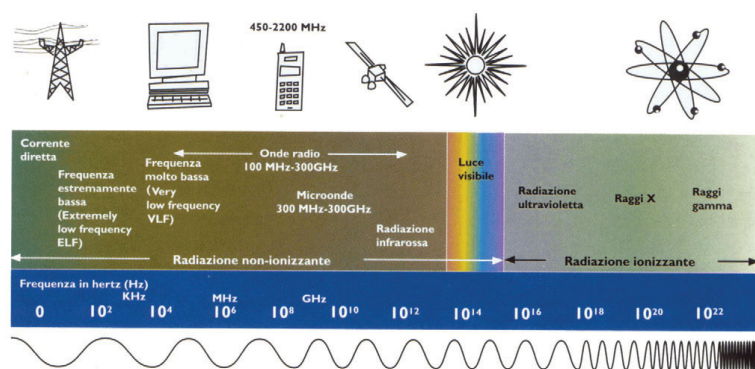


■ Radiazioni non ionizzanti e ionizzanti

La presenza di corpi carichi elettricamente o percorsi da correnti elettriche modifica le proprietà dello spazio circostante. In questi casi si dice che lo spazio è sede di un campo elettromagnetico: in tale spazio si ha propagazione di energia, si possono avere effetti su altri oggetti carichi o percorsi da corrente. Con il termine radiazioni elettromagnetiche si indica, quindi, il fenomeno fisico legato alla presenza di campi elettromagnetici. Questi possono variare nello spazio e nel tempo, oscillando a diverse frequenze: maggiore è la frequenza di oscillazione, maggiore è l'energia trasportata dalle onde elettromagnetiche. Le onde di diverse frequenze compongono lo spettro elettromagnetico rappresentato schematicamente nella figura 1.

Figura 1: rappresentazione grafica dello spettro elettromagnetico, nella parte alta sono indicate le principali sorgenti di radiazioni.



La parte bassa dello spettro (frequenze inferiori a 10^{16} Hz, corrispondenti all'ultravioletto) è costituita dalle cosiddette radiazioni non ionizzanti, ovvero da radiazioni che trasportano un'energia insufficiente a ionizzare la materia. Raggi X e raggi γ , caratterizzate da frequenze superiori sono dette radiazioni ionizzanti, in quanto in grado di rompere i legami atomici. Quando si parla di inquinamento elettromagnetico ci si riferisce generalmente alle radiazioni non ionizzanti, con frequenza inferiore a quella della luce infrarossa.

Le sorgenti di campo elettromagnetico possono essere sia naturali (scariche elettriche in atmosfera, campo magnetico terrestre ad es.), sia di origine artificiale, dovute all'attività umana. Negli ultimi decenni si è assistito ad un continuo aumento delle sorgenti artificiali, in particolare di quelle collegate ai sistemi di radio telecomunicazione.

Le modalità di produzione, diffusione e di controllo, ed i possibili effetti sulla salute umana sono differenti a seconda si tratti di radiazioni ELF (a frequenza estremamente bassa), o di radiofrequenze (comprese nella gamma da 100 MHz a 300 GHz).

■ Radiofrequenze

Con il termine radiofrequenze si indicano le radiazioni ionizzanti di frequenza compresa fra 100 MHz a 300 GHz. Le sorgenti più diffuse nell'ambiente sono impianti radiotelevisivi, stazioni radio-base, telefoni cellulari, in ambito domestico i forni a microonde, in ambito industriale apparati per saldatura e incollaggio a microonde. In medicina vengono inoltre usati a scopo diagnostico o terapeutico: risonanza magnetica nucleare, marconiterapia, radarterapia, magnetoterapia...

Le Stazioni Radio Base (SRB)

Il servizio di telefonia cellulare viene realizzato attraverso una rete di antenne ricetrasmittenti fisse, le Stazioni Radio Base (SRB), ciascuna delle quali serve una porzione di territorio indicata come "cella".

Ciascuna SRB è costituita da antenne direttive che trasmettono il segnale al telefono cellulare dell'utente destinatario della comunicazione ed antenne che ricevono il segnale trasmesso da quest'ultimo.

I sistemi radiomobili più diffusi in Italia sono: il sistema analogico E-TACS, il sistema digitale GSM e l'UMTS. I sistemi analogici trasmettono il segnale vocale direttamente, mentre quelli digitali trasformano dapprima il

Campi elettromagnetici

segnale in valori numerici per inoltrarlo in una fase successiva. L'Universal Mobile Telecommunications System Standard (UMTS) di comunicazione wireless di terza generazione, grazie al trasferimento dei dati ad alta velocità permette di fare oltre alle video telefonate, video conferenze, ascoltare musica, anche il collegamento ad Internet.

Le frequenze utilizzate sono comprese tra i 900 MHz e i 2200 MHz e le potenze in antenna possono variare tra i 20-25 Watt (per sistemi UMTS e GSM) e circa 70 Watt (per sistemi TACS).

Le modalità con cui le Stazioni Radio Base irradiano i campi nell'area circostante e il fatto che la potenza utilizzata sia bassa per evitare che i segnali provenienti da celle attigue interferiscano tra loro fa sì che i livelli di campo elettromagnetico prodotto rimangano nella maggioranza dei casi molto bassi.

Incremento del numero di SRB installate

Il numero di impianti installati nella provincia di Verona è aumentato nel corso degli anni passando dai 61 del 1998 ai 500 del 2004 (agosto). Tale aumento è dovuto a molteplici fattori: innanzitutto la diffusione sempre maggiore dei telefoni cellulari; le potenze in antenna devono essere mantenute, per quanto possibile, ridotte al fine di evitare problemi dovuti alle interferenze di segnali e ciò comporta che in zone caratterizzate da alta densità di popolazione sia necessaria l'installazione di un numero elevato di SRB. Inoltre nel corso degli anni è aumentato il numero degli operatori di telefonia operanti sul territorio passando da uno a cinque; successivamente il gestore 'BLU' è uscito dal mercato a vantaggio degli altri gestori e soprattutto a favore del nuovo operatore operante sul mercato con l'introduzione dell'UMTS: Telecom Italia Mobile, Omnitel, Wind e H3G.

Interventi di controllo e monitoraggio

Per quanto riguarda la valutazione dei livelli di esposizione della popolazione, l'ARPAV effettua numerosi interventi di controllo e monitoraggio.

Come previsto dalla normativa di riferimento vengono eseguite delle valutazioni teoriche tramite un modello di calcolo previsionale al fine di calcolare i livelli di campo elettrico prodotti da tutte le Stazioni Radio Base presenti in una determinata porzione di territorio. Le valutazioni modellistiche teoriche sono utilizzate sia in fase di autorizzazione dell'istanza di installazione di una SRB (D.L. 1 agosto 2003, n. 259) per verificare il rispetto dei limiti fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003, sia in fase di controllo dopo l'attivazione dell'impianto (L. R. 9 luglio 1993, n. 29) per evidenziare le situazioni più critiche e procedere quindi alle misure sperimentali.

Si riporta, in Figura 3, una mappa del centro storico di Verona che rappresenta, attraverso una scala di colori, i livelli di campo elettrico calcolati a 5 m da terra, ottenuta tramite un modello previsionale basato sull'approssimazione di campo lontano. I livelli di campo calcolati risultano sempre superiori a quelli misurati in quanto il calcolo teorico considera le SRB funzionanti alla massima potenza e non tiene conto dell'attenuazione dovuta alla presenza degli edifici.

L'altezza scelta per la visualizzazione, 5 m, è particolarmente significativa perché è rappresentativa dell'esposizione di una persona al primo piano di una abitazione; sulla base dei dati ISTAT dell'81, il primo piano risulta, nella Regione Veneto, il più popolato.

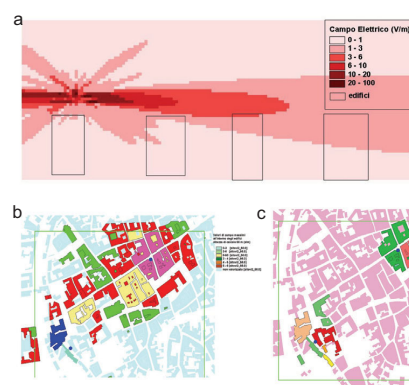


Figura 2: due immagini di stazioni radiobase per la telefonia cellulare

Figura 3: Mappa dei livelli di campo elettrico generato da SRB presenti sul territorio del comune di Verona (aggiornamento agosto 2004).



Rumore, radiazioni



In Figura 4 a) è rappresentata la sezione verticale dei livelli di campo elettrico prodotti da 2 Stazioni Radio Base installate sul tetto di un edificio nel comune di Verona. E' possibile effettuare, inoltre, delle visualizzazioni ad hoc che mettano in evidenza i livelli di campo elettrico che si verificano negli edifici presenti (Figura 4 b). Gli edifici possono essere tematizzati in base al valore di campo ad una certa quota o alternativamente vedere a quale altezza si ha il superamento di una soglia prefissata.

Figura 4: a) Sezione verticale dei livelli di campo elettrico generato da due SRB installate sul tetto del medesimo edificio nel comune di Verona (aggiornamento agosto 2004). b) Gli edifici sono tematizzati in base all'altezza (slm) a cui si verifica il superamento della soglia prefissata a 3 V/m. c) Gli edifici sono tematizzati in base al massimo valore di campo che si verifica all'altezza di 56 m (slm)

I controlli sperimentali vengono eseguiti distinguendo due metodologie di misura: banda larga (misure senza determinazione dei singoli contributi - Figura 5 a) e banda stretta (misure più complesse che consentono l'individuazione e la misura del contributo delle singole emittenti. Per le campagne di misura prolungate presso impianti per la telefonia cellulare vengono utilizzate anche le centraline per il monitoraggio, per la misura in continuo, come quelle che si vedono in Figura 6. L'uso di tali strumenti consente di descrivere l'andamento orario del campo elettromagnetico e di individuare il livello massimo nel periodo di misura (Figura 7).

Figura 5: strumento portatile per la misura in banda larga del campo elettromagnetico



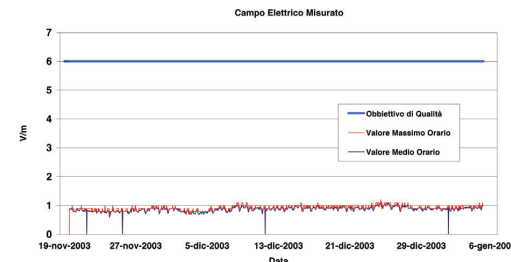
Figura 6: stazioni mobili di monitoraggio in continuo del campo elettrico.



a) EE-4070

b) PMM8055

Figura 7: grafico dei livelli di campo elettrico rilevati da una stazione di monitoraggio nell'arco di un paio di mesi.



Campi elettromagnetici

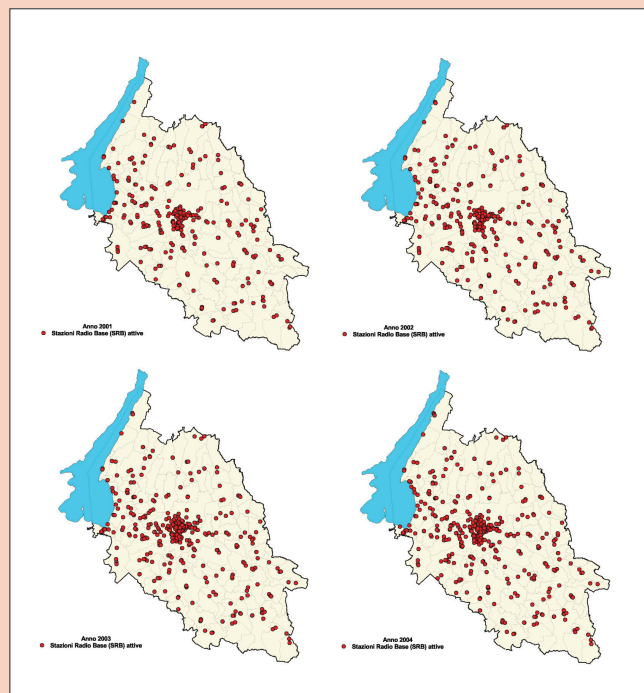
NOME INDICATORE: NUMERO DELLE STAZIONI RADIO BASE

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - **PRESSIONE** - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

Descrizione dell'indicatore: rappresenta il numero totale e la posizione delle SRB attive presenti sul territorio della provincia di Verona, ricavato dall'archivio georeferenziato aggiornato tramite le comunicazioni di attivazione inviate dai gestori come stabilito dalla L.R. 29/93.

Rappresentazione dell'indicatore: le 4 mappe evidenziano l'aumento delle SRB installate nella provincia di Verona dal 2001 al 2004. (Fonte: ARPAV – Dipartimento provinciale di Verona)



Commento del risultato: Il numero di impianti installati nella provincia di Verona è aumentato nel corso degli anni: 300 nel 2001, 366 nel 2002, 492 nel 2003, 499 nell'agosto 2004. Tale aumento è dovuto a molteplici fattori: la diffusione sempre maggiore dei telefoni cellulari; le ridotte potenze in antenna, il crescente numero di operatori di telefonia operanti sul territorio e la diffusione di nuovi tipi di servizi di trasmissione. Il ridotto aumento del numero di installazione dal 2003 al 2004 si spiega con l'uscita dal mercato del gestore 'BLU' e con l'incremento del numero di antenne installate sugli impianti già esistenti dovuta all'introduzione dell'UMTS.

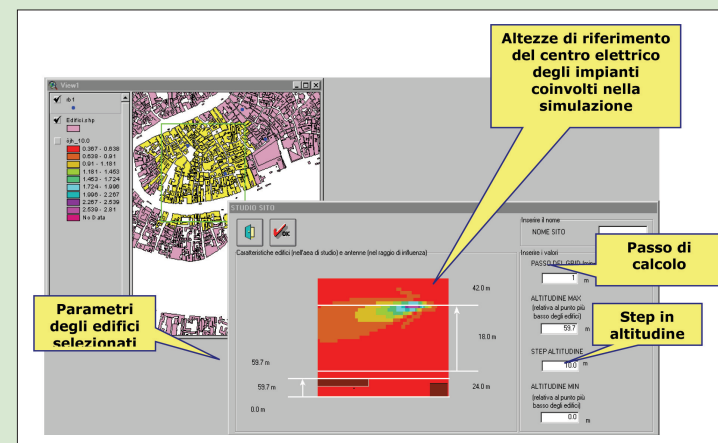
Rumore, radiazioni

INFORMATIZZAZIONE DEI CONTROLLI - PROGETTO ETERE

Per rispondere alle esigenze di controllo nate dalla crescente domanda di installazione di stazioni radio-base, ARPAV ha progettato ETERE, un software di analisi e controllo che utilizza il catasto georeferenziato delle fonti potenzialmente inquinanti.

ETERE rappresenta un valido strumento per l'attività di controllo del livello del campo elettrico prodotto dagli impianti di telecomunicazione (SRB e radiotelevisivi), soddisfa la necessità di affidabilità e velocità nell'evasione del controllo stesso, ed è usato per molteplici finalità istituzionali da parte dell'ARPAV, inclusi gli accertamenti preliminari all'installazione degli impianti, prescritti dal decreto legislativo 259/03.

Il progetto Etere comprende un software di simulazione che permette, a partire dall'analisi dei dati di input presenti in un database creato da ARPAV e attraverso un opportuno algoritmo, di effettuare simulazioni di campo elettrico. L'algoritmo messo a punto da ARPAV si riferisce a condizioni di campo lontano e spazio libero, ossia simula condizioni di impatto ambientale cautelative dal punto di vista radioprotezionistico con restituzione del dato su cartografia informatizzata. Le figure evidenziano le specifiche e le potenzialità del software (es di creazione di mappe orizzontali e verticali).



Il progetto ETERE rappresenta una valida risposta al problema di conoscere il numero, il tipo e la localizzazione sul territorio degli impianti di radio telecomunicazione. ARPAV ha ora realizzato una versione del catasto degli impianti di telefonia mobile consultabile via internet e ha ritenuto di offrire l'opportunità di accesso al medesimo (al momento in via esclusiva) alle istituzioni competenti per la materia (comuni, province e regione). Allo stato attuale, i dati presenti nell'archivio sono soggetti ad un aggiornamento periodico, ma a breve sarà disponibile una versione che permetterà di visualizzare le informazioni con aggiornamento in tempo reale delle medesime; peraltro, in tale contesto, saranno i gestori stessi della telefonia mobile che inseriranno nell'archivio su web i dati relativi alle nuove installazioni ed alle modifiche sugli apparati esistenti.

IL MONITORAGGIO IN CONTINUO DEI CAMPI A RADIOFREQUENZA CON CENTRALINE MOBILI

Il dipartimento ARPAV Provinciale di Verona, insieme ai Dipartimenti di Padova e Venezia ha partecipato alla sperimentazione, nel Veneto, della rete di monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici generati da impianti a radiofrequenza. La realizzazione della rete di monitoraggio a livello nazionale è stata affidata alla Fondazione Ugo Bordoni, istituto tecnico di riferimento del Ministero delle Comunicazioni.

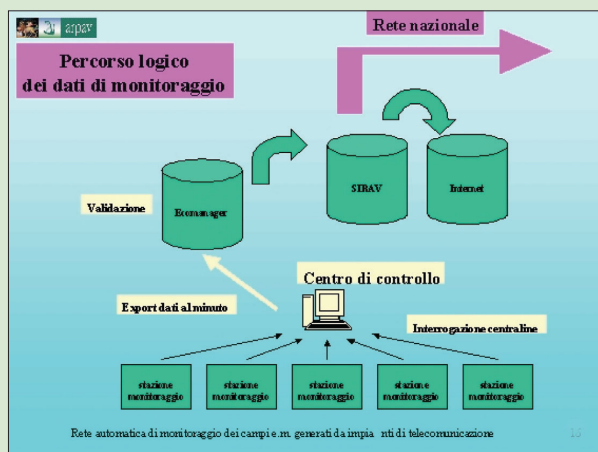
La gestione delle stazioni di monitoraggio, è stata assegnata alle Agenzie Ambientali Regionali. La Rete delle Agenzie ha ritenuto in tal modo di operare al fine che non vi fossero sovrapposizioni di ruoli con quelli di monitoraggio e controllo assegnati alle strutture pubbliche, rappresentate dalle Agenzie stesse, e che non si realizzassero sprechi e doppioni di infrastrutture.

Nell'ambito della sperimentazione, la Fondazione Bordoni ha gestito i fondi e le gare di approvvigionamento della strumentazione, mentre le Agenzie Ambientali hanno provveduto ai controlli sulla taratura ed alla verifica della prima serie di strumenti, alla definizione della modalità di trasmissione dei dati e di gestione di una rete che, a regime, dovrebbe prevedere una stazione rilocabile ogni 50.000 abitanti circa.

Il Dipartimento ARPAV Provinciale di Verona ha gestito durante la sperimentazione, iniziata nel febbraio del 2003 e conclusasi a gennaio 2004, due centraline E.I.T. EE-4070. Con l'ausilio del Settore Sistema Informativo dell'ARPAV è stato, inoltre, realizzato l'interfaccia della rete di monitoraggio con il Sistema Informativo ARPAV – SIRAV, con valore esemplificativo rispetto al sistema informativo nazionale.

Le stazioni di monitoraggio (centraline mobili) misurano il campo elettrico con continuità e registrano i valori misurati ogni minuto. I dati raccolti vengono inviati automaticamente tramite un modem GSM quotidianamente al centro di controllo, un computer sempre acceso presente nella sede del Dipartimento ARPAV Provinciale. Qui i dati vengono registrati e validati per poi essere trasmessi al server centrale di Padova. Da qui i dati vengono inviati alla Fondazione Ugo Bordoni per la raccolta a livello nazionale prevista dal Ministero. Nella Figura 8 è riportato lo schema a blocchi dell'organizzazione dei controlli in continuo dei campi elettromagnetici.

Figura 8: schema dell'organizzazione logistica della rete di monitoraggio in continuo dei campi elettromagnetici per ARPAV.



Attualmente si è passati alla seconda fase di realizzazione della rete di monitoraggio nazionale: ai dipartimenti ARPAV Provinciali sono state fornite ulteriori centraline (PMM 8055FUB), in totale Verona ha a disposizione cinque centraline di monitoraggio. Al momento sono in corso campagne di monitoraggio in alcuni centri della provincia.

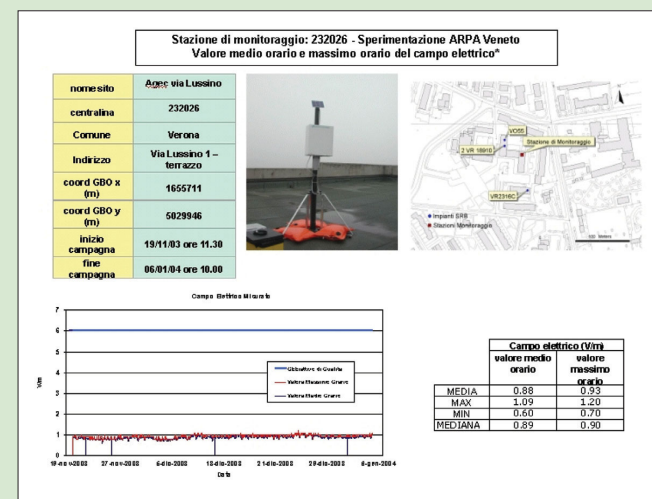
Le posizioni per l'installazione delle centraline vengono individuate sulla base dei seguenti criteri:

- > posizioni potenzialmente critiche dedotte dalle valutazioni modellistiche (valore di campo elettrico stimato superiore a 3 V/m)
- > posizioni critiche note, in base a precedenti valutazioni sperimentali eseguite nel territorio
- > comparazione tra siti caratterizzati dalla presenza di varie tipologie di impianti (presenza prevalente di stazioni radio base, presenza prevalente di impianti radiofonici, situazione mista, presenza di antenne di radioamatore, ecc.) al fine di valutare la funzionalità delle stazioni di monitoraggio nelle differenti situazioni
- > casi singoli in cui viene richiesto il monitoraggio in continuo da parte di cittadini, associazioni, amministrazioni comunali e provinciale (es. scuole, asili, ospedali, ecc.)
- > posizioni da caratterizzare nell'ambito dei Piani di localizzazione degli impianti di telecomunicazione in corso in vari Comuni della Regione Veneto.
- > eliminazione del sospetto di alterazione delle condizioni di emissione di potenza durante l'esecuzione dei controlli

La permanenza di una centralina in un determinato sito e quindi la durata di ogni singola campagna di misura dipende dalle caratteristiche del sito di monitoraggio, ma in generale è prevista nell'ordine di tre settimane o un mese in modo da avere dati sufficienti per valutare eventuali variabilità dovute alle diverse condizioni. A tal scopo sono anche previste ripetizioni della stessa campagna di misura in diversi periodi dell'anno.

Al termine delle campagne i dati raccolti vengono elaborati statisticamente e presentati in modo riassuntivo specificando tutte le caratteristiche della campagna, le medie orarie del campo e dei valori massimi del campo registrati nel periodo di monitoraggio.

Figura 9: immagine del report riassuntivo di fine campagna



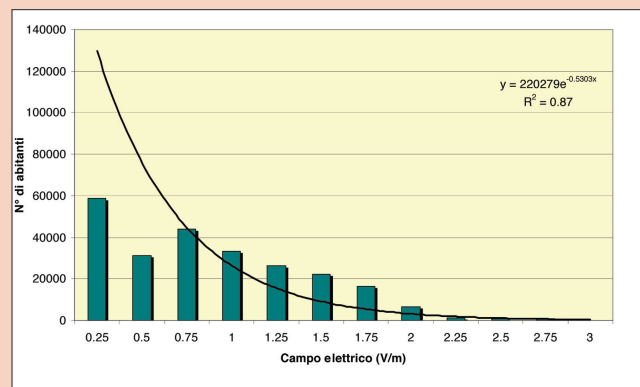
NOME INDICATORE: ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE DI VERONA AL CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DA SRB

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: Il territorio del comune di Verona è stato suddiviso in base alle sezioni di censimento ISTAT come da rilevamento del 1991 ed ad ogni sezione è stato assegnato il campo elettrico ottenuto mediando i valori calcolati nei punti interni alla stessa sezione. Così facendo ad ogni sezione di censimento del comune di Verona è stato associato un valore di campo elettrico e, nota la popolazione residente in ciascuna sezione, è stata costruita la distribuzione della popolazione di Verona in funzione del livello di campo elettrico generato dalle SRB a cui è esposta.

Rappresentazione dell'indicatore: nel grafico è rappresentato la distribuzione della popolazione secondo le classi di esposizione al campo elettrico, in V/m, generato da stazioni radio base.



Commento del risultato: la popolazione esposta al campo elettrico si distribuisce seguendo una curva esponenziale decrescente: la mediana dei valori di campo corrisponde a 0,6 V/m. Questo significa che metà della popolazione di Verona, corrispondente a circa 115.000 abitanti, è esposta a valori pari o inferiori a 0,6 V/m. Il 95° percentile è 1,7 V/m: quindi la maggioranza della popolazione di Verona (il 95%) è esposta a valori inferiori a 1,7 V/m. L'indicatore è stato calcolato considerando i soli impianti attivi nel comune di Verona, a ottobre 2004, pari a 330.

Lo stesso calcolo era stato effettuato, con gli stessi criteri, a ottobre 2002: a quella data gli impianti attivi erano 230. La mediana dei valori di campo era leggermente inferiore, pari a 0,5 V/m, mentre il 95° percentile è rimasto sostanzialmente invariato. Con l'aumentare del numero di stazioni radio base è quindi aumentata l'esposizione della popolazione a valori bassi di campo elettrico, ma è rimasta invariata l'esposizione a valori relativamente elevati.

NOME INDICATORE: NUMERO DI PARERI RILASCIATI

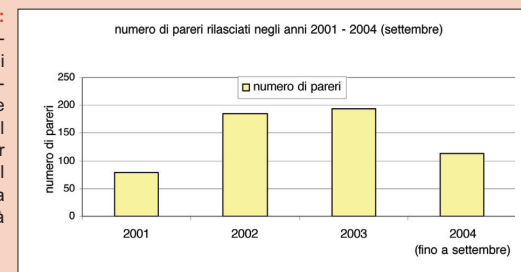
TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: il DLgs n. 259 del 01.08.03 impone, in fase di autorizzazione dell'istanza di installazione e modifica degli impianti per teleradiocomunicazioni, il rilascio di un parere da parte dell'ARPA che, sulla base di una valutazione delle emissioni dell'impianto in esame e di quelli già esistenti, attesti il rispetto dei limiti stabiliti dal D.P.C.M. 8 luglio 2003.

Rappresentazione dell'indicatore:

il numero di pareri rilasciati annualmente dall'ARPAV, Dipartimento di Verona è quindi un indicatore dell'attività di controllo in risposta alle richieste della normativa vigente. Il parere ARPAV viene rilasciato per ogni impianto considerando sia il contributo dell'impianto in esame sia il contributo di quelli già attivi e già autorizzati.



Commento del risultato: dall'analisi del grafico si nota come il numero di pareri rilasciati e quindi l'attività di controllo e di monitoraggio sia notevolmente aumentata a partire dal 2002. La forte crescita nell'utilizzo della telefonia cellulare e dei servizi ad essa connessi ha comportato un notevole aumento di Stazioni Radio Base installate e di conseguenza del numero di pareri rilasciati. È interessante sottolineare che l'attività di rilascio dei pareri oltre a permettere di eseguire una valutazione preventiva del contributo di un nuovo impianto, permette una attività continua e aggiornata di verifica degli impianti già attivati 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.

■ ■ Gli elettrodotti

Nell'ambiente fortemente antropizzato che caratterizza gran parte della nostra provincia la principale fonte di campi elettromagnetici a bassa frequenza è rappresentata dalle infrastrutture per il trasporto, la produzione e la trasformazione di energia elettrica. In particolare le linee a 132 kV, 220 kV e 380 kV per la distribuzione ad alta tensione rappresentano la più significativa fonte esterna alle abitazioni di campo elettromagnetico.

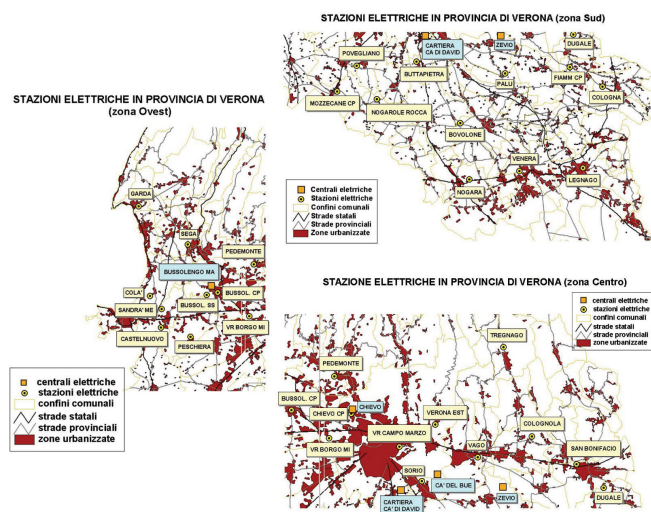
Il fluire di correnti all'interno di conduttori produce sia un campo elettrico che un campo magnetico. La presenza di ostacoli (in generale di oggetti o di un essere umano) perturba il campo elettrico, ma non il campo magnetico. La componente più significativa dal punto di vista dell'esposizione umana è data dal campo magnetico: il campo elettrico, infatti, a tutt'oggi non ha fatto mai sorgere dubbi su possibili effetti a lungo termine ed è facilmente schermato dalle pareti degli edifici.

Il campo prodotto dipende dalle correnti che transitano, dalla disposizione dei conduttori e, naturalmente dalla distanza dalla linea. ARPAV ha censito le linee elettriche presenti in tutta la Regione: il territorio della provincia di Verona è attraversato da 1490 Km di linee elettriche ad alta tensione. Vi sono, inoltre, 25 cabine primarie, due sottostazioni e 5 centrali di produzione di cui tre idroelettriche (fonte: Atlante ENEL).

Figura 10:
sottostazione elettrica



Figura 11: mappa della dislocazione delle centrali elettriche e sottostazioni in provincia di Verona



L'introduzione delle fasce di rispetto

La L.R. 27/93 entrata in vigore il 1 gennaio 2000 regola la costruzione di nuovi elettrodotti e lo sviluppo urbanistico in vicinanza delle linee A.T. esistenti per prevenire gli eventuali danni prodotti dai campi elettromagnetici. Tale norma si ispira, quindi, al principio di precauzione in base al quale anche in mancanza di prove certe di nocività di un dato agente inquinante si cerca di limitare l'esposizione della popolazione in generale. Questo approccio comporta l'abbandono del limite di esposizione inteso come limite sanitario e l'adozione di obiettivi di qualità da raggiungere in un certo arco temporale¹. Il valore di $0.2 \mu T$ non deve quindi essere considerato un limite sanitario in quanto non è ancora certa l'esistenza di un nesso causale fra esposizione a campo e.m. e malattia, ma nasce dalla volontà di minimizzare comunque l'esposizione. In quest'ottica la determinazione delle distanze di rispetto per gli elettrodotti è stata effettuata facendo riferimento a **dati di targa** della linea, non soggetti a variazione nel tempo. In particolare è stata considerato come valore medio annuale di corrente il valore della portata nominale per le linee di trasporto primario e la **metà della portata nominale** per le altre linee, compresa quella in oggetto.

Questa scelta nasce dalla necessità di non vincolare l'esistenza di tali fasce a parametri variabili nel tempo: vi è infatti un certo margine di sicurezza documentato dai dati statistici forniti dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (GRTN) dai cui risulta che i valori di corrente media sono sempre inferiori al limite prescelto. Tale scelta comporta anche che per alcune linee si possa verificare che in determinati periodi di tempo si riscontrino valori di induzione magnetica inferiori a $0.2 \mu T$ anche all'interno delle fasce di rispetto. Ciò non influisce sulla validità della determinazione di tali fasce che ha obiettivi di tutela sul lungo periodo. La misura puntuale non è quindi significativa in quanto fornisce un dato che è riferibile solo a quella particolare linea in quella determinata situazione di esercizio. Anche se la misura e la seguente stima del campo e.m. fornissero valori inferiori a $0.2 \mu T$ all'interno delle fasce di rispetto, ciò non inficerebbe la validità della determinazione delle fasce poiché misura e determinazione delle fasce hanno finalità diverse.

E' inoltre importante sottolineare che la tutela dall'esposizione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza, oggetto della L.R. 27/93 e della legge quadro 36/2001, si rivolge a quei luoghi dove è possibile la presenza prolungata di persone, superiore cioè alle quattro ore giornaliere (legge quadro 36/2001 art. 9 comma 2).

¹ si veda il "Documento congiunto ISPESL-ISS sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dall'esposizioni a campi elettrici e magnetici e a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz" (1997)

NOME INDICATORE: ESTENSIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

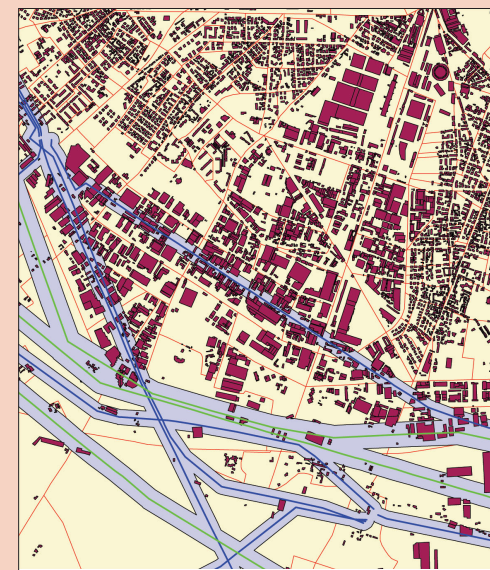
TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: si è calcolata l'estensione delle fasce di rispetto nel territorio veronese, definite in seguito all'entrata in vigore della legge Regionale 27/93

Rappresentazione dell'indicatore: nella tabella è riportata l'estensione della provincia di Verona e l'estensione delle fasce di rispetto. Nella mappa è rappresentato un esempio della fascia di rispetto per due tipologie di elettrodotti, di tensione pari a 132 kV ed a 220 kV

Superficie totale della Provincia di Verona (km ²)	2930.79
Superficie totale (km ²) delle distanze di rispetto ($0.2 \mu T$)	118.85
Percentuale	4,06%



Commento del risultato: il 4% del territorio veronese risulta interessato dalle fasce di rispetto degli elettrodotti ad alta tensione e quindi vincolato rispetto ad un'ulteriore edificazione per evitare di aumentare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

NOME INDICATORE: POPOLAZIONE ESPOSTA A LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA. SUPERIORI A 0,2 μ T

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - **STATO** - IMPATTO - RISPOSTA

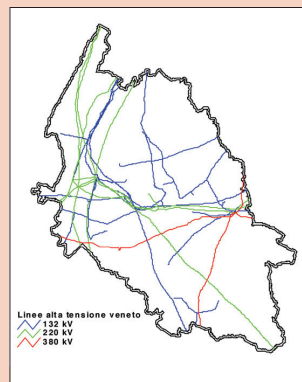
DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

Descrizione dell'indicatore: su base cartografica (Carta Tecnica Regionale) è stato individuato il territorio della provincia di Verona occupato dalle fasce di rispetto definite dalla L.R. 27/93. Sulla base dei dati del censimento del 1991 sono stati individuati gli edifici per ogni sezione censuaria e la popolazione residente in ogni edificio ed infine è stato valutato il numero di edifici all'interno delle fasce di rispetto e quindi la popolazione residente all'interno delle fasce.

Rappresentazione dell'indicatore: nelle tabelle seguenti vengono riportati i dati salienti dell'analisi effettuata, in particolare la percentuale di popolazione nella provincia di Verona esposta a valori di induzione magnetica superiori a 0,2 μ T. La mappa riproduce il tracciato degli elettrodotti che interessano il territorio veronese.

Popolazione totale della Provincia di Verona	788343
Popolazione all'interno delle distanze di rispetto (0,2 microT)	16261
Percentuale di Popolazione all'interno delle distanze di rispetto (0,2 microT)	2.06%

Edifici totali della Provincia di Verona	180861
Edifici all'interno delle distanze di rispetto (0,2 microT)	4932
Percentuale di edifici all'interno delle distanze di rispetto (0,2 microT)	2.73%



Commento del risultato: Dal calcolo effettuato risulta che quasi il 3% degli edifici si trova all'interno delle fasce di rispetto. La valutazione dell'ampiezza delle fasce di rispetto per le diverse tipologie di elettrodotti ad alta tensione è stata effettuata seguendo una procedura cautelativa: in particolare è stata considerata l'altezza minima dei conduttori dal terreno, la disposizione delle fasi più comune ed un valore di corrente transitante sulla linea pari a metà della corrente nominale. Ciò ha portato ad una valutazione massima dell'esposizione della popolazione. Il dato riportato, relativo al 2% della popolazione veronese esposta a valori di campo superiori a 0,2 μ T rappresenta quindi una stima cautelativa dell'esposizione ai campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti.

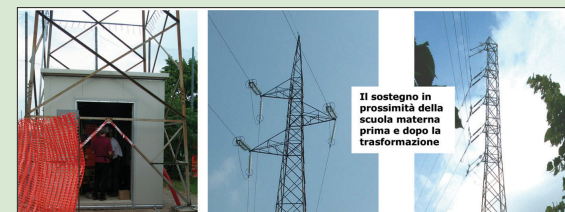
**La mitigazione dei campi elettromagnetici prodotti da un elettrodotto:
un'applicazione nel comune di Verona**

a cura di AGSM, 3E Ingegneria, EEI

L'idea di dar vita ad una sperimentazione di questa tecnologia è nata dalla volontà dell'AGSM di risolvere il problema della prossimità di una linea aerea ad alta tensione con la scuola materna Castiglione. La disponibilità di 3E Ingegneria e di EEI a mettere a disposizione i propri know-how e le proprie capacità progettuali ha permesso di realizzare una drastica riduzione del campo magnetico mediante la nuova tecnologia.

La tecnologia dello schermo attivo, per la mitigazione dei campi magnetici prodotti dalle linee elettriche è di principio nota da anni ma priva di una dimostrazione pratica in Italia. Tale tecnologia è sostanzialmente basata sulla creazione di un campo antagonista a quello prodotto dalla linea, che così viene quasi annullato, installando sulla linea conduttori ausiliari nei quali viene fatta circolare la corrente necessaria allo scopo.

L'alternativa sarebbe stata uno spostamento della linea che avrebbe richiesto lo spostamento di alcuni sostegni, con soluzioni non gradite alla popolazione per evidenti motivi.



L'obiettivo della operazione è stato quello di mitigare il campo nell'area della scuola materna; è stata quindi modificata la parte superiore del sostegno in prossimità della scuola materna ai fini di allontanare i conduttori dalla scuola e di disporli in modo da rendere più efficace la schermatura; i conduttori di schermo installati sopra e sotto i conduttori di linea come si vede nella foto si estendono alle due campate adiacenti alla linea.

Un dispositivo installato in un chiosco sotto il sostegno trasformato genera la corrente di schermo e la mantiene in ogni istante adeguata a ridurre al minimo il campo prodotto dalla corrente di linea di per se variabile in funzione del carico trasportato.

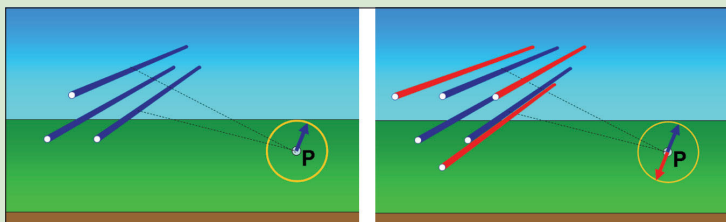
La riduzione di campo che così si ottiene in corrispondenza della scuola materna è di circa 8 volte ed è equivalente a quella che si sarebbe ottenuta spostando la linea di circa 50 m.

Le operazioni di trasformazione della linea e di montaggio delle parti in tensione del sistema di alimentazione dello schermo sono state realizzate con due interruzioni di servizio di fine settimana; ciò grazie ad una progettazione accurata dei componenti e degli interventi.

Come funziona uno schermo attivo?

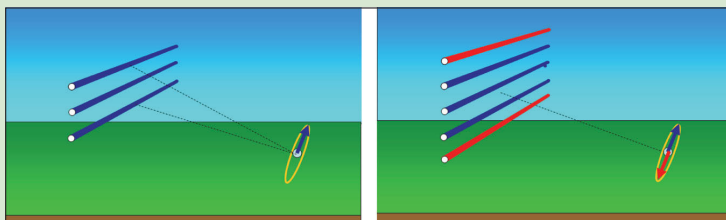
Le correnti che circolano nei tre conduttori di una linea trifase generano in un punto P esterno alla linea un campo magnetico ruotante; se i conduttori della linea trifase sono disposti a triangolo il vettore campo descrive una ellisse molto vicina al cerchio come illustrato in figura.

Se si dispone di un sistema di tre conduttori paralleli a quelli della linea nei quali si fa circolare un sistema di correnti opportuno è possibile creare nel punto P un campo magnetico rotante uguale ed opposto a quello prodotto dalla linea e quindi in grado di annullarlo in ogni istante.



E' necessario in questo caso imprimere in due dei conduttori di schermo due correnti da regolare indipendentemente (la corrente nel terzo conduttore è la somma delle altre due). Più semplice è il caso di linee che hanno i tre conduttori in piano orizzontale o, come indicato nella figura in un piano verticale.

In questo caso il vettore campo descrive un'ellisse molto allungata; è allora possibile creare il campo antagonista con due soli conduttori di schermo e con la possibilità di regolare una sola corrente.



Il campo non è in questo caso ruotante ma è pulsante; peraltro è capace di annullare la componente del campo ruotante secondo l'asse maggiore dell'ellisse e quindi ottenere risultati più che soddisfacenti nella riduzione del campo.

La schermatura non deve necessariamente essere attuata su tutta la linea e può essere attuata per tratti molto brevi fino a una o due campate, laddove vi è una situazione di attenzione.

L'alimentazione dei conduttori di schermo può essere attuata in diversi modi; il più pratico sembra essere l'uso di un generatore di corrente elettronico regolabile alimentato dalla locale rete di distribuzione; la corrente di schermo deve essere mantenuta in grandezza e fase in un rapporto costante con la corrente in linea e richiede quindi una misura in loco della corrente di linea.

Naturalmente l'alimentazione dei conduttori di schermo comporta delle perdite da considerare nelle valutazioni economiche.

Radioattività

Introduzione

Tradizionalmente il maggior interesse in questo campo si è focalizzato sulla cosiddetta radioattività artificiale ovvero causata dalla presenza di radionuclidi di origine artificiale. Quest'ultimi sono originati dall'uso pacifico dell'energia nucleare (produzione di energia elettrica, generazione ed uso di radioisotopi per applicazioni medicali, industriali, di ricerca), da fallout radioattivo, fenomeno che consiste nella ricaduta al suolo di particelle radioattive rilasciate nell'atmosfera in seguito ad esplosioni nucleari (test atomici) o fuoriuscite da centrali nucleari (vedi Chernobyl).

Recentemente si è cominciato a studiare anche la radioattività causata da radionuclidi presenti naturalmente nel suolo, nell'aria e nell'acqua e quindi, per esempio, nei cibi e nei materiali da costruzione, che possono produrre in alcuni casi esposizioni relativamente elevate e quindi potenzialmente dannose per la salute umana. La radiazione naturale totale determina in media, al livello del mare, una dose efficace individuale di 2 millisievert (mSv) all'anno; questa dose di radiazioni viene quindi considerata "normale" per la popolazione in generale, poiché sostanzialmente non evitabile.

Radioattività artificiale

La radioattività artificiale si presenta quando un nucleo di un atomo viene eccitato mediante intervento esterno; esso tornerà, o si avvicinerà, allo stato fondamentale emettendo radiazioni.

La radioattività artificiale ha diverse origini:

- > elementi radioattivi entrati in atmosfera in seguito a esperimenti atomici, cessati nella metà degli anni '70 (Sr-90, Pu-240, Pu-239, Pu-238)
- > emissioni dell'industria dell'energia nucleare e attività di ricerca
- > in alcune regioni d'Europa, residui dell'incidente di Chernobyl o altri incidenti (Cs-137, Cs-134, ...)
- > l'irradiazione medica a fini diagnostici e terapeutici (fra i radionuclidi usati si ricordano I-131, I-125, Tc-99m, Tl-201, Sr-89, Ga-67, In-111).

Radioattività naturale

Le sorgenti di radioattività naturale sono:

- > Raggi cosmici: emessi dalle reazioni nucleari stellari. L'intensità dipende principalmente dall'altitudine (sostanzialmente l'aumento di altitudine rispetto al livello del mare costituisce il contributo più significativo all'aumento sulla Terra dell'intensità dell'esposizione ai raggi cosmici).
- > Radioisotopi cosmogenici: prodotti dall'interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera.
- > Radioisotopi primordiali: sono presenti fin dalla formazione della terra nell'aria, nell'acqua, nel suolo e quindi nei cibi e nei materiali da costruzione. Si tratta dell'Uranio-238, dell'Uranio-235 e del Torio-232, che decadono in radionuclidi a loro volta instabili fino alla generazione del Piombo stabile. Tra di essi rilevante è il Radon-222, gas nobile radioattivo, che fuoriuscendo dalla matrice di partenza si immette in atmosfera sviluppando un rischio per inalazione per l'essere umano.

Radionuclide	
¹⁴ C	Carbonio-14
³ H	Trizio
⁷ Be	Berillio-7

Campi elettromagnetici

Interventi di monitoraggio per la radioattività artificiale

Il D.Lgs 230/95, successivamente integrato dal D.Lgs 241/00, stabilisce che il complesso dei controlli della radioattività in Italia sia articolato in reti di sorveglianza regionale e nazionale. La rete di sorveglianza della regione Veneto è costituita dai laboratori di radioattività dei Dipartimenti Provinciali dell'ARPAV ed è coordinata dal CRR di Verona. Il programma di campionamenti e misure viene stabilito annualmente in accordo con la Regione Veneto (Direzione per la Prevenzione) e prevede analisi in matrici alimentari, matrici acquatiche e matrici ambientali. Nel programma sono anche definiti i punti di prelievo, la periodicità e le modalità di campionamento e di misura, le province interessate al campionamento e i laboratori di analisi.

I dati delle misure vengono raccolti ed elaborati dal Centro Regionale per la Radioattività (Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona) e successivamente comunicati alla Regione e ad APAT. La finalità dei rilevamenti effettuati dalla rete regionale è quella di osservare l'andamento temporale e la distribuzione spaziale della contaminazione da eventi generali di ricaduta radioattiva (tipicamente l'incidente di Chernobyl).

Contaminazione degli Alimenti

Le matrici considerate sono quelle per le quali il Veneto produce (tratta) grossi quantitativi su scala nazionale. Le province selezionate per i controlli sono quelle che, per le singole matrici, producono, trattano o distribuiscono maggiori quantitativi. Per la provincia di Verona il laboratorio del CRR analizza le seguenti matrici:

Matrice	Periodicità campionamento	Tipologia del punto prelievo
Latte UHT	Mensile	Centrale del latte
Carne bovina	Trimestrale	Mattatoio Comunale/Centro Carni
Carne suina	Trimestrale	Allevamento/Industria lavorazione
Carne avicola	Trimestrale	Centro macellazione/lavorazione
Frutta e verdura (fresche)	Annuale	Mercato ortofrutticolo/Zona di produzione rilevante
Cereali	Annuale	Consorzio agrario/Zona di produzione importante
Derivati dei cereali	Trimestrale	Mulino/Centro di distribuzione
Pesce di acqua dolce	Annuale	Stabilimenti ittici e vivai

I prelievi sono effettuati dai servizi territoriali delle ULSS (Unità Locali Socio-Sanitarie) competenti. Le analisi sono, in generale, condotte sul campione tal quale (previa eventuale omogeneizzazione); le concentrazioni d'attività sono riferite al prodotto fresco (pronto per il consumo).

Contaminazione delle Matrici Ambientali

A titolo sperimentale a partire dal 2001, il programma ordinario dei controlli della provincia di Verona è stato integrato con il monitoraggio sulle potenziali fonti di pressione ambientale e sullo stato dell'inquinamento specificamente per il comparto acquatico: accanto alle analisi storicamente di interesse effettuate sulla matrice aria, vengono quindi eseguiti controlli sugli effluenti liquidi degli ospedali dotati di Medicina Nucleare, sul depuratore della città di Verona, sulle acque superficiali del fiume Adige.

Nella tabella di seguito sono riportate in dettaglio le matrici analizzate per la provincia di Verona dal laboratorio del CRR.

Complessivamente nel 2003 per la Provincia di Verona il laboratorio del CRR ha effettuato n. 32 analisi su matrici alimentari e n. 530 analisi su matrici ambientali.

Rumore, radiazioni

Matrice	Periodicità campionamento	Tipologia del punto prelievo
Aria – particolato atmosferico	Giornaliero / Mensile	Sede del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona
Aria – Intensità di dose assorbita	Giornaliero	Sede del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona
Reflui ospedalieri	Semestrale	Prelievi presso le strutture ospedaliere di Verona e provincia dotate di Medicina Nucleare (ospedale di Borgo Trento, di Borgo Roma, di Negrar, di Legnago)
Reflui e fanghi di depurazione urbani	Mensile	Prelievi presso il sistema di depurazione urbano dell'AGSM di Verona
Acque superficiali	Semestrale	Prelievi presso due stazioni sul fiume Adige (Rivalta e Albaredo)
Sedimenti lacustri	Semestrale	Prelievo presso due stazioni del Lago di Garda distanti da immissari/emissari ed a distanza dalla riva tale da evitarne l'influenza.

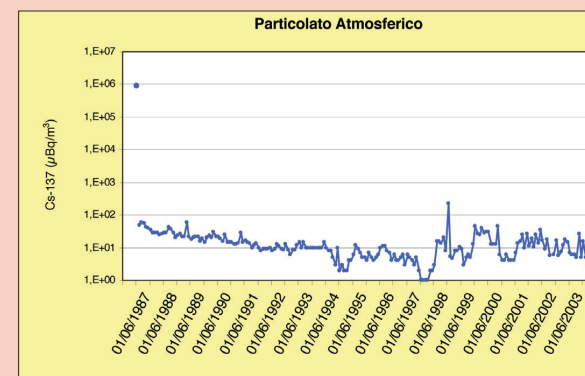
NOME INDICATORE: RADIOATTIVITÀ NEL PARTICOLATO ATMOSFERICO (Cesio-137)

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: fornisce delle informazioni sulla concentrazione di Cesio-137, un radionuclide artificiale che viene prodotto in seguito alla fissione dell'atomo, nel particolato atmosferico.

Rappresentazione dell'indicatore: Concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico: andamento mensile nel periodo 1986 – 2003



Commento del risultato: La misura di concentrazione di Cesio-137 nel particolato atmosferico depositato su filtro permette di controllare l'accadere di ricadute radioattive di carattere globale o locale. I dati sono stati rilevati presso il CRR (Centro Regionale per la Radioattività) di Verona.

L'indicatore risulta significativamente importante perché fornisce delle informazioni valide e aggiornate al fine della valutazione della dose alla popolazione da inalazione. Nei grafici è evidenziato il picco di Chernobyl ed un altro picco di intensità decisamente inferiore dovuto all'incidente occorso in Spagna nel giugno 1998, in una fonderia di Algeciras, in cui è stata fusa accidentalmente una sorgente di Cs-137. Il valore di concentrazione di Cs-137 si è assestato su valori minimi: negli ultimi anni non sono stati rilevati eventi di contaminazione di particolare importanza.

NOME INDICATORE: RADIOATTIVITÀ NEL LATTE (Cesio-137)

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

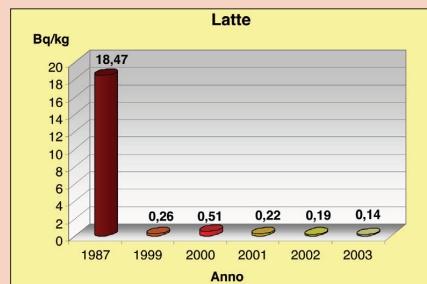
DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: fornisce delle informazioni sulla concentrazione di Cesio-137, un radionuclide artificiale che viene prodotto in seguito alla fissione dell'atomo, nel latte pastorizzato fresco e a lunga conservazione (UHT).

Rappresentazione dell'indicatore: Confronto della concentrazione media di Cs-137 in latte pastorizzato nel 1987 (anno successivo all'incidente di Chernobyl) e negli anni 1999-2003 nella provincia di Verona.

Commento del risultato: Il Cesio-137 riscontrabile nel latte vaccino costituisce un residuo della contaminazione su scala globale dovuta essenzialmente, per il passato, ai test nucleari in atmosfera condotti negli anni '50 e '60 ed al noto incidente di Chernobyl del 1986. L'indicatore risulta significativamente importante perché fornisce delle informazioni valide e aggiornate legate ad aspetti dietetico-sanitari.

I livelli di Cesio-137 nel latte sottoposto a controllo in provincia di Verona negli ultimi anni, nonostante l'incremento non significativo registrato nell'anno 2000, si pongono ai limiti di sensibilità della metodica analitica (decimi di Bq per kg) e sono inferiori di un centinaio di volte ai limiti comunitari per la commercializzazione dei prodotti alimentari (Regolamento CEE/737/90 del 22/03/90).



Negli ultimi anni sono cresciute significativamente sia le indicazioni provenienti dalla normativa sia le esperienze che hanno individuato nella mappatura sistematica dei livelli di inquinamento acustico un importante strumento per poter orientare correttamente le risorse e le attività che in maniera via via crescente si vanno dispiegando contro questo tipo di inquinamento. In particolare, il recente decreto ministeriale del 29/11/2000 ha individuato nella numerosità delle persone interessate da livelli elevati di rumorosità, il parametro fondamentale per decidere dell'importanza e dell'efficacia delle bonifiche acustiche da realizzare. Ancor più recentemente la direttiva europea 2002/49/CE ha individuato l'esigenza di rendere disponibile una conoscenza dei livelli di inquinamento acustico degli agglomerati urbani la cui popolazione (superiore a 100.000 abitanti) è distribuita sul territorio con densità abitativa tipica delle aree cittadine.

La conoscenza dei livelli di rumore che caratterizzano un determinato territorio rappresenta quindi un passo fondamentale per la descrizione dello stato acustico e per la definizione degli interventi di risanamento, ma anche un'importante base per la pianificazione e la programmazione territoriale ed urbanistica.

La normativa nazionale e la direttiva europea

Le misure attuate dalla Comunità Europea in materia di inquinamento acustico consistono in una attività normativa intesa a fissare livelli sonori ammissibili per veicoli, aerei e macchine comunque rumorose. Gli stati membri, dal canto loro, hanno emanato norme e misure contenitive che hanno, fra l'altro, consentito una riduzione dei livelli di rumore, riferiti al periodo notturno, nelle "zone critiche" più preoccupanti. In particolare, la Direttiva del Parlamento Europeo (2002/49/CE) sulla determinazione e la gestione del rumore ambientale impone di tracciare mappe acustiche relative alle strade principali e agli agglomerati urbani allo scopo di pervenire, attraverso la stima delle pressioni acustiche, alla costruzione di specifici indicatori di esposizione codificati a livelli europeo.

In Italia la normativa attualmente di riferimento è la legge quadro n° 447 del 1995 che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo da rumore; tale legge è corredata da diversi decreti che svolgono il ruolo di regolamenti di attuazione in ordine alle modalità di effettuazione delle misure fonometriche e ai limiti da rispettare.

Nella legge quadro vengono definite delle fasce di pertinenza sia per quanto riguarda le infrastrutture stradali che le infrastrutture ferroviarie rimandando a specifici decreti attuativi la fissazione di limiti all'interno della fascia nonché la larghezza della stessa fascia. Con la legge quadro viene definito un ruolo centrale dei Comuni in merito al problema dell'inquinamento acustico, con competenze di carattere programmatico, decisionale e di controllo. In particolare, l'articolo 6 della legge quadro prevede l'obbligo per i Comuni di procedere alla classificazione del territorio in zone omogenee dal punto di vista acustico, sulla base della prevalente ed effettiva destinazione del territorio comunale (denominata "Zonizzazione Acustica"); in caso di superamento dei limiti di zona, i Comuni provvedono all'adozione di Piani di Risanamento Acustico. Di seguito (Tabella 1) sono riportati i valori limite da applicare al livello di rumore ambientale generato dall'insieme di tutte le sorgenti (limiti assoluti di immissione) riferiti al periodo diurno e a quello notturno.

Tabella 1: Valori limite assoluti di immissione

CLASSI DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO		TEMPI DI RIFERIMENTO	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	aree particolarmente protette	50	40
II	aree prevalentemente residenziali	55	45
III	aree di tipo misto	60	50
IV	aree di intensa attività umana	65	55
V	aree prevalentemente industriali	70	60
VI	aree esclusivamente industriali	70	70

Rumore

Introduzione

Come evidenziato nel Libro Verde della Commissione Europea (1996) sulle politiche future in materia di inquinamento acustico, il rumore nell'ambiente di vita è la quinta causa di preoccupazione per l'ambiente locale, e soprattutto è l'unica per la quale dal 1992 ad oggi si registra una crescente sensibilità e un consistente numero di proteste da parte della popolazione.

Da dati di recente pubblicazione emerge che circa il 20% della popolazione dell'Unione (80 milioni di persone) è esposto a livelli di rumore diurni superiori a 65 decibel e che oltre 170 milioni di persone risiedono in aree con livelli compresi fra 55 e 65 decibel. Secondo quanto riportato nella Direttiva Europea 2002/49/CE sul rumore ambientale il risultato di questa diffusione dell'inquinamento acustico è che una percentuale di popolazione europea pari almeno al 25% sperimenta un peggioramento della qualità di vita a causa degli effetti diretti o indiretti provocati dall'esposizione al rumore, e una percentuale fino al 15% soffre di disturbi del sonno.

Su scala internazionale, l'OCSE e l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) sono fra i principali organismi che hanno raccolto dati e svolto studi sugli effetti dell'esposizione a rumore nell'ambiente esterno. Nonostante i problemi dovuti alla variabilità delle risposte dovute alle diverse sensibilità individuali, il "disturbo da rumore" rimane comunque una nozione utile al fine di proporre delle soglie limite di ammissibilità, in particolare quando si tratta di rumore da traffico stradale. Svariati studi hanno evidenziato che, sia in periodo diurno che notturno, il disturbo comincia a manifestarsi per livelli superiori a 50-55 decibel. La percentuale di disturbati diviene rapidamente significativa per valori superiori a 65 decibel.

Campi elettromagnetici

Di seguito vengono citati i principali decreti attuativi della legge quadro:

- > DMA 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- > DPCM 18/09/97 "Determinazione dei requisiti delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante";
- > DMA 31/10/97 "Metodologia del rumore aeroportuale";
- > DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- > DPCM 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- > DPR 11/12/97 n. 496 "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili";
- > DMA 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- > DPCM 31/03/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività di tecnico competente in acustica";
- > DPR 18/11/1998 in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico ferroviario;
- > DPR 30/03/04 in materia di inquinamento acustico derivante dal traffico stradale.

Come si misura il rumore

I metodi e le tecniche per il controllo del rispetto dei limiti sono stabiliti dal Decreto Ministeriale 16/03/1998 che definisce tra l'altro i criteri su cui basare la scelta dei tempi di misura in funzione della tipologia di sorgente sonora. La grandezza che viene misurata è il *livello continuo equivalente della pressione sonora ponderata A* (L_{Aeq}) misurato nel corso di un periodo specificato. Questo valore corrisponde, per definizione, a quel livello sonoro costante che, nel corso di un periodo specificato, apporta lo stesso contributo energetico medio del rumore considerato e il cui livello varia nel tempo T.

Valutazione del rumore stradale

Ai fini della verifica di conformità ai valori limite assoluti nella fascia di pertinenza dell'infrastruttura stradale, il DM 16/03/1998 prescrive il monitoraggio in continuo del rumore da traffico per un tempo di misura non inferiore ad una settimana. I livelli misurati devono essere rappresentativi dell'esposizione in corrispondenza della facciata maggiormente esposta al rumore stradale; in assenza di edifici la valutazione deve essere comunque fatta in corrispondenza della posizione occupata dai ricettori più esposti (parchi, verde urbano, etc...). Dai dati così acquisiti si determinano i livelli equivalenti di rumore L_{Aeq} diurni e notturni per ogni giorno della settimana e da questi i corrispondenti valori medi settimanali.

Per le infrastrutture stradali sono stabiliti dei corridoi di pertinenza acustica definiti da fasce centrate sulla strada e di ampiezza variabile in funzione della classe funzionale della strada. Per le strade principali caratterizzate da flussi di traffico importanti è definita una ampiezza tipica di 250 m. per lato suddivisa a sua volta da una prima fascia di 100 m. e da una seconda di 150 m.. Per le altre strade l'ampiezza della fascia è funzione della categoria di appartenenza. Per i ricettori inclusi nella fascia di pertinenza devono essere rispettati i valori limite previsti dal DPR 30/03/04 da applicare alle infrastrutture esistenti o loro varianti (Tabella 2).

Tabella 2: Valori limite di rumore da applicare all'infrastruttura stradale

TIPO DI STRADA	AMPIEZZA FASCIA DI RISPETTO	VALORI LIMITE			
		SCUOLE, OSPEDALI, CASE DI CURA E DI RIPOSO		ALTRI RICETTORI	
		diurno	notturno	diurno	notturno
autostrade, extraurbane principali e secondarie ma con carreggiate separate	100	50	40	70	60
	150			65	55
extraurbane secondarie	100	50	40	70	60
	50			65	55
urbane di scorrimento principali	100	50	40	70	60
urbane di scorrimento secondarie				65	55
urbane di quartiere e locali	30	Valgono i limiti di zona fissata dal piano di classificazione acustica comunale (DPCM 14/11/97)			

Rumore, radiazioni

Le infrastrutture stradali

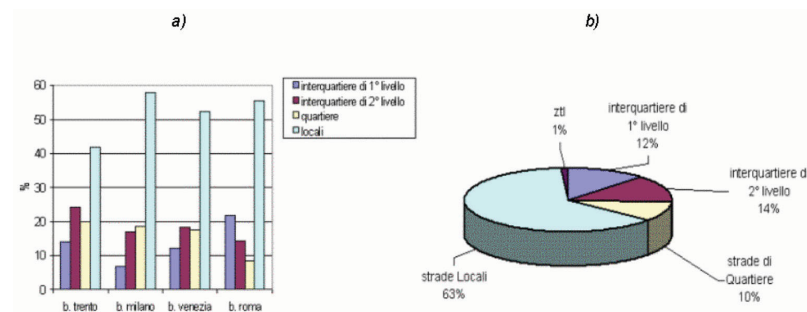
Nell'ambito delle tre modalità di trasporto (strada, ferrovia, aerea) il traffico stradale è sicuramente la sorgente di rumore più diffusa sul territorio. Benché negli ultimi quindici anni i livelli di emissione sonora dei veicoli siano sicuramente diminuiti, la crescita continua dei volumi di traffico per tutti i nodi di trasporto, unita allo sviluppo delle aree suburbane, ha comportato la tendenza del rumore ad estendersi sia nel tempo (periodo notturno), sia nello spazio (aree rurali e suburbane). Nel comune di Verona è stata effettuata da ARPAV una campagna di misure finalizzate alla costruzione di modelli di calcolo del rumore dovuto al traffico stradale ed alla loro calibrazione. Le strade di Verona sono classificate attraverso uno schema su quattro livelli: strade interquartiere di primo livello, strade interquartiere di secondo livello, strade di quartiere e strade locali (vedi Tabella 3).

Tabella 3: Classificazione delle strade di Verona

CLASSIFICAZIONE	DESCRIZIONE
strade interquartiere di primo livello	Le strade che assicurano i movimenti di attraversamento di lunga distanza nell'ambito del centro abitato e di scambio tra il territorio urbano e extra urbano. Le strade interquartiere di distribuzione primaria. Le strade che assicurano i collegamenti tra i diversi quartieri e tra questi e i comuni limitrofi.
strade interquartiere di secondo livello	Strade che svolgono un ruolo complementare alle strade interquartiere principali e che aggregate concorrono a formare itinerari interquartiere.
strade di quartiere	Strade che realizzano i principali collegamenti all'interno dei quartieri della città.
strade locali	Strade con carattere prevalentemente residenziale. Strade con carattere prevalente di commercio all'ingrosso, produzione e magazzino.

A Verona la maggior parte delle strade è classificata come strada locale, mentre le strade più trafficate coprono il 12 % dell'estensione di tutta la rete stradale della città (figura 1). Borgo Milano e Borgo Roma sono i quartieri che presentano l'estensione di strade principali più estesa. Le zone residenziali di Borgo Roma si sviluppano su ampie porzioni di territorio, questo si traduce in una rilevante quota di strade locali. Al contrario Borgo Milano è interessato da una rete viabilistica di quartiere e interquartiere di II° livello importante mentre le strade locali sono ridotte.

Figura 12: Estensione (%) della rete stradale per classe funzionale per tutta Verona b) e per singolo quartiere



Le misure di rumore, realizzate a bordo strada hanno permesso, di valutare le emissioni acustiche per categoria di mezzo e per classe stradale. Tali emissioni sono direttamente correlate al "disturbo medio" che percepisce una persona in corrispondenza del transito del mezzo. Da questi livelli di emissione si ricava il peso acustico di un mezzo pesante in rapporto ai veicoli leggeri riportato in Tabella 4. Nelle strade locali e interquartiere di II° livello il passaggio di un camion genera un livello di emissione equivalente al passaggio di 12 autoveicoli.

Campi elettromagnetici

Tabella 4: Rapporto acustico fra veicoli pesanti e veicoli leggeri per le diverse tipologie di strade del comune di Verona

tipologia di strada	RAPPORTO ACUSTICO VEICOLI PESANTI VEICOLI LEGGERI
interquartiere I° livello	4
interquartiere II° livello	12
quartiere	9
locali	12

Nelle strade meno importanti di Verona i mezzi pesanti generano mediamente molto più disturbo rispetto ai mezzi leggeri. Nelle strade più trafficate invece il transito di un mezzo pesante produce emissioni più vicine a quelle generate dal transito di autoveicoli.

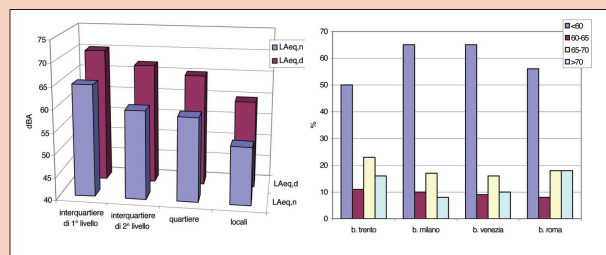
NOME INDICATORE: LIVELLI DI EMISSIONE DI RUMORE PER LE DIVERSE TIPOLOGIE DI STRADE

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: è stato preso in considerazione il risultato della campagna di misura effettuata sulle diverse arterie stradali della città di Verona finalizzata alla caratterizzazione delle diverse tipologie di strade dal punto di vista dei livelli di immissione di rumore.

Rappresentazione dell'indicatore: Nel primo grafico sono riportati i valori medi del livello equivalente diurno e notturno di rumore per classe stradale. Nel secondo grafico l'estensione delle diverse tipologie di strade per ogni quartiere di Verona con gli specifici livelli di emissione diurni.



Commento del risultato: In quasi nessun caso i livelli di rumore notturni sono inferiori a 50 dBA mentre nel periodo diurno le strade interquartiere di I° livello presentano livelli dell'ordine di 70 dBA. L'OMS ha fissato come valori limite di riferimento diurno i 65 decibel e i 55 decibel notturni.

Confrontando i quartieri fra di loro si nota che Borgo Roma è il quartiere che presenta il maggior numero di strade più rumorose mentre Borgo Trento è caratterizzato dal minor numero di strade silenziose; questo si traduce nel fatto che a livello di esposizione della popolazione ogni quartiere di fatto si equivale.

Borgo Milano e Borgo Roma sono i quartieri che presentano l'estensione di strade principali più estesa. Le zone residenziali di Borgo Roma si sviluppano su ampie porzioni di territorio, questo si traduce in una rilevante quota di strade locali. Al contrario Borgo Milano è interessato da una rete viabilistica di quartiere e interquartiere II° livello importante mentre le strade locali sono ridotte.

Rumore, radiazioni

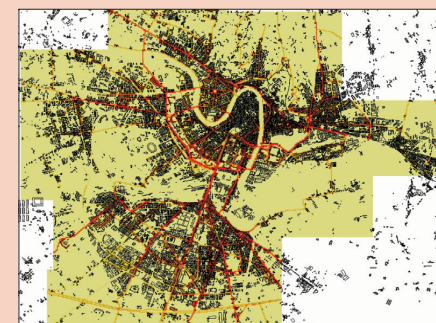
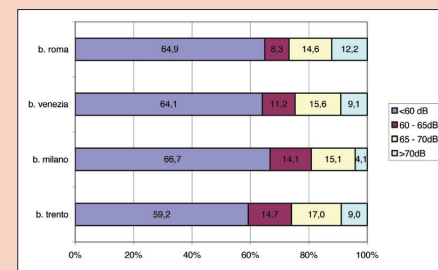
NOME INDICATORE: ESPOSIZIONE AL RUMORE DELLA POPOLAZIONE DI VERONA

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: numero di persone esposte a diversi intervalli di rumorosità nel periodo diurno (100 % della popolazione di Verona).

Rappresentazione dell'indicatore: Nel grafico sono riportati la percentuale di persone esposte a diversi livelli di rumorosità nel periodo diurno. La rumorosità è espressa in termini di livello continuo equivalente riferito al periodo diurno (6.00-22.00). Segue il quadro d'insieme della mappatura acustica realizzata sulla città di Verona. Le mappe rappresentano su vasta scala le zone a rischio rumore distinguendole da quelle esposte a livelli certamente ridotti. Vengono riprodotte sotto forma di aree colorate le diverse situazioni di criticità acustica del territorio.



Commento del risultato: La criticità acustica è determinata dall'insieme di edifici esposti a potenziali e prefissati livelli di emissione stradale.

La stima dei livelli di rumore è realizzata con un modello di calcolo realizzato dal personale tecnico dell'Osservatorio Regionale Agenti Fisici del Dipartimento Provinciale Arpav di Verona. Tale modello consente una visione di insieme dello stato acustico della città e permette l'individuazione delle aree che presentano livelli di rumore potenzialmente critici (> 65 dBA nel periodo diurno).

Campi elettromagnetici

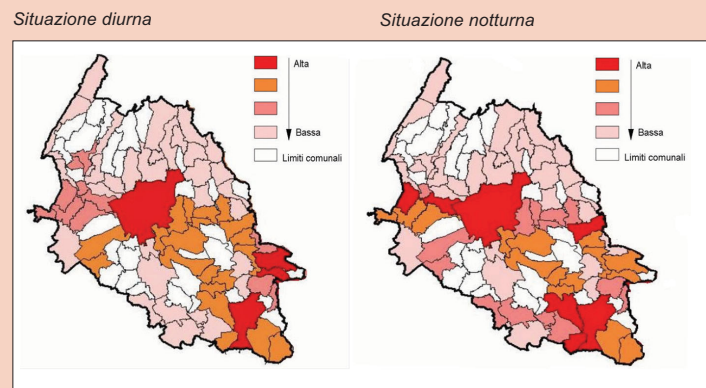
NOME INDICATORE: CRITICITA' ACUSTICA GENERATA DALL' INFRASTRUTTRA STRADALE PER LA PROVINCIA DI VERONA

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: è stata effettuata una classificazione dei comuni della provincia di Verona in funzione dei livelli di rumore generati dalle infrastrutture stradali pesanti. I livelli di criticità acustica sono legati alla presenza o meno di infrastrutture stradali che generano livelli sonori di diversa entità

Rappresentazione dell'indicatore: Nelle mappe sono rappresentati con colore diverso i comuni che presentano livelli di criticità acustica da alti a bassi, in base a una classificazione su quattro livelli. A sinistra è rappresentata la situazione diurna, a destra quella notturna



Commento del risultato: La criticità acustica è determinata dall'insieme di edifici esposti a potenziali e prefissati livelli di emissione stradale. La criticità acustica alta è determinata dalla presenza di comuni interessati da strade che presentano livelli di emissione diurni superiori a 67 dBA o notturni superiori a 61 dBA. La criticità acustica bassa è legata alla assenza di arterie stradali con valori di immissione diurni >65 dBA e notturni > 61 dBA.

La determinazioni dei livelli sonori in prossimità dell'infrastruttura viene effettuata mediante l'applicazione di modelli in grado di simulare la propagazione del campo acustico nell'ambiente esterno. Il metodo adottato assume, in via cautelativa, che non vi siano discontinuità morfologiche, edifici in fila, o altri elementi e fattori schermanti; in altre parole, viene assunta una condizione di libera propagazione del campo sonoro. Il risultato di un tale calcolo numerico conduce alla determinazione di fasce centrate sui tratti omogenei di linea stradale, entro le quali i livelli sonori calcolati si mantengono costanti.

In provincia di Verona il 4% dei comuni presenta livelli di criticità alti nel periodo diurno ed il 7% nel periodo notturno

Rumore, radiazioni

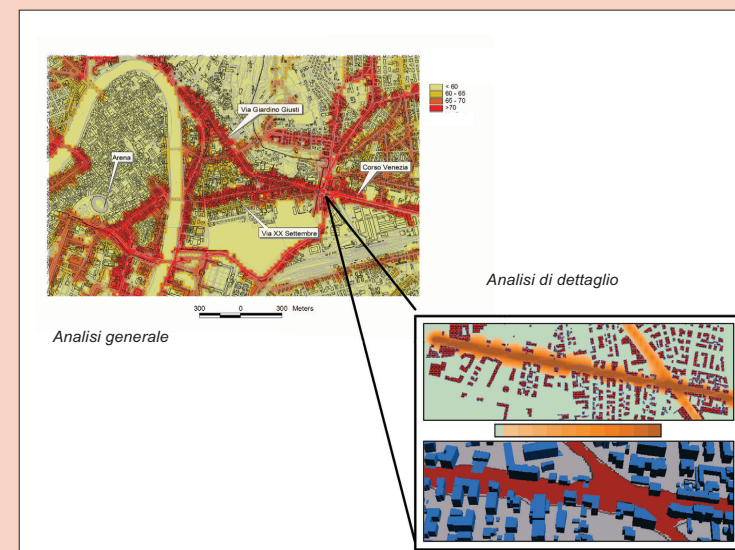
NOME INDICATORE: ESPOSIZIONE AL RUMORE DA TRAFFICO VEICOLARE DELLA POPOLAZIONE DI VERONA SU SCALA RIDOTTA

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - IMPATTO - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - OTTIMA

Descrizione dell'indicatore: Viene svolta una analisi su scala ridotta dei livelli di rumore ambientale generato dal traffico stradale. La criticità acustica è determinata dall'insieme di edifici esposti a potenziali e prefissati livelli di emissione stradale. La rumorosità è espressa in termini di livello continuo equivalente riferito al periodo diurno (6.00-22.00). La stima dei livelli di rumore è realizzata con un modello di calcolo realizzato dal personale tecnico dell'Osservatorio Regionale Agenti Fisici dell' ARPAV di Verona. Tale modello consente una visione di insieme dello stato acustico della città e permette l'individuazione delle aree che presentano livelli di rumore potenzialmente critici (> 65 dBA nel periodo diurno).

Rappresentazione dell'indicatore: Le mappe rappresentano su vasta scala le zone a rischio rumore distinguendole da quelle esposte a livelli certamente ridotti. Vengono riprodotte sotto forma di aree colorate le diverse situazioni di criticità acustica del territorio. La criticità acustica è determinata dall'insieme di edifici esposti a potenziali e prefissati livelli di emissione stradale.



Commento del risultato: La rappresentazione su scala generale e la tecnica di calcolo adottata per le valutazioni su scala ridotta (con strumenti di calcolo previsionale più sofisticati) consentono una stima accurata dei livelli di rumore presenti in facciata delle abitazioni. Tali strumenti conoscitivi risultano indispensabili all'impostazione di eventuali interventi di mitigazione del rumore.

L'impatto dell'inquinamento acustico

Nelle aree urbane l'inquinamento acustico, dovuto a traffico, attività commerciali industriali e ricreative costituisce uno dei principali problemi ambientali a livello locale. La popolazione in numerose aree è esposta a livelli di rumore superiori a quelli previsti per le aree residenziali nel periodo diurno e notturno.

Il numero di esposti che arrivano all'ARPAV è un indice della sensibilità della popolazione a questo problema.

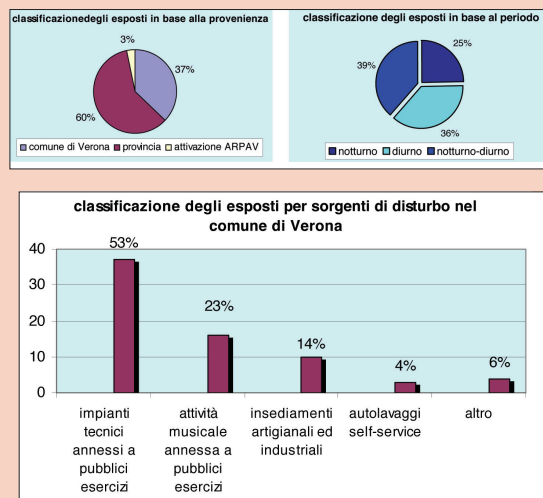
NOME INDICATORE: NUMERO DI RICHIESTE DI INTERVENTO – ESPOSTI PER RUMORE

TIPO DI INDICATORE: DRIVER - PRESSIONE - STATO - **IMPATTO** - RISPOSTA

DISPONIBILITÀ DATI: SCARSA - SUFFICIENTE - **OTTIMA**

Descrizione dell'indicatore: sono state considerate le richieste di intervento pervenute al Dipartimento Provinciale ARPAV nel corso dell'anno 2003.

Rappresentazione dell'indicatore: le richieste di intervento sono state classificate in base alla provenienza territoriale, al periodo di riferimento ed alla tipologia di sorgente emissiva



Commento del risultato: dal comune di Verona proviene circa il 40% delle richieste di intervento, il tempo di riferimento per l'intervento è quello diurno per il 36% degli esposti, quello notturno per circa il 40% degli esposti. Nel comune di Verona le fonti di disturbo più diffuse sono collegate a impianti tecnici quali condizionatori, ventole per il ricambio dell'aria, frigoriferi di attività artigianali e commerciali e all'attività musicale che si svolge presso pubblici esercizi. Inoltre l'ultimo anno ha visto il nascere di un'ulteriore fonte di disturbo legata agli autolavaggi self service aperti 24 ore. Questi dati confermano, a nostro avviso, la necessità di prevenire il nascere del problema attraverso un'attenta regolamentazione a livello comunale

L'attività di controllo di ARPAV - Il materiale contenente amianto negli edifici

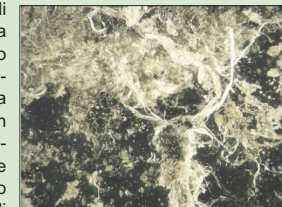
La presenza di materiale contenente amianto nelle strutture edilizie costituisce ancora un fenomeno discretamente diffuso sul territorio. In particolare, in tale contesto, le coperture costituite da lastre piane o ondulate in cemento amianto (eternit) rappresentano una realtà di difficile determinazione per il modo capillare con la quale questa realtà si è sviluppata nel corso degli anni passati. Recenti stime del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) parlano di 2,5 miliardi di metri quadri di coperture di eternit pari a 32 milioni di tonnellate di cemento amianto (Roma – novembre 2002).

L'incidenza ancora così rilevante di tale fenomeno si giustifica dal fatto che prima dell'entrata in vigore della Legge 27/03/1992, n. 27 (norma che ha vietato l'estrazione, l'importazione, l'esportazione, la commercializzazione e la produzione di amianto e dei prodotti che lo contengono), lo stesso amianto ha avuto una larghissima utilizzazione in quanto considerato un materiale estremamente versatile a basso costo, con molteplici ed estese applicazioni in ambito industriale, edilizio e di prodotti da consumo.

Nei materiali contenenti amianto, le fibre possono essere libere o debolmente legate (amianto friabile) oppure possono essere fortemente legate in una matrice stabile e solida (amianto compatto) come ad esempio il cemento-amianto.

La particolare caratteristica fibrosa di questo minerale naturale è alla base delle sue proprietà tecnologiche ma costituisce anche fonte di rischio essendo causa di gravi patologie che interessano prevalentemente l'apparato respiratorio. La pericolosità consiste, infatti, nella capacità che i materiali di amianto hanno di rilasciare fibre potenzialmente inalabili, fenomeno che per evidenti ragioni rappresenta un rischio maggiore "nell'amianto friabile" rispetto "all'amianto compatto" che per sua natura ha una scarsa tendenza a liberare fibre.

Figura 12 Fibre di amianto



Il D.M. 06 settembre 1994 (Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6 comma 3, e dell'art. 12 comma 2 della legge 27/03/1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto) al punto 2 precisa che "la presenza di materiali contenenti amianto in edifici non comporta di per sé un pericolo per la salute degli occupanti. Se il materiale è in buone condizioni e non viene manomesso, è estremamente improbabile che esista un pericolo apprezzabile di rilascio di fibre amianto". Se invece il materiale viene danneggiato per interventi di manutenzione o, per quanto riguarda le lastre piane o ondulate di cemento-amianto esposte agli agenti atmosferici, subisce un progressivo degrado per azione delle piogge acide, degli sbalzi termici, dell'erosione eolica e di microrganismi vegetali, "si può verificare un rilascio di fibre che costituisce rischio potenziale".

Alla luce di dette osservazioni, risulta rilevante una periodica attività di controllo sullo stato di conservazione di tali materiali. Controllo che lo stesso D.M. 06/09/94 affida al proprietario dell'immobile e /o al responsabile dell'attività che si svolge al suo interno (punto 4 – Programma di controllo dei materiali di amianto in sede – Procedure per l'attività di custodia e manutenzione);

Per la valutazione dello stato di conservazione di lastre piane od ondulate di cemento amianto, il DM 06/09/94 - 7 a), prevede una verifica diretta dei seguenti indicatori principali:

- > Friabilità del materiale
- > Stato della superficie ed in particolare l'evidenza di affioramenti di fibre
- > Presenza di sfaldamenti, crepe o rotture
- > Presenza di materiale polverulento in corrispondenza di scoli d'acqua, grondaie, ecc.
- > Presenza di materiale polverulento globato in piccole stalattiti in corrispondenza dei punti di gocciolamento.

Nel caso che questi indicatori dello stato di degrado della copertura interessino un'area estesa (più del 10% della superficie (Tabella 1 Allegato 2 Decreto 29/08/1999 Min. San.), occorre procedere ad interventi di bonifica. Qualora la copertura presentasse zone di danneggiamento di scarsa estensione, inferiore al 10% della superficie, risulta comunque necessario intervenire con azione di restauro, riparando le aree danneggiate nel rispetto di efficaci misure di sicurezza. [D.M. 06/09/1994 punto 2c) - Tabella 1 Allegato 2 Decreto 29/08/1999 Min. San.]

Tali disposizioni costituiscono riferimento normativo per gli accertamenti che il Dipartimento A.R.P.A.V. di Verona pone in essere in relazione alle segnalazioni sull'argomento che pervengono sempre più frequentemente; vengono infatti individuati e contattati i proprietari degli immobili nei quali è segnalata la presenza di materiali contenenti amianto, viene chiesto loro una relazione sulle procedure adottate per il controllo e la manutenzione di tali materiali, sul loro effettivo stato di conservazione, sui conseguenti provvedimenti che si intendono adottare e, se è il caso, vengono predisposti sopralluoghi sul posto.

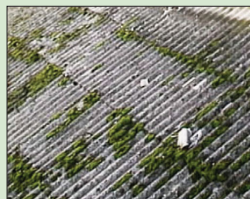
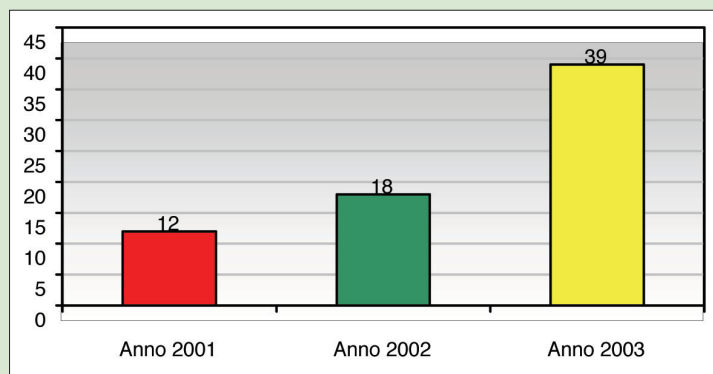


Figura 13: Copertura in cemento armato

Figura 14: Andamento nel tempo del numero di segnalazioni pervenute al Dipartimento A.R.P.A.V. di Verona relative alla presenza di coperture in cemento amianto sul territorio



Progetto Scuolamianto

Con il progetto Scuolamianto il Centro Regionale Amianto (CRA) del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona si è proposto di dare attuazione al DM 06/09/1994 Ministero della Sanità, per quanto riguarda le scuole superiori statali della Provincia di Verona, che indica precise norme di comportamento nel caso di edifici con materiali contenenti amianto prescrivendo:

- > la valutazione del rischio;
- > un programma di controllo dei materiali di amianto con specifiche procedure per le attività di custodia e manutenzione;
- > le norme da seguire in caso di bonifica.

1. Attività effettuata – prima fase

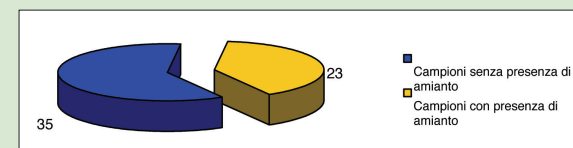
Per questa prima fase del progetto, sono stati ispezionati 16 edifici scolastici (scuole statali superiori) dell'Amministrazione Provinciale di Verona, verificando l'eventuale presenza di materiali contenenti amianto, valutandone il rischio e proponendo dei programmi di controllo e di manutenzione.

I campioni sono stati analizzati dal laboratorio CRA del Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona.

2. Risultati ottenuti

Nei 16 edifici scolastici controllati sono stati prelevati 58 campioni di materiali sospetti contenenti amianto. Alla successiva analisi 23 di questi (40%) sono risultati con amianto per un totale di 10 edifici con materiali contenenti amianto.

Figura 15: Esito delle analisi su 58 campioni di materiali sospetti contenenti amianto prelevati in 16 edifici scolastici



Per la maggior parte si tratta di materiali compatti quali coperture in cemento-amianto e pavimenti in vinil-amianto. Solo una scuola presentava un controsoffitto con amianto potenzialmente più a rischio di inquinamento ambientale. Era comunque già da anni controllato ed era stato verniciato per ridurre la possibilità di dispersione di fibre. Il controllo ambientale, mediante microscopia elettronica, non ha rilevato contaminazione ambientale confermando i controlli effettuati alcuni anni fa dall'Ulss di Verona.

In qualche laboratorio erano presenti reticelle spargifiamma con amianto, stufe, forni ecc., generalmente non più utilizzati, con guarnizioni con amianto. Quando possibile, il personale presente è stato direttamente avvisato di metterli in sicurezza.

Le centrali termiche erano state generalmente rinnovate in anni successivi al 1992 e quindi non presentavano materiali con amianto. Solo tre scuole presentavano centrali termiche con materiali con amianto nelle guarnizioni.

Molto raramente si possono trovare materiali con amianto come coibentazione all'interno delle pareti (di solito in edifici prefabbricati).

