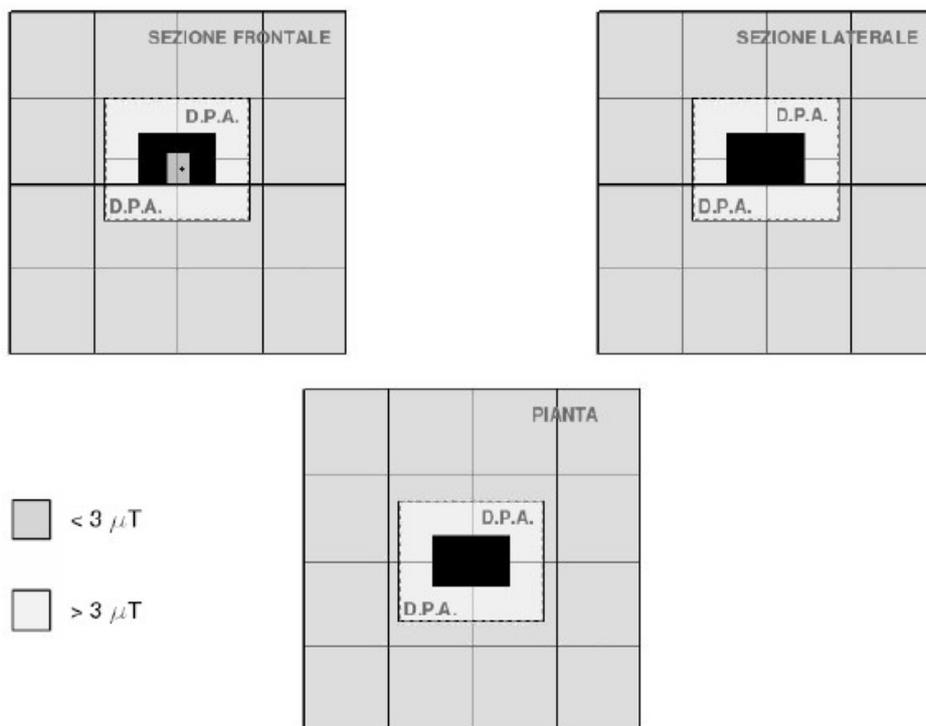
Figura 2 – Schema fasce di rispetto e DPA delle linee elettriche in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni

Per le cabine secondarie la DPA è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa (Figura 3).

**B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO –
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

Figura 3 – Schema fasce di rispetto e DPA in corrispondenza di una cabina secondaria

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima

Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μT del campo magnetico e che si applica nel caso della realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati e nella progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In particolare, al fine di agevolare e di semplificare l'iter autorizzativo relativo alla costruzione e all'esercizio degli elettrodotti e le attività di gestione territoriale relative alle progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale – inoltrate dalle amministrazioni locali – Enel ha elaborato alcune schede con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di sua proprietà di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio. Le distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo delle fasce di rispetto (paragrafo 5.1.3, Decreto 29 maggio 2008).

I fattori che più influiscono sul calcolo delle DPA sono la geometria dei conduttori e la portata di corrente in servizio normale sia delle linee AT e delle Cabine Primarie (CP) sia delle linee MT e delle Cabine Secondarie (CS).

Tuttavia le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti: in tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μT da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio).

Il calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli bidimensionali (2D) se sono rispettate le condizioni prescritte dal paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11, Parte I, e tridimensionali (3D) in tutti gli altri casi. Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata, per il calcolo della DPA ai sensi della norma CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il gestore deve:

- calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea;
- proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea (tale distanza – DPA – sarà adottata in modo costante lungo il tronco).

Nei casi complessi (parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzione) il decreto

introduce la possibilità per il gestore di individuare l'Area di Prima Approssimazione, avente la stessa valenza della DPA, da fornire alle autorità competenti:

- in fase di progettazione di nuovi elettrodotti;

- su richiesta puntuale delle medesime autorità competenti per il rilascio di autorizzazioni alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In fase di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati, allorquando risulti che la DPA relativa all'impianto da realizzare includa, se pur parzialmente, tali luoghi, per una corretta valutazione si dovrà procedere al calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, tenendo conto della portata in corrente in servizio normale dichiarata nel procedimento autorizzativo.

In fase di progettazione di nuovi luoghi tutelati, allorquando dette realizzazioni si dovessero trovare, se pur parzialmente, all'interno della DPA, le autorità competenti potranno chiedere al proprietario/gestore il calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, al fine di consentire una corretta valutazione.

In entrambi i casi, qualora la fascia di rispetto, ottenuta con calcolo esatto, includa, se pur parzialmente, il luogo tutelato si dovrà prevedere una variante al progetto, in quella specifica sezione, che non presenti luoghi tutelati all'interno della fascia di rispetto.

Il calcolo sarà effettuato con modello bidimensionale (2D), se rispettate le condizioni di cui alla CEI 106-11, o con modello tridimensionale (3D) in caso contrario. La determinazione della fascia di rispetto è finalizzata alla definizione del volume, attorno ai conduttori, al cui interno si potrebbe avere una induzione magnetica superiore a $3 \mu\text{T}$ e non all'individuazione della proiezione verticale al suolo di detto volume, come invece definito in maniera semplificata dalla procedura di calcolo della DPA. Pertanto il calcolo richiesto dalle autorità competenti va effettuato soltanto in corrispondenza della sezione di interesse, ovvero interferente con un luogo tutelato di cui all'art. 4 c. 1 lettera h) della Legge 36/2001.

Nei casi complessi (§ 5.1.4 del Decreto 29 maggio 2008) quali parallelismi AT, incroci AT/AT, AT/MT e MT/MT, cambi di direzione linee AT, il calcolo della fascia può essere effettuato, su richiesta puntuale delle autorità competenti, con i seguenti approcci:

- metodo semplificato (permette di individuare l'Area di Prima Approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati per una prima verifica da parte delle autorità competenti);

- modello 3D (nel caso di luoghi tutelati in progettazione interni all'Area di Prima

Approssimazione, al fine di fornire la reale fascia di rispetto al richiedente l'autorizzazione).

Nel caso di incroci di linee di gestori diversi, questi devono eseguire il calcolo con un approccio congiunto.

Nel caso di cabine elettriche la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

- cabine primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

- cabine secondarie, nel caso di cabine di tipo box (dimensioni mediamente di 4 m per 2,4 m, altezze di 2,4 m e 2,7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore più isolante) del cavo (x) applicando la seguente relazione: $DPA = 0.40942(x^{0.5241})I^{0.5}$.

Per Cabine Secondarie differenti dallo standard "box" o similare sarà previsto il calcolo puntuale, da applicarsi caso per caso. Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la DPA da considerare è quella della linea MT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad un "box", la DPA va calcolata con la formula di cui sopra.

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore. Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003, i gestori provvedono a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti, trasmessi mediante la suddetta relazione.

7. Metodi e strumenti per il rilevamento

Il controllo e il rilevamento dei livelli di emissione dei CEM sul territorio possono essere svolti con l'ausilio di strumenti di previsione, con misure puntuali ovvero con reti di monitoraggio in continuo.

7.1 Strumenti di previsione

Gli strumenti di previsione consentono la mappatura dei livelli di campo sul territorio, evidenziandone le zone con i valori più elevati, al fine di poter individuare sia le aree per l'insediamento di nuovi impianti sia le aree per il risanamento degli impianti esistenti.

Questi strumenti necessitano però di una descrizione molto dettagliata del territorio e delle caratteristiche tecniche degli impianti. Gli impianti radio trasmettono con livelli di emissione differenti nell'arco della giornata in funzione del traffico servito: i modelli di previsione devono perciò considerare la massima potenza erogabile dagli impianti e definire il caso peggiore, ovvero quello più critico. Si ricorda in particolare che il DM n. 381/1998 prevede che siano comunque effettuate delle misure strumentali ogni volta che le previsioni prevedano valori di campo elettrico superiori alla metà dei limiti imposti, ovvero valori superiori a 10 V/m e a 3 V/m per i siti sensibili e le abitazioni.

7.2 Misure puntuali

Le misure puntuali possono essere effettuate mediante strumenti a banda larga e strumenti selettivi in frequenza. Gli strumenti a banda larga sono in grado di rilevare l'intensità globale dei campi, sia elettrico che magnetico, o della densità di potenza provenienti da più sorgenti anche con frequenze di emissione differenti. Gli strumenti selettivi in frequenza consentono invece di selezionare il livello di campo generato ad una sola e determinata frequenza.

7.3 Rete di monitoraggio in continuo

Le reti di monitoraggio in continuo consentono di individuare le fluttuazioni dei livelli di campo in un arco temporale che può essere anche molto lungo. La possibilità di disporre di dati in tempo reale e di renderli immediatamente disponibili alla popolazione consente di rassicurare i cittadini e di agevolare le procedure di rilascio delle autorizzazioni per le nuove installazioni.

Queste consentono inoltre di realizzare mappe tematiche dei livelli di campo sul territorio ed essere dunque utilizzate per una efficiente pianificazione urbanistica. Costituiscono infine un supporto indispensabile per le indagini statistiche ed epidemiologiche di alta qualità e significatività.

7.3.1 Architettura di una rete

Lo schema generale dell'architettura di una rete di monitoraggio è costituita da una serie di centraline mobili e fisse, collegate ad un centro di controllo remoto (CCR) tramite la rete radio-mobilità GSM/GPRS o tramite la rete telefonica fissa.

7.3.2 Centraline di monitoraggio

Le centraline di monitoraggio sono composte da sensori di misura e da un sistema per la trasmissione verso il CCR. Vengono utilizzati prevalentemente sensori a banda larga che rilevano con una sensibilità compresa tra 0,1 V/m e 200 V/m. Le centraline possono inoltre essere dotate di un modulo di trasmissione in standard GSM che consente di inviare le informazioni attraverso i canali utilizzati per il servizio Short Message Service (SMS) o ricorrendo alla modalità di trasmissione dati GPRS. I dati ricevuti ed elaborati dal centro di controllo remoto possono essere resi disponibili o attraverso una rete internet o attraverso una rete intranet.

Nel caso della rete internet i dati sono disponibili alla popolazione non in forma tabulare – come avviene invece nel caso della rete intranet – ma in un formato facilmente comprensibile, per esempio utilizzando grafici e zonizzazioni territoriali di diverso colore.

7.4 Caratteristiche del campo da misurare

La scelta delle grandezze da misurare, della strumentazione e delle modalità di misura sono molto condizionate dalle caratteristiche del campo (tipo di propagazione, tipo di polarizzazione, ecc.).

Le misure in bassa frequenza vengono sempre condotte nella cosiddetta zona di campo vicino reattivo, zona in cui non sussiste alcuna relazione tra campo elettrico e campo magnetico ed è quindi necessario eseguire entrambe le verifiche.

Le misure in alta frequenza sono spesso eseguite in campo radiativo lontano e possono essere limitate a una delle tre grandezze (campo elettrico, campo magnetico, densità di potenza) essendo

nella regione di campo lontano le tre grandezze legate tra di loro attraverso l'impedenza caratteristica del mezzo Z (nel caso dell'aria $Z=Z_0=377 \Omega$). Valgono infatti le seguenti relazioni:

$$E = ZxH \text{ e } S = ExH = E^2 / Z = ZxH^2 \text{ .}$$

7.5 Caratteristiche della strumentazione

Indipendentemente dal tipo di misura che si vuole effettuare la strumentazione deve possedere alcuni requisiti. Nella struttura generale degli strumenti di misura si riconoscono tre componenti fondamentali:

- il sensore che si accoppia al campo generando ai suoi terminali una grandezza elettrica (tensione o corrente) proporzionale al campo;
- la linea di collegamento che trasferisce il segnale dal sensore all'apparato di misura;
- l'apparato di misura che elabora il segnale ricevuto e fornisce una indicazione quantitativa del valore di campo misurato.

La Figura 7.1 mostra alcuni strumenti per il rilevamento del campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico.



Figura 7.1 – Esempio di strumenti per il rilevamento

7.5.1 Basse frequenze

La guida CEI sulle basse frequenze si sofferma in particolare sulle misure a banda larga che si ritengono in genere sufficienti per la maggior parte delle applicazioni, in particolare per le misure dei campi elettrici e dei campi magnetici prodotti dalle linee e stazioni elettriche di potenza.

La guida fornisce anche indicazioni sulle misure selettive o nel dominio del tempo che per alcune applicazioni – particolari apparecchi, impianti industriali, impianti ferroviari – possono risultare essenziali per una corretta caratterizzazione del campo elettrico e del campo magnetico.

Per le misure del campo elettrico sono suggeriti diversi tipi di sensori:

- a condensatore con elettrodi isolati da terra;
- a condensatore con un elettrodo collegato a terra;
- di tipo elettro-ottico.

Al fine di evitare errori generalmente causati sia dalla presenza di oggetti metallici in prossimità del sensore sia dalla presenza dell'operatore stesso la guida suggerisce opportune precauzioni.

7.5.2 Alte frequenze

La guida CEI sulle misure in alta frequenza è molto più articolata nella parte che riguarda la specifica della strumentazione, sia per le misure a banda larga sia per quelle a banda stretta.

In essa sono descritti e specificati i vari tipi di sensori (antenne, dipoli accordati e non, spire) idonei per le caratteristiche del sistema di lettura e visualizzazione dei risultati. In particolare, per le misure selettive a banda stretta, vengono dati importanti suggerimenti – in relazione alle frequenze in gioco e alle caratteristiche del segnale rilevato – sulle più idonee modalità d'uso dell'analizzatore di spettro o del ricevitore selettivo utilizzato.

7.5.3 Sensori

I parametri fondamentali per la valutazione dell'idoneità di uno strumento sono l'accuratezza, la sensibilità, la gamma dinamica e la banda passante. Con accuratezza si intende l'attitudine a fornire risposte prossime al valore reale, sebbene lo strumento possa presentare un'intrinseca incertezza. La sensibilità definisce il livello del minimo segnale misurabile, mentre la gamma dinamica è pari al rapporto tra il valore minimo ed il valore massimo misurabili. Infine, con banda passante si intende l'intervallo di frequenze a cui lo strumento fornisce una risposta corretta entro

determinati margini di errore.

I sensori devono rispondere ad un solo parametro (E o H) in modo significativo ed avere dimensioni tali da non perturbare la misura. La calibrazione dei sensori può essere effettuata con metodologie che tengano conto della relazione tra il tipo di sensore e il campo di frequenza.

In particolare esistono tecniche che prevedono l'utilizzo dei siti di misura (celle TEM, camere anecoiche) con distribuzioni di campo note e tecniche che si basano sul campione di trasferimento che richiede il confronto della misura del sensore da tarare con quella di un sensore campione.

7.5.3.1 Sensori capacitivi

I sensori capacitivi sono formati da due masse metalliche di dimensioni tali che il campo possa considerarsi uniforme su di esse: per induzione elettrica si formano su di esse delle cariche che variano nel tempo secondo il campo inducente. Inoltre, nel circuito di misura che collega le due masse scorre una corrente proporzionale all'intensità e alla frequenza del campo elettrico incidente. La Figura 7.2 mostra lo schema costruttivo di un sensore capacitivo: in particolare, la distanza h tra i due estremi delle masse deve essere un valore compreso tra lo spessore delle masse e la lunghezza d'onda che si vuole misurare; la tensione V sarà perciò pari al metà del prodotto tra h e l'intensità del campo elettrico E . Un sensore di questo tipo è il dipolo corto costituito da due bracci metallici e contrapposti: la struttura aperta lo rende "insensibile" al campo magnetico, mentre al capo dei due bracci si rende disponibile una tensione proporzionale al campo elettrico incidente.

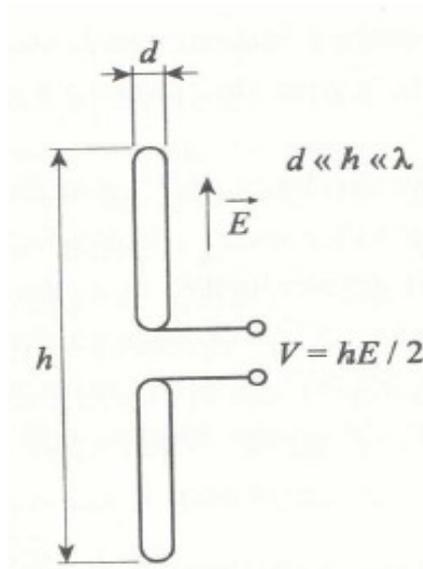


Figura 7.2 – Schema di un sensore capacitivo

7.5.3.2 Sensori induttivi

I sensori induttivi sono costituiti da una superficie anulare chiusa che taglia le linee di forza di un campo magnetico: le dimensioni devono essere tali da poter considerare il campo magnetico costante sul sensore. Per induzione magnetica, è dunque disponibile ai terminali una tensione proporzionale all'intensità del campo ed alla sua frequenza. Un sensore di questo tipo è la spira piccola ai cui capi si produce una tensione pari a $V = \mu f \pi^2 D^2 H / 2$, ove μ è la permeabilità magnetica del mezzo, f è la frequenza del campo, D è il diametro interno al centro della spira ed H è l'induzione magnetica. In particolare, le tensioni indotte in ogni tratto dell'anello si annullano, quindi sono "insensibili" al campo elettrico. La Figura 7.3 mostra lo schema di una spira piccola e i parametri suddetti.

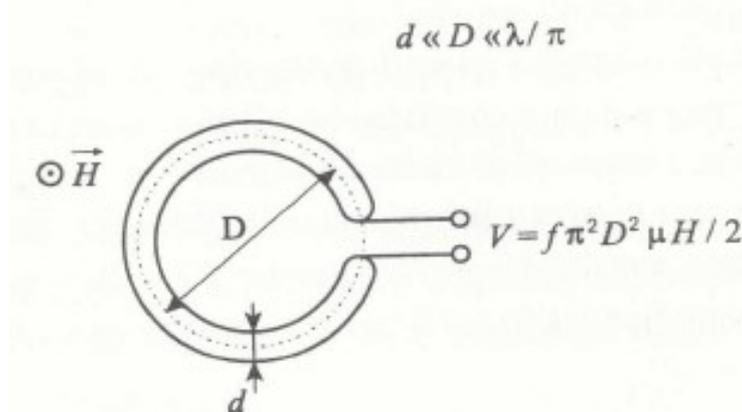


Figura 7.3 – Schema di un sensore induttivo

7.5.4 Minimizzazione degli errori di misura

Le guide CEI riportano le indicazioni per minimizzare gli errori di misura della catena strumentale e, in ogni caso, per valutare l'incertezza totale sulla base dei dati di incertezza dei vari componenti.

7.6 Modalità di esecuzione delle misure e raccolta dei risultati

Sono state elaborate delle procedure per consentire di ottenere dalle misure il maggior numero di informazioni in relazione agli obiettivi delle misure stesse che possono essere molteplici: infatti, anche se le misure oggetto delle guide CEI sono principalmente orientate alla verifica della conformità degli impianti e delle apparecchiature ai limiti di campo elettromagnetico fissati da legislazioni o suggerite da norme tecniche, le procedure per la loro esecuzione devono

costituire anche un riferimento per le misure da eseguire per altri scopi, quali le attività di ricerca e di ausilio alla progettazione, alla validazione di modelli di calcolo, al controllo del buon funzionamento degli impianti, ecc.

Le procedure riportate sono anche differenziate in relazione al tipo e al numero delle sorgenti, alla zona di campo interessata alle misure (campo reattivo o campo radiativo), alle variazioni temporali e spaziali delle emissioni, al loro campo di frequenze, al tipo di territorio interessato.

Le procedure prevedono sempre le seguenti fasi (Tab. 7.1).

Tab. 7.1 – Fasi procedurali per l'esecuzione delle misure e la raccolta dei dati

Fase	Operazione
I	Analisi preliminare dell'area da caratterizzare sulla base delle informazioni reperite e di calcoli e misure orientative
II	Scelta della catena strumentale più idonea che permetta di ottenere risultati di misura in linea con l'obiettivo prefissato
III	Installazione del sistema di misura secondo le prescrizioni che permettano di minimizzare gli errori
IV	Verifica in campo dell'installazione e dei singoli componenti del sistema di misura
V	Esecuzione delle misure seguendo protocolli che permettano di ottenere una serie di risultati statisticamente sufficienti alla caratterizzazione elettromagnetica temporale e spaziale dell'area in esame
VI	Elaborazione e valutazione dei risultati

8. Strumenti per la rappresentazione

Le PA regionali sono state indotte ad adottare sistemi di calcolo del campo magnetico, sia per monitorare l'esposizione, sia per determinare i vincoli urbanistici in prossimità delle sorgenti, definendo delle fasce di rispetto.

È possibile quantificare l'impatto di una determinata sorgente sull'ambiente e sul territorio? L'accordo di programma triennale tra il Ministero per lo Sviluppo Economico e CESI RICERCA SpA ha tentato di rispondere a questa domanda e a quantificarne gli impatti. Infatti, CESI RICERCA SpA ha condotto alcune valutazioni diverse sia per realtà ambientale, sia per realtà geografica.

I risultati ottenuti hanno permesso di valutare l'effettiva rilevanza sui diversi comparti ambientali e di orientare nuove ricerche in diversi ambiti, come i metodi di monetizzazione, il confronto dei costi industriali, le misure di compensazione, le misure di mitigazione e i costi esterni.

In particolare, CESI RICERCA SpA ha progettato e sviluppato alcuni software per l'analisi ambientale e territoriale. Nell'ambito della pianificazione, dello sviluppo e del riordino delle sorgenti, si può dunque valutare gli impatti ambientali con alcuni software, classificabili in tre tipologie.

8.1 Software di utilità

Questa prima tipologia di software include gli strumenti per la mappatura in ambiente GIS delle zone di interferenza delle sorgenti con gli immobili, consentendo in particolare di monetizzare l'impatto delle sorgenti sul territorio inteso come perdita di valore degli immobili adiacenti ad esse.

Ad esempio, considerando le linee elettriche, il software ESRI ArcGIS 9.1 consente di mappare in ambiente GIS i corridoi lungo le linee elettriche. Tale funzione è attivabile con il tasto "FasciaDiRispetto" presente nella barra degli strumenti. Nella Figura 8.1 è riportata la maschera del programma ESRI ArcGIS 9.1 e sono state evidenziate le funzioni Buffer – Fascia di rispetto, Intersezioni Buffer – Fabbricati e Aree Fabbricati Intersecati.

I fabbricati, identificati dalla localizzazione e da alcune caratteristiche quali il numero di piani e le rispettive superfici, costituiscono il principale dato di input. È stata inoltre sviluppata una procedura, attivabile con il tasto Buffer – Fascia di rispetto, per il calcolo delle fasce di rispetto delle singole linee: l'attività della funzionalità associata porta all'apertura di una maschera in cui

occorre selezionare sia il file contenente le caratteristiche delle linee, sia le linee di interesse evidenziate dopo ogni selezione effettuata. L'ampiezza del buffer può essere calcolata o in funzione della tensione e delle correnti della singola linea, ovvero in funzione di un valore prefissato dall'utente. Confermate le selezioni, vengono richiesti i parametri geometrici e di corrente delle singole linee interessate Tab. 8.1 (Figura 8.2).

Tab. 8.1 – Parametri geometrici e di corrente

Parametri
Altezza dei cavi dal suolo
Distanza dei cavi dall'asse del traliccio
Freccia della catenaria a metà campata
Corrente dei conduttori per ogni fase
Induzione magnetica

Chiusa l'ultima maschera, vengono calcolate le fasce di rispetto secondo la norma CEI 106-11 in termini di proiezione al suolo della distanza dal baricentro dei cavi oltre la quale il valore di induzione magnetica scende al di sotto del valore di riferimento specificato dall'utente.

L'area in pianta di ogni fabbricato intercettato dalla fascia di rispetto viene moltiplicata per il numero di piani in modo da valutare l'area effettiva dei fabbricati che potrebbero potenzialmente essere soggetti a svalutazione.

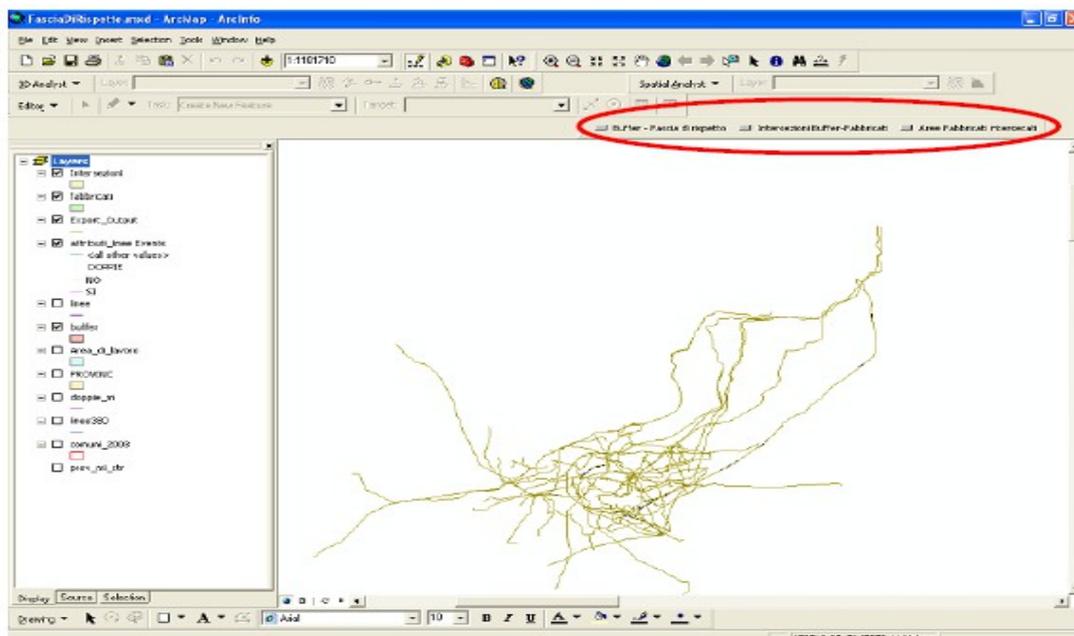


Figura 8.1 – Interfaccia del progetto FsciaDiRispetto.mxd

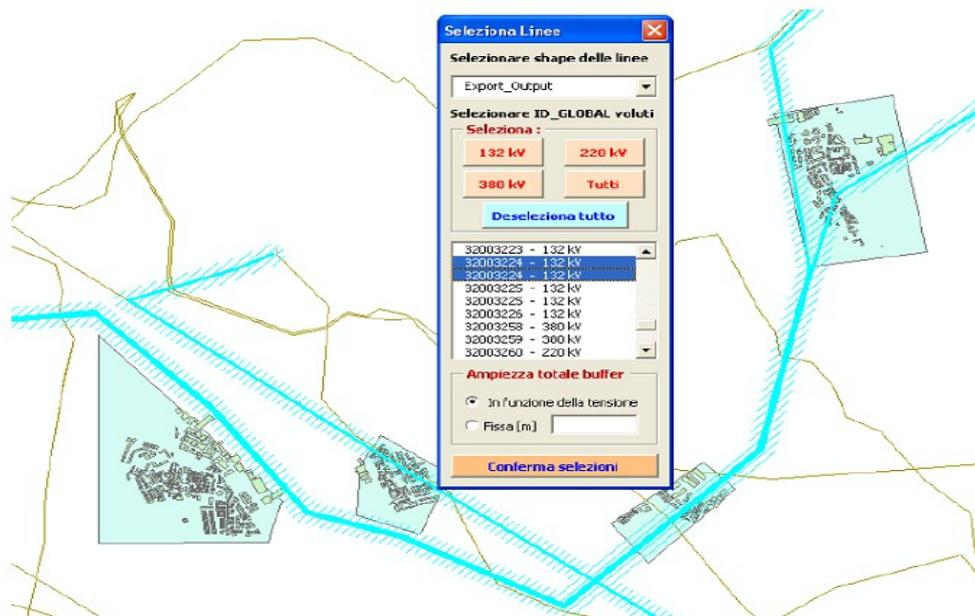


Figura 8.2 – Maschera per il calcolo della fascia di rispetto



Figura 8.3 – Parametri geometrici ed elettrotecnici da inserire per caratterizzare una linea da 132 kV (la finestra di sinistra si riferisce ad una terna semplice, quella di destra ad una terna doppia)

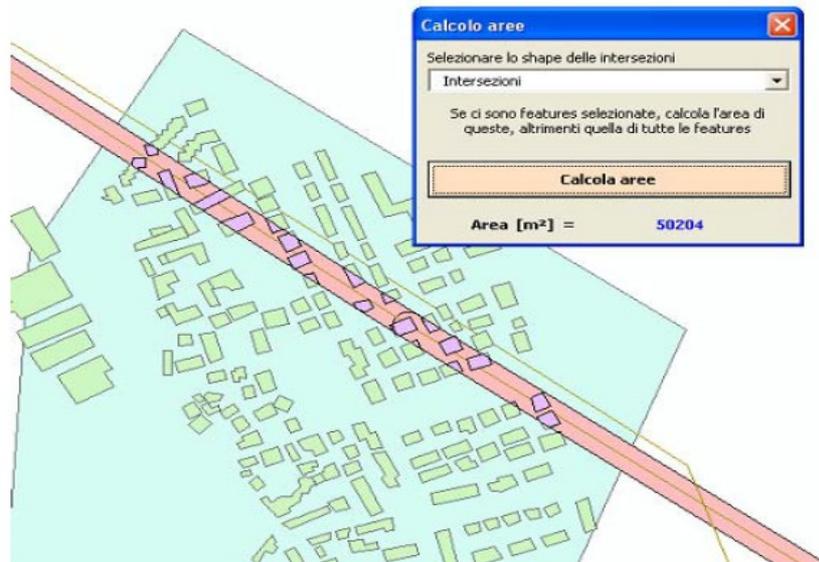


Figura 8.4 – Maschera per la visualizzazione delle aree dei fabbricati intercettati dal buffer

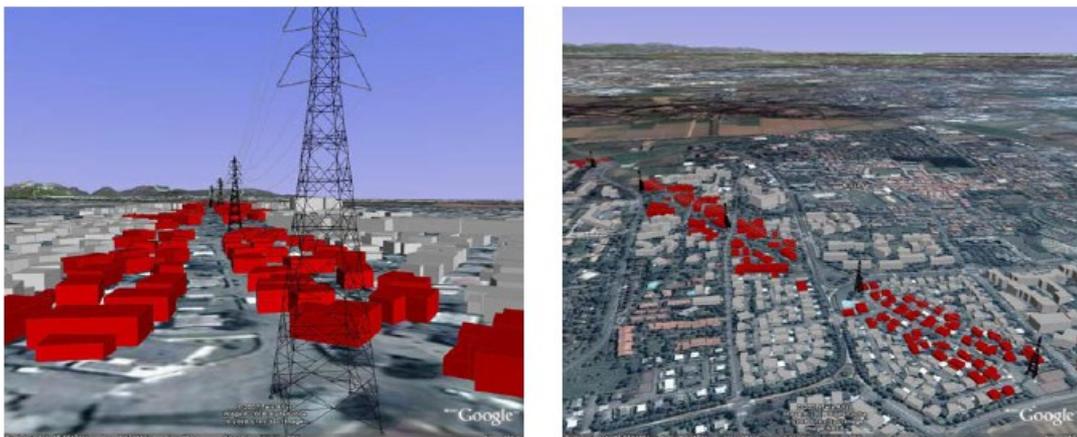


Figura 8.5 – Simulazione tridimensionale di edifici (in rosso) intercettati dalla fascia di rispetto (50 m a cavallo della linea)

8.2 Software di simulazione visiva

In questa seconda tipologia sono inclusi tutti gli strumenti di simulazione visiva che consentono la valutazione dell'impatto paesaggistico. Il paesaggio è tuttavia un'entità complessa e perciò non sono disponibili procedure facilmente automatizzabili.

Ad esempio, il software LineEarth consente di realizzare modelli virtuali tridimensionali delle sorgenti e di posizionarli in una specifica porzione del territorio, rendendo i risultati visibili e navigabili dagli utenti. All'operatore è richiesto solamente l'inserimento della posizione delle sorgenti, senza richiedere alcuna competenza di modellazione aggiuntiva.

Confermati i dati inseriti, questo software crea una simulazione tridimensionale della sorgente,

permettendo all'utente di visualizzare l'area o il percorso in un filmato. In questo modo si raggiunge l'obiettivo di permettere al progettista, al decisore pubblico o a chiunque sia chiamato a vario titolo a giudicare il progetto, di selezionare i punti di vista che egli ritenga più adeguati e di navigare lungo i percorsi o nell'area desiderata, senza essere legato a punti di vista statici o prefissati da qualcun altro.

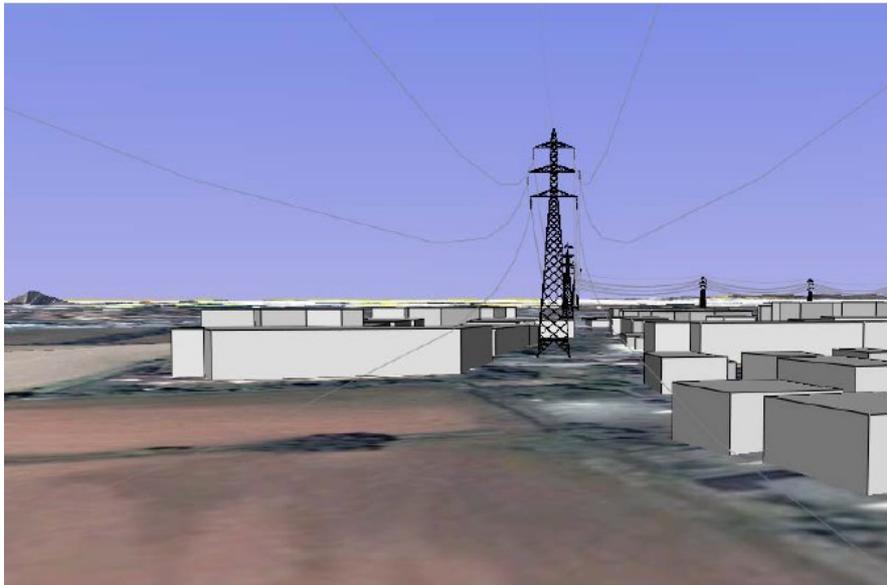


Figura 8.6 – Simulazione 3D di una linea doppia terna 220 kV



Figura 8.7 – Simulazione di un fly-through

8.3 Software per l'analisi delle interferenze

A questa terza tipologia afferiscono gli strumenti che consentono di analizzare l'interferenza delle sorgenti con il territorio a partire da una analisi territoriale. L'obiettivo di tali strumenti è quello di delineare una procedura per indagare il problema della localizzazione delle sorgenti in relazione agli strumenti esistenti per il governo del territorio, ovvero in relazione ai vincoli dettati dalla pianificazione territoriale locale e con le situazioni di criticità puntuali.

9. Il progetto Carta di Idoneità Elettromagnetica

La Carta di Idoneità Elettromagnetica (CIE) è uno strumento atto a valutare le criticità potenziali e reali di un territorio dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico e consente perciò di pianificare campagne di misura mirate dei livelli di esposizione della popolazione e dell'ambiente ai CEM a radiofrequenza comprese tra 100 kHz e 3 GHz, in attuazione del principio di cautela adottato dalla Comunità Europea (art. 174, Trattato di Amsterdam) e recepito dalla legislazione nazionale con la Legge Quadro n. 36 del 2001 e successivi decreti attuativi.

Il Progetto CIE permette di valutare le criticità potenziali e reali di un territorio mediante la redazione di carte tematiche: inizialmente, viene considerata la potenziale vulnerabilità del territorio sia da un punto di vista naturalistico (presenza di aree protette o non antropizzate da preservare) sia dal punto di vista della salute umana; successivamente, viene valutato l'impatto delle sorgenti presenti. Questo progetto si suddivide in una fase teorica (raccolta delle informazioni e stesura delle carte tematiche che definiscono il livello di criticità del territorio) ed una fase operativa di monitoraggio (misure differenziate sul campo a seconda del grado di criticità emerso). La Figura 9.1 riporta il diagramma di flusso del Progetto CIE.

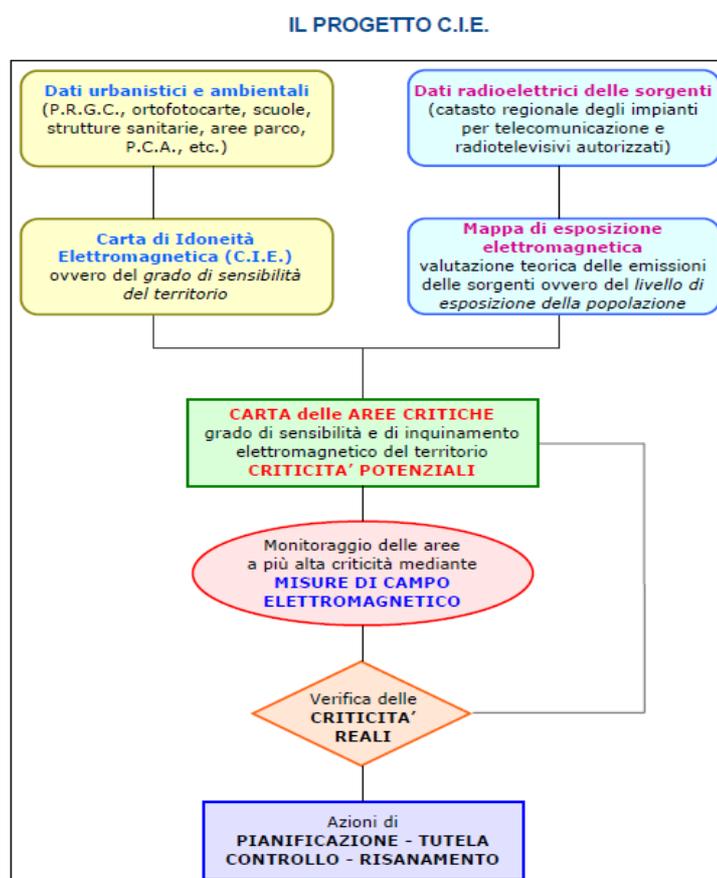


Figura 9.1 – Diagramma di flusso progetto CIE

Lo studio teorico prevede la redazione di tre carte tematiche, ovvero della Carta di Idoneità Elettromagnetica, della Mappa di Esposizione Elettromagnetica e della Carta delle Aree Critiche.

La Carta di Idoneità Elettromagnetica rappresenta il grado di sensibilità del territorio all'inquinamento elettromagnetico e consiste in una suddivisione del territorio di ciascun comune in tre tipologie di aree omogenee per fruizione e destinazione d'uso: le aree considerate sono infatti caratterizzate da un differente grado di sensibilità e di tutela.

La Mappa di Esposizione Elettromagnetica rappresenta il livello di esposizione ai CEM a radiofrequenza presenti sul territorio: essa è ottenuta sommando – mediante un calcolo teorico – i contributi delle emissioni di ciascun impianto radioelettrico autorizzato e inserito nel Catasto Regionale delle emittenti.

Infine, la Carta delle Aree Critiche è ottenuta sovrapponendo le due carte descritte precedentemente: questa carta riassume in sé il grado di sensibilità e di inquinamento elettromagnetico di un territorio, precedentemente suddiviso in aree differenziate sulla base di una scala di criticità, ed evidenzia le aree a maggior sensibilità e grado di esposizione sulle quali concentrare le azioni di controllo.

Le criticità emerse dallo studio devono essere considerate potenziali in quanto sarà per mezzo della successiva fase di misurazione sul campo che si avrà la possibilità di verificare la validità delle stime e di delineare le criticità reali.

La fase operativa si articola in alcune fasi minori, ovvero nella definizione dei criteri di intervento per il monitoraggio, nel monitoraggio vero e proprio e nella verifica delle criticità stimate.

La definizione dei criteri di intervento per il monitoraggio si basa sulle informazioni contenute nella Carta delle Aree Critiche: in questa fase viene stabilito il numero e la localizzazione delle misure in modo da differenziarle sia come numero che come tipologia a seconda del grado di criticità stimato.

Il monitoraggio è svolto mediante misure puntuali: gli strumenti per il rilevamento possono essere a banda larga o selettori di frequenza.

Infine, con la verifica delle criticità stimate è previsto un confronto tra i livelli misurati ed il grado di criticità stimato. A questo confronto succede la revisione della Carta delle Aree Critiche al fine di ottenere la Carta delle Criticità Reali in base alla quale pianificare gli interventi di controllo per gli anni a venire.

Il progetto CIE si presenta dunque come uno strumento di conoscenza del territorio che può

essere fornito agli Enti Locali quale supporto alle scelte che questi sono tenuti ad operare nel campo della pianificazione e della gestione ambientale.

9.1 L'inquinamento elettromagnetico sul territorio

Alcune Regioni si sono dotate di un Catasto Regionale delle Emittenti: infatti, esse hanno imposto alle emittenti di comunicare i dati tecnici, geografici ed anagrafici degli impianti alle rispettive ARPA per il rilascio del parere preventivo sulle emissioni.

Il Catasto delle Emittenti rappresenta una preziosa base storica di dati e fornisce anche un quadro completo della situazione circa l'inquinamento elettromagnetico di un territorio in termini di indicatori ambientali delle pressioni (densità di impianti per telecomunicazioni, densità di potenza installata) e delle risposte (numero di pareri rilasciati per l'installazione, numero di controlli effettuati).

La densità di impianti per telecomunicazioni è espresso come rapporto tra la numerosità degli impianti presenti in un'area circoscritta e la superficie dell'area considerata.

La densità di potenza installata è il secondo indicatore di pressione ed è pari al rapporto tra la potenza (in Watt) degli impianti installati e le rispettive superfici comunali (in ha).

Il numero di pareri rilasciati per l'installazione o la modifica degli impianti per le telecomunicazioni e il numero di controlli effettuati mediante misure brevi e di lungo periodo con centraline di monitoraggio dedicate costituiscono i due indicatori di risposta.

Generalmente, qualora visualizzassimo la distribuzione degli impianti per le radio-telecomunicazioni, emerge un tipo di distribuzione diffusa capillarmente sul territorio in quanto gli impianti devono essere prossimi all'utenza e, dunque, sono maggiormente concentrati in aree densamente abitate.

In Italia operano quattro gestori nazionali per la telefonia mobile (Tim, Vodafone, Wind, H3G) ciascuno dei quali ha un suo piano di rete: questi piani necessitano di apposite installazioni e l'ovvia conseguenza è un proliferare di antenne e sostegni ingombranti nei centri urbani.

La presenza degli impianti radio e televisivi è invece meno invasiva e più dispersa: questi sono spesso collocati in aree collinari; i fattori che influiscono maggiormente sulla loro localizzazione sono la posizione geografica e la conformazione geomorfologica del territorio.

In Figura 9.2 sono riportate le distribuzioni delle stazioni radio-base e degli impianti radiotelevisivi del caso studio della provincia di Alessandria.

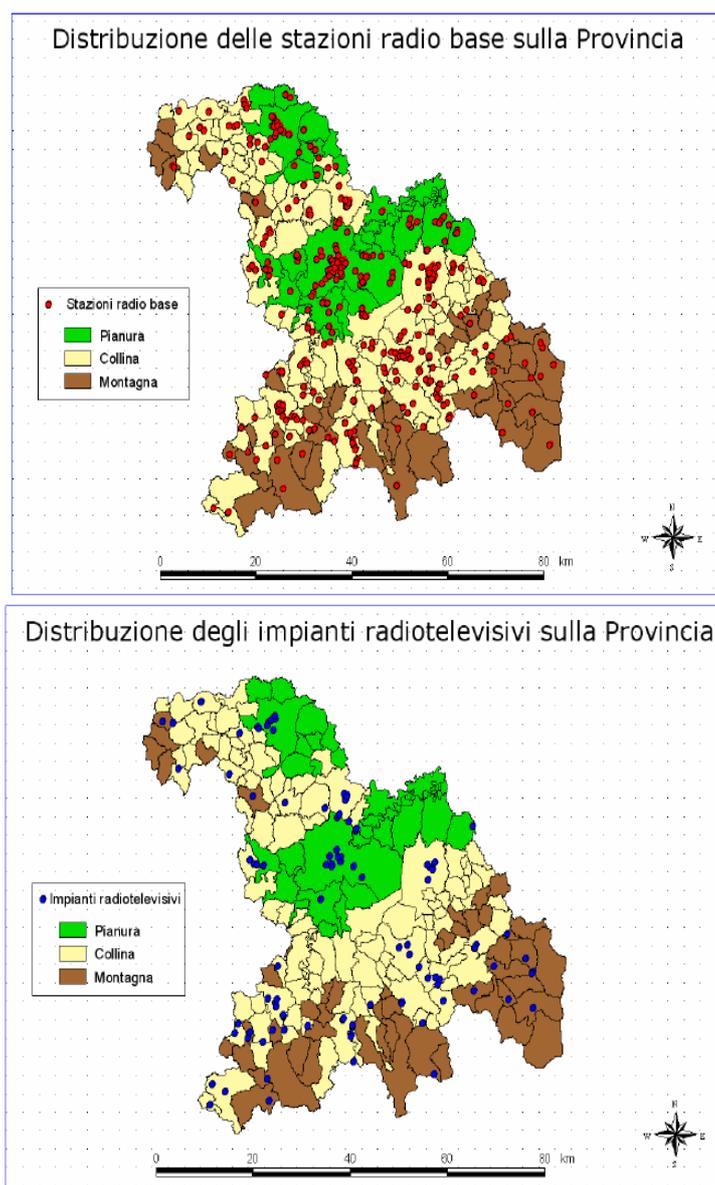


Figura 9.2 – Esempio di distribuzione delle stazioni radio base e degli impianti radiotelevisivi

9.1.1 Densità degli impianti per telecomunicazioni

L'indicatore Densità degli impianti per telecomunicazioni considera la distribuzione degli impianti rispetto all'estensione di ciascun Comune, ovvero il numero di impianti per km².

I risultati ottenuti dal caso studio della provincia di Alessandria evidenzia come la presenza di impianti per la telefonia cresca in maniera esponenziale nei Comuni più popolosi e con un'alta concentrazione di attività: in particolare, nei capoluoghi l'indicatore è compreso tra 0,5 e 1 impianti/km², mentre nei Comuni periferici il valore si attesta tra 0,25 e 0,5. La Figura 9.3 riporta la distribuzione della densità delle stazioni radio-base della provincia di Alessandria.

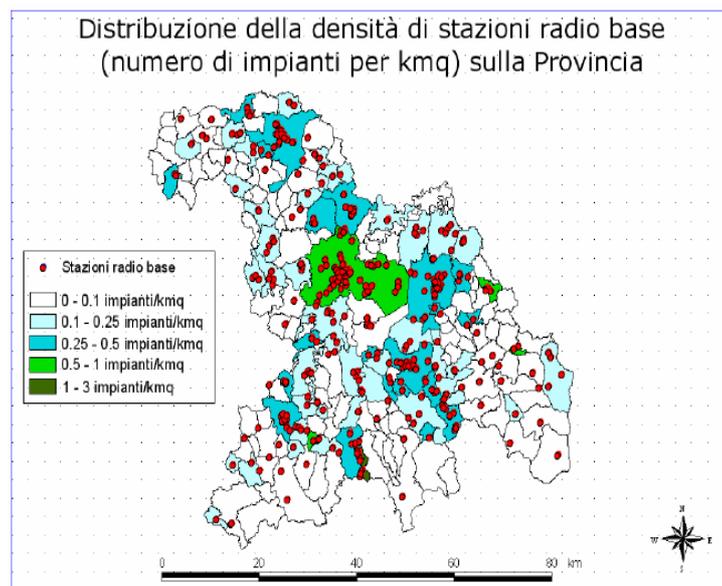


Figura 9.3 – Distribuzione della densità di stazioni radio-base

Alcuni Comuni periferici possono presentare una densità degli impianti superiore al capoluogo provinciale e nettamente superiori alla media provinciale in quanto la presenza di infrastrutture – come le autostrade o le gallerie – richiedono un numero maggiore di ripetitori.

Considerando invece gli impianti radio e televisivi l'elevata presenza di impianti non è di per sé un indice di un elevato inquinamento elettromagnetico: quest'ultimo dipende infatti dalle potenze installate e non dalla numerosità degli impianti. Inoltre, l'indicatore Distribuzione della densità degli impianti indica solamente una pressione esistente sul territorio. A titolo esemplificativo, la Figura 9.4 riporta la distribuzione degli impianti radio e televisivi della provincia di Alessandria.

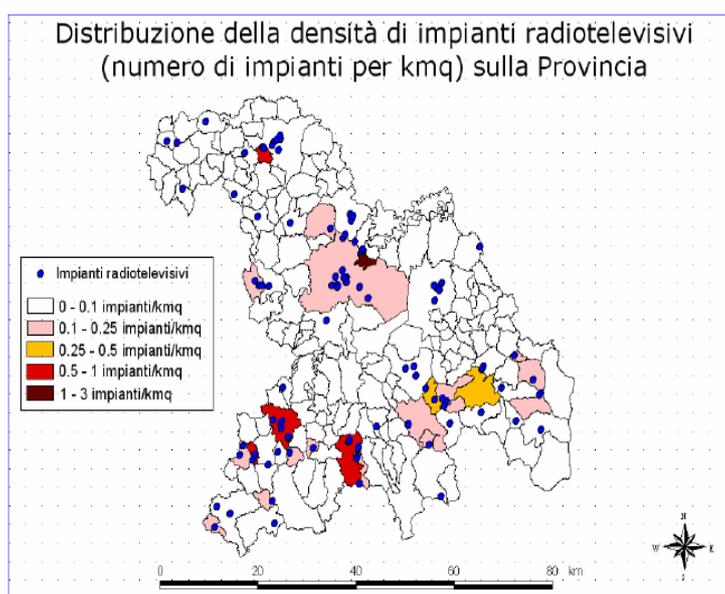


Figura 9.4 – Distribuzione della densità di impianti radio-televisivi

9.1.2 Densità delle potenze installate

Il caso studio della provincia di Alessandria conferma che per la telefonia mobile la concentrazione di potenze è direttamente proporzionale all'utenza presente. La Densità delle potenze installate è misurata in W/ha. Un capoluogo di provincia mantiene una densità compresa tra 0,5 0,75 W/ha, ma vi possono essere delle anomalie ovvero dei Comuni che presentano un range di valori più elevato del capoluogo stesso. Quest'ultimo fenomeno è spiegabile sia per la presenza di infrastrutture autostradali e ferroviarie, le quali necessitano – congiuntamente alla presenza di gallerie – di numerosi ripetitori di segnale, sia per la presenza di Comuni limitrofi privi di impianti. Questi Comuni assommano a sé le potenze e gli impianti necessari per le coperture anche di quelli confinanti.

Gli impianti radiotelevisivi hanno solitamente potenze installate di parecchie centinaia di Watt e coprono aree estese del territorio: tuttavia l'impatto ricade non solo sul Comune di installazione ma anche sulle aree limitrofe. Perciò, se è certo che un'alta densità di potenza costituisca indubbiamente un impatto per un Comune, non è detto che non lo sia anche per i Comuni confinanti, specie se gli impianti sono collocati in prossimità dei confini comunali.

9.1.3 Numero di pareri rilasciati

L'indicatore Numero di pareri rilasciati è un indicatore di risposta per l'inquinamento elettromagnetico e consta di una valutazione preventiva dell'emissione delle future installazioni, azione prevista dalle leggi regionali e vincolanti per il rilascio delle autorizzazioni comunali.

I pareri si basano su calcoli teorici effettuati mediante software; inoltre, essi considerano i dati radioelettrici degli impianti che i gestori sono obbligati di comunicare secondo le modalità previste dalla legge. Tali calcoli permettono di stimare i livelli di campo elettrico a radiofrequenza per ciascun piano abitabile degli edifici presenti nel raggio di 300 m dagli impianti, valore a cui devono essere sommati eventuali contributi di impianti già presenti.

Il numero di autorizzazioni può essere suddiviso per anno e per tipologia di impianto: è possibile ottenere un istogramma dal quale risulta evidente una grandissima ed costante crescita degli impianti per la telefonia negli anni. Questo fenomeno può essere interpretato come conseguenza del successo di mercato della telefonia mobile, soprattutto in Italia dove – secondo i dati Eurostat – dal 2004 il numero di abbonamenti al servizio di telefonia mobile ha raggiunto quota 63 milioni, ovvero più di un abbonamento per abitante.

Il grande interesse dei cittadini per la telefonia mobile, unitamente al suo rapido sviluppo tecnologico che ha portato in circa vent'anni al passaggio dalla tecnologia TACS a quella GSM fino all'odierna tecnologia UMTS, ha determinato il proliferare esponenziale di impianti per la copertura del servizio sul territorio. Per esempio, l'istogramma della provincia di Alessandria evidenzia i due momenti di massima espansione della telefonia: nel 2003 in concomitanza con la diffusione dell'ultimo operatore entrato nel mercato italiano e nel 2005-2006 con la messa a regime per tutti gli operatori della nuova tecnologia UMTS. La Figura 9.5 riporta in un istogramma il numero di autorizzazioni dal 2000 al 2007.

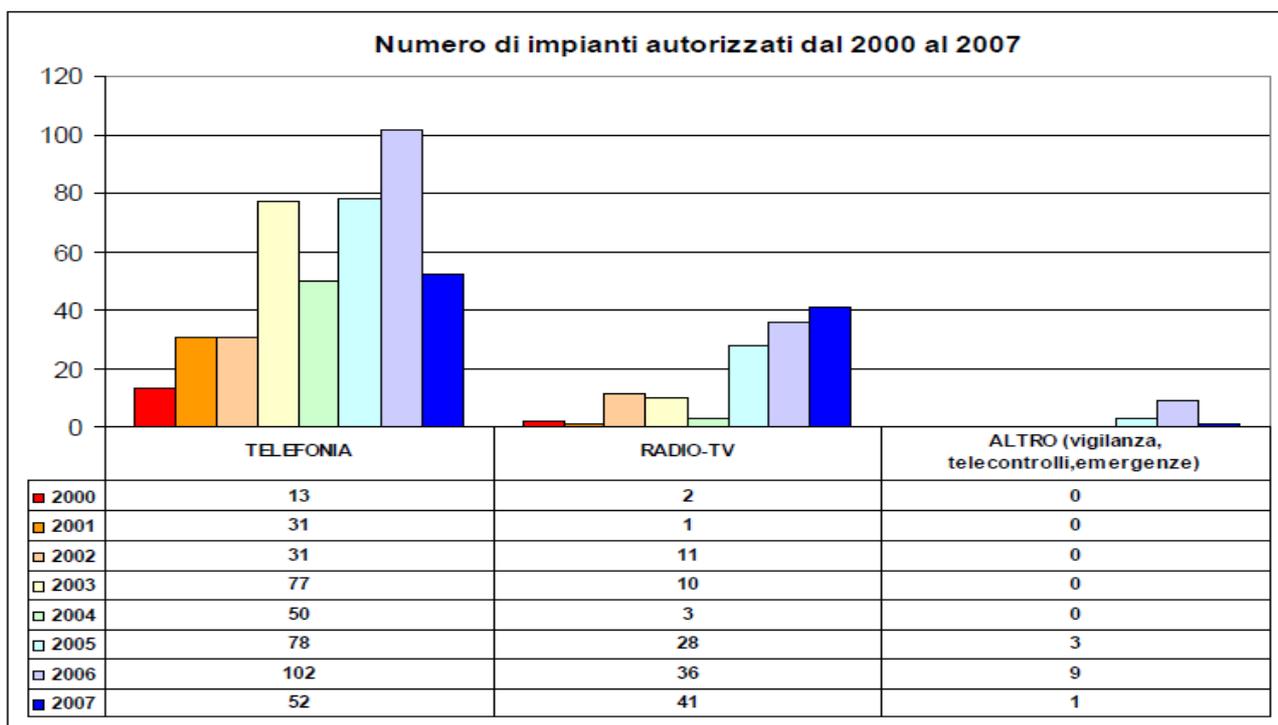


Figura 9.5 – Autorizzazioni rilasciate dal 2000 al 2007

La numerosità degli impianti radiotelevisivi presenti su un determinato territorio resta pressoché costante negli anni: l'aumento delle autorizzazioni è perciò da imputare essenzialmente alla messa in regola degli impianti di vecchia data a seguito dell'entrata in vigore delle leggi regionali. A differenza della telefonia, le stazioni radio-base e televisive sono state inserite nel territorio in una situazione di vacanza legislativa: ciò ha prodotto situazioni di irregolarità che devono essere progressivamente sanate negli anni.

9.1.4 Verifica diretta dei livelli di inquinamento elettromagnetico

Il secondo indicatore di risposta è la Verifica diretta dei livelli di inquinamento elettromagnetico, costruito tramite tre differenti tipologie di misure strumentali:

- misure in banda larga, rilevando il CEM globale prodotto dalla somma dei contributi di tutte le sorgenti presenti senza distinguere i contributi di ciascuna sorgente;
- misure in banda stretta, andando a stimare i contributi di ogni singolo segnale presente;
- monitoraggi di lungo periodo, effettuati mediante misure in continuo dei CEM tramite centraline fisse.

Esiste inoltre una rete nazionale di monitoraggio dell'inquinamento elettromagnetico denominata Monitoraggio F.U.B. che è stata messa a punto dal Ministero delle Telecomunicazioni tramite la Fondazione Ugo Bordini. La Fondazione Ugo Bordini ha curato la realizzazione tecnica della rete di monitoraggio allo scopo di rilevare le emissioni di campo in particolari luoghi o siti del territorio nazionale definiti come sensibili. Inoltre, essa si è avvalsa della collaborazione con le Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la gestione delle centraline di monitoraggio.

Il caso studio della provincia di Alessandria è unico in Italia poiché la scelta dei siti è stata effettuata sulla base di una analisi dettagliata del territorio contenuto nella Carta CIE.

La rete di monitoraggio è dotata di sensori isotropici a banda larga e operanti nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 3 GHz: le centraline registrano in continuo il valore efficace del CE, mediato su un intervallo di sei minuti come previsto dalla normativa vigente.

Le centraline trasmettono i dati ad un centro di controllo remoto gestito da ARPA grazie alla rete GSM che, a sua volta, li inoltra alla centrale di controllo e di archiviazione secondo lo schema riportato nella Figura 9.6.

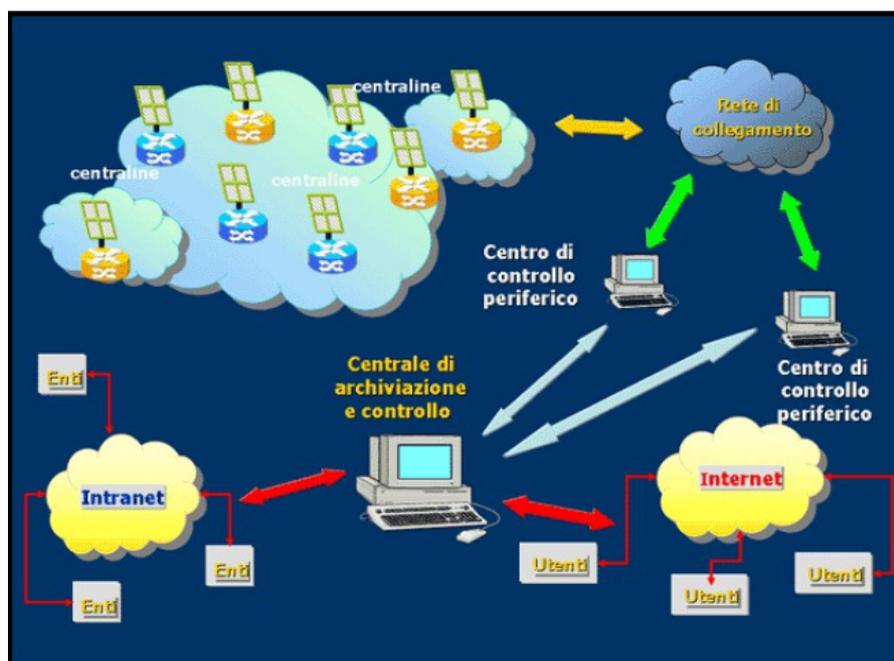


Figura 9.6 – Rete di monitoraggio (Fonte: www.monitoraggio.fub.it)

9.2 Lo studio CIE

9.2.1 La Carta di Idoneità Elettromagnetica

La Carta di Idoneità Elettromagnetica rappresenta il grado di sensibilità di un territorio all'inquinamento elettromagnetico: scaturisce dall'analisi degli strumenti urbanistici vigenti e delle destinazioni d'uso del territorio, aggregando tutte le informazioni di carattere urbanistico e ambientale disponibili (PRG, tipo di fruizione del territorio, ricettori sensibili, installazioni radioelettriche esistenti) con particolare riferimento al Piano di Classificazione Acustica comunale (PAC) che ne costituisce la base tematica di partenza per la redazione della Carta CIE.

Dalla combinazione delle informazioni territoriali si ottiene una suddivisione di ciascun Comune in tre differenti aree omogenee:

- aree di attenzione di primo livello (A1) ovvero quelle porzioni del territorio caratterizzate dalla presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, luoghi per l'infanzia) o aree di pregio ambientale per le quali si prevede una particolare e dettagliata azione di tutela e controllo;

- aree di attenzione di secondo livello (A2) ovvero quelle porzioni di territorio ad uso esclusivamente o prevalentemente residenziale ad elevata densità abitativa o altamente frequentate e le aree limitrofe a impianti per le telecomunicazioni e radiotelevisivi autorizzati per i quali sono previste azioni di tutela e di controllo con riferimento anche alle esposizioni in ambiente urbano;

- aree neutre (N) ovvero la restante porzione del territorio.

La Carta tematica così ottenuta si definisce Carta CIE e la sua redazione si articola in tre fasi distinte.

9.2.1.1 Caricamento su supporto GIS del PCA

Il PCA, strumento urbanistico atto a tutelare il benessere acustico delle persone e dell'ambiente (Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995), prevede la suddivisione del territorio in sei classi acustiche cui spettano limiti differenziati e decrescenti dalla sesta alla prima classe: la prima classe è quella a cui corrisponde la maggior tutela.

Gli obiettivi della classificazione acustica del territorio sono quelli di prevenire il deterioramento delle zone inquinate, ovvero di fornire uno strumento per la pianificazione, la previsione e il risanamento dello sviluppo urbanistico, commerciale, artigianale e industriale, nonché garantire livelli di inquinamento acustico compatibili con la tutela della salute. La Figura 9.7 riporta le classi acustiche del PCA.

CLASSI ACUSTICHE		
I		AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE
II		AREE AD USO PREVALENTEMENTE RESIDENZIALE
III		AREE DI TIPO MISTO
IV		AREE DI INTENSA ATTIVITA' UMANA
V		AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI
VI		AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Figura 9.7 – Classi acustiche del PCA

Specifiche direttive regionali impongono la suddivisione in classi del territorio a partire dalla sua destinazione d'uso, considerando perciò l'effettiva fruizione e tenendo conto della presenza di ricettori sensibili in modo tale da pervenire alla definizione di zone rilevanti all'interno di ciascun territorio comunale: tali zone hanno infatti esigenze acustiche omogenee.

L'approccio proposto per lo studio CIE è del tutto simile a quello adottato dalla legislazione per la redazione dei PCA. La redazione della carta CIE soddisfa quindi i gradi di compatibilità delle aree poiché si basa sulla tipologia e sulla destinazione d'uso del territorio.

La motivazione che sta alla base della scelta dei PCA quali strumenti di partenza per la redazione della CIE sta nel fatto che – diversamente della tematica legislativa del rumore – non esistono in campo legislativo direttive analoghe per l'inquinamento elettromagnetico, sebbene anch'esso sia un caso di inquinamento di carattere fisico dell'ambiente aereo.

La trasposizione del PCA nella Carta CIE deve rispettare alcune operazioni di caricamento dei dati informatici e cartacei in un ambiente GIS: il caricamento può essere svolto con il software ArcView Vers. 3.2. Le fasi che caratterizzano la redazione del Piano di Zonizzazione Acustica sono riportate in Tab. 9.1.

Tab. 9.1 – Fasi per la redazione del Piano di Zonizzazione Acustica

FASE	DESCRIZIONE
0	Acquisizione dei dati ambientali e territoriali
I	Analisi delle Norme Tecniche di Attuazione dei PRG comunali; determinazione delle corrispondenze tra categorie omogenee d'uso del suolo secondo le classi di destinazione d'uso; determinazione delle corrispondenze tra le classi acustiche; elaborazione della bozza di Zonizzazione Acustica
II	Analisi territoriale di completamento e perfezionamento della bozza di Zonizzazione Acustica
III	Omogeneizzazione della Classificazione Acustica e individuazione delle aree destinate a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile o all'aperto
IV	Inserimento delle fase "cuscinetto" e delle fasce di pertinenza delle infrastrutture dei trasporti

Per la redazione della CIE si fa riferimento alla terza fase della Zonizzazione, ovvero alla classificazione acustica senza l'inserimento delle fasce "cuscinetto" e delle fasce di pertinenza delle infrastrutture dei trasporti in quanto questi elementi non sono significativi per la Carta CIE.

Il PCA è normalmente disponibile in due versioni, ovvero nel formato cartaceo o digitale. Nel formato digitale sono disponibili le estensioni .dwg o .dxf, formati comuni del software AutoCAD appositamente sviluppati per la visualizzazione e la stampa di progetti in formato digitale.

Questi formati presentano tuttavia problemi di compatibilità con il software ArcView: i file devono essere pertanto convertiti in immagini bitmap in modo da renderli successivamente utilizzabili con il supporto GIS. Questa operazione richiede la cattura dallo schermo del disegno visualizzato nei formati di AutoCAD con uno zoom sufficientemente grande e la ricostruzione in immagini bitmap.

Il secondo passo consiste nella georeferenziazione delle immagini ottenute utilizzando il software ArcMap: questa avviene caricando nel software le immagini georeferenziate e i raster del Comune in esame. Si devono inoltre scegliere alcuni punti significativi e facilmente riconoscibili su entrambe le mappe – per esempio, gli incroci stradali – in modo che il programma possa creare dei punti di unione (cd. control points) tali da permettere la georeferenziazione delle mappe della Classificazione Acustica.

Caricate le immagini georeferenziate del PCA sul programma su ArcView, si deve creare un tema poligonale in cui vengono disegnati manualmente i vari poligoni rappresentanti le classi acustiche. Il tema poligonale può essere disegnato utilizzando le immagini come sfondo e utilizzando le funzioni Draw polygon e Draw line to append polygon. Il tema deve essere infine ritagliato seguendo i confini comunali.

A titolo esemplificativo, la Figura 9.7 riporta il tema ArcView rappresentante la classificazione acustica del Comune di Casale Monferrato.

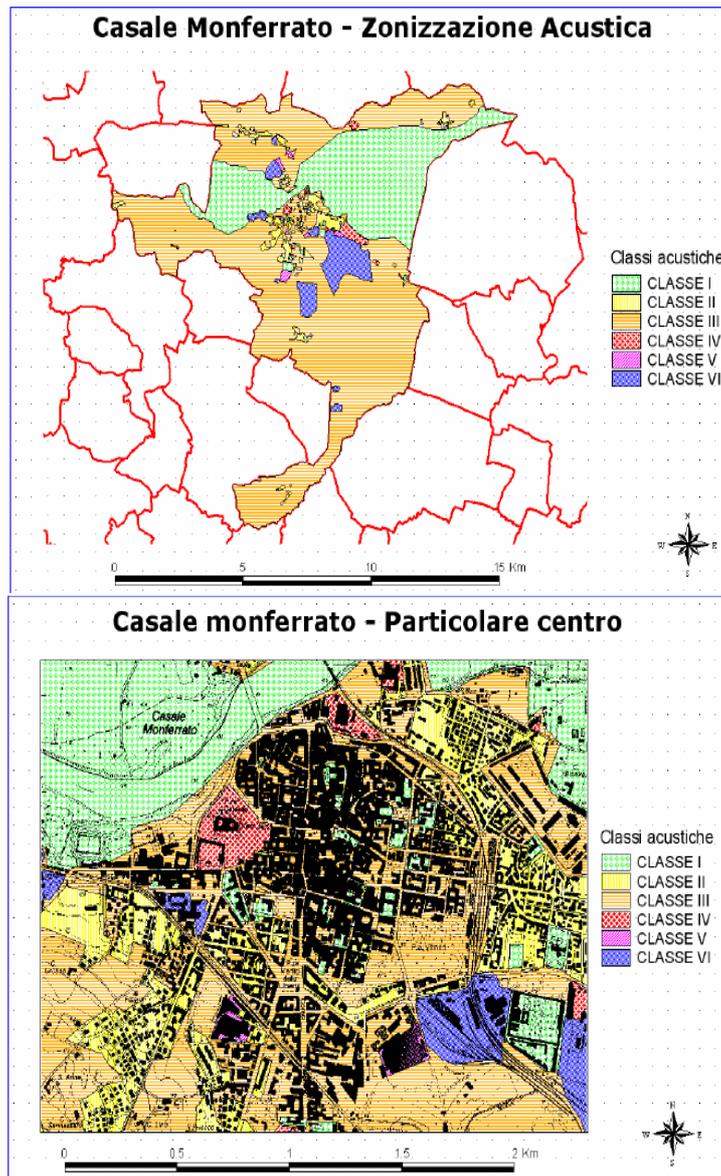


Figura 9.8 – Tema ArcView della classificazione acustica (Comune di Casale Monferrato)

9.2.1.2 Trasposizione delle classi acustiche in classi CIE

La funzione di trasferimento definita in Tab. 9.2 consente di trasportare le classi acustiche nelle corrispondenti classi CIE.

CLASSI ACUSTICHE		CLASSI C.I.E.	
CLASSE I	⇒	A1	
CLASSE II E CLASSE III IN AREE DENSAMENTE URBANIZZATE	⇒	A2	
CLASSE III IN AREE AGRICOLE E CLASSI IV, V, VI	⇒	N	

Tab. 9.2 – Funzione di trasferimento per la trasposizione da classi acustiche in classi CIE

Le classi acustiche I comprendono i cd. Ricettori sensibili (scuole, case di cura, ospedali, luoghi di culto, aree cimiteriali, aree di pregio ambientale): la maggior parte di queste corrisponde alla classe A1, definita dalla CIE; perciò, come primo passaggio si dovrà effettuare una trasformazione diretta dalla classe acustica I alla classe A1.

Le classi acustiche II comprendono le aree residenziali e possono dunque essere totalmente trasformate in classi A2, mentre le classi acustiche III comprendono le aree centrali delle Città caratterizzate da un'elevata densità di attività commerciali, uffici, abitazioni, aree agricole e boschive. La trasposizione delle classi acustiche III non è dunque univoca in quanto devono essere valutate caso per caso: in particolare, sarà necessario individuare con l'ausilio di orto-foto le classi III corrispondenti alle aree agricole o boschive che saranno classificate come aree di tipo N nella CIE. La stessa procedura e attenzione dovrà essere applicata per le classi III che ricadono in zone densamente urbanizzate o satura: queste dovranno essere inserite nella classe A2.

Le classi III eventualmente rimanenti dovranno essere analizzate singolarmente e classificate come N o come A2 a seconda delle loro caratteristiche peculiari utilizzando tutti i dati urbanistici e ambientali disponibili.

Infine le classi acustiche IV, V e VI comprendono le aree artigianali, industriali e di grosso commercio; sono caratterizzate da una spiccata vocazione produttiva, mentre le abitazioni sono scarsamente o per nulla presenti. Tali classi corrispondono ad aree neutre per la carta C.I.E.

Alla fine di questa prima operazione di trasposizione diretta dal P.C.A. alla C.I.E. occorre ancora affinare la classificazione per alcuni tipi di aree.

9.2.1.3 Rielaborazione della trasposizione

Ultimata la prima trasposizione, rimangono alcuni passaggi da effettuare per completare la Carta CIE; in particolare, si deve effettuare l'omogeneizzazione e la riclassificazione delle aree di culto e cimiteriali, e individuare le aree limitrofe agli impianti radiotelevisivi e di telefonia.

L'omogeneizzazione e la riclassificazione delle aree di culto e cimiteriali, precedentemente classificate come A1 con la prima trasposizione, non hanno i requisiti per ricadere in tale classe in quanto si configurano come aree particolarmente sensibili dal punto di vista elettromagnetico.

Le aree limitrofe agli impianti radiotelevisivi e di telefonia installati sul territorio vanno invece inserite nella classe A2.

Queste incongruenze vanno risolte mediante una rielaborazione delle classi CIE sulla base di

ulteriori informazioni di carattere ambientale ed urbanistico proprie di ciascun Comune per poi procedere all'omogeneizzazione del territorio per evitare eccessive frammentazioni.

La procedura prevede di seguire i seguenti criteri:

- omogeneizzazione delle aree adibite a luogo di culto (queste aree, appartenenti alla classe I del PCA e trasposte in aree A1, devono essere omogeneizzate al territorio circostante prendendo la classe CIE dell'area confinante; se risultano a contatto di più classi CIE, queste dovranno essere omogeneizzate alla classe di maggior tutela);

- omogeneizzazione delle aree cimiteriali (queste aree, appartenenti alla classe I del PCA e, quindi, trasposte in aree A1, devono essere omogeneizzate al territorio circostante; qualora risultassero a contatto con differenti classi CIE, dovranno essere omogeneizzate alla classe di minor tutela);

- inserimento di aree A2 attorno agli impianti presenti (utilizzando il tema che visualizza gli impianti autorizzati sul territorio comunale e contenuti nel catasto regionale delle emittenti, si creerà un'area circolare di raggio pari a 300 m (cd. Buffer) attorno a ciascun impianto; le aree circolari ricadenti all'interno delle zone CIE di classe N saranno quindi trasformate in aree di classe A2. Le aree già in classe A1 o A2 manterranno la stessa classe).

Ultimate queste rielaborazioni, si ottiene dunque la Carta CIE. A titolo esemplificativo, è stata riportata in Figura 9.9 la Carta CIE del Comune di Casale Monferrato.

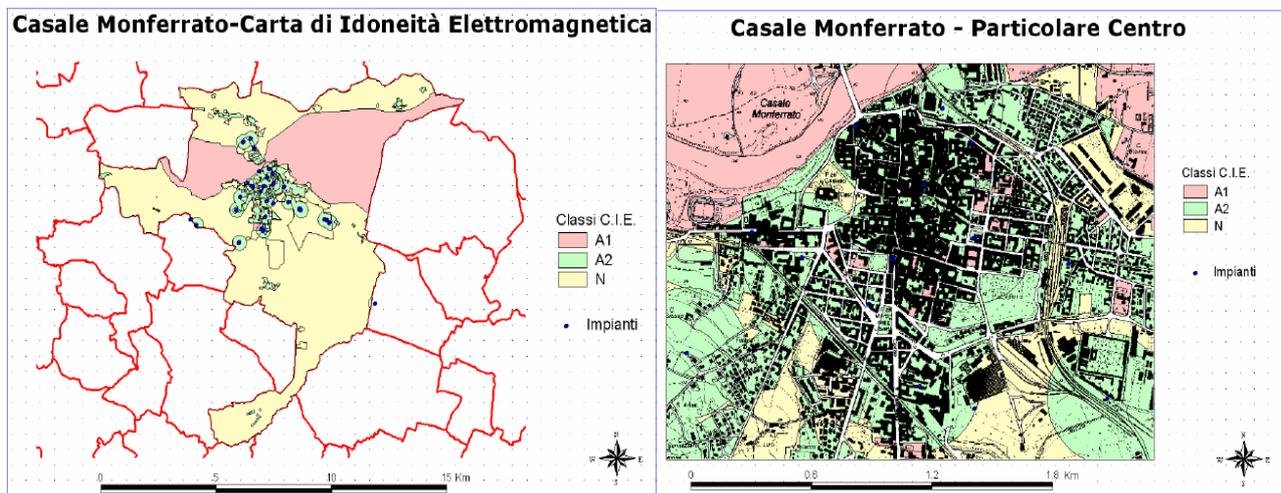


Figura 9.9 – Carta CIE del Comune di Casale Monferrato

9.2.2 La Mappa dell'Esposizione Elettromagnetica

Il campo elettromagnetico emesso dai sistemi per le telecomunicazioni appartiene alla

porzione dello spettro elettromagnetico delle radiofrequenze (300 kHz – 300 MHz) e delle microonde (300 MHz – 300 GHz): tali radiazioni, con lunghezze d'onda che vanno da 1 km a 1 mm, possono facilmente interagire con oggetti conduttori che abbiano dimensioni simili alla lunghezza dell'onda e, tra questi, l'organismo umano presenta un massimo di accoppiamento con l'onda elettromagnetica proprio in corrispondenza delle frequenze comprese tra 70 e 100 MHz, ovvero una lunghezza d'onda pari al doppio dell'altezza del corpo.

È noto che l'intensità della radiazione elettromagnetica emessa da una sorgente generica diminuisca in misura inversa al quadrato della distanza dall'antenna stessa. Il livello di campo risulta solitamente superiore alla media solo in zone direttamente prossime alle antenne, entro un raggio d'azione che va da qualche decina a qualche centinaia di metri a seconda delle potenze installate.

I maggiori responsabili delle emissioni elettromagnetiche sono gli impianti radio e TV che utilizzano potenze elevate (dell'ordine delle migliaia di Watt per le radio, e decine o centinaia di Watt per i segnali televisivi) ed irradiano aree estese di territorio. Molto più ridotte sono invece le emissioni delle stazioni radio-base per la telefonia cellulare che utilizzano potenze dell'ordine di poche decine di Watt, o delle parabole utilizzate per collegamenti direttivi ad alta frequenza, le quali utilizzano potenze inferiori al Watt e fasci di irradiazione estremamente ristretti.

Per valutare esattamente l'emissione elettromagnetica prodotta nelle aree circostanti un'antenna (o un insieme di antenne) occorre analizzare con precisione le loro caratteristiche di irraggiamento, il guadagno, la potenza di alimentazione ed altri fattori.

Le caratteristiche tecniche di un impianto sono determinanti per valutare la distribuzione del campo nell'intorno e ciò significa che non è possibile stimare “a prima vista” il suo grado di pericolosità, ma occorre effettuare uno studio specifico sul sito. Alla complessità della distribuzione del campo prodotto da un insieme eterogeneo di antenne possono inoltre contribuire fattori esterni, ad esempio i fenomeni di assorbimento e riflessione da parte del terreno, la presenza di edifici, di piante e così via. La morfologia del terreno può a sua volta influire notevolmente sulla distribuzione del campo determinando – a causa dei fenomeni di diffrazione dell'onda – zone in “ombra” rispetto alla direzione di irraggiamento. Per valutare correttamente l'impatto di un complesso di antenne è necessario utilizzare un modello di valutazione che tenga conto dei molti fattori in gioco e che abbia un approccio di tipo cautelativo.

Il modello previsionale CEMView messo a punto da ARPA – Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti di Ivrea consente di calcolare l'intensità del campo elettrico immesso

nell'ambiente rispetto una griglia di punti (fitta a piacere) mediante noti algoritmi di calcolo della propagazione dell'energia elettromagnetica emessa da una sorgente sulla base dei dati tecnici dichiarati per ciascuna antenna e registrati nel Catasto Regionale delle Emittenti.

I punti calcolati vengono poi interpolati utilizzando tecniche di interpolazione, come il kriging, tenendo in considerazione l'orografia del terreno: è stato osservato che la stima effettuata è volutamente peggiorativa rispetto alle condizioni reali in quanto nella valutazione si considera che tutti gli impianti funzionino alla massima potenza dichiarata. Il calcolo teorico dei livelli di CEM fornisce una stima dell'impatto degli impianti nelle condizioni di massima emissione o tiene conto di tutte le stazioni radio-base installate e di quelle di prossima installazione già autorizzate.

Per quanto riguarda il progetto CIE, è stata realizzata una mappa teorica delle emissioni a 150 cm da terra di tutti gli impianti per le telecomunicazioni e la radiodiffusione autorizzati, al fine di prevedere le aree a maggiore esposizione elettromagnetica.

Il file prodotto dal software è un file di testo contenente i valori puntuali di campo calcolati secondo una griglia predefinita. La mappa suddivide il territorio in quattro classi di esposizione al CEM (Tab. 9.10).

Tab. 9.10 – Classi di esposizione al CEM

CLASSI DI ESPOSIZIONE		
I		CAMPO ELETTRICO = 0.6 V/m (ESPOSIZIONE BASSA)
II		CAMPO ELETTRICO 0.6 ÷ 3.0 V/m (ESPOSIZIONE MEDIO-BASSA)
III		CAMPO ELETTRICO 3.0 ÷ 6.0 V/m (ESPOSIZIONE MEDIO-ALTA)
IV		CAMPO ELETTRICO > 6.0 V/m (ESPOSIZIONE ALTA)

La classe di esposizione I (bassa) corrisponde a livelli di campo elettromagnetico emessi solo da impianti di telefonia, tipicamente in luoghi scarsamente antropizzati e con bassa densità abitativa e con bassa densità di impianti.

La classe di esposizione II (medio-bassa) corrisponde a livelli tipici di città medio grandi o luoghi densamente frequentati con elevata densità di impianti per telefonia o luoghi con presenza di alcune radio o TV.

La classe di esposizione III (medio-alta) corrisponde a livelli di campo tipicamente presenti in prossimità di siti radiotelevisivi.

Infine, la classe di esposizione IV (alta) corrisponde solitamente alle aree con elevata concentrazione di installazioni radio e TV di elevata potenza. Il livello di 6 V/m corrisponde anche al valore di attenzione da non superare fissato dalla legge nazionale per le abitazioni.

9.2.2.1 Selezione dell'area comunale da elaborare

Per ciascun Comune si procede poi selezionando l'area da elaborare: le coordinate UTM delle quattro estremità comunali dovranno essere annotate e , successivamente, dovranno essere calcolate le coordinate x ed y del centro del Comune in esame con le espressioni di seguito riportate:

$$x = (Est + Ovest) / 2; y = (Nord + Sud) / 2$$

Si traccia quindi con la funzione Draw Circle una circonferenza avente origine nel centro del Comune e raggio tale da coprirne tutta l'area: tutti gli impianti ricadenti nella circonferenza saranno considerati nel calcolo delle emissioni. Nel caso in cui siano presenti impianti posti al di fuori, ma nelle vicinanze del territorio comunale, la circonferenza viene tracciata in modo da coprire anche quest'ultimi il cui effetto ricade anche all'interno del territorio del Comune in esame.

9.2.2.2 Selezione degli impianti presenti nell'area da elaborare

Grazie al software Gestione Emittenti si può creare un progetto di valutazione contenente i dati delle antenne interessate per la modellazione teorica del CEM. All'interno del file vengono inseriti manualmente tutti gli impianti presenti nei siti ubicati nell'area comunale interessata. Con il termine sito si intende l'entità principale su cui è basato il sistema, inteso come un insieme di antenne appartenenti ad uno specifico gestore ed installato in un determinato punto del territorio. Per ogni sito il programma mostra il nome del gestore e l'indirizzo di ubicazione: selezionando ciascun sito è possibile conoscere nel dettaglio le caratteristiche radioelettriche di ogni cella in esso presente, intendendo con tale termine l'antenna o il sistema di antenne che irradiano in una determinata direzione. Il software non considera le celle la cui potenza risulti essere uguale o inferiore a 5 Watt in quanto non significative ai fini della modellazione.

La Figura 9.10 riporta una finestra del software Gestione Emittenti relative ad un sito Telecom Italia ubicato nel Comune di Casale Monferrato: nella parte centrale della finestra (riquadro rosso) si possono vedere i dettagli delle sei celle che compongono il sito (frequenza, potenza, direzione di emissione, ecc.).

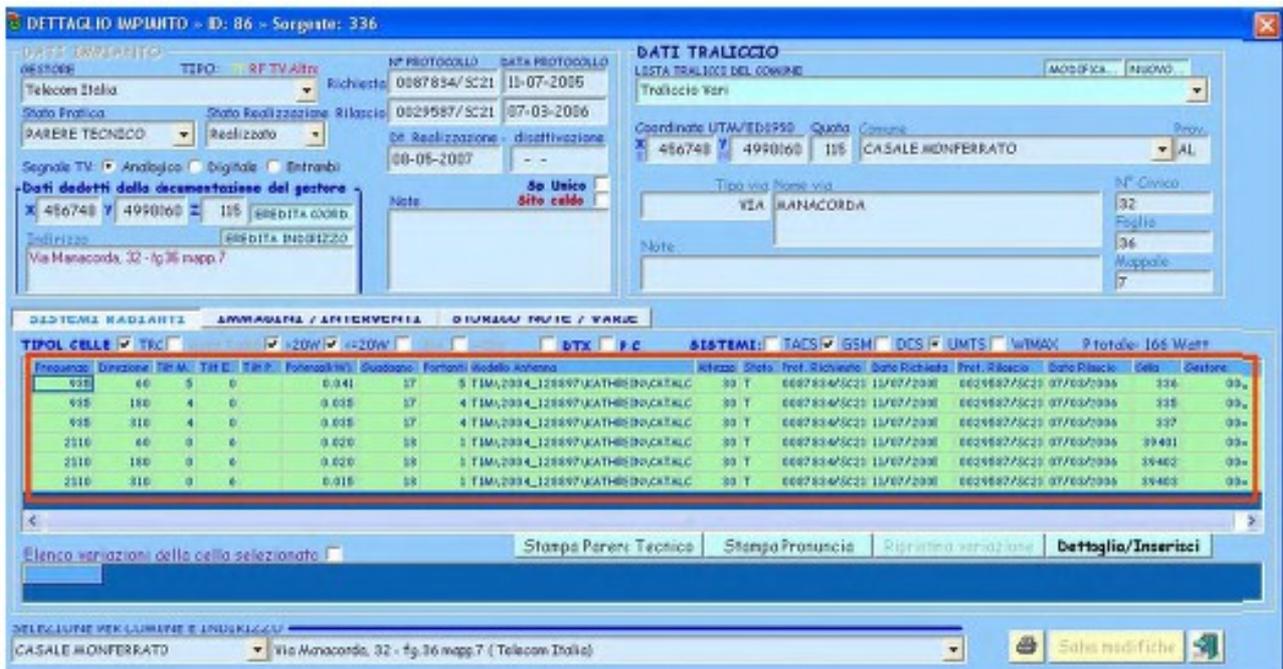


Figura 9.10 – Finestra del software Gestione Emittenti

Da questa finestra si selezionano le celle (singolarmente o a gruppi) e si attiva la funzione che le associa al progetto di valutazione. Questa operazione può essere ripetuta per ogni sito da includere nella valutazione. Terminata questa fase si attiva il programma di valutazione teorica del campo elettromagnetico *CemView*.

9.2.2.3 Elaborazione della mappa dell'esposizione

Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione del livello di campo si basa sulle relazioni del cd. Campo lontano. Questo metodo approssimato, ma sufficientemente adeguato per descrivere la distribuzione del CE nella zona di campo lontano (a distanze dalla sorgente superiori a $2L^2/\lambda$, con L dimensione della sorgente e λ lunghezza d'onda) si basa sulla seguente relazione:

$$E = \sqrt{PxG(\theta, \varphi)x30/d}$$

dove P è la potenza al connettore dell'antenna espressa in Watt, d è la distanza in m e G è il guadagno numerico dell'antenna nella direzione θ, φ desunto dai diagrammi di irraggiamento verticale ed orizzontale.

Sebbene l'espressione sopra riportata sia da considerarsi valida per distanze maggiori di $2L^2/\lambda$, si può assumere che essa comporti una approssimazione accettabile nel prevedere i livelli di CE anche a distanze inferiori, ovvero fino a L^2/λ .

Creato il progetto di valutazione con i dati radioelettrici delle sorgenti presenti nel Comune interessato, si può proseguire con il programma di valutazione teorica: per poter procedere con la

valutazione è necessario caricare il progetto; caricato il progetto, compariranno nella finestra principale di CEMView i dati tecnici delle celle.

Ad ogni tasto rosso corrisponde una cella: delle varie celle è possibile visualizzare i diagrammi di irraggiamento delle antenne che le costituiscono. Sul lato destro della finestra compariranno inoltre diverse opzioni di calcolo, ma quelle utili per questo tipo di valutazione sono Piano Orizzontale 1 e Kriging/DEM.

L'opzione Piano Orizzontale 1 permette di calcolare i livelli di campo su una sezione orizzontale di forma quadrata e definita stabilendo un raggio che per default ha come origine le coordinate del primo impianto inserito nel progetto. Tale superficie può essere posizionata ad una quota variabile a piacere rispetto ad una quota di riferimento. Devono essere impostati i seguenti parametri:

- origine della superficie di calcolo (coordinate del centro del Comune);
- raggio della superficie (valore tale da coprire tutta l'area comunale);
- passo della griglia di calcolo (da porre uguale a 20 m);
- quota della superficie di calcolo (da porre uguale a 1,5 m dal suolo).

L'opzione Kkriging/DEM permette di calcolare i livelli di campo su una superficie che segue l'andamento del terreno: la quota dal suolo – che può essere modificata a piacere - rimane costante rispetto al terreno in qualsiasi punto nell'area definita. Per utilizzare questa opzione è necessario creare un file DEM tramite il software Elaborazione del Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model, DTM). Nella finestra Mosaicatura del software è possibile selezionare l'area della quale si vuole creare il modello digitale.

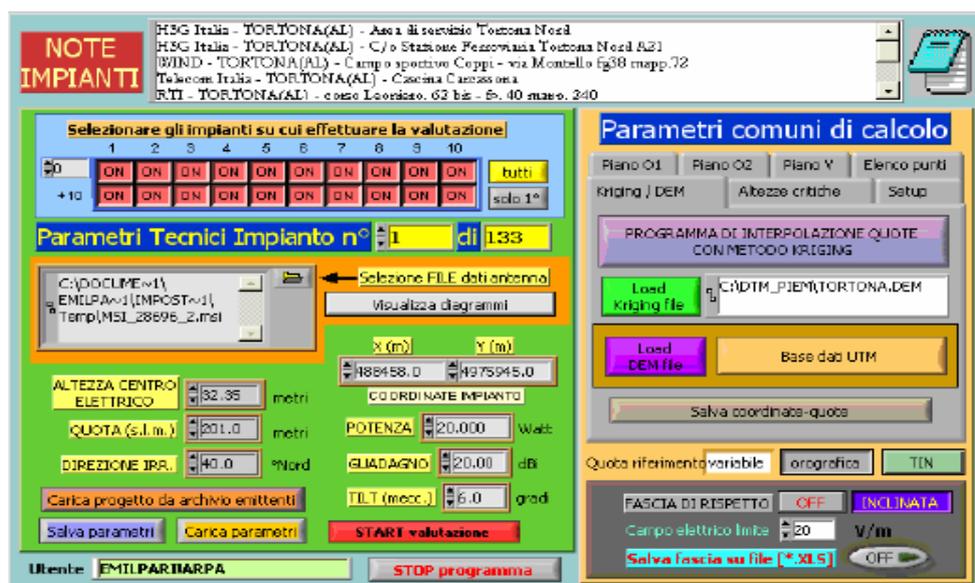


Figura 9.11 – Finestra principale del programma CEMView



Figura 9.12 – Sezione Mosaicatura del programma DTM

Generato il file DEM, questo deve essere caricato in CEMView: si aprirà una finestra di sottoprogramma (Figura 9.13) in cui sarà visualizzata la superficie topografica con le diverse quote caratterizzate da diversi colori insieme all'andamento tridimensionale. Nella finestra principale comparirà successivamente il percorso del file caricato.

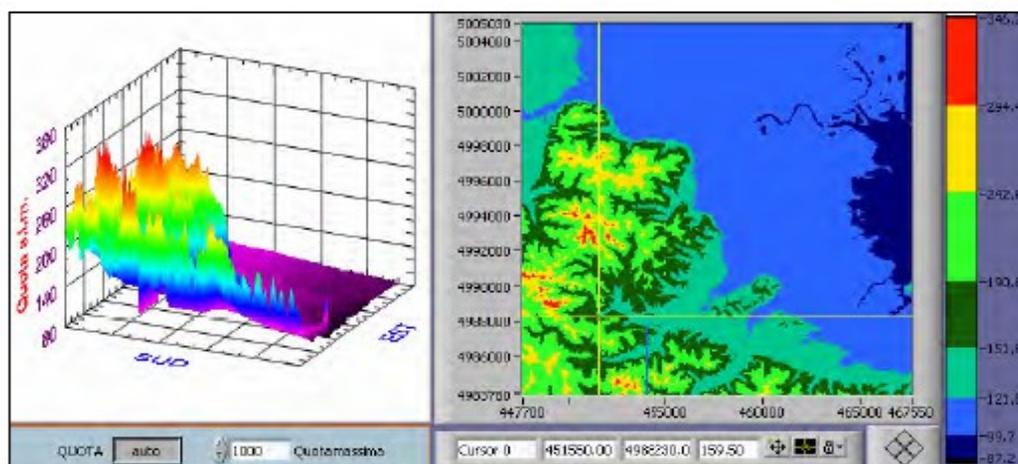


Figura 9.13 – Esempio di DTM

Una volta caricato il file DEM nel programma e definite le opzioni per la modalità di calcolo scelta, si attiva il calcolo vero e proprio: al termine del calcolo – la cui durata può essere di diversi minuti a seconda della quantità di celle da analizzare – il risultato della valutazione teorica viene salvato in un formato di testo .txt e, quindi, visualizzato in ArcView, convertendolo in un tema puntuale.

Il tema finale ottenuto per ciascun Comune è una mappa puntuale di valori di CEM prodotto dalla somma delle emissioni alla massima potenza di tutti gli impianti presenti nell'area selezionata, calcolato su una griglia di 20 m di lato e ad una altezza di 1,5 m dal suolo tenendo conto dell'orografia del terreno.

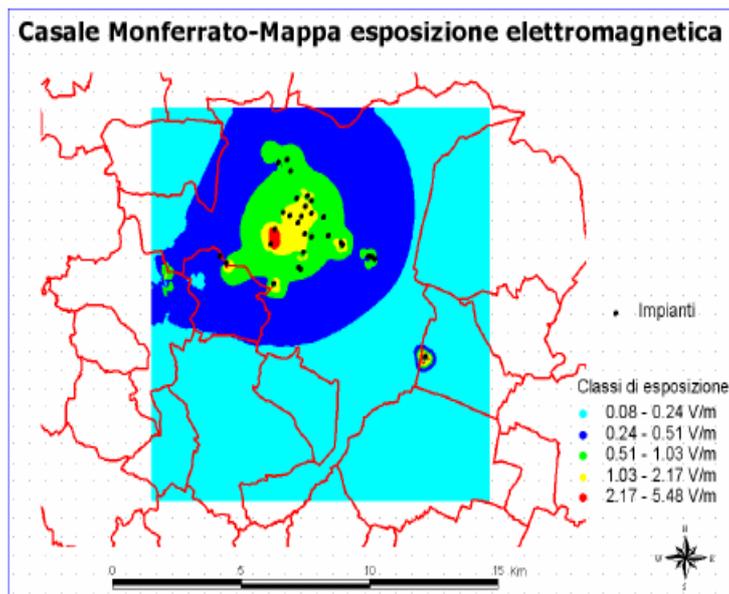


Figura 9.14 – Mappa di esposizione elettromagnetica del Comune di Casale Monferrato

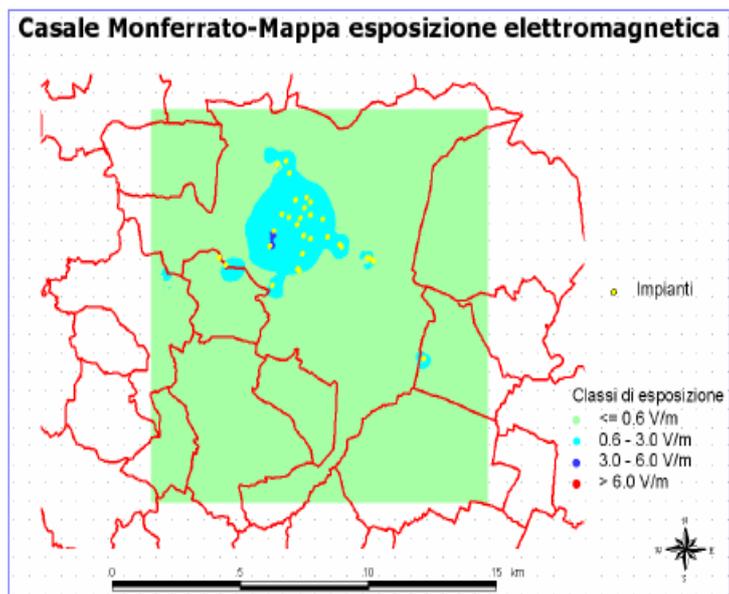


Figura 9.15 – Suddivisione nelle quattro classi di esposizione al CEM

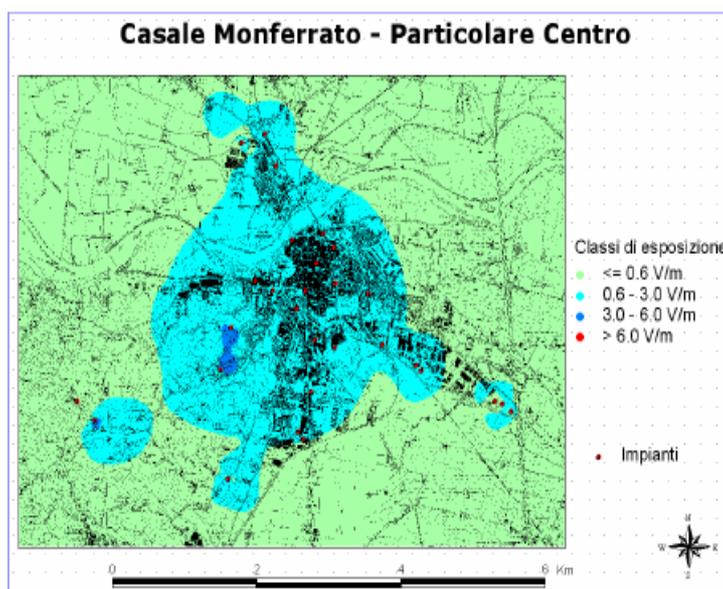


Figura 9.16 – Mappa di esposizione elettromagnetica della Città di Casale Monferrato

9.2.3 La Carta delle Aree Critiche

Dalla sovrapposizione della CIE con la Mappa dell'Esposizione ai CEM, si ottiene la Carta delle Aree Critiche, ovvero una carta delle aree a maggior sensibilità e maggior grado di esposizione sulle quali concentrare le azioni di controllo. La procedura per la sovrapposizione delle informazioni prevede la trasformazione del tema puntuale in un tema poligonale.

9.2.3.1 Trasformazione del tema puntuale in tema poligonale

Il processo di trasformazione dal tema puntuale al tema poligonale della mappa di esposizione elettromagnetica prevede – attraverso l'utilizzo di un apposito script – l'assegnazione del valore del CE di un punto di coordinate note ad un quadrato di 20 m di lato avente come centro il punto stesso. Il tema poligonale risulta quindi composto da una griglia di celle 400 m² in sostituzione dei valori puntuali.

Tutti i poligoni appartenenti alla stessa classe di esposizione vengono perciò uniti tra loro, riducendo così la quantità di dati da elaborare (Figura 9.17).

Il tema viene infine unito al poligono rappresentante i confini comunali: in questo modo l'intera area del Comune risulta suddivisa nelle quattro classi di esposizione elettromagnetica.

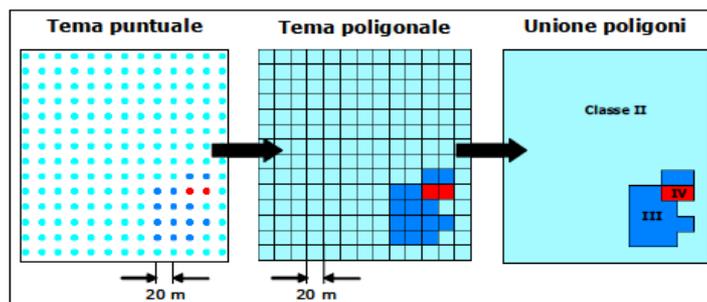


Figura 9.17 – Trasformazione del tema puntuale in tema poligonale e unione dei poligoni

9.2.3.2 Sovrapposizione delle informazioni ottenute

Il tema poligonale della mappa di esposizione viene unito al rispettivo tema CIE: l'unione dei poligoni di cui è composto il tema della Mappa di Esposizione con i poligoni della CIE dà origine alle dodici sottoclassi di cui si compone il tema della Carta delle Aree Critiche. Infatti, il tema della Mappa delle Esposizioni rappresenta quattro classi di esposizione elettromagnetica, mentre la CIE apporta le sue tre classi.

La gamma delle nuove classi rappresentate in Figura 9.18 si estenderà pertanto dalla classe N_i (bassa sensibilità e basse stime di campo, ovvero minima criticità) fino ad arrivare alla classe A1_{iv} (presenza di ricettori sensibili ed elevate stime di CEM, ovvero massima criticità).

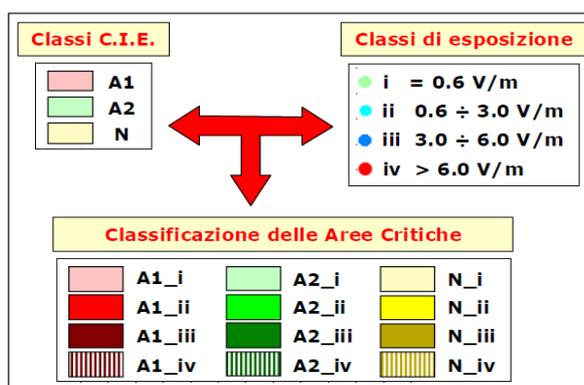
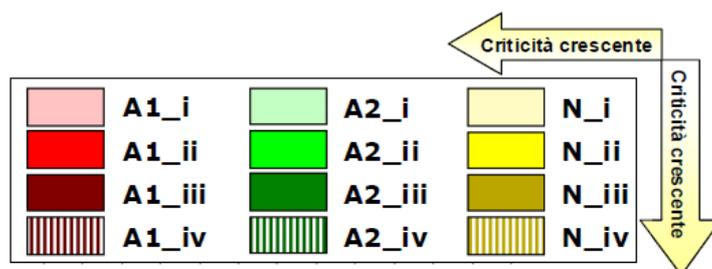


Figura 9.18 – Classificazione delle Aree Critiche

Considerando la classificazione delle aree critiche, è stato constatato che la criticità aumenta dall'alto verso il basso (aumento dei livelli di esposizione) e da destra verso sinistra (aumento del grado di sensibilità), Figura 9.19.



9.19 – Andamento criticità

Di seguito viene riportata la Carta delle Aree Critiche del Comune di Casale Monferrato in qualità di esempio del risultato ottenuto nel progetto CIE (Figura 9.20).

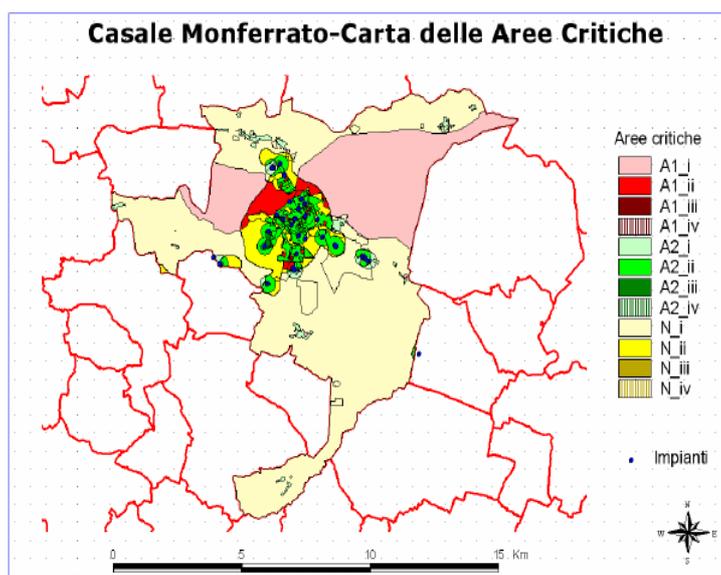


Figura 9.20 – Carta delle Aree Critiche del Comune di Casale Monferrato

9.2.3.3 Definizione delle criticità potenziali

La stima delle criticità permette di pianificare le azioni di controllo mirate e differenziate a seconda del grado di criticità di ciascuna area: le criticità emerse dallo studio sono da considerarsi criticità potenziali in quanto sarà la successiva fase di misurazione sul campo che permetterà di verificare la validità delle stime e delineare le criticità reali.

10. Piani di Risanamento

La Legge 22 febbraio 2001, n. 36, pone regole stringenti per la localizzazione e la realizzazione degli impianti (elettrorodotti e SRB); in particolare, prescrive l'adozione dei Piani di Risanamento, da attuare per gli impianti fuori norma: al sistema APAT-ARPA è stato affidato il compito di misurare e rilevare i livelli di esposizione sotto la vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

L'art. 9 della Legge 22 febbraio 2001, n. 36, e le leggi regionali disciplinano i tempi, le procedure, il contenuto dei Piani e gli effetti delle mancate autorizzazioni, mentre l'art. 4 prescrive l'adozione del Piano di Risanamento degli Impianti Radioelettrici (PRIR) e del Piano di Risanamento degli Elettrorodotti (PRE). Quest'ultimo è a sua volta distinto in PRE per elettrorodotti con tensione superiore a 150 kV e in PRE per elettrorodotti con tensione non superiore a 150 kV.

Il PRIR ha per oggetto gli impianti della telefonia mobile, i radar e gli impianti per la radiodiffusione, mentre i PRE si concentrano sugli elettrorodotti.

L'arco temporale (dieci anni) previsto per il completamento dell'attività di risanamento delle sorgenti non è stato rispettato per il ritardo che si è accumulato sia nell'attività di presentazione e approvazione dei Piani, sia nella definizione da parte del Ministero dell'Ambiente dei criteri per l'elaborazione e attuazione dei Piani: il mancato risanamento delle sorgenti, qualora ciò fosse dovuto ad inerzia o inadempienza dei gestori, prevede l'irrogazione di sanzioni pecuniarie o la disattivazione dell'impianto per un periodo fino a sei mesi; in ogni caso, i diritti degli utenti e i servizi di pubblica utilità devono essere garantiti.

L'art. 9, co. 6, dispone che sia il Ministero dell'Ambiente a decidere sulla disattivazione degli elettrorodotti con tensione superiore a 150 V, mentre la disattivazione degli elettrorodotti con tensione non superiore a 150 kV deve essere disposta dalla Giunta Regionale. Per quanto riguarda le SRB si segnala il potere in capo al Dipartimento Comunicazione del Ministero dello Sviluppo Economico di disporre – su richiesta delle Regioni – la delocalizzazione degli impianti fuori norma: il trasferimento avviene a spese del titolare dell'impianto in uno dei siti previsti dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze (PNAF): il PNAF fissa infatti il numero delle reti e dei programmi irradiabili in ambito nazionale e locale, indicando le diverse postazioni per l'emissione.

10.1 L'importanza del Quadro Conoscitivo

L'Atto di Indirizzo e Coordinamento Tecnico per l'Attuazione delle Legge Regionale dell'Emilia Romagna 24 marzo 2000, n. 20, ha definito e illustrato in modo esaustivo i contenuti conoscitivi e valutativi dei Piani. Il paragrafo 2.1 illustra chiaramente la funzione del Quadro Conoscitivo (QC) nel processo di pianificazione territoriale: "La definizione del QC del territorio costituisce il primo momento del processo di pianificazione".

L'attività pianificatrice richiede perciò una ricostruzione dello stato del territorio e una analisi dell'andamento delle dinamiche evolutive delle situazioni accertate: la legge ha stabilito infatti che nella predisposizione del QC le Amministrazioni possano avvalersi dei dati e delle informazioni messe a disposizione da parte di tutte le PA. Le PA svolgono a loro volta compiti istituzionali tra cui funzioni di raccolta, elaborazione e aggiornamento degli stessi dati.

Il QC deve essere formato sin dall'avvio della fase di elaborazione dei piani: da una parte la stretta aderenza del contenuto dei Piani agli strumenti conoscitivi del territorio si collega all'obbligo di motivazione delle scelte strategiche operate, dall'altra allo svolgimento delle valutazioni di sostenibilità ambientale e territoriale degli effetti derivanti dall'attuazione dei Piani. Le analisi e le valutazioni contenute nel QC devono essere integrate, approfondite e aggiornate in ragione dell'eventuale sviluppo o modifica del Piano, ovvero nel corso della sua formazione e gestione.

10.2 Il Piano di Riassetto Analitico delle Emissioni Elettromagnetiche Territoriali

Alcuni Enti Locali – per esempio il Comune di Lucca – sensibili al rischio connesso all'inquinamento elettromagnetico hanno attuato il Progetto Piano di Riassetto Analitico delle Emissioni Elettromagnetiche Territoriali (Progetto PRAEET) con il fine di migliorare il servizio di controllo dei CEM sul territorio e garantendo la partecipazione della cittadinanza.

Gli obiettivi che il Progetto PRAEET ha inteso realizzare sono riportati nella seguente Tab. 10.1.

Tab. 10.1 – Obiettivi del Progetto PRAEET

Obiettivi
Tutela della salute e dell'ambiente
Riassetto e ottimizzazione delle fonti delle emissioni elettromagnetiche presenti sul territorio
Creazione di un nuovo strumento urbanistico per l'individuazione delle aree idonee alle nuove installazioni
Trasformazione del cittadino da soggetto passivo ad elemento attivo e indispensabile nella tutela dell'ambiente e della salute
Realizzazione del più esteso studio epidemiologico sull'argomento mai realizzato in Italia, contestualmente allo studio sul territorio
Riqualificazione e rivalutazione del patrimonio edilizio urbano
Costruzione di una nuova coscienza nei cittadini con divulgazione di informazione scientifica corretta e autorevole

Gli Enti Locali – che hanno già adottato il PRAEET – hanno optato per il principio di precauzione, ovvero il più basso valore elettromagnetico possibile che sia compatibile con la salute umana e con il normale funzionamento degli impianti e delle infrastrutture.

11. Conclusione

La tutela dei cittadini dall'esposizione ai CEM può quindi essere condotta in più direzioni. Oltre alla mappatura delle principali sorgenti a rischio distribuite sul territorio, la realizzazione del CEN e del CER garantisce ai cittadini maggiori informazioni e trasparenza sull'argomento che, spesso, è gestito in modo allarmistico. Inoltre, i controlli, la pubblicazione e la divulgazione dei risultati raccolti risultano indispensabili per tutelare la salute pubblica e, parimenti, tranquillizzare la cittadinanza rispetto ai timori di una esposizione “passiva” e “incontrollata” alle onde elettromagnetiche. Infine, l'esperienza insegna che – se il principio fosse stato adottato per altre criticità ambientali (per esempio, nel caso dell'amianto) – i rischi per l'uomo e per l'ambiente sarebbero stati ridotti enormemente.

Risulta assai importante che la figura professionale del pianificatore urbanistico e territoriale sia informata sullo stato del territorio, sui metodi, sui ruoli e sulle iniziative in atto nel proprio Paese al fine di circoscrivere il problema: questo elaborato, esponendo la principale normativa vigente, i ruoli imposti alle istituzioni, i metodi e gli strumenti per una corretta pianificazione, vuole dunque essere anch'esso di supporto per indicare un possibile indirizzo e sbocco professionale del laureato in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio – afferente alla Classe L-21, Scienze della Pianificazione Territoriale, Urbanistica, Paesaggistica e Territoriale – illustrando i problemi e le possibili soluzioni per la tutela della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici. Ci si augura infine che gli attuali e i futuri studenti di questo corso di laurea possano contribuire ed approfondire, secondo le proprie attitudini e capacità, alcune tematiche che spesso e purtroppo i singoli corsi di insegnamento non consentono approfondire ulteriormente. In particolare, nell'Era dell'Information and Communication Technology (ICT) la conoscenza, lo sviluppo e il miglioramento degli strumenti informatici sono aspetti non trascurabili e indispensabili per l'esercizio di questa professione.

Bibliografia

Pedretti L. A. 2008. Descrizione del software per il monitoraggio “modellistico” dell'intensità del campo magnetico prodotto dagli elettrodotti ad alta tensione in prossimità di ricettori sensibili. APAT, 17 agosto 2008

Logorelli M. 2007. Strumentazione di misura e metodiche di misurazione. APAT, 8 novembre 2007

Baglioni O., Strappini M., Angelucci M. 2009. Elettrodotti e fasce di rispetto: l'applicazione del DM 29 maggio 2008. Febbraio 2009. XX: ARPA Umbria

ISPRA. Decreti 29 Maggio 2008 “ Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica” e “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”

Cheli S., Fratini F. e Salvadori M. 2009. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova, 19 giugno 2009. XX: ENEL DISTRIBUZIONE SPA

ENEL DISTRIBUZIONE SPA. 2009. Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche

Di Martino A. L'inquinamento elettromagnetico: la competenza Stato-Regioni alla luce dei recenti interventi della Corte Costituzionale. Sito: www.ambientediritto.it

Maran S. 2008. Valutazione delle esternalità ambientali delle linee elettriche e dell'impatto dei rischi naturali. XX, febbraio 2008. XX: CESI RICERCA SPA

Borzi A. 2012. Inquinamento elettromagnetico: spunti sulla disciplina comunitaria e nazionale, tra precauzione e sostenibilità ambientale (parte prima)

Trotti F., Ugolini R. e Poli S. 2010. Controllo dell'inquinamento elettromagnetico sul territorio della regione Veneto. XX: ARPA Veneto, Servizio Osservatorio Agenti Fisici

Angiolucci S., Rossi G. 2011. Campi elettromagnetici a bassa frequenza: elettrodotti e cabine elettriche. XX, novembre 2011. XX: APAT

Andreucetti D. 2002. CAMPI – Un programma per il calcolo del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati da linee elettriche. XX, 1 maggio 2002. XX: Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” e CNR Firenze

Curcuruto S. e Logorelli M. 2012. Esposizione all'inquinamento elettromagnetico, acustico e indoor. In Atti VIII Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano. Roma, 2 ottobre 2012. Roma: ISPRA

Curcuruto S. e Logorelli M. 2007. Normativa nazionale e ruolo delle Agenzie. In Atti Convegno “Salute e campi elettromagnetici” presso l'Istituto Superiore di Sanità. 16 marzo 2007. APAT, Agenzia Nazionale per l'Ambiente e i Servizi Tecnici

Curcuruto S. e Logorelli M. 2010. Normativa nazionale nel contesto internazionale. In Atti Giornata di Studio “Punto Wi-Fi”, Sessione I: tecnologia e normativa. 18 marzo 2010. ISPRA

Curcuruto S. 2010. Normativa sulla protezione dai campi elettromagnetici a radiofrequenza: la normativa nazionale. In Atti 44° Corso “Valutazione dell'esposizione a radiazione elettromagnetica generata da sistemi di telecomunicazione digitali e a banda larga”. 9-10 marzo 2010. ISPRA

Curcuruto S. e Logorelli M. 2008. Sviluppo della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti. In Atti 8° Congresso nazionale CIRIAF. 4-5 aprile 2008. APAT, Agenzia Nazionale per l'Ambiente e i Servizi Tecnici

Curcuruto S. 2009. Il ruolo delle Agenzie in Italia. In Atti Convegno nazionale presso Istituto Superiore di Sanità. 29-30 ottobre 2009. ISPRA

Parisato E., Erbetta L., Biorci E., Coffano C. 2009. C.I.E. ELF – Carta di Idoneità Elettromagnetica per il monitoraggio di campi elettrici e magnetici a 50 Hz in prossimità di linee ad alta tensione nella Provincia di Alessandria. 24-27 marzo 2009. ARPA Piemonte

Lo Sterzo R., Marchetta E. e Vecchia P. Campi elettromagnetici: effetti sull'uomo e sulle apparecchiature

Città di Lucca. Piano di Riassetto Analitico delle Emissioni Elettromagnetiche Territoriali

Sitografia

<http://it.wikipedia.org/wiki/Onda>
<http://it.wikipedia.org/wiki/Padova>
http://www.e-glossa.it/wiki/servit%C3%B9_coattiva_di_elettrodotta_e_di_linee_teleferiche.aspx
http://it.wikipedia.org/wiki/Distribuzione_di_energia_elettrica
http://it.wikipedia.org/wiki/Trasmissione_di_energia_elettrica
<http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/index?deflevel=165>
http://it.wikipedia.org/wiki/Media_tensione
http://it.wikipedia.org/wiki/Bassa_tensione
http://it.wikipedia.org/wiki/Ionizzazione_dei_gas#Arco_elettrico
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-ptrc.php?pag=ptrc>
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-ptrc-vigente.php?pag=ptrc>
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-ptrc-nuovo.php?pag=ptrc>
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-obiettivi.php>
<http://www.ptrc.it/ita/progetto-concertazione-veneto.php>
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-piano-paesaggistico.php?pag=piano-paesaggistico>
<http://www.ptrc.it/ita/pianificazione-territoriale-veneto-piani-area.php?pag=piani>
<http://www.ptrc.it/ita/direzione-urbanistica-veneto-tavolo-coordinamento.php>
<http://www.ptrc.it/ita/direzione-urbanistica-veneto-geo-oikos.php?pag=geo>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=elettrosmog>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=inquinamento>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=elettromagnetismo>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=fasciserpetto>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=elettrosmog-2>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=risultati>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=quadronormativo>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=bibliografia-2>
<http://www.provincia.pd.it/index.php?page=download-2>
http://websit.provincia.padova.it/WebSit/viewer.aspx?id_applicazione=815c712f-c822-49b4-9410-bf0f1927bcaf
<http://websit.provincia.padova.it/websit/default.aspx>
<http://www.padovanet.it/dettaglio.jsp?id=7482#.VDOYuyVxMmk>
<http://www.padovanet.it/urbanistica/PAT%20-%20ratifica/>
<http://www.padovanet.it/dettaglio.jsp?id=2932#.VDOZOiVxMmk>
<http://www.alternativasostenibile.it/articolo/direttiva-2013-35-ue-elettrosmog-e-sicurezza-sul-lavoro-.html>
<http://www.ambientediritto.it/Legislazione/elettrosmog/elettrosmog.htm>
[93](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/aria-rumore-elettrosmog/informazioni/normativa/norme-</p></div><div data-bbox=)

[inquinamento-atmosferico/norme-europee](#)

http://www.corrierecomunicazioni.it/tlc/16197_d-inzeo-diet-sull-elettrosmog-l-italia-si-allinei-al-resto-d-europa.htm

<http://www.ecolegis-consulenzaambientale.it/elettrosmog-normativa-europea/>

<http://www.elettrosmog.it/leggi.html>

<http://www.elettrosmogcontrol.com/elettro/elettro04.htm>

http://www.uniretetelecomunicazioni.it/index.php?option=com_content&view=article&id=175&Itemid=46

<http://www.sicurezzaonline.it/primop/ppele/ppeledoc/ondchi/ondchi2.htm>

<http://www.altalex.com/index.php?idnot=2242>

<http://books.google.it/books?id=q->

[J6VWHPKGcC&pg=PA552&lpg=PA552&dq=recepimento+regione+Veneto+norme+elettrosmog&source=bl&ots=ss8RbS1Mqm&sig=pK6P59tEGkoQ4iYerRgMeo84p8Y&hl=it&sa=X&ei=CpwzVPn1EYPjO9KHgNgO&ved=0CEAQ6AEwBQ](http://books.google.it/books?id=q-J6VWHPKGcC&pg=PA552&lpg=PA552&dq=recepimento+regione+Veneto+norme+elettrosmog&source=bl&ots=ss8RbS1Mqm&sig=pK6P59tEGkoQ4iYerRgMeo84p8Y&hl=it&sa=X&ei=CpwzVPn1EYPjO9KHgNgO&ved=0CEAQ6AEwBQ)

http://www.regione.veneto.it/web/bilancio/dalla-a-alla-z-dettaglio?_spp_detailId=16671

<http://campus.unibo.it/cgi/lista?AnnoAccademico=2013&IdComponenteAF=341083>

<http://www.gigahertz-solutions.it/it/Online-Shop/Misurazione/Bassa-frequenza/Strumento-di-misura.html>

<http://147.163.1.55/index.php/it/grass-meeting-2016/foto-meeting-2014/10->

[predefinita/ricerca/pdf/art_sifet2006_310506.pdf](http://147.163.1.55/index.php/it/grass-meeting-2016/foto-meeting-2014/10-predefinita/ricerca/pdf/art_sifet2006_310506.pdf)

<http://books.google.it/books?>

[id=NYvW_Kb5HLUC&pg=PA61&lpg=PA61&dq=PARISATO+CIE&source=bl&ots=7zaUsJ21B4&sig=uGw5IRAwpg6DRkPHclBHYA0xasE&hl=it&sa=X&ei=u50zVMfxKMrgOOymgdAD&redir_esc=y#v=onepage&q=PARISATO%20CIE&f=false](http://books.google.it/books?id=NYvW_Kb5HLUC&pg=PA61&lpg=PA61&dq=PARISATO+CIE&source=bl&ots=7zaUsJ21B4&sig=uGw5IRAwpg6DRkPHclBHYA0xasE&hl=it&sa=X&ei=u50zVMfxKMrgOOymgdAD&redir_esc=y#v=onepage&q=PARISATO%20CIE&f=false)

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/aria-rumore-elettrosmog/temi/pair2020>

<http://www.unipd-org.it/rls/pericolirischi/Rischi/Fisico/Campi%20magnetici/Campi%20magnetici.html>

<http://www.unipd-org.it/rls/pericolirischi/Rischi/Fisico/Campi%20magnetici/Campi%20ELF.html>

<http://www.unipd-org.it/rls/pericolirischi/Rischi/Fisico/Campi%20magnetici/Sorgenti%20radiofrequenze.html>

<http://www.unipd-org.it/rls/pericolirischi/Rischi/Fisico/Campi%20magnetici/Documentazione.html>

www.unipd-org.it/rls/pericolirischi/Rischi/Fisico/Campi magnetici/Normativa.html

<http://www.padovanet.it/dettaglio.jsp?asstipo=C&tassidpadre=4&tassid=526&id=2438#.VEZUMSVxMmk>

http://it.wikipedia.org/wiki/Provincia_di_Padova

<http://it.wikipedia.org/wiki/Padova>

<http://www.ptrc.it/ita/parchi-urbanistica-temi-indagine-quadro-conoscitivo.php>

<http://www.tuttitalia.it/veneto/64-padova/statistiche/censimenti-popolazione/>