COMUNE DI BRESCIA

RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE NEL COMUNE DI BRESCIA

Relazione sullo stato delle matrici ambientali

ACQUA
ARIA
SUOLO
VEGETAZIONE E HABITAT
ENERGIA
CAMPI ELETTROMAGNETICI
RIFIUTI
RUMORE

Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali
del Comune di Brescia

Dati aggiornati al dicembre 2014

COMUNE DI BRESCIA

RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE NEL COMUNE DI BRESCIA

Relazione sullo stato delle matrici ambientali

Aggiornamento dicembre 2014

Coordinamento e redazione:
Angelantonio Capretti
Melida Maggiori

Collaborazioni:
Marco Agostini
Stefano Armiraglio
Titoldini Pasqua

Assessore:
Gianluigi Fondra

Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali
del Comune di Brescia
Brescia, Via Marconi, 12 - Tel. 030 2978754 - Fax 030 3385397 - sostenibilitaambientale@comune.brescia.it
http://www.comune.brescia.it

Revisione conclusa nel maggio 2015

Indice

1 ACQUA 7
1.1 Premessa 7
1.2 Riferimenti normativi 7
1.3 Inquadramento territoriale 9
1.4 Qualità delle acque dei corsi d'acqua superficiali 10
1.5 Caratteristiche dei corpi idrici sotterranei 14
1.6 Qualità chimica dei corpi idrici sotterranei 16
1.6.1 Inquadramento storico 16
1.7 Qualità chimica dei corpi idrici sotterranei 17
1.7.1 Contaminazione delle acque sotterranee nel Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro". 18
1.7.2 Inquinamento da Cromo VI al di fuori del SIN "Brescia-Caffaro". 21
1.8 Il reticolo idrografico della città di Brescia e la polizia idraulica 21
1.9 Acquedotto 23
1.9.1 Qualità delle acque destinate al consumo umano 23
1.9.2 Entità dei prelievi e dei consumi idrici 25
1.10 Fognatura e depurazione 32
1.10.1 Servizi e capacità della rete fognaria 32
1.11 Conclusioni 40
2 ARIA 43
2.1 Introduzione. 43
2.2 Inquinamento atmosferico in ambito urbano. 45
2.3 Inquadramento normativo. 47
2.4 Analisi della meteorologia. 49
2.4.1 Vento 50
2.4.2 Temperatura 53
2.4.3 Precipitazioni, pressione e umidità relativa 54
2.4.4 Radiazione solare Globale e Netta 55
2.4.5 Altezza dello strato di rimescolamento 58
2.5 Rete di monitoraggio. 60
2.6 Quadro emissivo. 62
2.6.1 Inventario delle emissioni INEMAR 62
2.6.2 Suddivisione percentuale delle emissioni di inquinanti in atmosfera nel Comune di Brescia tra le diverse tipologie di sorgenti. Dati INEMAR 2010 definitivi. 66
2.7 Risultati delle campagne di monitoraggio. 77
2.7.1 Biossido di Zolfo SO_2 77
2.7.2 Ossidi di Azoto NO_X 79
2.7.3 Ozono O3 82
2.7.4 Monossido di carbonio CO. 86
2.7.5 Il Particolato Atmosferico (PM10, PM2,5) 89
2.7.6 Benzene 94

2.7.7 Metalli ... 98
2.8 Conclusioni ... 102
2.8.1 Le politiche regionali ... 103
2.8.2 Azioni della Regione Lombardia per la riduzione dell'inquinamento atmosferico ... 104
2.8.3 Azioni del Comune di Brescia. ... 106
3 SUOLO ... 107
3.1 Premesse e descrizione degli ambiti di approfondimento ... 107
3.2 Riferimenti normativi ... 107
3.3 Il Sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro" ... 108
3.3.1 Inquadramento storico ... 108
3.3.2 Stato di inquinamento del suolo ottenuto dalle indagini condotte dal 2002 al 2008 ... 109
3.3.3 Stato di inquinamento del suolo: indagini condotte da ARPA dal 2013 ... 119
3.3.4 Contaminazione ambientale relativa alle rogge ... 121
3.3.5 Stato di inquinamento delle rogge: indagini condotte da ARPA dal 2013 ... 122
3.3.6 Azioni di prevenzione sanitaria e aspetti amministrativi ... 124
3.4 Ambiti Territoriali Estrattivi ... 126
4 VEGETAZIONE E HABITAT ... 129
4.1 Fisiografia del territorio ... 130
4.2 Lineamenti climatici, bilancio idrico e vegetazione potenziale ... 132
4.3 Storia recente del paesaggio vegetale ... 136
4.4 Evoluzione del paesaggio vegetale attuale ... 138
4.5 Paesaggio vegetale e Habitat *sensu* DH 92/43 CEE ... 140
5 ENERGIA ... 143
5.1 Premessa ... 143
5.2 Consumi energetici ... 145
5.2.1 Energia Elettrica ... 145
5.2.2 Gas naturale e gasolio ... 149
5.2.3 Teleriscaldamento ... 151
5.3 Impianti di produzione di energia installati sul territorio comunale. ... 155
5.4 Produzione di energia degli impianti installati nel Comune di Brescia ... 156
5.5 Impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia ... 157
5.6 Cambiamenti climatici ... 159
6 CAMPI ELETTROMAGNETICI ... 161
6.1 Premessa ... 161
6.2 Definizioni ... 161
6.3 Le sorgenti ... 162
6.4 Campi elettromagnetici e salute ... 163
6.4.1 Campi elettromagnetici generati dai telefoni cellulari ... 164
6.4.2 Campi elettrici e magnetici a frequenza estremamente bassa (ELF) ... 166
6.4.3 Campi Elettromagnetici a Radiofrequenze e Microonde ... 168
6.5 Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici: normativa di riferimento. ... 169
6.6 Diffusione delle stazioni radio base e dei trasmettitori radio-televisivi nel Comune di Brescia172
6.7 Diffusione delle reti di trasmissione dell'energia elettrica: elettrodotti e cavi interrati. ... 174

6.8 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico nel territorio del Comune di Brescia. 175
6.8.1 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze 175
6.8.2 Verifica del rispetto dei limiti presso le abitazioni di privati cittadini 177
6.8.3 Siti con criticità determinata principalmente dalla presenza di antenne per la trasmissione dei segnali radio. 177
6.8.4 Campi elettromagnetici a Basse frequenze 178
6.9 Conclusioni 180
7 RIFIUTI 181
7.1 Premessa 181
7.1.1 Normativa di riferimento 182
7.2 Sistemi di raccolta 183
7.2.1 Piattaforme Ecologiche 186
7.3 Raccolta differenziata 186
7.3.1 Formula percentuale raccolta differenziata 187
7.3.2 Spazzamento strade 188
7.4 Rifiuti urbani prodotti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013 189
7.5 Smaltimento dei Rifiuti Urbani 192
7.5.1 Destinazione dei rifiuti urbani non differenziati raccolti nel Comune di Brescia 192
7.5.2 Termoutilizzatore 192
7.6 Rifiuti speciali 200
7.7 Terminologia 204
7.8 Conclusioni 205
8 RUMORE 209
8.1 Premessa 209
8.2 Inquadramento normativo 209
8.2.1 Quadro di riferimento normativo a livello nazionale 209
8.2.2 Quadro di riferimento normativo a livello regionale 210
8.3 La Zonizzazione Acustica Del Comune Di Brescia 210
8.4 Il Rumore Da Traffico Veicolare 214
8.4.1 Verifica Del Livello Di Rumore Presso Cinque Tipologie Di Infrastrutture 215
8.5 Inquinamento Acustico: La Gestione Del Comune Di Brescia 217
Indice delle figure 218
Indice delle tabelle 224

Premessa

Il presente "*Rapporto sullo Stato dell'Ambiente nel Comune di Brescia – Relazione sullo Stato delle Matrici Ambientali* "(aggiornamento dicembre 2014) fa seguito alla prima edizione del 2008 e al successivo aggiornamento 2011 e ne ricalca l'impostazione al fine di mantenere una continuità sia espositiva che concettuale degli argomenti.

Il confronto sui temi ambientali risulta complesso e coinvolge diversi aspetti fondamentali della vita dei cittadini quali quelli sanitari, sociali, economici, produttivi e per questo motivo sono frequentemente al centro dell'attenzione dell'opinione pubblica, dei media e del dibattito politico.

Con il presente documento si intende riproporre uno strumento di conoscenza che possa dare un quadro complessivo dello stato dell'ambiente della città e fornire un punto di partenza per consentire approfondimenti, conoscenze e dibattiti sul tema con tutti i diversi portatori di interesse.

Per favorire il confronto, il Comune di Brescia ha promosso la costituzione della Consulta per l'Ambiente, a cui aderiscono le principali realtà associative sensibili ai temi ambientali presenti in città e alcuni Osservatori relativamente ad argomenti di particolare interesse e precisamente (in ordine di costituzione):

- Osservatorio sul Termoutilizzatore;
- Osservatorio Alfa Acciai;
- Osservatorio Ori Martin;
- Osservatorio Acqua Bene Comune.

Agli Osservatori partecipano rappresentanti politici e tecnici dell'Amministrazione Comunale, portatori di interesse della società civile, esperti e rappresentati delle circoscrizioni (ora Consigli di Quartiere), con l'obiettivo di valutare il tema ambientale specifico sotto tutti gli aspetti di interesse al fine di facilitare l'informazione verso la cittadinanza in un clima orientato alla trasparenza e corretta informazione. Per questo motivo con periodicità gli Osservatori redigono un documento riepilogativo dell'attività svolta detto Rapporto sull'attività dell'Osservatorio. Per facilitare la conoscenza dell'attività svolta dagli Osservatori, nel sito internet del Comune di Brescia sono presenti delle pagine dedicate a ciascun osservatorio sopra considerato.

Inoltre il Comune di Brescia, ritenendo che il tema della sostenibilità e del confronto sui temi ambientali sia una delle sfide della città nei prossimi anni, ha istituito il Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali (autore del presente rapporto e coordinatore degli Osservatori) con l'obiettivo di facilitare il confronto con i portatori di interesse alla luce anche dell'attività scientifica svolta dal Museo delle Scienze nell'ambito delle Scienze Naturali.

Attraverso l'azione coordinata di tutti questi organismi e supporti conoscitivi si auspica di avviare una proficua esperienza di partecipazione con tutti i soggetti istituzionali e della società civile interessati.

1 ACQUA

1.1 Premessa

L'acqua riveste un ruolo essenziale nello svolgimento della vita sul nostro pianeta. L'acqua viene utilizzata per soddisfare i bisogni primari dell'essere umano e per far fronte a molte delle necessità connesse allo svolgimento delle diverse attività antropiche (usi civili, attività agricole artigianali e industriali).

L'approvvigionamento avviene attraverso prelievi dai corsi d'acqua superficiali, da sorgenti o dalle falde acquifere sotterranee. Le attività umane possono influire sensibilmente sulla qualità e sulla quantità delle riserve idriche. Pertanto è fondamentale l'organizzazione di una rete di distribuzione e di collettamento efficiente e di un sistema di depurazione efficace che permettano di mitigare l'impatto dei prelievi, dei consumi e degli scarichi.

Il ciclo idrico integrato è costituito dall'insieme di tre servizi: l'acquedotto, la fognatura e la depurazione.

Monitorare lo stato qualitativo e quantitativo delle acque permette di verificare il grado di sostenibilità ecologica delle attività che si svolgono su un territorio e di individuare le azioni da intraprendere per mantenere inalterata o migliorare la qualità delle acque superficiali e sotterranee.

1.2 Riferimenti normativi

I principali provvedimenti, comunitari e nazionali, che disciplinano gli aspetti inerenti la tutela della qualità delle acque e la gestione integrata del ciclo idrico, sono i seguenti:

- **Direttiva 2000/60/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- **Direttiva n.91/271 CEE** (modificata dalla direttiva n.98/15 CE), relativa alla raccolta, trattamento e scarico delle acque reflue urbane, che fissa i termini per l'adeguamento delle reti fognarie e dei depuratori ed indica i requisiti degli scarichi (parametri, concentrazioni, riduzione degli inquinanti) provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane**;**
- **Direttiva n.98/83 CE** sulla qualità delle acque destinate al consumo umano, che stabilisce i requisiti minimi di salubrità e pulizia (parametri fondamentali associati a limiti minimi e parametri secondari le cui soglie devono essere fissate dai singoli Stati) delle acque idonee ad un uso potabile;

- **Legge 5 gennaio 1994 n.36** – Disposizioni in materia di risorse idriche – Oltre che fissare alcuni principi fondamentali concernenti la tutela e l'uso delle acque e l'equilibrio del bilancio idrico, prevede la successiva adozione di norme tecniche riguardanti la fissazione degli standard di qualità e di consumo delle acque, stabilisce la riorganizzazione del servizio idrico sulla base di ambiti territoriali ottimali ed una gestione integrata del ciclo idrico, comprendente i servizi di captazione, adduzione e distribuzione, di fognatura e di depurazione;

- **Decreto Legislativo 2 febbraio 2001 n.31** di recepimento della direttiva 98/83 CE, relativo alla qualità delle acque da destinare al consumo umano;

- **Legge Regionale 12 dicembre 2003 n.26 e s.m.i.** Disciplina i servizi locali di interesse economico generale ed, in particolare, detta norme in materia di gestione di rifiuti, energia, utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche. La Regione Lombardia, con l'approvazione di questa legge ha indicato il Piano di gestione del bacino idrografico come strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, attraverso un approccio che integra gli aspetti qualitativi e quantitativi, ambientali e socio- economici. Il Piano di gestione, che prevede come riferimento normativo nazionale ancora il D.lgs. 152/99, è costituito da:
  - **Atto di indirizzo** per la politica di uso e tutela delle acque della Regione Lombardia, approvato dal Consiglio regionale il 27 luglio 2004;
  - **Programma di tutela e uso delle acque - PTUA.** La Proposta di PTUA è stata approvata dalla Giunta con Deliberazione n. VII/19359 del 12 novembre 2004 e sottoposta ad osservazioni. Sulla base dell'istruttoria delle osservazioni pervenute è stato quindi adottato il Programma di Tutela e Uso delle Acque con Deliberazione n. 1083 del 16 novembre 2005. Il PTUA è stato definitivamente approvato con Deliberazione n. 2244 del 29 marzo 2006.

- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152:** nella Parte Terza detta norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche. Con le sue successive modifiche ed integrazioni, recepisce formalmente la Direttiva 2000/60/CE, abrogando il previgente decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.

A seguito all'approvazione del D.lgs. 152/06, sono stati emanati alcuni decreti attuativi, e in particolare:

- **Decreto 16 giugno 2008, n. 131**, regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni);
- **Decreto 14 aprile 2009, n. 56**, regolamento recante criteri per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento;
- **D.M. Ambiente 8 novembre 2010, n. 260**, criteri tecnici per la classificazione – modifica norme tecniche D.lgs. 152/06.

- **Decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219** ha recepito la Direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque e la Direttiva 2009/90/CE che stabilisce specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

Più recentemente, in attuazione della Direttiva 2000/60/CE, L'Autorità di Bacino del fiume Po ha adottato il **Piano di Gestione per il Distretto idrografico del fiume Po – PdGPo** (Deliberazione n. 1 del 24 febbraio 2010). Il Piano di Gestione è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate le misure finalizzate a garantire la corretta utilizzazione delle acque e il perseguimento degli scopi e degli obiettivi ambientali stabiliti dalla Direttiva 2000/60/CE. Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 febbraio 2013 è l'atto formale che completa l'iter di adozione del Piano di Gestione del Distretto idrografico Padano.

1.3 Inquadramento territoriale

La città di Brescia è attraversata da due corsi idrici principali, il Fiume Mella ed il Torrente Garza e riceve da est le acque del Fiume Chiese tramite il Naviglio Grande Bresciano; da tali corsi d'acqua principali si originano le molteplici rogge che attraversano il territorio e che determinano una rete idrica superficiale di notevole estensione.

Il territorio cittadino dispone di una cospicua riserva di acqua derivante dalla falda, dalla presenza di sorgenti e di numerosi corsi d'acqua. La natura delle rocce delle montagne che circondano la città ha determinato la presenza di una falda sotterranea ricca e di buona qualità. Nei secoli scorsi l'energia cinetica dell'acqua è stata utilizzata come forza motrice nei processi industriali e a partire dal secolo scorso, è stata sfruttata anche per la generazione di energia elettrica.

A partire dal secondo dopoguerra la popolazione e il numero delle attività produttive presenti in città e nelle aree limitrofe sono aumentati, determinando un consistente sovra-sfruttamento e il deterioramento delle risorse idriche.

Il recepimento della normativa in tema di qualità delle acque, sintetizzate nel paragrafo 1.2, ha fornito ai diversi soggetti competenti gli strumenti per tutelare la qualità e la ricchezza della risorsa idrica. La normativa prevede inoltre l'avvio di programmi finalizzati al raggiungimento di obiettivi di qualità dei corpi idrici, all'utilizzo ottimale e alla protezione dai rischi di contaminazione.

Il Sistema Idrico Integrato definisce l'insieme dei servizi idrici ad uso civile: la captazione, la distribuzione dell'acqua potabile, il convogliamento nelle reti fognarie delle acque reflue e infine la restituzione all'ambiente dopo gli adeguati trattamenti di depurazione.

Con la legge 5 gennaio 1994, n. 36 il legislatore nazionale ha previsto la riorganizzazione funzionale e gestionale del servizio idrico istituendo gli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO).

L'Autorità Ambito Territoriale Ottimale individua il contesto all'interno del quale gli Enti Locali (Provincie e Comuni) in modo associato procedono all'organizzazione, alla pianificazione, alla vigilanza e al controllo del servizio idrico integrato.

L'ATO della provincia di Brescia, ora Ufficio d'Ambito, coincide con il territorio della Provincia di Brescia e comprende quindi i 206 Comuni bresciani e la Provincia di Brescia, ente responsabile del coordinamento.

1.4 Qualità delle acque dei corsi d'acqua superficiali

La Regione Lombardia effettua uno studio della qualità dei corsi d'acqua mediante rilievi effettuati in 213 punti ubicati sui principali corpi idrici. La rete di monitoraggio è stata strutturata tenendo conto delle caratteristiche dei corpi idrici più significativi e per offrire un quadro generale delle acque lombarde.

All'interno di ogni bacino, oltre alle caratteristiche qualitative del corpo idrico principale, sono state monitorate anche quelle degli affluenti maggiori. Infatti gli affluenti possono svolgere un ruolo importante (per carico, per rilevanza naturalistica o per uso) nel determinare le caratteristiche del corpo idrico principale.

Lo **stato di un corpo idrico superficiale** è determinato dal valore più basso tra il suo stato ecologico e il suo stato chimico.

Lo **stato ecologico** è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici. In particolare vengono monitorati gli elementi biologici, gli elementi chimici e fisico-chimici. Le classi di stato ecologico, individuate in base al alla classificazione più bassa relativa ai parametri biologici e chimico-fisici disponibili, sono cinque: elevato (blu), buono (verde), sufficiente (giallo), scarso (arancione), cattivo (rosso). Gli elementi biologici utilizzati ai fini della classificazione dello stato ecologico dei fiumi sono le macrofite, le diatomee, i macroinvertebrati bentonici e la fauna ittica.

Lo **stato chimico** è definito dalla presenza di sostanze riportate nell'elenco di priorità previsto dalla normativa. Per ciascuna sostanza riportata in tale elenco sono stabiliti uno standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQAMA) e uno standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA). La normativa prevede il raggiungimento, entro il 20 novembre 2021, dell'obiettivo di eliminare le sostanze pericolose prioritarie (PP) negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite, nonché di ridurre gradualmente negli stessi le sostanze prioritarie (P). Per le altre sostanze (E) l'obiettivo è di eliminare l'inquinamento dalle acque causato da scarichi, rilasci da fonte diffusa e perdite. Il corpo idrico che soddisfa tutti gli standard di qualità ambientale fissati dalla normativa è classificato in buono stato chimico (blu). In caso contrario, la classificazione evidenzierà il mancato conseguimento dello stato buono (rosso).

Nel Programma di Uso e Tutela delle Acque (P.T.U.A.) adottato dalla Regione Lombardia con deliberazione n°2244 del 29 marzo 2006, lo stato ecologico del Fiume Mella, nel tratto che interessa la città di Brescia, è stato classificato come "pessimo", mentre il fiume Chiese al punto di derivazione del Naviglio Grande Bresciano è stato classificato "sufficiente". Non vi è una precisa catalogazione del Torrente Garza e del Naviglio anche se si può ragionevolmente stimare che all'ingresso nel territorio cittadino le acque di detti corsi d'acqua siano classificabili come "scadenti".

Peraltro il P.T.U.A. prevede per il Fiume Mella quanto segue: *"grazie al completamento delle opere di infrastrutturazione il fiume può raggiungere valori dei parametri macrodescrittori del tutto compatibili con lo stato "buono" al 2016. Tuttavia, questo fiume presenta una concentrazione di sostanze chimiche addizionali e di sostanze pericolose così elevata, da non poter ritenere possibile una completa eliminazione dalla matrice acquosa e dai sedimenti. Si ritiene, quindi, possibile raggiungere l'obiettivo "sufficiente" al 2016*".

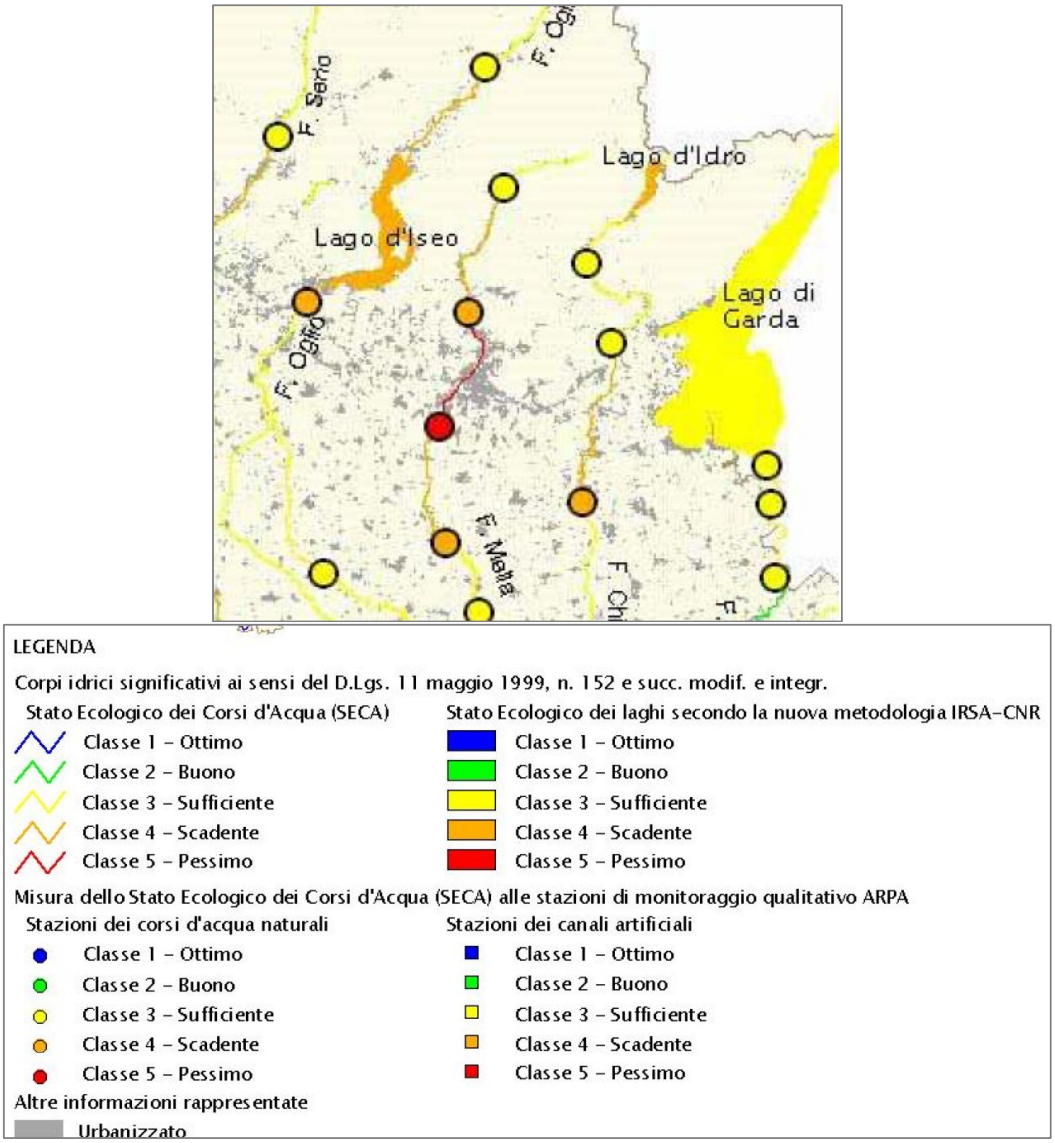


Figura: Estratto P.T.U.A. 2006 – Stato Ecologico dei corsi d'acqua e laghi lombardi

Dai tre corpi idrici principali traggono origine le numerose rogge che attraversano la città, pertanto la qualità delle acque dei canali irrigui non può differire da quella dei corsi d'acqua principali da cui traggono origine.

Si riporta nel seguito la sintesi dei risultati della classificazione dei corpi idrici del fiume Mella e del bacino del fiume Oglio (fonte: "Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia" _ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia) ottenuta dai dati triennio di monitoraggio (2009-2011).

Poiché la classificazione dello stato viene effettuata al termine di ciascun triennio di monitoraggio, per il 2012 viene riportata la sintesi dei risultati relativi solamente agli elementi di qualità monitorati in tale anno.

Corso d'acqua	Località	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
		Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Canale Naviglio Grande Bresciano	Rezzato	BUONO	LIMeco, cromo	BUONO	-

Tabella 1: Stato del Canale Naviglio Grande Bresciano nel triennio 2009-2011. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia.

Corso d'acqua	Località	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
		Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Mella	Bovegno	SUFFICIENTE	macroinvertebrati	NON BUONO	cadmio
	Villa Carcina	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	NON BUONO	nichel
	Castelmella	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA, glifosate, cromo	NON BUONO	Nichel
	Pralboino	SUFFICIENTE	diatomee, LIMeco, AMPA	BUONO	-
	Collio	BUONO	macroinvertebrati, diatomee, solventi clorurati, AMPA, Cr, As	BUONO	-
Garza	Bovezzo	SUFFICIENTE	LIMeco, AMPA	BUONO	-
	Castenedolo	SUFFICIENTE	Diatomee, LIMeco, AMPA, glifosate	NON BUONO	Nichel

Tabella 2: Stato dei corsi d'acqua Mella e Garza nel triennio 2009-2011. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia.

Corso d'acqua	Località	Elementi di qualità biologica				Elementi generali chimico-fisici a sostegno	STATO CHIMICO
		macroinv.	diatomee	macrofite	pesci	LIMeco	
		Classe					
Mella	Collio	-	-	-	-	BUONO	BUONO
	Bovegno	SUFFICIENTE	-	-	-	ELEVATO	BUONO
	Villa Carcina	-	SCARSO	-	-	SUFFICIENTE	NON BUONO
	Castel Mella	-	SCARSO	-	-	SUFFICIENTE	NON BUONO
	Pralboino	-	SUFFICIENTE	-	-	SCARSO	BUONO
Garza	Bovezzo	-	-	-	-	SCARSO	BUONO
	Castenedolo	-	SUFFICIENTE	-	-	SCARSO	BUONO

Tabella 3: Stato dei corsi d'acqua Mella e Garza nel 2012. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia.

Corso d'acqua	Località	Elementi di qualità biologica				Elementi generali chimico-fisici a sostegno	STATO CHIMICO
		macroinv.	diatomee	macrofite	pesci	LIMeco	
		Classe					
Naviglio Grande Bno	Rezzato	-	-	-	-	SUFFICIENTE	BUONO

Tabella 4: Stato deil Canale Naviglio Grande Bresciano nel 2012. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia.

1.5 Caratteristiche dei corpi idrici sotterranei

La falda in modo schematico può essere considerata come composta da due acquiferi principali, sovrapposti e separati fra loro da livelli di bassa permeabilità, che permettono solo scambi ridotti e localizzati. L'acquifero superficiale, dotato di maggiore permeabilità e trasmissività, ma anche fortemente vulnerabile alle contaminazioni, è formato dai depositi ghiaiosi-sabbiosi dell'Olocene e da quelli ghiaiosi che si accompagnano a conglomerati del Pleistocene medio e superiore. Questo corpo geologico si sovrappone a un acquifero più profondo, contenuto nei depositi del Pleistocene inferiore caratterizzati dalla presenza di spessi e continui diaframmi argillosi poco inclinati, dotato di bassa permeabilità e

produttività modesta, con vulnerabilità ridotta. In Figura 1 è riportato lo schema della struttura idrogeologica appena descritta.

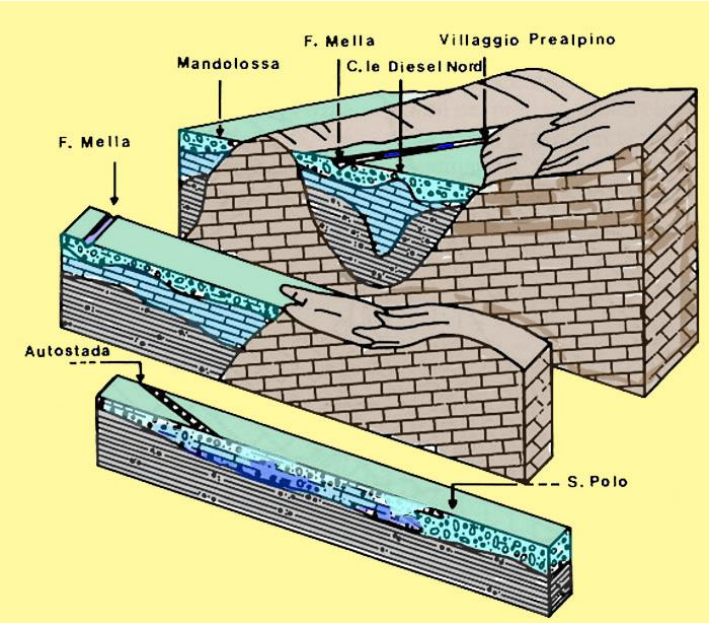


Figura 1: Schema della struttura idrogeologica del territorio del Comune di Brescia.

In Figura 2 è riportato uno schema dell'andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia.

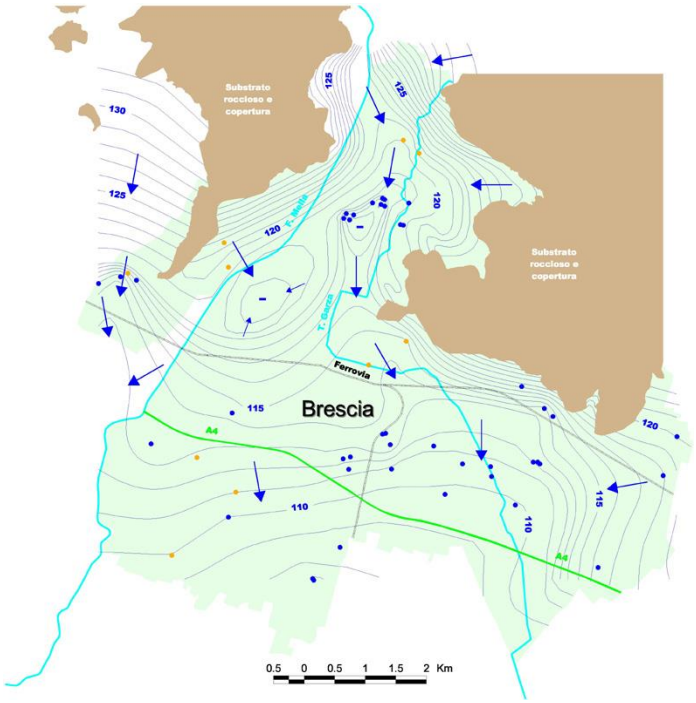


Figura 2: Schema che evidenzia l'andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia.

La falda presenta un andamento da Nord verso Sud, da monte verso valle con afflussi del fiume Mella, del fiume Garza e del Chiese. La direzione della falda prima considerata subisce delle variazioni significative in presenza di prelievi da pozzi sia pubblici che privati.

1.6 Qualità chimica dei corpi idrici sotterranei

La composizione chimica delle acque dipende sia dalla litologia degli acquiferi, che condiziona i parametri idrochimici naturali delle falde, sia da cause locali soprattutto di natura antropica che in situazioni di vulnerabilità possono influire sulla qualità delle acque sotterranee.

L'analisi degli indicatori che caratterizzano la composizione chimica delle acque (in particolare i valori di conducibilità elettrica e le concentrazioni di cloruri e magnesio) evidenzia come la zona sud orientale nel Comune sia sotto l'influenza degli apporti del Chiese, dove risultano alte le concentrazioni dei cloruri e del magnesio e meno elevato il residuo salino, mentre i settori occidentale e settentrionale del territorio comunale sono dominati dagli apporti provenienti dalla Val Trompia.

La qualità delle acque sotterranee è oggetto di studio e monitoraggio da parte degli enti competenti, al fine di individuare e risolvere i casi di degrado riscontrati.

1.6.1 Inquadramento storico

L'attività industriale nella città di Brescia, iniziata nei primi anni del '900 e culminata nel periodo compreso tra le due guerre mondiali, si è sviluppata soprattutto nell'area sud -occidentale della città.

In questo periodo sono stati realizzati alcuni grandi impianti produttivi alcuni dei quali sono ancora oggi presenti, ad esempio Caffaro (1906) – Breda - Ideal Standard - Ideal Clima, mentre altri sono stati dismessi nel corso degli ultimi 10-15 anni, come ad esempio ATB - Bisider ed Europa Metalli.

L'attività di caratterizzazione chimica del suolo e del sottosuolo e delle ***acque sotterranee*** di questa zona è stata condotta dalla Azienda Sanitaria Locale (Asl di Brescia) e dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Il risultato delle indagini ha evidenziato la presenza di una situazione di inquinamento del suolo e delle acque sotterranee la cui estensione e tipologia ha indotto il Comune di Brescia e gli Enti a richiedere al Ministero dell'Ambiente l'inserimento dell'area nei siti inquinati di interesse nazionale.

L'inserimento è stato formalizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con il Decreto Ministeriale del 24 febbraio 2003 "Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Brescia Caffaro".

In Figura 3 è riportata la perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro per quanto concerne la matrice acque sotterranee.

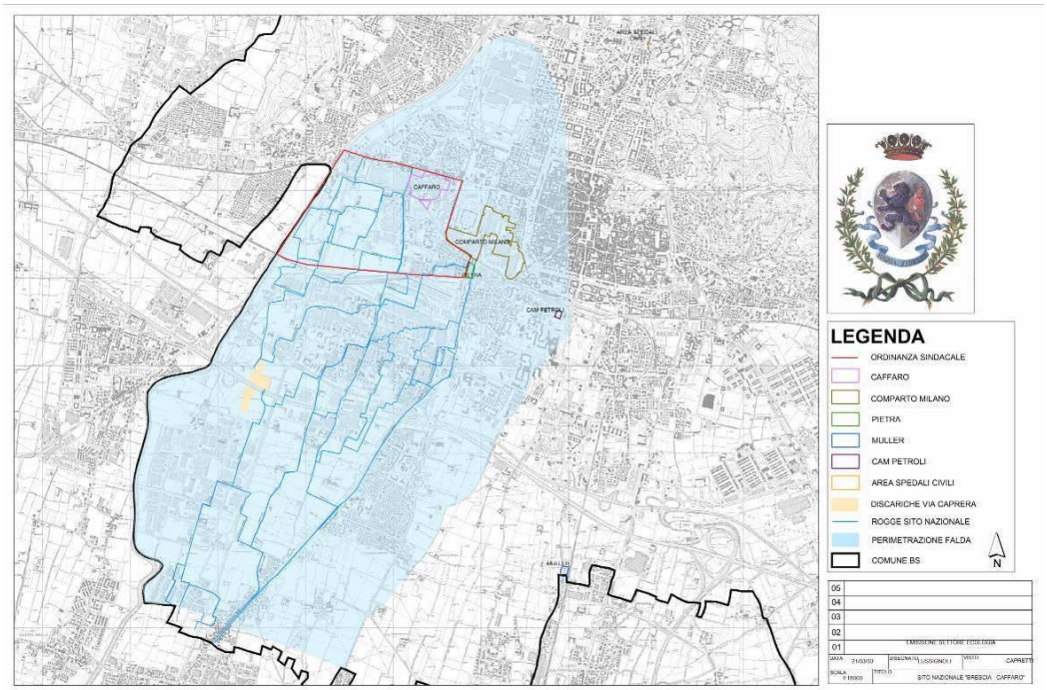


Figura 3 Perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro (DM 24 febbraio 2003)

Di seguito si riporta la sintesi delle principali situazioni di inquinamento delle acque sotterranee riscontrate sul territorio comunale e degli interventi posti in atto per rimuovere la contaminazione.

1.7 Qualità chimica dei corpi idrici sotterranei

La composizione chimica delle acque dipende sia dalla litologia degli acquiferi, che condiziona i parametri idrochimici naturali delle falde, sia da cause locali soprattutto di natura antropica che in situazioni di vulnerabilità possono influire sulla qualità delle acque sotterranee.

L'analisi degli indicatori che caratterizzano la composizione chimica delle acque (in particolare i valori di conducibilità elettrica e le concentrazioni di cloruri e magnesio) evidenzia come la zona sud orientale nel Comune sia sotto l'influenza degli apporti del Chiese, dove risultano alte le concentrazioni dei cloruri e del

magnesio e meno elevato il residuo salino, mentre i settori occidentale e settentrionale del territorio comunale sono dominati dagli apporti provenienti dalla Val Trompia.

La qualità delle acque sotterranee è oggetto di studio e monitoraggio da parte degli enti competenti, al fine di individuare e risolvere i casi di degrado riscontrati.

Di seguito si riporta la sintesi delle principali situazioni di inquinamento delle acque sotterranee riscontrate sul territorio comunale e degli interventi posti in atto per rimuovere la contaminazione.

1.7.1 Contaminazione delle acque sotterranee nel Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro".

L'area che rientra nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Brescia-Caffaro" è stata ed è interessata dalla presenza di numerosi insediamenti produttivi che hanno contribuito a peggiorare la qualità dell'acqua della falda sottostante (rispetto ai criteri fissati dalla norma).

Gli studi principali relativi alla qualità delle acque sotterranee all'interno del SIN Brescia-Caffaro sono i seguenti:

1. Lo studio ARPA "Prima indagine conoscitiva sullo stato della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro" di settembre 2005 [i] che ha confermato la presenza di diversi inquinanti nelle acque sotterranee sottostanti l'area del sito di interesse Nazionale Brescia-Caffaro.

2. La relazione ARPA "Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei studio sul pennacchio di tetracloruro di carbonio del sito di interesse nazionale Brescia Caffaro" di dicembre 2006;

3. La relazione ARPA di Brescia "Sito Baratti di Eredi Inselvini – Relazione Giugno 2009"

4. La relazione "Indagine chimica sulle acque di falda nel territorio posto a sud-ovest del Comune di Brescia" – luglio 2010 che riporta gli esiti di un'indagine idrochimica promossa dal Comune di Brescia.

5. La relazione relativa all'attività di controllo della qualità delle acque sotterranee nel Comune di Brescia. "Risultati della campagna di controllo tramite avviso alla cittadinanza del novembre 2010" _dicembre 2010.

6. La relazione ARPA "Area Sud – Ovest di Brescia: Aggiornamento della relazione del 2009" –luglio 2012 che contiene l'aggiornamento della relazione di cui al punto 3).

7. La relazione ARPA "SIN Brescia-Caffaro: Monitoraggio acque sotterranee risultati del rilievo freatimetrico dell'aprile 2014" – giugno 2014.

8. La relazione ARPA riguardante "Accordo di programma sottoscritto in data 29.09.2009 punto L Monitoraggio acque sotterranee – Aggiornamento CrVI":

9. I rapporti di prova e per il solo parametro Cromo IV i risultati dei campionamenti e la relativa interpretazione cartografica, eseguiti da ARPA nel mese di giugno 2014 in attuazione del "Protocollo operativo per il coordinamento delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee" approvato dal Ministero dell'Ambiente nel corso della Conferenza dei servizi Istruttoria del 14 Maggio 2014.

   Tale documentazione è disponibile al seguente link:

   http://ita.arpalombardia.it/ita/caffaro/dati.asp

Come evidenziato dalle numerose indagini sopra elencate, il tema della contaminazione della falda all'interno del Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro è stato studiato dagli Enti compenti in modo approfondito.

La molteplicità dei risultati analitici e la variabilità delle concentrazioni degli inquinanti, dovute al fatto che la falda rappresenta un sistema dinamico e non statico, rendono complessa l'esecuzione di una sintesi dello stato della contaminazione delle acque sotterranee all'interno del SIN "Brescia-Caffaro".

Di seguito si propone un elenco dei principali inquinanti presenti nella falda in concentrazioni superiori ai limiti fissati dalla norma, rimandando agli studi specifici per la consultazione dei risultati delle singole indagini:

Lo studio ARPA "Prima indagine conoscitiva sullo stato della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro" di settembre 2005 ha messo in luce quanto segue:

- Metil-t-buil-etere (MTBE);
- Tricloroetilene;
- Tetracloroetilene;
- Triclorometano;
- PCB;
- Mercurio
- CIS 1,2 Dicloroetilene;
- 1,1 Dicloroetilene;
- Tetracloruro di carbonio;
- Cromo VI.

L'analisi della carta freatimetrica, elaborata da ARPA sulla base dei dati di Aprile 2014, conferma l'andamento globale della falda freatica (noto già da precedenti Studi effettuati da ARPA), e evidenzia quanto segue:

- La direzione prevalente della falda freatica è da Nord a Sud;
- Si osserva un innalzamento medio della quota della falda freatica di circa 10/12 m rispetto ai rilievi effettuati nel 2005-2006;
- L'andamento locale della falda freatica risulta significativamente influenzato dalla presenza di alcuni emungimenti.

Nel corso del mese di giugno 2014 ARPA ha effettuato un nuovo monitoraggio chimico di circa 180 pozzi/piezometri all'interno del Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro". La stessa Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ha ultimato le analisi, elaborato e rappresentato cartograficamente i risultati relativi al parametro Cr VI.

I principali risultati relativi alla diffusione del Cr VI, aggiornati al 2014 mostrano quanto segue:

- Nella parte settentrionale e di monte idrogeologico, al di fuori del perimetro del SIN, l'acquifero è già contaminato con concentrazioni superiori alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste per le acque sotterranee. Inoltre i pozzi pubblici gestiti da A2A ciclo idrico posizionati in tale porzione del territorio determinano un forte abbassamento freatimetrico e pertanto attenuano la migrazione a valle della contaminazione proveniente dalla val Triumplina in ingresso al perimetro del SIN;

- Proseguendo verso Sud risulta evidente la presenza di diversi focolai di diffusione del cromo VI con i picchi principali in un ex galvanica in via Ancona, ed in una cromatura ancora in attività in via Padova.

Confrontando la situazione attuale con quanto rilevato nel corso degli studi precedenti si osserva che:

- Il pennacchio di contaminazione presente nella porzione Sud-Ovest del Comune si sta diffondendo gradualmente verso valle;
- L'innalzamento della falda ha probabilmente comportato l'intensificarsi di alcuni fenomeni di contaminazione già noti per effetto del dilavamento del sottosuolo inquinato.

1.7.2 Inquinamento da Cromo VI al di fuori del SIN "Brescia-Caffaro".

Nell'ambito delle attività di monitoraggio della qualità delle acque emunte dai pozzi del civico acquedotto sono emerse delle zone interessate dalla presenza di Cromo esavalente, anche al di fuori del Sito di Interesse Nazionale Brescia-Caffaro. Questa sostanza è un sottoprodotto che si libera nei processi di passivazione dei metalli e dei bagni galvanici. La diffusione nell'ambiente del Cromo VI è riconducibile agli scarichi industriali. Nel corso del tempo l'intensificazione dei controlli ispettivi, i miglioramenti degli impianti utilizzati nei processi produttivi, la chiusura di numerose ditte artigianali del settore manifatturiero hanno favorito la riduzione delle concentrazioni di questo inquinante. Attualmente si registrano ancora delle situazioni di superamento dei valori limite fissate dalla normativa, le aree interessate dalla contaminazione da Cromo VI sono attualmente oggetto di indagine da parte degli enti competenti in particolare nella zona di Caionvico ad est della città. Tutta la documentazione tecnica relativa alla contaminazione da Cromo VI della falda è disponibile presso gli uffici del Settore Protezione Ambientale e Protezione Civile.

1.8 Il reticolo idrografico della città di Brescia e la polizia idraulica

La città di Brescia è percorsa da una fitta rete di corsi d'acqua che l'attraversano con direzione prevalente nord sud.

I principali sono il fiume Mella ed il Torrente Garza; dal primo si originano, a monte della città stessa, la maggior parte dei corsi d'acqua mentre per la zona a sud-est è il Naviglio Grande Bresciano, derivato dal

fiume Chiese a Gavardo, a originare molteplici rogge. Il Torrente Garza attraversa il territorio comunale circondando buona parte del centro storico per poi deviare verso sud-est; dallo stesso non si originano derivazioni di altri corsi d'acqua.

La gestione dei corsi d'acqua è affidata all'Azienda Interregionale Po (A.I.PO) per quanto riguarda Mella e Garza, alla Regione per i due corsi d'acqua al confine ovest (Canale e Mandolossa), al Consorzio di Bonifica Medio Chiese per la zona di derivazione dal Naviglio, e per tutto il residuo, definito Reticolo Idrico Minore che equivale a circa i 2/3 dei corsi d'acqua, al Comune di Brescia.

Tutti gli Enti citati esercitano le funzioni di "Polizia Idraulica" stabilite con i Regio Decreto n.523/1904 e n.326/1904; sostanzialmente devono assicurare la funzionalità idraulica degli stessi cioè operare per consentire lo smaltimento delle acque che provengano parte da monte e parte dalla città stessa.

In passato una rilevante funzione era quella irrigua perché, al di fuori delle mura della città, fino agli anni '50 buona parte del territorio era utilizzato per scopi agricoli; oggi la funzione irrigua è da considerarsi residuale perché l'espansione urbanistico-edilizia ha interessato la maggior parte del territorio lasciando ben poco spazio all'agricoltura.

I corsi d'acqua che attraversano la città hanno oggi prevalentemente la funzione di recettori delle acque meteoriche e di scarico della città infatti, anche se la città è fornita di una buona rete fognaria mista, occorre ricordare che la stessa non potrebbe funzionare senza i 93 scaricatori di piena nei corsi d'acqua. Gli scaricatori di piena o sfioratori sono dei manufatti che entrano in funzione quando la fognatura ha raggiunto il massimo livello nella tubazione, ad esempio in caso di piogge intense, consentendo lo scarico dalla fognatura ai corsi d'acqua superficiali. In questo modo si evitano potenziali situazioni di allagamento presso gli insediamenti allacciati alla fognatura stessa.

I sopracitati Regi Decreti prevedono una serie di norme volte a tutelare la funzionalità idraulica ed ad agevolare le opere di manutenzione necessarie allo scopo.

Una di queste norme prevede una fascia di tutela di 10 m. dalle sponde dei corsi d'acqua con determinate caratteristiche; la Regione Lombardia, con la delibera di delega ai Comune della gestione della materia, ha previsto che i comuni individuassero con apposito Elaborato Tecnico-Normativo, fasce definitive da riportare fra i vincoli urbanistici tenendo conto dell'effettivo rischio idraulico.

Per il Comune di Brescia si sono identificate fasce di tre livelli, rispettivamente di 1m., 4 m. e 10 m. a seguito dello studio effettuato da un qualificato ingegnere idraulico. Il Regolamento di Polizia Idraulica,

che unitamente alla cartografia costituisce l'Elaborato Tecnico di Individuazione del Reticolo Idrico Minore, riporta l'intera normativa di polizia idraulica compreso le norme relative alle fasce di rispetto.

Relativamente alle problematiche connesse alla sicurezza idraulica si ricorda che esiste una corposa documentazione storica che annota alluvioni che hanno interessato la città dal 590 d.C. La documentazione storica più completa è relativa al periodo fra il XV ed il XIX secolo ed evidenzia come il territorio comunale sia stato alluvionato in quest'arco temporale ben 43 volte con una predominanza di circa il 60% dal Torrente Garza, il 30% dal Mella e il 10% da entrambi o dai torrenti del monte Maddalena e dal Naviglio.

La realizzazione del canale scolmatore che collega il Garza al Mella ha, in buona parte risolto i problemi del Garza mentre le potenti arginature del Mella difendono egregiamente la città; molto deve essere ancora fatto per lo smaltimento delle acque nei corsi d'acqua minori ormai non più in grado di sopportare il crescente carico idraulico che la città, in continua espansione, scarica su di essi.

1.9 Acquedotto

1.9.1 Qualità delle acque destinate al consumo umano

Descrizione della qualità media dell'acqua distribuita.

L'acqua di Brescia distribuita dal civico acquedotto è ricca di sali minerali, che determinano un buon apporto di calcio e magnesio nell'organismo umano, ha un valore medio di durezza totale, espressa in gradi francesi (1° F = 10 mg/l di CaCO3), di circa 34 °F. Questo valore è compreso nell'intervallo tra i 15°F e 50°F consigliati dalla normativa vigente. Per il parametro residuo fisso, che rappresenta la quantità di sali disciolti nell'acqua, come sodio, potassio, calcio, magnesio, cloruri, solfati e bicarbonato, non esiste un valore limite fissato dalla legge, ma soltanto un valore massimo consigliato pari a 1.500 mg/l. L'ottimale per il consumo umano è un'acqua con basso residuo fisso, e cioè inferiore ai 500 mg/l, classificata oligominerale, come è appunto l'acqua di Brescia.

Per garantire ai cittadini il rispetto degli standard di qualità dell'acqua destinata al consumo umano previsti dalla legislazione (D.lgs. 31/01) presso tutti i punti di fornitura, vengono effettuati controlli periodici da parte del gestore del servizio idrico e controlli da parte dell'Azienda Sanitaria Locale. I controlli sono eseguiti sia ai punti di prelievo delle acque superficiali e sotterranee (pozzi e sorgenti), sia lungo la rete di distribuzione presso le fontanelle pubbliche.

Inoltre l'acqua è accuratamente disinfettata con una minima quantità di biossido di cloro, a bassissime concentrazioni non nocive alla salute, che ne garantiscono la qualità microbiologica lungo la rete di distribuzione. L'eventuale percezione di odore di "cloro" è eliminabile lasciando riposare l'acqua per alcuni minuti, in modo da far evaporare il biossido di cloro.

In Figura 4 è riportata la mappa della rete idrica di Brescia.

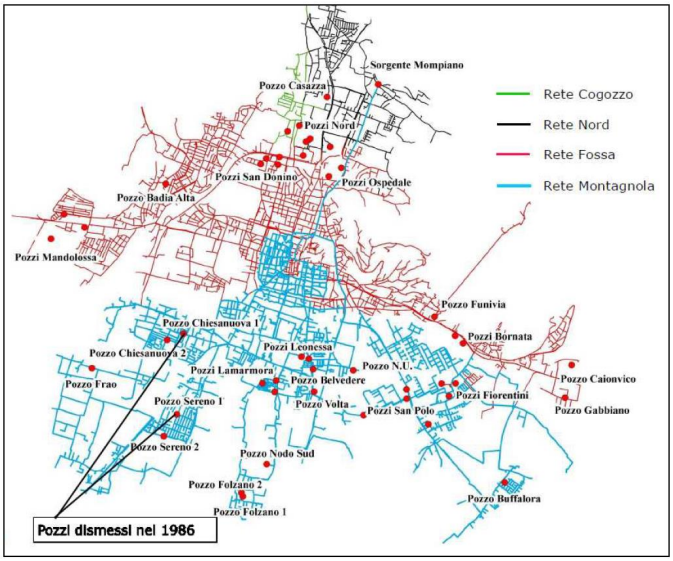


Figura 4: Mappa della rete idrica del Comune di Brescia

In Figura 6 sono riportati i punti di monitoraggio della rete dell'acquedotto di Brescia

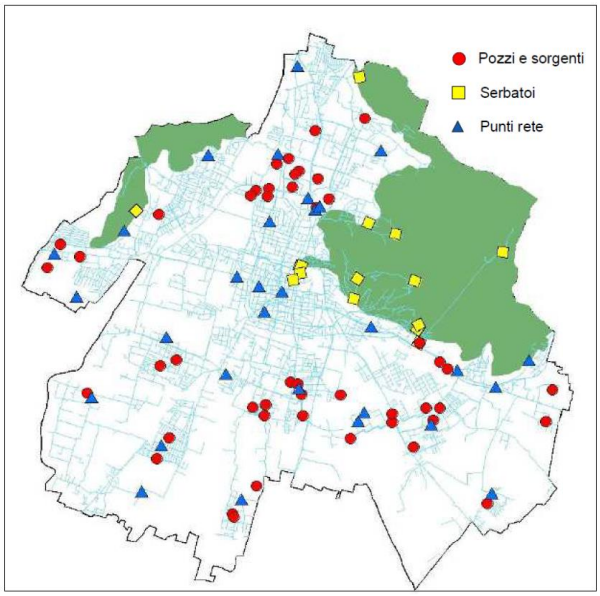


Figura 5: Mappa dei opunti di controllo della rete idrica del Comune di Brescia

Politiche ed azioni per il miglioramento della qualità delle acque fornite al civico acquedotto.

Il 25 dicembre 2003 è entrato in vigore il Decreto Legislativo n° 31 del 2001 che ha recepito la direttiva europea 98/83/CEE. Questo decreto ha ridotto i valori di concentrazione di alcune sostanze, abolendo inoltre numerosi parametri di tipo cumulativo. In particolare non deve essere più considerato il parametro "composti organo alogenati totali" (CMA pari a 30 μg/l) sostituito da "trialometani" una famiglia chimicamente ben definita di composti; mentre tra gli idrocarburi diventa obbligatorio ricercare il benzene nonché alcuni composti facenti parte degli idrocarburi policiclici aromatici. Inoltre viene introdotto un limite del parametro somma di tricloro e tetracloroetilene pari a 10 μg/l, molto più restrittivo al valore limite della famiglia "composti organoalogenati" il cui parametro ne faceva parte.

Oltre a quelli citati e ai parametri più comuni quali per esempio colore, odore, pH, conducibilità, durezza, cloruri, solfati e nitrati, il decreto impone la ricerca anche di parametri microbiologici quali Escherichia Coli ed Enterococchi nonché i pesticidi, i metalli ed in particolare tra questi piombo ed arsenico, per i quali sono stati abbassati notevolmente i limiti consentiti fino a 10 microgrammi/litro.

L'adozione dei nuovi valori limite ha indotto il gestore dell'acquedotto alla messa in atto di alcune misure di miglioramento sia nell'esercizio degli impianti di trattamento, sia nella gestione del servizio, per mantenere costantemente i valori dei parametri sotto il limiti previsti dal D.lgs. 31/01.

Progetto di A2A per la rimozione del Cromo esavalente dall'acqua potabile.

Nel gennaio 2013 A2A ha dato inizio ad un'attività di ricerca e sperimentazione volta alla riduzione delle concentrazioni di Cromo esavalente presenti nell'acqua per conseguire un miglioramento della qualità delle acque distribuite in rete. A conclusione della fase sperimentale, A2A ha avviato, a partire da agosto 2014, l'inserimento progressivo degli impianti di abbattimento del Cromo VI. Per acquisire informazioni aggiornate sul tema si può consultare la pagina Web dell'Osservatorio Acqua Bene Comune.

1.9.2 Entità dei prelievi e dei consumi idrici

Descrizione della rete acquedottistica

L'acquedotto di Brescia garantisce la fornitura di acqua idonea all'uso umano alla totalità delle utenze civili, artigianali, industriali e terziarie presenti sul territorio del Comune. Il sistema acquedottistico della Città

approvvigiona, parzialmente o totalmente, gli acquedotti dei comuni di: Cellatica, Collebeato, Gussago, Concesio, Bovezzo, Botticino.

L'acquedotto è alimentato dalle seguenti fonti di approvvigionamento:

- 42 pozzi che pescano in falda a profondità variabili fino ad un massimo di circa 200 m., in relazione alla struttura idrogeologica del sottosuolo. La capacità complessiva di emungimento dei 42 pozzi è pari a 1.681 l/sec.
- La fonte di Mompiano, la cui produzione giornaliera è fortemente influenzata dalle precipitazioni meteoriche, in condizioni climatiche "normali" eroga circa 100 l/sec.
- Le due fonti di Cogozzo, che sono meno influenzate dalle precipitazioni meteoriche e mantengono una produzione sufficientemente costante pari a circa 35/40 l/sec.

La rete di Brescia (lunga circa700 Km) è interconnessa con serbatoi che vengono impiegati per mantenere in equilibrio la rete medesima sopperendo alle punte di consumo giornaliero, i più importanti sono:

- Serbatoio Montagnola avente capacità max. di 6.400 m³.
- Serbatoio S. Giuseppe avente capacità max. di 9.600 m³.
- Serbatoio Fossa avente capacità max. di 7.700 m³.

Figura 6:Estensione della rete dell'acquedotto.

La città di Brescia presenta una morfologia caratterizzata da importanti variazioni altimetriche (quota minima 109 [m s.l.m.]; quota massima 481 [m s.l.m.]).

La distribuzione idrica, condizionata da questa caratteristica, è stata realizzata con 7 reti distinte, per garantire a tutta l'utenza servita un soddisfacente grado di qualità del servizio, ciascuna interconnettibile con le altre per mezzo di valvole riduttrici o risollevamenti.

L'esercizio degli impianti e delle reti di distribuzione che corrono nel sottosuolo è influenzato da avvenimenti esterni quali: lavori di scavo stradali, incendi, allagamenti da eventi atmosferici, mancanza di energia elettrica, guasti improvvisi ecc. Per minimizzare la conseguenza di questi eventi è necessario ottenere tempestivamente delle segnalazioni attraverso l'installazione di un apposito impianto di rilevazione denominato appunto per la sua complessità "sistema di telecontrollo".

Il sistema di telecontrollo riguarda: sorgenti, serbatoi, ripompaggi, pozzi, impianti clorazione e impianti di trattamento. Dalla centrale, presidiata 24 su 24 e 365 giorni l'anno, è possibile intervenire con la massima tempestività sui guasti e sulle anomalie degli impianti rispettando nel contempo un opportuno ordine di priorità e riducendo al minimo la durata dei "fuori servizio". Tramite tale sistema informatizzato è possibile registrare tutti i dati caratteristici del funzionamento degli impianti, necessari per le successive elaborazioni per consentire lo studio sistematico delle reti, la scelta delle loro più adeguate configurazioni per garantire il servizio ai clienti

Portata complessiva degli impianti di approvvigionamento idrico

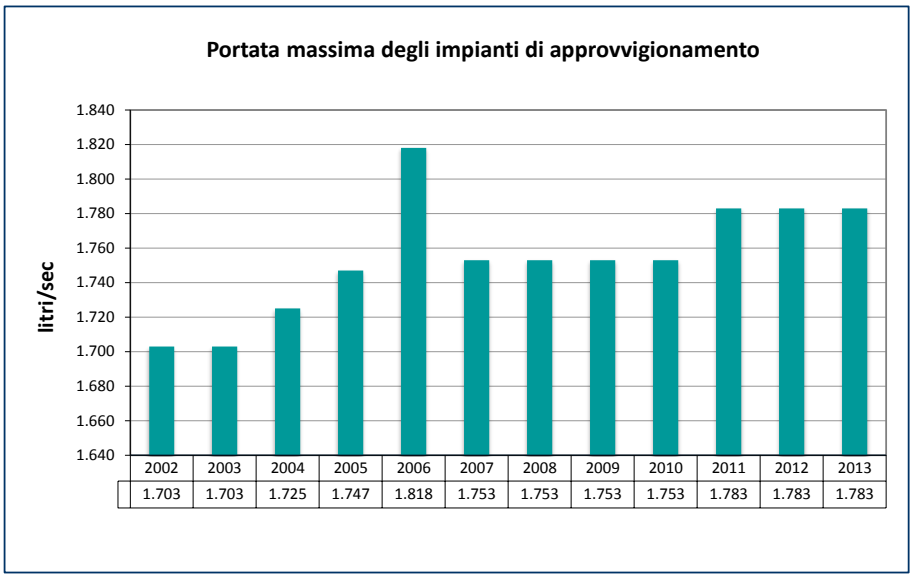


Figura 7: Portata massima degli impianti di produzione (espressa in litri al secondo).

Consumi idrici complessivi

Nell'anno 2013 la quantità di acqua complessivamente erogata, a tutte le tipologie di utenze presenti nel territorio comunale, è stata pari a 19.917.471 m³.

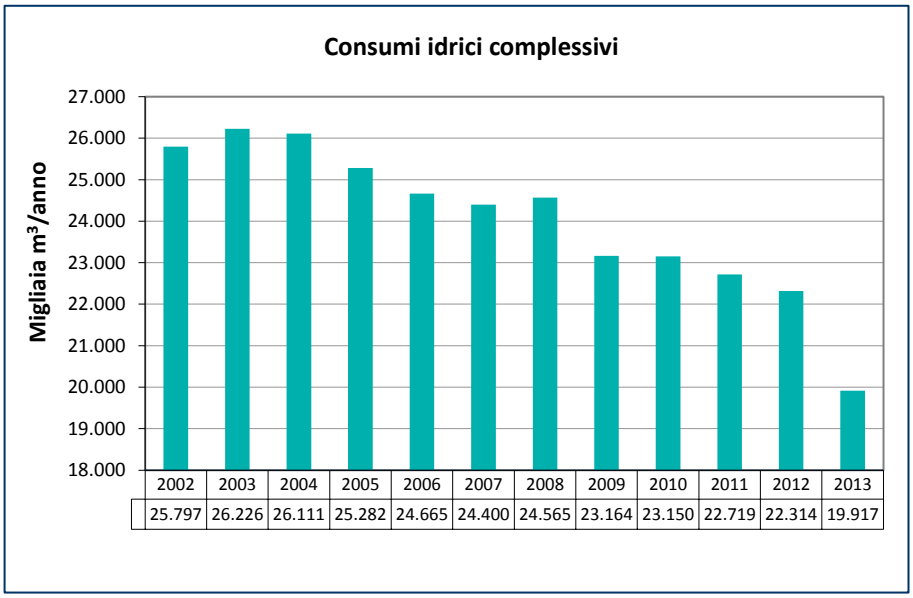
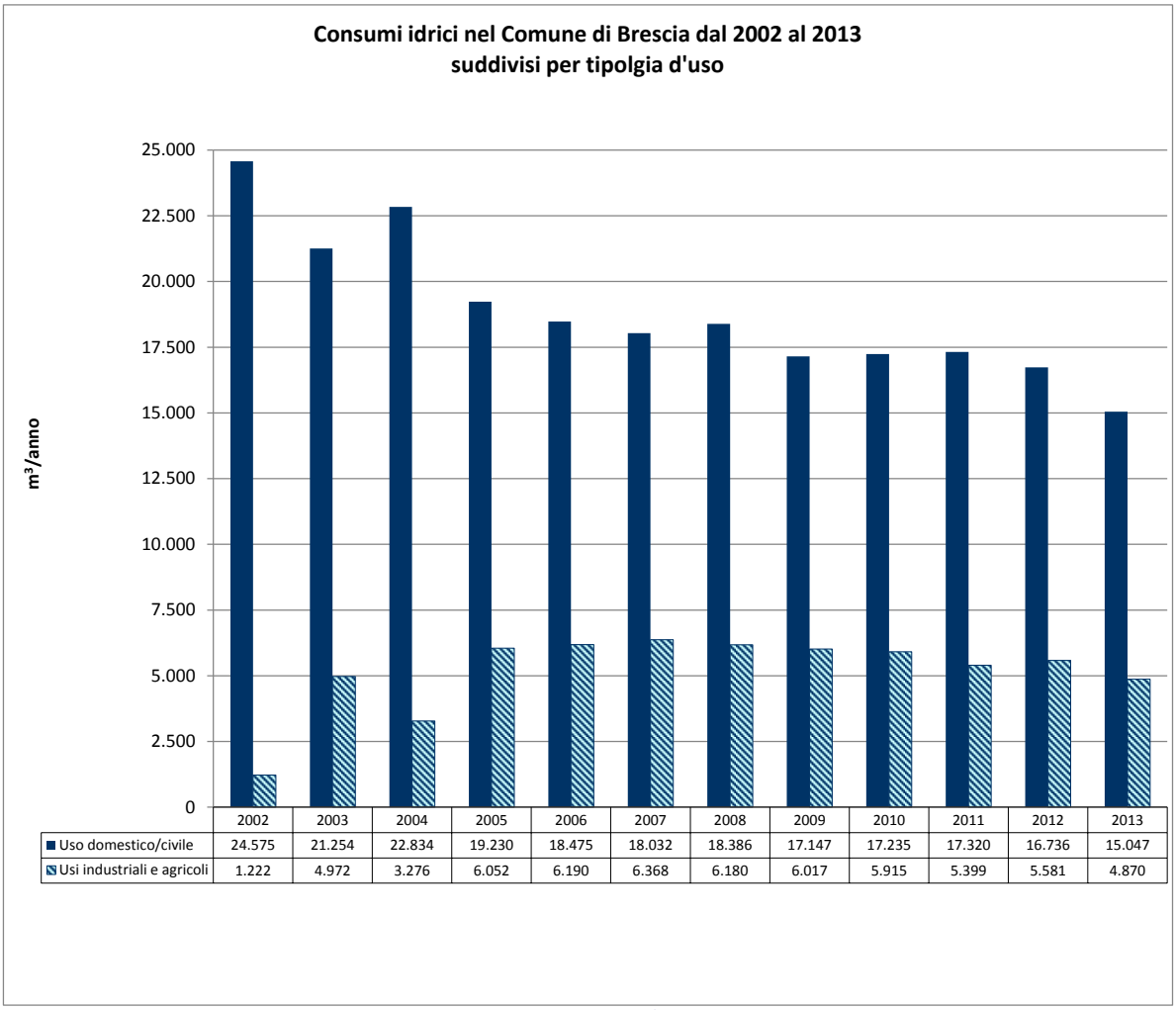


Figura 8: Consumi idrici complessivi

I consumi sono suddivisi come indicato nel grafico in Figura 9 tra uso civile (comprensivi dell'uso domestico, commerciale, artigianale) e per altri usi (industriale e agricolo).



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Uso domestico/civile	24.575	21.254	22.834	19.230	18.475	18.032	18.386	17.147	17.235	17.320	16.736	15.047
Usi industriali e agricoli	1.222	4.972	3.276	6.052	6.190	6.368	6.180	6.017	5.915	5.399	5.581	4.870

Figura 9:Consumi idrici complessivi suddivisi tra uso domestico/civile e usi industrialie ed agricoli.

Consumi pro-capite

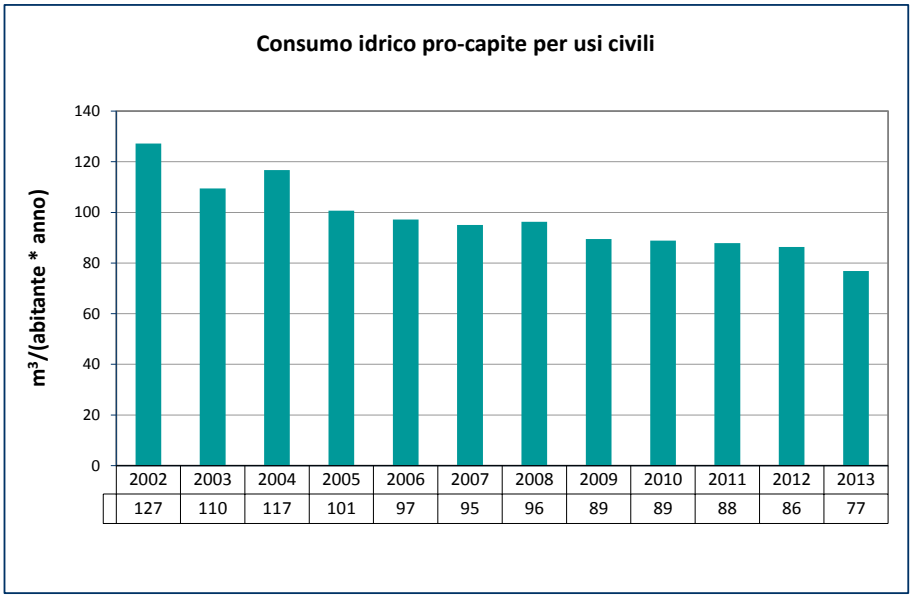


Figura 10: Consumo totale pro-capite per usi civili (domestico, artigianale, commerciale).

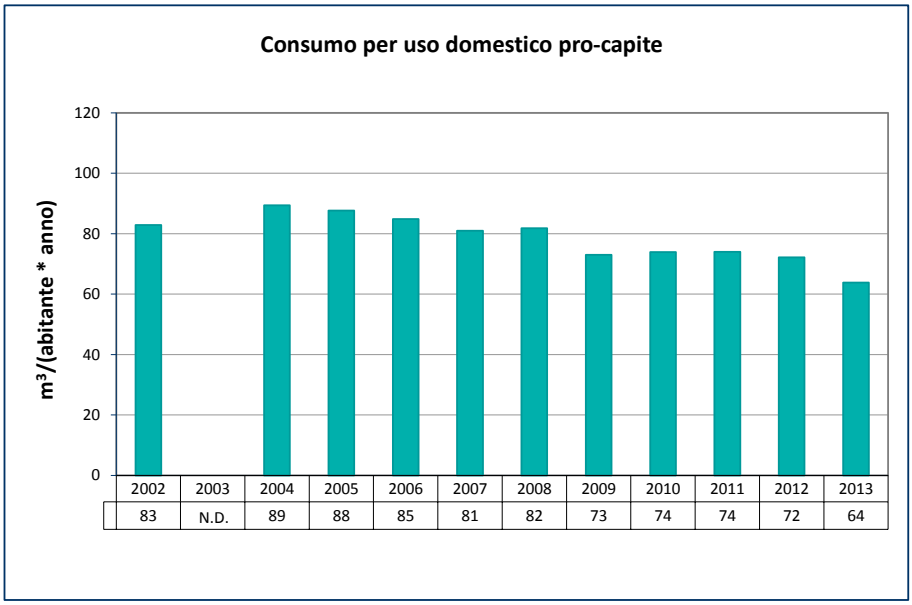


Figura 11: Consumo pro-capite per uso domestico. (datol del 2003 non disponibile N.D.)

La promozione di campagne di informazione finalizzate al miglior utilizzo della risorsa idrica e alla riduzione degli sprechi domestici di acqua potabile hanno contribuito nel tempo alla riduzione dei consumi domestici pro-capite.

Portate non contabilizzate (dette perdite idriche)

Il dati sotto indicati si riferiscono alle percentuali di acqua non contabilizzata che comprendono volumi di acqua erogata per:

- Prelievo da idranti antincendio stradali (spazzamento e lavaggio strade, vigili del fuoco);
- Perdite di rete;
- Manomissioni di idranti antincendio privati;
- Decadimento nel tempo dell'affidabilità della misura dei contatori;
- Contatori attivati abusivamente senza contratto.

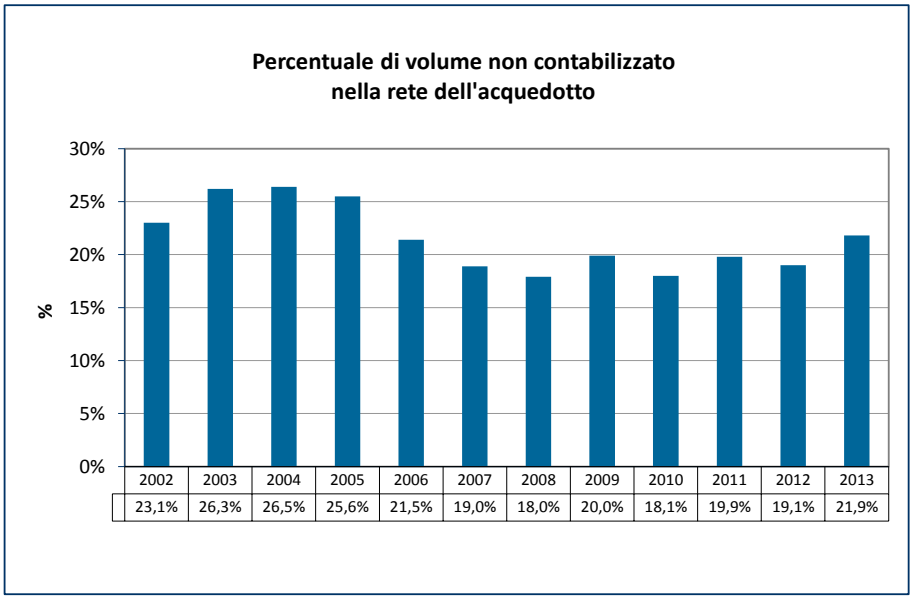


Figura 12: percentuale di volume non contabilizzato nella rete dell'acquedotto.

Motivazioni delle variazioni delle cosiddette "perdite idriche"

La riduzione del volume d'acqua non contabilizzato è il fine degli interventi di risanamento effettuati a seguito delle attività di ricerca perdite e alla puntuale allocazione del volume di acqua del "non contabilizzato" sia sulla rete di trasporto (adduzione primaria e secondaria) sia sulla rete di distribuzione, nel rispetto di quanto prescritto dal decreto dell'8 gennaio 1997 n. 99 "regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature".

Particolare attenzione è stata posta alle problematiche relative alle perdite idriche, che è una componente del volume di acqua non contabilizzata, mediante l'effettuazione del bilancio idrico sulla base delle più recenti buone pratiche internazionali e in particolare sulle metodologie sviluppate dall'IWA (International Water Association) e le Raccomandazione del Word Bank training Institute per l'analisi del livello delle perdite acquedottistiche; individuando le azioni che risultano essere economicamente più convenienti per ridurre il livello di perdita ed al mantenimento a valori adeguati.

Inoltre l'acquedotto è costantemente monitorato mediante:

- Profilo giornaliero dell'acquedotto;
- Sala operativa telecontrollo e telecomando impianti;
- Sala operativa di ricezione guasti attiva 24 ore su 24 tutti i giorni dell'anno;
- Squadre di pronto intervento attive 24 ore su 24 ore tutti i giorni dell'anno;

1.10 Fognatura e depurazione

1.10.1 Servizi e capacità della rete fognaria

La funzionalità del sistema fognario è data dall'estensione della rete, dal numero di abitanti residenti allacciati rete, dall'incidenza delle acque reflue raccolte ed effettivamente convogliate a depurazione.

La rete del Comune di Brescia è prevalentemente di tipo misto ed è dotata di circa 90 scaricatori di piena che, in caso di precipitazioni meteoriche, conferiscono nei corsi idrici superficiali l'eccedenza delle portate. La rete fognaria in gestione ad A2A Ciclo Idrico S.p.A., aggiornata al 2014, ha un'estensione complessiva

di 547 km (476 km di rete mista e 71 km di rete nera) e riceve gli scarichi del 98% della popolazione del Comune di Brescia.

Si segnala che la rete fognaria cittadina riceve anche i reflui di alcuni comuni confinanti, da aggiungere a quelli provenienti dai 547 km di cui sopra.

La legge n.36/94 introduce il concetto di separazione delle reti, differenziando la raccolta delle acque reflue domestiche ed industriali (acque nere) da quelle meteoriche di dilavamento (acque bianche) indirizzando verso la realizzazione di sistemi di collettamento differenziati; nell'ambito della città la realizzazione di reti separate risulta difficoltosa e quindi si ha una netta prevalenza del sistema fognario misto mentre la realizzazione di rete separata è prevalentemente limitata ai nuovi insediamenti o a ristrutturazioni.

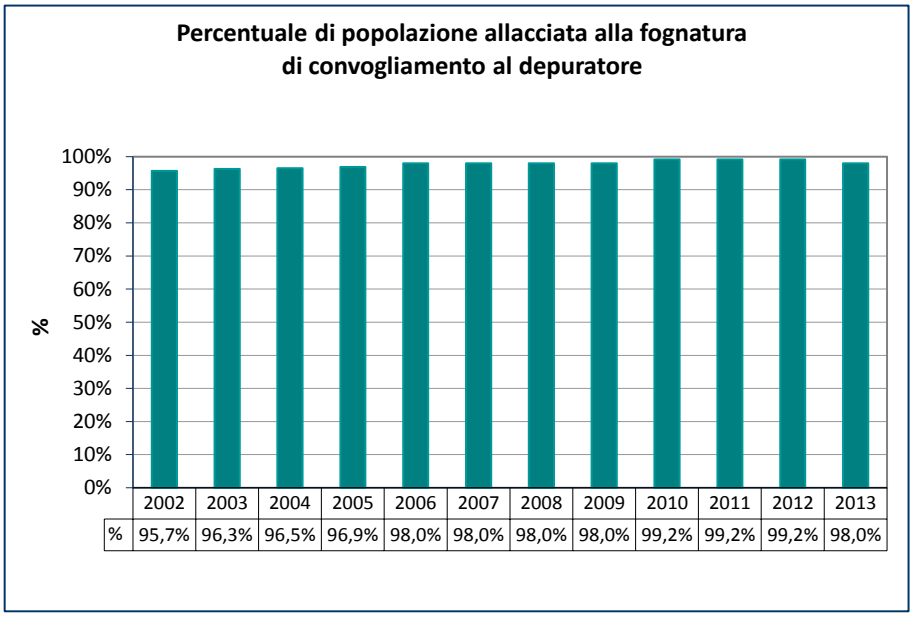


Figura 13: Percentuale di popolazione allacciata alla fognatura e di convogliamento a depuratore

La percentuale della popolazione bresciana servita dalla pubblica fognatura si è ormai assestata nel tempo, al di sopra del 98%.

Depuratore di Verziano.

L'impianto di depurazione di Verziano è stato costruito nel 1980, quando è stata realizzata la prima linea per trattare i reflui di 50mila abitanti equivalenti, a cui si sono aggiunte negli anni due nuove linee di

trattamento e interventi di potenziamento fino a raggiungere l'attuale potenzialità complessiva di 250mila abitanti equivalenti.

L'impianto occupa nella sua configurazione attuale un'area di 120.000 m^2; esso è situato all'estrema periferia sud-ovest del Comune di Brescia, a poche decine di metri dal confinante Comune di Flero. Il depuratore si trova a Sud del nucleo storico della frazione di Verziano, dalle cui abitazioni più prossime dista circa 150 metri. Altri Comuni prossimi all'impianto sono quello di Castelmella, situato ad Ovest rispetto all'impianto ad una distanza di circa 1 km e quello di San Zeno Naviglio ubicato a circa 2,5 km ad Est.

Attualmente l'impianto è così strutturato:

- Le linee "A" e "C" ognuna in grado di trattare mediamente 24.000 m^3/d;
- La linea "B" caratterizzata da una potenzialità complessiva di 42.000 m^3/d.

La potenzialità di trattamento massima è dell'ordine di 3.750 m^3/h, ovvero di circa 90.000 m^3/d.

I liquami in ingresso all'impianto subiscono, prima di essere avviati alle tre linee, un pre-trattamento di tipo fisico-meccanico, consistente in una grigliatura grossolana, una grigliatura intermedia, una grigliatura fine ed un trattamento di sabbiatura e disoleatura.

Le linee "A" e "C" operano secondo uno schema a fanghi attivi di tipo convenzionale, con pre-denitrificazione, nitrificazione-ossidazione e separazione solido/liquido mediante sedimentazione secondaria. Le linee sono entrambe dotate di una sezione di disinfezione chimica costituita da un bacino di contatto di tipo "plug-flow" e dai relativi sistemi di stoccaggio e dosaggio reagenti. Il reagente chimico, a disposizione esclusivamente per casi di stratta necessità, è ipoclorito di sodio.

La linea "B" originariamente è stata concepita secondo uno schema del tutto analogo a quello delle altre due e con portata giornaliera di 12.000 m3/d. Successivamente nel 2001-2002 essa è stata oggetto di interventi di up-grading che ne hanno più che triplicato la capacità di trattamento, trasformandola in un bireattore a membrane ad elevata concentrazione di biomassa, combinando il processo biologico di nitro-denitrificazione con una sezione finale di ultra-filtrazione su membrane immerse a fibre cave rinforzate in luogo della pre-esistente sedimentazione. Nella sua nuova configurazione la linea di depurazione "B" è attiva da varia anni con ottimi rendimenti depurativi.

I fanghi di supero provenienti dalle linee biologiche sono convogliati e miscelati all'interno degli ex preispessitori statici, che svolgono ora la sola funzione di accumulo ed equalizzazione. Successivamente il

fango è stabilizzato per via biologica in 3 digestori anaerobici monostadio completamente miscelati operanti in parallelo. Il fango stabilizzato in uscita dai digestori viene accumulato nei post-ispessitori statici in parallelo e successivamente avviato alla disidratazione meccanica.

Le acque depurate vengono scaricate nel Vaso Fiume di Verziano. Nei pressi del punto di conferimento sono state realizzate 2 aree di spaglio per la laminazione delle piene del vaso Fiume, in modo da consentire lo scarico del depuratore anche in caso di piena del corso d'acqua.

Tutto l'impianto è costantemente controllato da un sistema di gestione centralizzato; tutte le macchine e gli strumenti di misura (oltre 10.000 punti) sono collegati ad un elaboratore che ne registra i dati di funzionamento e segnala le anomalie o le misure non conformi 24 ore al giorno, anche mediante trasmissione di messaggi SMS.

L'impianto è adeguato agli attuali limiti di legge che impongono standard di qualità allo scarico sempre più restrittivi, al fine di tutelare al meglio la qualità della risorsa acqua, dell'ambiente generale e per consentire il riutilizzo dell'acqua depurata.

Il depuratore di Verziano ha consentito lo smaltimento delle crescenti portate in arrivo, come si evince dal sottostante grafico.

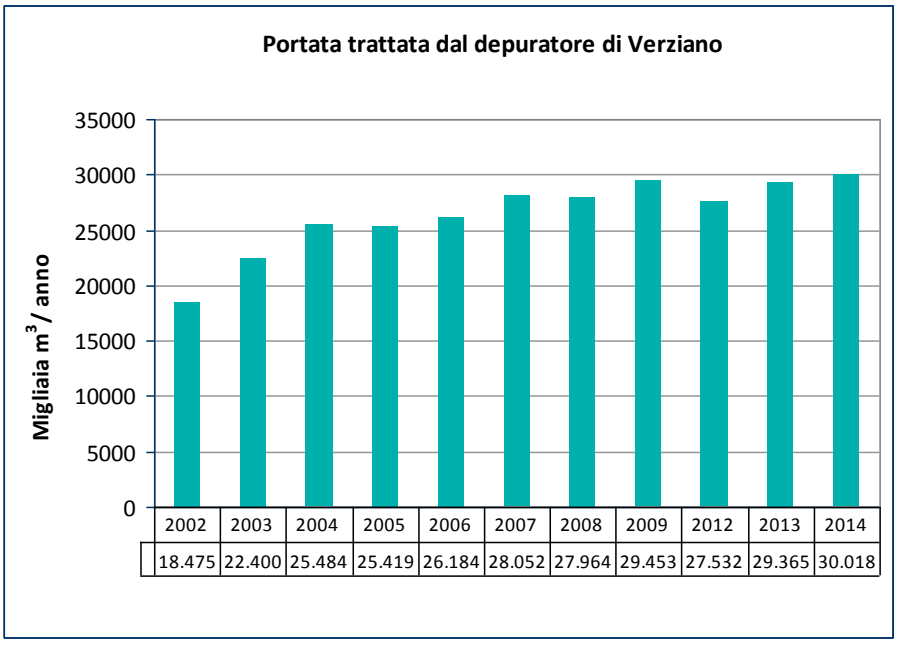


Figura 14: Portata trattata dal depuratore

Per stimare la qualità dell'acqua e il suo grado di inquinamento e per valutare l'efficacia degli impianti di trattamento acque reflue si utilizzano alcuni parametri:

- La domanda biochimica di ossigeno, (acronimo di BOD - Biochemical oxygen demand, tradotto in italiano "domanda biochimica di ossigeno"), misura la velocità di consumo dell'ossigeno da parte di microrganismi a una temperatura fissata e in un periodo di tempo determinato, comunemente il periodo d'analisi è di cinque giorni (BOD5) ma in alcuni casi vengono svolti test con periodi diversi. Questo parametro consente di misurare indirettamente il contenuto di materia organica biodegradabile presente in un campione d'acqua.

- Il parametro denominato COD (acronimo di chemical oxygen demand, tradotto in italiano "domanda chimica di ossigeno") rappresenta la quantità di ossigeno necessaria per la completa ossidazione dei composti organici e inorganici presenti in un campione di acqua. Il suo valore (espresso in milligrammi di ossigeno per litro) permette di valutare il grado di inquinamento dell'acqua dovuto alla presenza di sostanze ossidabili, principalmente organiche.

Nella tabella seguente sono riportati i limiti per i parametri sopra considerati previsti per gli scarichi dalla normativa vigente (Regolamento Regionale 3/2006):

I limiti di legge imposti allo scarico del depuratore sono quelli stabiliti dall'autorizzazione n°4406 del 24/09/13 rilasciata dalla Provincia di Brescia ad A2A ciclo idrico S.p.A. e di seguito riportati in Tabella 5

Parametro	Limiti [mg/l]	Riferimento normativo
BOD_5	25	Tab. 1 dell'allegato 5 all parte III D.lgs. 152/06
COD	125	Tab. 1 dell'allegato 5 all parte III D.lgs. 152/06
N_{TOT}	10	Tab. 6 del Regolamento Regionale 3 del 2006
P_{TOT}	1	Tab. 6 del Regolamento Regionale 3 del 2006
SS (solidi sospesi)	35	Tab. 1 dell'allegato 5 all parte III D.lgs. 152/06

Tabella 5: Tabella dei limiti di scarico stabiliti dall'Autorizzazione Integrata Ambientale del depuratore di Verziano

I tre seguenti grafici riportano l'andamento dei principali indici utilizzati per la valutazione della funzionalità dell'impianto di depurazione di Verziano. In particolare in Figura 15, Figura 16, Figura 17 sono riportate le percentuali di abbattimento per i valori di BOD, COD e solidi sospesi ottenute dal depuratore di Verziano

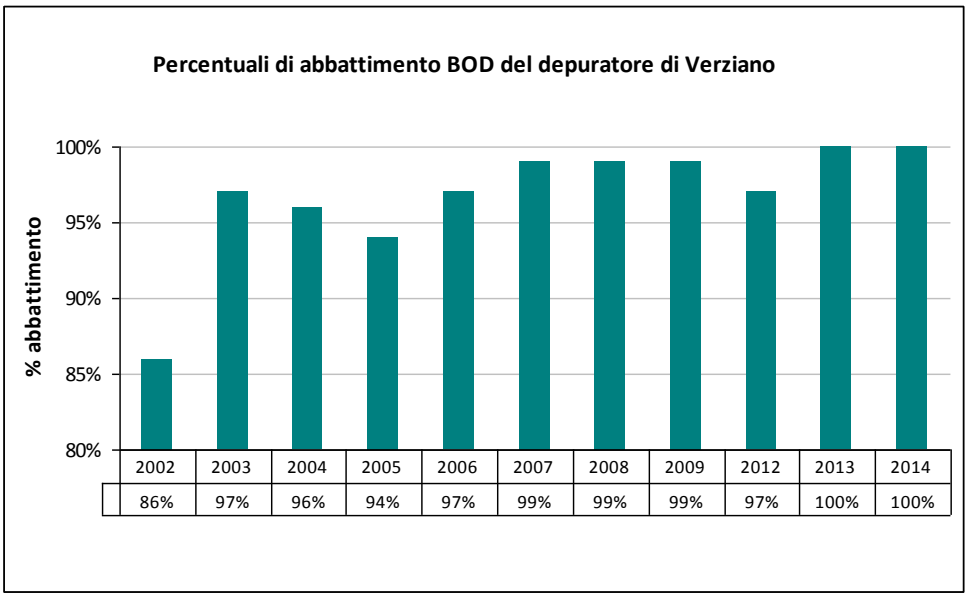


Figura 15: Percentuali di abbattimento di BOD ottenute dal depuratore di Verziano.

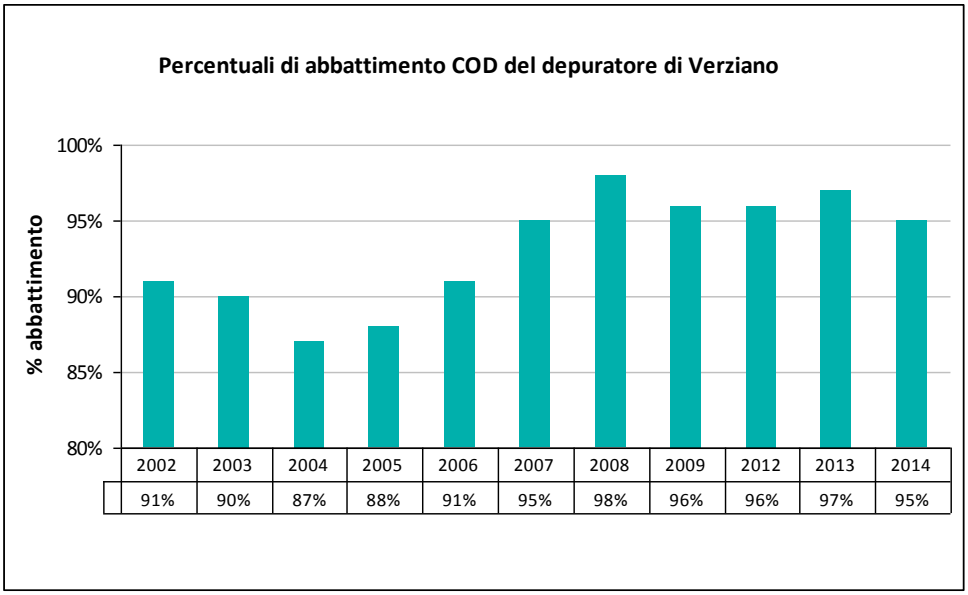


Figura 16: Percentuali di abbattimento di COD ottenute dal depuratore di Verziano.

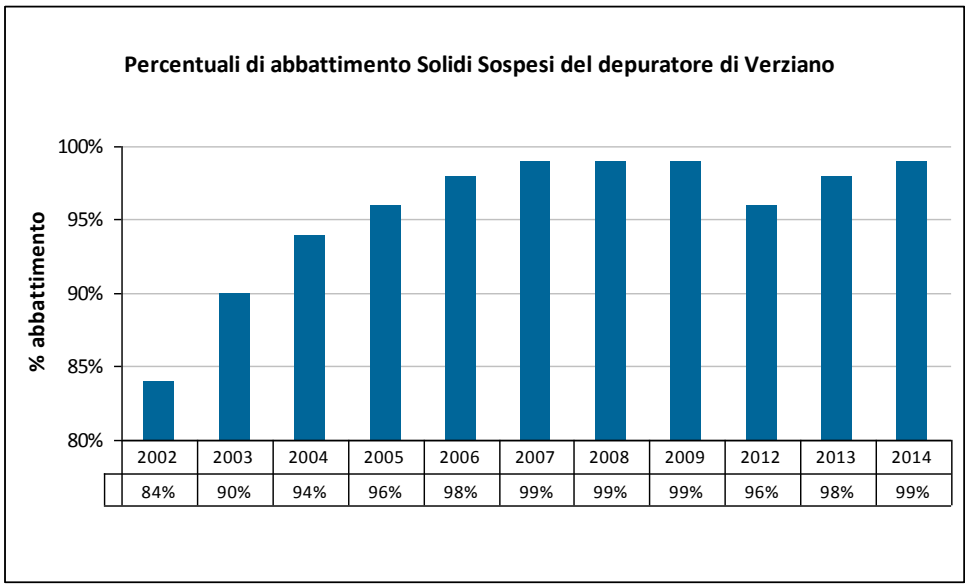


Figura 17: Percentuali di abbattimento di Solidi Sospesi ottenute dal depuratore di Verziano.

Come evidenziato dai grafici riportati in Figura 18, Figura 19, Figura 20 i valori dei parametri BOD, COD e Solidi Sospesi allo scarico dell'impianto di depurazione si mantengono ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa vigente (riportati in Tabella 5).

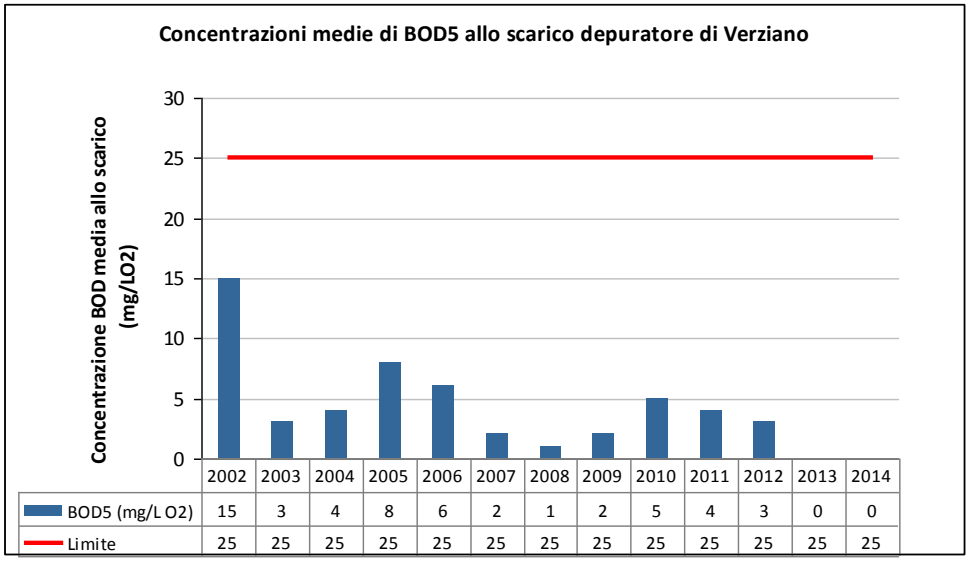


Figura 18: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di BOD e confronto con il valore limite previsto dal D.Lgs. 152/06..

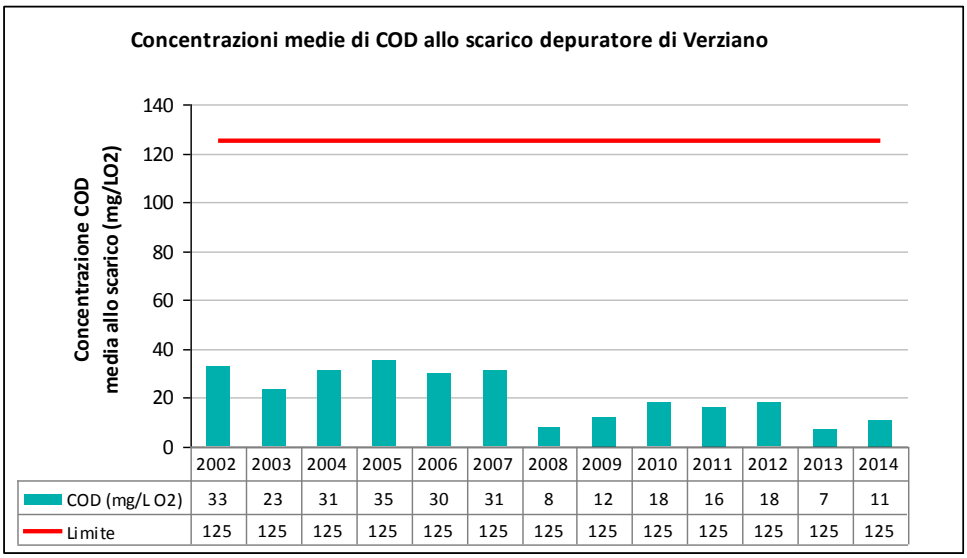


Figura 19: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di COD e confronto con valore limite previsto dalD.Lgs 152/06 .

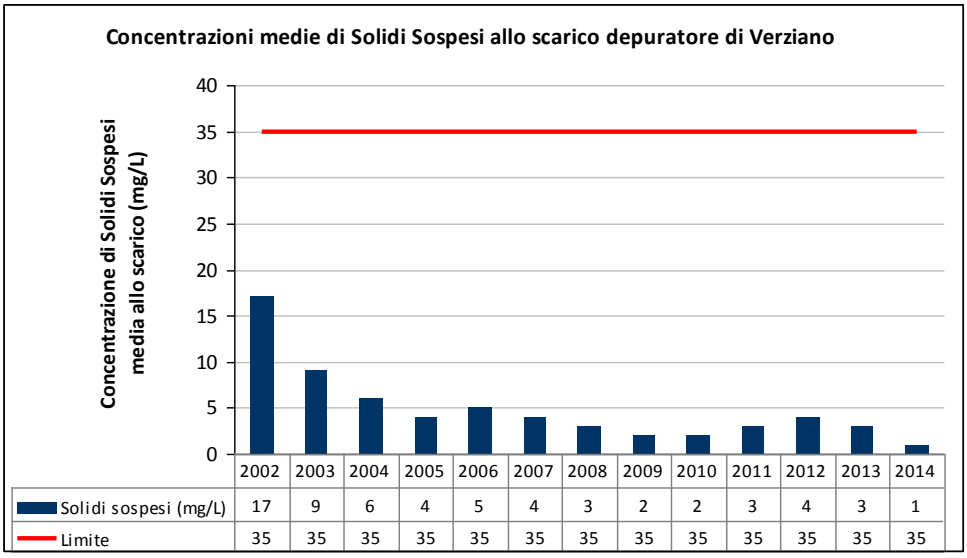


Figura 20: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di Solidi Sospesi e confronto con il valore limite previsto dal DLgs 152/06.

1.11 Conclusioni

I dati riportati nel presente capitolo permettono di considerare la maggior parte degli indicatori ambientali di interesse nella valutazione della qualità della matrice acqua. L'analisi sintetica degli andamenti degli indicatori considerati permette di formulare le seguenti considerazioni:

- Le acque del fiume Mella e del Torrente Garza sono caratterizzate da uno stato ecologico sufficiente e da uno stato chimico non buono. Mentre il Naviglio Grande Bresciano presenta uno stato ecologico e chimico buono;

- Si presume che gli interventi previsti di collettamento e depurazione degli scariche dei comuni a monte e nell'hinterland della città, consentiranno un miglioramento della qualità delle acque dei corsi idrici;

- La falda in modo schematico può essere considerata come composta da due acquiferi principali, sovrapposti e separati fra loro da livelli di bassa permeabilità, che permettono solo scambi ridotti e localizzati. L'acquifero superficiale, dotato di maggiore permeabilità e trasmissività, è fortemente vulnerabile alle contaminazioni, mentre l'acquifero più profondo è dotato di bassa permeabilità e produttività modesta, con vulnerabilità ridotta.

- La qualità delle acque sotterranee è oggetto di studio e monitoraggio da parte degli enti competenti, al fine di individuare e risolvere i casi di degrado riscontrati. Tra le principali situazioni di inquinamento delle acque sotterranee riscontrate sul territorio comunale vi è la contaminazione delle acque sotterranee nel Sito di Interesse Nazionale Brescia-Caffaro. Studi dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente hanno messo in luce la presenza di alcune sostanze direttamente riconducibili alla produzione delle ditte con sede nell'area oggetto di studio (PCB, tetracloruro di carbonio) e di altre sostanze imputabili anche ad altre fonti (cromo esavalente e solventi). I Risultati degli studi hanno evidenziato la diffusa presenza di: Metil-t-buil-etere (MTBE), TriMeltil-t-buil-etere, Cromo VI, tricloroetilene, tetracloroetilene, tricloroetano, tetracloruro di carbonio e la contaminazione di aree isolate dovuta alla presenza di: PCB, mercurio, CIS 1,2 Dicloroetilene, 1,1 Dicloroetilene.

- I prelievi idrici da sorgenti o da pozzi sono in diminuzione, soprattutto per gli usi civili e domestici, anche grazie alle politiche di contenimento dei consumi poste in essere sia dall'Amministrazione che dal gestore e così pure le "perdite di rete";

- Le acque destinate al consumo umano erogate tramite il civico acquedotto, risultano essere di buona qualità ed in quantità sufficiente. Il civico acquedotto stesso serve la quasi totalità della popolazione e risponde a standard in linea con quanto previsto da tutte le normative vigenti;

- La rete fognaria del Comune di Brescia è prevalentemente di tipo misto ma in caso di nuovi insediamenti o di interventi di riqualificazione è prevista la realizzazione di reti separate per le acque nere e per le acque bianche (meteoriche);

- Il 98% della popolazione comunale è allacciata alla fognatura di convogliamento al depuratore di Verziano;

- L'impianto di depurazione di Verziano, costruito nel 1980 e successivamente potenziato, è attualmente costituito da tre linee di trattamento ed è in grado di trattare fino a circa 90 milioni di litri d'acqua, per una popolazione di 250.000 abitanti equivalenti;

- Nel 2014 il depuratore di Verziano ha trattato una portata pari a circa 30.018 Migliaia di m^3.

L'amministrazione comunale con delibera del gennaio 2014 ha costituto l'Osservatorio "***Acqua Bene Comune***" con le seguenti finalità:

- Valutazione delle problematiche segnalate dai genitori degli alunni per quanto concerne l'alimentazione degli stessi durante la mensa;

- Analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore (A2A) e dall'ASL nell'ambito delle proprie competenze previste dalla norma;

- Elaborazione dei risultati di cui al punto precedente al fine di consentirne una lettura facilitata, anche attraverso la pubblicazione sulle pagine internet del Comune di Brescia;

- Acquisizione, sul complesso tema dell'alimentazione degli studenti, del parere di soggetti esperti sia dal punto di vista tossicologico che alimentare;

- Elaborazione di un documento finale, con cadenza almeno annuale, in merito all'attività svolta dall'Osservatorio; detto documento, che avrà finalità informative, dovrà essere predisposto con particolare attenzione alla facile comprensione; in particolare verrà messo a disposizione per l'attività didattica nelle scuole;

L'Osservatorio mantiene aggiornata la pagina WEB del sito del comune di Brescia "***Osservatorio Acqua Bene Comune***", nella quale sono riportati diversi documenti di interesse sul tema dell'acqua potabile ed in particolare sull'acqua distribuita dall'acquedotto comunale. Si consiglia la consultazione di detto sito per acquisire ulteriori elementi di interesse.

2 ARIA

2.1 Introduzione.

La qualità dell'ambiente nei centri urbani è fortemente condizionata dalla presenza di numerose fonti inquinati sia a livello locale che regionale e sovra-regionale.

L'inquinamento atmosferico risulta essere uno dei maggiori fattori di rischio ambientale e uno dei principali problemi di sanità pubblica all'interno delle aree urbane dei paesi industrializzati.

Nel mese di ottobre 2013 l'IARC) dell'Organizzazione mondiale della sanità ha annunciato di avere classificato l'inquinamento atmosferico come "cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 1). Gli esperti dello IARC hanno affermato, sulla base dei risultati emersi dalla più recente letteratura scientifica, che vi sono prove sufficienti che l'esposizione all'inquinamento dell'aria *outdoor* causi il tumore al polmone. Hanno inoltre evidenziato una correlazione con un incremento di rischio per il tumore alla vescica. Inoltre il particolato fine, che rappresenta uno dei principali componenti dell'inquinamento atmosferico esterno, è stato valutato separatamente ed è stato classificato come "cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 1). La valutazione dello IARC ha mostrato un incremento di rischio di tumore ai polmoni a livelli crescenti di esposizione al particolato e all'inquinamento atmosferico.

Le normative comunitarie e nazionali hanno introdotto un approccio integrato per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria definendo sia gli standard di qualità per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia le metodologie di misura e di valutazione della concentrazione dei vari inquinanti. La normativa inoltre fissa i criteri fondamentali per la gestione della qualità dell'aria, prescrivendo di attuare piani di risanamento laddove siano evidenziate delle criticità e piani di mantenimento dove i limiti siano rispettati.

Sulla base del Piano Regionale della Qualità dell'Aria in Lombardia, nel 2011 è stata aggiornata la zonizzazione del territorio regionale (D.G.R. 30.11.2011, n. 2605) ai sensi del D.lgs. 155/2010 e sono state individuate delle aree critiche aventi caratteristiche e livelli di inquinamento simili (come ad esempio: tipologia di sorgenti di emissione d'inquinanti, elevata presenza di infrastrutture, tipologia d'uso del territorio, ecc.). Il Comune di Brescia, unitamente a 19 comuni limitrofi, è stato inserito nell'agglomerato di Brescia essendo parte di un area caratterizzata da:

- Popolazione superiore a 250.000 abitanti;
- Elevata densità di emissioni di PM10 primario, NOX e COV;
- Situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- Alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico;

Il territorio del comune di Brescia è interessato da un elevato flusso auto-veicolare e dalla presenza di importanti vie di comunicazione stradale (autostrade: Milano – Venezia, Torino - Piacenza e tangenziali).

Brescia è una città altamente industrializzata, infatti nel territorio comunale sono presenti acciaierie, fonderie ed industrie per la lavorazione dei metalli e chimiche, nonché numerose industrie manifatturiere.

Nel Comune di Brescia vi sono centrali termoelettriche per la produzione di energia elettrica di proprietà di A2A e precisamente:

- Centrale di Lamarmora,
- Centrale Nord
- Termoutilizzatore.

Questi impianti producono energia elettrica e contemporaneamente forniscono calore alla seconda rete di teleriscaldamento italiana per volumetria allacciata (dati presi dal Rapporto "Il teleriscaldamento in Italia_2014" redatto a cura dell'Associazione Italiana Riscaldamento Urbano AIRU e da Legambiente).

La valle padana è caratterizzata da un regime meteo-climatico che non favorisce la dispersione degli inquinanti. Infatti le condizioni di stabilità atmosferica (calma di vento e inversione termica) sono frequenti.

In tale quadro si inserisce l'impegno costante dell'Amministrazione Comunale nell'affrontare e analizzare le problematiche relative all' inquinamento atmosferico. La definizione delle politiche a tutela della qualità dell'aria richiede, in via prioritaria, di conoscere le sorgenti emissive e le modalità di distribuzione delle sostanze inquinanti nel tempo e nello spazio. In particolare negli anni 1999, 2000 e 2001 il Comune di Brescia ha provveduto alla pubblicazione del Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria adempiendo a un

obbligo di legge (DM 12 aprile 1999) e offrendo alla città l'occasione di conoscere lo stato della qualità dell'aria.

Il Decreto Ministeriale n°60 del 2002 (articolo 39) ha modificato il Decreto ministeriale n°163 del 1999 e ha stabilito la sinergia tra le attività dei comuni e delle regioni. Il DM 60/2002 ha abrogato l'obbligo all'invio del rapporto annuale sulla qualità dell'aria per i comuni individuati nel D.M. 163/1999 e quindi anche per il Comune di Brescia.

Ciò nonostante dal 2004 l'Amministrazione Comunale con l'Università degli Studi di Brescia ha dato l'avvio a diversi studi modellistici al fine di valutare la diffusione in atmosfera degli inquinanti originati dalle sorgenti presenti sul territorio (traffico, industria, riscaldamento edifici). Scopo degli studi è stato anche quello di differenziare e quantificare il contributo all'inquinamento atmosferico delle diverse sorgenti emissive presenti sul territorio dell'area critica bresciana, al fine di supportare i decisori nella definizione di strategie di intervento mirate e ottimali. Si richiama in particolare lo "Studio di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi sul territorio bresciano_ aggiornamento ottobre 2011".

L' elevata densità di attività antropiche ed emissive in un ambiente con caratteristiche di dispersione atmosferica non pronunciate può generare variazioni significative della qualità dell'aria in ambito locale. Le maggiori criticità sono rilevabili nelle aree urbane, nei pressi delle reti stradali e dei poli industriali. Le conseguenze di un'alterazione della qualità dell'aria sono sia possibili rischi per la salute sia danni alla vegetazione ed agli ecosistemi.

2.2 Inquinamento atmosferico in ambito urbano.

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come "ogni modificazione della normale composizione chimica o dello stato fisico dell'aria dovuta alla presenza di una o più sostanze, in quantità e con caratteristiche tali da alterare la salubrità e da costituire pericolo per la salute pubblica..." (D.P.R. 203/88). Tra le principali fonti d'inquinamento atmosferico nei centri urbani vi sono: il traffico veicolare, le emissioni degli impianti industriali e le emissioni derivanti dal riscaldamento degli insediamenti civili. L'inquinamento prodotto dal traffico autoveicolare interessa tutto il territorio comunale per effetto della capillare rete viaria costituita dalle strade comunali, provinciali, dalle tangenziali e dalle autostrade.

I principali inquinanti primari (direttamente immessi in atmosfera) sono il monossido di carbonio (CO), il monossido di azoto (NO), i composti organici volatili (COV), gli ossidi di zolfo (SO2, SO3) ed il particolato (Polveri Totali Sospese, PM10, PM2,5).

L'esposizione e l'assorbimento degli inquinanti non dipende solo dalla quantità di inquinanti presenti in atmosfera, ma anche dalla durata dell'esposizione, dall'interazione con altri inquinanti, dalla solubilità, dalla reattività dei composti e dalla meteorologia.

Gli effetti dannosi dell'inquinamento dell'aria si manifestano su scale territoriali diverse.

- A **scala locale** l'inquinamento è direttamente collegato alle ricadute locali delle attività antropiche presenti nella zona interessata (autoveicoli, attività industriali, ecc.) con effetti negativi sia sulla salute della popolazione che sulla qualità della vita.

- A **scala regionale** l'inquinamento atmosferico interessa ampie zone di territorio ed è condizionato dai fenomeni di trasporto meteorologico degli inquinanti (piogge acide, reazioni fotochimiche).

- Infine a **scala globale** l'inquinamento dell'aria è collegato alle alterazioni climatiche e alla riduzione dello strato di ozono stratosferico che svolge un ruolo fondamentale nell'attenuazione della radiazione UV dannosa per la biosfera.

In Tabella 6 sono evidenziati i singoli inquinanti e le possibili ripercussioni su diverse scale territoriali.

Scala	Effetti	Polveri Totali Sospese PTS	Monossido di Carbonio CO	Biossido di Zolfo SO_2	Ossidi di Azoto NO_x	Metano CH_4	Biossido di Carbonio CO_2	Protossido di Azoto N_2O
Locale	Salute e Qualità dell'aria	SI	SI	SI	SI			
Regionale	Piogge acide			SI	SI			
Regionale	Smog Fotochimico	SI			SI	SI		
Globale	Effetto serra indiretto		SI		SI	SI		
Globale	Effetto serra Diretto					SI	SI	SI
Globale	Riduzione ozono stratosferico							SI

Tabella 6: Scala territoriale alla quale di registrano gli effetti degli inquinanti.

Il controllo e monitoraggio degli inquinanti atmosferici effettuato nel territorio del Comune di Brescia interessa prevalentemente gli inquinanti che agiscono su scala locale.

2.3 Inquadramento normativo.

Nel mese di agosto 2010 è stato approvato il nuovo testo unico per la qualità dell'aria, **D.lgs. n. 155 del 13/08/2010,** che ha fissato i valori limite di concentrazione per i diversi inquinanti presenti in atmosfera, riportati nelle tabelle seguenti.

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, **10** mg/m^3	Max. media giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO_2)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, **200** µg/m^3	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme **400** µg/m^3	1 ora (Rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII
Biossido di Zolfo (SO_2)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, **350** µg/m^3	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, **125** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme **500** µg/m^3	1 ora (Rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII
Particolato Fine (PM_{10})	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, **50** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine ($PM_{2.5}$) FASE I	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015, **25** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine ($PM_{2.5}$) FASE II	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020, valore indicativo **20** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI

Tabella 7: Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana D.Lgs 155 del 18/8/2010.

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Ozono (O_3)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni, **120** $\mu g/m^3$	Max. media 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Soglia di informazione, **180** $\mu g/m^3$	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XII
	Soglia di allarme, **240** $\mu g/m^3$	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, nell'arco di un anno civile.	Max. media 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) come media su 5 anni: **18.000** ($\mu g/m^3$ /h)	Da maggio a luglio	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari): **6.000** ($\mu g/m^3$ /h)	Da maggio a luglio	D.L. 155/2010 Allegato VII
Benzene (C_6H_6)	Valore limite protezione salute umana, 5 $\mu g/m^3$	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Benzo(a)pirene ($C_{20}H_{12}$)	Valore obiettivo, **1** ng/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XIII
Piombo (Pb)	Valore limite, **0,5** $\mu g/m^3$	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Arsenico (Ar)	Valore obiettivo, **6,0** ng/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XIII
Cadmio (Cd)	Valore obiettivo, **5,0** ng/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XIII
Nichel (Ni)	Valore obiettivo, **20,0** ng/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XIII

Tabella 8: Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana D.Lgs 155 del 18/8/2010.

Inquinante	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre – 31 marzo)	Legislazione
Biossido di Zolfo (SO_2)	**20** $\mu g/m^3$	**20** $\mu g/m^3$	D.L. 155/2010 Allegato XI
Ossidi di Azoto (NO_x)	**30** $\mu g/m^3$	----------	D.L. 155/2010 Allegato XI

Tabella 9: Livelli critici degli inquinanti atmosferici per la protezione vegetazione D.Lgs 155 del 18/8/2010.

2.4 Analisi della meteorologia.

I fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono regolati dalle condizioni meteorologiche. I principali fattori che influenzano la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera sono:

- La tipologia della sorgente: puntiforme (camini), lineare (strada), diffusa;
- L'altezza di emissione: camini (da pochi metri a decine di metri), strade (quota terreno);
- La temperatura atmosferica che regola i fenomeni di dispersione verticale;
- L'umidità relativa (rapporto, espresso come %, tra la quantità di vapore contenuto in una massa d'aria e la quantità massima di vapore che può essere contenuto nelle stesse condizioni di temperatura e pressione) che regola le reazioni chimiche e il fenomeno della deposizione umida;
- L'irraggiamento solare che determina l'instabilità atmosferica e regola alcune reazioni chimiche secondarie;
- Le precipitazioni che causano il processo di dilavamento dell'atmosfera.
- La direzione e la velocità del vento che determinano la diffusione meccanica degli inquinanti nell'atmosfera.

Per l'analisi della meteorologia e del clima del territorio comunale sono stati utilizzati i dati relativi all'anno 2013, provenienti dalle stazioni meteorologiche, di proprietà della società A2A, situate a Mompiano e a Verziano. Alcuni dati orari relativi al mese di dicembre 2013 non sono disponibili.

Le stazioni meteorologiche di Mompiano si trova nella parte settentrionale montuosa del territorio comunale mentre la stazione meteorologica di Verziano è situata nella parte meridionale pianeggiante del territorio comunale. Tra i dati meteorologici a disposizione sono stati elaborati i valori: della direzione e velocità del vento, della temperatura, della radiazione, delle precipitazioni, dell'umidità relativa e dell'altezza dello strato di rimescolamento.

2.4.1 Vento

La postazione meteorologica situata a Verziano, di proprietà della società A2A, da agosto 2011 è dotata di un anemometro sonico in grado di fornire le rose dei venti a diverse quote: 12m, 50m, 90m, 150m, 190m, 250m. Negli anni precedenti tale strumento era posizionato presso la stazione meteorologica di Mompiano.

Profilo verticale del vento

Sono state generate le rose dei venti a sei quote diverse (12, 50, 90, 150, 190, 250 m), di seguito riportate in Figura 21 per ottenere informazioni sulla struttura verticale del vento. Dall'analisi delle rose dei venti emerge che in prossimità del suolo (12 m) il vento proviene principalmente da Est, ma sono significativi anche i contributi dei venti con provenienza da altre direzioni. Salendo di quota scompaiono i venti con provenienza da Nord e Sud e si intensificano i venti con la direzione di provenienza tipica della Pianura Padana ovvero lungo la direttrice Est-Ovest.

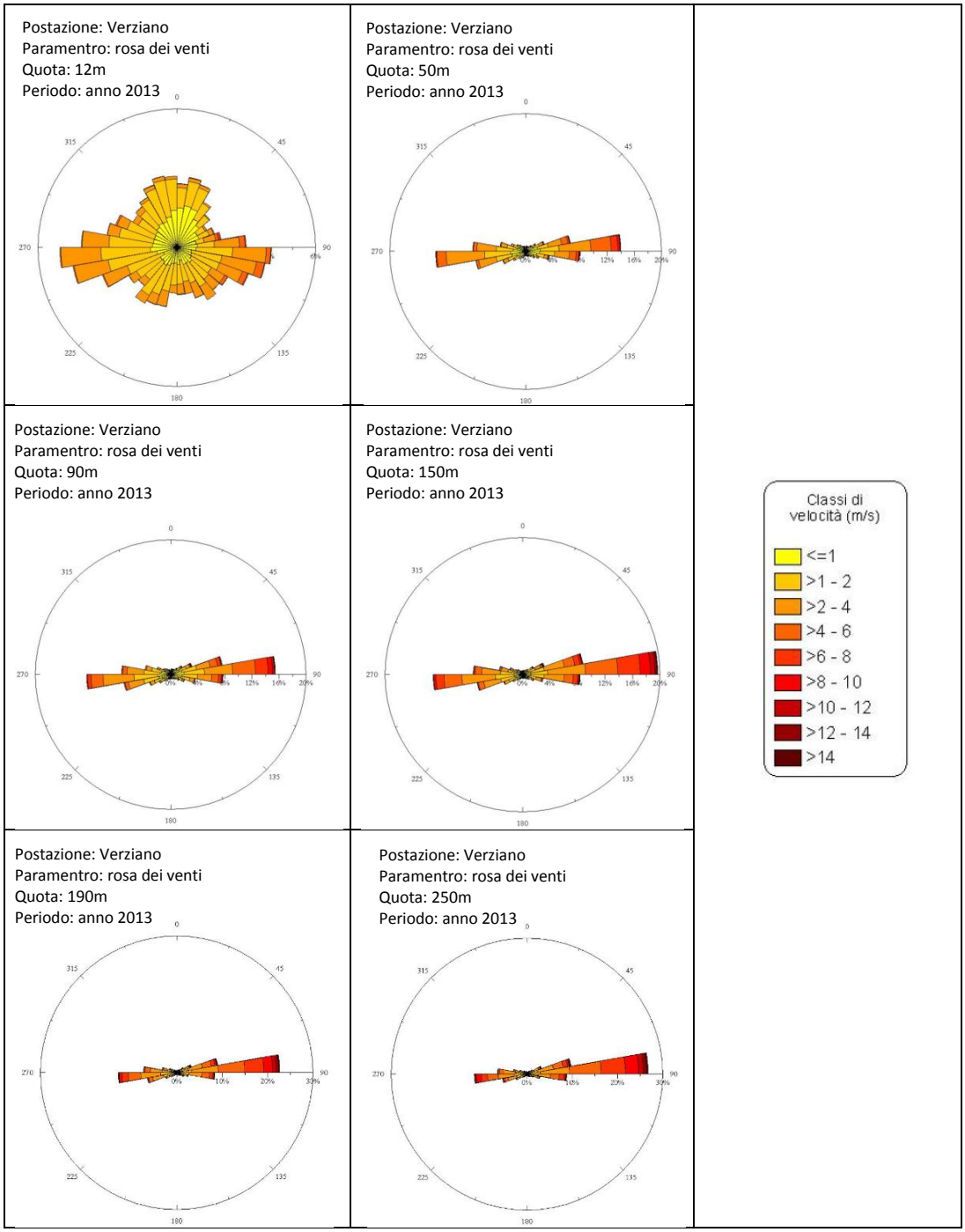


Figura 21: Rose dei venti (alle quote: 13m, 50m, 90m, 150m, 190m, 250m) nella stazione meteorologica di Verziano, anno di riferimento 2013.

Presso la stazione meteorologica di Mompiano invece si avverte l'influenza dei venti aventi componenti settentrionali che si originano dalla vicinanza delle montagne; infatti il vento in una valle o all'uscita di essa tende ad essere parallelo al suo asse, con provenienza da monte di notte e da valle di giorno (vento

catabico). Tale andamento emerge dalla rosa dei venti ottenuta elaborando i dati relativi al 2013 (misurati alla quota di 13 m) riportata in Figura 22.

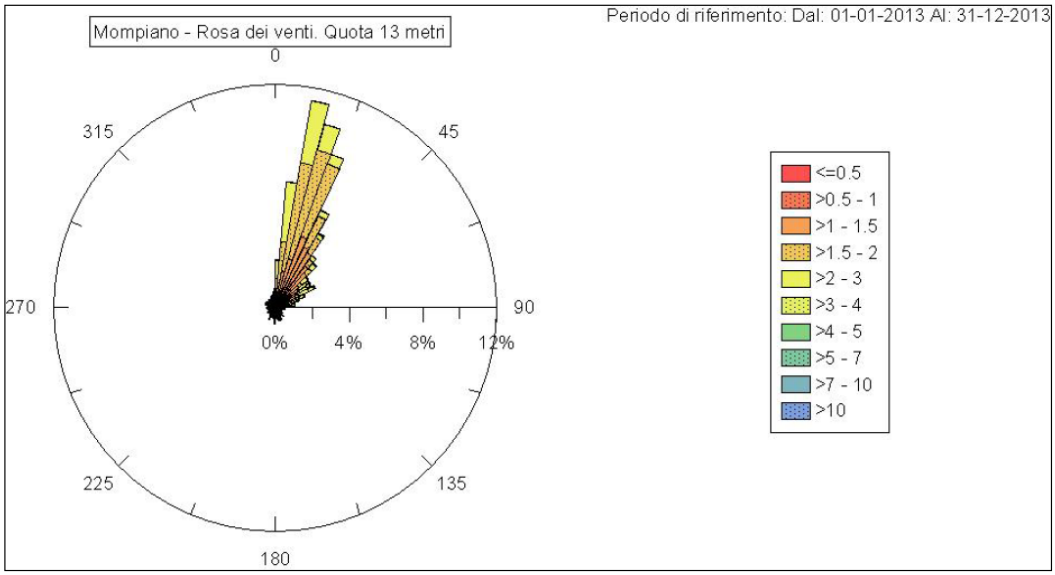


Figura 22: Rosa dei venti alle quota di 13m nella stazione meteorologica di Mompiano, anno di riferimento 2013.

Presso la stazione meteorologica di Mompiano la velocità media mensile del vento in prossimità del suolo è stata sempre inferiore a 2 metri al secondo nel corso di tutto il 2013, come evidenziato nel grafico in 23.

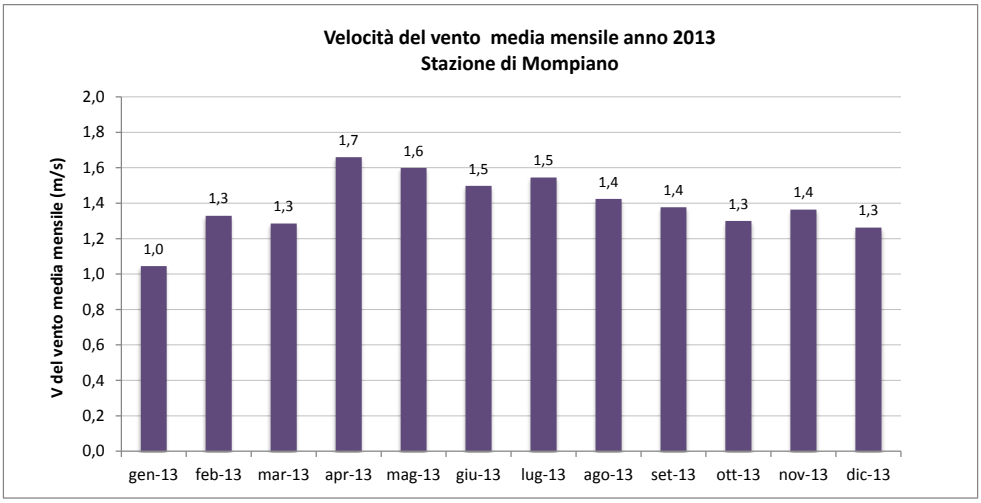


Figura 23: Andamento della velocità del vento media mensile registrata nella stazione meteorologica di Mompiano nel corso del 2013, alla quota di 13 metri.

Le percentuali di calme di vento al suolo (v < 1 m/s) sono superiori al 34% mentre le ore nelle quali è stato registrato un vento medio con intensità superiore a 5 m/s rappresentano solo lo 0,4% dei dati annuali.

2.4.2 Temperatura

L'andamento della temperatura media mensile, rilevata dalla stazione meteorologica di Mompiano nel 2013 è presentato nella Figura 24. La temperatura media mensile massima è stata di 25,5C° (luglio 2013) mentre per il valore minimo la temperatura media mensile è stata di 3,6C° (febbraio 2013). In Figura 25 viene riportato l'andamento dei valori di massimi, minimi e medi della temperatura giornaliera nel corso di tutto il 2013.

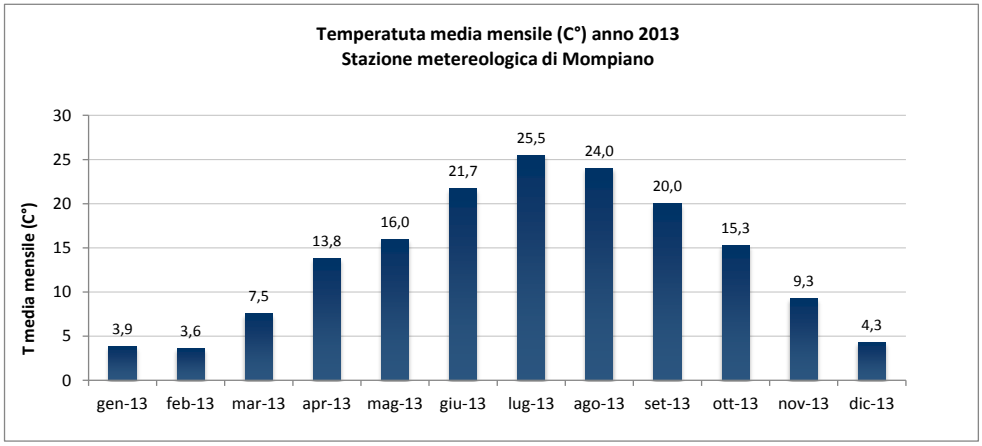


Figura 24: Andamento della temperatura media mensile registrata nella stazione meteorologica di Mompiano nel corso del 2013.

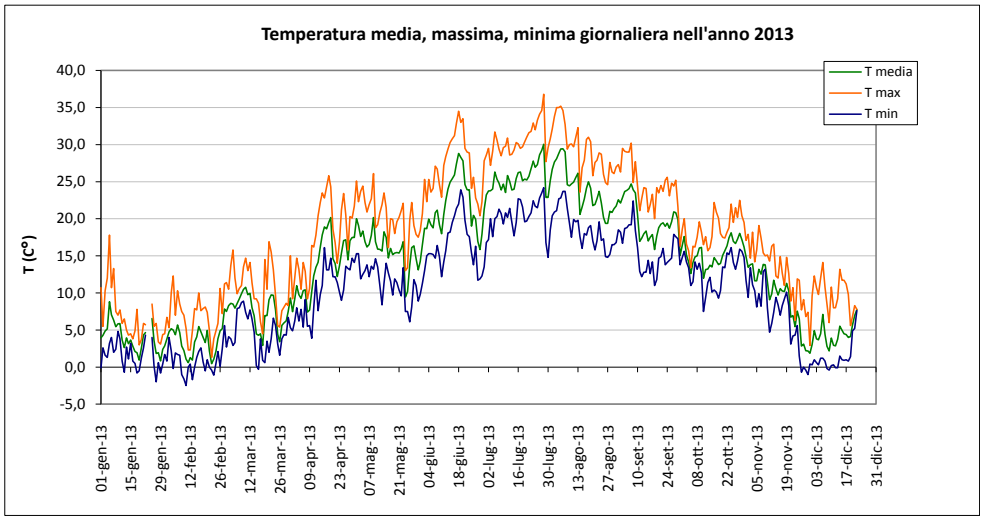


Figura 25: Andamento dei valori della temperatura media, massima, minima giornaliera nell'anno 2013 rilevati nella stazione meteorologica di Mompiano. Nel mese didicembre alcuni dati orari non sono disponibili.

2.4.3 Precipitazioni, pressione e umidità relativa.

Nel corso del 2009 sono caduti 1012 mm di pioggia. I mesi più piovosi sono stati maggio (187 mm), marzo (156 mm). In Figura 26 è riportato il valore delle precipitazioni totali per ciascun mese dell'anno 2013. In Figura 27 e in Figura 28 sono riportati l'andamento giornaliero delle precipitazioni e il valore della pressione atmosferica nel periodo di interesse. In Figura 29 è riportato l'andamento del valore dell'umidità relativa media mensile per tutti i mesi del 2013.

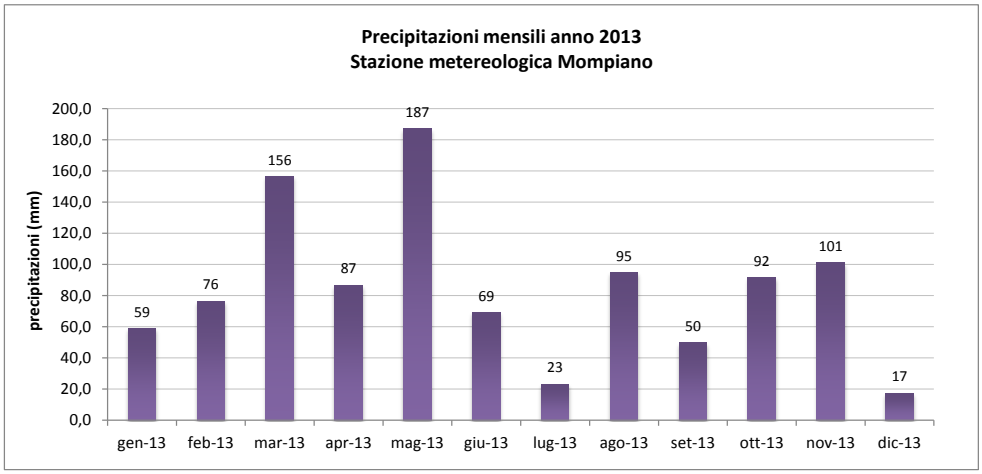


Figura 26: Precipitazioni mensili nell'anno 2013 rilevate nella stazione meteorologica di Mompiano.

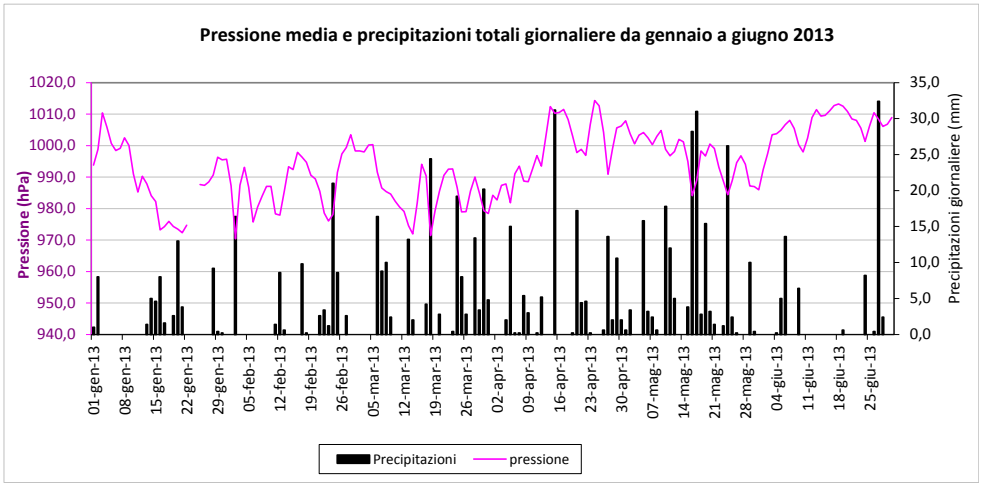


Figura 27: Andamento della pressione media e delle precipitazioni giornaliere da gennaio a giugno 2013.

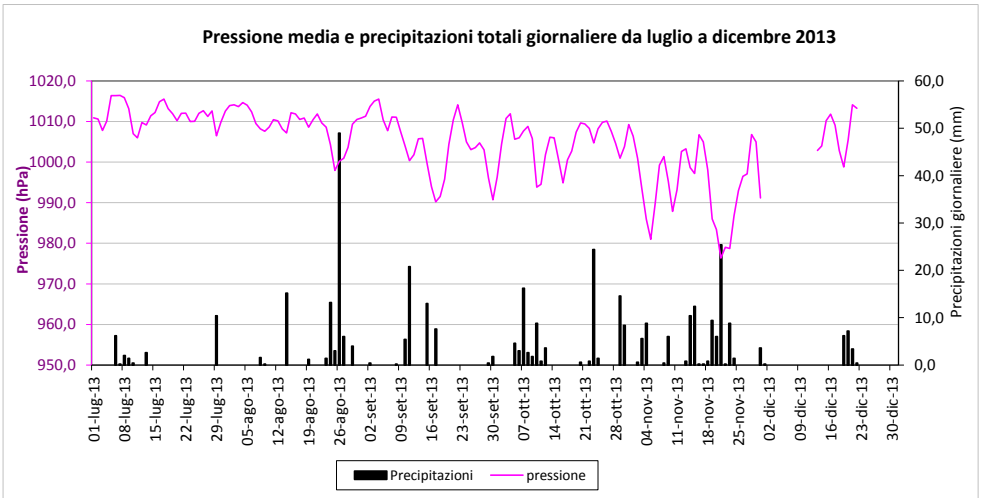


Figura 28: Andamento della pressione media e delle precipitazioni giornaliere da luglio a dicembre 2013.

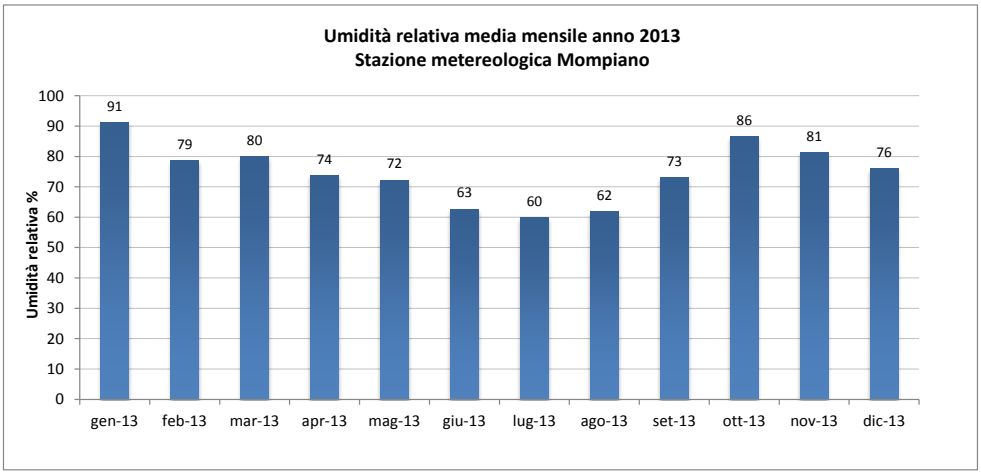


Figura 29: Andamento dell'umidità relativa media per ciascun mese del 2013. Dati della stazione meteorologica di Mompiano.

2.4.4 Radiazione solare Globale e Netta

La radiazione solare globale, espressa in W/m^2, è la somma della radiazione diretta proveniente dal sole e della radiazione diffusa dall'atmosfera verso il suolo. La sua intensità dipende dalla stagione, dalla nuvolosità e dalla posizione del sole sull'orizzonte rispetto al punto d'osservazione.

La radiazione solare netta, sempre espressa in W/m^2, è data dalla differenza tra la radiazione solare globale e quella proveniente dal terreno (la frazione di radiazione riflessa e la frazione riemessa dopo essere stata assorbita dal suolo).

Presso la stazione di Mompiano vengono misurate sia la radiazione globale che la radiazione netta. In Figura 30 e in Figura 31 sono mostrati gli andamenti giornalieri medi della radiazione, relativi al mese di febbraio 2013 e luglio 2013; i valori più elevati si registrano nel giorno tipo di luglio 2009 nelle ore di massima insolazione oltre 800 W/m^2 per la radiazione globale e oltre 550 W/m^2 per la radiazione netta. Gli andamenti medi giornalieri della radiazione netta evidenziano che l'atmosfera risulta essere maggiormente incline all'instabilità diurna (valori positivi) ed alla stabilità notturna (valori negativi). In Figura 32 è invece riportato il valore medio mensile sia per la radiazione solare globale che per la radiazione netta.

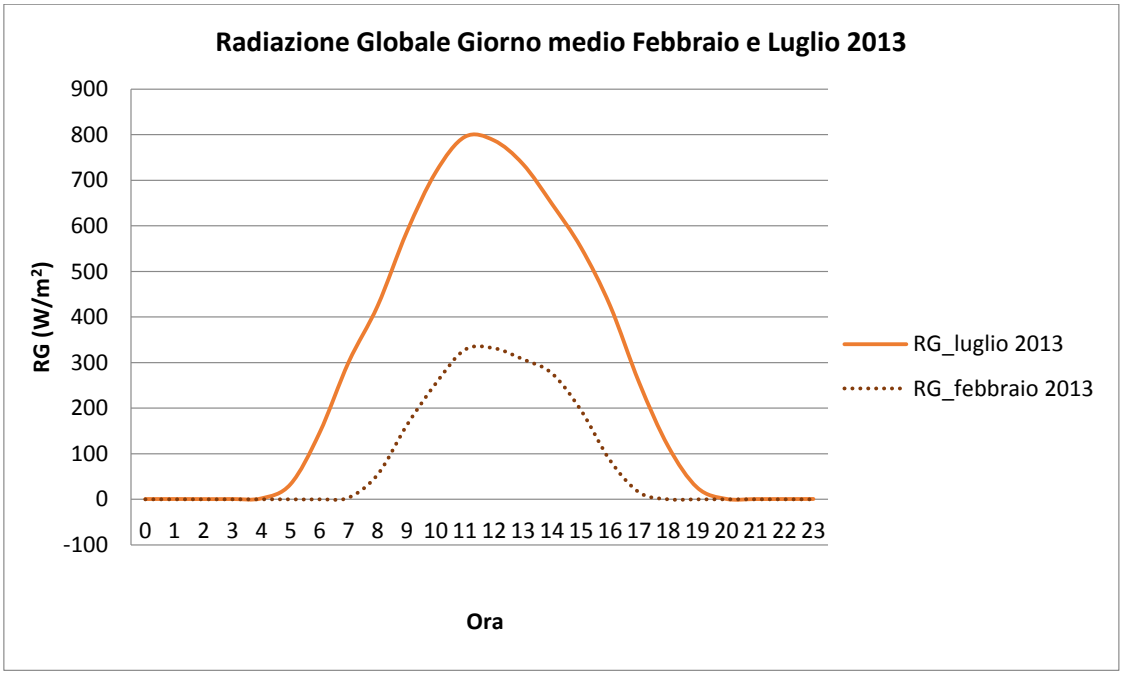


Figura 30:Andamento giornaliero medio della radiazione globale (RG) nei mesi di luglio e febbraio 2009. Dati della Stazione meteorologica di Mompiano.

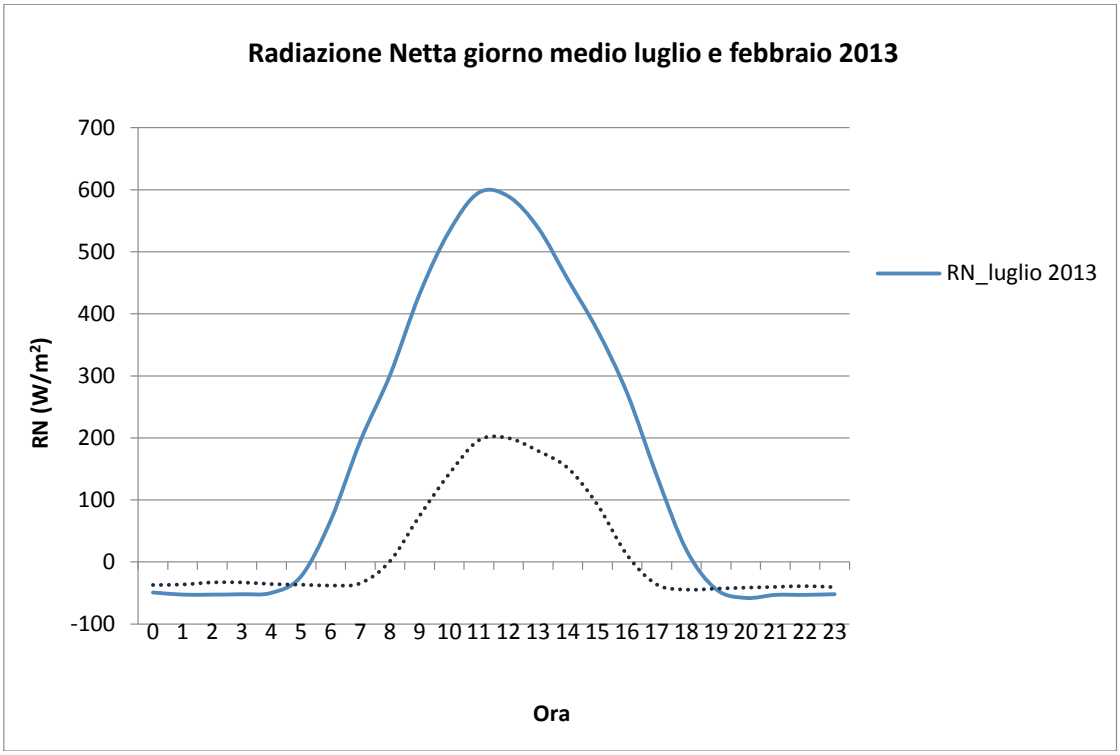


Figura 31:Andamento giornaliero medio della radiazione netta (RN) nei mesi di luglio e febbraio 2009. Dati della stazione meteorologica di Mompiano.

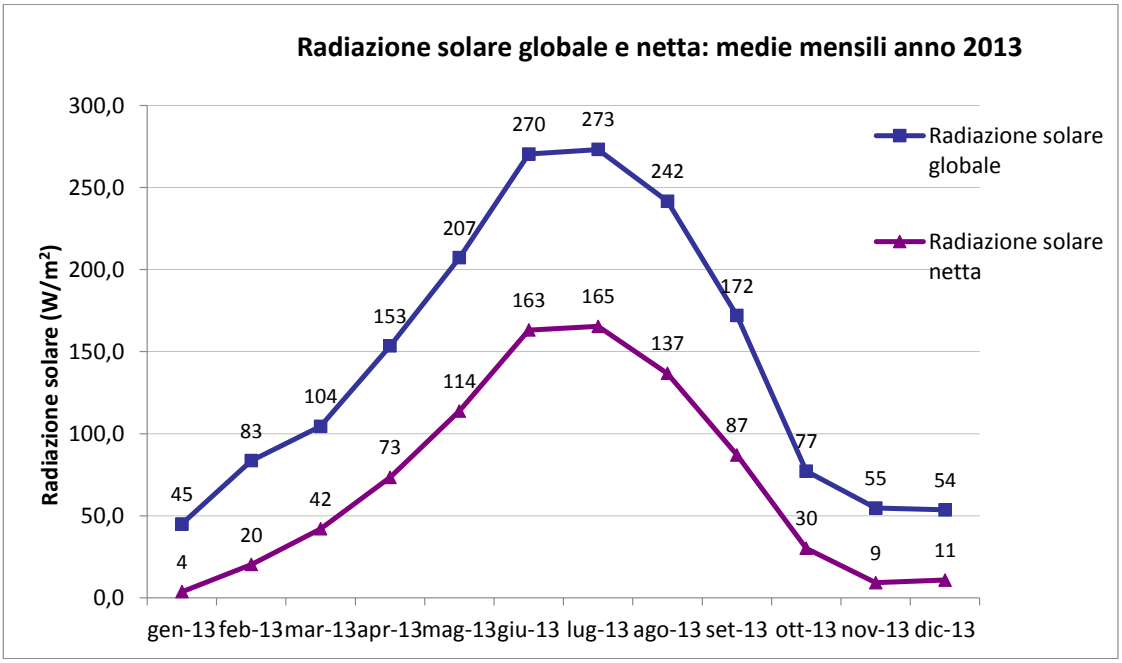


Figura 32: Andamento dei valori medi mensili della radiazione globale e netta nel 2013. Dati della stazione meteorologica di Mompiano.

2.4.5 Altezza dello strato di rimescolamento

Lo Strato Limite Planetario (PBL Planetary Boundary Layer) è la parte di atmosfera direttamente influenzata dalla presenza della superficie terrestre. L'interazione tra l'atmosfera e la superficie terrestre può avvenire attraverso diversi meccanismi tra i quali l'attrito meccanico, l'evaporazione e la traspirazione, il trasferimento di calore, le variazioni della circolazione atmosferica indotte dalla conformazione del terreno. In Figura 33 è riportato schema degli strati che costituiscono l'atmosfera di un'area urbana.

Figura 33: Schema degli strati ("layers") che costituiscono l'atmosfera urbana (urban boundary layer), sovrapposto ad una veduta panoramica di Milano (immagine tratta dal sito del Centro Meteorologico Lombardo http://www.centrometeolombardo.com , immagine di sfondo tratta da www.orizzontintorno.com).

L'altezza di rimescolamento può essere definita come l'altezza dello strato adiacente alla superficie, all'interno del quale un composto se emesso viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva, in un tempo pari a un'ora circa. L'altezza dello strato di rimescolamento varia in funzione delle condizioni meteorologiche (quantità di luce solare e intensità del vento) e delle caratteristiche del suolo e influenza direttamente la concentrazione degli inquinanti immessi vicino alla superficie. L'altezza dello strato di rimescolamento presenta un caratteristico ciclo diurno e stagionale. Il grafico in Figura 34 evidenzia la variazione giornaliera dell'altezza dello strato di rimescolamento di un giorno tipo (valori medi) del mese di luglio e del mese di febbraio 2013; dal grafico si nota che l'altezza dello strato di rimescolamento aumenta dal sorgere del sole fino alle ore 14 – 15, ossia nelle ore caratterizzate da intenso irraggiamento, estendendosi sino a una quota pari ai 2,1 km. A partire dal tramonto l'altezza di rimescolamento diminuisce rapidamente con il raggiungimento della altezza di circa 500m. Nel periodo estivo, le alte temperature diurne e il maggior irraggiamento solare favoriscono l'aumento dell'altezza dello strato di rimescolamento. Pertanto nel periodo estivo, in condizioni di tempo stabile, si verifica una maggiore diluizione degli inquinanti rispetto alle altre stagioni dell'anno. Questo fenomeno è evidenziato nei grafici in Figura 35 e in Figura 36 che riportano il confronto tra il valore della concentrazione media giornaliera di PM10 misurata al suolo nelle centraline del Broletto e del Villaggio Sereno e l'andamento

dell'altezza dello strato di rimescolamento. Nel periodo estivo l'altezza dello strato di rimescolamento è maggiore e questo corrisponde alla riduzione della concentrazione di PM10 al suolo, viceversa in inverno l'altezza dello strato di rimescolamento si riduce determinando l'accumulo degli inquinanti e il conseguente aumento delle concentrazioni di PM10.

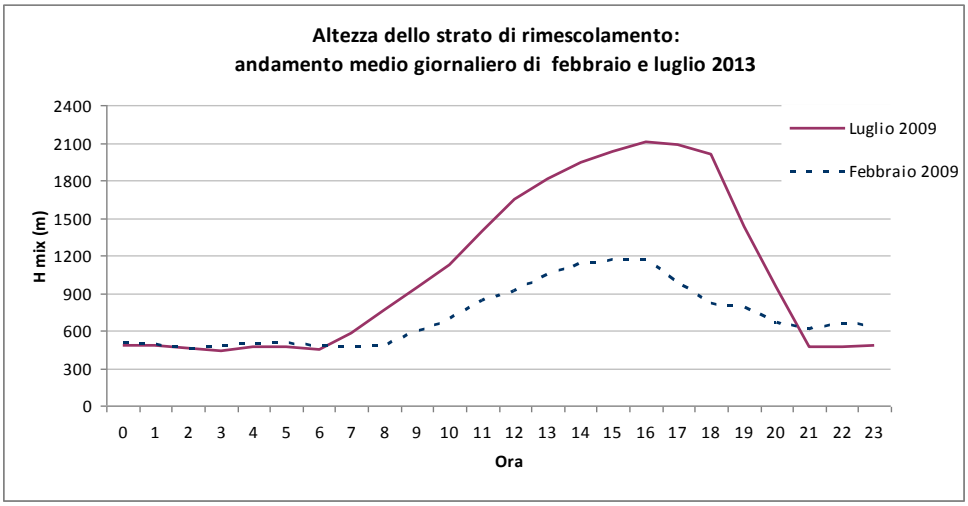


Figura 34:Andamento giornaliero del valore medio dell'altezza dello strato di rimescolamento nei mesi di luglio e febbraio 2013.

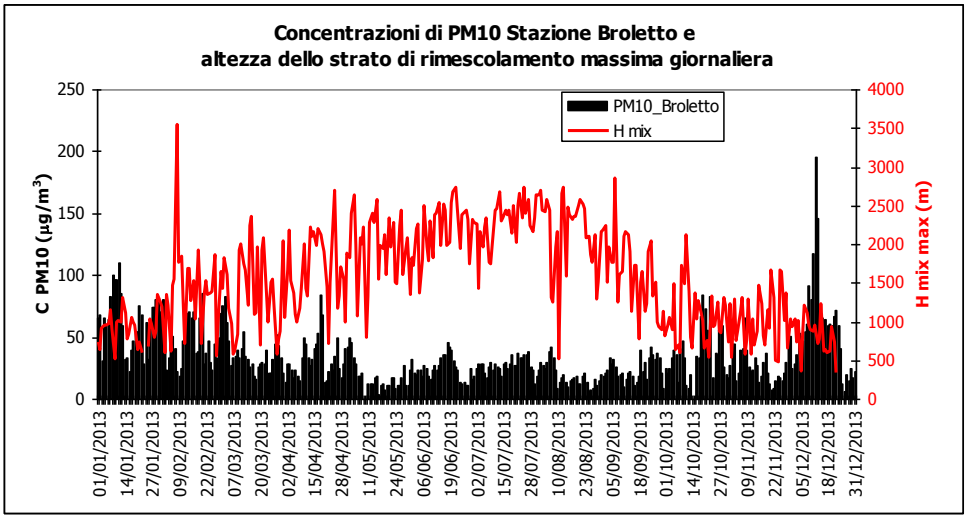


Figura 35:Valore massimo giornaliero dell'altezza dello strato di rimescolamento e concentrazioni media giornaliera di PM10 nella centralina del Broletto, anno 2013.

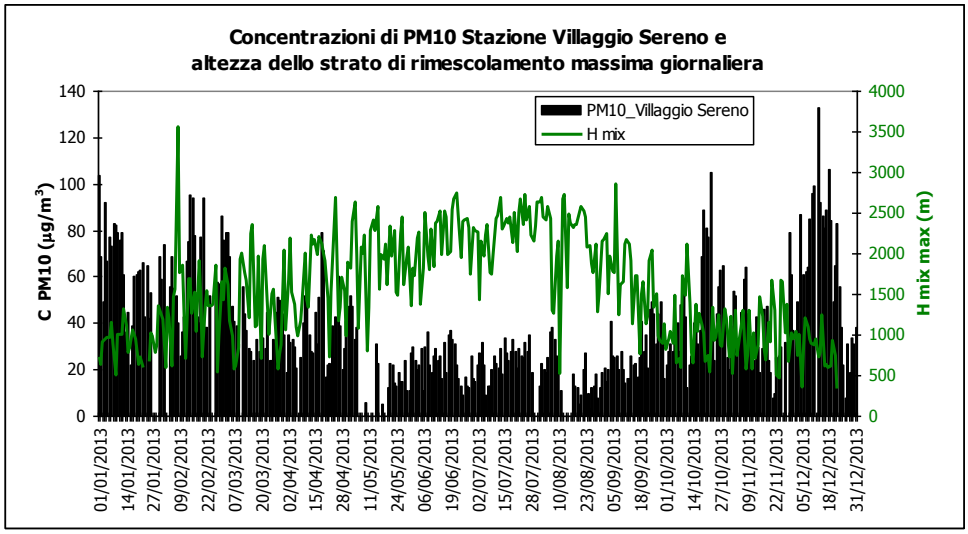


Figura 36: Valore massimo giornaliero dell'altezza dello strato di rimescolamento e concentrazioni media giornaliera di PM10 nella centralina del Villaggio Sereno, anno 2013.

2.5 Rete di monitoraggio.

La rete di rilevamento della qualità dell'aria nel territorio del comune di Brescia attualmente è composta da 4 centraline fisse. Fino al 31 dicembre 2001 la rete di rilevamento è stata di proprietà ed è stata gestita dalla Provincia di Brescia; dal 1 gennaio 2002 la proprietà e la gestione delle centraline sono state affidate all' Agenzia Regionale per l'Ambiente (ARPA). Tutti i dati relativi alla rete di monitoraggio e alle concentrazioni di inquinanti misurate sono stati forniti dall' Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Regione Lombardia. La Tabella 10 riporta la localizzazione e la tipologia di destinazione urbana delle stazioni fisse dislocate sul territorio comunale.

Nome stazione	Rete	Tipo di zona	Tipo di stazione	Localizzazione stazione		Quota s.l.m. (m)
		Decisione 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE	Distanza strada (m)	Distanza semaforo (m)	
Broletto	PUB	Urbana	Traffico	8	30	150
Via Turati	PUB	Urbana	Traffico	2,5	200	150
Via Ziziola	PUB	Urbana	Industriale	5	30 (da passaggio a livello)	125
Vill. Sereno	PUB	Urbana	Fondo	2,5	500	122

Tabella 10: Stazioni di misura fisse dislocate nel territorio del comune di Brescia anno 2013. PUB=pubblica.

La stazione del Villaggio Sereno è stata attivata nel 2006. Di Seguito vengono riportate le classificazioni delle centraline in base alla normativa vigente:

Classificazione delle stazioni in base al D.lgs. 155/2010:

- **Traffico:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico media alta;
- **Industriale**: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone limitrofe;
- **Fondo:** stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, …) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

In base al contesto ambientale nel quale è inserita la centralina (urbano, rurale, industriale) è necessario rilevare diversi tipi di inquinanti, per questo motivo le stazioni non sono tutte dotate della stessa strumentazione analitica. In Tabella 11 vengono riportati gli inquinanti rilevati per ciascuna centralina posizionata nel territorio comunale.

Nome stazione	SO2	PM10	PM2,5	NO2	CO	O3	C6H6	BaP	Metalli
Broletto		X	X	X	X				
Via Turati				X	X				
Via Ziziola				X	X	X	X		
Villaggio Sereno	X	X	X	X		X		X	X

Tabella 11: Inquinanti misurati.

In Tabella 12 è riportato il rendimento strumentale relativo all'anno 2013, ovvero è la percentuale di dati validati rispetto al totale teorico, degli analizzatori delle centraline.

Nome stazione	SO2	PM10	PM2,5	NO2	CO	O3	C6H6	BaP	Metalli
Broletto		99	34 (a)	99	96				
Via Turati				94	97				
Via Ziziola				97	97	99			
Villaggio Sereno	91	91	85	91		89	88	27 (b)	22

(a) strumento installato nel mese di agosto 2013
(b) copertura del 33% al momento non raggiunta. In attesa di ulteriori analisi sui campioni raccolti.

Tabella 12: Rendimento percentuale annuale degli analizzatori – anno 2013.

2.6 Quadro emissivo.

Nel territorio comunale si svolgono numerose attività che determinano emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera quali ad esempio: attività industriali, trasporto su strada, riscaldamento degli edifici. Per effettuare una stima delle emissioni che avvengono nel territorio comunale e della loro suddivisione tra i principali settori di attività ci siamo avvalsi dell'Inventario delle emissioni della Regione Lombardia (INEMAR - INventario EMissioni ARia) anno 2010. Al proposito si fa presente che sono già disponibili i dati INEMAR relativi all'anno 2012, ma questi dati sono in fase di revisione pubblica che può determinare variazioni significative degli stessi. Per questo motivo nel presente documento si è fatto riferimento ai dati consolidati del 2010

2.6.1 Inventario delle emissioni INEMAR

Nell'inventario delle emissioni della Regione Lombardia viene utilizzata la classificazione definita nell'ambito del progetto CORINAIR nella sua ultima versione denominata SNAP 97 (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution – anno 1997) che suddivide le attività rilevanti per la valutazione delle emissioni in atmosfera in 11 "macrosettori":

1. Produzione energia e trasformazione combustibili
2. Combustione non industriale
3. Combustione nell'industria
4. Processi produttivi
5. Estrazione e distribuzione combustibili
6. Uso di solventi

7. Trasporto su strada
8. Altre sorgenti mobili e macchinari
9. Trattamento e smaltimento rifiuti
10. Agricoltura
11. Altre sorgenti e assorbimenti

Ciascun macrosettore è articolato in alcune centinaia di "attività". Nell'inventario delle emissioni le sorgenti possono quindi essere distinte nelle seguenti tipologie:

- "diffuse" le cui emissioni vengono stimate attraverso l'uso di opportuni indicatori e fattori di emissione;
- "puntuali" che corrispondono a fonti di inquinamento localizzabili geograficamente le cui emissioni vengono stimate elaborando i dati misurati o da dati raccolti tramite un apposito censimento;
- "lineari", ad esempio le strade, le cui emissioni vengono stimate attraverso l'uso di opportuni indicatori e fattori di emissione applicando metodologie specifiche.

Nel settore industriale le sorgenti possono essere sia di tipo puntiforme (camini, sfiati) che diffuso (ad esempio le emissioni provenienti da stoccaggi, trasferimenti e manipolazioni di materiali, o da evaporazioni lungo le linee di processo). In valutazioni di media scala territoriale le emissioni diffuse possono essere assimilate ad emissioni puntiformi attive al livello del suolo.

La stima delle emissioni viene effettuata attraverso un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente e un fattore di emissione. Il fattore di emissione è specifico del tipo di sorgente considerata e dipende dal processo industriale considerato e dalla tecnologia di depurazione dei fumi adottata. Si suppone che esista una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione, come evidenziato nella formula seguente:

$$E_i = A * FE_i$$

Dove:
Ei = emissione dell'inquinante i (ton/anno);
A = indicatore dell'attività (ad es. quantità prodotta, consumo di combustibile, numero di capi prodotti);
FEi = fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

Sorgenti industriali.

All'interno dell'area metropolitana bresciana, sono presenti diverse tipologie di attività industriali che concorrono al rilascio in atmosfera di sostanze inquinanti. Le principali attività sono:

- Produzione e distribuzione di energia;
- Impianto di termoutilizzazione di rifiuti;
- Produzione dell'acciaio;
- Fusione di metalli;
- Produzione di cemento;
- Processi metalmeccanici e di verniciatura.

Inquinanti considerati

L'inventario delle emissioni INEMAR considera i seguenti inquinanti atmosferici:

- Ossidi di zolfo (SO_2 + SO_3)
- Ossidi di azoto (NO + NO_2) come NO_2
- Composti Organici Volatili (COV) ad esclusione del metano
- Metano (CH_4)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di carbonio (CO_2)
- Protossido di azoto (N_2O)
- Ammoniaca (NH_3)
- Polveri con diametro <= 10 micron (PM10)
- Polveri totali (PTS)
- Polveri con diametro <= 2,5 micron (PM2.5)
- Totale gas serra: emissioni totali di gas serra, espresse come CO_2 equivalenti, pesate sulla base del loro contributo all'effetto serra
- Totale sostanze acidificanti: emissioni totali di sostanze in grado di contribuire all'acidificazione delle precipitazioni

- Totale precursori dell'ozono: emissioni totali di sostanze inquinanti in grado di favorire la formazione dell'ozono troposferico;
- Idrocarburi Policlici Aromatici – (IPA) (4 convenzione LRTAP)
- Benzo[a]pirene
- Benzo(b)fluorantene
- Benzo(k)fluorantene
- Indeno(cd)pireneossidi di zolfo (SOx);
- Elemental Carbon (EC)
- Organic Carbon (OC)

2.6.2 Suddivisione percentuale delle emissioni di inquinanti in atmosfera nel Comune di Brescia tra le diverse tipologie di sorgenti. Dati INEMAR 2010 definitivi.

Nelle figure seguenti sono evidenziati i contributi percentuali dei diversi macrosettori alle emissioni di:

- PM10 (Figura 37),
- PM2,5 (Figura 38),
- PTS (Figura 39),
- Ossidi di azoto (Figura 40),
- Biossido di zolfo (Figura 41),
- Anidride carbonica (Figura 42),
- Gas serra (Figura 43),
- Precursori dell'ozono (Figura 44),
- Protossido di azoto (Figura 45),
- Composti organici volatili (Figura 46),
- Monossido di carbonio (Figura 47),
- Sostanze acidificanti (Figura 48),
- Ammoniaca (Figura 49),
- Metano (Figura 50),
- Benzo(b)fluorantene (Figura 51),
- Benzo(k)flourantene (Figura 52),
- Benzo(a)pirene (Figura 53),
- Carbonio Elementare (Figura 54),
- Carbonio Organico (Figura 55),
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (Figura 56),
- Indeno(cd)pirene (Figura 57).

Nei grafici che seguono le emissioni del Termoutilizzatore di Brescia sono inserite nella categoria "*Trattamento e smaltimento dei rifiuti.*"

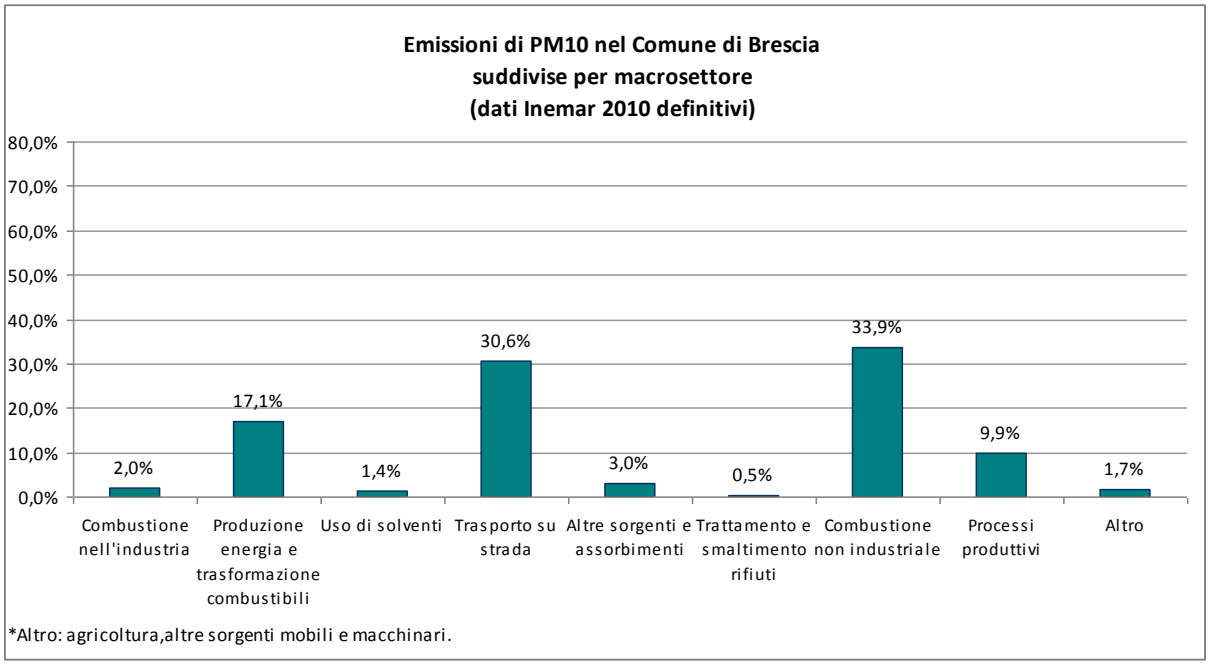


Figura 37: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di PM10 nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

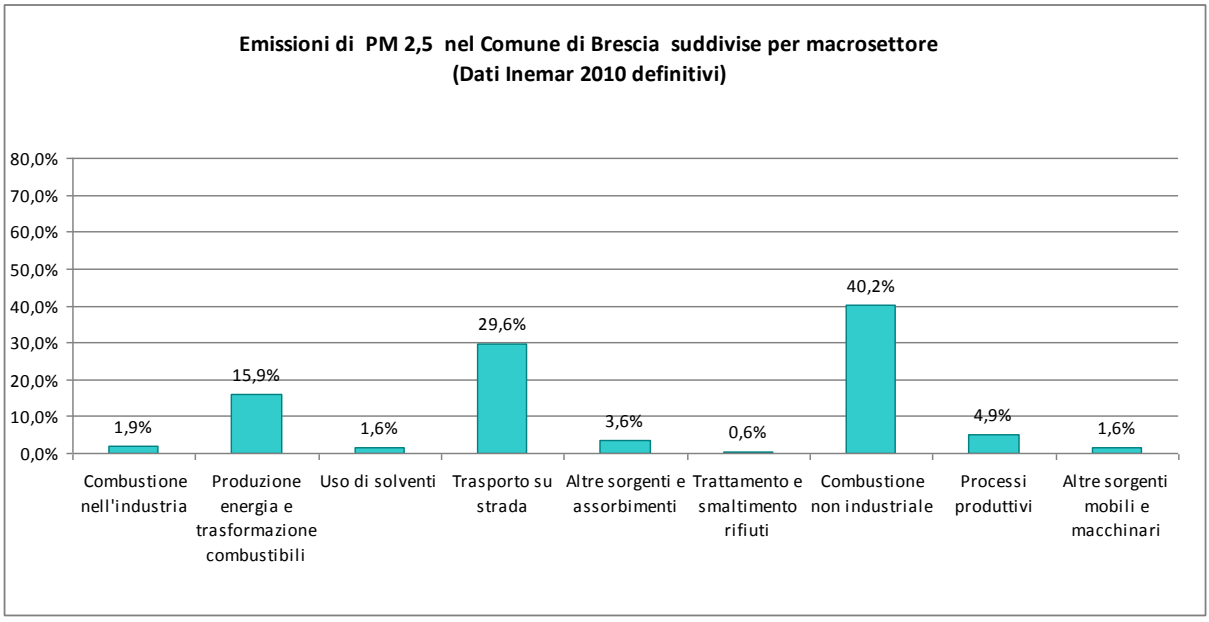


Figura 38: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di PM 2,5 nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

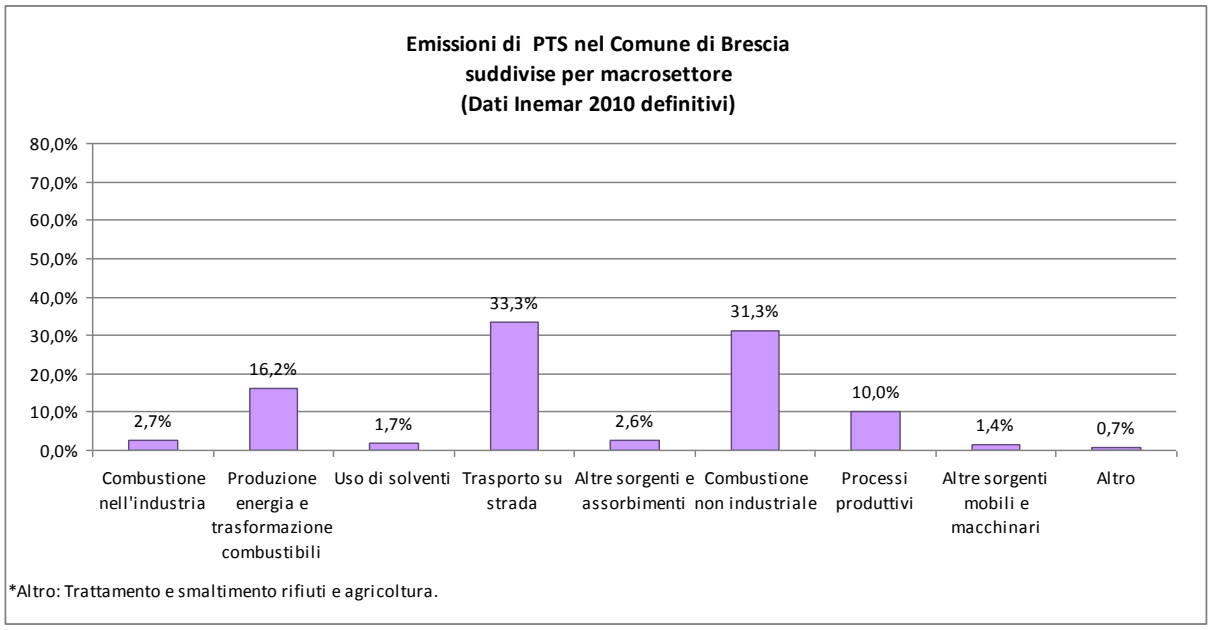


Figura 39: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Polveri Totali Sospese nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

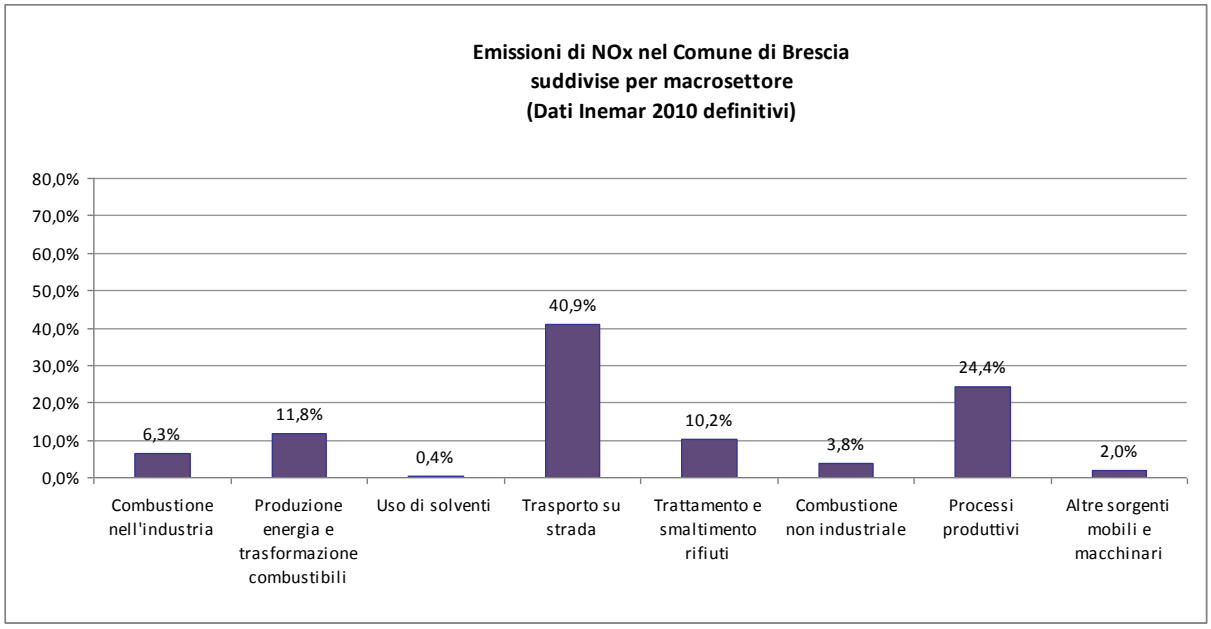


Figura 40: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Ossidi di Azoto (NOx) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

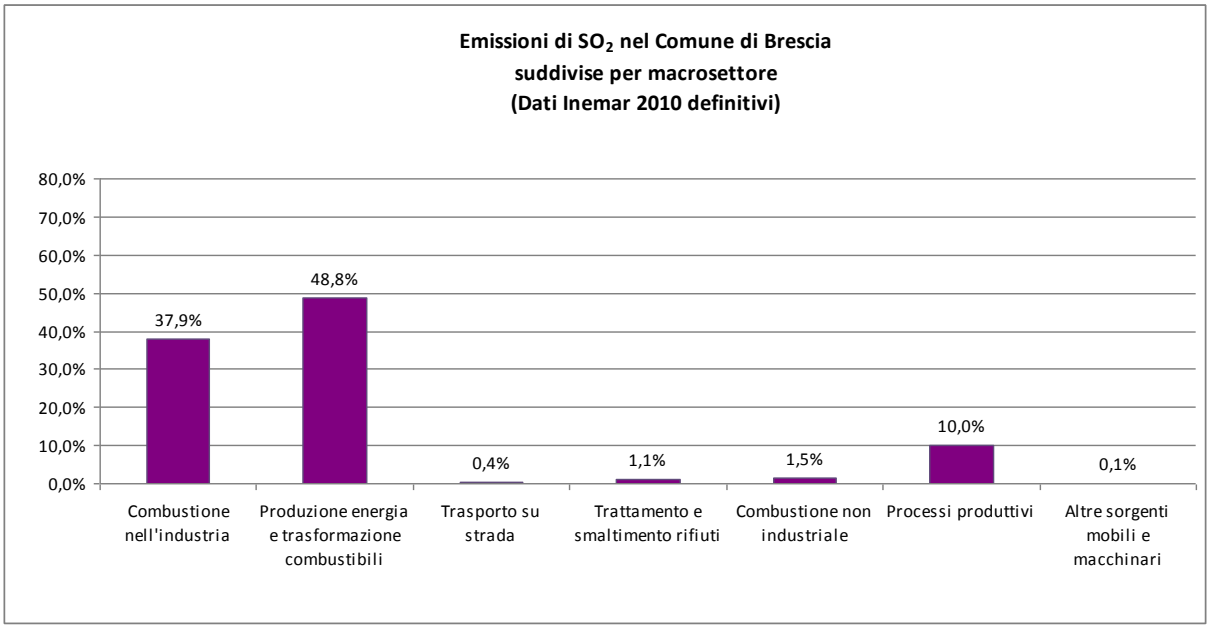


Figura 41: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Biossido di Zolfo (SO_2) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

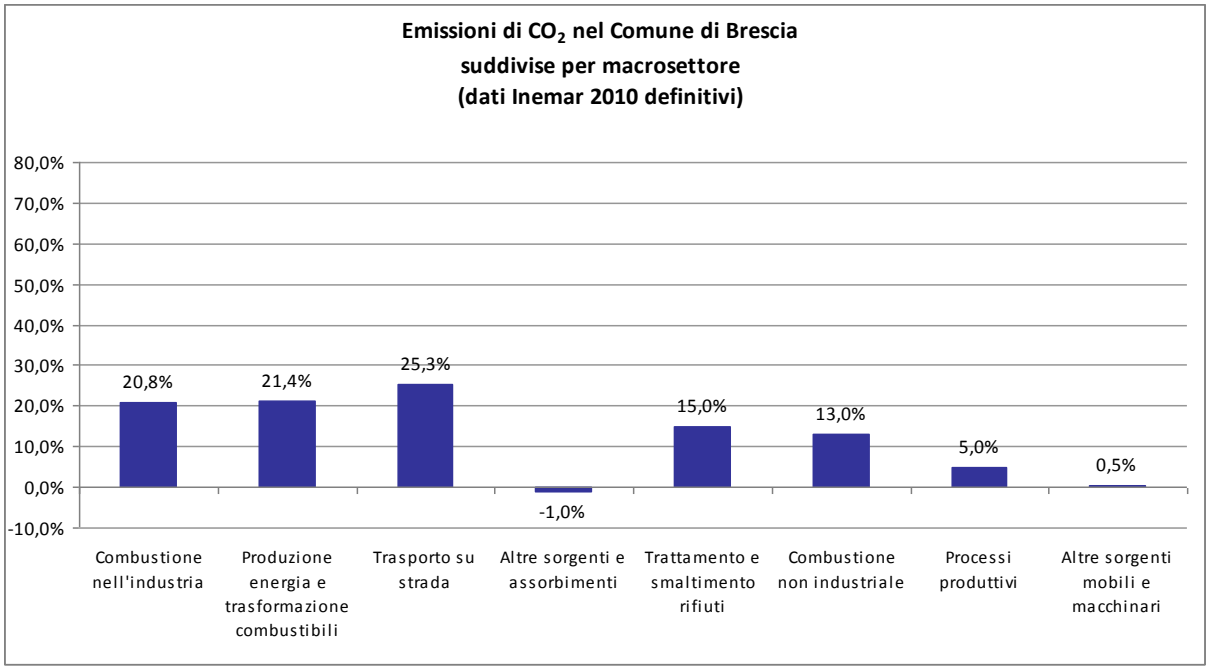


Figura 42: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di anidride carbonica (CO_2) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

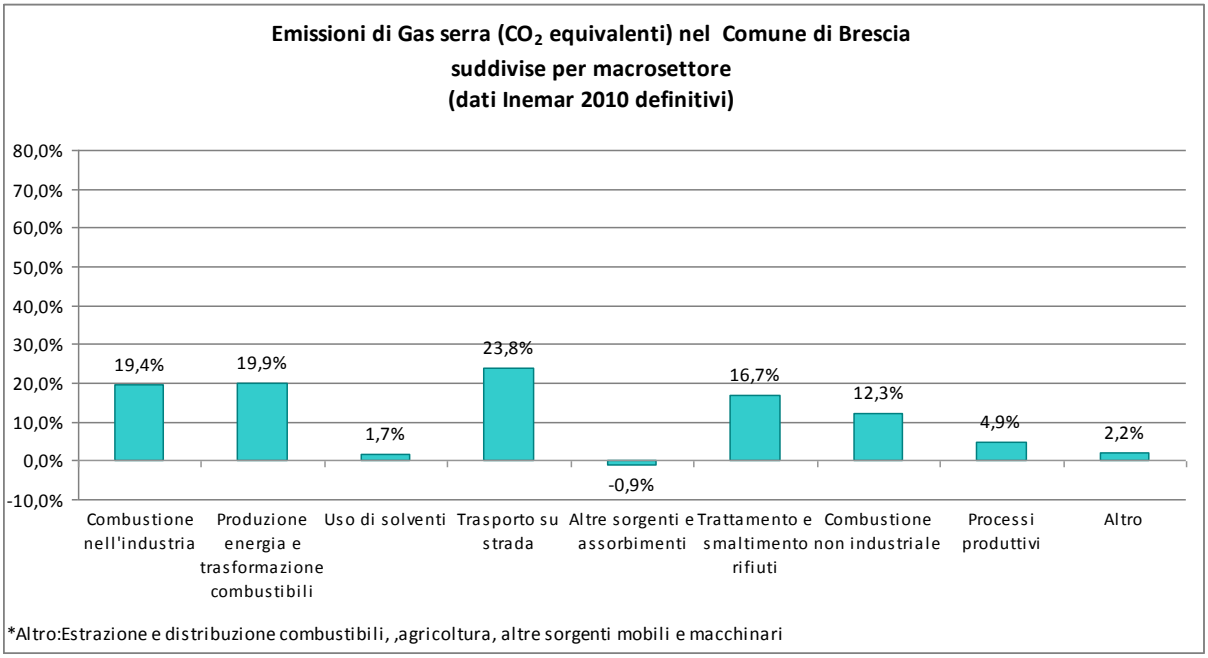


Figura 43: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di gas serra (espressi come emissioni di CO2 equivalenti) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

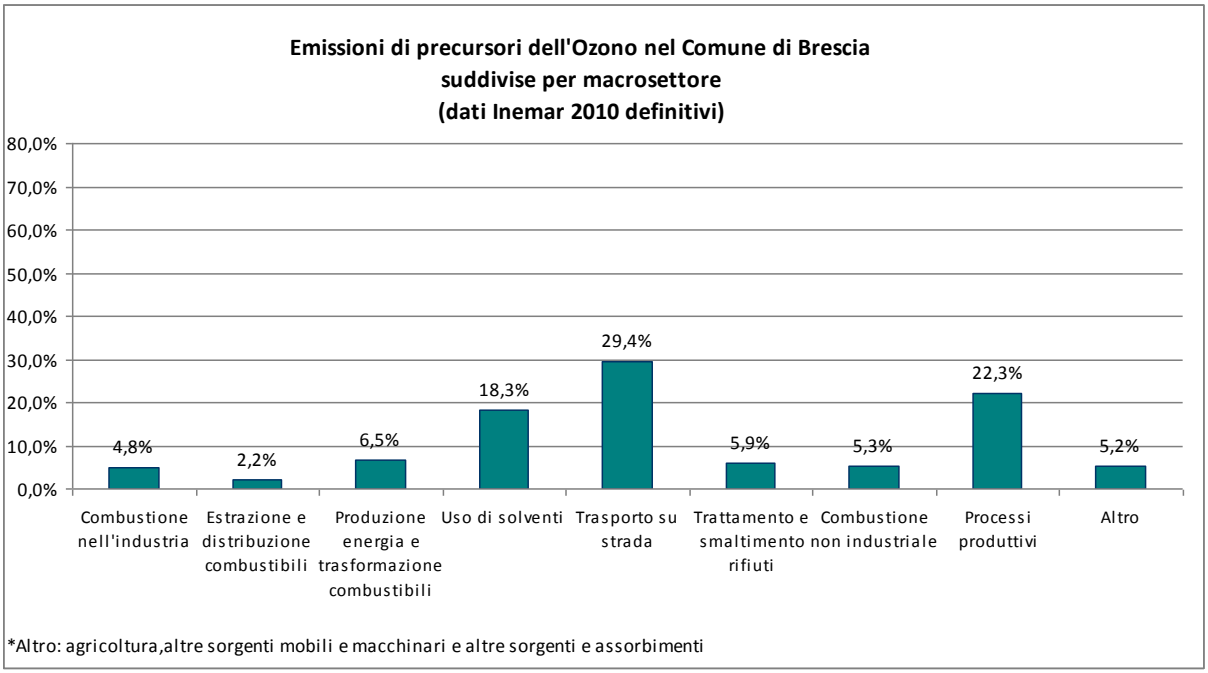


Figura 44: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Precursori di Ozono nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

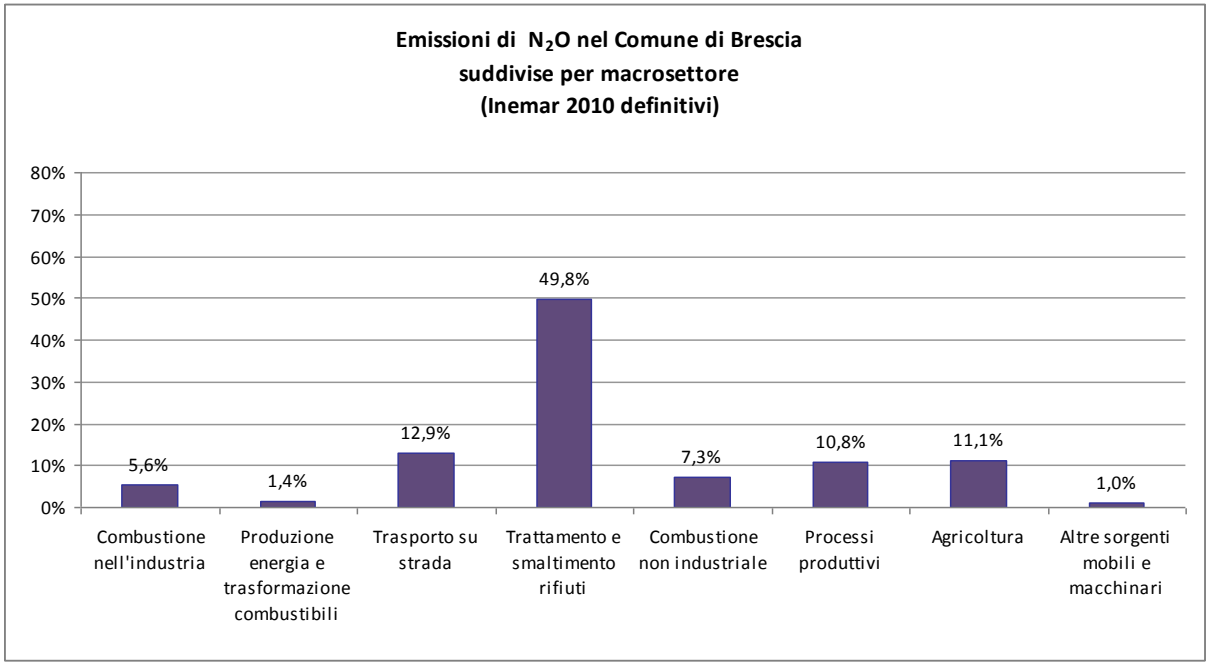


Figura 45: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di protossido di azoto (N_20) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

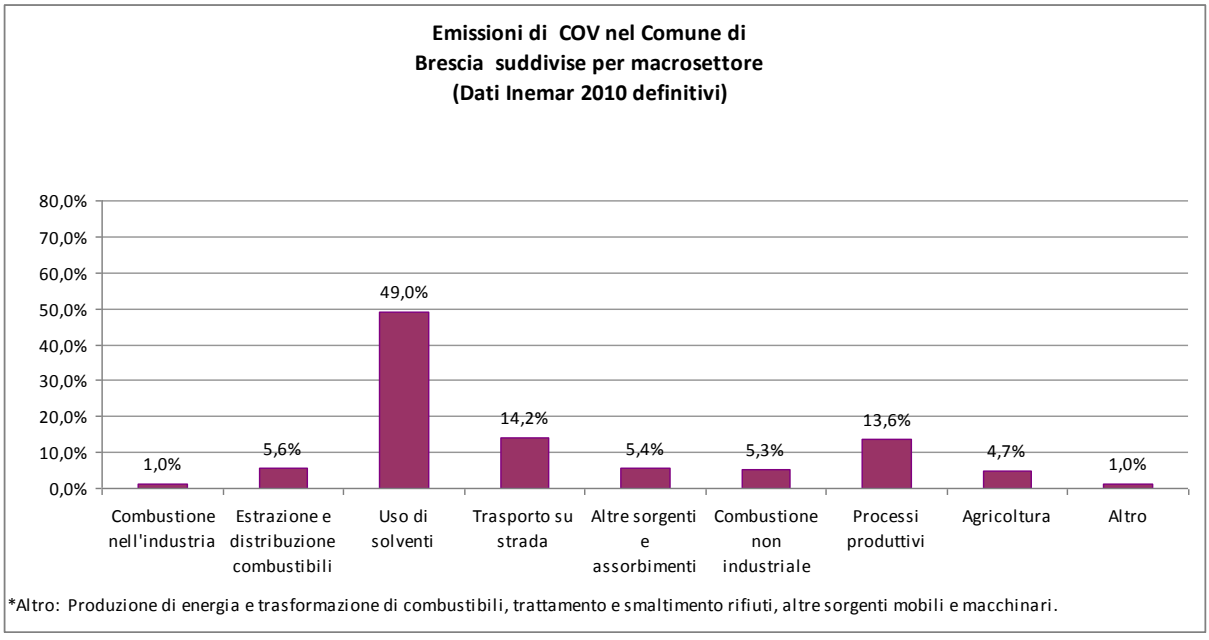


Figura 46: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Composti Organici Volatili (COV) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

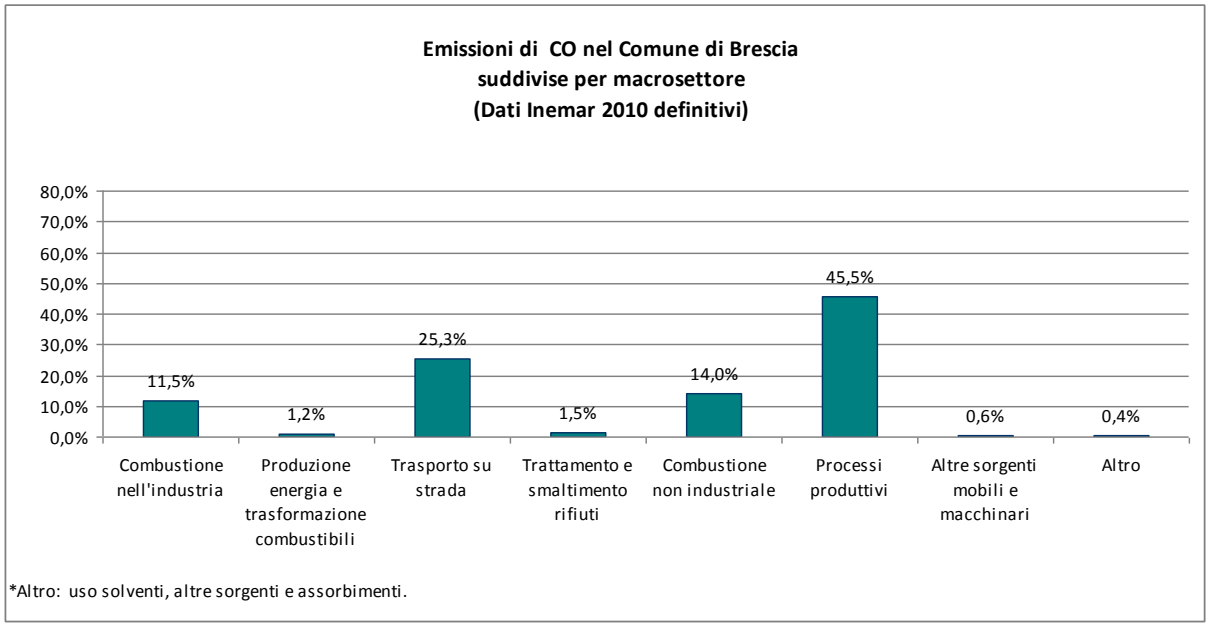


Figura 47: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Monossido di carbonio (CO) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

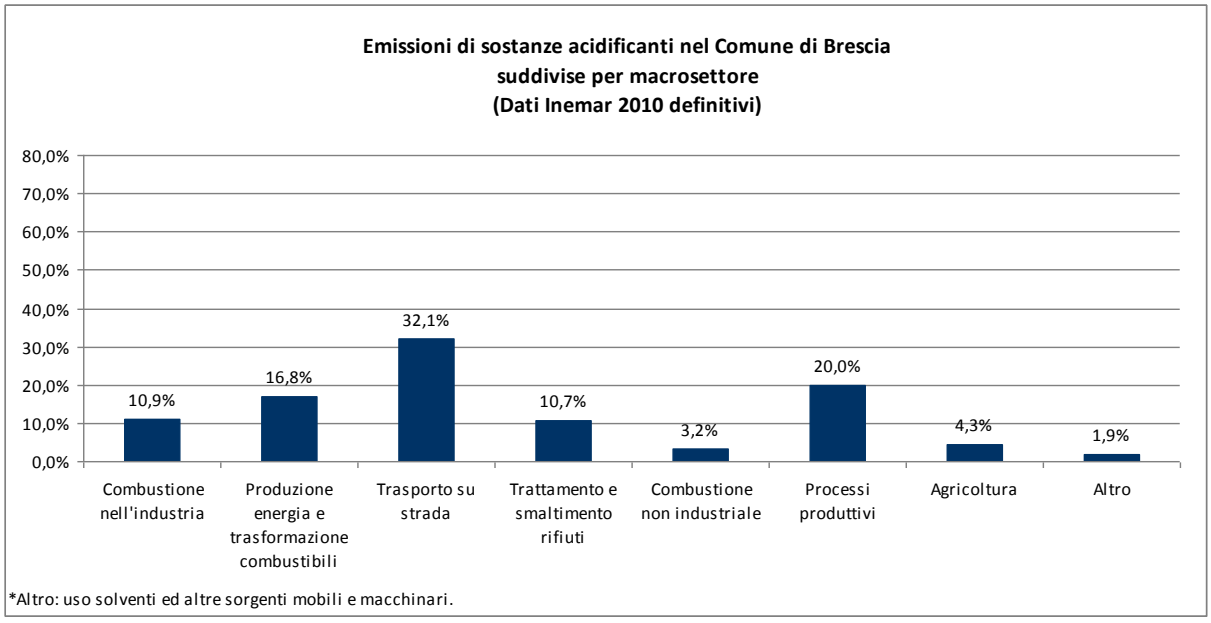


Figura 48: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Sostanze acidificanti nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

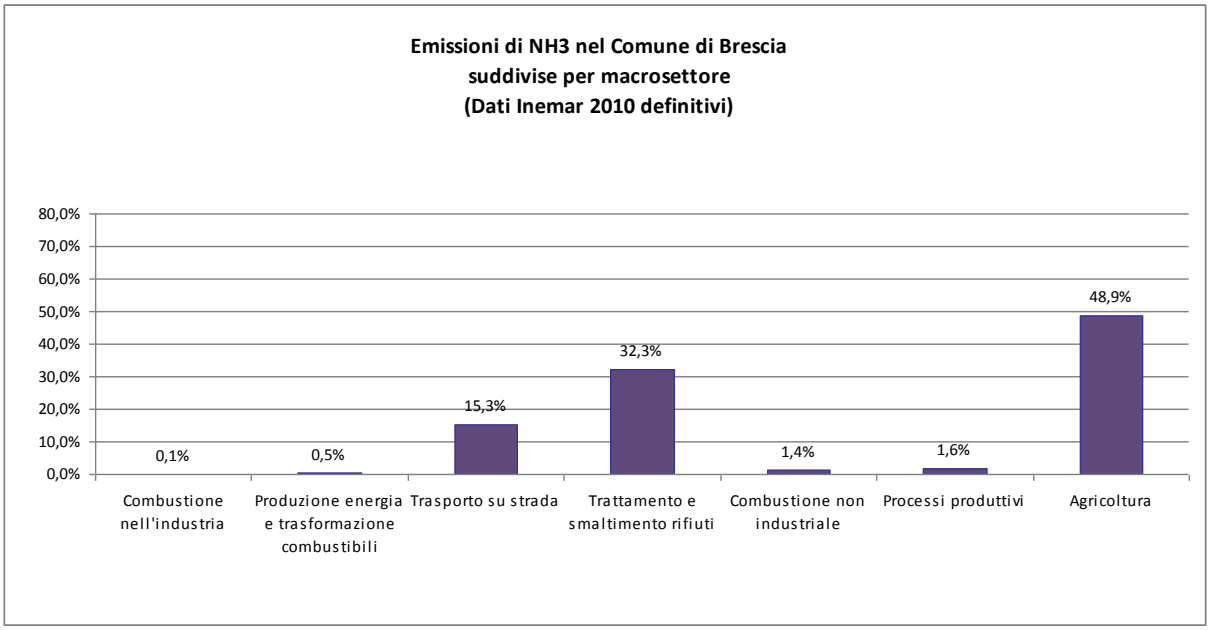


Figura 49: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di ammoniaca (NH3) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

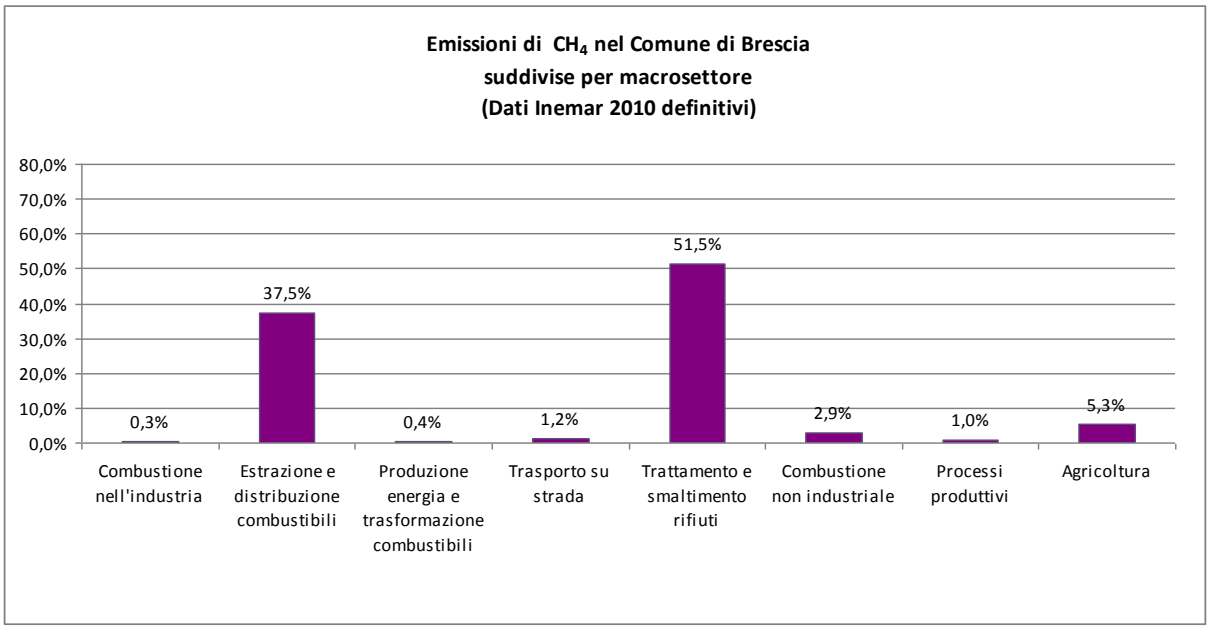


Figura 50: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di metano (CH4) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

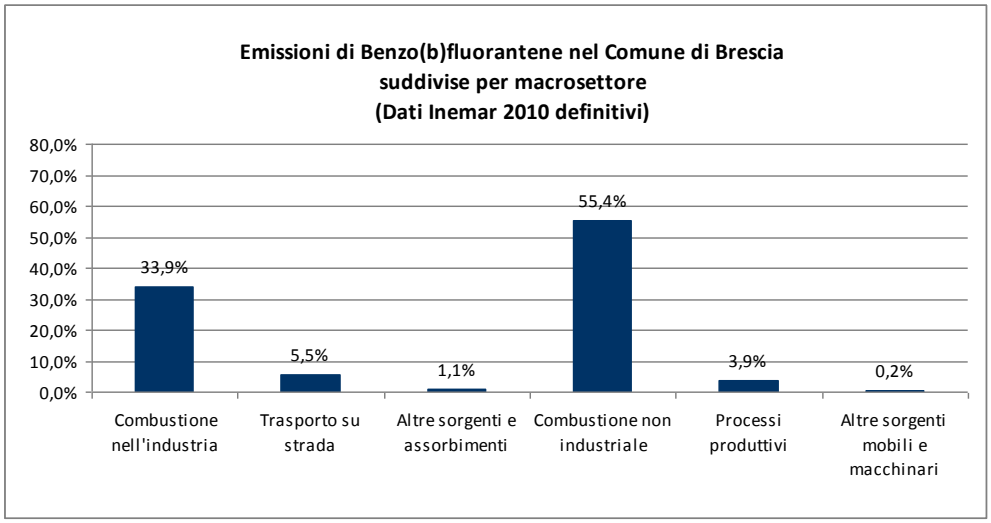


Figura 51: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo(b)fluorantene (BbF) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

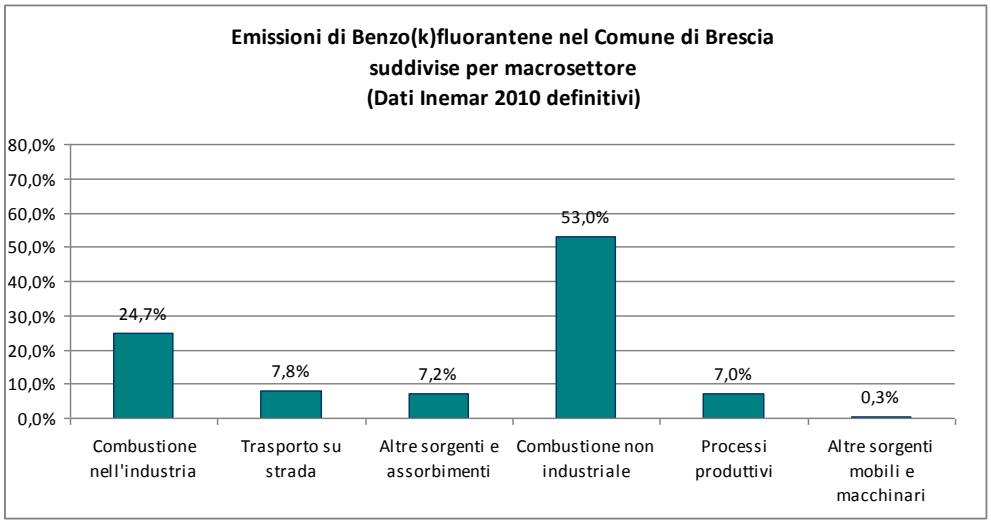


Figura 52: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo(k)fluorantene (BkF) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

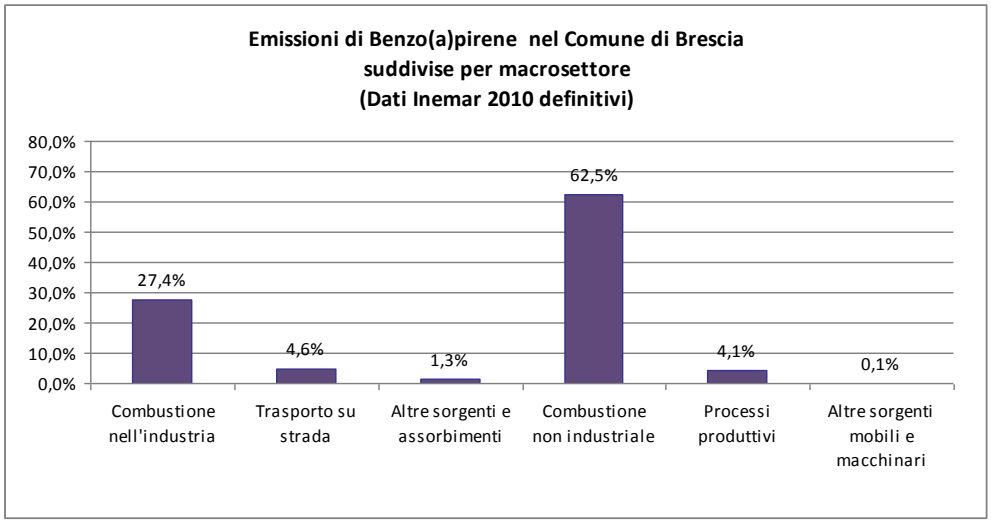


Figura 53: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo[a]pirene (BaP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

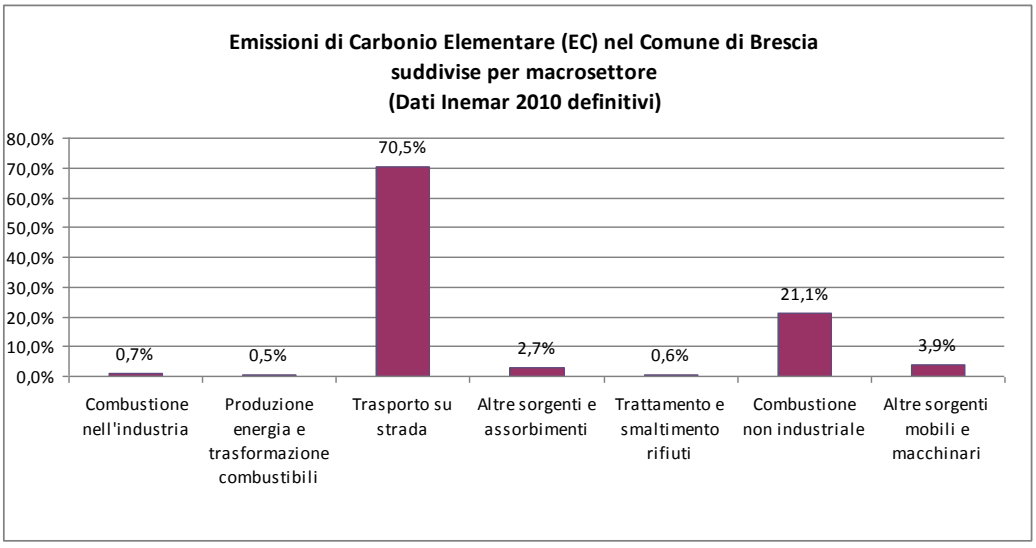


Figura 54: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Elemental Carbon (EC) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

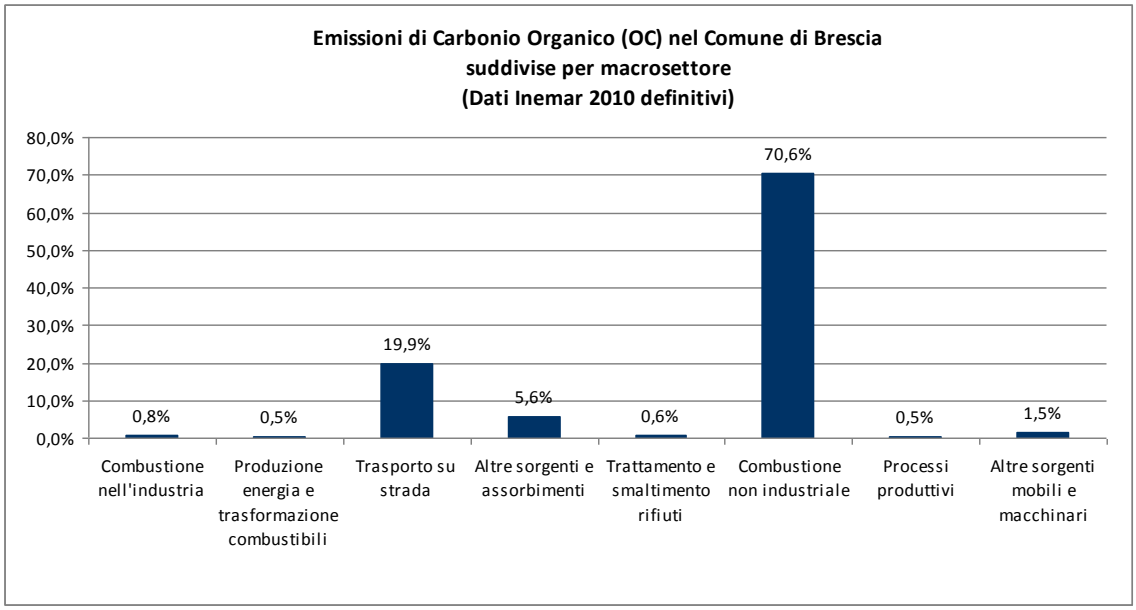


Figura 55: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Organic Carbon (OC) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

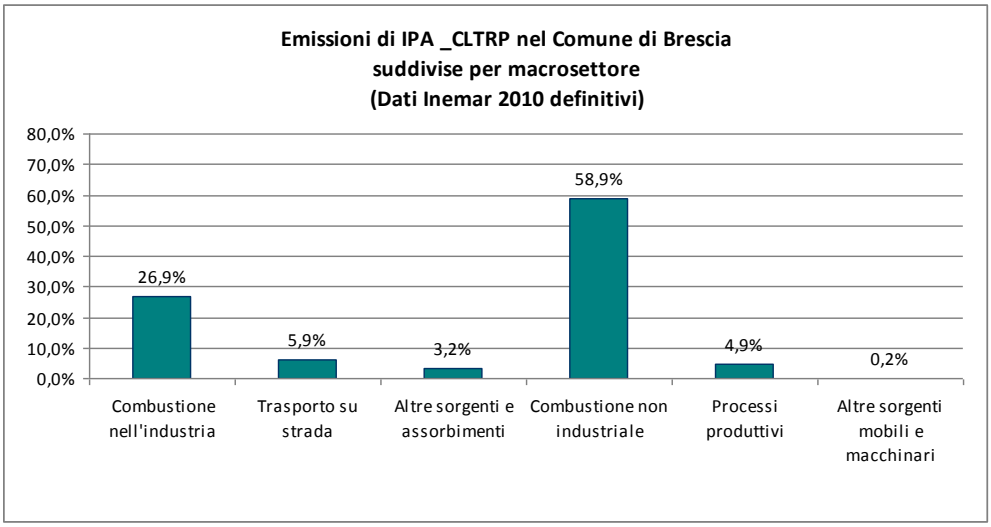


Figura 56: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Idrocarburi Policlici Aromatici - (4 convenzione LRTAP) (IPA_CLTRP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

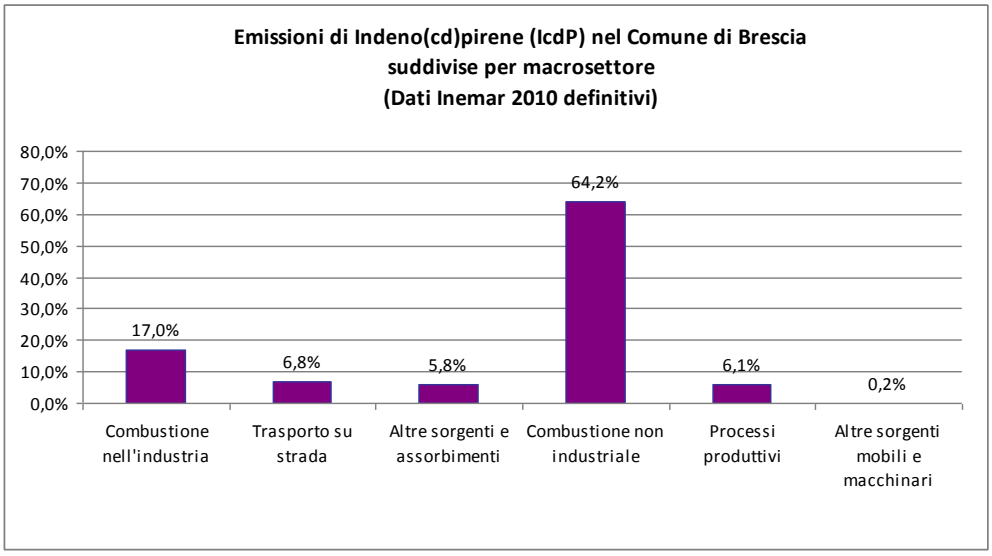


Figura 57: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Indeno(cd)pirene (IcdP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi).

2.7 Risultati delle campagne di monitoraggio.

In questo capitolo per ciascun inquinante monitorato nel territorio comunale verranno sinteticamente riportate le principali fonti, gli effetti sulla salute correlati all'esposizione e l'analisi delle concentrazioni rilevate.

2.7.1 Biossido di Zolfo SO_2

Il biossido di Zolfo è un gas irritante incolore, non infiammabile, solubile in acqua e caratterizzato da un forte odore pungente.

Fonti

In ambiente urbano le fonti di emissione principali sono gli impianti di riscaldamento, le industrie, le centrali termoelettriche che fanno uso di combustibili contenti zolfo, (come ad esempio il carbone, gli oli combustibili e il gasolio). Mentre le emissioni degli impianti a gas metano non contengono zolfo. Un'altra fonte di SO2 è costituita dagli scarichi dei veicoli con motore diesel. Sono rilevanti anche le emissioni derivanti dai processi di produzione dell'acido solforico, dalla lavorazione di molte materie

plastiche, dalla desolforazione dei gas naturali, dall'incenerimento dei rifiuti. L'SO2 e l'NO2 presenti in atmosfera contribuiscono all'alterazione del pH naturale delle piogge (determinando il fenomeno delle piogge acide) reagendo con l'acqua e formando acido solforico e acido e acido nitrico.

Effetti sulla salute

Il biossido di zolfo una volta inalato viene facilmente assorbito nel sistema respiratorio. L'esposizione a basse concentrazioni determina l'insorgenza di patologie a carico dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma, irritazioni delle mucose della pelle e degli occhi. L'esposizione breve ad alte concentrazioni può causare l'aumento del ritmo cardiaco, irritazioni agli occhi al naso e alla gola.

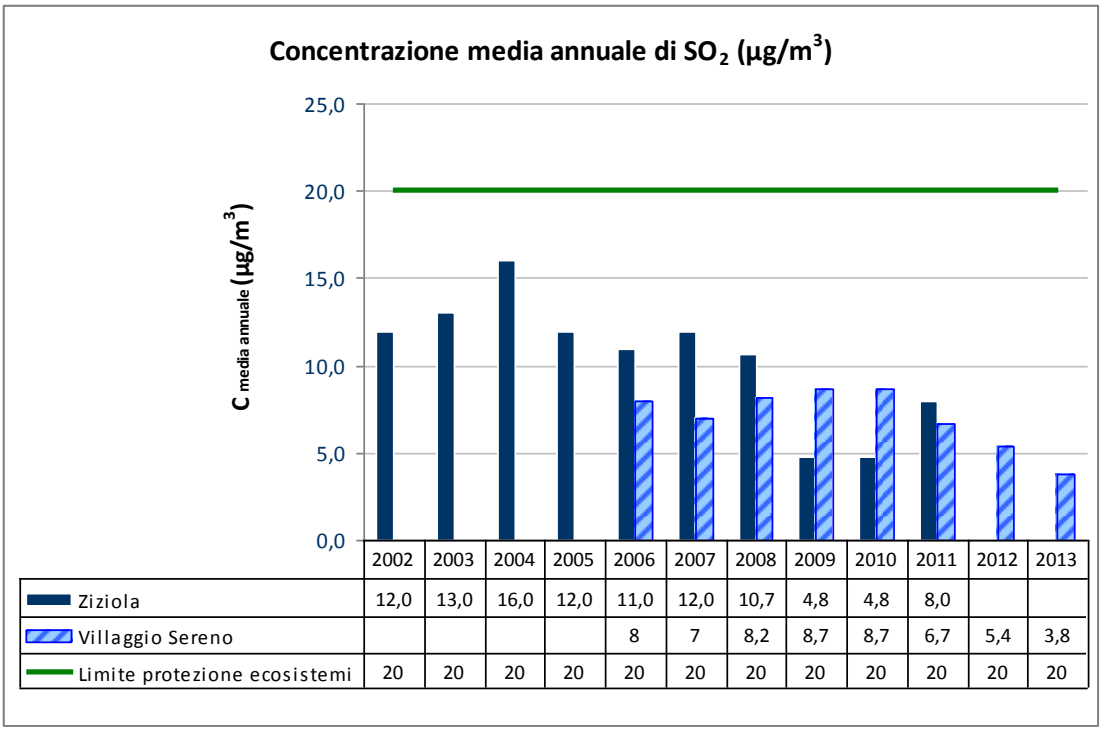
L'organizzazione mondiale della sanità (OMS) ha proposto come valore guida il valore medio annuale di 50 $\mu g/m^3$ poiché si è osservato che l'esposizione a concentrazioni annuali superiori a 100 $\mu g/m^3$ determinano il manifestarsi di sintomi a carico dell'apparato respiratorio.

Le concentrazioni di Biossido di Zolfo si sono progressivamente ridotte a partire dagli anni 70 e oggi non si verificano superamenti dei valori limite [1].

Analisi dei dati rilevati

I valori della concentrazione media annuale si sono mantenuti sempre al di sotto del valore limite fissato dal D.lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi pari 20 $\mu g/m^3$, come viene messo in evidenza nel grafico riportato nella Figura 58.

[1] "Qualità dell'aria e salute" Documento tecnico informativo ARPA Lombardia 2006



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ziziola	12,0	13,0	16,0	12,0	11,0	12,0	10,7	4,8	4,8	8,0		
Villaggio Sereno					8	7	8,2	8,7	8,7	6,7	5,4	3,8
Limite protezione ecosistemi	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Figura 58: Valori della concentrazione media annuale di SO_2 dal 2002 al 2013.

In tutto il periodo preso in considerazione (dal 2002 al 2013) non sono stati registrati superi del valore soglia fissato per la protezione della salute umana (Valore soglia: Concentrazione media oraria = 350 µg/m^3).

Considerando i valori limite previsti dal D.lgs. 155/2010 per le concentrazioni di SO_2 fissati sia per la protezione della salute umana sia per la protezione degli ecosistemi, emerge che le concentrazioni di biossido di Zolfo rientrano nei limiti di legge. Pertanto l'SO_2 risulta essere un inquinate che non desta grande preoccupazione per la qualità dell'aria nel territorio comunale.

2.7.2 Ossidi di Azoto NO_X

L'Azoto è in grado di formare diversi ossidi, quelli che destano maggior preoccupazione a causa dei loro effetti sull'ambiente e sulla salute umana sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO_2). L'aria è composta approssimativamente per il 78% da Azoto N_2 e per il 21% da Ossigeno O_2; questi due gas ad alte temperature (T > 1200C°), come quelle raggiunte nei processi di combustione, reagiscono e formano il monossido di Azoto (NO). L'NO si ossida formando biossido di azoto.

L'ossido di azoto presenta delle caratteristiche di tossicità e inoltre partecipa alla formazione dello smog-fotochimico. NO_2 rappresenta una frazione compresa tra il 5 e il 10% del totale degli NO_x emessi in atmosfera (secondo dati di letteratura). Anche piccole quantità di NO_2 sono sufficienti ad avviare la catena di reazioni che dà origine allo smog-fotochimico. L'NO_2 assorbe la radiazione solare nell'intero intervallo di lunghezza d'onda del visibile e dell'Ultra-Violetto dissociandosi e formando ossigeno monoatomico; l'ossigeno monoatomico così prodotto è fortemente reattivo e reagisce con una molecola di ossigeno biatomico atmosferico formando ozono.
Una volta creato l'ozono reagisce con l'NO e forma di nuovo NO_2. Le tre reazioni appena sintetizzate costituiscono un ciclo chiuso (ciclo fotolitico degli ossidi di Azoto) e fanno sì che le concentrazioni degli inquinanti coinvolti siano stazionarie. Gli idrocarburi presenti nell'atmosfera interferiscono nel ciclo, permettendo che NO si converta più rapidamente in NO_2 di quanto NO_2 venga dissociato in NO e O, con un conseguente accumulo di NO_2 e di ozono in atmosfera.

Fonti

La fonte naturale principale del monossido di azoto è data dall' azione batterica. Le sorgenti naturali emettono NO_x uniformemente in atmosfera, mentre le attività umane emettono alte concentrazioni di azoto in aree limitate. Il monossido di Azoto come già visto si forma nei processi di combustione (negli impianti di riscaldamento, nelle centrali di potenza, nei motori degli autoveicoli sia a benzina che diesel), ma si origina anche in processi produttivi senza combustione come la produzione di acido nitrico o di fertilizzanti azotati. Il biossido di azoto si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido (NO). La principale fonte di inquinamento da ossidi di azoto è costituita dai trasporti. In particolare i motori diesel producono più ossidi di azoto dei motori a benzina, poiché utilizzano miscele molto povere in termini di rapporto aria-combustibile. Le emissioni di NO_x dagli autoveicoli aumentano in fase di accelerazione e alle alte velocità. Un'altra fonte significativa è rappresentata dalle emissioni degli impianti industriali.

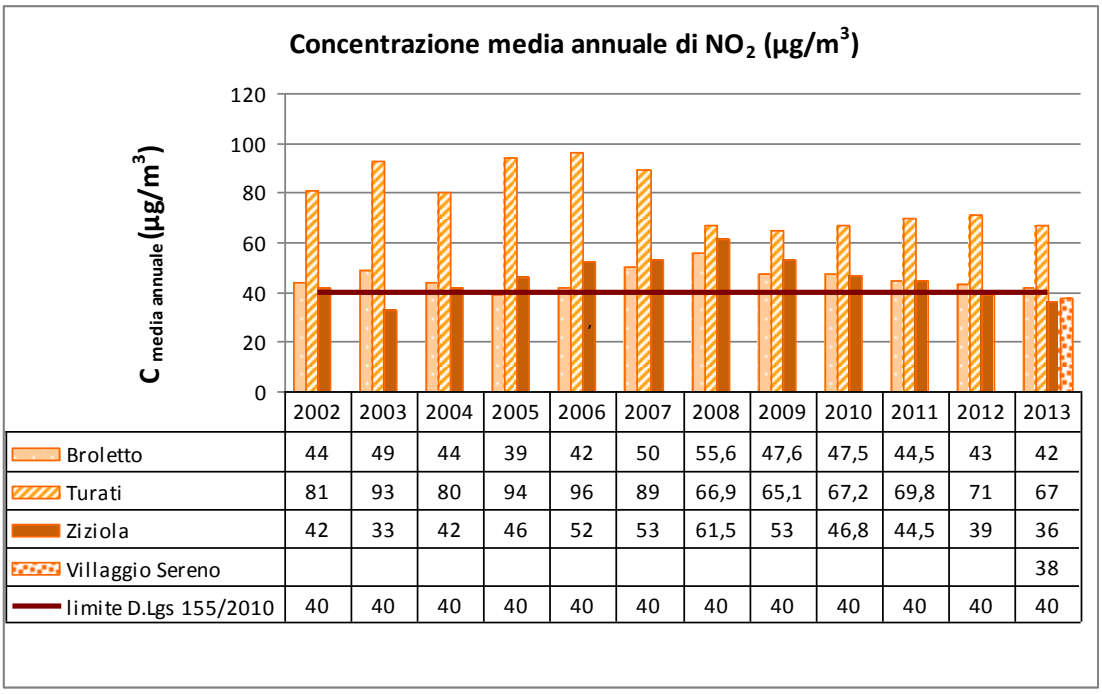
Effetti sulla salute

Dal punto di vista sanitario, il biossido di azoto è il più importante tra gli NO_x. L' NO_2 è un gas di colore bruno rossastro (contribuisce a conferire il tipico colore alle 'foschie' spesso osservate sulle città), di odore caratteristico con forti proprietà ossidanti. I suoi effetti sull'uomo sono principalmente collegati all'insorgenza di problemi sia acuti che cronici a carico dell'apparato respiratorio in modo particolare in soggetti sensibili come gli asmatici. Gli effetti nocivi sulla salute sono determinati dal fatto

che l' NO_2 è una sostanza ossidante che può agire sulle membrane e sulle proteine cellulari. L'OMS ha definito il valore guida orario pari a 200 µg/m³ e per la protezione della popolazione dagli effetti cronici ha proposto un valore guida medio annuale di 40 µg/m³. Tale valore è stato riproposto dalla Direttiva del Consiglio d'Europa 1999/30/CE del 22 Aprile 1999 che ne ha disposto il rispetto entro il 2010. Il biossido di Azoto contribuisce inoltre al fenomeno di eutrofizzazione dei suoli e delle acque superficiali e trasformandosi in acido nitrico, (fenomeno delle "piogge acide").

Analisi dei dati rilevati

Nel grafico in Figura 59 sono riportati i valori della concentrazione media annuale di NO_2 ottenuta dai dati orari misurati nelle centraline posizionate sul suolo del Comune di Brescia che misurano la concentrazione di Biossido di Azoto (Broletto, Turati, Ziziola, Villaggio Sereno). Nel grafico la linea marrone rappresenta il valore del limite fissato dal D.lgs. 155/2010 pari a 40 µg/m³ cogente dal 2010.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	44	49	44	39	42	50	55,6	47,6	47,5	44,5	43	42
Turati	81	93	80	94	96	89	66,9	65,1	67,2	69,8	71	67
Ziziola	42	33	42	46	52	53	61,5	53	46,8	44,5	39	36
Villaggio Sereno												38
limite D.Lgs 155/2010	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Figura 59: Grafico delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dal 2002 al 2013

Nel periodo dal 2002 al 2012 le concentrazioni medie annue di NO_2 ottenute presso le centraline di rilevamento sono risultate superiori al limite fissato dalla normativa, ad eccezione del valore medio annuo registrato nella centralina di via Ziziola nell'anno 2003. Tuttavia a partire dall'anno 2009 preso le stazioni di Broletto e Ziziola si è registrata una progressiva riduzione dei valori delle concentrazioni

medie annue di NO_2. Nel 2013 la Stazione di via Ziziola e il nuovo strumento attivato presso il Villaggio Sereno hanno fatto registrare il rispetto del valore limite fissato dal D.lgs. 155/2010.

I valori elevati rilevati presso la centralina di via Turati sono fortemente condizionati dalla vicinanza della centralina di rilevamento da una via interessata da traffico veicolare molto intenso.

Per proteggere la salute umana il D.lgs. 155/2010 prevede che la concentrazione oraria di NO_2 possa superare il valore limite di 200 $\mu g/m^3$ massimo 18 volte l'anno. Nell'anno 2013 sono state registrate 4 concentrazioni orarie superiori a 200 $\mu g/m^3$ presso le centraline di monitoraggio di via Turati e di via Ziziola, mentre nella stazione presso il Broletto il valore limite fissato per la concentrazione oraria non è mai stato superato.

Per quanto riguarda la presenza di NO_X in atmosfera, la normativa vigente prevede il limite di 30 $\mu g/m^3$ per il valore della concentrazione media annuale di ossidi di Azoto. Questo valore è stato fissato per salvaguardare la vegetazione dai danni causati dalla presenza di elevate concentrazioni di NO_X. Le centraline di rilevamento presenti sul territorio comunale non sono rappresentative dell'ambiente rurale, poiché posizionate in ambito urbano. Pertanto ARPA non calcola i parametri relativi alla protezione degli ecosistemi perché nessuna stazione della rete risulta essere posizionata con questo scopo, secondo le prescrizioni dell'All. III paragrafo 3 nel punto 2 del D.lgs. 155/2010.

La presenza in atmosfera di biossido di Azoto e di monossido di Azoto rappresenta una criticità, non tanto per la frequenza di episodi acuti caratterizzati da elevate concentrazioni, quanto per l'esposizione prolungata ad una concentrazione di fondo che supera i limiti di legge. La presenza di ossidi di azoto in atmosfera concorre inoltre alla formazione del particolato atmosferico secondario (particolato che si origina come prodotto di reazioni chimiche tra gli inquinanti presenti in atmosfera). Il valore della concentrazione media annuale è fortemente influenzata dalle emissioni dovute al traffico veicolare.

2.7.3 Ozono O3

L'Ozono è un gas reattivo e ossidante, a temperatura ambiente è incolore ed è caratterizzato da un odore pungente e acre. Il 90% dell'ozono presente in atmosfera si trova in stratosfera tra i 10 e i 25 Km di altitudine. L'O_3 stratosferico è fondamentale perché assorbe parte della radiazione ultravioletta solare dannosa per i sistemi biologici. Il restante 10% dell'ozono si trova in troposfera. L'ozono troposferico

è un inquinante secondario molto reattivo. La sua concentrazione al suolo è determinata dall'equilibrio dinamico tra i processi di formazione e di rimozione che avvengo in atmosfera.

Fonti

In stratosfera l'ozono si forma per fotolisi dell'ossigeno e a causa di occasionali fenomeni atmosferici viene trasportato in troposfera.
In troposfera l'O_3 si forma come prodotto di reazioni fotochimiche tra inquinanti primari quali gli ossidi di azoto e gli idrocarburi. La concentrazione di ozono stazionaria è determinata dall'intensità della radiazione solare e dal rapporto tra le concentrazioni di NO e NO_2. In troposfera sono però presenti anche altri composti, la maggior parte dei quali di origine antropogenica (CO, CH_4, COV), che determinano l'ossidazione di NO in NO_2 senza il coinvolgimento dell'ozono, determinando così l'aumento delle concentrazioni di O_3 in troposfera. Le caratteristiche meteorologiche che concorrono maggiormente alla determinazione delle concentrazioni di ozono sono le seguenti:

- Intensità dell'irraggiamento solare: i massimi valori delle concentrazioni si registrano nel periodo estivo.
- La velocità del vento, la stabilità atmosferica che influenzano l'intensità del rimescolamento in atmosfera dei precursori dell'ozono.

La relazione tra emissioni di precursori (ossidi di azoto e idrocarburi) e concentrazioni di ozono non è lineare. In particolare una riduzione nelle emissioni di precursori non provoca necessariamente una riduzione della concentrazione di ozono. L'ozono prodotto in una regione può essere trasportato anche a grandi distanze (fino a parecchie centinaia di chilometri).

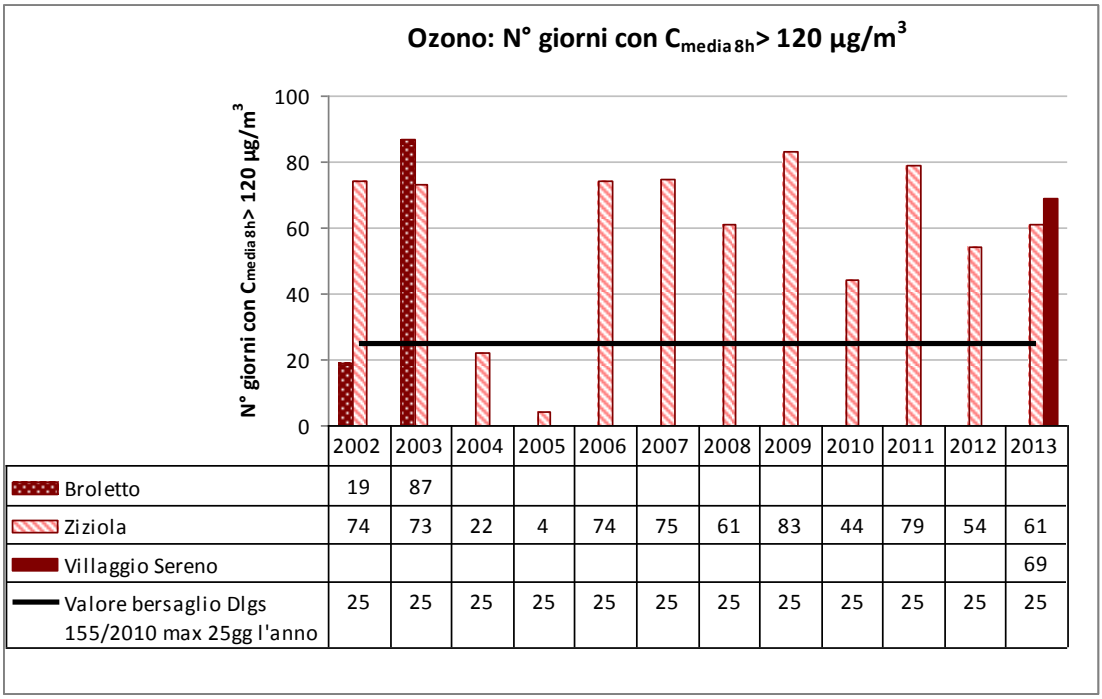
Effetti sulla salute

A causa del suo forte potere ossidante l'Ozono è in grado di ossidare la maggior parte dei costituenti cellulari. I principali effetti dell'Ozono sul corpo umano si registrano a carico delle vie respiratorie. L'O_3 reagisce con i tessuti polmonari determinando una riduzione della funzionalità polmonare. L'esposizione breve a concentrazioni superiori a 200 $\mu g/m^3$ determina irritazioni a carico dell'apparato respiratorio, degli occhi e della gola. La presenza di basse concentrazioni (concentrazioni dell'ordine di 120$\mu g/m^3$) aumenta l'incidenza di attacchi asmatici nei soggetti predisposti e più sensibili.

L'ozono è un inquinante fitotossico che determina l'insorgenza di lesioni fogliari e può ridurre la produttività delle colture. Alcuni tipi di materiali se esposti per lungo tempo a concentrazioni di ozono superiori a 40 µg/m^3 presentano un deterioramento progressivo e irreversibile.

Analisi dei Dati

Il decreto Legislativo 155 del 2010 prevede che nell'arco dell'anno i giorni caratterizzati da concentrazioni di ozono maggiori di 120 µg/m^3 (mediando su intervalli di 8 ore) non debbano essere in numero superiore a 25 (valore bersaglio). Nel grafico in Figura 60 viene riportato il numero di giorni per ciascun anno nei quali almeno un valore della media sulle 8 ore è stato maggiore di 120 µg/m^3.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	19	87										
Ziziola	74	73	22	4	74	75	61	83	44	79	54	61
Villaggio Sereno												69
Valore bersaglio Dlgs 155/2010 max 25gg l'anno	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

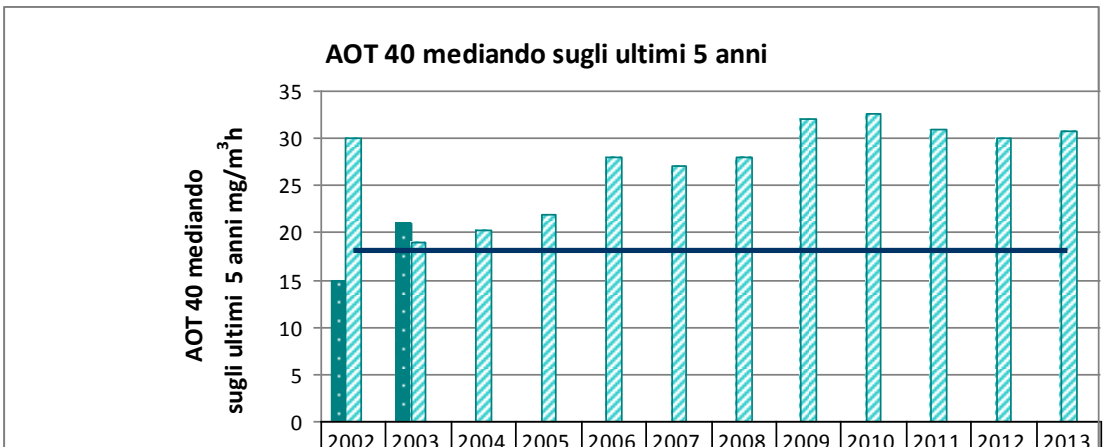
Figura 60: Numero di giorni con concentrazione media su periodi di 8 ore superiore a 120 µg/m^3 per ciascun anno dal 2002 al 2013.

Nel corso del 2013 i giorni caratterizzati da concentrazioni di ozono maggiori di 120 µg/m^3 (mediando su intervalli di 8 ore) presso la stazione di via Ziziola sono stati 61, mentre al Villaggio Sereno sono stati 69, entrambi valori superiori al valore bersaglio fissato dal fissato dal D.lgs. 155/2010, pari a 25 giorni l'anno. Dal grafico riportato sopra emerge una forte variabilità nel corso degli anni presumibilmente legata all' andamento della meteorologia.

Il decreto Legislativo 155/2010 fissa inoltre la soglia d'informazione e quella di allarme

- La soglia d'informazione stabilisce che le concentrazioni medie orarie non debbano superare il valore di 180 μg/m^3: nel 2013 vi sono stati 12 giorni in via Ziziola e 16 giorni al Villaggio Sereno interessati dal supero orario della soglia di informazione.
- La soglia di allarme stabilisce che le concentrazioni medie orarie non debbano superare il valore di 240 μg/m^3: nel 2013 non si sono rilevate concentrazioni medie orarie superiori a detta soglia di allarme;

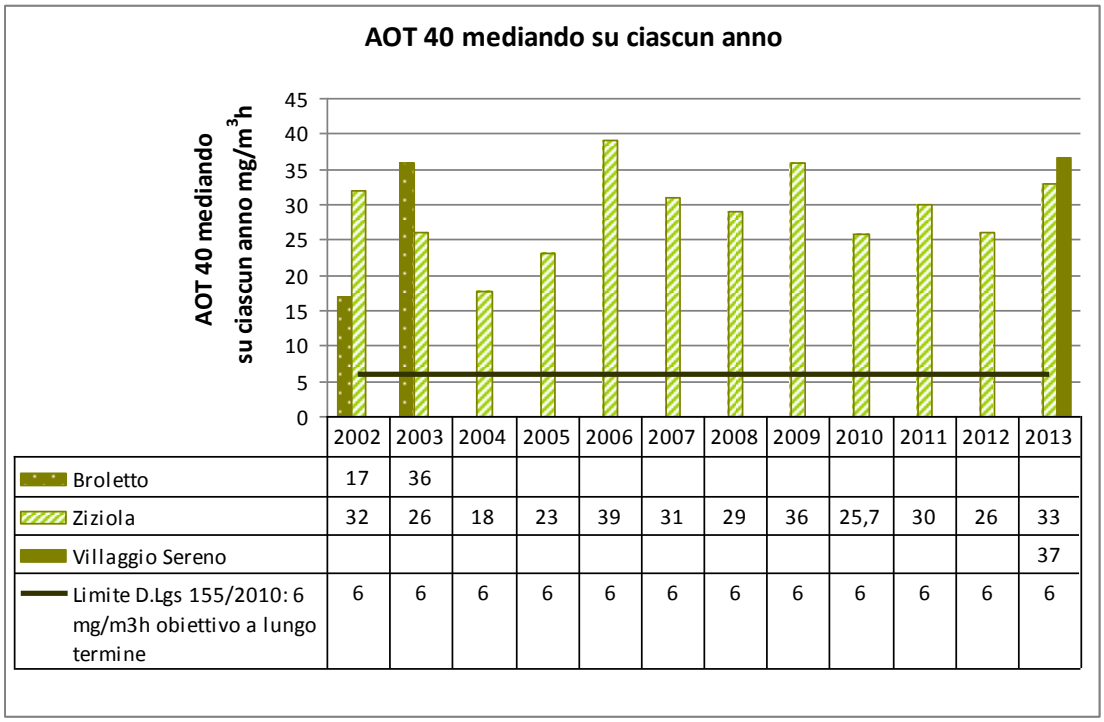
Per quanto riguarda la protezione della vegetazione la normativa considera il valore chiamato AOT40 pari alla somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 μg/m³ (=40 parti per miliardo) e 80 μg/m³ in un dato periodo di tempo (in questo caso da maggio a luglio), utilizzando solo i valori orari rilevati tra le 08:00 e le 20:00. Il D.lgs. 155/2010 fissa un valore obiettivo per il 2013 per il parametro AOT40 mediato su 5 anni pari a 18.000 μg/m^{3}h, da iniziare a valutare nel 2013, e un valore obiettivo a lungo termine, da conseguirsi a partire dal 2020 mediando su ciascun anno, pari a 6.000 μg/m^{3}h. I valori di AOT40 mediati sugli ultimi 5 anni e su ciascun anno sono riportati nei grafici in Figura 61 e Figura 62.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	15	21										
Ziziola	30	19	20	22	28	27	28	32	32,6	31	30	31
Villaggio Sereno *												
Limite D.Lgs155/2010: 18 mg/m3h	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

* dato non disponibile perché manca la serie di dati storici, stazione attiva dal 2013

Figura 61: Andamento dei valori di AOT40 mediando i valori sugli ultimi 5 anni e confronto con il limite fissato dal D.lgs 155/2010. Il periodo considerato va dal 2002 al 2013.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	17	36										
Ziziola	32	26	18	23	39	31	29	36	25,7	30	26	33
Villaggio Sereno												37
Limite D.Lgs 155/2010: 6 mg/m3h obiettivo a lungo termine	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Figura 62: Andamento dei valori di AOT40 mediando su ciascun anno dal 2002 al 2013 e confronto con il limite obiettivo a lungo termine (vigente dal 2020).

L'andamento dei valori di AOT40, sia mediati su ciascun anno sia su un periodo di 5 anni, mette in evidenza la criticità dei valori delle concentrazioni di ozono misurate nel territorio comunale.

2.7.4 Monossido di carbonio CO.

Il monossido di carbonio CO è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico. In presenza di polveri metalliche finemente disperse il CO forma metallo-carbonili tossici ed infiammabili. Questo gas è scarsamente attivo e ha un tempo di permanenza in atmosfera pari a 3 – 4 mesi. Il CO presente in atmosfera viene rimosso attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono il metano e i radicali OH o attraverso il processo di ossidazione dell'anidride carbonica.

La concentrazione di fondo del monossido di carbonio è inferiore a 0,2 ppm[2] (parti per milione), mentre nelle zone densamente urbanizzate può raggiungere concentrazioni anche superiori a 10 ppm.

[2] Il fattore di conversione a 25 C° 1ppm = 1,15 mg/m^3

Fonti

In natura sono presenti delle sorgenti naturali di monossido di carbonio, per esempio gli incendi nelle foreste, le eruzioni vulcaniche.
Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili organici, quali il carbone e il legno. Tra le principali sorgenti antropogeniche di CO vi è il traffico veicolare (nel territorio comunale di Brescia è superiore al 35% delle emissioni totali dati inemar 2007 in fase di revisione pubblica). L'emissione di monossido di carbonio è più elevata nei motori a benzina rispetto ai motori diesel (i quali però emettono più particolato) e quando il motore funziona al minimo. Negli ultimi anni l'emissione di CO dagli autoveicoli è stata ridotta grazie all'utilizzo sempre più diffuso delle marmitte catalitiche e anche grazie ai controlli effettuati sui gas di scarico. Negli impianti siderurgici avvengono dei processi industriali che determinano un'importante emissione di CO in atmosfera, ad esempio la riduzione di materiale ferroso attraverso l'utilizzo di coke, o la conversione di ghisa in acciaio attraverso l'utilizzo di ossigeno. Un'altra fonte industriale è costituita dalle attività delle industrie petrolchimiche e delle raffinerie.
Negli ambiente interni il monossido di carbonio è emesso da stufe a gas, a legna ed ad oli, dai fornelli, dalle sigarette.

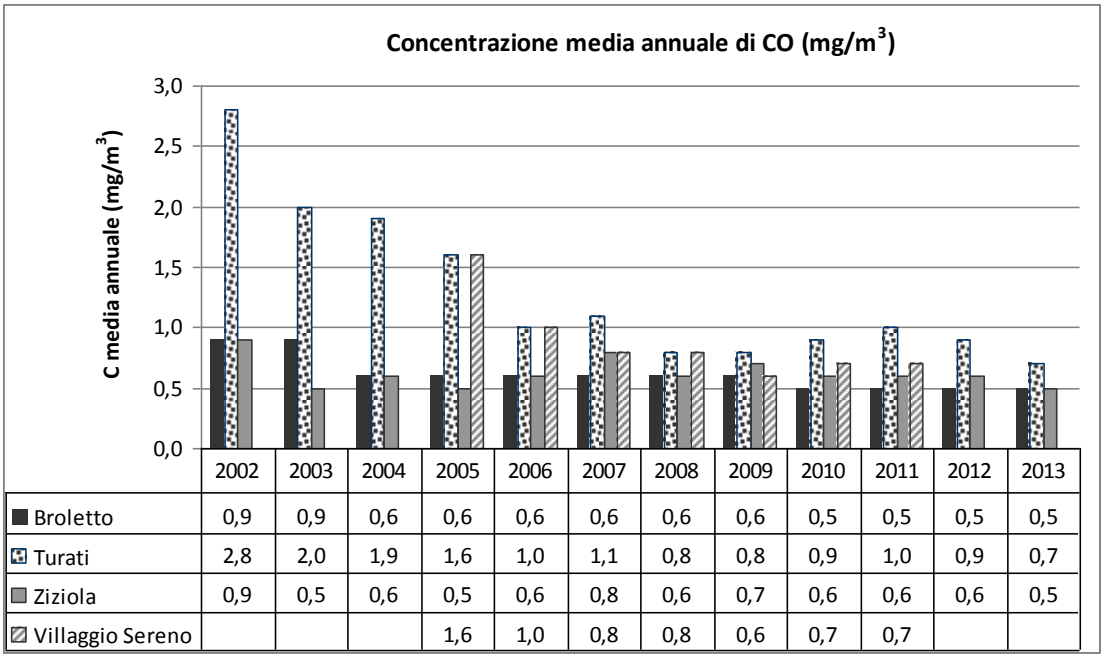
Effetti sulla salute

Il monossido di carbonio si lega facilmente con l'emoglobina, con un'affinità 200-250 volte superiore a quella dell'ossigeno, formando un composto fisiologicamente inattivo la carbossiemoglobina (COHb). Questa sostanza non consente l'ossigenazione dei tessuti, determinando l'insorgere di asfissia.
Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie o da donne in gravidanza. Alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti. Gli effetti nocivi del CO sono amplificati nei fumatori.
Studi epidemiologici recenti hanno messo in rilievo una associazione tra concentrazioni di CO rilevato in ambito urbano e ricoveri di emergenza per malattie cardiovascolari (Schwartz, 1999) e respiratorie (Sheppard, 1999).
E' difficile interpretare tale associazione in senso causale ed è stato ipotizzato che la rilevazione del CO in ambito urbano possa costituire un buon indicatore delle particelle molto fini aerodisperse.

Non sono stati registrati effetti dannosi a carico della vegetazione, tranne che in caso di esposizione a concentrazioni elevate alle quali il CO provoca una diminuzione della capacità dei batteri di fissare l'azoto nelle radici dei vegetali.

Analisi dei dati

Il valore della concentrazione media annuale di Monossido di carbonio, riportata nel grafico in Figura 63 è diminuita dal 2002 al 2013. La riduzione delle concentrazioni è più evidente nelle stazioni che hanno misurato la concentrazione di CO in tutto l'intervallo di tempo considerato, in particolar modo nella stazioni posizionate in via Turati e in via Ziziola.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Turati	2,8	2,0	1,9	1,6	1,0	1,1	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,7
Ziziola	0,9	0,5	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
Villaggio Sereno				1,6	1,0	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7		

Figura 63: Andamento della concentrazione media annuale di CO espressa in mg/m^3 dal 2002 al 2013.

In tutto il periodo preso in considerazione non si sono verificati episodi acuti di inquinamento da CO, infatti la media mobile delle concentrazioni su periodi di otto ore 8h non ha mai superato il valore di 10 mg/m^3 (fissato dal D.lgs. 155/2010).

La presenza di monossido di carbonio non desta particolari preoccupazioni visto che in tutto il periodo considerato (dal 2002 al 2013) le concentrazioni sono state inferiori al valore limite fissato per la protezione della salute umana.

2.7.5 Il Particolato Atmosferico (PM10, PM2,5)

Il particolato atmosferico è costituito dall'insieme di particelle liquide e solide che restano sospese in atmosfera, caratterizzate da proprietà chimiche e fisiche tra loro molto diverse.

Esistono diverse classificazioni del particolato atmosferico che suddividono le polveri in base alla dimensione delle particelle costituenti, oppure in funzione alla loro capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

Le Polveri Totali Sospese (PTS) sono anche chiamate Particulate Matter (PM).

Le particelle atmosferiche aventi diametro inferiore a 10 μm (micro metri) sono dette PM10 e quelle con diametro inferiore a 2,5 μm sono chiamate PM2,5. Le PM 2,5 costituiscono circa il 60% delle PM10. Il particolato è suddiviso in una frazione fine, costituita da particelle con diametro inferiore a 2,5 μm e una frazione grossolana, costituita da particelle con diametro compreso tra 10 e 2,5 μm. Le particelle che costituiscono il particolato riescono a penetrare a diverse profondità nell'apparato respiratorio in base alla loro dimensione e sono così classificabili:

- Polveri inalabili: sono costituite da particelle aventi diametro inferiore a 10 μm che riescono ad entrare nell'apparato respiratorio.
- Polveri toraciche: sono costituite da particelle aventi diametro compreso tra 10 μm e 2,5 μm che riescono a raggiungere i polmoni.
- Polveri respirabili: sono costituite da particelle aventi diametro inferiore a 2,5 μm che riescono a penetrare negli alveoli.

Le polveri possono essere emesse direttamente da sorgenti naturali e antropiche, (componente primaria) oppure si possono originare come prodotti secondari da reazioni chimiche e fisiche che avvengono in atmosfera (componente secondaria).

La concentrazione delle polveri in atmosfera è fortemente determinata dalla meteorologia, in particolare dalla presenza di vento, dall'azione dilavante della pioggia e dalla circolazione atmosferica. Nell'aria non inquinata la concentrazione di polveri è mediamente inferiore a 5 $\mu g/m^3$. La permanenza in atmosfera delle particelle è anche determinata dalle loro dimensioni; infatti le particelle che hanno un diametro superiore a 50 μm sedimentano rapidamente, determinando fenomeni d'inquinamento locale con un raggio che varia tra i 10 e i 100 metri dalla sorgente emissiva. Le PM10 possono restare in sospensione

mediamente per circa 12 ore mentre le particelle con diametro inferiore a 1 μm possono fluttuare nell'aria anche per un mese. Il particolato può andare incontro a processi d' aggregazione dovuti ad urti occasionali o ad attrazione elettrostatica, come conseguenza di questo fenomeno si ha la successiva deposizione al suolo per effetto della forza di gravità anche per le particelle più piccole.

Gli agenti atmosferici possono trasportare il particolato emesso da un camino di altezza elevata anche a grandi distanze dalla sorgente emissiva. Per questo motivo l'inquinamento di fondo può essere determinato da sorgenti dislocate in un territorio di diversi chilometri quadrati.

Fonti

Le polveri si possono originare sia da fonti naturali sia da fonti antropogeniche. La frazione grossolana del particolato viene direttamente emessa in atmosfera ed è quindi costituita solo dalla componente primaria. Alcuni studi stimano che la formazione secondaria di particolato atmosferico, in particolare del PM2,5, (che si origina da reazioni fotochimiche tra i gas precursori quali l'anidride solforosa e gli ossidi di azoto), determini la presenza di circa il 60% del particolato totale presente in atmosfera[3] .

Le sorgenti di origine antropica sono già state trattate nei capitoli precedenti, nella tabella che segue si riportano le sorgenti di origine naturale.

Sorgenti naturali del particolato fine	
Primario	Secondario
Spray marino	Ossidazione di NOx prodotto dal suolo
Erosione delle rocce	Ossidazione di SO2 e NOx emessi da vulcani e da incendi
Incendi boschivi	Emissione di NH3 da animali selvatici
	Ossidazione di idrocarburi emessi dalla vegetazione

Tabella 13: Sorgenti del particolato atmosferico.

Effetti sulla salute

Gli effetti sull'uomo dell'esposizione al particolato sono condizionati da numeri fattori:

[3] "Polveri fini in atmosfera: la componente secondaria." Giuliano, Lonati. *Energia* n°3 del 2005. 74-77.

- La concentrazione alla quale si è esposti;
- La dimensione delle particelle alle quali si è esposti, che determina il livello di penetrazione delle polveri nell'apparato respiratorio;
- La composizione chimica delle polveri che determina la tossicità e l'eventuale cancerogenicità;
- La struttura della superficie delle particelle che può assorbire dall'aria delle sostanze chimiche altamente tossiche e successivamente trascinarle all'interno dell'apparato respiratorio.

Il particolato con diametro superiore a 10 μm si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio e può determinare irritazioni, infiammazioni del naso e della gola. Se nelle polveri respirate sono presenti sostanze acide, come biossido di zolfo e ossidi di azoto, gli effetti irritativi si acuiscono. Le particelle più dannose per la salute umana sono quelle che penetrano nell'apparato respiratorio (PM10 e in modo particolare PM2,5) e vi restano per lunghi periodi prima di essere rimosse. L'esposizione alle polveri atmosferiche può determinare l'aggravarsi delle malattie respiratorie croniche quali l'asma, la bronchite e l'enfisema; i soggetti più sensibili sono gli anziani, i bambini e coloro che svolgono una intensa attività fisica lavorativa o sportiva all'aperto.

Come ricordato in precedenza nel mese di ottobre 2013 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) dell'Organizzazione mondiale della sanità ha classificato l'inquinamento atmosferico esterno come "cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 1). Gli esperti dello IARC hanno inoltre valutato separatamente il particolato fine classificandolo come "cancerogeno per l'uomo" (Gruppo 1). La valutazione dello IARC ha mostrato un incremento di rischio di tumore ai polmoni a livelli crescenti di esposizione al particolato e all'inquinamento atmosferico.

La determinazione degli effetti a carico dell'apparato respiratorio e cardiocircolatorio causati dall'esposizione al particolato atmosferico è oggetto di numerosi studi.

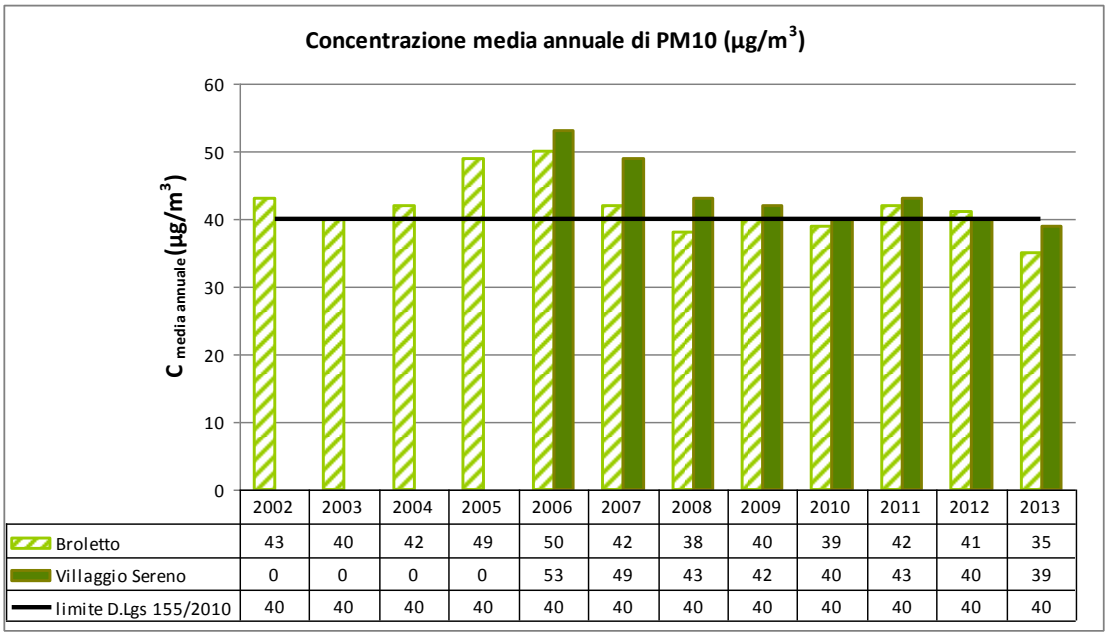
Effetti sull'ambiente.

La presenza di particelle in sospensione riduce la visibilità e modifica la luminosità atmosferica, determinando fenomeni di assorbimento e riflessione della luce solare. La condensazione attorno alle particelle sospese favorisce la formazione di nebbie e l'insorgere del fenomeno delle piogge acide che corrodono ed erodono materiali e metalli. Le polveri che si depositano sulle foglie delle piante

ostacolano i processi di fotosintesi, schermando la luce. Le modificazioni climatiche causate dalla presenza di particolato sono oggetto di studio, ma la schermatura e la riflessione della radiazione solare comportano una riduzione della temperatura terrestre, anche se la riflessione della radiazione infrarossa terrestre tenda a mitigare questa riduzione.

Analisi dei dati rilevati

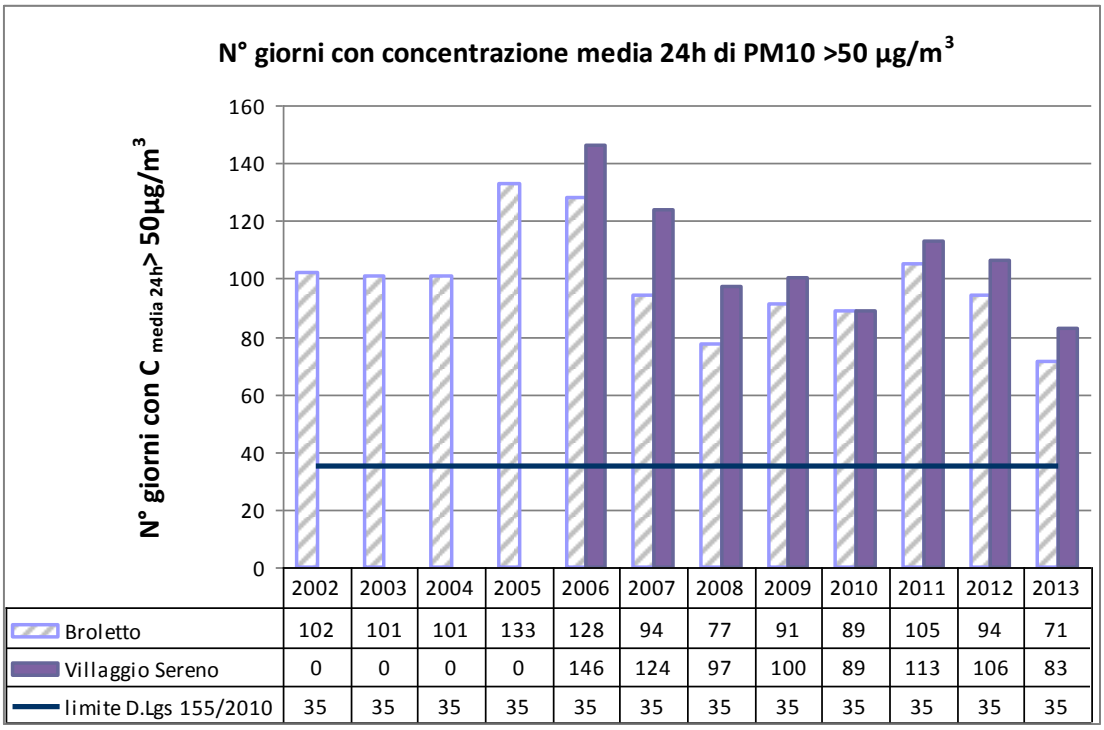
Nel 1 Novembre 2004 è stato introdotto un nuovo Sistema di Misura (SM2005) gravimetrico che misura anche la parte semivolatile del particolato, per questo motivo le concentrazioni rilevate a partire da questa data sono più elevate rispetto agli anni precedenti.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	43	40	42	49	50	42	38	40	39	42	41	35
Villaggio Sereno	0	0	0	0	53	49	43	42	40	43	40	39
limite D.Lgs 155/2010	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Figura 64: Andamento della concentrazione media annuale di PM10 nelle stazioni di Broletto e del Villaggio Sereno, dal 2002 al 2013.

I valori della concentrazione media annuale registrata nelle stazioni di Broletto dal 2002 al 2012 e del Villaggio Sereno dal 2006 al 2012 (riportate in 64) risultano essere quasi sempre superiori o uguali al valore limite fissato dal D.lgs. 155/2010 pari a 40 µg/m3 ad eccezione del valore medio annuo registrato nella centralina Broletto nel 2008 e nel 2010. Nell'anno 2013 entrambe le centraline considerate hanno registrato un valore medio inferiore al limite fissato dalla normativa vigente.



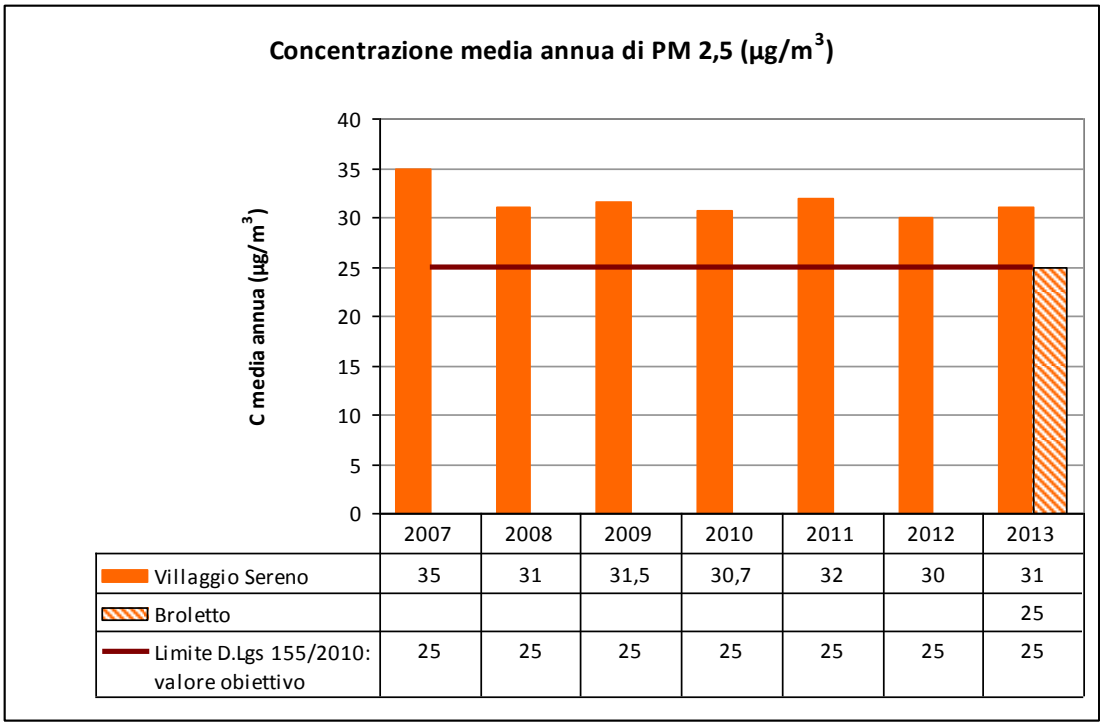
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Broletto	102	101	101	133	128	94	77	91	89	105	94	71
Villaggio Sereno	0	0	0	0	146	124	97	100	89	113	106	83
limite D.Lgs 155/2010	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Figura 65: Numero di giorni per ciascun anno dal 2002 al 2013 caratterizzati da una concentrazione media giornaliera di PM10 maggiore di 50 µg/m³. I valori considerati si riferiscono alla centralina del Broletto e del Villaggio Sereno.

In tutto il periodo considerato (2002-2013) presso tutte le centraline posizionate sul territorio comunale il numero di giorni all'anno nei quali la concentrazione media giornaliera di PM10 ha superato il valore di 50 µg/m³ (vedi Figura 65) è maggiore al limite fissato dal D.lgs. 155/2010.

La stazione di rilevamento del Villaggio Sereno, operativa dal 2006, quasi sempre presenta sia valori di concentrazione media annuale che il numero di giornate di supero della concentrazione media giornaliera maggiori o uguali a quelli rilevati nella centralina di monitoraggio del Broletto.

Presso la stazione di monitoraggio del Villaggio Sereno (attivo dal mese di giugno 2006) e del Broletto (attivo dal mese di agosto 2013) sono attivi anche i misuratori di PM2,5. In Figura 66 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie annuali di PM 2,5 e il confronto con il valore obiettivo fissato dal D.lgs. 155/2010 pari a 25 µg/m³ (valore che diventerà limite vigente dal 2015).



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Villaggio Sereno	35	31	31,5	30,7	32	30	31
Broletto							25
Limite D.Lgs 155/2010: valore obiettivo	25	25	25	25	25	25	25

Figura 66: Andamento della concentrazione media annuale di PM2,5 dal 2007 al 2013. Si sottolinea che la stazione del Broletto è stata attivata nel mese di agosto 2013.

Le concentrazioni medi annuali di PM2,5 registrate presso la stazione di monitoraggio del Villaggio Sereno dal 2007 al 2013 sono maggiori del valore limite obiettivo fissato dal D.lgs. 155/2010 vigente dal 2015. Il dato medio registrato presso stazione del Broletto relativo al periodo agosto 2013 - dicembre 2013 rispetta il valore limite sopra considerato.

2.7.6 Benzene.

II benzene è il più semplice degli idrocarburi aromatici. La sua molecola ha una struttura ad anello esagonale ed è formata da sei atomi di carbonio e sei atomi di idrogeno C_6H_6. A temperatura ambiente è un liquido volatile, incolore, caratterizzato da un odore aromatico e pungente. Il benzene è utilizzato come detonante nella benzina verde, come solvente e trova applicazione nella produzione di plastiche, resine, pesticidi e detergenti.

Fonti

Il benzene è emesso in atmosfera come prodotto della combustione incompleta sia di natura antropica che naturale (incendi boschivi); inoltre il C_6H_6 viene rilasciato in atmosfera attraverso processi evaporativi correlati all' uso di petrolio e alle emissioni industriali. Il contributo dovuto alle sorgenti naturali è minimo rispetto a quello correlato alle attività umane. La fonte emissiva principale è costituita dal traffico veicolare. I veicoli rilasciano il benzene sia sotto forma di gas incombusti, sia per evaporazione nella preparazione e nella distribuzione della benzina. In Figura 67 e in Figura 68 sono riportati due grafici che evidenziano la suddivisione percentuale tra le fonti di emissione di benzene e tra le fonti di esposizione al benzene.

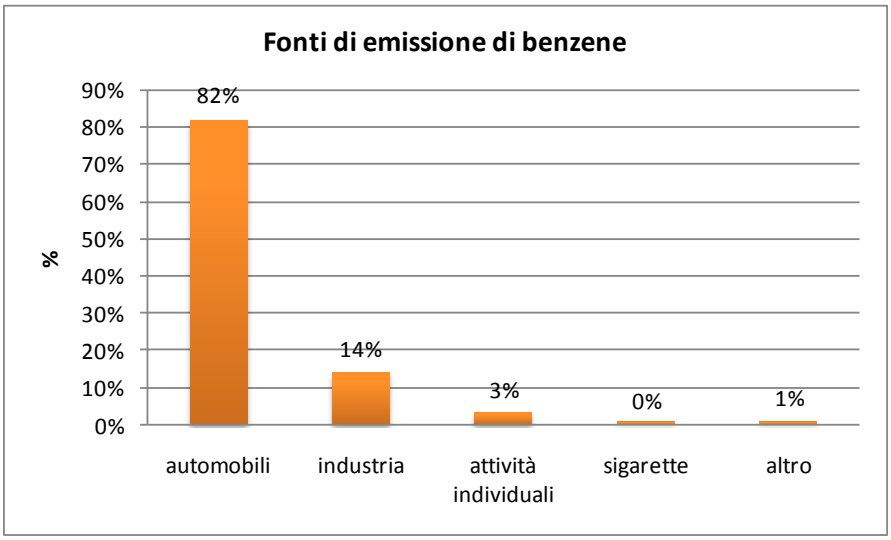


Figura 67: Suddivisione percentuale tra le fonti di benzene [4].

Per attività individuali si intende ad esempio l'uso di colle, pitture, detergenti contenenti benzene, oppure l'inspirazione di fumi di benzina.

[4] Everyday Exposure to Toxic Pollutants" Ott, Roberts *SCIENTIFIC AMERICAN* feb. 1998.

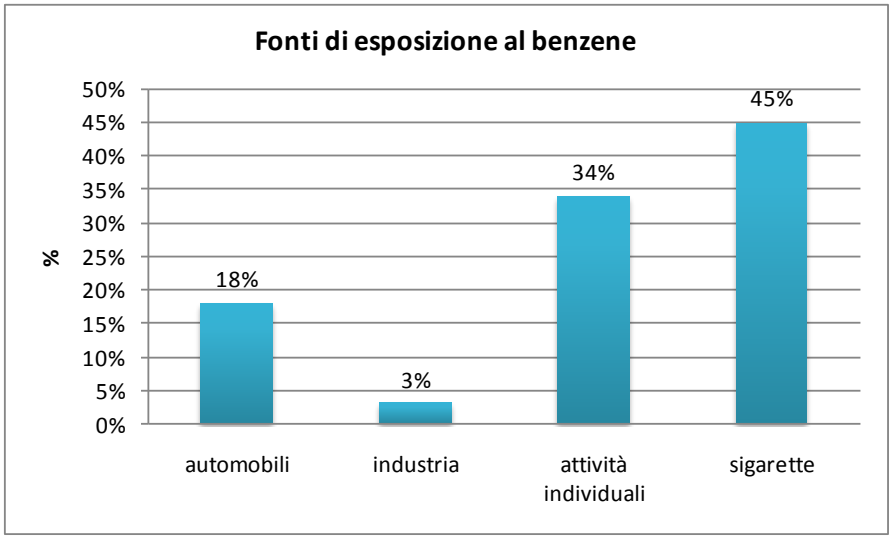


Figura 68: Suddivisione percentuale tra le fonti di esposizione al benzene .

Negli ambienti chiusi la principale fonte di esposizione al benzene è costituita dal fumo di tabacco. Fumando 32 sigarette in un giorno si assorbono circa 1.8 mg di benzene, un valore dieci volte maggiore di quello assorbito da un soggetto non fumatore. La concentrazione di benzene in atmosfera è fortemente condizionata dalla meteorologia. L'esposizione al C6H6 dipende dalle attività che ciascun individuo svolge, ad esempio l'utilizzo di detergenti o l'esecuzione di attività lavorative che richiedono di maneggiare combustibili. In aria il benzene reagisce con altri composti chimici e si degrada in pochi giorni. L'acqua delle falde può essere contaminata dal benzene a causa del trasporto operato dalla pioggia oppure a causa di perdite da serbatoi o da impianti industriali.

Effetti sulla salute

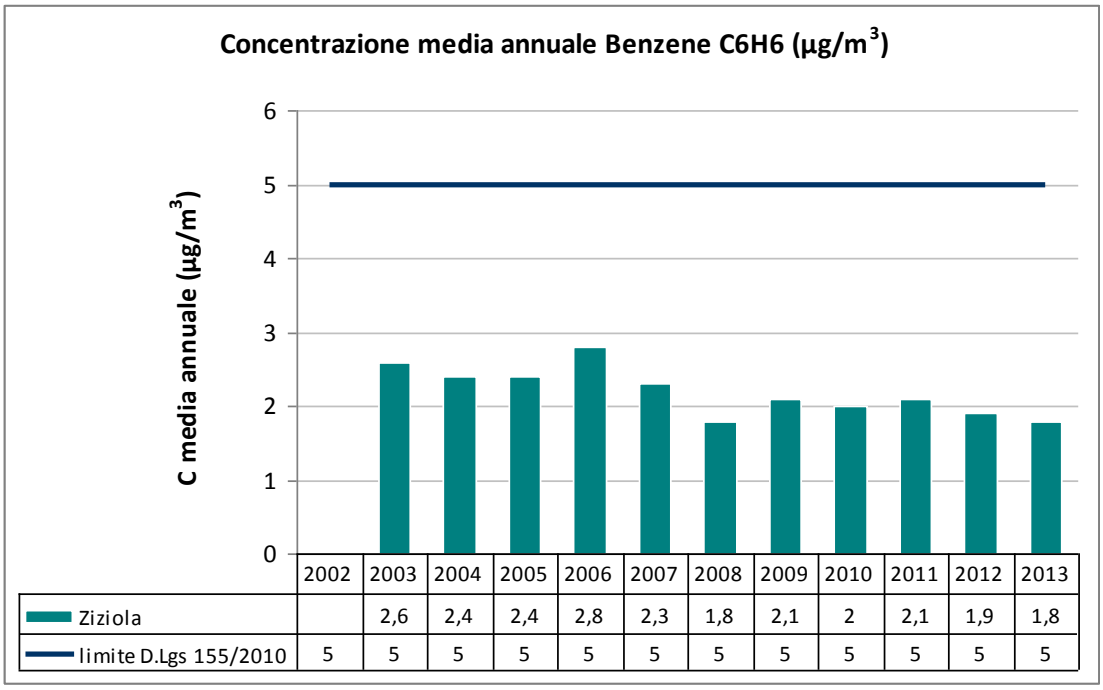
Il benzene può essere inalato, oppure può essere assorbito per contatto cutaneo, per ingestione di cibo e di bevande contaminate. Gli effetti sulla salute dipendono dalle concentrazioni alle quali si è esposti e dalla durata dell'esposizione. Brevi esposizioni ad elevate concentrazioni (10.000 – 20.000 ppm) [5]possono condurre alla morte. Esposizioni a 700 – 3000 ppm possono determinare capogiri, sonnolenza, confusione, perdita di coscienza, tremori. Esposizioni a basse concentrazioni prolungate nel tempo possono alterare la memoria e alcune capacità psichiche. Il benzene può causare irritazione agli occhi, alla pelle, alle mucose respiratorie. L'ingestione di C6H6 può determinare l'irritazione dello

[5] Fattore di conversione per il benzene: 1 ppm = 3,26 mg/m^3

stomaco, sonnolenza, capogiri, convulsioni, aumento del battito cardiaco, coma e morte. Il benzene è fortemente tossico per le cellule sanguigne e per gli organi che le producono e causa la diminuzione dei globuli rossi, bianchi, delle piastrine e l'insorgenza di anemia. Il benzene è una sostanza cancerogena per l'uomo, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (I.A.R.C.) l'ha classificato tra le sostanze cancerogene certe (gruppo 1). Vi sono degli studi epidemiologici che correlano l'esposizione al benzene con l'aumento di alcune forme di leucemia. L'esposizione a concentrazioni elevate per lunghi periodi può causare danni a carico del midollo osseo (OMS, 1987a). Non sono documentati effetti ematologici a seguito di esposizioni non professionali. La leucemia si è manifestata in lavoratori esposti a concentrazioni migliaia di volte superiori a quelle presenti nell'atmosfera di una città. Gli attuali limiti obiettivo fissati dalle norme sono stati ottenuti attraverso l'applicazione di modelli matematici che consentono di calcolare l'aumento di casi di leucemie corrispondente a diverse concentrazioni di Benzene nell'aria. Esistono diverse stime del fattore di rischio unitario, definito come la probabilità di insorgenza di cancro in un individuo esposto ad una concentrazione di 1 $\mu g/m^3$ per 70 anni. L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) riporta un valore di 4x10-6 (sono previsti quattro casi di leucemia su un milione di persone esposte per 70 anni ad una concentrazione di benzene pari 1 $\mu g/m^3$), la U.S. E.P.A. ha stimato un valore compreso tra $2.8x10^{-6}$ e $30x10^{-6}$ e la South Coast Air Quality Management District (l'ente Californiano per il controllo della qualità dell'aria) ha valutato un fattore di rischio unitario di $53x10^{-6}$.

Analisi dei dati rilevati

La concentrazione di benzene viene rilevata nella stazione di via Ziziola. In Figura 69 sono riportati i valori medi annuali delle concentrazioni di benzene relative agli anni 2002 – 2013. Come si può notare, le concentrazioni medie annuali si sono mantenute al di sotto del limite fissato dal D.lgs. 155/2010 pari a 5 $\mu g/m^3$.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ziziola		2,6	2,4	2,4	2,8	2,3	1,8	2,1	2	2,1	1,9	1,8
limite D.Lgs 155/2010	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Figura 69: Andamento della concentrazione media annuale di Benzene dal 2003 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2002 non è disponibile.

2.7.7 Metalli

Fonti

I metalli e i loro composti sono costituenti naturali della crosta terrestre. Essi si trovano in atmosfera prevalentemente all'interno del particolato. Le sorgenti naturali di metalli (come ad esempio le eruzioni vulcaniche, gli incendi boschivi, le maree, etc.) contribuiscono al loro ciclo naturale di tali elementi e dei loro composti. Le sorgenti antropogeniche, in prevalenza rappresentate dalle combustioni e dai processi industriali, possono alterare il normale tasso di rilascio e di trasporto nell'ambiente dei metalli, modificando così gli equilibri dei processi biochimici in cui tali elementi sono coinvolti.

Effetti sulla salute

In metalli tendono ad accumularsi all'interno dei tessuti degli esseri viventi (fenomeno del bioaccumulo), determinando l'insorgenza di effetti negativi sul soggetto che vi è esposto.

I metalli più rappresentativi per il rischio ambientale a causa della loro tossicità e del loro uso massivo sono: il Piombo, il cadmio, il nichel e l'arsenico, classificati dall'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) come cancerogeni per l'uomo.

Per tali motivi il D.lgs. 155/2010 ha previsto un valore limite per il piombo e i valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio e il nichel. Le conseguenze per la salute umana possono essere molteplici e variano da elemento ad elemento:

- Il cadmio può avere effetti negativi sui reni ed effetti cancerogeni;
- Il nichel può avere effetti sull'apparato respiratorio, sul sistema immunitario e può causare allergie epidermiche;
- L'arsenico può causare l'irritazione dello stomaco, dell'intestino e dei polmoni, la produzione ridotta di globuli rossi e bianchi del sangue. Inoltre l'esposizione all'arsenico aumenta il rischio di sviluppare il cancro alla pelle, al polmone, al fegato e al sistema linfatico;
- Il piombo è assorbito dall'epitelio polmonare ed entra nel circolo sanguigno, si deposita in quantità decrescenti in ossa, fegato, reni, muscoli e cervello provocando svariati effetti tra cui anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario

Analisi dei dati rilevati

Nei grafici seguenti è riportato l'andamento delle concentrazioni dei metalli sopra considerati dal 2008 al 2013. Si evidenzia che la strumentazione di misura, installata presso la stazione del Villaggio Sereno è stata attivata nel mese di aprile 2008. I valori delle concentrazioni medie annuali di Cadmio, Piombo, Nichel ed Arsenico misurate presso la stazione di via Ziziola sono state al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa vigente per tutto il periodo considerato.

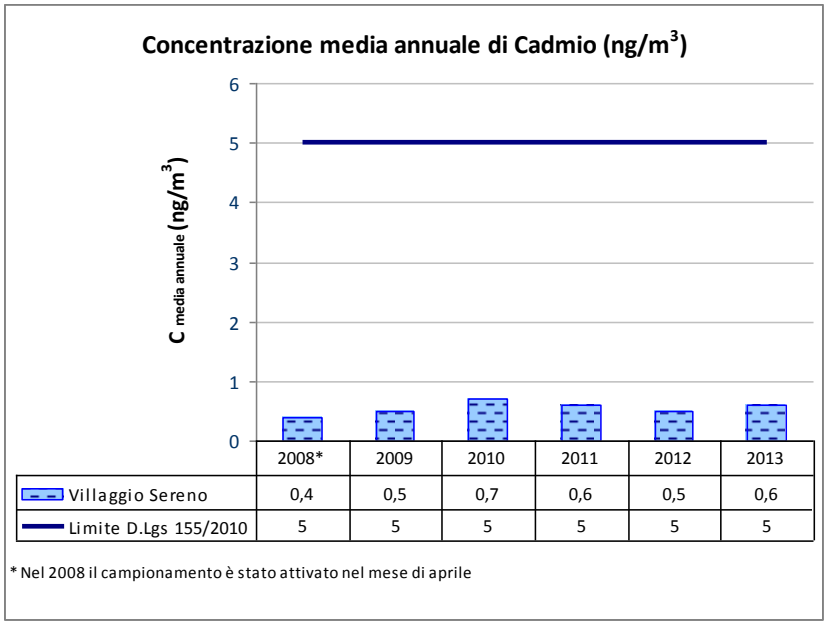


Figura 70: Andamento della concentrazione media annuale di Cadmio dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008.

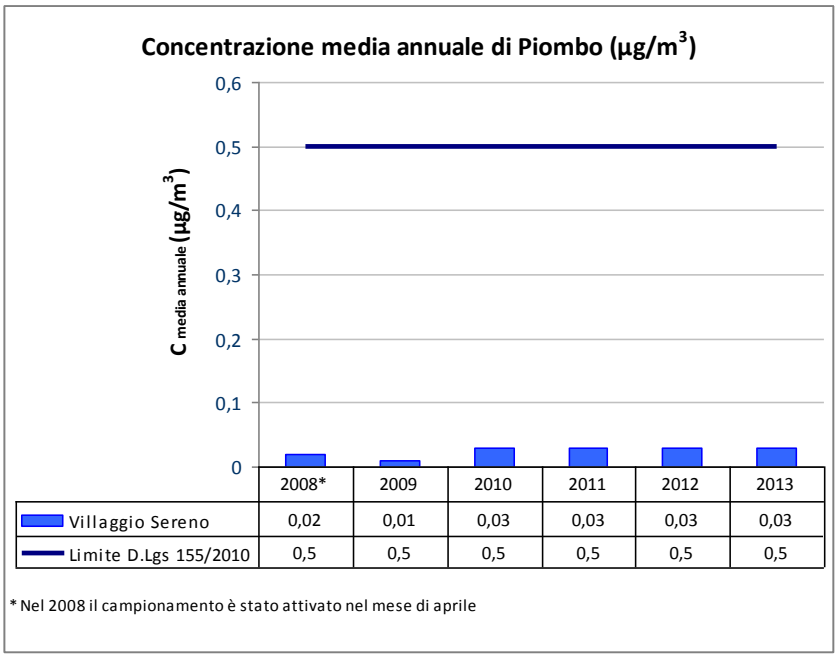


Figura 71: Andamento della concentrazione media annuale di Piombo dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008.

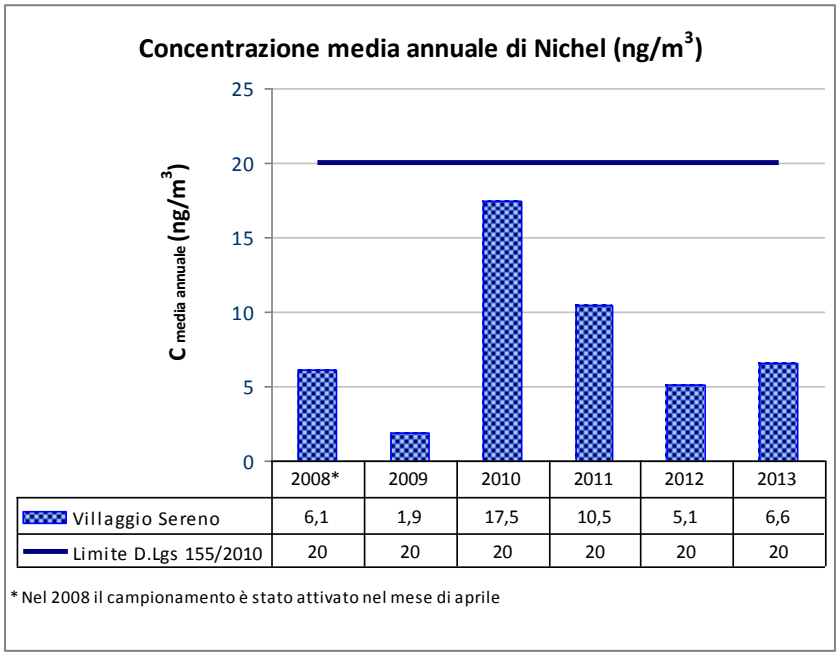


Figura 72: Andamento della concentrazione media annuale di Nichel dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008.

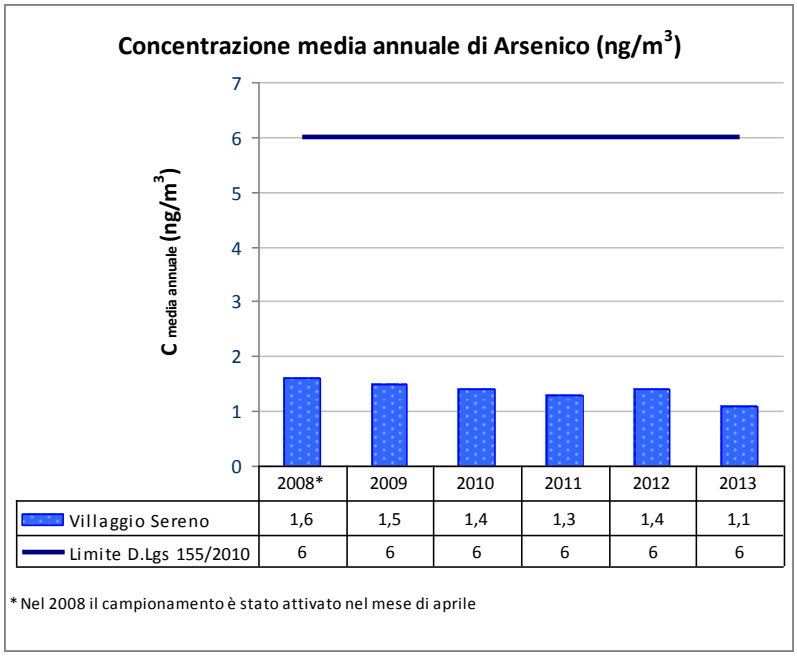


Figura 73: Andamento della concentrazione media annuale di Arsenico dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008.

2.8 Conclusioni

La normativa vigente prevede che per effettuare la valutazione della qualità dell'aria ci si avvalga di diversi strumenti conoscitivi tra i quali: le reti di monitoraggio, l'applicazione di modelli di dispersione degli inquinanti e gli inventari delle emissioni. La Pianura Padana è caratterizzata da una configurazione geografica e da condizioni meteo-climatiche che determinano l'accumulo e il ristagno degli inquinanti. Per conseguire un miglioramento della qualità dell'aria è necessario che le politiche di prevenzione e di contenimento dell'inquinamento atmosferico vengano definite attraverso un approccio integrato. Per questo motivo le Regione Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Valle D'Aosta e le Province Autonome di Trento e Bolzano hanno sottoscritto degli accordi che prevedono:

- L'adozione di metodologie e di strumenti condivisi per la valutazione della qualità dell'aria;
- L'attuazione di azioni comuni per la riduzione delle emissioni di particolato atmosferico.

Negli ultimi 20 anni le concentrazioni degli inquinanti "convenzionali" (biossido di zolfo, particolato totale sospeso, benzene) sono diminuite nel tempo. Questa riduzione è associabile all'introduzione di tecnologie di abbattimento più avanzate nei processi industriali, alla sostituzione di alcune tipologie di combustibili (es riduzione dell'uso di Olio denso contenete zolfo) e al rinnovo del parco auto circolante. Attualmente i problemi di inquinamento atmosferico più critici sono riconducibili alla presenza di polveri fini, di biossido di azoto e ozono.

Adottare delle strategie efficaci volte alla riduzione delle concentrazioni di questi inquinanti è molto difficile poiché essi in atmosfera sono coinvolti in complesse reazioni chimiche. Le concentrazioni di polveri fini presenti in un sito risentono sia del contributo delle emissioni locali, sia dei valori di concentrazione di fondo urbano e di fondo di ampia scala (regional background). La concentrazione di fondo è data dalla somma dei contributi dei processi di emissione di particolato e della formazione di particolato secondario che avviene all'interno di vasti domini (centinaia di chilometri di ampiezza).

Di seguito si riportano le azioni previste da Regione Lombardia, dalla Provincia di Brescia e dal comune di Brescia per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

2.8.1 Le politiche regionali

Regione Lombardia ha emanato la legge regionale 12 dicembre 2006 n. 26 "*Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente*" che all'art. 2, comma 5, prevede che, nell'ambito della programmazione regionale per il risanamento della qualità dell'aria e in attuazione dei principi di collaborazione e sussidiarietà, al fine di concertare le misure più idonee, venga istituito il Tavolo permanente con funzioni di consultazione istituzionale.

Nell'ottobre 2010 presso la Regione Lombardia, è stato convocato il tavolo permanente sulla qualità dell'aria. Durante l'incontro la Regione Lombardia ha ribadito che il tema dell'inquinamento atmosferico è un problema vasto e complesso e la regione sta ponendo l'attenzione alla ricerca delle cause, al fine di vincere la sfida contro l'inquinamento. Da qui la necessità di andare avanti con provvedimenti che siano strutturali e non occasionali. Durante l'incontro sono stati illustrati da parte del direttore dell'ARPA Lombardia i dati relativi all'inquinamento atmosferico nella regione. Di seguito si riportano gli elementi di maggior interesse:

1. **IL PM10** - Complessivamente i dati presentati da Arpa dimostrano che la concentrazione media annua del Pm10 nel 2010 è diminuita in tutte le province lombarde rispetto agli anni precedenti. Stesso discorso vale per il numero dei giorni nei quali si è superato il limite di 50 mg per metro cubo. Anche le indagini sulla qualità del particolato dimostrano che non ci sono superamenti per quanto concerne il piombo, il nichel, l'arsenico e il cadmio. Un discorso a parte merita il Benzo(a)pirene che - frutto della cattiva combustione della legna - raggiunge quantità importanti laddove la legna è ancora molto diffusa. In questo senso Regione Lombardia ha già approvato limiti al suo utilizzo in particolari condizioni e si appresta a varare nuove misure nell'ottica di un approccio integrato che va dalla corretta informazione e comunicazione ai cittadini, allo sviluppo tecnologico, dalla certificazione degli apparecchi ai controlli e alla corretta manutenzione degli impianti, fino allo sviluppo di una filiera del pellet di qualità. Provvedimenti importanti e per certi versi scomodi, come il divieto dell'uso dell'olio combustibile, hanno contribuito a migliorare notevolmente la qualità del particolato.

2. **LE FONTI** - Interessante anche il quadro che emerge dall'inventario sulle emissioni: le principali sono il trasporto su strada, in particolare con alimentazione diesel, e anche off-road, l'agricoltura, il riscaldamento domestico e l'uso dei solventi. Anche in questo caso Regione Lombardia ha avuto un approccio sistemico verso di esse, da una parte rendendo sempre più

severe le norme, e dall'altra incentivando in misura molto significativa la dismissione delle fonti più pericolose.

La Regione Lombardia propone di ridare vita al tavolo tecnico **del bacino padano** con Emilia, Friuli, Veneto, Valle d'Aosta, Piemonte e Province autonome di Trento e Bolzano che, nel 2007, aveva portato non solo ad un fermo diffuso del traffico, ma anche a un importante accordo sottoscritto dai rispettivi presidenti per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Infatti adottare delle strategie efficaci volte alla riduzione delle concentrazioni di questi inquinanti è molto difficile poiché essi in atmosfera sono coinvolti in complesse reazioni chimiche. Le concentrazioni di polveri fini presenti in un sito risentono sia del contributo delle emissioni locali, sia dei valori di concentrazione di fondo urbano e di fondo di ampia scala (regional background). La concentrazione di fondo è data dalla somma dei contributi dei processi di emissione di particolato e della formazione di particolato secondario che avviene all'interno di vasti domini (centinaia di chilometri di ampiezza).

Di seguito si riportano le azioni previste da Regione Lombardia per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

2.8.2 Azioni della Regione Lombardia per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Come precedentemente ricordato l'11 dicembre 2006 è stata approvata la Legge n. 24/2006 "**Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente** "che prevede l'adozione di limitazioni alla circolazione di veicoli inquinanti, all'utilizzo di apparecchi obsoleti per la combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, il divieto di combustione delle biomasse all'aperto, limitazione dell'utilizzo di olio combustibile per gli impianti di riscaldamento civile, il divieto di climatizzazione nel periodo estivo ed invernale in cantine, box e depositi. In attuazione a quanto previsto dalla leggere regionale n°24/2006 sono state previste le seguenti misure:

Misure per la limitazione del traffico veicolare

Dal 15 ottobre 2014 sono in vigore, come ogni anno, i provvedimenti di limitazione della circolazione per alcuni veicoli finalizzati alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera e per il miglioramento della qualità dell'aria.

Le limitazioni alla circolazione si applicano sulla base della nuova zonizzazione di cui alla d.g.r. 2605 del 30 novembre 2011 con le seguenti modalità.

Per la ZONA ex-A1, ossia la porzione di territorio regionale corrispondente agli agglomerati di Milano, Brescia e Bergamo, con l'aggiunta dei capoluoghi di provincia della bassa pianura (Pavia, Lodi, Cremona e Mantova) e relativi Comuni di cintura appartenenti alla zona A fermo della circolazione dal 15 ottobre 2014 al 15 aprile 2015, dal lunedì al venerdì, dalle 7.30 alle 19.30 per i seguenti veicoli:

- Autoveicoli ad accensione comandata (benzina) non omologati ai sensi della direttiva 91/441/CEE e successive (veicoli detti "**Euro 0 benzina**");
- Autoveicoli ad accensione spontanea (diesel) omologati ai sensi della direttiva 91/542/CEE, o 96/1/CEE, riga B, oppure omologati ai sensi delle direttive da 94/12/CEE a 96/69/CE ovvero 98/77/CE (veicoli detti "**Euro 0, Euro 1, Euro 2 diesel**").

Inoltre sono vigenti:

- Il fermo permanente della circolazione per i motoveicoli e i ciclomotori a due tempi di classe Euro 0, in tutte le zone del territorio regionale (A1, A2, B, C1 e C2), da lunedì a domenica, dalle 00,00 alle 24,00.
- Il fermo permanente degli autobus M3 adibiti al Trasporto Pubblico Locale (TPL) di classe Euro 0, Euro 1 ed Euro 2 diesel privi di filtro antiparticolato efficace, da lunedì alla domenica dalle 00.00 alle 24.00 su tutto il territorio regionale.

Rimangono in vigore, le seguenti ulteriori disposizioni:

- Dal 15 ottobre al 15 aprile divieto di utilizzo di apparecchi obsoleti utilizzati per il riscaldamento domestico alimentati a **biomassa legnosa** (camini e stufe con rendimento < 63%), nelle zone A1 e nei comuni sotto i 300 m s.l.m.;

- Divieto permanente di utilizzare olio combustibile per gli impianti di riscaldamento civile aventi una potenza installata inferiore a 10 MW in tutta la Regione Lombardia;
- Divieto di climatizzare locali a servizio dell'abitazione in edifici destinati a residenza (box, cantine, depositi, scale) in tutta la Regione Lombardia.

I soggetti che svolgono servizi di polizia stradale sono incaricati dei controlli per verificare il rispetto delle limitazioni alla circolazione dei veicoli sopra considerate.

Tutte le informazioni relative alle iniziative sopra descritte sono reperibili nel sito:

http://www.reti.regione.lombardia.it

2.8.3 Azioni del Comune di Brescia.

L'inquinamento atmosferico è un argomento spesso al centro dell'attenzione della cittadinanza e dei portatori di interesse, in quanto genera impatto sia sull'ambiente che sulla salute pubblica.

Per andare incontro alla richiesta di informazioni da parte della cittadinanza e dei diversi portatori di interesse sugli impatti ambientali dovuti al funzionamento dei principali impianti industriali presenti nel Comune di Brescia, l'Amministrazione Comunale ha costituito i seguenti Osservatori:

- Osservatorio Termoutilizzatore (dal 1997 – Delibera di Giunta 1142/17356 del 28.05.1997)
- Osservatorio Alfa Acciai (dal 2007 – Delibera di Giunta 852/34899 del 07.08.2007)
- Osservatorio Ori Martin (dal 2013 – Delibera di Giunta 11/11267 del 11.01.2013).

In particolare l'attività degli Osservatori sopra considerati favorisce la diffusione di informazioni relativamente al funzionamento, al controllo ed agli impatti ambientali delle specifiche sorgenti industriali sopra elencate. Ciascun Osservatorio mantiene aggiornata la pagina WEB del sito del Comune di Brescia a se dedicata, nella quale sono riportati diversi documenti di sintesi delle attività svolte dall'Osservatorio stesso e documenti di approfondimento sui diversi temi trattati. Si consiglia la consultazione di detti siti per acquisire ulteriori elementi di interesse di dettaglio che non possono essere riportati nel presente Rapporto per motivi di sintesi.

3 SUOLO

3.1 Premesse e descrizione degli ambiti di approfondimento

Il suolo è lo strato superficiale che ricopre la crosta terrestre (litosfera). La sua conservazione e la sua protezione permettono di preservare la biodiversità e di salvaguardare molteplici funzioni dell'ecosistema fondamentali per il sostentamento della vita umana (quali ad esempio lo stoccaggio dell'acqua, la produzione alimentare). Il suolo rappresenta inoltre il luogo fisico nel quale si svolgono le attività umane ed è una preziosa fonte di materie prime.

Le diverse attività antropiche, in particolare quelle produttive (industriali, artigianali, ecc.…) e quelle agricole, possono determinare l'inquinamento di questa matrice ambientale.

In ambito urbanizzato le problematiche prevalenti sono invece rappresentate dall'impermeabilizzazione del suolo, determinata dagli insediamenti residenziali, industriali e dalle infrastrutture di trasporto.

3.2 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi, utili per l'inquadramento legislativo e per le valutazioni oggetto della presente relazione, sono i seguenti:

- Per la componente geologica, idrogeologica e sismica: L.R. 12/05 (art. 57) e s.m.i. e criteri attuativi approvati con D.G.R. n. 8/1566 del 22.12.2005; O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003;
- Per i siti contaminati: D.lgs. 152/06 e s.m.i. (Titolo V "*Bonifica di siti contaminati*" della parte quarta) e le modalità applicative regionali approvate con D.G.R. n. 8/2838 del 27.06.2007; D.M. 24.02.2003 "*Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Brescia-Caffaro*"; L.R. 26/03 e s.m.i.; L.R. 30/06 e s.m.i.;
- Per l'attività estrattiva: L.R. 14/98 e s.m.i. e dispositivi attuativi; D.C.R. n. 7/1114 del 25.11.2004 "*Piano cave della provincia di Brescia - Settori Sabbie e ghiaie - L. R. n. 14/98*";

3.3 Il Sito di interesse nazionale "Brescia-Caffaro"

3.3.1 Inquadramento storico

L'attività industriale nella città di Brescia, iniziata nei primi anni del '900 e culminata nel periodo compreso tra le due guerre mondiali, si è sviluppata soprattutto nell'area sud -occidentale della città. In questo periodo sono stati realizzati alcuni grandi impianti produttivi alcuni dei quali sono ancora oggi presenti, ad esempio Caffaro (1906) – Breda - Ideal Standard - Ideal Clima, mentre altri sono stati dismessi nel corso degli ultimi 10-15 anni, come ad esempio ATB - Bisider ed Europa Metalli.

L'attività di caratterizzazione chimica del suolo e del sottosuolo di questa zona è stata condotta dalla Azienda Sanitaria Locale (Asl di Brescia) e dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Il risultato delle indagini ha evidenziato la presenza di una situazione di inquinamento del suolo, la cui estensione e tipologia ha indotto il Comune di Brescia e gli Enti a richiedere al Ministero dell'Ambiente l'inserimento dell'area nei siti inquinati di interesse nazionale.

L'inserimento è stato formalizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con il Decreto Ministeriale del 24 febbraio 2003 "*Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Brescia Caffaro*". In Figura 74 è riportata la perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro.

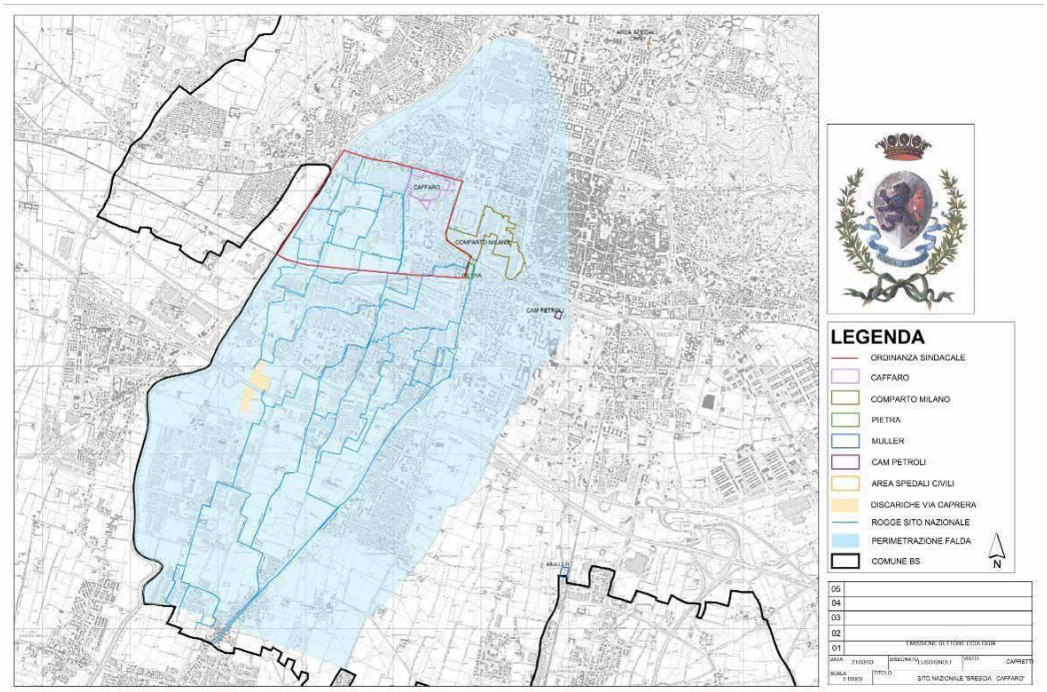


Figura 74: Perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro (DM 24 febbraio 2003).

Di seguito in Tabella 14 sono riportati i dati relativi all'estensione delle matrici interessate dalla contaminazione.

Suolo e sottosuolo:
Superficie totale circa 210 Ha di cui:
100 Ha destinati ad uso agricolo;
60 Ha destinati ad uso industriale;
40 Ha occupati da una zona residenziale;
7 Ha occupati dalle discariche di Via Caprera/Via Ghislandi.
Acque sotterranee:
Superficie totale: circa 2098 Ha.
Rogge:
Sviluppo lineare totale della rogge: circa 45 Km.

Tabella 14: Estensione delle aree interessate dalla contaminazione.

Nel territorio del Comune di Brescia gli Enti hanno condotto numerose campagne di indagine sia sulle matrici ambientali (suolo, rogge, acque superficiali, acque sotterranee) che sulle matrici alimentari prodotte in loco (ad esempio latte, foraggio, vegetali). Questi studi sono stati effettuati per valutare il livello di contaminazione presente nelle aree indagate, al fine di porre in atto sia le azioni di tutela sanitaria che le misure di messa in sicurezza propedeutiche alle successive fasi di bonifica.

3.3.2 Stato di inquinamento del suolo ottenuto dalle indagini condotte dal 2002 al 2008

Sono state condotte indagini caratterizzando chimicamente il suolo sia in aree pubbliche che private. Di seguito si riporta l'elenco delle principali zone che sono state oggetto della caratterizzazione:

- Sito nazionale "Brescia – Caffaro";
- Quartiere Chiesanuova;
- Aree agricole a sud di Chiesanuova;
- Zona agricola nella zona orientale del territorio comunale;

Metodi di campionamento

Dai risultati analitici e stratigrafici acquisiti in sede di prima indagine geoambientale è emerso che la contaminazione ha riguardato principalmente gli strati superficiali del suolo. Pertanto le indagini prima citate sono state condotte procedendo a campionamento mediante carotaggio effettuato con un cilindro di acciaio del diametro di 100 mm ed altezza 350 mm calato nel terreno.

Si fa presente che a partire dall'entrata in vigore del D.lgs. 152/06 le tecniche di campionamento e le analisi sono state eseguite in coerenza con quanto stabilito da detto decreto, mentre per le campagne di caratterizzazione il riferimento normativo è stato il DM 471/99. Le due norme differiscono per quanto concerne le modalità di campionamento e di analisi, pertanto il confronto tra i dati acquisiti nei due diversi periodi deve essere effettuato con le opportune cautele. Nel presente documento, per facilitare la lettura dei dati, i risultati acquisiti sono stati confrontati con i valori limite attualmente in vigore fissati dal D.lgs. 152/06.

I parametri chimici ricercati

In ciascuna area oggetto della caratterizzazione sono stati ricercati diversi inquinanti, come evidenziato nell'elenco seguente:

- Nel Sito nazionale "Brescia – Caffaro" anno 2002: PCB, PCDD-PCDF, Hg
- Nel Quartiere Chiesanuova anno 2003: PCB, PCDD-PCDF, Hg, As
- Nelle aree agricole a sud di Chiesanuova anno 2007: PCB, PCDD-PCDF, Hg, As
- Nella zona agricola ad est anno 2008: PCB, PCDD-PCDF, Hg, As e altri metalli

In Figura 75 è riportata una fotografia aerea della zona Sud Ovest del territorio comunale interessata dalla contaminazione. Nell'immagine sono evidenziate alcune delle aree sopra considerate.

Figura 75:Fotografia aerea della zona Sud Ovest del territorio comunale interessata dalla contaminazione.

Risultati analitici

L'attività di caratterizzazione dei suoli è stata svolta effettuando più di 2000 campionamenti e più di 650 analisi chimiche per la ricerca dei principali parametri chimici di interesse (PCB, PCDD-PCDF, mercurio, arsenico ed altri metalli).

L'elevato numero di analisi chimiche effettuate determina una notevole difficoltà nella rappresentazione degli stessi e nella loro lettura critica. Pertanto si è deciso di presentare i principali parametri statistici relativi a ciascuna campagna di indagine.

Al fine di facilitare inoltre la lettura dei dati statistici si riportano di seguito (Tabella 15) i limiti stabiliti dal D.lgs. 152/06.

Limiti All. 5 del tit. V della p. IV del D.lgs. 152/06

Inquinante	Limite Tabella 1A	Limite Tabella 1B
PCB tot	0,06 mg/kg	5 mg/kg
PCDD/F	10 ngE/kg	100 ngE/kg
Hg	1 mg/kgSS	5 mg/kgSS
As	20 mg/kgSS	50 mg/kgSS

Tabella 1A: Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.
Tabella 1B: Siti ad uso commerciale ed industriale.

Tabella 15: limiti stabiliti dal D.Lgs 152/2006

In Tabella 17 e in Tabella 17 sono riportati i dati statistici più significativi relativi alla contaminazione riscontrata nelle quattro aree sopra considerate e precisamente:

- Valore medio;
- Valore massimo;
- Valore minimo;
- Mediana;
- Deviazione standard;
- % di superi tabella "1 A" e "1 B" All. 5 del tit. V della p. IV del D.lgs. 152/06
- Numero di superi limite tabella "1 A" e "1 B" All. 5 del tit. V della p. IV del D.lgs. 152/06

Nell'elaborazione dei dati quando il valore della concentrazione del campione è risultato inferiore al limite di rilevamento si è adottato, in via cautelativa, un valore di concentrazione pari alla metà di tale limite.

Sito di Interesse Nazionale Aree Agricole_2002

	PCB tot (mg/kgSS)	PCDD/F (ng I_Teq/kgSs)	Hg (mg/kgSS)
N° campioni	47	47	47
Concentrazione max	8,300	3322,00	29,0
Concentrazione min	0,010	0 (inferiore al limite strumentale)	0,3
Concentrazione media	1,132	262,85	3,0
Mediana delle concentrazioni	0,500	57,00	2,0
Dev standard	1,837	608,83	4,5
N° superi limite tabella 1A	41	41	33
% superi tabella 1A	87,2%	87,2%	70,2%
N° superi limite tabella 1B	3	17	6
% superi tabella 1B	6,4%	36,2%	12,8%
Limiti di riferimento D.lgs. 152/06			

Chiesanuova _ 2003

	PCB tot (mg/kgSS)	PCDD/F (ng I_Teq/kgSs)	As (mg/kgSS)	Hg (mg/kgSS)
N° campioni	104	103	104	104
Concentrazione max	18,900	482,00	54,9	9,00
Concentrazione min	0,001	0,50	2,5	0,50
Concentrazione media	0,418	64,66	16,5	1,58
Mediana delle concentrazioni	0,075	39,30	14,6	1,10
Dev standard	1,889	71,79	6,9	1,50
N° superi limite tabella 1A	58	92	21	53
% superi tabella 1A	55,8%	89,3%	20,2%	51,0%
N° superi limite tabella 1B	1	20	1	4
% superi tabella 1B	1,0%	19,4%	1,0%	3,8%
Limiti di riferimento D.lgs. 152/06				

Tabella 16:Elaborazioni statistiche dei valori delle concentrazioni di PCB tot, PCDD/F, As, Hg presenti nelle diverse aree oggetto di indagine_Parte 1.

Aree Agricole a Sud di Chiesanuova_2007

	PCB tot (mg/kgSS)	PCDD/F (ng I_Teq/kgSs)	Hg (mg/kgSS)	As (mg/kgSS)
N° campioni	58	58	58	58
Concentrazione max	0,678	124,20	4,1	4,2
Concentrazione min	0,011	5,80	<1	<1
Concentrazione media	0,119	41,29	1,6	2,2
Mediana delle concentrazioni	0,052	34,80	1,5	2,2
Deviazione standard	0,162	26,90	0,9	0,8
N° superi limite tabella 1A	25	56	38	0
% superi tabella 1A	43,1%	96,6%	65,5%	0,0%
N° superi limite tabella 1B	0	3	0	0
% superi tabella 1B	0,0%	5,2%	0,0%	0,0%
Limiti di riferimento D.lgs. 152/06				

Aree Agricole Zona Est di Brescia_2008

	PCB tot (mg/kg)	PCDD/F (ng I-Teq/kgSS)	As (mg/kgSS)	Hg (mg/kgSS)
N° campioni	21	21	21	21
Concentrazione max	0,029	5,80	14,9	1,0
Concentrazione min	0,005	1,40	6,8	0,1
Concentrazione media	0,013	2,86	10,4	0,3
Mediana delle concentrazioni	0,011	2,40	10,7	0,3
Deviazione standard	0,006	1,27	2,2	0,2
N° superi limite tabella 1A	0	0	0	0
% superi tabella 1A	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N° superi limite tabella 1B	0	0	0	0
% superi tabella 1B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Limiti di riferimento D.lgs. 152/06

Tabella 17:Elaborazioni statistiche dei valori delle concentrazioni di PCB tot, PCDD/F, As, Hg presenti nelle diverse aree oggetto di indagine. Parte 2.

Per meglio visualizzare il confronto tra le concentrazioni rilevate e i limiti stabiliti dal D.lgs. 152/06 nelle figure seguenti si riportano in grafico la percentuale di campioni: inferiori al limite di tabella 1A, compresi tra i limiti di tabella 1A e 1B, compresi tra il limite di tabella 1B e 10 volte il limite di tabella 1B, e maggiori di 10 volte il valore fissato dalla tabella 1B (valore che è stato individuato dal Ministero dall'Ambiente come valore critico da considerare con particolare attenzione).

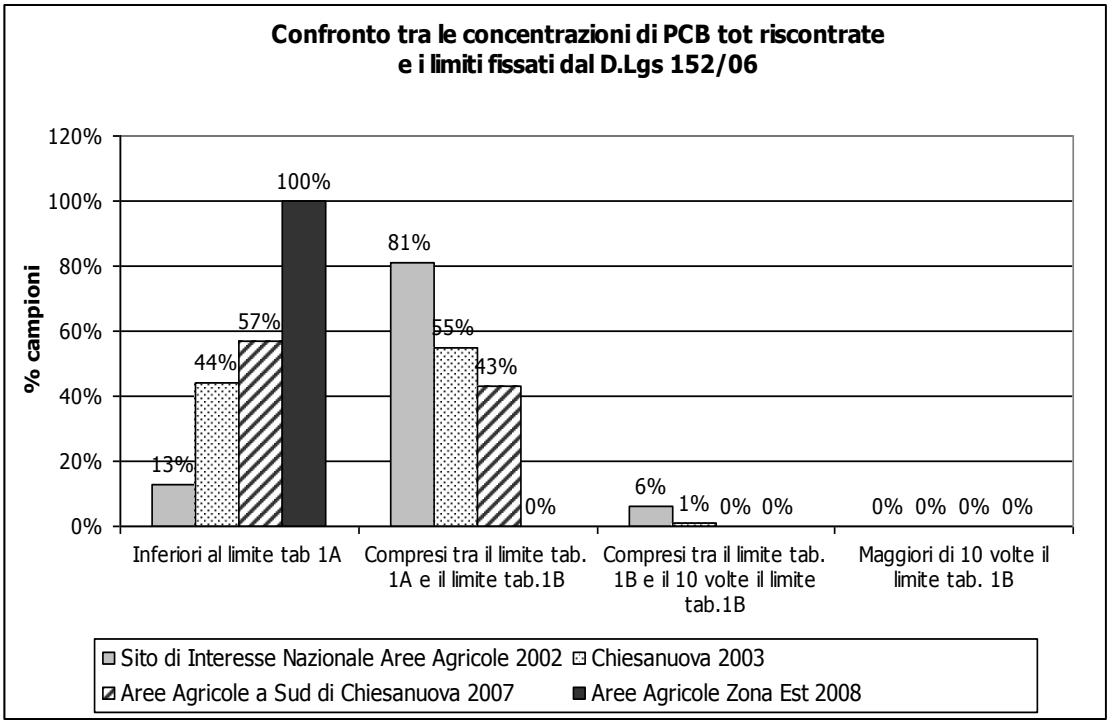


Figura 76: Confronto tra le concentrazioni di PCB tot riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06.

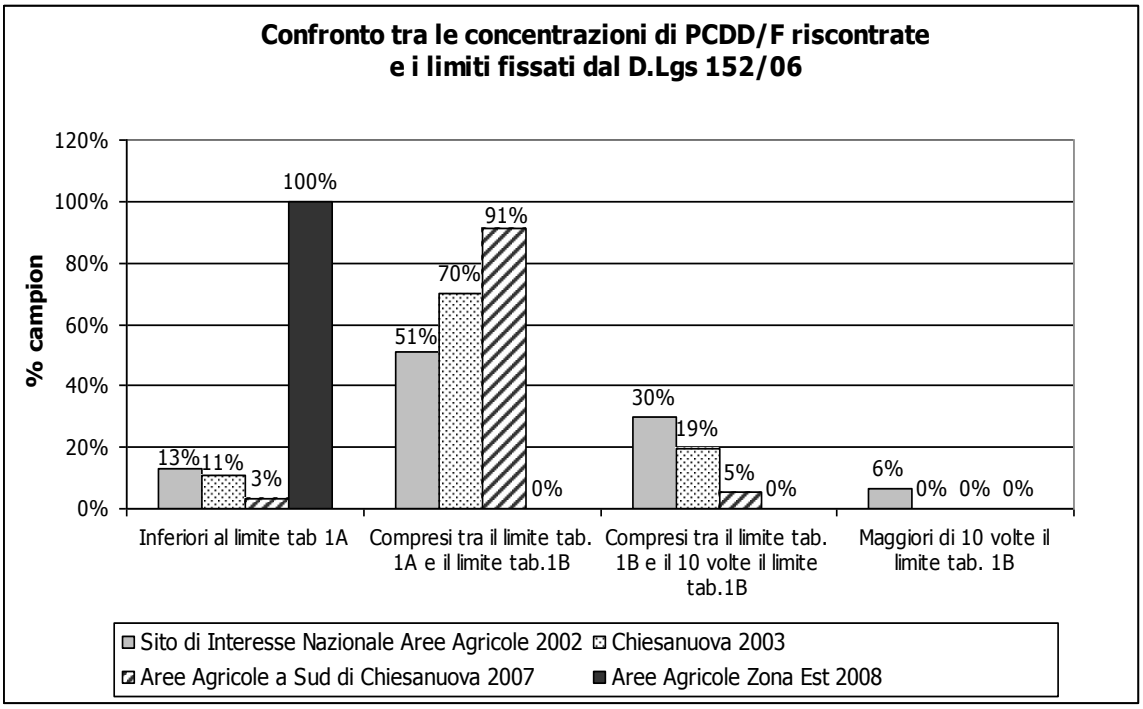


Figura 77: Confronto tra le concentrazioni di PCDD/F riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06.

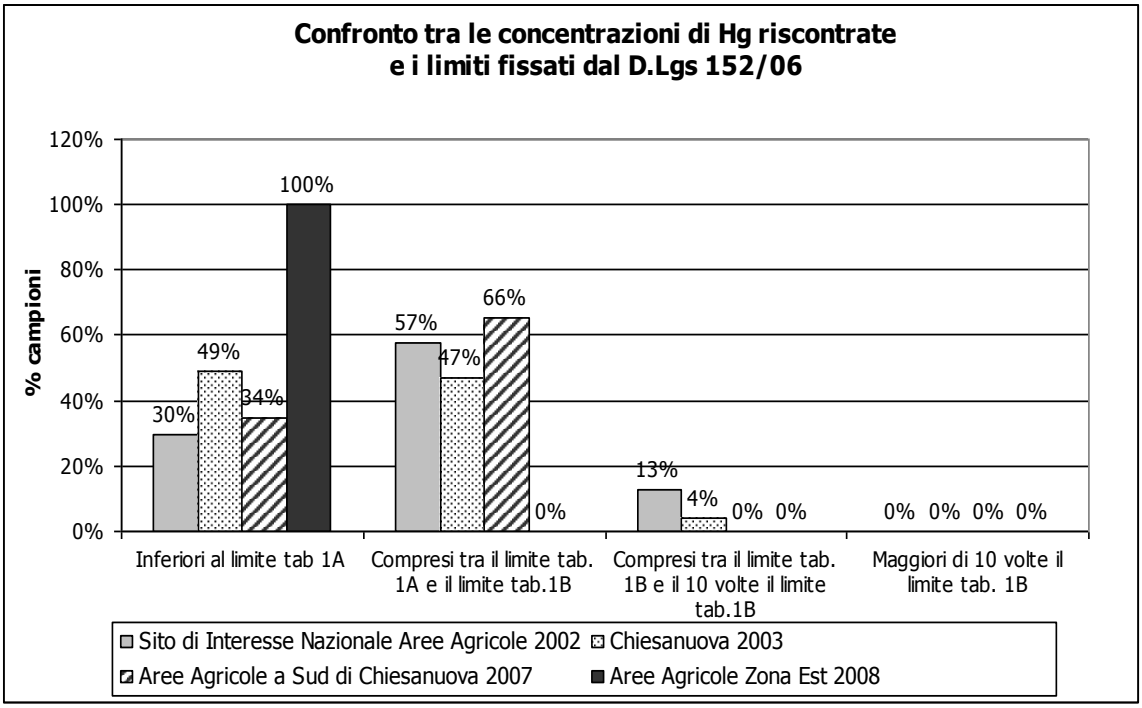


Figura 78: Confronto tra le concentrazioni di Hg riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06.

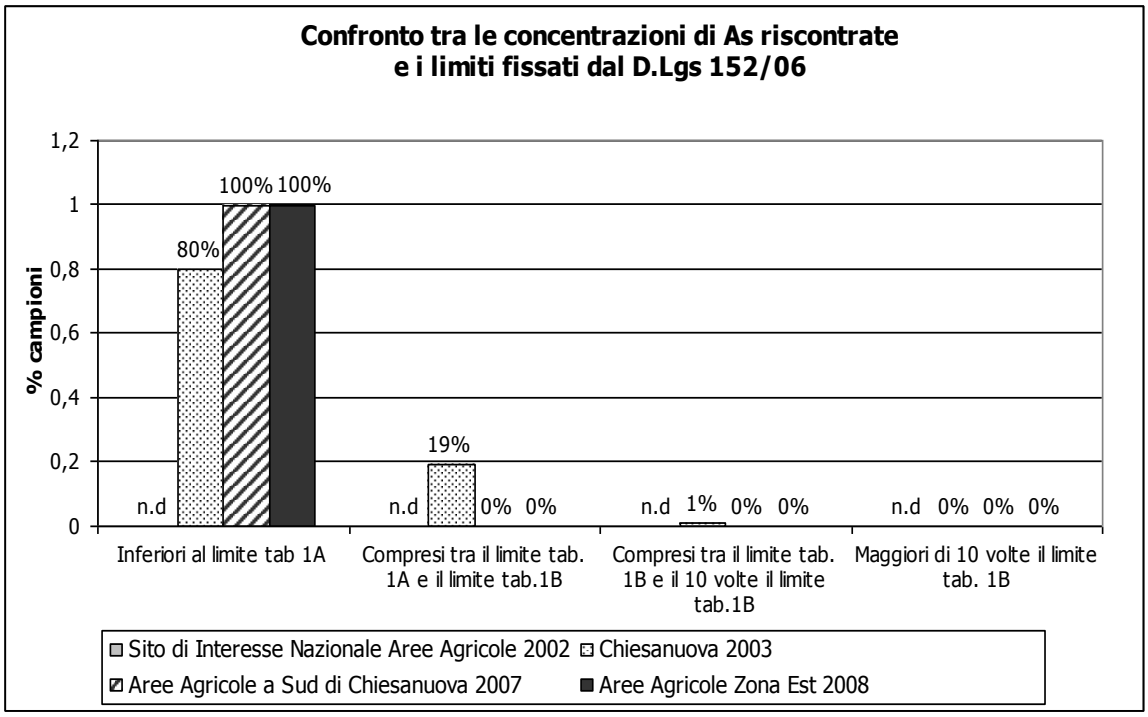


Figura 79: Confronto tra le concentrazioni di As riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06.

Per analizzare la situazione di contaminazione presente nel territorio cittadino e facilitare il confronto tra le concentrazioni riscontate nelle diverse aree oggetto di indagine, si riportano in tabella e in grafico i valori medi, la mediana ed il 95° percentile delle concentrazioni di PCB (Tabella 18 - Figura 80) e PCDD-PCDF (Tabella 19 - Figura 81) per ciascuna area considerata.

PCB tot (mg/kgSS)	Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro" Aree Agricole 2002	Quartiere Chiesanuova 2003	Aree Agricole a Sud di Chiesanuova 2007	Aree Agricole Zona Est 2008
Superficie lorda delle aree oggetto di indagine	1,00 km²	2,3 km²	2,5 km²	0,4 km²
Numero di campioni	47	104	58	21
Media	1,132	0,418	0,119	0,013
Mediana	0,500	0,075	0,052	0,011
95° percentile	7,200	1,500	0,521	0,029

Tabella 18: valore medio, mediana, 95 percentile delle concentrazioni di PCB tot nelle quattro aree considerate

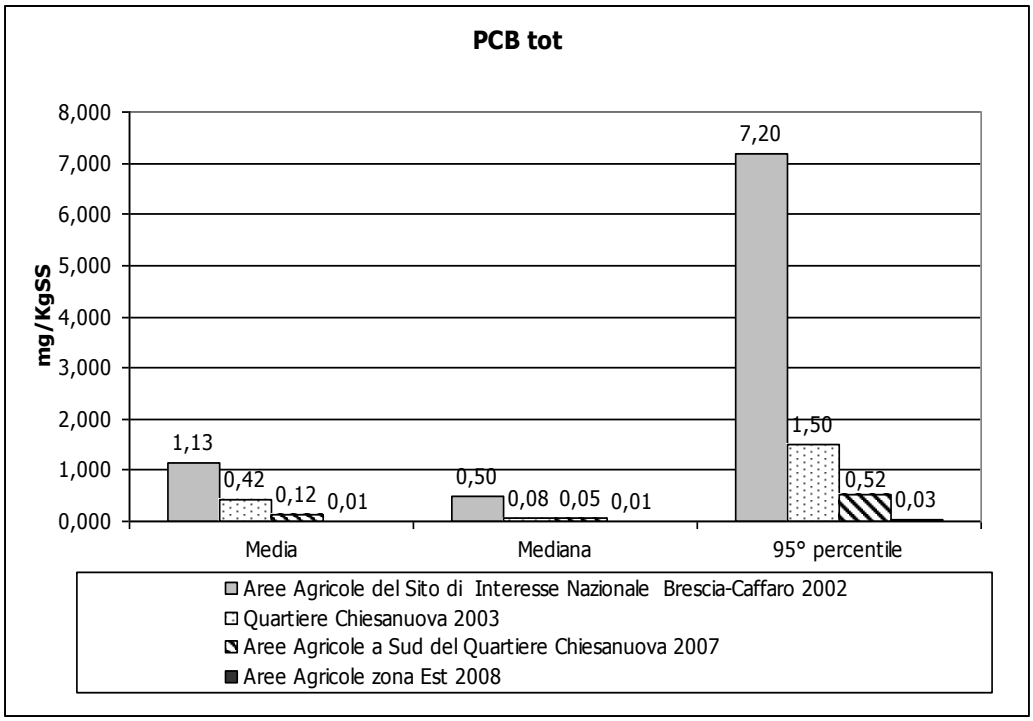


Figura 80: Grafico che riporta il valore medio, la mediana e il 95 percentile delle concentrazioni di PCBtot nelle quattro aree considerate.

PCDD/F (ng I-Teq/kgSS)	Sito di Interesse Nazionale "Brescia-Caffaro" Aree Agricole 2002 (Normativa di riferimento D.M. 471/99	Quartiere Chiesanuova 2003 (Normativa di riferimento D.M. 471/99)	Aree Agricole a Sud di Chiesanuova 2007 (Normativa di riferimento D.lgs. 152/2006)	Aree Agricole Zona Est 2008(Normativa di riferimento D.lgs. 152/2006)
Superficie lorda delle aree oggetto di indagine	1,00 km²	2,3 km²	2,5 km²	0,4 km²
Numero di campioni	47	103	58	21
Media	262,85	64,66	41,29	2,9
Mediana	57,00	39,30	34,80	2,4
95° percentile	1982,20	173,80	103,34	5,7

Tabella 19: valore medio, mediana, 95 percentile delle concentrazioni di PCDD/F tot nelle quattro aree considerate

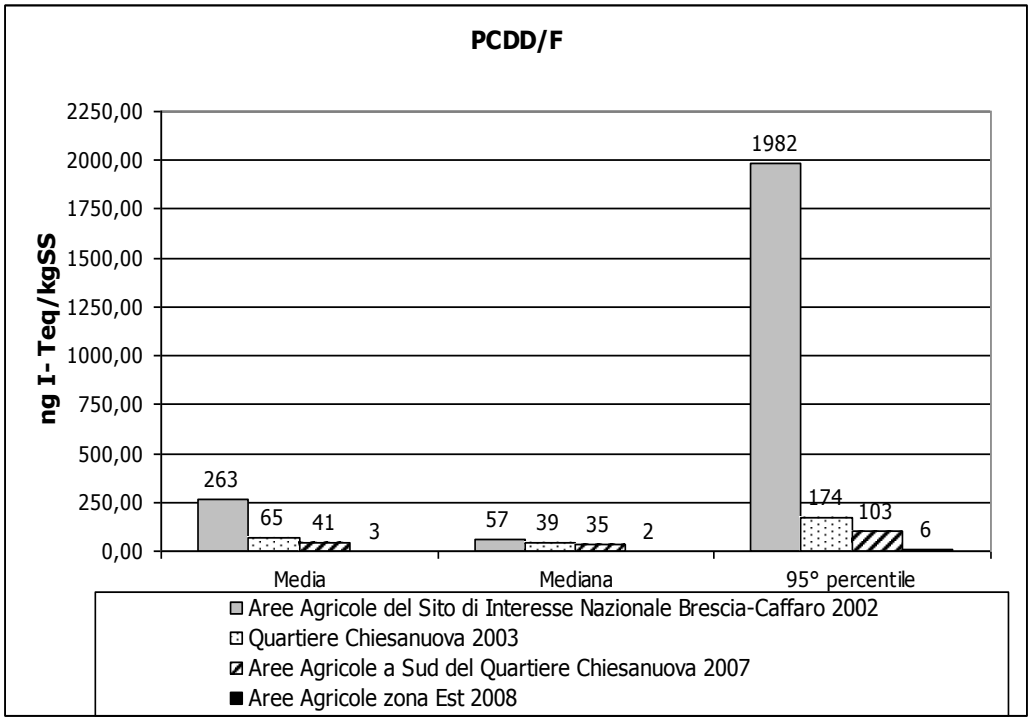


Figura 81: Grafico che riporta il valore medio, la mediana e il 95 percentile delle concentrazioni di PCDD/F nelle quattro aree considerate.

Le tabelle ed i grafici consentono di valutare come l'inquinamento sia maggiore nelle aree agricole del sito nazionale "Brescia-Caffaro" e nel quartiere Chiesanuova. Nelle aree agricole a Sud del quartiere

Chiesanuova si osservano ancora concentrazioni significative di PCB, PCDD/F ma inferiori a quelle dei due siti prima considerati.

Le aree agricole nella zona ad Est non presentano significative evidenze di inquinamento del suolo. Alla luce di quanto sopra richiamato si può concludere che la parte di territorio del Comune posta ad Ovest, riportata nella mappa in Figura 75, risulta essere interessata da condizioni di inquinamento del suolo decisamente superiori alle altre zone del territorio comunale.

3.3.3 Stato di inquinamento del suolo: indagini condotte da ARPA dal 2013

Nel sito di ARPA Lombardia sul tema dell'inquinamento generato dallo stabilimento Caffaro è riportato quanto segue (http://ita.arpalombardia.it/ita/caffaro/progetto.asp):

> *Le indagini condotte a partire dal 2002 dal Dipartimento ARPA di Brescia sui suoli, sui sedimenti e sulle acque delle rogge del territorio a sud dello stabilimento Caffaro, confermano la diffusione di PCB e PCDD/PCDF a valle del sito di interesse nazionale, anche al di fuori del territorio del Comune di Brescia. E' quindi importante conoscere l'effettiva estensione e lo stato di eventuale contaminazione di terreni, rogge, acque e sedimenti dell'area interessata dal reticolo irriguo, nel passato alimentato dallo scarico della Caffaro. Inoltre, recenti dati di letteratura, indicano tempi di emivita di alcuni PCB più brevi di quelli riportati finora. E' quindi necessario attualizzare i dati relativi ai terreni del sito nazionale, non per riconsiderare la caratterizzazione già effettuata, quanto proprio per verificare tale ipotesi e definire la portata dell'eventuale fenomeno di attenuazione naturale. Con l'attualizzazione dei dati ambientali si potranno infine allineare, per i PCB, i dati analitici ottenuti ad inizio del secolo con i dati attualmente prodotti con le tecniche analitiche maggiormente specifiche (alta risoluzione).*
>
> *L'area di indagine è stata definita tenendo conto dei principali meccanismi di trasporto dei contaminanti al di fuori dello stabilimento e pertanto corrisponde al territorio a sud della Caffaro, nella competenza idraulica dello scarico attuale e passato dello stabilimento. Tale area è compresa fra il fiume Mella, il Fiume Grande – Vaso Garzetta, fino alla loro confluenza nel Fiume Mella, a circa 20 km di distanza dallo stabilimento Caffaro. Interessa i Comuni di Brescia, Flero, Castelmella Poncarale, Capriano del Colle. Per le varie matrici verranno ricercati PCB, Diossine e Metalli (Antimonio, Arsenico, Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco).*
>
> *Gli obiettivi del progetto possono essere così sintetizzati:*

1. *Attualizzazione delle contaminazioni delle aree già indagate, in particolare per i PCB;*
2. *Ampliamento delle indagini su aree mai indagate e potenzialmente interessate dalla contaminazione per:*
    - *Terreni*
    - *Sedimenti, suolo immediatamente circostante e acqua delle rogge*
3. *Individuazione dei livelli di riferimento per PCB nei terreni in provincia di Brescia;*
4. *Individuazione dei livelli di riferimento per PCB nelle acque superficiali in provincia di Brescia;*
5. *Definizione delle dinamiche del trasporto solido per i PCB nelle rogge;*
6. *Monitoraggio delle acque emunte dalla barriera e scaricate da Caffaro Brescia.*

E' previsto che il progetto, avviato nel novembre 2013, si concluda in 15 mesi.

(…) I risultati complessivi e le conclusioni degli studi effettuati dall'Agenzia saranno disponibili indicativamente nella primavera 2015 e forniranno un quadro aggiornato e completo dello stato ambientale delle aree analizzate.

Si ricorda che lo scopo di questo lavoro non è quello di caratterizzare il territorio ai sensi della vigente normativa in materia di siti contaminati (in quanto tale compito spetta al soggetto responsabile dell'inquinamento ai sensi dell'art. 242 del D. Lgs. 152/06), bensì di comprendere su vasta scala le possibili relazioni esistenti fra la contaminazione dei vari comparti ambientali e la loro estensione areale, di individuare le aree più compromesse per ulteriori possibili approfondimenti, ad una scala adeguata, da parte dei soggetti interessati.

ARPA aggiorna periodicamente i dati relativi alle seguenti indagini sul sito web prima citato:

- Risultati aree agricole
- Risultati ricampionamenti
- Risultati valori di fondo antropici
- Risultati sedimenti rogge
- Risultati scarico azienda Caffaro
- Monitoraggio acque di falda.

Vista la complessità dell'attività condotta da ARPA che interessa più matrici ambientali e numerosi inquinanti, e considerato che questi argomenti sono aggiornati di volta in volta dalla stessa Agenzia nel sito WEB prima citato, non è possibile effettuare al momento una sintesi dell'attività svolta da ARPA e pertanto si rimanda al sito prima citato per acquisire in modo corretto ed aggiornato i risultati dell'attività descritta.

3.3.4 Contaminazione ambientale relativa alle rogge

Le acque delle rogge sono state uno dei veicoli di diffusione dell'inquinamento nella zona del sito di interesse nazionale "Brescia – Caffaro". I principali inquinanti presenti (PCB e diossine PCDD/F) sono poco solubili e quindi sono stati trasportati in fase solida nei sedimenti.

La caratterizzazione delle rogge in un primo momento è stata eseguita dagli Enti (Comune di Brescia - ARPA), successivamente è stata condotta dalla Caffaro S.r.l. a seguito di accordo con il Comune di Brescia.

Le indagini si sono sviluppate nel corso di diversi anni e hanno previsto l'esecuzione di campionamenti nelle rogge sia di tipo puntuale sia con il metodo dei transetti.

In Figura 82 è rappresentata la tecnica di caratterizzazione dei transetti che ha previsto per ogni sezione (transetto) l'effettuazione di 5 campionamenti profondi, al centro, ai lati e sulle sponde delle rogge.

I campionamenti al centro (1) e ai lati (2-3) hanno consentito di valutare l'inquinamento dell'alveo della roggia mentre i campionamenti laterali (4-5) hanno consentito di valutare l'inquinamento delle sponde delle rogge. I contadini nel corso del tempo hanno praticato la pulizia dei canali con pala manuale e hanno conferito il materiale asportato dal fondo delle rogge alle sponde, favorendo così la diffusione della contaminazione.

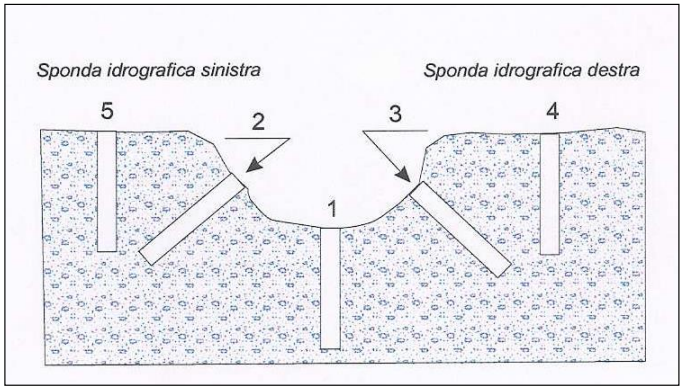


Figura 82: metodologia di campionamento dei sedimenti delle rogge.

Parametri ricercati

Nei sedimenti, sono stati ricercati numerosi parametri chimici ed in particolare: PCB, PCDD – PCDF, antimonio, arsenico, cadmio, mercurio, rame, piombo, nichel, zinco.

Conclusioni relativamente alla contaminazione delle rogge

Le diverse campagne di caratterizzazione delle rogge sono state eseguite con l'obiettivo di valutare l'estensione e la profondità della contaminazione.

I numerosi dati acquisiti necessitano di una valutazione specifica che è ancora in atto da parte dei soggetti competenti.

Si possono comunque trarre le seguenti conclusioni generali:

- Siamo in presenza di una situazione di contaminazione molto diffusa e distribuita in maniera variabile lungo i numerosi chilometri di questi corsi d'acqua;
- La contaminazione risulta presente sia a monte che a valle dell'area Caffaro pur se i valori delle contaminazioni a valle sono decisamente superiori;
- In particolare tale differenza risulta evidente per tre contaminanti analizzati quali il mercurio, i policlorobifenili e PCDD/PCDF. I valori di mercurio risultano più elevati a valle rispetto a monte di circa un ordine di grandezza, per le diossine questo rapporto sale a 2 ordini di grandezza mentre per i PCB si raggiungono anche 3-4 ordini di grandezza;
- A profondità più elevate (100-150 cm) tale rapporto tende a diminuire, in particolare per quanto riguarda i PCB, fino a raggiungere mediamente due ordini di grandezza.
- L'estensione e profondità dell'inquinamento determina la presenza di considerevoli volumi contaminati pertanto l'attività di bonifica e/o messa in sicurezza si presenta decisamente impegnativa.

Una più puntuale lettura dei risultati può essere effettuata consultando sia le specifiche relazioni tecniche presso il Settore competente del Comune di Brescia che i risultati delle nuove indagini condotte da ARPA e richiamate al precedente capitolo 3.3.3.

3.3.5 Stato di inquinamento delle rogge: indagini condotte da ARPA dal 2013

Nel sito di ARPA Lombardia sul tema dell'inquinamento generato dallo stabilimento Caffaro è riportato quanto segue (http://ita.arpalombardia.it/ita/caffaro/progetto.asp):

1) *Accertamento dei livelli di contaminazione dei sedimenti delle rogge ad oggi non ancora indagate, poste nei comuni di Brescia, Castel Mella, Capriano del Colle, Poncarale e Flero. Per tali punti il campionamento è effettuato secondo lo schema "a transetto" già utilizzato nelle precedenti indagini. Questo metodo permette di ricavare tutte le informazioni necessarie a valutare lo stato di contaminazione, sia del sedimento della roggia sia delle sponde: permette quindi di valutare anche l'eventuale trasporto antropico dal letto alle sponde dei canali, nonché il passaggio dei contaminanti dal sedimento al terreno sottostante.*

   (…)

   Per ogni transetto vengono eseguiti 3 sondaggi; uno sull'asse centrale della roggia, e due sulle sponde, come indicato schematicamente nella figura precedente.

2) *Accertamento della distribuzione stratigrafica verticale della contaminazione. I campioni formati per ogni sondaggio, analogamente alle precedenti indagini eseguite sulle rogge ed in assenza di particolari orizzonti litologici e/o organolettici, sono i seguenti: Campione 1: 0 – 10 cm; Campione 2: 10 – 30 cm; Campione 3: 30 – 60 cm; Campione 4: 60 – 100 cm; Campione 5: 100 – 150 cm.*

3) *Accertamento dei livelli di contaminazione primi metri del suolo agrario adiacenti alle rogge (modello concettuale della contaminazione). Per verificare l'eventuale trasporto dei contaminanti dalle rogge ai terreni circostanti, si effettua sui due lati di ogni punto di campionamento un prelievo del suolo naturale (primi 30 cm) nelle due fasce di 5 m e simmetriche al corso idrico (ove possibile).*

   (…)

   Come schematicamente riportato dalla figura, per ottenere un campione omogeneo e rappresentativo dell'intera fascia nel punto di prelievo viene effettuato il prelievo di 5 incrementi di terreno rispettivamente nelle due fasce a destra e a sinistra della roggia.

4) *Determinazione dei valori di fondo in aree fluviali esterne al SIN "Brescia Caffaro". In particolare sono stati previsti 13 prelievi di sedimento superficiale (primi 30 cm) nelle aste dei fiumi Mella, Garza, Chiese e Mincio.*

ARPA aggiorna periodicamente i dati relativi ai risultati delle attività sopra considerate.
L'ultimo aggiornamento al 14/08/2014 riporta quanto segue:

I terreni analizzati per la determinazione dei valori di fondo presentano concentrazioni di PCB e PCDD e PCDF sempre inferiori alle CSC delle aree residenziali - verde pubblico tranne per il punto R4 *ubicato in Comune di Brescia nei pressi del Carcere di Verziano, per il quale entrambi i parametri superano i limiti di cui sopra.*
All'inizio di settembre prenderà il via di campionamento e analisi dei sedimenti, delle acque superficiali e dei terreni limitrofi delle rogge secondo il progetto.

Vista la complessità dell'attività condotta da ARPA che interessa più matrici ambientali e numerosi inquinanti, e considerato che questi argomenti sono aggiornati di volta in volta dalla stessa Agenzia nel sito WEB prima citato, non è possibile effettuare al momento una sintesi dell'attività svolta da ARPA e pertanto si rimanda al sito prima citato per acquisire in modo corretto ed aggiornato i risultati dell'attività descritta.

3.3.6 Azioni di prevenzione sanitaria e aspetti amministrativi

Le azioni di controllo intraprese dal Comune di Brescia, a seguito dei risultati delle indagini condotte, hanno avuto l'obiettivo di interrompere le vie di esposizione attive nel sito Brescia-Caffaro.

Per quanto riguarda l'esposizione derivante da ingestione di matrici vegetali contaminate, a seguito dei risultati delle indagini effettuate da ARPA e ASL, a partire dal 23 Febbraio 2002 sono state emesse Ordinanze Sindacali che impongono divieti sulle aree interessate dall'inquinamento del suolo. In Tabella 20 e in Tabella 21 sono riportati i divieti stabiliti dall'ordinanza del sindaco protocollo n°151849 del 29.12.2014.

<table>
<tr><td colspan="2">Nel territorio delimitato dal perimetro tratteggiato in rosso vigono i seguenti divieti:</td></tr>
<tr><td>1.1) Il divieto di utilizzo del terreno, intendendo con questo l'aratura, il dissodamento ed ogni altra operazione che comporti il contatto con il terreno stesso o l'inalazione di polveri da esso provenienti.
1.2) Il divieto di asportazione e scavo di terreno dalla zona;
1.3) Il divieto di utilizzo a scopo ricreativo che comporti il contatto dermico diretto con il terreno, anche se inerbito, di giardini pubblici e privati con livelli di inquinamento superiori ai limiti della tabella 1/B allegato 5, al Titolo V del D.lgs. 152/2006, assunti quale riferimento sulla base delle evidenze analitiche e degli studi sanitari condotti dall'ASL di Brescia e da ISS (come da nota ASL prot. N° 43184 del 27 marzo 2014). Sono escluse dal divieto le zone con aree pavimentate dei medesimi giardini;
1.4) Il divieto di utilizzo a scopo ricreativo che comporti il contatto dermico diretto con il terreno di giardini pubblici e privati con livelli di inquinamento inferiori ai limiti della tabella B, allegato 5 al titolo V del D.lgs. 152/200, ma superiori ai limiti della tabella A, allegato 5 al Titolo V del D.lgs. 152/2006, assunti quali riferimento sulla base delle evidenze analitiche e degli studi sanitari condotti dalla Asl di Brescia e da ISS (come da nota di ASL prot. N°43184 del 27 marzo 2014). Sono escluse dal divieto:
▪ Le zone con aree pavimentate dei medesimi giardini;
▪ Le zone ed aree in cui il terreno è inerbito;
▪ Le zone oggetto di riporti con materiali provenienti da aree non contaminate.
1.5) il divieto di utilizzo dell'acqua fluente nelle rogge che scorrono nella zona;
1.6) il divieto di curagione dell'alveo dei fossati;
1.7) il divieto di pesca nelle rogge;
1.8) il divieto di allevamento in spazi aperti di animali da cortile destinati direttamente all'alimentazione umana(polli, conigli ed altri animali non allevati in stia o comunque nutriti con alimenti zootecnici prodotti nella zona medesima) o indirettamente (uova);
1.9) il divieto di pascolo di animali, incluse le sponde del fiume Mella;
1.10) il divieto di coltivazione di ortaggi destinati direttamente alla alimentazione umana;

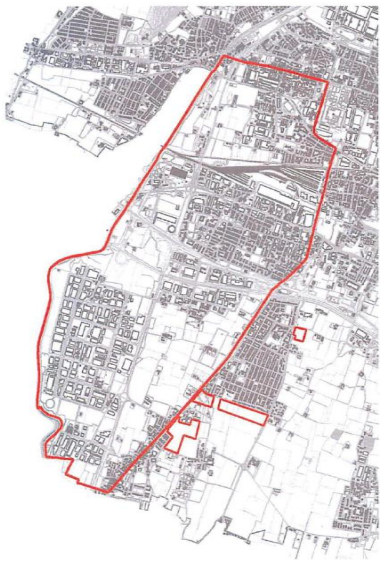
Tali limiti si applicano nelle aree evidenziate nella mappa qui a fianco, ad esclusione delle aree esterne dell'Asilo Lo Scoiattolo, delle Scuole Passo Gavia e Divisione Acqui, dell'Oratorio di via Noce e dei giardini privati del quartiere I maggio in quanto già sottoposti a Messa in Sicurezza di Emergenza.</td><td>  </td></tr>
</table>

Tabella 20: divieti stabiliti dall'ordinanza del sindaco prot. N°151849 del 29.12.2014_Punto1)

<table>
<tr><td colspan="2">Nel territorio delimitato dal perimetro tratteggiato in rosso vigono i seguenti divieti:</td></tr>
<tr><td>Nel territorio delimitato dal perimetro tratteggiato, oltre ai divieti di cui al punto precedente, vigono i seguenti divieti:

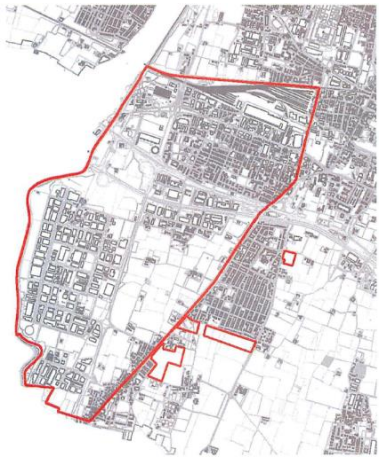
2.1) il divieto d'accesso alla strada alzaia del fiume Mella nel tratto compreso tra via Milano e la linea ferroviaria Brescia – Iseo – Edolo;
2.2) il divieto di coltivazione di cereali e vegetali in genere;
2.3) il divieto di raccolta del materiale vegetale derivante dalle attività di sfalcio e/o trinciatura di prati;</td><td> </td></tr>
<tr><td>Nel territorio delimitato dal perimetro tratteggiato, in aggiunta ai divieti riportati al punto 1), il divieto di coltivazione di vegetali destinati alla zootecnia (fieno e mais in particolare). Nell'area in esame potrà essere consentita, sperimentalmente, la coltivazione di frumento, mais, orzo, e in genere graminacee nonché soia per la produzione di sola granella, alle seguenti condizioni e previa istanza al Comune di Brescia –Protezione Ambientale e Protezione Civile-:
a) Al momento della maturazione dovrà essere raccolta la sola granella, mentre le rimanenti parti della pianta, non arabili sul posto dovranno essere avviate all'incenerimento oppure eliminate con modalità da definire;
b) Prima di qualsiasi uso alimentare diretto ed indiretto, la granella di cui al precedete punto a) ed eventuali altri prodotti dovranno essere sottoposti ad analisi chimica con ricerca della tossicità equivalente di PCB e PCDF-PCDD (Teq), volta a confermare l'assenza di contaminazione;
c) Gli addetti alle operazioni agricole dovranno essere informati sul rischio connesso con la lavorazione di terreni contaminati e adottare le conseguenti misure di protezione individuale;
d) Il sollevamento di polveri e la formazione di aerosol durante le lavorazioni agricole dovrà essere impedito con gli opportuni accorgimenti.
Quanto sopra sarà esplicitato nella concessione della deroga rilasciata.</td><td>  </td></tr>
</table>

Tabella 21: divieti stabiliti dall'ordinanza del sindaco prot. N°151849 del 29.12.2014_ Punto2) e Punto3)

3.4 Ambiti Territoriali Estrattivi

L'inquadramento della tematica in oggetto è basato sui dati relativi al territorio comunale di Brescia, desunti dai piani cave approvati dalla Regione Lombardia e oggi vigenti in Provincia di Brescia.

Settori argille, pietre ornamentali e calcari

Il "Nuovo Piano Cave delle attività estrattive della Provincia di Brescia – Settori argille, pietre ornamentali e calcari" vigente, approvato dalla Regione Lombardia con D.C.R. n. VII/120 del 21.12.2000, a seguito dell'adozione delle proposte della Provincia di Brescia, conferma l'assenza sul

territorio comunale di Brescia di Ambiti Territoriali Estrattivi (ATE) relativi ai seguenti settori merceologici: calcari, argille, pietre ornamentali

Settori sabbie e ghiaie

Il territorio del Comune di Brescia è interessato da 5 Ambiti Territoriali Estrattivi (ATE) così come individuati dal Piano Cave della Provincia di Brescia relativo ai settori merceologici delle sabbie e ghiaie, adottato dalla Provincia di Brescia con D.C.P. n. 30 del 27.09.2002 e approvato dalla Regione Lombardia con D.C.R. n. VII/1114 del 25.11.2004.

Per un inquadramento quantitativo delle superfici e dei volumi interessati, in Tabella 22 è presentato un estratto dell'allegato 2/3 "*Tabelle relative a A.T.E./giacimenti, cave di recupero*" al piano cave approvato, comprensivo dei dati quantitativi relativi agli ambiti che interessano il Comune di Brescia in rapporto ai dati quantitativi complessivi (totali relativi all'intero territorio provinciale).

A.T.E.	Comune	Superficie m²	VOLUME m³ decennio	
			Proposta provinciale	Approvazione regionale
ATE g19	Brescia	936.774	1.600.000	1.600.000
ATE g20	Brescia	589.971	1.000.000	1.000.000
ATE g23	Brescia	510.603	1.100.000	1.100.000
ATE g24	Brescia	213.771	400.000	400.000
ATE g25	Rezzato-Brescia	786.633	3.900.000	4.100.000
	Totale Provinciale	**17.627.372**	**67.990.000**	**70.280.000**

Tabella 22: tabelle relative a Ambiti Territoriali Estrattivi (ATE) giacimenti, cave di recupero.

In Tabella 22 è esposta la rappresentazione della zona sud-orientale del territorio comunale, interessata dagli ATE approvati.

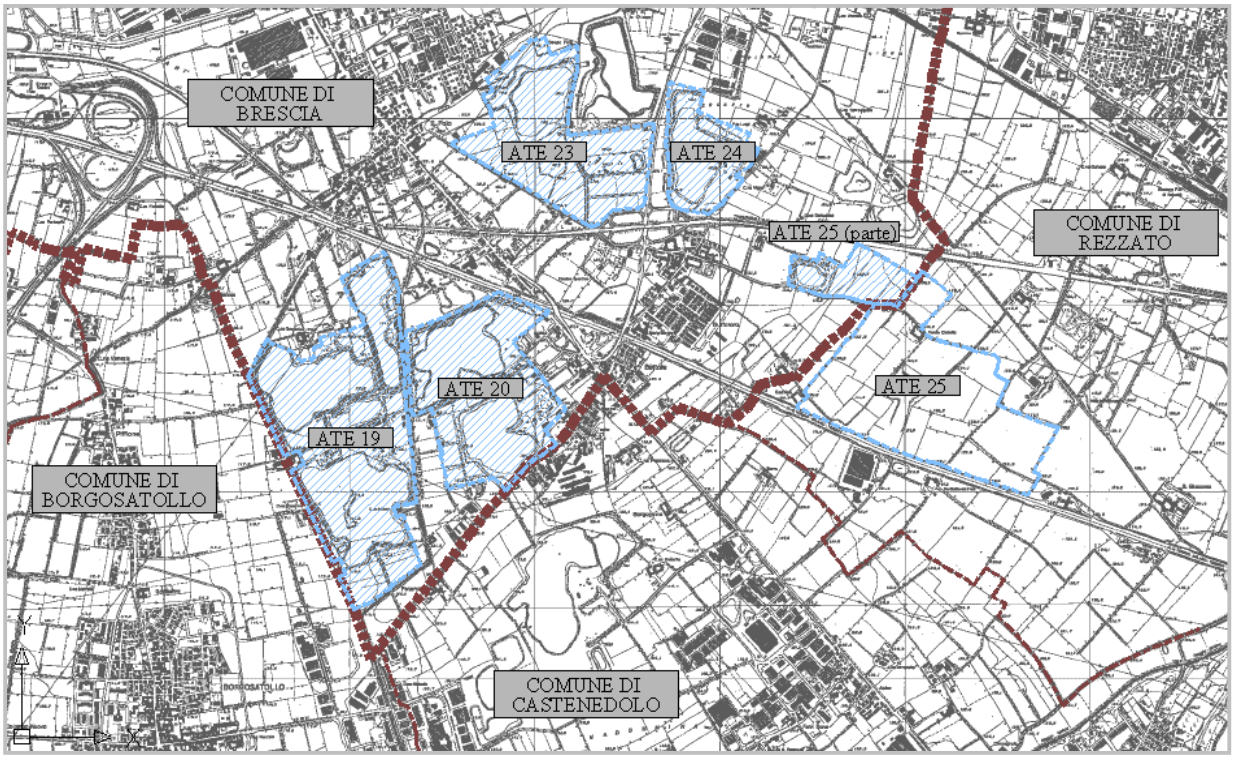


Figura 83: Ambiti territoriali estrattivi approvati nella zona sud-orientale del territorio comunale.

4 VEGETAZIONE E HABITAT

La conoscenza naturalistica del territorio e la coscienza ambientale rappresentano una delle "filiere culturali" a cui la comunità dovrebbe fare riferimento per pianificare una gestione sostenibile del territorio.

Un processo, per essere sostenibile, deve utilizzare le risorse naturali in modo che possano essere rigenerate naturalmente. Il termine sostenibile trae la sua origine dall'ecologia e indica la capacità degli ecosistemi di mantenere i propri processi, anche i più fini, garantendo il perdurare della produttività e della biodiversità.

A questo principio ecologico si ispira il *rapporto Our Common Future* della *World Commission on Environment and Development* delle Nazioni Unite (rapporto Brundtland, 1987), in cui per la prima volta si parla di *sustainable development*.

In questo documento è definito sostenibile lo "sviluppo che soddisfa i bisogni della generazione attuale senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri".

Nel 1992 il concetto di "sviluppo sostenibile" viene rivisto dal premio nobel per l'economia Robert Solow, in *An Almost Practical Step toward Sustainability*, in cui afferma che la sostenibilità ci impegna a lasciare alla prossima generazione "tutto ciò che è necessario per avere uno standard di vita almeno pari al nostro e per tutelare la generazione successiva in base a questo stesso principio".

Il presente capitolo si propone di presentare le conoscenze naturalistiche di base del territorio comunale, analizzandone le potenzialità, in relazione al clima, alla fisiografia e alla vegetazione. A queste ultime sarebbe opportuno far riferimento nelle fasi di pianificazione e gestione del territorio, poiché minore è lo sforzo gestionale e minore sarà il costo ambientale per sostenerlo.

4.1 Fisiografia del territorio

Il territorio del comune di Brescia è molto articolato, ed è posto in una posizione geografica di "cerniera" tra il sistema montuoso prealpino e quello planiziale (fig.1). Il territorio montuoso si estende a ovest con la dorsale del colle S. Anna, a nord-ovest con quella del sistema Picastello-Ratto, mentre a est comprende il gruppo montuoso del m. te Maddalena (874 m). I tratti del sistema montuoso di Brescia sono caratterizzati prevalentemente da crinali arrotondati, in cui possono evolversi suoli moderatamente profondi, e da estesi versanti con inclinazioni elevate, con suoli moderatamente profondi o sottili. I fondivalle, caratterizzati da suoli generalmente profondi, sono costituiti da depositi di versante e raccordano il sistema montuoso a quello planiziale.

Nel sistema planiziale le unità di paesaggio sono profondamente alterate, se non addirittura del tutto scomparse, poiché sono state interessate da importanti fenomeni di antropizzazione (aree grigie in Figura 84).

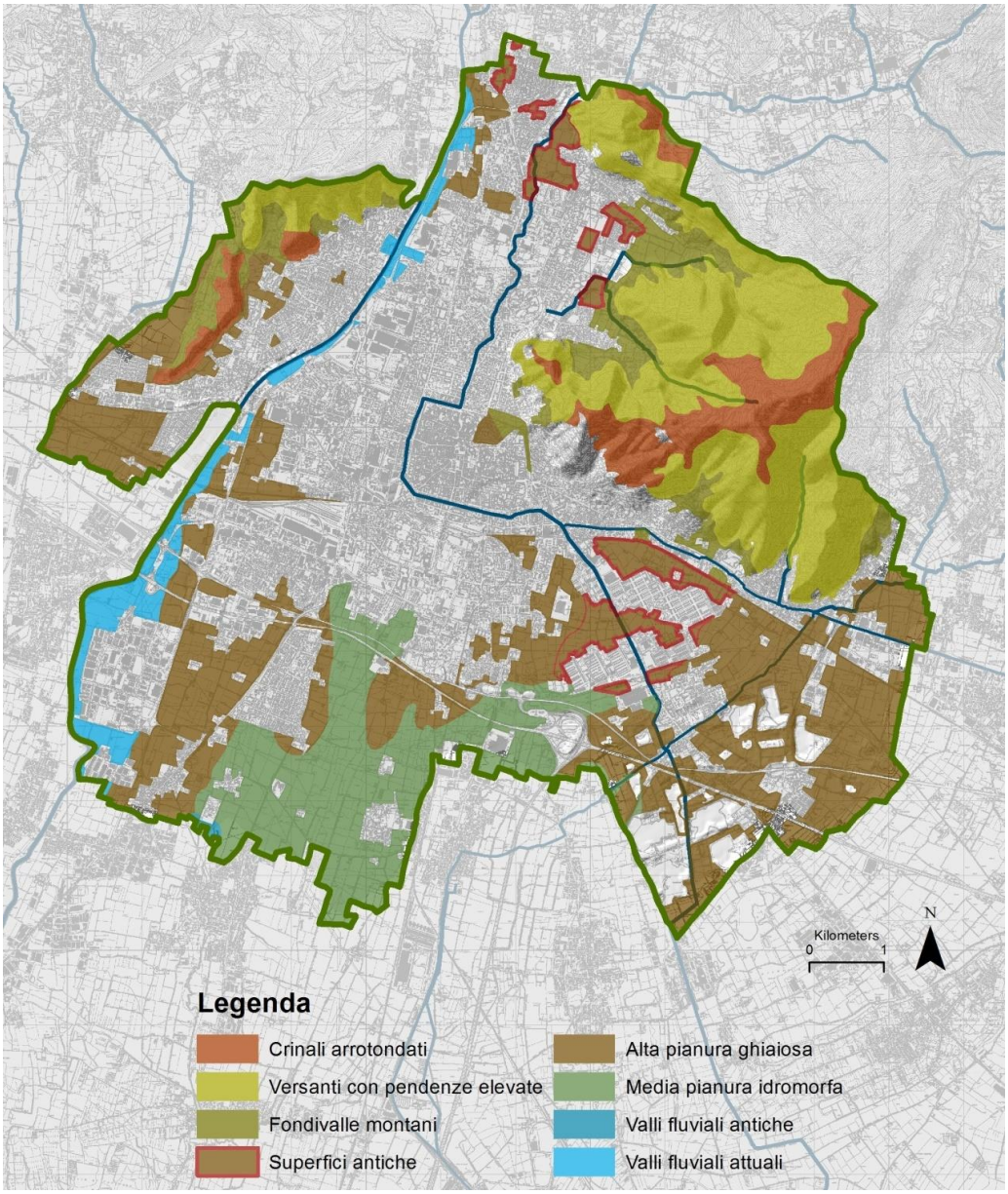


Figura 84: Carta dei pedopaesaggi (base dati: Geoportale Regione Lombardia)

Nel tratto subplaniziale ancora conservato, anche se profondamente alterato, Brescia si estende prevalentemente sulle unità di pedopaesaggio che delineano l'alta pianura ghiaiosa, costituita da depositi fluvioglaciali generalmente grossolani. Addossata al sistema montuoso orientale, l'alta pianura è caratterizzata da unità molto antiche, costituite da depositi con una importante componente argillosa (aree marroni a contorno rosso mattone in Figura 84).

Nella porzione centro-meridionale del territorio è inoltre evidente un importante limite fisiografico che separa l'alta pianura ghiaiosa, dalla media pianura, le cui unità sono generalmente povere di scheletro e a granulometria più fine rispetto alle unità che costituiscono l'alta pianura ghiaiosa. A sud del limite alta pianura – media pianura, le unità di suolo hanno caratteristiche tendenzialmente idromorfe, non a caso, proprio con la media pianura, soprattutto a sud di Brescia, coincide la fascia di affioramento dei fontanili e delle risorgive.

Infine in direzione N-S, è ancora riconoscibile la valle fluviale attuale del Mella, costituito da depositi fluviali sui quali sono impostati suoli da sottili a moderatamente profondi.

4.2 Lineamenti climatici, bilancio idrico e vegetazione potenziale

Il clima di una regione può essere considerato l'espressione concomitante degli elementi che lo costituiscono (temperatura, precipitazioni, luce, vento), e che si manifestano con valori mediamente uniformi in una data zona per un intervallo sufficientemente indicativo (in genere superiore e 20 anni).

Il clima regionale è un fattore molto importante per la vita, in grado di rendere una regione adatta all'evoluzione di un tipo di paesaggio vegetale, alla diffusione di alcune specie animali e vegetali piuttosto che altre, secondo le loro esigenze idriche, termiche e luminose.

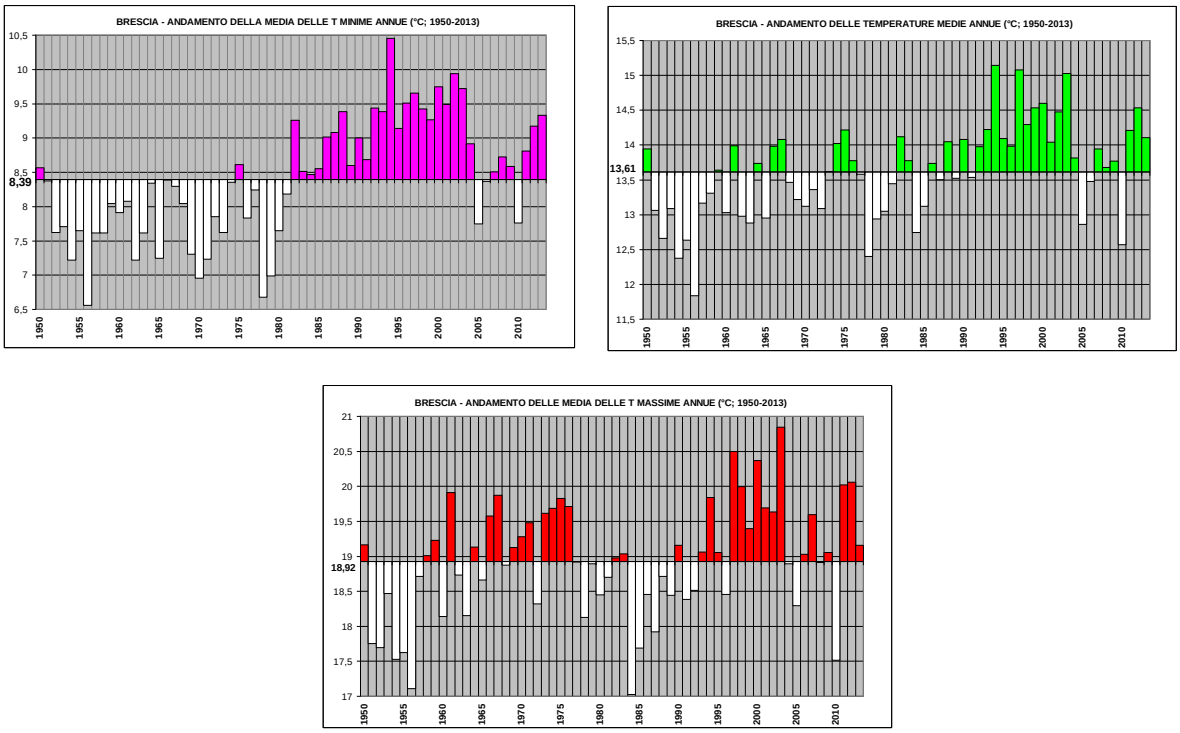


Figura 85: Andamento delle temperatura minime, massime e medie annue dal 1954 al 2013 (stazione: ITAS Pastori

Sulla base delle serie climatiche storiche disponibili è possibile tracciare i caratteri climatici generali di un'area. Per Brescia, dai dati della stazione ITAS "Pastori" (fonte: Istituto Tecinco Agrario Statale "G. Pastori" e sito ARPA) è stata utilizzata la serie climatica compresa tra il 1950 e il 2013. I tre diagrammi in Figura 85 mostrano quanto la media delle temperature minime, massime e medie annue si discostano rispettivamente dalla T media delle minime, medie e massime dell'intero intervallo. Nel primo diagramma (media delle T minime) il periodo dal 1950 al 1982 è quasi interamente al di sotto della media, al contrario dal 1982 al 2013 le temperature annue sono quasi del tutto superiori alla media dell'intero intervallo. Nel secondo diagramma (media delle T massime) l'andamento sembrerebbe più altalenante, tanto che si evidenziano due periodi al di sotto e due sopra la media dell'intero intervallo.

Da questa analisi sembrerebbe evidente un innalzamento della media delle temperature minime annue a partire dal 1982 sino ai giorni nostri, mentre per le temperature medie massime si sono verificati quattro periodi distinti ma con intervalli ridotti. Su questa base dati è anche possibile determinare un intervallo sufficientemente omogeneo per caratterizzare uno stato medio del clima a Brescia.

Riportando sul diagramma di Walter Lieth l'andamento medio mensile delle temperature e quello delle precipitazioni è possibile classificare il clima di un dato luogo (fig. 3). Rispetto a Brescia per l'intervallo compreso tra il 1982 e il 2013 le precipitazioni medie annue risultano pari a 966 mm/annui, mentre le temperatura media annua è di 14°C. L'unico mese con gelate sicure è gennaio.

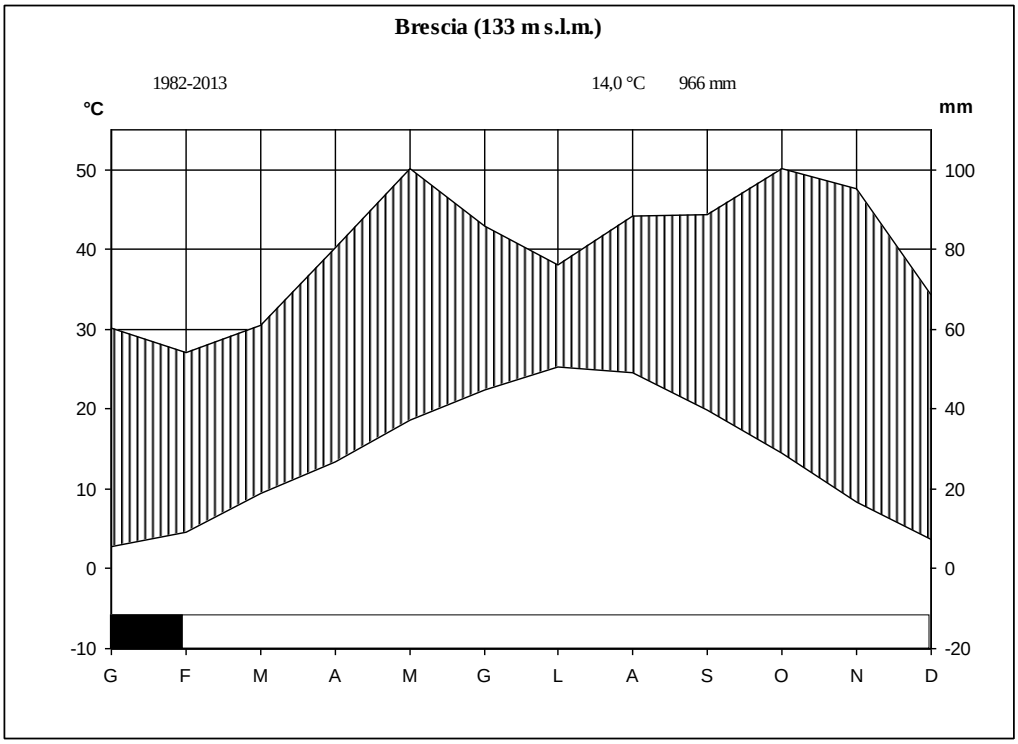


Figura 86: Diagramma di Walter and Lieth per la Stazione di Brescia (ITAS Pastori)

Nel diagramma di Figura 86 sull'asse delle ascisse sono riportati i mesi dell'anno, mentre sulle ordinate vengono riportate su una scala doppia temperature medie mensili e precipitazioni medie mensili.

Considerando l'andamento di questi due parametri è possibile definire il clima di Brescia; la curva delle precipitazioni mostra due picchi praticamente equivalenti nel periodo tardo primaverile e in quello autunnale, con un minimo invernale ed uno estivo, mentre quella delle temperature ha invece andamento regolare, con valori minimi invernali e massimi estivi. Le due curve non si intersecano tra loro come avviene invece per esempio nei periodi estivi nei climi di tipo mediterraneo.

In conformità a questi dati il clima di Brescia è di tipo temperato, sublitoraneo padano, che differisce rispetto al clima di tipo sublitoraneo alpino caratterizzato invece da un massimo di precipitazioni primaverili, o da quello di tipo appenninico con massimo autunnale.

Il diagramma di Walter Lieth è uno solo degli strumenti che servono per definire il macroclima di un'area, da cui dipende l'assetto del paesaggio vegetale di una determinata zona.

Nel caso di Brescia, ma anche di tutta la fascia temperata, il fattore climatico limitante per lo sviluppo della vegetazione è il periodo invernale, freddo e poco luminoso.

Di conseguenza le piante più adattate a questi climi, siano esse legnose o erbacee, sono quelle che interrompono il proprio ciclo vegetativo durante il periodo invernale.

Per questa ragione Brescia si colloca nella fascia potenziale dei boschi di latifoglie a foglia caduca, a riposo vegetativo invernale. Se per assurdo Brescia fosse abbandonata (così come tutta la Pianura Padana s'intende), con il permanere delle condizioni climatiche attuali, sarebbe progressivamente invasa da piante e nel giro di qualche secolo ricoperta da un bosco caducifoglio.

Naturalmente, però, se l'assetto macroclimatico di Brescia implica la diffusione delle specie vegetali a riposo vegetativo invernale la distribuzione di alcune di queste rispetto ad altre dipenderà da altri fattori, quali a esempio quota, esposizione e inclinazione dei versanti, tipo di suolo, pressione antropica etc.

Per esempio se ai dati climatici utilizzati per il diagramma di Walter and Lieth, associamo dati relativi alla capacità di ritenzione idrica dei suoli, possiamo definire in linea generale le potenzialità di un'area caratterizzata da quel sistema clima-suolo. Ciò è possibile costruendo il diagramma di Thornthwaite o diagramma del bilancio idrico dei suoli (Figura 87).

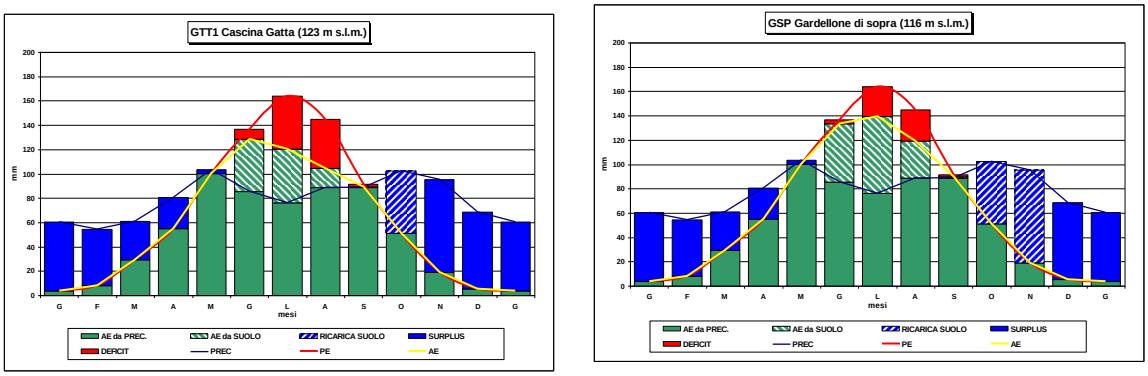


Figura 87: Diagramma di Thornthwaite applicato utilizzando due profili di "suolo tipo"

Sinteticamente il diagramma di Thornthwaite esprime la disponibilità idrica per le piante nel corso dell'anno in funzione di precipitazioni, temperature e capacità di ritenzione idrica dei suoli. Maggiore sarà

quest'ultima e minori saranno i periodi di deficit idrico che si verificano (evidenziati in rosso nei due diagrammi). Utilizzando a titolo puramente indicativo due "suoli tipo" descritti a Brescia e noti in letteratura (ERSAL, 1999. I suoli della Franciacorta. Progetto Carta Pedologica SSR28), si evidenzia come nel primo caso, nei pressi di Cascina Gatta (alta pianura ghiaiosa), si verificano periodi di deficit in giugno, luglio, agosto e, anche se appena accennato, in settembre. Al contrario, con i dati di suolo di cascina Gardellone di Sopra (media pianura idromorfa) il periodo di deficit in giugno è poco evidente oltre a non manifestarsi quasi del tutto in settembre. Rispetto ai suoli di Cascina Gatta è invece più lungo il periodo di ricarica di questo suolo (barrato blu), poiché essendo più profondo richiede un periodo maggiore per ricaricarsi. E' chiaro in funzione della durata del deficit idrico saranno avvantaggiate quelle piante che meglio o peggio sopportano tali periodi.

4.3 Storia recente del paesaggio vegetale

Per meglio comprendere il paesaggio vegetale attuale del Comune di Brescia è assolutamente necessario conoscere come è stato utilizzato il territorio nel passato recente, poiché la distribuzione generale della flora (differenti specie di alberi, arbusti e erbe), come abbiamo accennato nei capitoli precedenti, è in funzione dei fattori ecologici, ma la struttura della vegetazione, cioè di come la flora si aggrega nello spazio, nelle aree urbanizzate è determinata oltre che dalle relazioni di competizione tra le specie stesse, soprattutto dall'azione dell'uomo che gestisce le risorse.

Per avere un quadro generale è sufficiente consultare le carte storiche d'uso del suolo risalenti all'incirca alla metà del secolo scorso (Figura 88).

Il paesaggio a Brescia, solo circa sessant'anni fa, era molto differente rispetto a quello attuale, sia sui distretti montuosi sia in quelli planiziali.

Sui rilievi montuosi è evidente come l'utilizzo del suolo fosse diversificato: le dorsali sub pianeggianti e i tratti meno inclinati delle pendici meridionali erano utilizzati prevalentemente a prato, su quelle con maggiori inclinazioni erano diffusi prati arbustati e cepuglieti, che in tempi precedenti al 1954 erano stati utilizzati probabilmente sia come prato che come pascolo, ed alcuni di questi anche come coltivi. I versanti settentrionali erano invece utilizzati come fonte di approvvigionamento di legname, e indirizzati prevalentemente a bosco.

In pianura il paesaggio era profondamente differente rispetto a quello attuale: sulla mappa è visibilmente intuibile come le superfici agrarie prevalessero quantitativamente rispetto alle aree urbane, mentre il bosco, i prati s.l. e i cespuglieti erano del tutto assenti.

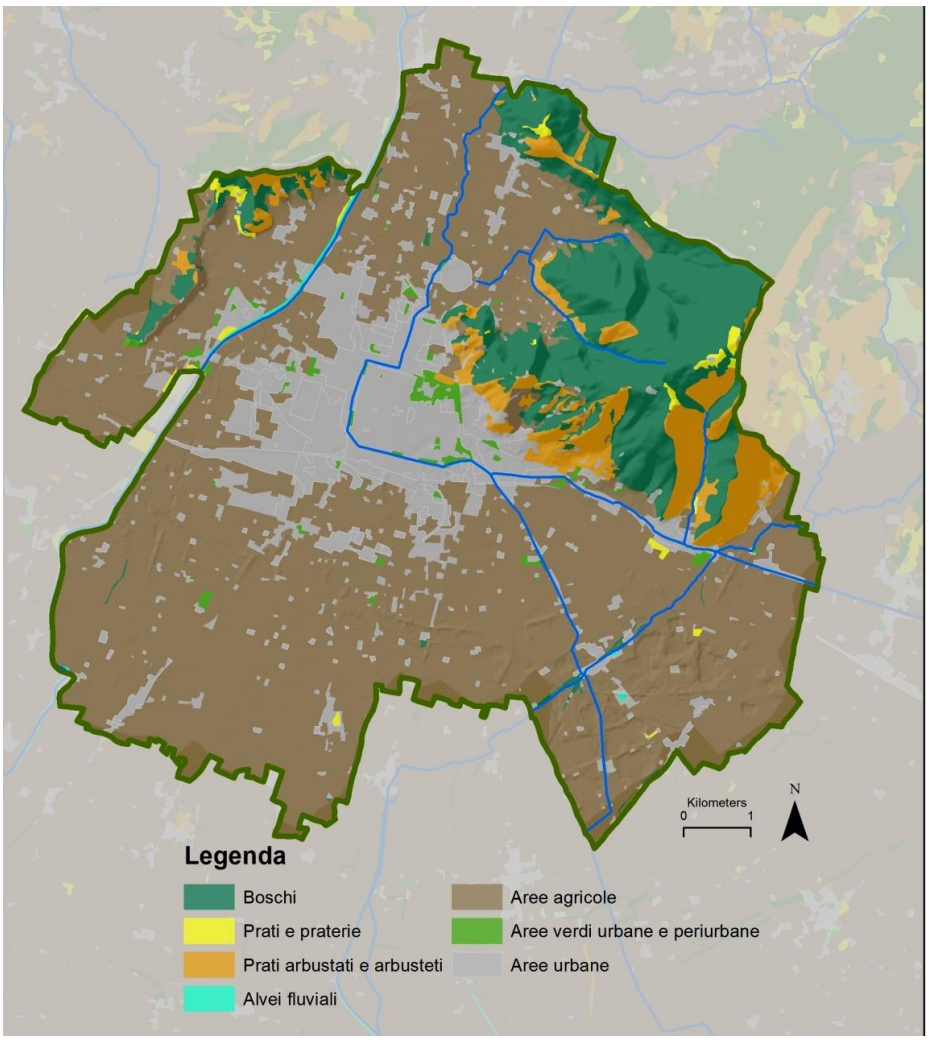


Figura 88: Destinazione d'uso del suolo nel 1954 ((base dati: Geoportale Regione Lombardia)

4.4 Evoluzione del paesaggio vegetale attuale

Utilizzando le fonti ufficiali di Destinazione d'Uso dei Suoli Agricolo e Forestale (Dusaf: Regione Lombardia) è possibile tracciare un quadro generale sul paesaggio vegetale presente nel Comune di Brescia (Figura 89). Sebbene, infatti, tale fonte presenti alcuni limiti di classificazione e non distingua comunità vegetali differenti per origine, utilizzo e caratterizzazione floristica, tale documento è l'unico strumento di interpretazione del paesaggio attualmente disponibile.

Il sistema montuoso è caratterizzato da estesi boschi che ricoprono sia i versanti settentrionali sia quelli meridionali. L'estensione attuale dei boschi è visibilmente maggiore rispetto a quanto non fosse nella seconda metà del secolo scorso, poiché, le foreste, a seguito del progressivo abbandono delle pratiche agro-pastorali e in genere dell'economia montana, si sono diffuse sui versanti a scapito dei prati e dei prati arbustati.

I prati di varia natura indicati in Figura 89, costituiti prevalentemente da specie vegetali erbacee, sono ancora presenti nelle aree subpianeggianti più accessibili, ancora utilizzate dalle aziende ancora attive, sulle pendici più prossime ai centri abitati e pertanto facilmente accessibili, e infine in corrispondenza dei crinali e dei pendii maggiormente inclinati, dove il suolo è a tratti scoperto e caratterizzato da affioramenti rocciosi. In quest'ultimo contesto ambientale, soprattutto sui pendii esposti a meridione, i normali processi di colonizzazione da parte di specie legnose (alberi e arbusti) sono rallentati a causa delle condizioni limite (es. suoli sottili con bilancio idrico ridotto, forte assoluzione) per cui l'avanzata del bosco risulta rallentata rispetto ad altre aree.

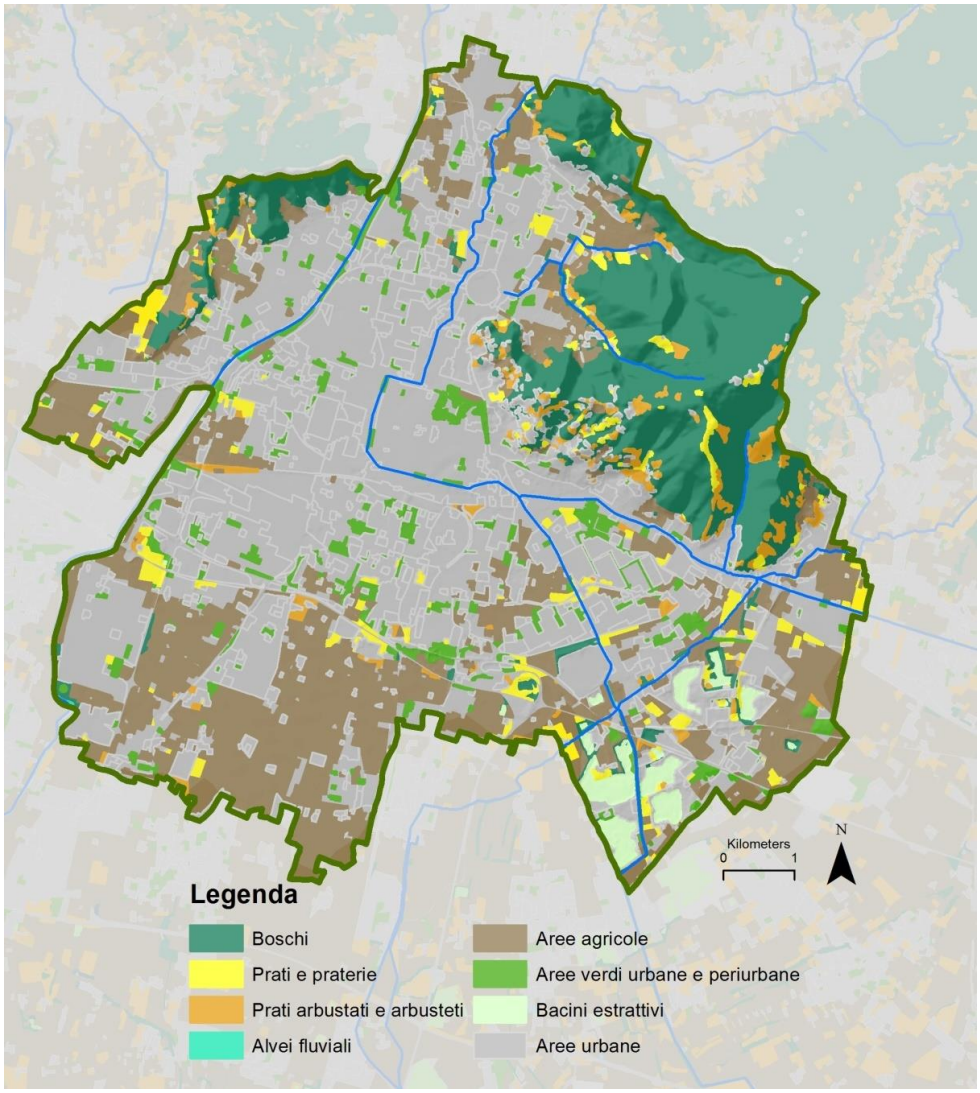


Figura 89: Destinazione d'uso del suolo attuale (base dati: Geoportale Regione Lombardia)

In pianura il paesaggio agricolo è molto ridotto rispetto a quanto non fosse nella seconda metà del secolo scorso, mentre l'ambito urbano in senso lato si è esteso enormemente, divenendo preponderante in tutto il territorio. Rimangono conservati a uso agricolo i tratti di media pianura idromorfa e i tratti distali dei coni fluvioglaciali dell'alta pianura (vedi Figura 84).

Infine, quasi completamente inseriti nel tessuto urbano e periurbano, compaiono frammentariamente e ormai come ambienti "accessori", prati ancora sfalciati e lembi di boschi, che più correttamente possono

essere interpretati come preboschi, poiché il loro sottobosco erbaceo non è costituito da specie vegetali nemorali, ma da altre specie rinvenibili in altri ambienti (es. prati, incolti, cespuglieti).

Prati, preboschi e incolti presenti a ridosso di complessi urbani o d'infrastrutture nel complesso costituiscono una "rete discontinua" di ambienti che, sebbene con valori modesti, rappresentano gli aspetti naturalisticamente più rilevanti in ambito urbano e periurbano.

4.5 Paesaggio vegetale e Habitat *sensu* DH 92/43 CEE

Sulla base di quanto sino a ora esposto appare evidente che nel comune di Brescia il paesaggio vegetale attuale è determinato non solo dai fattori ecologici ma soprattutto dall'intervento antropico. Fatta eccezione per alcune vegetazioni delle rupi e dei detriti, infatti, ben pochi altri ambienti possono considerarsi del tutto naturali.

Con questo non si vuole ridimensionare il valore intrinseco degli ambienti che compongono il paesaggio vegetale di Brescia. Indipendentemente dal grado di naturalità gli ambienti presenti svolgono un ruolo primario (es. fotosintesi, formazione di suolo), di approvvigionamento (es. legno, cibo per animali), di mitigazione (es. stoccaggio del carbonio, mitigazione climatica) e culturale (es. educativo, estetico).

In termini di diversità biologica alcuni ambienti naturali o seminaturali di Brescia sono addirittura normati dalla direttiva europea sugli habitat (Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992. Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche G.U.C.E. n. L 206 del 22 luglio 1992).

Tale direttiva, conosciuta sinteticamente come DH 92/43/CEE, comprende anche cinque allegati che contemplano tipi di habitat e di specie animali e vegetali la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione, o SIC (Siti di Importanza Comunitaria). Alcuni di essi sono definiti come tipi di habitat o di specie «prioritari» (che rischiano di scomparire).

Boschi, prati, prati arbustati e cespuglieti indicati genericamente nelle mappe DUSAF sopra illustrate costituiscono macrocategorie di ambienti al cui interno possono essere distinti, solo in alcuni casi, particolari habitat sensu DH 92/43/CEE, inseriti nell'allegato I.

Ecco alcuni esempi a titolo indicativo:

Boschi

In questa categoria possono essere presenti

- 91AA* Boschi orientali di quercia bianca (* habitat prioritario)
- 91L0 Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*)

Prati e prati arbustati

In questa categoria possono essere presenti

- 6210(*) Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*) (*habitat prioritario se associato a vistosa fioritura di orchidee selvatiche)
- 6510 Praterie magre da fieno a bassa altitudine (*Arrhenatherion elatioris*)
- 6520 Praterie montane da fieno (*Polygono-Trisetion*)

Potrebbero essere infine presenti nel Comune di Brescia altri habitat sensu DH, che non sono cartografati nei documenti ufficiali di Regione Lombardia e la cui presenza meriterebbe sicuramente di essere approfondita:

- 8130 Ghiaioni del Mediterraneo occidentale e termofili (*Stipion calamagrostis*)
- 8210 Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (*Potentillion caulescentis*)

La tutela, conservazione e gestione degli habitat sensu DH è normata dalla direttiva europea all'interno della rete europea NATURA 2000, composta dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS).

La CE richiede ogni sei anni agli stati membri un rapporto sullo stato di conservazione di specie e habitat sensu DH 92/43/CEE. Per il prossimo rapporto è stata richiesta la mappatura degli habitat (Allegato I) e delle specie vegetali e animali (Allegati II e IV) anche al di fuori dei siti che compongono la rete Natura 2000. Tale richiesta ha come obiettivo il perfezionamento delle conoscenze e la necessità di pianificare su scala più ampia le misure di tutela, conservazione e gestione di tali habitat anche in sinergia con gli enti locali impegnati con altre misure di conservazione nella costituzione delle reti ecologiche locali e regionali.

Gli obiettivi delle reti ecologiche locali stanno nell'individuazione di elementi di massima (aree prioritarie, corridoi, varchi etc.) preferenziali in cui concentrare le azioni di tutela, conservazione e l'implementazione di sistemi verdi con funzionalità ecosistemiche. Nel caso di Brescia, parte del territorio è stato individuato come strategico sia nel sistema regionale che in quello provinciale (Figura 90).

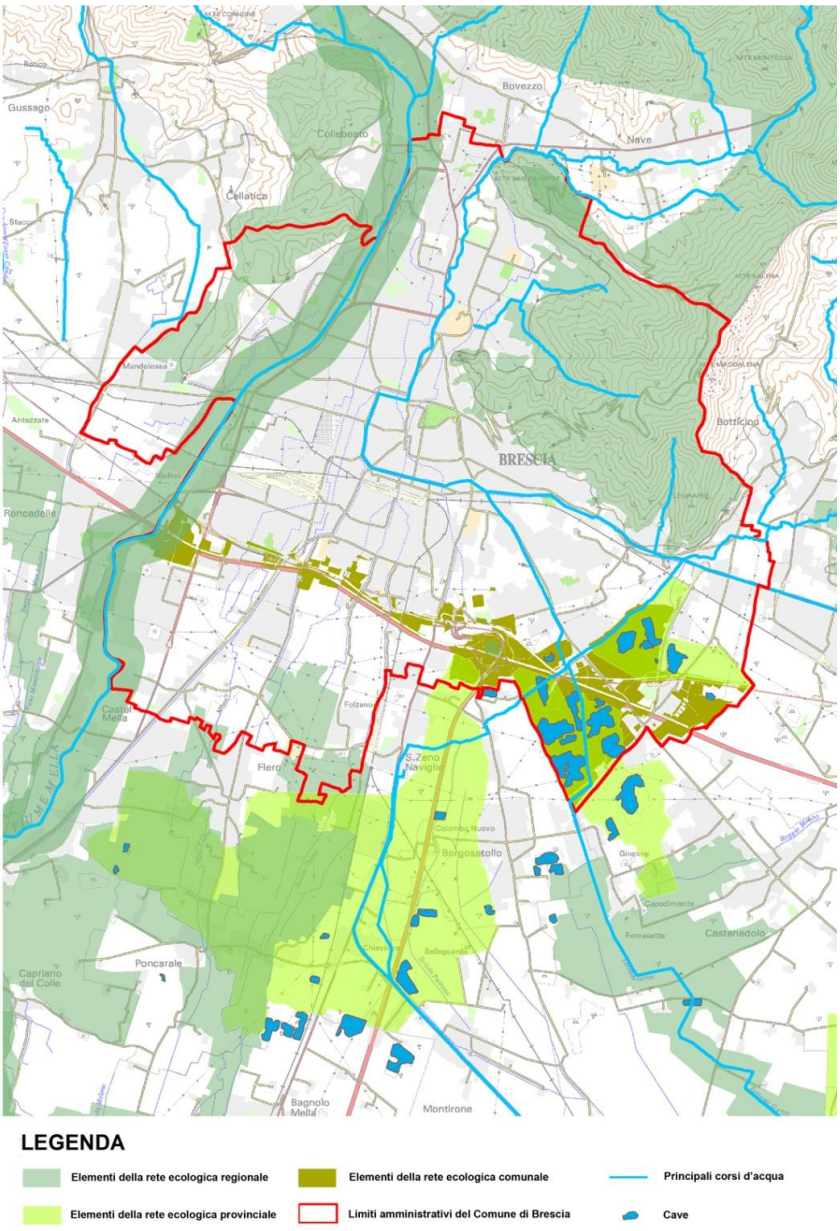


Figura 90: Elementi delle reti ecologiche locali nel Comune di Brescia (base dati: Geoportale Regione Lombardia e Settore Urbanistica del Comune di Brescia)

5 ENERGIA

5.1 Premessa

Una sfida fondamentale per la società moderna è quella di riuscire a sviluppare delle politiche energetiche che tengano conto della necessità di salvaguardare l'ambiente. I consumi energetici sono correlati allo sviluppo economico e contemporaneamente sia allo sfruttamento delle risorse naturali che all'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera. Il settore energetico costituisce quindi un fattore chiave per il perseguimento di un modello di sviluppo sostenibile. È necessario conseguire una maggiore efficienza energetica attraverso l'applicazione delle tecnologie più avanzate nella produzione di energia, la razionalizzazione dei consumi, la promozione del risparmio energetico e lo sviluppo di strategie che consentano di diffondere l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

La politica della Comunità Europea, individuata dalla Strategia Europa 2020, si propone di conseguire entro il 2020 i cinque obiettivi seguenti:

1. **Occupazione**: innalzamento al 75% del tasso di occupazione (per la fascia di età compresa tra i 20 e i 64 anni);
2. **Ricerca e Sviluppo**: aumento degli investimenti in ricerca e sviluppo al 3% del PIL dell'UE;
3. **Cambiamenti climatici e sostenibilità energetica**:
    - Riduzione delle emissioni di gas serra del 20% (o persino del 30%, se le condizioni lo permettono) rispetto al 1990;
    - Incrementare l'uso delle energie rinnovabili (eolica, solare, biomasse) giungendo alla copertura del 20% del fabbisogno totale di energia;
    - Aumento del 20% dell'efficienza energetica
4. **Istruzione:**
    - Riduzione dei tassi di abbandono scolastico precoce al di sotto del 10%;
    - Aumento al 40% dei trentenni-trentaquattrenni con un'istruzione universitaria;

5. **Lotta alla povertà e all'emarginazione:** almeno 20 milioni di persone a rischio o in situazione di povertà ed emarginazione in meno.

Ciascun paese aderente alla Comunità Europea ha fissato i propri specifici obbiettivi, di seguito i riportano i target individuati dall'Italia:

- Aumento percentuale dell'occupazione: 67-69 %
- Aumento degli investimenti in ricerca in termini di % del PIL: 1,53%
- Obbiettivo di riduzione delle emissioni (in raffronto al 2005): -13%
- Percentuale di energia rinnovabile a copertura del fabbisogno energetico: 17%
- Efficienza energetica: 158,0 Milioni Tep
- Percentuale di abbandono scolastico precoce: 16%
- Percentuale di educazione universitaria: 26-27%
- Riduzione del numero di persone a rischio povertà ed esclusione sociale: 2.200.000 persone in meno.

Nel mese di ottobre 2014 il Consilio Europeo ha definito il quadro 2030 per le politiche dell'energia e del clima per l'Unione europea. In particolare sono stati approvati i seguenti obiettivi da conseguire entro il 2030:

- La riduzione, vincolante a livello nazionale, delle emissioni di gas a effetto serra almeno del 40% rispetto ai livelli del 1990.
- La copertura del 27% del fabbisogno energetico totale della Unione Europea (UE) tramite energie rinnovabili;
- A livello dell'UE il miglioramento dell'efficienza energetica che comporti una riduzione del 27% del futuro consumo di energia (valutato come proiezione sulla base dei criteri attuali).

5.2 Consumi energetici

I consumi energetici si suddividono principalmente nei consumi di energia elettrica e nei consumi di energia termica. Nel Comune di Brescia l'energia termica viene ottenuta attraverso la combustione di gas metano, di gasolio (pari all'1% dell'energia termica totale) e attraverso centrali di cogenerazione che alimentano la seconda rete di teleriscaldamento italiana per volumetria allacciata (dati presi dal Rapporto "Il teleriscaldamento in Italia_2014" redatto a cura dell'Associazione Italiana Riscaldamento Urbano AIRU e da Legambiente).

Nei paragrafi seguenti verranno analizzati nel dettaglio i consumi di energia elettrica, di gas naturale, di gasolio e di calore fornito dalla rete di teleriscaldamento. Inoltre verranno brevemente descritti gli impianti di produzione di energia localizzati sul territorio Comunale e i quantitativi di energia prodotta.

I dati che verranno analizzati in questo capitolo sono stati forniti dalla società A2A e dal Informativo Regionale Energia e Ambiente (SIRENA) di Regione Lombardia e sono relativi al periodo che va dal 2002/2005 al 2013.

5.2.1 Energia Elettrica

I consumi totali di energia elettrica nel Comune di Brescia sono passati da 2.109.629 MWh nel 2004 a 2.294.183 MWh nel 2013. Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica, a bassa media e alta tensione, il periodo considerato nelle analisi seguenti va dal 2004 al 2013. La scelta di ridurre l'arco temporale considerato è dovuta al fatto che non si dispone di tutti i dati reali relativi ai consumi industriali di energia elettrica dal 2002 al 2003, poiché fino al 2003 alcune delle utenze industriali ad alta tensione erano servite direttamente dalla rete ENEL. L'andamento dei consumi totali di Energia Elettrica (Bassa Tensione BT, Media tensione MT, Alta tensione AT) nel Comune di Brescia nel periodo sopra considerato è riportato in Figura 91.

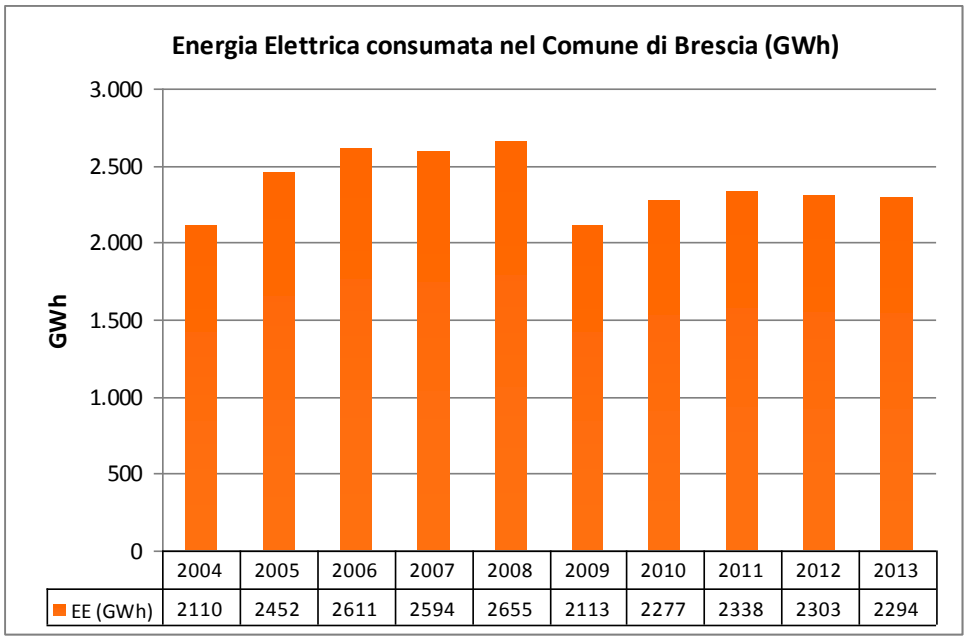
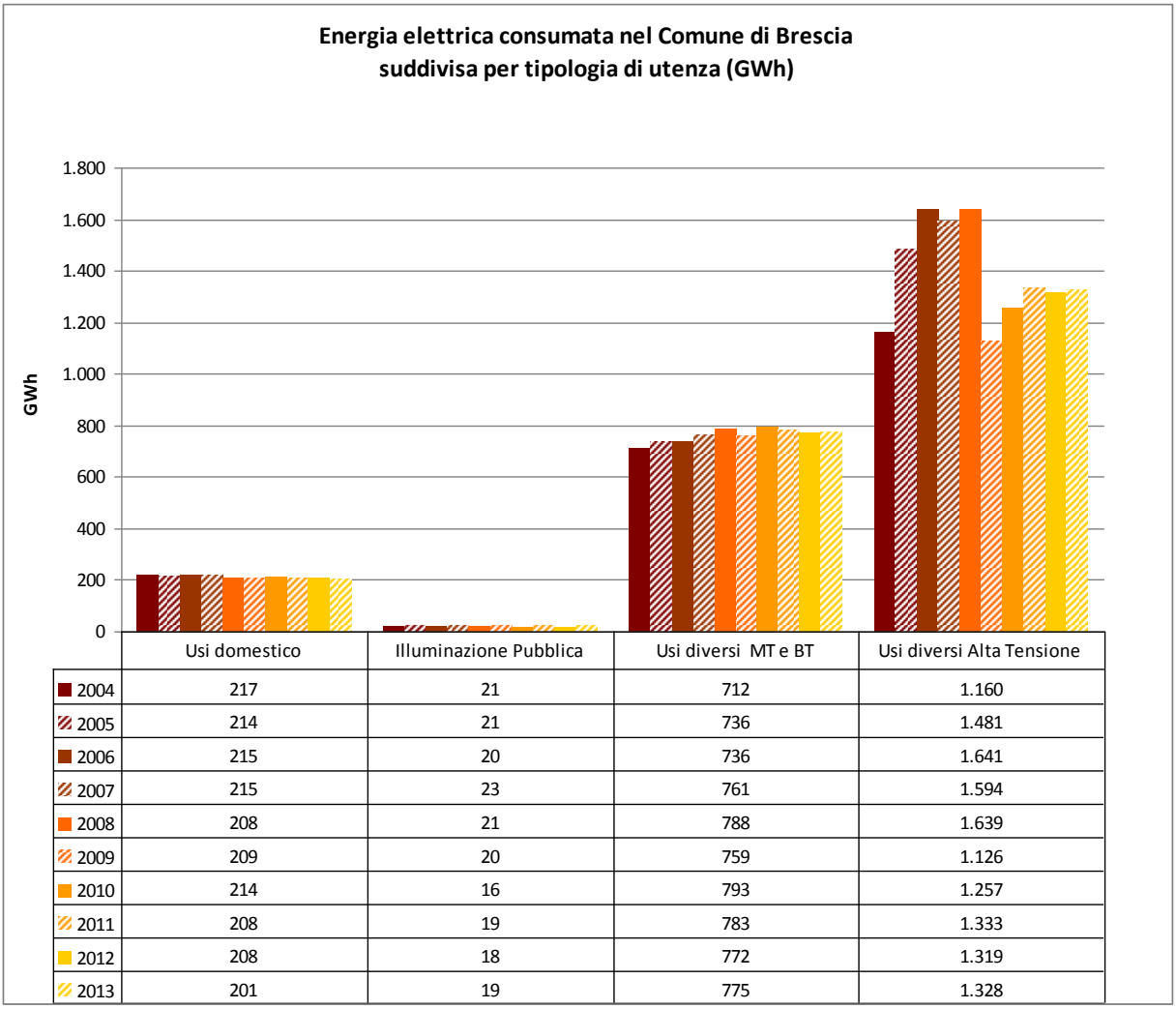


Figura 91: Consumi di energia elettrica dal 2004 al 2013 nel Comune di Brescia. I consumi considerati sono dati dalla somma dei consumi di tutte le utenze a Bassa, Media e Alta Tensione.

La quota dei consumi per usi domestici è rimasta circa costante nel tempo mentre, come viene evidenziato in Figura 92, si è verificata la crescita dei consumi delle utenze ad alta tensione fino al 2006 (utenze industriali più energivore +41% dal 2004 al 2006), una netta diminuzione degli stessi nel corso del 2009 e una lenta ripresa negli anni successivi 2010-2011 e una stabilizzazione dei consumi nel corso del 2012-2013.



	Usi domestico	Illuminazione Pubblica	Usi diversi MT e BT	Usi diversi Alta Tensione
2004	217	21	712	1.160
2005	214	21	736	1.481
2006	215	20	736	1.641
2007	215	23	761	1.594
2008	208	21	788	1.639
2009	209	20	759	1.126
2010	214	16	793	1.257
2011	208	19	783	1.333
2012	208	18	772	1.319
2013	201	19	775	1.328

Figura 92: Consumo di energia elettrica nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013, suddiviso per settore e per tensione

Nel 2013 il consumo delle utenze industriali e del settore terziario (bassa, media e alta tensione) è stato pari al 91% dei consumi totali di Energia Elettrica mentre i consumi delle utenze domestiche sono stati pari al 9%.

L'andamento dei consumi di energia elettrica degli ultimi anni presenta un elemento di novità, lo spostamento del picco di massima richiesta dal periodo invernale al periodo estivo, come evidenziato nel grafico in Figura 93. Nel mese di giugno (anno di riferimento 2013) è stata immessa in rete la massima potenza elettrica. La maggior richiesta di energia elettrica si ha nei mesi estivi giugno e luglio, mentre nel mese di Agosto si registra un calo della richiesta di energia elettrica presumibilmente dovuto allo spopolamento della città nel periodo delle vacanze estive. L'ampia diffusione dei sistemi di condizionamento, grandi consumatori di energia, ha contribuito all'aumento dei consumi di energia elettrica nel periodo estivo.

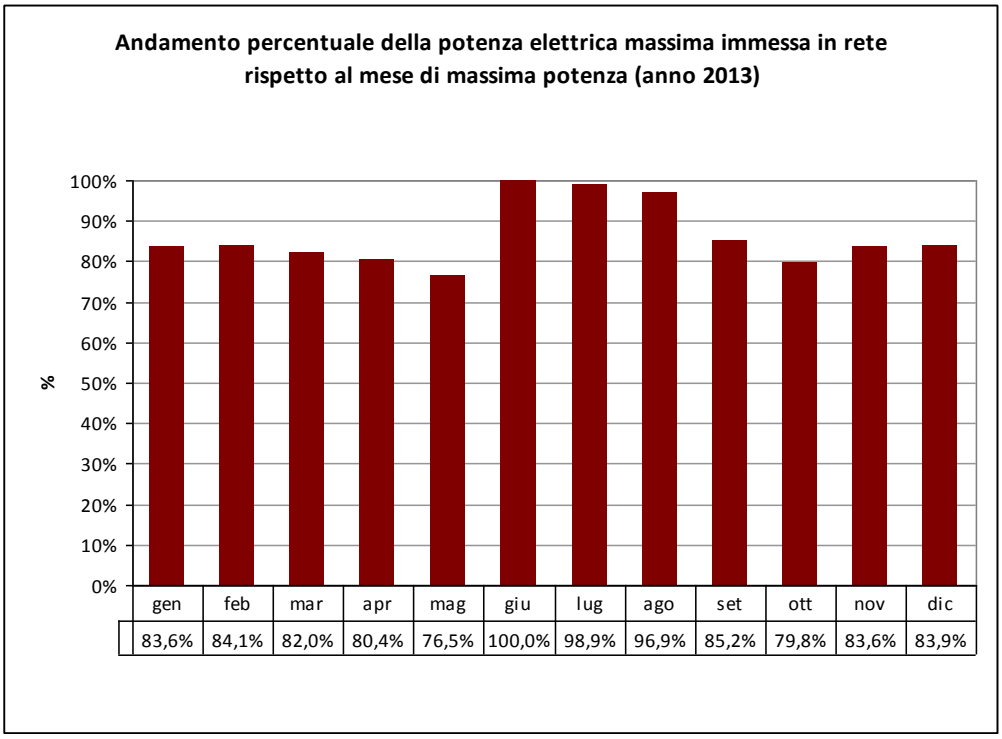
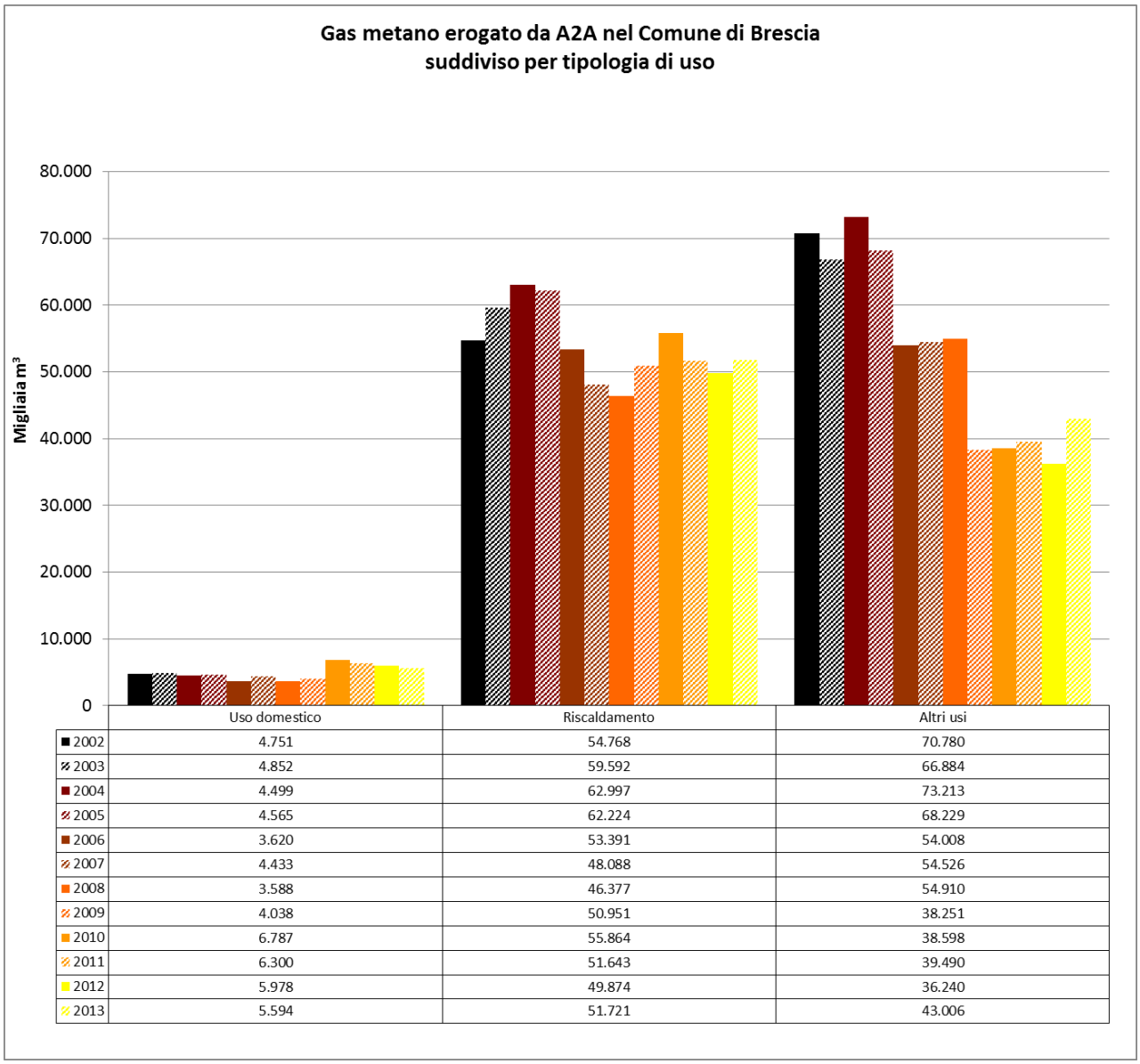


Figura 93: Andamento mensile della potenza elettrica massima immessa in rete nel corso del 2013, espressa come percentuale del valore relativo al mese di massima potenza.

5.2.2 Gas naturale e gasolio

Il gas metano è un combustibile naturale che può essere utilizzato per soddisfare le principali esigenze domestiche tra le quali: l'utilizzo in cucina (di seguito denominato uso domestico), il riscaldamento, la produzione d'acqua calda. I volumi di gas metano erogato da A2A dal 2002 al 2013 suddivisi per tipologia d'uso sono riportati in Figura 94.



	Uso domestico	Riscaldamento	Altri usi
2002	4.751	54.768	70.780
2003	4.852	59.592	66.884
2004	4.499	62.997	73.213
2005	4.565	62.224	68.229
2006	3.620	53.391	54.008
2007	4.433	48.088	54.526
2008	3.588	46.377	54.910
2009	4.038	50.951	38.251
2010	6.787	55.864	38.598
2011	6.300	51.643	39.490
2012	5.978	49.874	36.240
2013	5.594	51.721	43.006

Figura 94: Gas metano erogato da A2A dal 2002 al 2013 suddiviso per tipologia d'uso. Nella voce riscaldamento è compreso anche il consumo per uso domestico delle utenze che utilizzano il gas per riscaldare le abitazioni. Altri usi: Utenze commerciali, terziario e utenze industriali.

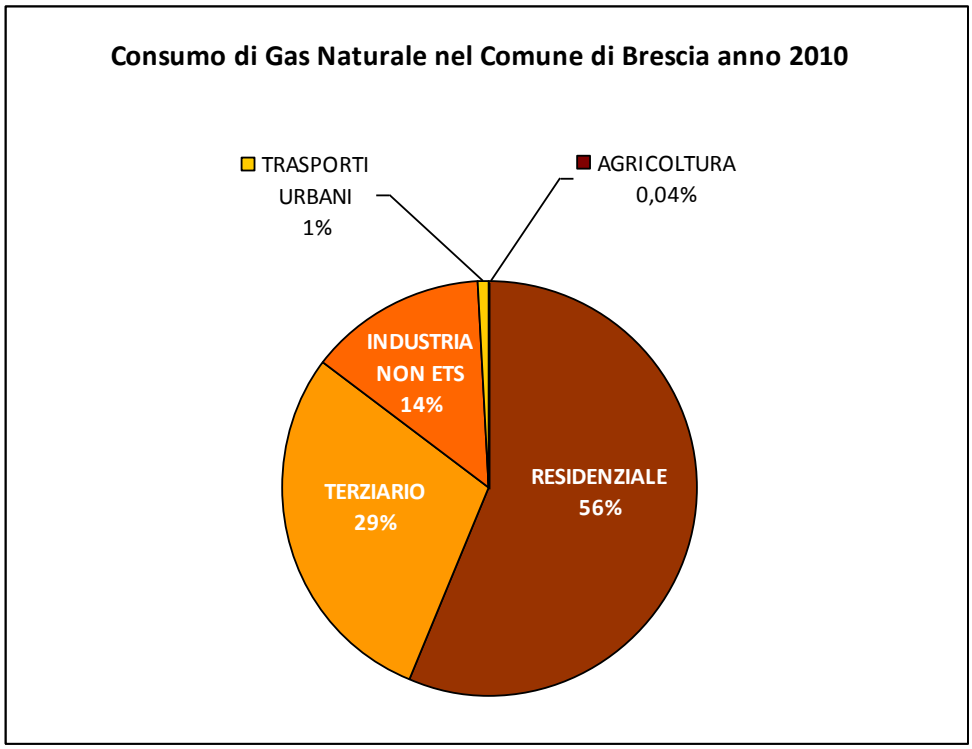
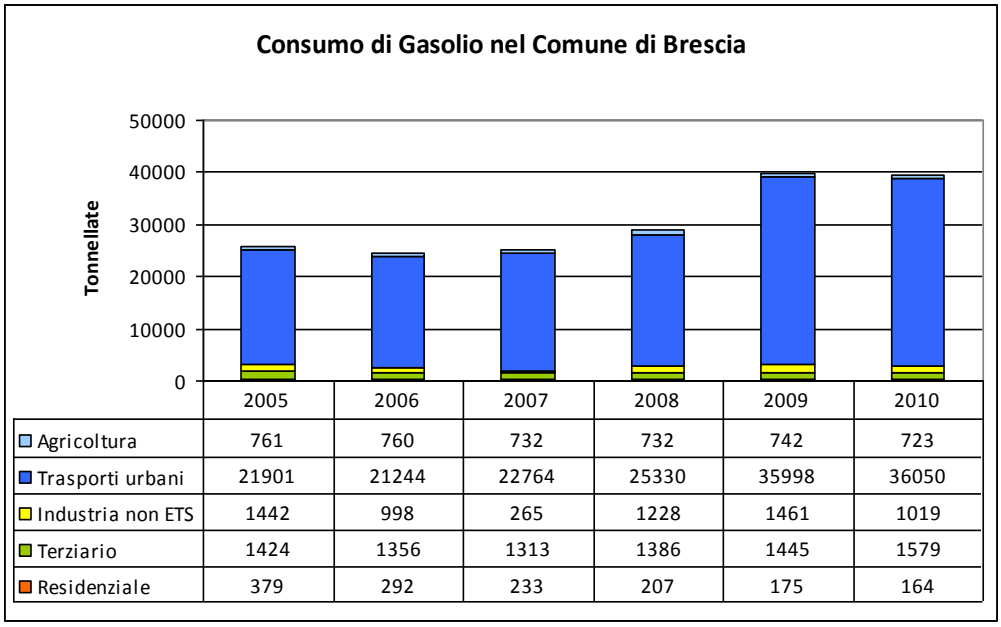


Figura 95: Consumi di gas naturale nel Comune di Brescia nell'anno 2010 suddivisi per tipologia d'utenza: utenze residenziali, industriali non Emission Trading System (ETS), terziario e agricoltura. Fonte del Dato: sistema informativo SIRENA.

Nel 2010 il consumo di gas metano è stato così suddiviso: uso residenziale 56%, 14% uso industriale (industrie non aderenti all'Emission Trading System), 29% terziario, 1% trasporti e 0,04% agricoltura. I consumi considerati sono relativi a tutti le società distributrici di energia attive nel territorio Comunale e sono stati ottenuti dal Informativo Regionale Energia e Ambiente (SIRENA) di Regione Lombardia.

L'andamento dei consumi di gasolio nel Comune di Brescia suddivisi per settore è riportato in Figura 96. Il 91% dei consumi di gasolio relativi all'anno 2010 sono imputabili ai trasporti. I dati considerati sono stati ottenuti dal Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente (SIRENA) della Regione Lombardia. Nel 2010 la combustione del gasolio ha coperto una percentuale inferiore al 0,5% del fabbisogno totale di energia termica degli edifici nel Comune di Brescia.



	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Agricoltura	761	760	732	732	742	723
Trasporti urbani	21901	21244	22764	25330	35998	36050
Industria non ETS	1442	998	265	1228	1461	1019
Terziario	1424	1356	1313	1386	1445	1579
Residenziale	379	292	233	207	175	164

Figura 96: Consumi di gasolio nel Comune di Brescia dal 2005 al 2010 suddivisi per settore. I dati sono stati ottenuti dal Sistema Informativo ENergia Ambiente (SIRENA) della Regione Lombardia.

5.2.3 Teleriscaldamento

Il teleriscaldamento a Brescia consiste nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrate, di acqua surriscaldata (fluido termovettore) prodotta in grandi centrali di cogenerazione. Il calore recuperato dai processi di produzione di energia elettrica viene utilizzato per riscaldare dell'acqua. Quest'acqua distribuita in rete trasferisce, mediante sotto-centrali dotate di scambiatori di calore, il calore all'acqua dell'impianto interno agli edifici riscaldando gli ambienti. La rete di teleriscaldamento è costituita da doppie tubazioni interrate (una di mandata e una di ritorno).

La rete di teleriscaldamento a Brescia è stata avviata nel 1972. Fino al 1977 il calore è stato prodotto con caldaie semplici ad alto rendimento installate nell'area della Centrale Sud di Lamarmora. Nel 1978 è entrato in servizio il primo gruppo di cogenerazione (che produce in modo combinato energia elettrica ed energia

termica). La cogenerazione consente di risparmiare energia primaria alzando il rendimento del ciclo fino a valori superiori al 83%. La produzione disgiunta di energia elettrica, in centrali termoelettriche (con rendimento pari al 45%) e di energia termica, in caldaie condominiali e unifamiliari (con rendimento pari al 70%), a parità di servizi erogati comporterebbe un consumo aggiuntivo di energia primaria dell'ordine del 30%. Successivamente al 1981 la centrale Sud di Lamarmora è stata potenziata con un secondo gruppo di cogenerazione e con una centrale a policombustibile funzionante a gas metano (dal1988). Nel 1998 è entrato in funzione il Termoutilizzatore. Nel 2004 è entrata in funzione la terza linea del termo utilizzatore.

Il Termoutilizzatore da solo è in grado di soddisfare il 40% di fabbisogno di energia termica della città.

Attualmente la rete di teleriscaldamento fornisce circa il 60% dell'energia richiesta per riscaldare gli edifici cittadini. In Figura 97 è riportata la mappa della rete di teleriscaldamento di proprietà e gestita dalla società A2A.

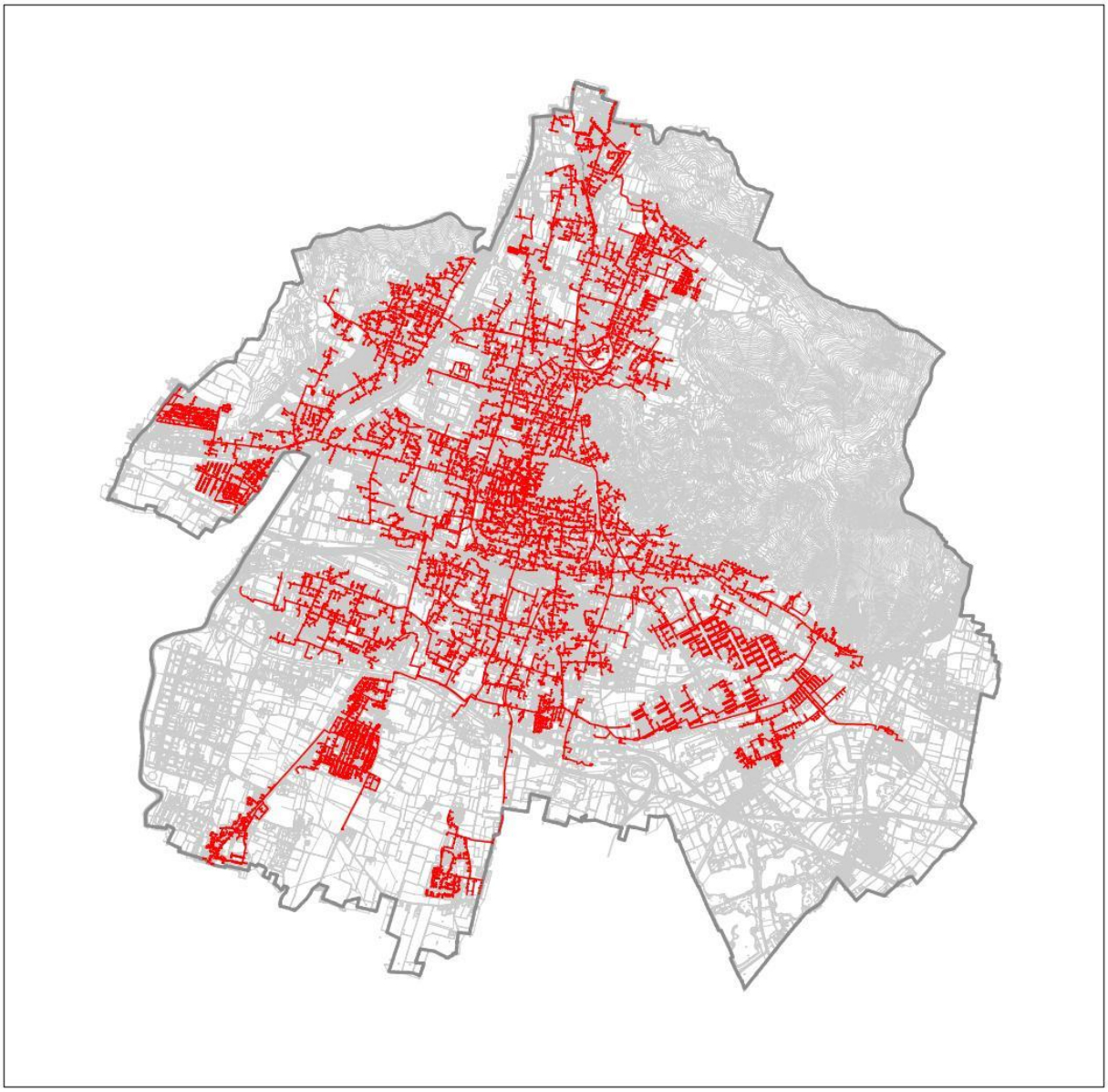


Figura 97: Mappa della rete di teleriscaldamento gestita dalla società A2A.

La quantità di energia termica distribuita attraverso la rete di teleriscaldamento è mostrata in Figura 98. I valori, espressi in GWh termici, mostrano un andamento che è correlato all'aumento della volumetria allacciata ma anche alle condizioni climatiche che hanno caratterizzato ciascun anno considerato (inverni più o meno rigidi richiedono infatti diversi quantitativi di energia termica per riscaldare gli edifici cittadini).

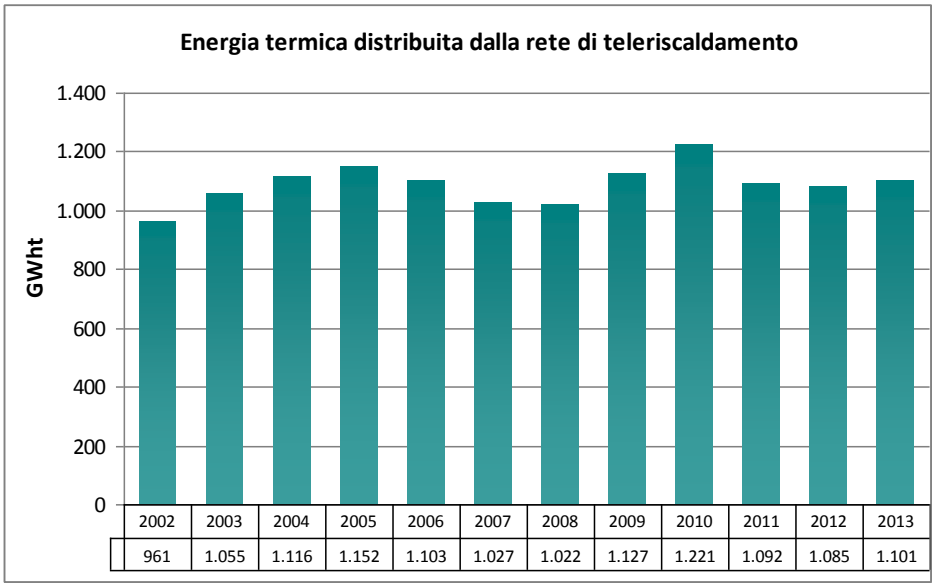


Figura 98: Energia termica distribuita attraverso la rete di teleriscaldamento dal 2002 al 2013. I consumi considerati sono comprensivi anche dei consumi delle utenze allacciate nei comuni limitrofi di Bovezzo e Concesio, il cui contributo è stimabile in circa il 1-3% del totale.

Il numero di utenze allacciate al teleriscaldamento è in progressivo aumento, infatti dal 2002 al 2013 (vedi Figura 99 sono state allacciate 7263 nuove utenze (con un incremento pari al 60%).

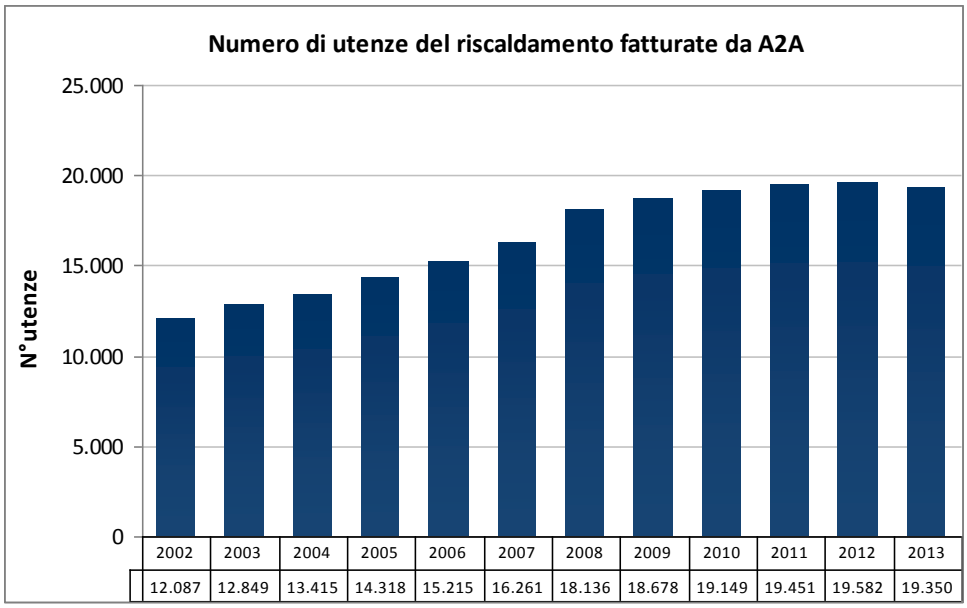


Figura 99: Numero di utenze del teleriscaldamento fatturate dal 2002 al 2013 da A2A compresi i contatori divisionali e le utenze dei comuni limitrofi di Concesio e Bovezzo (pari al 1-3% della volumetria complessivamente allacciata).

Dal 2002 al 2013 l'estensione della rete del teleriscaldamento è passata da 467 a 660 km.

La volumetria allacciata alla rete di teleriscaldamento è in continua crescita (+19,4% circa dal 2002 al 2013). Si prevede che nel 2020 saranno allacciati oltre 45 milioni di metri cubi.

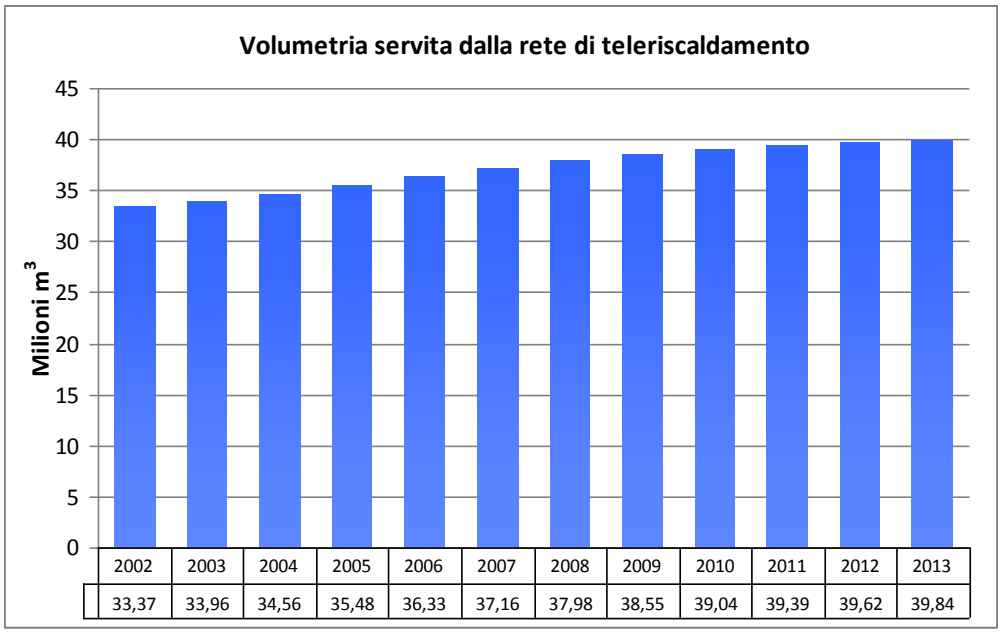


Figura 100: Volumetria servita dalla rete di teleriscaldamento nel Comune di Brescia dal 2002 al 2013.

5.3 Impianti di produzione di energia installati sul territorio comunale.

Il sistema di produzione di elettricità e di calore è costituito da due poli principali della società A2A:

- Il primo ubicato nella zona sud della città (centrale di Lamarmora) è dotato di tre gruppi combinati con turbina a vapore a contropressione. Dei generatori di vapore installati due sono funzionanti a gas naturale e il terzo può funzionare anche a carbone. L'olio combustibile denso (ODC) non viene più utilizzato dalla stagione termica 2009-2010. Nella centrale è presente anche una caldaia semplice per integrazione e riserva. A questo polo è collegato, a partire dal 1998, l'impianto combinato di termoutilizzazione dei rifiuti, potenziato con la terza linea nel 2004.

- Il secondo è ubicato a Nord (centrale Nord) dotato solo caldaie per produzione termica. I motori diesel, installati nel 1984 sono stati smantellati.

Esistono inoltre piccoli impianti di produzione fotovoltaica in vari punti della città. Il dettaglio delle potenze installate è riportato nella tabella seguente.

Impianti nel Comune di BS (dati al 31.12.13)	**Potenza elettrica efficiente lorda (MW)**	**Potenza termica nominale (MWt)**
Lamarmora 1	31	83,7
Lamarmora 2	33,2	87,2
Lamarmora 3	75	130
Termoutilizzatore	117,3	180
Impianti prod. calore semplice Lamarmora	-	58,2
Nord	-	167,6
Vari e Fotovoltaico	0,14	
TOTALE	**223,7**	**686,7**

Tabella 23: impianti di produzione di energia della società A2A ubicati nel territorio del Comune di Brescia . Dati relativi alla potenza elettrica e termica di ciascun impianto.

5.4 Produzione di energia degli impianti installati nel Comune di Brescia

In Tabella 24 sono riportate le quantità di energia elettrica messa in rete dagli impianti di produzione di energia della società A2A installati nel territorio del Comune di Brescia dal 2002 al 2013.

Anno	Produzione totale (GWh)	Termoutilizzatore (GWh)	Centrale Lamarmora (GWh)	Altri (GWh)
2002	769,6	334,4	434	1,7
2003	869,6	361,3	507	1,2
2004	892,2	474,8	416	1,2
2005	926,9	510,2	416	0,7
2006	887,5	527,9	358,8	0,8
2007	928,3	569,5	358,5	0,3
2008	857,2	569,6	288	0,1
2009	664,0	431,1	233	0,1
2010	664,0	575,0	190	0,1
2011	765,4	602,2	173	0,1
2012	775,5	586,8	176	0,1
2013	762,4	561,0	173	0,1

Tabella 24: Energia elettrica immessa in rete dagli impianti di produzione di energia della società A2A installati nel territorio comunale dal 2002 al 2013.

Nel corso del 2013 il fabbisogno totale di energia elettrica delle utenze nel Comune di Brescia è stato pari a 2303,7 GWh. Gli impianti di produzione di energia ubicati nel Comune di Brescia hanno immesso in rete 762,4 GWh, garantendo la copertura del 33% del fabbisogno di energia elettrica di tutte le tipologie di utenze del Comune di Brescia.

5.5 Impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia

Il Comune di Brescia ha posto in atto diverse iniziative per promuovere la diffusione degli impianti fotovoltaici.

Nell'ambito dello sviluppo urbano della città di Brescia l'amministrazione comunale ha indicato tra gli obiettivi da perseguire con la realizzazione dei nuovi quartieri di edilizia economica popolare, avviata nel 2000, la sostenibilità ambientale, con il fine di contenere i consumi energetici anche attraverso l'utilizzo delle fonti d'energia rinnovabile. Con ASM Brescia S.p.a. (ora A2A) si è stato predisposto un piano per la realizzazione di impianti fotovoltaici negli edifici realizzati nei nuovi quartieri di edilizia economico popolare Villaggio Violino e Sanpolino. Sono stati realizzati 333 impianti, 304 dei quali sulle singole unità

abitative a schiera e i restanti 29 a servizio delle parti comuni degli edifici condominiali per una potenza complessiva di 723 KW.

Il Comune di Brescia è stato il promotore del progetto e ha finanziato l'iniziativa con proprie risorse; ASM Brescia S.p.A. (ora A2A) ha partecipato alla promozione ed al finanziamento del progetto, ha garantito la consulenza tecnica per la realizzazione e ha fornito i dispositivi di controllo al fine di monitorare il funzionamento degli impianti. Gli impianti installati consentono ogni anno una produzione di energia elettrica pari a 750.000 kWh (chilowattora) con un risparmio energetico di 165 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) ed una riduzione di emissioni nell'atmosfera di 400 tonnellate di anidride carbonica (CO2) per anno.

Ad oggi si tratta di uno dei più importanti interventi di questo tipo in Italia per potenza installata e diffusione degli impianti fotovoltaici in ambito residenziale. Per questo progetto il Comune di Brescia ha ricevuto il premio "Enti Locali per Kyoto 2007 - Buone Pratiche per il Clima" e ad A2A è stato assegnato il premio "Innovazione amica per l'ambiente 2007" nella sezione relativa all'efficienza per il clima.

Nel grafico in Figura 101 è riportata la potenza degli impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia dal 2002 al 2013. A partire dal 2007 si è verificata un'ampia diffusione degli impianti fotovoltaici. Infatti in questi anni un numero crescente di cittadini ha scelto di installare nuovi impianti fotovoltaici usufruendo degli incentivi nazionali (Conto Energia) previsti dallo Stato. Nel territorio del Comune di Brescia alla fine del 2013 risultavano complessivamente installati 33.778 kW.

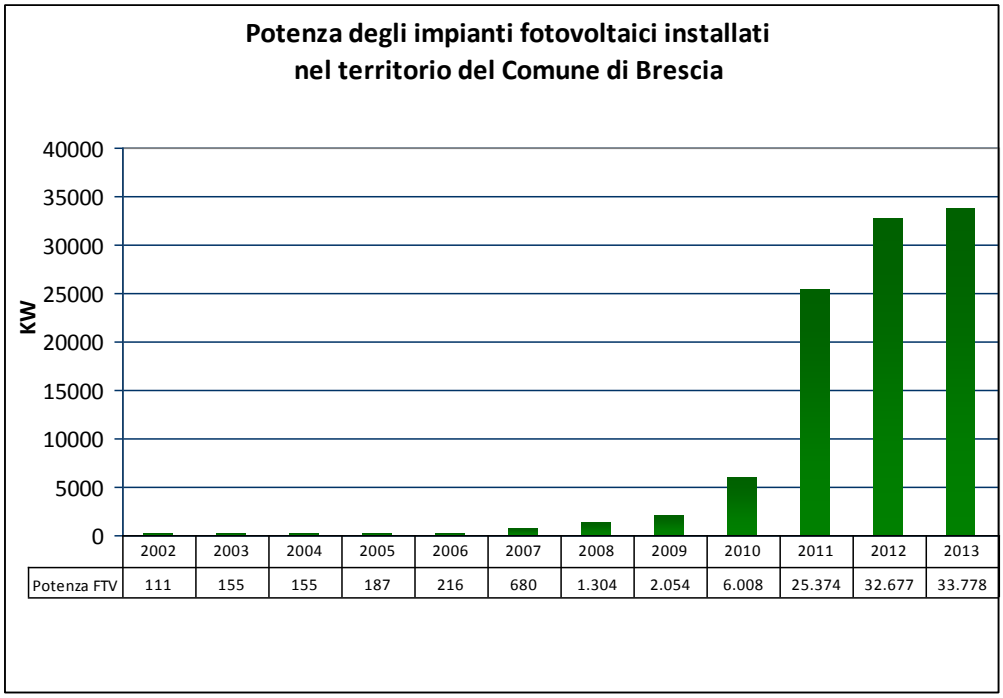


Figura 101: Potenza degli impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia (dati forniti da A2A).

5.6 Cambiamenti climatici

Il calore irraggiato dal sole raggiunge la terra e scalda il suolo. Il suolo terrestre riscaldato emette radiazione infrarossa (calore) che parzialmente viene trattenuta dall'atmosfera terrestre. Questo fenomeno naturale che prende il nome di effetto serra permette alla terra di avere una temperatura media tale da consentire la vita. L'Effetto serra è determinato dalla presenza di alcuni gas nell'atmosfera terrestre (anidride carbonica, vapor acqueo, metano etc…) Le attività antropiche, in particolar modo l'uso di combustibili fossili stanno aumentando la concentrazione in atmosfera di alcuni gas (CO2, CH4, N2O) che acuiscono l'effetto di riscaldamento dell'atmosfera terrestre. Una commissione internazionale di ricerca (Intergovernamental Panel on Climate Change) si sta occupando di studiare il cambiamento climatico, in particolare:

- Il sistema climatologico e le evidenze scientifiche del cambiamenti climatici;

- La vulnerabilità del sistema socio-economico e naturale ai cambiamenti climatici, le conseguenze positive e negative determinate dai cambiamenti climatici e le possibili azioni per adattarsi ai cambiamenti climatici;
- La mitigazione dei cambiamenti climatici riducendo e prevenendo l'emissione di gas serra e incrementando le attività che rimuovono i gas serra dall'atmosfera.

6 CAMPI ELETTROMAGNETICI

6.1 Premessa

Sulla Terra è presente un campo elettromagnetico naturale, le cui sorgenti principali sono la terra, l'atmosfera ed il sole (che emette radiazioni nell'InfraRosso, luce visibile e radiazioni UltraViolette). L'inquinamento elettromagnetico è dovuto alla presenza di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali (come ad esempio il campo elettrico generato da un fulmine).

6.2 Definizioni

Una carica elettrica genera una modificazione dello spazio ad essa circostante che prende il nome di campo elettrico. Ogni carica posta nella regione di spazio interessata dalla presenza di campo elettrico subisce l'azione di una forza attrattiva o repulsiva (a seconda dei segni delle cariche in gioco). Analogamente una corrente elettrica, costituita da cariche in movimento, produce una modificazione dello spazio circostante che prende il nome di campo magnetico. Il valore del campo di induzione magnetica nel vuoto è direttamente proporzionale al valore del campo magnetico e la costante di proporzionalità è nota come permeabilità magnetica del vuoto ($\mu 0$). L'unità di misura del campo elettrico nel Sistema internazionale è il Volt su metro (V/m), quella del campo magnetico è l'Ampere su metro (A/m) mentre quella dell'induzione magnetica è il Tesla (T). I campi elettromagnetici si propagano sotto forma di onde elettromagnetiche e vengono classificati sulla base del numero di oscillazioni che l'onda elettromagnetica compie in un secondo (ovvero la frequenza dell'onda che si misura Hertz). La frequenza dell'onda è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda (distanza percorsa dall'onda nel tempo di una oscillazione completa) ed è direttamente proporzionale all'energia trasportata dall'onda stessa.

L'insieme di tutte le frequenze dei campi elettromagnetici si chiama spettro elettromagnetico (vedi Figura 102). La radiazione elettromagnetica è suddivisibile in due principali categorie:

- **Radiazioni ionizzanti:** caratterizzate da alte frequenze, trasportano energia sufficiente ad estrarre un elettrone dall'orbitale più esterno degli atomi con i quale interagiscono (fenomeno della ionizzazione);
- **Radiazioni non ionizzanti:** appartengono alle bande a basse frequenze, trasportano energia che non è sufficiente ad estrarre un elettrone dagli atomi con i quali interagiscono.

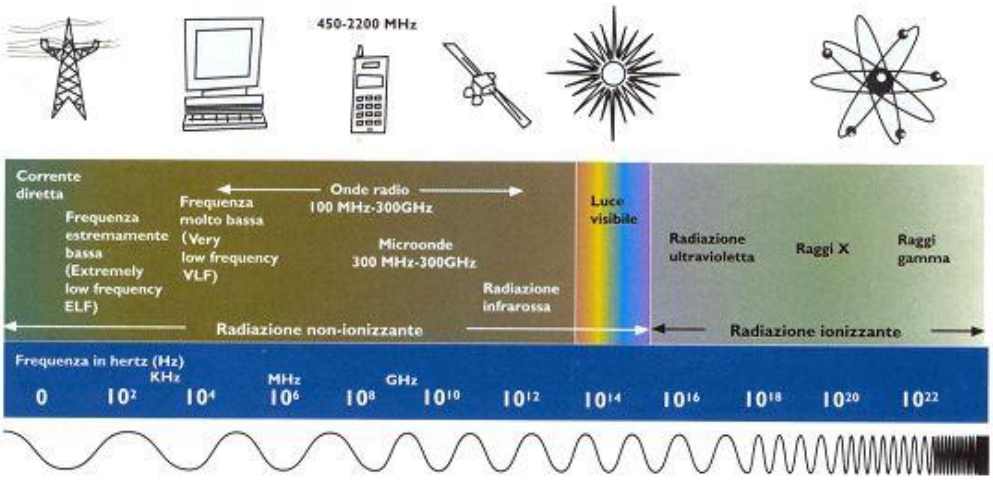


Figura 102: Spettro elettromagnetico. (Immagine presa dal sito dell'ARPA della Val D'Aosta http://www.arpa.vda.it).

6.3 Le sorgenti

Le sorgenti di campi elettromagnetici possono essere suddivise in base alla frequenza delle onde elettromagnetiche che emettono:

Bassa frequenza (0 Hz – 10 KHz)

- Le linee di distribuzione della corrente elettrica (ad alta, media e bassa tensione) come ad esempio gli elettrodotti che emettono onde elettromagnetiche a 50 Hz;
- Gli elettrodomestici e i dispositivi elettrici in genere.

Alta frequenza (10 kHz –300GHz)

- Gli impianti di telecomunicazione (impianti radiotelevisivi, stazioni radio-base, telefoni cellulari);
- Forni a microonde, apparati per saldatura e incollaggio a microonde, etc.

I campi elettromagnetici inoltre vengono usati in medicina a scopo diagnostico o terapeutico, ad esempio nella risonanza magnetica nucleare, nella marconiterapia, nella radarterapia e nella magnetoterapia.

6.4 Campi elettromagnetici e salute

La valutazione dei rischi sanitari connessi all'esposizione a campi elettromagnetici è un processo estremamente complesso a causa dell'eterogeneità delle pubblicazioni scientifiche su questo tema e del carattere multidisciplinare della tematica stessa.

I campi elettromagnetici interagiscono con le cariche elettriche presenti nel corpo umano, esercitando su di esse delle forze. L'organismo può rispondere a queste forze manifestando un effetto biologico. Gli effetti biologici non comportano necessariamente l'insorgere di un danno alla salute (o un effetto sanitario). Gli effetti biologici e sanitari sono diversi a seconda della frequenza e delle intensità dei campi esterni che li inducono. La definizione dei limiti di esposizione, raccomandati dalle più autorevoli organizzazioni internazionali, si basa sugli unici effetti sanitari accertati che sono di natura acuta e si verificano solo al di sopra di determinati soglie di esposizione.

La ricerca non ha trovato una correlazione tra l'esposizione cronica a livelli di campo inferiori ai limiti e la manifestazione di effetti sanitari a lungo termine.

Numerosi gruppi di studio sono stati costituiti da governi nazionali e da organizzazioni internazionali; tra queste ultime rivestono particolare importanza l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) che hanno creato degli appositi gruppi di ricerca che si occupano di valutare gli effetti sanitari correlati all'esposizione ai campi elettromagnetici. Nell'analisi seguente si farà riferimento prevalentemente ai risultati ai documenti

di sintesi prodotti dai gruppi di ricerca dell'OMS. Le note informative pubblicate dall'OMS sui diversi aspetti delle problematiche connesse ai campi elettromagnetici tradotte in Italiano a cura dell'Istituto Superiore di Sanità, sono disponibili al pubblico sul sito:

http://www.iss.it/elet/

6.4.1 Campi elettromagnetici generati dai telefoni cellulari

Il promemoria n.193 di Giugno 2011 dell'OMS dal titolo **"Campi elettromagnetici e sanità pubblica: telefoni mobili***" si* basa sugli studi dei gruppi di lavoro dell'OMS e dell'Agenzia Internazionale per la ricerca sul Cancro IARC e riporta le seguenti considerazioni:

"L'uso dei telefoni mobili è ubiquitario con 4,6 miliardi di sottoscrizioni stimate a livello mondiale. I campi elettromagnetici prodotti dai telefoni mobili sono stati classificati dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro come possibilmente cancerogeni per l'uomo (gruppo 2B). Sono in corso studi finalizzati a valutare in modo più completo i potenziali effetti a lungo termine dell'uso dei telefoni cellulari".

EFFETTI SANITARI

Negli ultimi vent'anni sono stati realizzati molti studi finalizzati a valutare se i telefoni mobili comportino potenziali rischi per la salute. A tutt'oggi non è stato accertato alcun effetto sanitario avverso causato dall'uso dei telefoni cellulari.

Effetti a breve termine

Il riscaldamento dei tessuti è il principale meccanismo d'interazione tra l'energia a radiofrequenza ed il corpo umano. Alle frequenze utilizzate dai telefoni mobili la maggior parte dell'energia viene assorbita dalla pelle e da altri tessuti superficiali, il che comporta trascurabili incrementi di temperatura nel cervello o in qualsiasi altro organo del corpo.

Alcuni studi su volontari hanno valutato gli effetti dei campi a radiofrequenza sull'attività elettrica cerebrale, sulle funzioni cognitive, sul sonno, sul battito cardiaco e sulla pressione del sangue. Al momento attuale la ricerca non suggerisce alcuna evidenza consistente di effetti sanitari avversi dovuti all'esposizione a livelli di campi a radiofrequenza inferiori a quelli che provocano riscaldamento dei tessuti. Inoltre, la ricerca non è riuscita a fornire supporto ad una relazione causale tra campi elettromagnetici e sintomi auto-riferiti, o "ipersensibilità ai campi elettromagnetici".

Effetti a lungo termine

La ricerca epidemiologica che ha esaminato potenziali rischi a lungo termine derivanti dall'esposizione a radiofrequenze si è concentrata soprattutto sull'eventuale associazione tra tumori cerebrali e uso di telefoni cellulari. D'altra parte, poiché molti tumori non sono diagnosticabili prima di molti anni dalle interazioni che li hanno provocati, e dato che l'uso dei telefoni mobili si è largamente diffuso solo a partire dal 1990 circa, gli studi epidemiologici al momento attuale possono valutare solo quei tumori che diventano evidenti entro più brevi periodi di tempo. Tuttavia, i risultati degli studi su animali sono coerenti nel non mostrare alcun incremento di tumori a seguito dell'esposizione a lungo termine a campi a radiofrequenza.

Sono stati completati o sono ancora in corso grandi studi epidemiologici multinazionali, inclusi studi caso-controllo e studi prospettici di coorte, finalizzati ad esaminare diverse malattie negli adulti. Il più grande studio caso-controllo retrospettivo realizzato fino ad oggi sugli adulti, Interphone, coordinato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul (IARC), è stato progettato per valutare se vi fosse una relazione tra uso di telefoni mobili e tumori della testa e del collo negli adulti. L'analisi internazionale combinata dei dati raccolti nei 13 paesi partecipanti non ha trovato alcun incremento del rischio di glioma o di meningioma in relazione all'uso dei telefoni mobili per più di 10 anni. Vi sono alcune indicazioni di un incremento del rischio di glioma tra coloro che avevano riferito il 10% più elevato di ore cumulative d'uso del telefono cellulare, benché non sia stata osservata alcuna coerente tendenza all'incremento del rischio all'aumentare della durata d'uso. I ricercatori affermano che distorsioni ed errori limitano la forza delle conclusioni e impediscono un'interpretazione causale di questo risultato. Essenzialmente sulla base di questi dati, la IARC ha classificato i campi elettromagnetici a radiofrequenza come possibilmente cancerogeni per l'uomo (Gruppo 2B), una categoria utilizzata quando un'associazione causale viene considerata credibile, ma non si può escludere con ragionevole sicurezza che l'osservazione sia dovuta al caso, a distorsioni o ad effetti di confondimento.

Mentre non è stato stabilito un incremento del rischio di tumori cerebrali, l'uso crescente dei telefoni mobili e la mancanza di dati sull'uso di questi strumenti di comunicazione per periodi superiori ai 15 anni suggeriscono la necessità di ulteriori ricerche su questo tema. In particolare, data la recente popolarità dell'uso di telefoni mobili tra i più giovani, con la conseguente possibilità di una più lunga esposizione nel corso della vita, l'OMS ha promosso ulteriori ricerche su questo gruppo di popolazione. Sono attualmente in corso studi destinati a valutare eventuali effetti dell'uso di telefoni mobili sulla salute di bambini e adolescenti."

6.4.2 Campi elettrici e magnetici a frequenza estremamente bassa (ELF)

Il promemoria n.322 di Giugno 2007 dell'OMS dal titolo **"Campi elettromagnetici e salute pubblica. Esposizione a campi a frequenza estremamente bassa***"* si basa sulle conclusioni del gruppo di lavoro dell'OMS che nel corso del 2007 ha portato a termine una revisione critica delle implicazioni dei campi ELF per la salute umana in ambito residenziale e riporta le seguenti considerazioni:

"*Al termine di una procedura ben consolidata per la valutazione dei rischi sanitari, il gruppo di lavoro ha concluso che non esistono sostanziali problemi legati ai campi elettrici a frequenze estremamente basse, ai livelli generalmente incontrati dal pubblico."*

Effetti a breve termine:

"Ci sono effetti biologici accertati che derivano da esposizioni acute ad alti livelli di campo (ben al di sopra di 100 μT) e che sono spiegati da meccanismi biofisici ben conosciuti. I campi magnetici ELF esterni inducono nel corpo umano campi elettrici e correnti elettriche che, nel caso di campi di alta intensità, provocano la stimolazione di nervi e muscoli nonché variazioni nell'eccitazione delle cellule del sistema nervoso centrale."

Potenziali effetti a lungo termine:

"La maggior parte della ricerca scientifica sui rischi a lungo termine dell'esposizione a campi magnetici ELF si è concentrata sulla leucemia infantile. Nel 2002, la IARC ha pubblicato una monografia in cui i campi magnetici ELF venivano classificati come "possibilmente cancerogeni per l'uomo".

"Il giudizio si basava su analisi che sono state effettuate aggregando i dati di diversi studi epidemiologici e che indicavano in modo coerente un aumento di un fattore due nei casi di leucemia infantile, associato ad un'esposizione media a campi magnetici a frequenza industriale superiore a 0,3-0,4 μT. Il gruppo di lavoro ha concluso che gli ulteriori studi pubblicati in seguito non alterassero la classificazione."

"L'evidenza epidemiologica è però indebolita da problemi metodologici, come potenziali distorsioni di selezione. Inoltre, non c'è nessun meccanismo biofisico accettato che suggerisca che esposizioni a bassi livelli di campo abbiano un ruolo nello sviluppo del cancro. Quindi, se effettivamente esistessero degli effetti dell'esposizione a simili campi di bassa intensità, questi dovrebbero prodursi attraverso un meccanismo biologico che è a tutt'oggi sconosciuto. Inoltre, gli studi su animali sono risultati per la maggior parte negativi. Nel complesso, dunque, i dati relativi alla leucemia infantile non sono sufficientemente solidi da poter essere considerati come indicativi di una relazione causale."

"Diversi altri effetti nocivi per la salute sono stati studiati in rapporto a una possibile associazione con l'esposizione a campi magnetici ELF. Tra questi, altri tipi di tumori infantili, tumori negli adulti, depressione, suicidi, malattie cardiovascolari, alterazioni nella riproduzione, problemi nello sviluppo, alterazioni immunologiche, effetti neurocomportamentali e malattie neurodegenerative. Il gruppo di lavoro dell'OMS ha concluso che i dati scientifici a sostegno di un'associazione tra l'esposizione a campi magnetici ELF e tutti questi effetti sanitari sono molto più deboli di quelli relativi alla leucemia infantile. In qualche caso (malattie cardiovascolari o tumori al seno) i dati suggeriscono che i campi non provochino gli effetti in discussione."

"Alcuni effetti sanitari legati a esposizioni di breve durata a campi di alta intensità sono stati accertati e costituiscono la base di due linee guida internazionali di esposizione (ICNIRP, 1998; IEEE, 2002). Al momento attuale, queste due organizzazioni considerano che i dati scientifici su possibili effetti sanitari di esposizioni a lungo termine a campi ELF di bassa intensità siano insufficienti a giustificare un abbassamento dei limiti quantitativi di esposizione."

Nelle conclusioni del documento sopra citato l'OMS esprime delle raccomandazioni. In particolare viene raccomandato che:

- I governi e l'industria promuovano dei programmi di ricerca per ridurre le incertezze scientifiche sugli effetti sanitari dell'esposizione a lungo termine ai campi ELF;
- Nella costruzione di nuovi impianti e nella progettazione di nuove apparecchiature si ricerchino misure per la riduzione dell'esposizione.

6.4.3 Campi Elettromagnetici a Radiofrequenze e Microonde

Il promemoria n.304 del 2006 dell'OMS "**Campi elettromagnetici e salute pubblica. Stazioni radio base e tecnologie senza fili (wireless)"** riporta le seguenti osservazioni:

> *"Recenti indagini hanno mostrato che i livelli di esposizione dovuti alle stazioni radio base variano dal 0.002% al 2% dei limiti previsti dalle linee guida internazionali a seconda di vari fattori come la vicinanza della persona esposta all'antenna e l'ambiente circostante. Questi livelli di esposizione sono più bassi, o confrontabili, rispetto a quelli dovuti agli impianti di diffusione radio televisiva."*
>
> *"L'unico effetto sanitario acuto dei campi a radiofrequenza identificato nelle rassegne critiche della letteratura scientifica è quello legato agli aumenti della temperatura (>1C°) susseguenti a esposizioni a campi molto intensi, che possono incontrarsi solo in alcuni ambienti industriali, ad esempio in presenza di riscaldatori a radiofrequenza. I livelli di esposizione imputabili a stazioni radio base e rete wireless sono talmente bassi che gli aumenti di temperatura sono insignificanti e senza conseguenze per la salute umana."*
>
> *"Negli ultimi 15 anni sono stati pubblicati vari studi che esaminavano la possibile relazione tra trasmettitori a radiofrequenze e cancro. Questi non hanno fornito nessuna evidenza che l'esposizione ai campi generati dai trasmettitori aumenti il rischio di cancro. Così pure, gli studi a lungo termine su animali non hanno accertato aumenti di rischio di cancro dovuti all'esposizione a campi a radiofrequenza, nemmeno a livelli molto più alti di quelli prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti wireless."*

"Altri effetti: La maggior parte degli studi si è concentrata sull'esposizione degli utilizzatori di telefoni mobili. Studi relativi alla funzionalità celebrale e al comportamento, condotti su soggetti umani e animali esposti a campi a radiofrequenza come quelli generati dai telefoni mobili, non hanno identificato nessun effetto negativo. Le esposizioni in questi studi erano circa 1000 volte maggiori di quelle sperimentate dal pubblico per effetto delle stazioni radiobase o delle reti wireless locali. Non sono state osservate neppure, in modo coerente, alterazioni del sonno o delle funzioni cardiovascolari."

"Considerati i livelli di esposizione molto bassi e dati accumulati fino ad oggi, non c è nessuna evidenza scientifica che i deboli segnali prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti wireless possano provocare effetti nocivi per la salute."

"L'OMS promuove ancora ricerche per stabilire se vi siano conseguenze per la salute da parte delle esposizioni più elevate, dovute ai telefoni mobili."

"L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) effettuerà una valutazione del rischio cancerogeno dei campi a radiofrequenza (nel 20076-2007) e il Progetto Internazionale CEM una valutazione complessiva dei rischi sanitari (nel 2007-2008)."

6.5 Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici: normativa di riferimento.

Normativa Unione Europea

- Raccomandazione (1999/519/CE) del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz, G.U. UE serie L 199/59 del 30 luglio 1999.

Normativa Nazionale

- La Legge Quadro n.36 del 22 febbraio 2001 *"legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"*

Basse frequenze:

- **DPCM** (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell' 8 luglio 2003 *"fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"*. Questo decreto ha stabilito i seguenti limiti di esposizione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz): **100μT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico**, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolatici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per **l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10μT**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato **l'obiettivo di qualità di 3 μT per il valore dell'induzione magnetica**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco di 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Alte frequenze:

- DPCM (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri) dell'8 luglio 2003 *"fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"*.

  Questo decreto fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per Campi elettromagnetici ad alta frequenza. Nel caso di esposizione a impianti che generano campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenza compresa tra 100kHz e 300GHz, non devono essere superati i limiti di esposizione indicati in Tabella 25, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura cautelativa per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, si assumono i valori di attenzione indicati nella Tabella 25. Ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, i valori dei campi oggetto del decreto, calcolati o misurati all'aperto nelle aree intensamente frequentate, non devono superare i valori di obiettivi di qualità indicati in Tabella 25

Frequenze	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)
0,1 < f =< 3 MHz	60	0,2
3 MHz < f =< 3000MHz	20	0,05
3000MHz < f =< 300 GHz	40	0,01
Valori di attenzione 0,1 MHz < f =< 300GHz	6	0,016
Obiettivi di qualità 0,1MHz < f =< 300 GHz	6	0,016

Tabella 25: Limiti di esposizione a campi elettromagnetici a basse frequenze previsti dal DPCM 8 luglio 2003.

Definizioni (riportate nella legge n°36 del 2001)

- **Limite di esposizione**: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione dalla popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a) della Legge Quadro;

- **Valore di attenzione**: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

- **Obiettivi di qualità**:

  - Sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della Legge Quadro;

  - Sono i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

6.6 Diffusione delle stazioni radio base e dei trasmettitori radio-televisivi nel Comune di Brescia

Nella mappa seguente è riportata la localizzazione delle stazioni radio base (telefonia mobile), dei ponti radio, degli impianti di trasmissione dei segnali televisivi. La fonte dei dati considerati è il **CAtaSto informatizzato impianti di TELecomunicazione e radiotelevisione** (CASTEL) di ARPA Lombardia che fornisce un archivio contenente sia caratteristiche tecniche sia informazioni territoriali riguardanti i radioimpianti presenti in Lombardia (http://castel.arpalombardia.it/castel/Default.aspx).

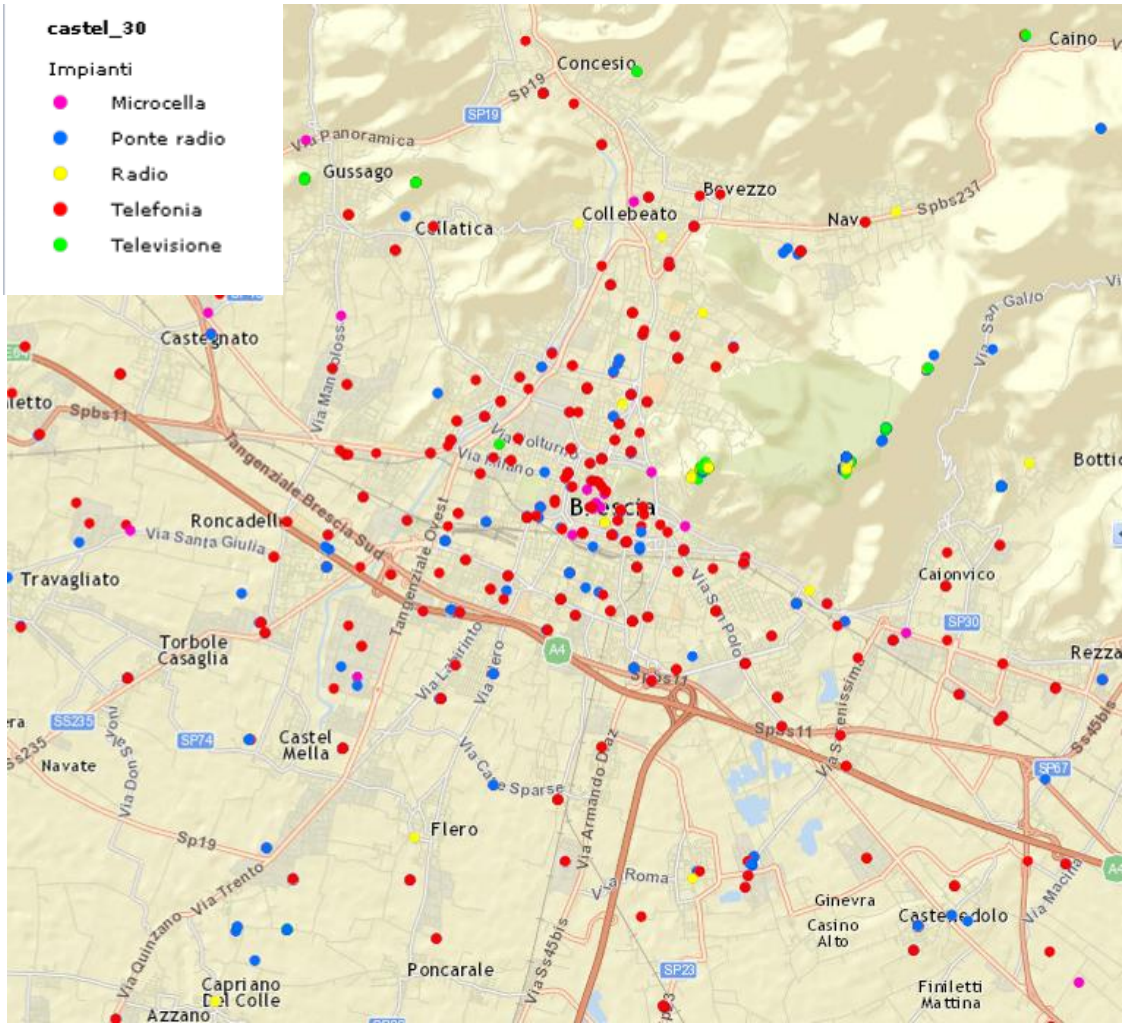


Figura 103: Localizzazione dei radioimpianti presenti nel territorio del Comune di Brescia. Fonte dei dati: catasto CASTEL di ARPA Lombardia http://castel.arpalombardia.it/castel/Default.aspx

6.7 Diffusione delle reti di trasmissione dell'energia elettrica: elettrodotti e cavi interrati.

Nella mappa seguente è riportata la localizzazione degli elettrodotti in conduttori aerei ed in cavo interrato che costituiscono la rete di trasmissione dell'energia elettrica a 132 KV - 220 kV – 380 kV nel territorio del Comune di Brescia. I dati sono stati forniti da terna e sono stati rielaborati dal Settore Urbanistica del Comune.

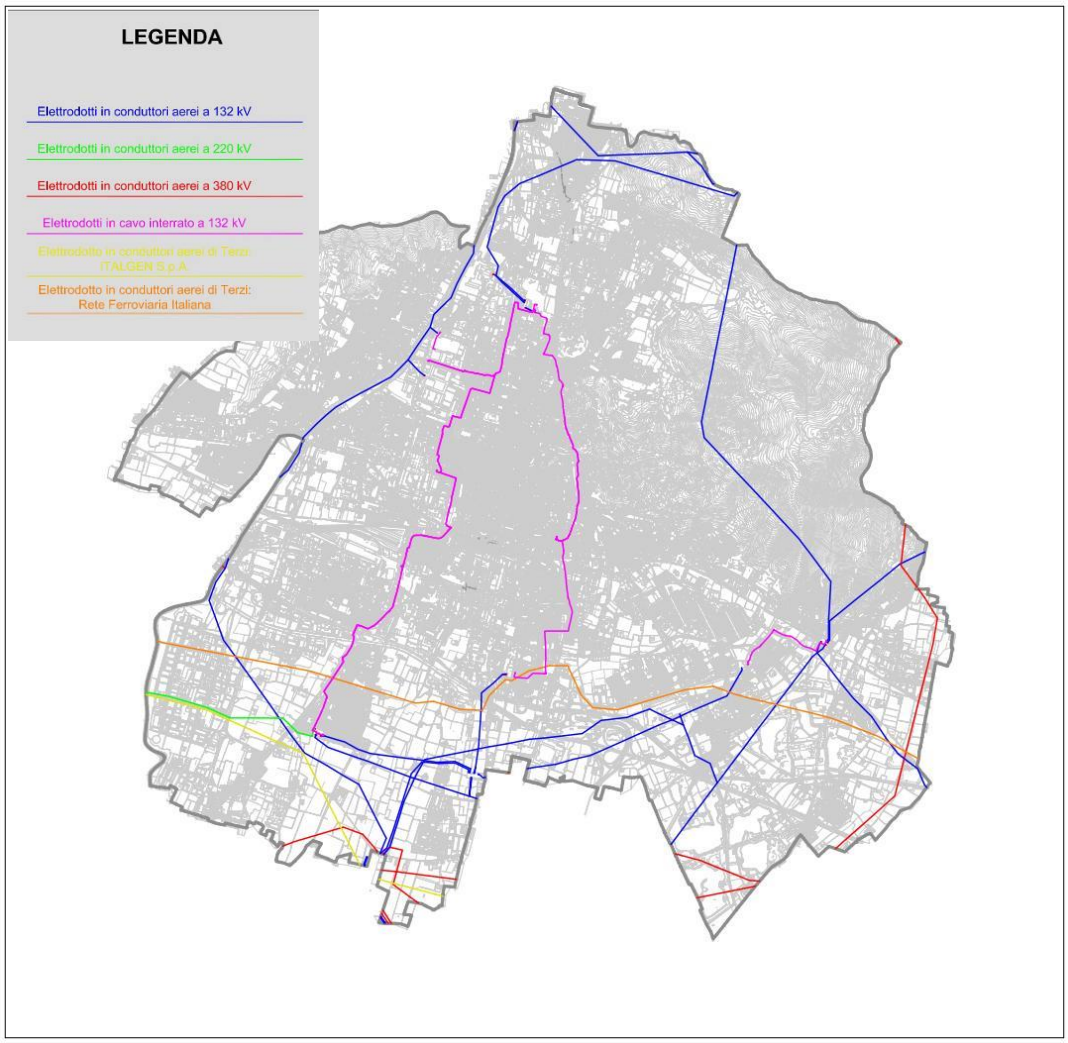


Figura 104: Localizzazione degli elettrodotti in conduttori aerei e in cavo interrato presenti nel territorio del Comune di Brescia. Fonte dei dati: Terna. Elaborazione: Settore Urbanistica del Comune di Brescia.

6.8 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico nel territorio del Comune di Brescia.

L'attenzione dell'amministrazione comunale al tema dell'esposizione dei cittadini ai campi elettromagnetici è molto viva. Il Settore Protezione Ambientale e Protezione Civile svolge direttamente un'attività di verifica del rispetto dei limiti dei livelli di campo elettromagnetico fissati dalla normativa vigente. Di seguito si riportano in sintesi risultati delle verifiche che sono state effettuate sul territorio cittadino dal Comune di Brescia e dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente.

6.8.1 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze

Nel mese di novembre 2008 è stato eseguito un monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze, presenti nel territorio comunale. I rilievi sono stati effettuati a livello del piano stradale sul marciapiede. Lo strumento a banda larga è stato posizionato ad un'altezza di 1,5 m dal piano di calpestio. La grandezza oggetto della misura è il valore efficace del campo elettrico (Eeff), espresso in volt metro (V/m), ossia il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari misurate nel punto considerato. Le misure nei trentasette punti oggetto di indagine sono state condotte come previsto dalle linee guida al D.M. 381/98 redatte dai Min. dell'Ambiente, delle Comunicazioni e della Sanità, mediando i valori del campo elettrico su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su intervalli temporali di almeno 6 minuti. Nella mappa riportata in Figura 105 sono evidenziati i punti di misura e i valori misurati attraverso l'utilizzo di colori diversi (riportati in legenda).

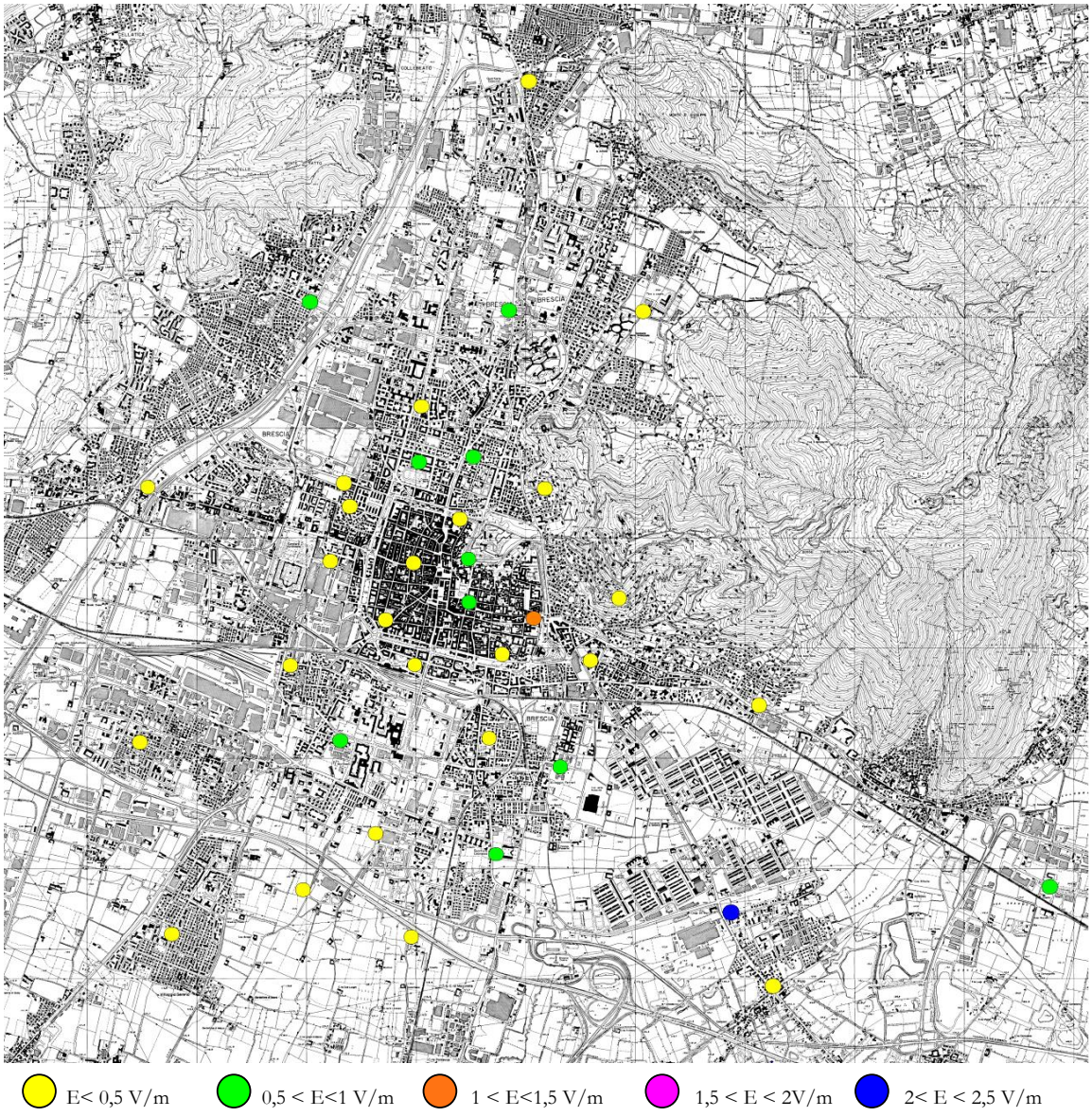


Figura 105: Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze presenti nel territorio comunale (novembre 2008).

In 25 punti di misura, pari a circa il 68% del totale, il campo Elettrico Efficace misurato è risultato inferiore a 0,5 V/m. In 10 punti di misura (27% del totale) il campo elettrico è compreso tra 0,5V/m e 1 V/m. Un punto presenta un valore paria a 1,38 V/m (Piazza Arnaldo) e un solo punto (via Fiorentini) un valore pari a 2,03 V/m.

In tutti i punti di rilievo considerati i valori del campo elettrico misurato sono risultati inferiori al limite normativo e al valore obiettivo di qualità fissati dal DPCM 8 luglio 2003.

6.8.2 Verifica del rispetto dei limiti presso le abitazioni di privati cittadini

Nell'ambito delle attività di monitoraggio del territorio comunale il Settore Protezione Ambientale e Protezione Civile del Comune di Brescia offre un servizio gratuito di verifica dei livelli di campo elettromagnetico presso le abitazioni di privati cittadini e presso luoghi sensibili, come ad esempio scuole e luoghi di aggregazione. Su richiesta degli interessati i tecnici del Settore effettuano misure dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze attraverso strumenti a banda larga, verificando il rispetto dei limiti fissati dalla normativa vigente e redigendo una relazione tecnica.

Nel corso di tutte le verifiche finora eseguite non è mai stato riscontrato il superamento dei limiti fissati dal DPCM 8 luglio 2003.

6.8.3 Siti con criticità determinata principalmente dalla presenza di antenne per la trasmissione dei segnali radio.

Il Monte Maddalena a Nord della città, con i suoi 874 metri di altezza rappresenta un'importante base di trasmissione delle emittenti radio-televisive. In particolare i siti principali sono

- Località Cavrelle posta ad 810 metri.
- Località Vedetta posta a 440 metri.

Nel territorio circostante i due siti prima citati, i limiti stabiliti dalla normativa vigente non sono rispettati e per questo motivo il Comune di Brescia ha svolto presso la località Cavrelle, con gli altri soggetti competenti, una campagna di misura del campo elettromagnetico negli ambienti di vita e di verifica della conformità degli impianti alle autorizzazioni ministeriali. Inoltre è prevista l'organizzazione di un'analoga campagna di misura presso la località Vedetta. Con queste azioni si auspica di poter ricondurre il campo elettromagnetico all'interno dei limiti di legge.

6.8.4 Campi elettromagnetici a Basse frequenze

Il Dipartimento di Brescia dell'Agenzia Regionale della Protezione dell'Ambiente ha effettuato un monitoraggio dei livelli di campo elettrico e di campo magnetico a basse frequenze sul territorio comunale. La campagna di misura è stata eseguita nel periodo compreso tra novembre 2000 e gennaio 2001. In Figura 106 sono riportati i risultai del monitoraggio dei valori di campo elettrico a 50 Hz.

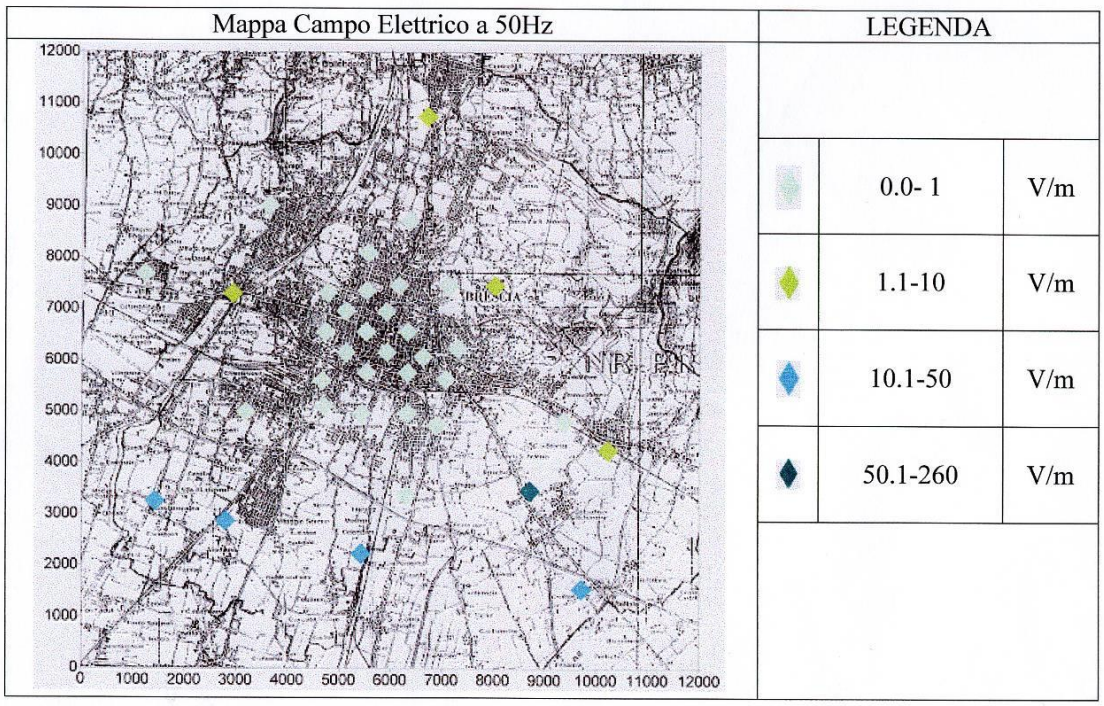


Figura 106: Mappa dei livelli di campo elettrico a 50 Hz misurati nel corso del monitoraggio effettuato da ARPA nel 2001.

Il valore del campo elettrico a bassa frequenza (50Hz) misurato è influenzato dalla vicinanza di elettrodotti. Dai risultati emerge che i valori più elevati son o stati riscontrati nella zona Sud di Brescia, ove sono dislocate la maggior parte delle stazioni e delle centrali di trasformazione dell'energia elettrica e degli elettrodotti aerei.

In Figura 107 sono riportati i risultati del monitoraggio dei valori di campo magnetico a 50 Hz.

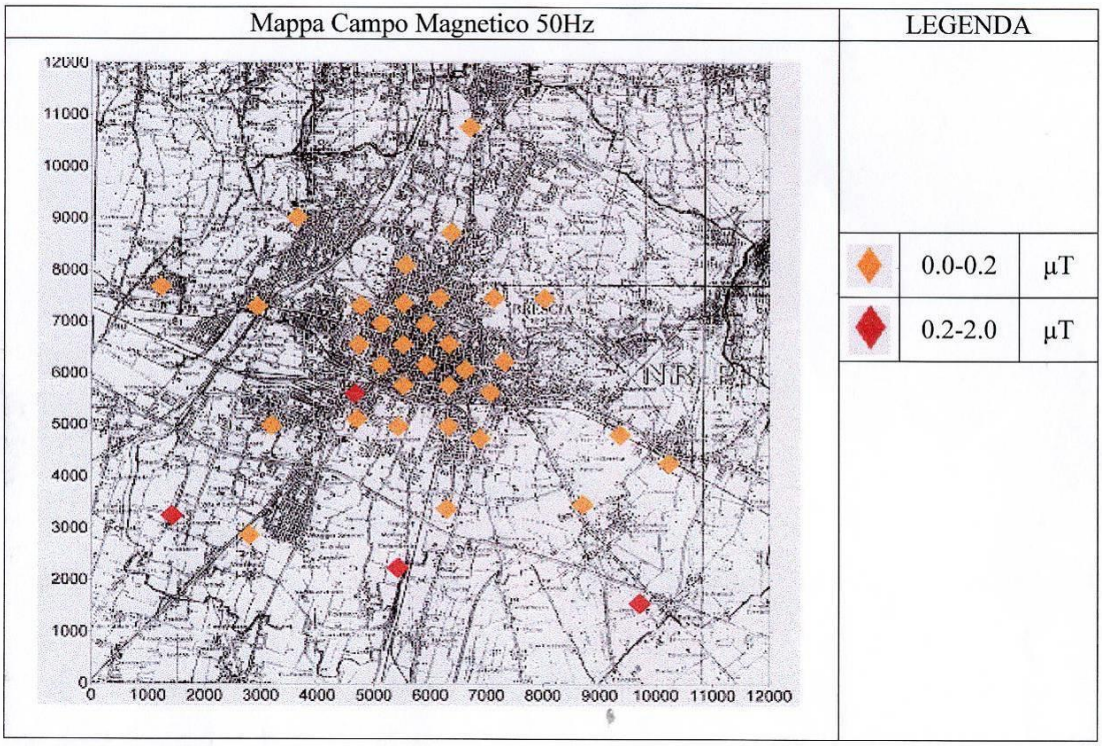


Figura 107: Mappa dei livelli di campo magnetico a 50 Hz misurati nel corso del monitoraggio effettuato da ARPA nel 2001.

Il valore di induzione magnetica è risultato omogeneo in tutto il territorio cittadino, ad eccezione di tre punti situati nella zona Sud nei pressi di elettrodotti aerei e di un punto dislocato in via Zara.

Tutti i valori di Campo elettrico a 50 Hz e di campo magnetico a 50 Hz sono risultati inferiori ai limiti previsti dalla normativa vigente (DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti").

6.9 Conclusioni

Tutte le indagini svolte dagli enti competenti all'interno del territorio cittadino hanno confermato il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente sia per i valori di campo elettrico (alte e basse frequenze) che per il valori di induzione magnetica (campo magnetico) a Basse frequenze.

Per quanto riguarda il superamento dei valori limite presso il monte Maddalena nelle località denominate Cavrelle e Vedetta, gli enti competenti stanno mettendo in atto le attività preliminari necessarie per ricondurre il livello di campo elettromagnetico all'interno dei limiti di legge.

7 RIFIUTI

7.1 Premessa

Il miglioramento delle condizioni economico-sociali e la rapidità dello sviluppo industriale hanno determinato la crescita progressiva dei consumi e il conseguente aumento della produzione di rifiuti. Per attenuare la pressione esercitata dall'elevata produzione di rifiuti sulle risorse ambientali è necessario che la legislazione regolamenti la corretta gestione dei rifiuti (raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento) e promuova la riduzione della produzione e il riciclaggio.

I rifiuti sono classificati sulla base della provenienza, in:

- Rifiuti urbani;
- Rifiuti speciali;

E sulla base della pericolosità, in:

- Rifiuti (urbani o speciali) non pericolosi
- Rifiuti (urbani o speciali) pericolosi.

Le diverse tipologie di rifiuto vengono identificate mediante l'utilizzo dei codici CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti) che suddividono le diverse frazioni in quattro macro categorie:

- Rifiuti non differenziati;
- Raccolte differenziate;
- Inerti e rifiuti da costruzione e demolizione;
- Altri rifiuti non urbani;

I rifiuti urbani devono essere smaltiti nell'Ambito Territoriale Ottimale (ATO definiti dalla legge 36/94) dove sono prodotti, garantendo: la prevenzione della produzione dei rifiuti, la riduzione della quantità e

della pericolosità dei rifiuti prodotti, il riciclaggio, il recupero di materia ed energia dai rifiuti, il rispetto delle condizioni di sicurezza per l'uomo e l'ambiente nello smaltimento finale dei rifiuti.

7.1.1 Normativa di riferimento

La comunità europea ha delineato la propria strategia sulla gestione dei rifiuti emettendo nel 1975 la direttiva numero 442, modificata nel 1991 da due direttive, la n° 156 sui rifiuti e la n° 689 relativa ai rifiuti pericolosi. Il nostro ordinamento ha recepito le direttive europee sopraccitate e la direttiva del 1994 numero 62 sugli imballaggi e i rifiuti da imballaggio nel D.lgs. del 5 febbraio 1997 n°22 (il Decreto Ronchi). Il Decreto Ronchi e le sue successive modifiche hanno riaffermato i punti fondamentali della strategia comunitaria: prevenzione, recupero di materia ed energia, corretto smaltimento.

Nel 2006 è stato emanato il D.lgs. n°152, "Norme in materia ambientale" (Codice dell'ambiente), in vigore dal 29/04/06, che ha modificato le regole della valutazione di impatto ambientale, della gestione dei rifiuti, per la difesa del suolo e la tutela delle acque, per la riduzione dell'inquinamento atmosferico e per il risarcimento dei danni ambientali, abrogando la maggior parte degli ordinamenti previgenti di ciascun settore. Recentemente è stato approvato D.lgs. 3 dicembre 2010, n. 205 che recepisce la direttiva 2008/98/Ce e che contiene le modifiche alla Parte IV del D.lgs. 152/2006.

La Regione Lombardia ha emesso la Legge Regionale n°26 del 2003 (successivamente modificata dalla LR n°10/2009) che riguarda i servizi locali in materia di gestione dei rifiuti, energia, utilizzo del sottosuolo e delle risorse idriche. La legge regionale n° 12 del 12 Luglio 2007 prevede che nei piani provinciali di gestione dei rifiuti sia raggiunta l'autosufficienza territoriale nello smaltimento dei rifiuti urbani.

Con Deliberazione della Giunta Regionale n°661 del 20/10/2010 è stato approvato il Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti della Provincia di Brescia (PPGR). Tale piano ha individuato come bacino di smaltimento l'intero territorio provinciale. Il nuovo Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti, approvato con Deliberazione della Giunta Regionale N°X/1990 del 20 giugno 2014, pone come obbiettivo l'implementazione di un sistema efficiente di raccolta differenziata (RD) attraverso il raggiungimento al 2020 in ogni singolo Comune della percentuale del 65%.

7.2 Sistemi di raccolta

Il servizio di raccolta dei rifiuti solidi urbani (RSU) nel Comune di Brescia è ***attualmente*** organizzato con un sistema di cassonetti posti sul territorio comunale, con una frequenza di svuotamento giornaliera ad esclusione di circa 60 postazioni nel centro città dove è effettuata due volte al giorno e di circa 300 postazioni dove è tri-settimanale.

La raccolta differenziata viene effettuata su tutto il territorio cittadino prevalentemente mediante contenitori stradali di colore diverso a seconda del materiale che deve essere conferito. Per la raccolta differenziata i cittadini possono utilizzare anche le Piattaforme Ecologiche ed il furgoncino ECO-CAR, attrezzato per la raccolta di rifiuti urbani pericolosi domestici.

Nel mese di marzo 2015 il Consiglio Comunale ha approvato il nuovo sistema di raccolta dei rifiuti solidi urbani detto "*sistema di raccolta domiciliare combinato*" **.**

Poiché detto sistema verrà avviato nei primi mesi del 2016, di seguito si farà riferimento al sistema di raccolta attuale.

Le frazioni raccolte in appositi cassonetti sono di seguito elencate:

Carta e cartone

Nei cassoni di colore bianco si possono mettere riviste, giornali e simili, carta uffici (tabulati ecc.), cartoni da imballaggio, cartoni per le bevande (es. Tetrapak, purché vuoti e sgocciolati). Da evitare carta e cartoni trattati e le carte da parati. La carta raccolta viene inviata alla piattaforma Aprica S.p.A. di Castenedolo convenzionata COMIECO e da qui alle cartiere per il riciclaggio. In alternativa la carta usata può essere conferita presso le piattaforme ecologiche.

Vetro e lattine

Vetro e lattine (alluminio e barattoli metallici) vengono raccolti congiuntamente tramite cassonetti stradali di colore verde. Nel cassonetto si possono mettere: contenitori di vetro sia bianco che colorato,

possibilmente puliti e privi di tappi metallici, lattine e barattoli sia in alluminio che in banda stagnata. Vetro e lattine vengono in seguito separati ed avviati distintamente al riciclaggio. In alternativa si possono conferire vetro e lattine anche presso le Piattaforme Ecologiche.

Plastica

La raccolta della plastica viene effettuata a Brescia con cassonetti stradali di colore giallo. Nel cassonetto si possono mettere: bottiglie e flaconi (possibilmente schiacciati per ridurne il volume), sacchetti, scatole, barattoli, pellicole per imballaggi, vaschette per gli alimenti. Il materiale raccolto viene conferito ad una piattaforma convenzionata del Consorzio Nazionale COREPLA che provvede al successivo recupero.

Rifiuti Organici

La raccolta dell'organico si svolge con contenitori di colore marrone, che vengono svuotati due volte la settimana. Il materiale raccolto viene portato all'impianto di compostaggio della società Sistema Ambiente a Bagnolo Mella e trasformato in compost. Il compost è un prodotto stabilizzato, mineralizzato e in grado di apportare fertilità al terreno nel rispetto dell'ambiente e delle norme igienico sanitarie, esso si ottiene da un processo di trasformazione biologica della frazione organica dei rifiuti.

Scarti del verde

E' attivo un servizio riservato alle utenze domestiche per la raccolta dei rifiuti provenienti dalla manutenzione del giardino; sono stati collocati sul territorio comunale dei nuovi contenitori di colore verde, da 10 metri cubi, realizzati in plastica riciclata. Lo svuotamento è di norma settimanale. Nel cassone si possono mettere: fogliame, potatura degli alberi ed il taglio dell'erba. I rifiuti devono essere gettati nei contenitori senza l'impiego di sacchi in plastica. Il materiale raccolto viene portato agli impianti di compostaggio e trasformato in compost.

Pile

Le pile vengono raccolte nei cestini stradali di colore arancio collocati in alcuni punti della città ed anche in appositi contenitori cilindrici collocati all'interno di alcune realtà di riferimento per i cittadini (uffici pubblici, scuole, biblioteche, tabaccherie). In questi contenitori possono essere gettate pile esaurite di qualsiasi genere, che vengono smaltite in sicurezza tramite ditte autorizzate. In alternativa si possono consegnare le pile esaurite alle Piattaforme Ecologiche o al furgone attrezzato ECO-CAR.

Medicinali scaduti

I medicinali scaduti possono essere portati presso le farmacie cittadine dove sono collocati dei contenitori specifici. I medicinali scaduti vengono smaltiti in sicurezza, tramite termodistruzione presso specifici impianti autorizzati. Nei contenitori possono essere gettati medicinali scaduti di ogni tipo senza la scatola ed il foglietto delle istruzioni. In alternativa possono essere portati alla Piattaforma Ecologica o al furgone attrezzato ECO-CAR.

Vestiti usati

Associazioni di volontariato, associazioni religiose e anche aziende private da anni curano in proprio alcune raccolte differenziate. Fra queste va segnalato l'avvio nel 2000 della raccolta degli indumenti usati da parte della Caritas (cassonetti gialli). Nei cassoni gialli si possono mettere: scarpe, cinture, borse, capi di abbigliamento di ogni tipo compreso intimo, sciarpe, cappelli, biancheria per la casa, tovaglie, lenzuola, tendaggi. I materiali raccolti vengono ceduti a ditte specializzate nella commercializzazione degli indumenti usati. Il ricavato serve a finanziare progetti di inserimento lavorativo di persone disagiate. Gli indumenti possono essere conferiti anche alla Piattaforma Ecologica.

Rifiuti Ingombranti

Per i rifiuti ingombranti, conferibili con difficoltà da parte dei cittadini alle piattaforme ecologiche, è disponibile un servizio, organizzato da Aprica Spa di ritiro a domicilio su appuntamento. Il servizio di raccolta dei rifiuti ingombranti a domicilio è offerto ai cittadini gratuitamente, nel rispetto delle modalità e

dei limiti di accettabilità determinati nel Regolamento comunale. Per conoscere i dettagli relativi alle modalità di esecuzione del servizio di ritiro a domicilio si consiglia di consultare il sito di Aprica spa:

www. apricaspa.it

Ecocar

Ad integrazione della raccolta dei Rifiuti Urbani Pericolosi domestici, altrimenti conferibili solo presso le piattaforme ecologiche è operativo un servizio di raccolta mobile che viene effettuato da un mezzo itinerante denominato Ecocar. A Brescia l'Ecocar è presente presso alcuni mercati e altri punti di aggregazione. Ogni cittadino può portare: farmaci scaduti, olii minerali e vegetali, pile, batterie per auto, tubi al neon, lampade fluorescenti, monitor, televisori di piccole dimensioni, cellulari, frullatori, asciugacapelli e altri elettrodomestici di piccole dimensioni, contenitori di prodotti con etichetta T e/o F come ad esempio vernici, isolanti, ammoniaca, insetticidi, disinfettanti, toner.

7.2.1 Piattaforme Ecologiche

Nel territorio comunale sono presenti cinque piattaforme ecologiche (in via: Metastasio, Chiappa, Giotto, Codignole, Gatti). Tali aree sono presidiate da personale e attrezzate per ricevere una vasta gamma di rifiuti. Per i dettagli relativi agli orari di apertura delle isole ecologiche si rimanda al sito di Aprica:

www. apricaspa.it

7.3 Raccolta differenziata

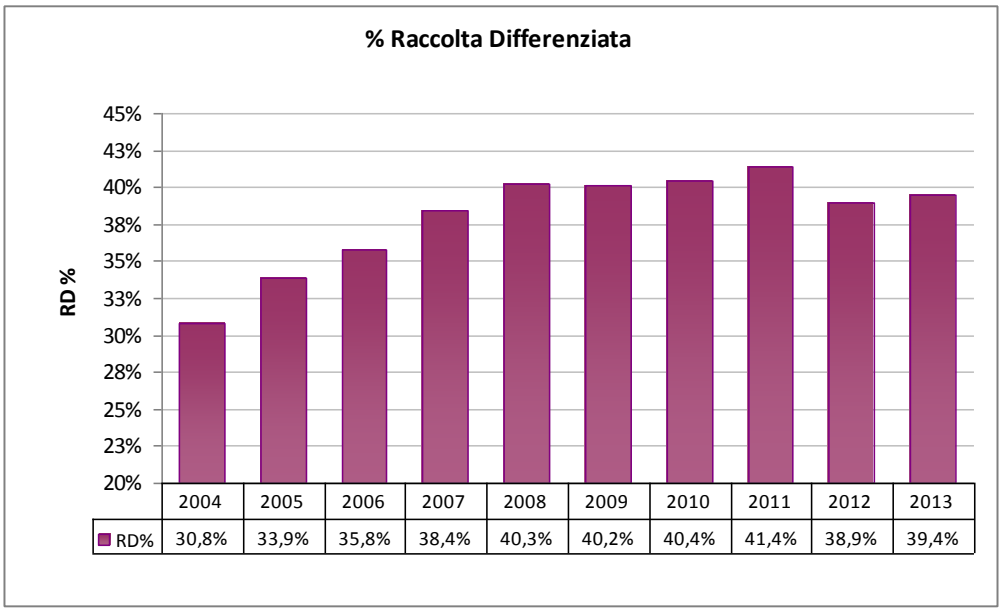
Il dato della raccolta differenziata è relativo alle frazioni di rifiuti raccolte in modo omogeneo che vengono avviate al recupero o allo smaltimento in sicurezza.

7.3.1 Formula percentuale raccolta differenziata

La formula considerata per il calcolo della percentuale di raccolta differenziata è quella utilizzata dall'osservatorio provinciale dei rifiuti ed è la seguente:

$$\text{Percentuale RD} = \frac{(\text{RD} + \%\ \text{RSI Rec})}{(\text{RD} + \text{RSU} + \text{RSI} + \text{SS})} * 100$$

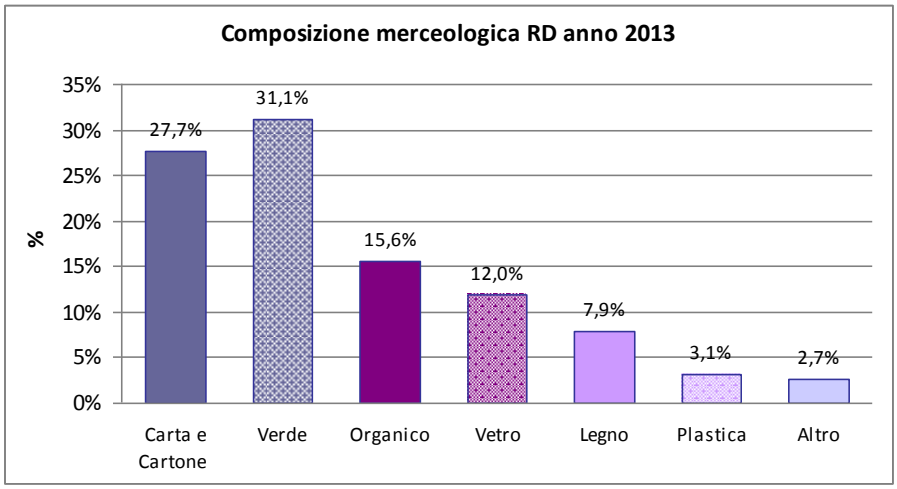
(Si veda il paragrafo 7.7 per il significato degli acronimi utilizzati nella formula.)



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
RD%	30,8%	33,9%	35,8%	38,4%	40,3%	40,2%	40,4%	41,4%	38,9%	39,4%

Figura 108: Andamento della percentuale della raccolta differenziata nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013.

La percentuale della raccolta differenziata è aumentata di 8,6 punti percentuali dal 2004 al 2013. Nel 2013 la raccolta differenziata è stata pari al 39,4% del totale dei rifiuti urbani raccolti (valore ottenuto applicando la formula utilizzata dalla Provincia di Brescia). La composizione merceologica della Raccolta differenziata effettuata nel 2013 è riportata nel grafico in Figura 109.



Altro: Cartucce toner stampanti, RAEE, Oli grassi minerali e vegetali, prodotti e sostanze varie e relativi contenitori, farmaci e medicinali, pile e batterie, siringhe, stracci e indumenti smessi, raccolta multi-materiale.

Figura 109: Composizione merceologica della Raccolta Differenziata (RD) dell'anno 2013.

Il verde risulta essere la frazione maggiormente raccolta con circa 15.439 tonnellate, seguono dalla carta 13.737 tonnellate, l'organico circa 7.758 tonnellate, il vetro 5.939 tonnellate e il legno 3.929 tonnellate. Le cinque frazioni sopra elencate nel loro insieme costituiscono il 97% dei materiali raccolti in modo differenziato. Il totale del materiale raccolto attraverso la raccolta differenziata nel 2013 è pari a 49.655 tonnellate.

7.3.2 Spazzamento strade

Nel calcolo della percentuale di Raccolta Differenziata non è stato considerato il materiale proveniente dallo spazzamento delle strade. Questa tipologia di rifiuto ha una composizione variabile condizionata dalla stagione ed è costituito da fogliame, carta, mozziconi di sigarette, inerti derivanti dallo sgretolamento del manto stradale, etc. Nel periodo autunnale aumenta la percentuale di fogliame mentre in inverno aumenta la presenza di sabbia soprattutto in caso di nevicate. Da marzo 2007 il materiale raccolto viene conferito a un nuovo impianto di recupero della società A2A (ex ASM Brescia) dove viene sottoposto a una prima vagliatura per effettuare la separazione del materiale inerte con pezzatura inferiore a 30mm. Questo materiale inerte viene sottoposto a un lavaggio di tipo chimico-fisico (con acqua e reagenti) per la rimozione degli inquinanti e delle impurezze eventualmente presenti e selezionato in base alla granulometria. Con questo sistema viene recuperato circa il 50-60% del materiale raccolto. La frazione

recuperata trova impiego nel mercato degli inerti (come riempimento dei sottofondi stradali o nella produzione del calcestruzzo, nel rispetto della norma UNICE13000).

7.4 Rifiuti urbani prodotti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013

In Tabella 26 sono riportati i dati relativi alla produzione di Rifiuti Urbani (RU) nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013. Le fonti dei dati sono i quaderni dell'Osservatorio Provinciale dei Rifiuti e l'Osservatorio Rifiuti SOvraregionale (ORSO).

Anno	Abitanti	Tot RU (t)	Pro-capite Annuo (Kg)	RSU ind (t)	RSI (t)	RSI Rec (t)	SS (t)	RD (t)	% RD
2004	195.554	125.635	642	80.050	4.461	461	2.917	38.206	30,8%
2005	191.059	126.546	662	79.121	5427	854	-	41.998	33,9%
2006	190.044	135.532	713	76.495	7.971	1.955	4.512	46.553	35,8%
2007	189.742	137.180	723	76.425	7.368	1.821	2.508	50.879	38,4%
2008	190.844	139.048	729	74.584	6.695	1.651	3.427	54.342	40,3%
2009	191.618	137.404	717	73.536	6.606	1.651	3.744	53.518	40,2%
2010	193.879	142.083	733	75.226	7.155	1.789	4.042	55.661	40,4%
2011	194.529	137.488	707	72.915	6.841	1.710	2.575	55.157	41,4%
2012	193.891	129.279	667	73.372	2.717	679	3.537	49.653	38,9%
2013	195.736	133.358	681	75.540	2.124	2.124	3.945	49.655	39,4%

Tabella 26: Dati della produzione di rifiuti urbani nel Comune di Brescia dal 2004 al 2009 (Fonte dei dati: quaderni dell'osservatorio provinciale dei rifiuti anni 2005-2007 e dati dell'osservatorio sovra-regionale rifiuti). RU=Rifiuti Urbani; RSU= Rifiuti Solidi Urbani indifferenziati; RSI= Rifiuti solidi Ingombranti; RSI rec= Rifiuti solidi ingombranti recuperati SS= Spazzamento Strade; RD= Raccolta Differenziata(vedi paragrafo 6.10). N.D = dato non disponibile

Nelle figure seguenti è riportato l'andamento temporale (dal 2004 al 2013) della produzione totale di rifiuti urbani, di rifiuti urbani indifferenziati e di rifiuti differenziati raccolti nel Comune di Brescia.

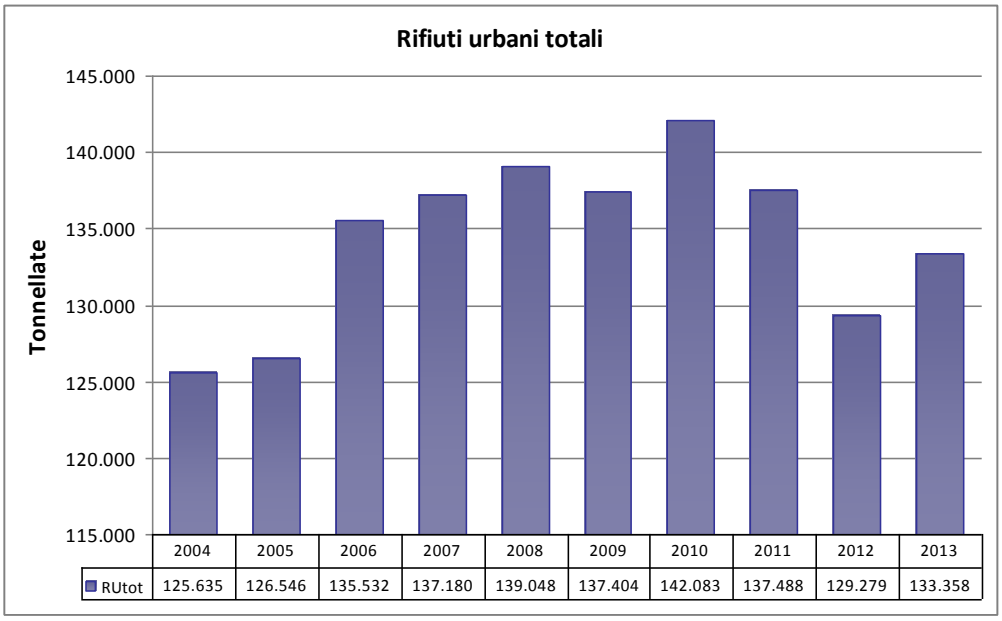


Figura 110: quantità di Rifiuti Urbani raccolti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013.

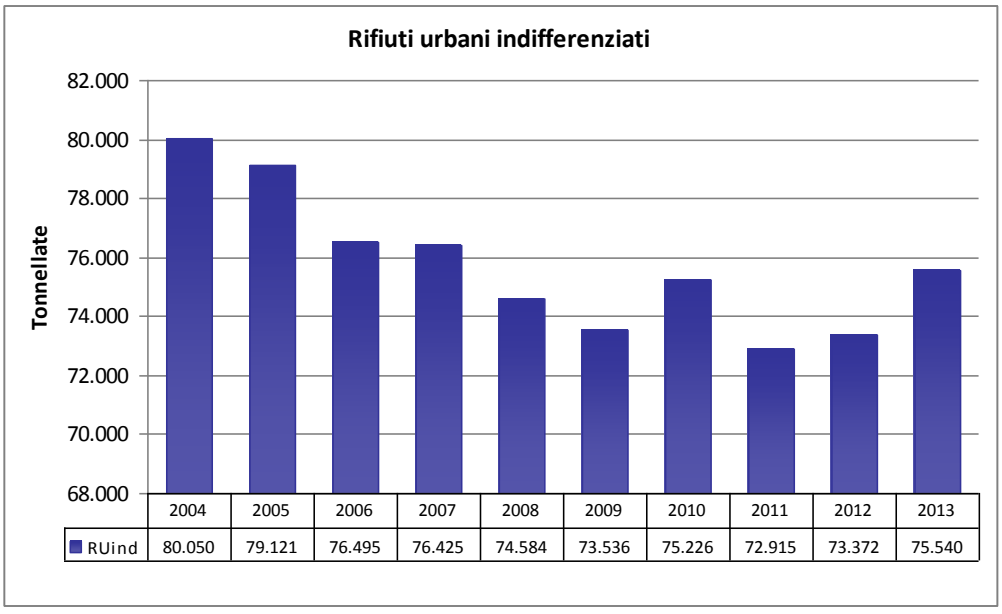


Figura 111: quantità di Rifiuti Urbani Indifferenziati raccolti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013

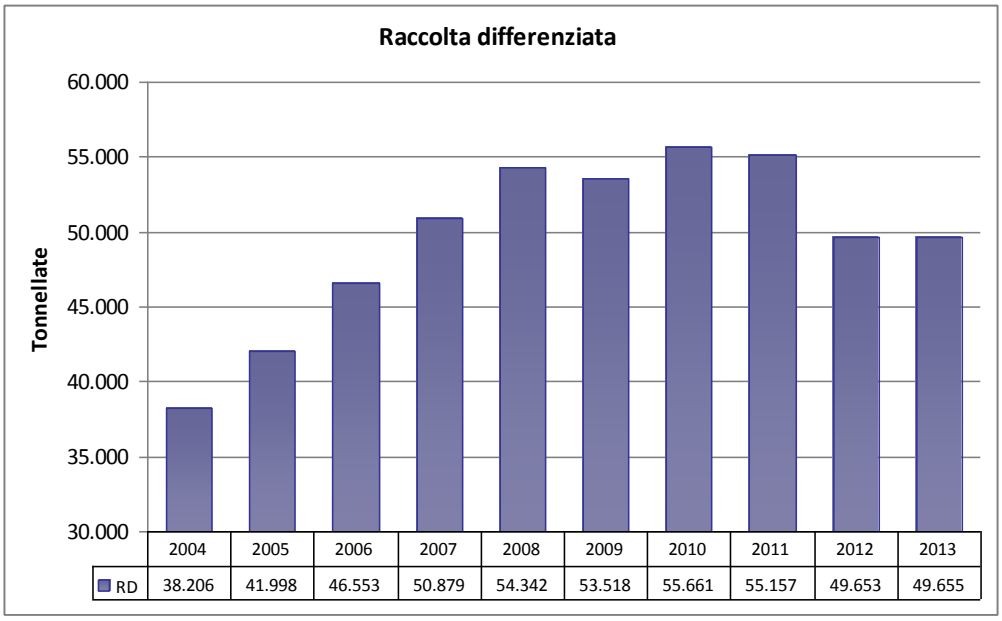


Figura 112: quantità di rifiuti raccolti in modo differenziato nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013

La produzione di rifiuti urbani è cresciuta, dal 2004 al 2013 del 6,15%, mentre dal 2012 al 2013 è aumentata del 3,2%. La produzione di rifiuti urbani non differenziati è diminuita dal 2004 al 2013 del 5,63% ma è aumentata dal 2012 al 2013 del 3%; la quantità di rifiuti raccolti attraverso la raccolta differenziata è passata da 38.206 t nel 2004 a 49.655 t nel 2013 mentre dal 2012 al 2013 la quantità di rifiuti raccolti in modo differenziato si è mantenuta costante. L'andamento della produzione pro-capite di rifiuti urbani è riportato in Figura 113.

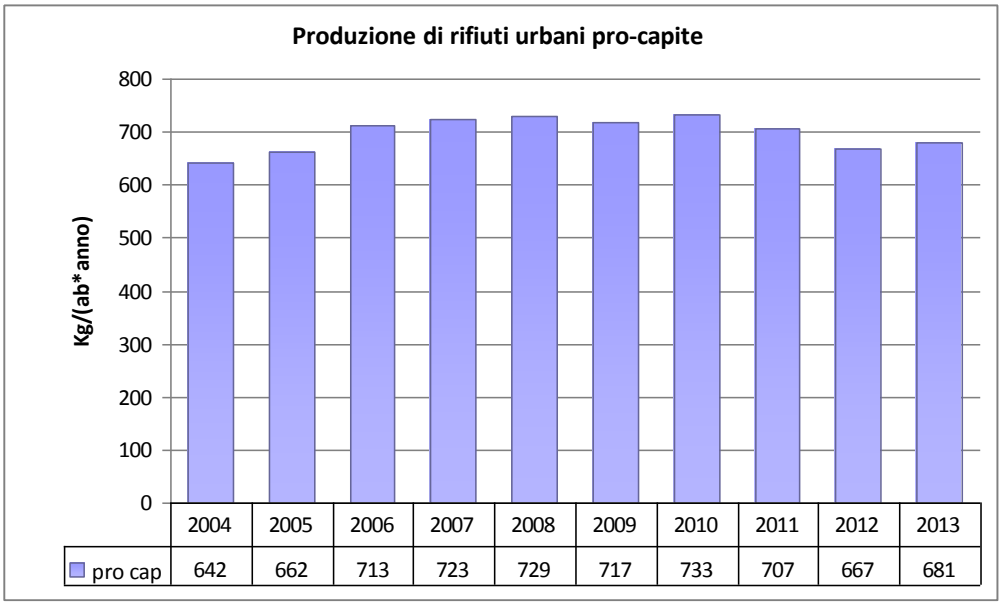


Figura 113: Andamento della produzione di Rifiuti Urbani pro-capite annua dal 2004 al 2013.

La produzione pro-capite annua di Rifiuti Urbani nel 2013 è stata di 681 kg/ab.anno. Rispetto al 2012 la produzione pro-capite annuale è aumentata del 2%, mentre è aumentata del 6% rispetto al 2004.

7.5 Smaltimento dei Rifiuti Urbani

7.5.1 Destinazione dei rifiuti urbani non differenziati raccolti nel Comune di Brescia

Il 100 % dei rifiuti urbani non differenziati (non considerando quindi i rifiuti cimiteriali, i rifiuti ingombranti, i rifiuti derivanti dallo spazzamento delle strade) raccolti nel territorio del Comune di Brescia nell'anno 2013 è stato conferito al Termoutilizzatore della società A2A-Ambiente.

7.5.2 Termoutilizzatore

Nel territorio del Comune di Brescia è situato un impianto per il recupero energetico dei rifiuti, il Termoutilizzatore della società A2A. Il Termoutilizzatore tratta rifiuti urbani non differenziati, rifiuti speciali non pericolosi e rifiuti speciali così come stabilito dall'Autorizzazione Integrata Ambientale

Decreto n.9560 del 31/08/2007 rilasciata dalla Regione Lombardia. Attraverso la combustione dei rifiuti vengono prodotti energia elettrica e termica.

L'attività del Termoutilizzatore ed il suo impatto sull'ambiente sono stati argomenti spesso al centro di un confronto serrato sia a livello politico che sociale.

Al fine di migliorare l'informazione nei confronti della popolazione e dei diversi portatori di interesse relativamente al funzionamento, controllo ed impatto ambientale del Termoutilizzatore, l'Amministrazione comunale ha costituito l'Osservatorio del Termoutilizzatore (dal 1997 – Delibera di Giunta 1142/17356 del 28.05.1997) assegnandogli i seguenti obiettivi:

- Valutazione di eventuali problematiche segnalate riguardo alle emissioni in atmosfera;
- Analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore;
- Monitoraggio dei flussi di Rifiuti Solidi Urbani, e dei Rifiuti Speciali in ingresso alle 3 linee dell'impianto, suddivisi per codici CER, per provincia di provenienza e per periodo di conferimento;
- Elaborazione, con il coinvolgimento diretto del gestore, di efficaci campagne di comunicazione alla cittadinanza sulla attività del termoutilizzatore
- Elaborazione, entro il 2014, del rapporto dell'Osservatorio sul funzionamento del termoutilizzatore per gli anni 2011/2012/2013 nonché successivi rapporti annuali.

L'Osservatorio mantiene aggiornata la propria pagina WEB presente nel sito del comune di Brescia, nella quale sono riportati diversi documenti di interesse sull'argomento: si consiglia la consultazione di detto sito per acquisire ulteriori elementi di interesse di dettaglio, che non possono essere riportati nel presente Rapporto per motivi di sintesi.
Si sottolinea che a breve verrà pubblicato il Rapporto dell'Osservatorio sul funzionamento del Termoutilizzatore di Brescia relativo agli anni 2011-2012-2013 che conterrà la trattazione organica delle attività svolte nel triennio dell'impianto in tema.
Nella pagina WEB prima citata sono riportati i dati relativi al conferimento dei rifiuti al termoutilizzatore più recenti relativi al 2013. Di seguito si riporta una sintesi di tali dati

ANALISI DELLA TIPOLOGIA, QUANTITÀ E PROVENIENZA GEOGRAFICA DEI RIFIUTI TRATTATI NELL'IMPIANTO

Analisi della tipologia e quantità dei rifiuti trattati dal TU di Brescia

Nel 2013 sono state trattate dal TU le seguenti tipologie di rifiuti:

- Rifiuti urbani (provenienti dalla raccolta urbana dei rifiuti domestici)
- Rifiuti speciali completamente biodegradabili (rifiuti dal trattamento e preparazione di alimenti, rifiuti della lavorazione del legno, imballaggi cellulosici, legno da demolizione, fanghi biologici disidratati)
- Rifiuti speciali generici non pericolosi (rifiuti della lavorazione della carta, rifiuti tessili, imballaggi misti)
- Rifiuti speciali derivanti dal trattamento di rifiuti urbani (scarti del compostaggio e/o della selezione meccanica di rifiuti urbani, combustibile derivato dai rifiuti urbani)

Nelle tabelle che seguono si riportano le quantità di rifiuti conferite al TU di Brescia nel 2013, espresse in tonnellate.

LINEE 1 2 3

ANNO 2013	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Totale
Rifiuti Urbani, Assimilati, Ingombranti	**27.707**	**23.581**	**27.211**	**30.228**	**30.261**	**28.961**	**31.598**	**29.421**	**26.822**	**28.114**	**26.137**	**26.143**	**336.184**
Comune di Brescia	6.082	5.460	6.245	6.683	7.107	6.423	6.572	5.682	6.287	6.947	6.549	6.568	**76.605**
Restante bacino di Brescia	17.762	15.122	17.447	19.172	19.298	18.157	20.163	20.033	16.884	17.241	15.921	15.831	**213.029**
Altre Province della Lombardia	3.864	3.000	3.519	4.373	3.856	4.382	4.863	3.706	3.651	3.926	3.666	3.745	**46.550**
SPECIALI da attività commerciali e/o produttive	**6.279**	**4.823**	**4.822**	**7.542**	**5.224**	**4.594**	**5.297**	**6.962**	**3.018**	**8.839**	**11.787**	**10.435**	**79.622**
Comune e Provincia di Brescia	2.243	1.981	2.289	2.296	2.365	2.070	2.516	2.411	1.395	2.591	2.827	2.752	**27.736**
Altre Province della Lombardia	4.036	2.842	2.448	4.138	2.786	2.524	2.781	4.551	1.623	6.052	7.465	6.833	**48.078**
Extra Regionali	0	0	85	1.108	73	0	0	0	0	195	1.495	851	**3.808**
Rifiuti tabella B4 AIA (*)	**35.561**	**32.334**	**29.857**	**26.450**	**21.678**	**15.589**	**22.800**	**26.887**	**11.014**	**27.123**	**30.125**	**32.982**	**312.400**
Provincia di Brescia	10.381	7.078	4.974	3.295	3.081	2.679	3.586	2.643	2.815	3.423	2.923	2.492	**49.370**
Altre Province della Lombardia	14.100	14.705	14.335	12.388	6.468	3.624	5.776	7.938	1.996	6.711	6.742	11.248	**106.031**
Extra Regionali	11.080	10.551	10.549	10.767	12.129	9.286	13.438	16.306	6.203	16.989	20.460	19.241	**157.000**
TOTALE	**69.547**	**60.739**	**61.890**	**64.220**	**57.163**	**49.144**	**59.695**	**63.270**	**40.855**	**64.075**	**68.048**	**69.560**	**728.206**

(*) Rifiuti con codici CER di cui alla tabella B4 dell' AIA decreto n.9560 del 31/08/2007 - ovvero: scarti vegetali, scarti della lavorazione del legno, scarti di fibra tessile, scarti di pulper da industria del riciclaggio della carta, fanghi da acque reflue, ecc.(CER, 02.01.03- 02.01.06- 02.01.07- 02.03.01- 02.03.03- 02.03.04- 02.07.01- 02.07.04- 03.01.01- 03.01.05- 03.03.01- 03.03.02- 03.03.05- 03.03.07- 03.03.09- 03.03.10- 03.03.11- 04.02.21- 15.01.03- 17.02.01- 19.08.05- 19.12.10). La biomassa CER 200138 è considerata RU

Tabella 27: Tipologia di rifiuti trattati dal Termoutilizzatore nel 2013.

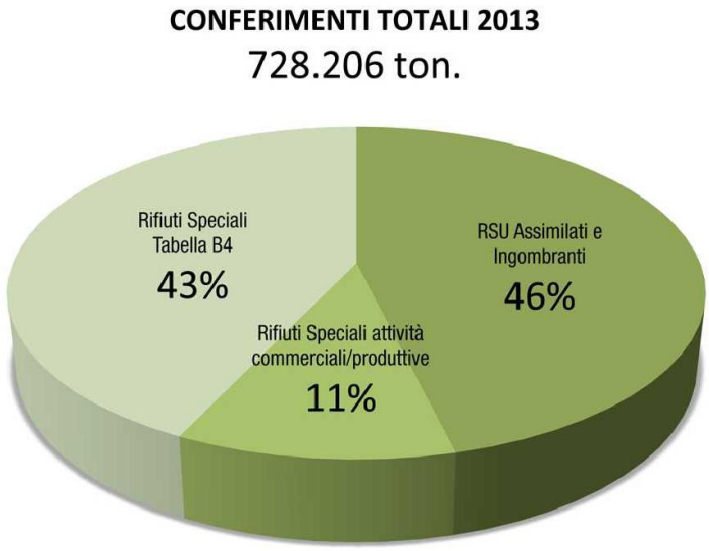


Figura 114: Grafico relativo ai conferimenti totali al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013, suddivisi per tipologia.

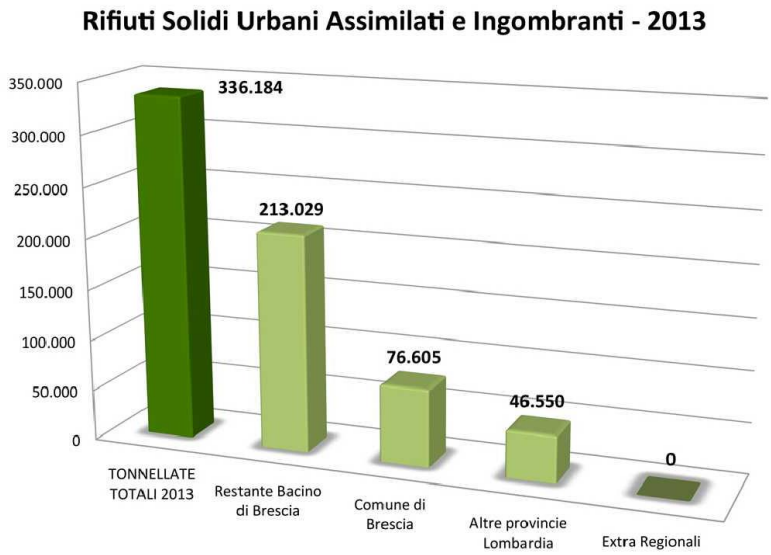


Figura 115: Grafico relativo alla provenienza dei rifiuti Solidi Urbani Assimilati ed Ingombranti conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013.

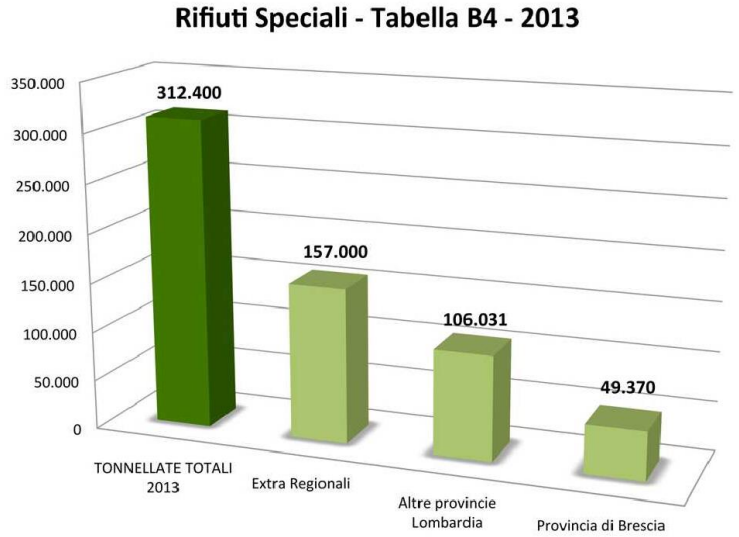


Figura 116: Grafico relativo alla provenienza dei Rifiuti Speciali conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013.

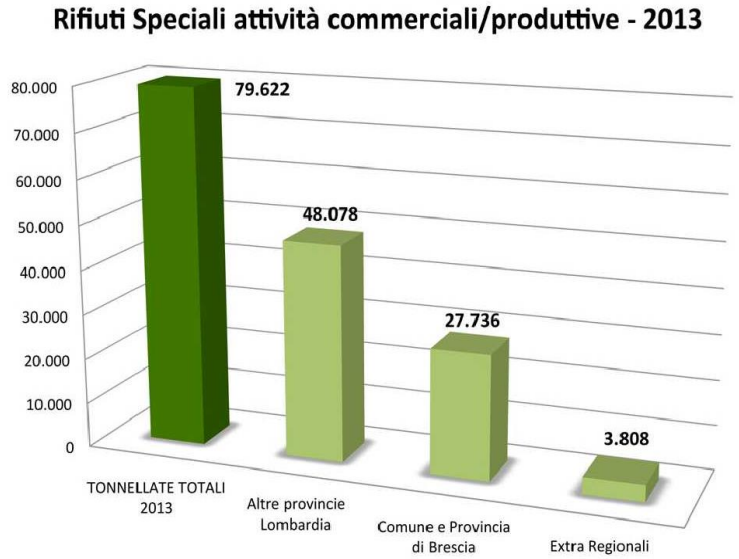


Figura 117: Grafico relativo alla provenienza dei Rifiuti Speciali derivanti da attività commerciali/produttive conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013.

ANNO 2013
Provenienze
altri rifiuti speciali

Fonte MUD 2013 consegnato tramite sistema informatico a Osservatorio Rifiuti Sovraregionale O.R.Sa. nell'aprile 2014

COMUNE DI BRESCIA Assessorato Ambiente

		Rifiuti da fibre tessili lavorate	Imballaggi in carta e cartone	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02	Parte di rifiuti urbani e simili non compostata	Vaglio	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	Rifiuti urbani non differenziati	Imballaggi in materiali misti	
	Codici CER	04 02 22	15 01 01	15 02 03	19 05 01	19 08 01	19 12 12	20 03 01	150106	Totali Tonnellate
Bacino provinciale	Brescia Comune		30	7		175	5.105	13	0	5.331
	Brescia Provincia		24			261	22.134	73		22.492
LOMBARDIA	Bergamo				22.232		9.733	96		32.061
	Como									0
	Cremona									0
	Lecco									0
	Mantova					15				15
	Milano				7.600					7.600
	Monza Brianza	14					805			819
	Pavia				7.679					7.679
	Varese									0
ABRUZZO	Chieti									0
CAMPANIA	Napoli									0
	Salerno									0
EMILIA ROMAGNA	Ferrara									0
	Parma									0
FRIULI VENEZIA GIULIA	Pordenone									0
	Udine									0
LAZIO	Frosinone									0
	Latina									0
	Roma									0
MARCHE	Macerata									0
PIEMONTE	Alessandria						746			746
	Biella				2.541					2.541
	Vercelli									0
PUGLIA	Lecce									0
	Taranto									0
TOSCANA	Lucca									0
	Massa-Carrara						521			521
	Pistoia									0
	Prato									0
TRENTINO ALTO ADIGE	Trento									0
UMBRIA	Perugia									0
VENETO	Padova									0
	Rovigo									0
	Treviso									0
	Venezia									0
	Verona									0
SAN MARINO	San Marino									0
	Tonnellate singoli codici	14	54	7	40.052	451	39.043	182	0	79.804

Tabella 28: Provenienza dei rifiuti speciali previsti in Tabella 4B AIA trattati nel 2013 dal Termoutilizzatore.

ANNO 2013
Provenienze dei rifiuti speciali tabella B4 AIA

Fonte MUD 2013 consegnato tramite sistema informatico a Osservatorio Rifiuti Sovraregionale O.R.So. nell'aprile 2014

COMUNE DI BRESCIA Assessorato Ambiente

	Codici CER	02 03 04 Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione da preparazione di alimenti di origine vegetale	02 07 04 Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione da preparazione di bevande	03 01 01 Scarti di corteccia e sughero	03 03 07 Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	19 08 05 Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	19 12 10 RIFIUTI COMBUSTIBILI CDR: combustibile derivato da rifiuti CSS: combustibile solido secondario	Totali Tonnellate
Bacino provinciale	Brescia Comune	73				2.914		2.987
	Brescia Provincia	129		2.171	36.363	7.719		46.383
LOMBARDIA	Bergamo				4.038		7.446	11.484
	Como				2.164			2.164
	Cremona							0
	Lecco				2.149			2.149
	Mantova						50.322	50.322
	Milano				496	1.687	16	2.198
	Monza Brianza						22.450	22.450
	Pavia							0
	Varese				1.155		14.108	15.263
ABRUZZO	Chieti				1.332		21.349	22.681
CAMPANIA	Napoli				918			918
	Salerno				4.427			4.427
EMILIA ROMAGNA	Ferrara				1.279			1.279
	Parma				566			566
FRIULI VENEZIA GIULIA	Pordenone						12.672	12.672
	Udine						1.510	1.510
LAZIO	Frosinone				2.857			2.857
	Latina				171		331	502
	Roma				2.419		32.036	34.455
MARCHE	Macerata				3.213			3.213
PIEMONTE	Alessandria						14.408	14.408
	Biella							0
	Vercelli				1.636			1.636
PUGLIA	Lecce						1.349	1.349
	Taranto						730	730
TOSCANA	Lucca				17.975			17.975
	Massa-Carrara						2.044	2.044
	Pistoia				7.337			7.337
	Prato						21	21
TRENTINO ALTO ADIGE	Trento		669		486			1.155
UMBRIA	Perugia				1.631			1.631
VENETO	Padova				2.030			2.030
	Rovigo	122			9.665			9.787
	Treviso				466		606	1.072
	Venezia						136	136
	Verona				2.963		7.353	10.316
SAN MARINO	San Marino				294			294
	Tonnellate singoli codici	324	669	2.171	108.028	12.321	188.888	312.400

Tabella 29: Provenienza dei rifiuti speciali con tipologia diverse da quelli previsti in Tabella 4B, AIA trattati nel 2013 dal Termoutilizzatore.

In Tabella 30 sono riportate le quantità di prodotti residui del Termoutilizzatore, derivati dal processo di trattamento dei rifiuti e le quantità delle scorie avviate a recupero.

Anno	Scorie (ceneri di fondo caldaia) (t)	Scorie avviate al recupero (t)	% scorie avviate a recupero	Scorie riutilizzate in discarica (t)	Polveri (t)	Ferro recuperato (t)
2004	141.217	---	---	---	33.414	5.403
2005	130.002	44.692	34,40%	----	31.121	6.266
2006	133.943	85.767	64%	---	33.910	6.810
2007	131.014	77.722	59%	---	36.684	6.912
2008	129.375	103.055	80%	13.742	38.939	8.265
2009	109.172	82.118*	75%*	27.054	32.869	6.428
2010	119.400	94.782	79%	24.618	42.129	6.652
2011	115.229	115.229	100%	0	41.756	7.289
2012	112.480	112.480	100%	0	41.363	5.433
2013	115.931	115.931	100%	0	39.048	5.183

--- il progetto di riciclaggio delle scorie è stato avviato nel gennaio 2005, * dato relativo ai primi 11 mesi del 2009.

Tabella 30: Quantità di scorie (ceneri provenienti dal fondo della caldaia), quantità di scorie avviate al riciclaggio, quantità di scorie riutilizzate in discarica, polveri trattenute dai sistemi di depurazione fumi, ferro recuperato dalle scorie mediante separazione magnetica.

Dalle ceneri di fondo caldaia viene recuperato il ferro, mediante separazione con un magnete. Il ferro recuperato viene conferito a ditte specializzate nel recupero che lo sottopongono a pulizia e poi lo inviano alle acciaierie.

Le ceneri di fondo caldaia sono conferite a ditte specializzate che dopo aver recuperato i metalli non ferrosi le trattano, successivamente in parte le riutilizzano come materiale inerte nelle costruzioni e in parte le riutilizzano in discarica, in sostituzione della ghiaia di copertura.

Le polveri che si depositano nei filtri di depurazione trattate e smaltite come rifiuti pericolosi da ditte specializzate, secondo le disposizioni di legge.

7.6 Rifiuti speciali

Sono rifiuti speciali (D. Lgs. 22/97 nell'art art. n° 7):

- I rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- I rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;
- I rifiuti da lavorazioni industriali;
- I rifiuti da lavorazioni artigianali;
- I rifiuti da attività commerciali;
- I rifiuti da attività di servizio;
- I rifiuti derivanti dall'attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- I rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- I macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- I veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

I dati relativi alla produzione di rifiuti speciali nel Comune di Brescia sono stati forniti dalla Provincia di Brescia che elabora i dati contenuti nella Scheda Rifiuti del Modello Unico di Dichiarazione (MUD), compilato dai soggetti che effettuano a titolo professionale la gestione di rifiuti.

I dati vengono presentati utilizzando la stessa terminologia proposta dalla scheda rifiuti, ovvero:

- Rifiuti prodotti nell'Unità Locale (UL): sono i rifiuti prodotti dalle aziende all'interno dell'insediamento produttivo;
- Rifiuti prodotti fuori dall'Unità Locale: sono i rifiuti prodotti dalle aziende fuori dall'insediamento produttivo;
- Rifiuti consegnati a terzi per operazioni di recupero o smaltimento: sono i rifiuti consegnati a soggetti autorizzati ad effettuare operazioni di trasporto, recupero o smaltimento;

- Rifiuti ritirati da terzi: sono i rifiuti ritirati per effettuare operazioni di trasporto, recupero o smaltimento.

Quando si parla della quantità di rifiuti "prodotti", si fa riferimento ai quantitativi che le aziende hanno dichiarato nel compilare la voce "rifiuti prodotti nell'Unità Locale" della scheda Rifiuti.

Di seguito in Tabella 31 vengono riportate le descrizioni delle principali macrofamiglie di rifiuti speciali e i corrispondenti codici CER.

1	RIFIUTI DERIVANTI DALLA PROSPEZIONE, L'ESTRAZIONE, IL TRATTAMENTO E L'ULTERIORE LAVORAZIONE DI MINERALI E MATERIALI DI CAVA
2	RIFIUTI PROVENIENTI DA PRODUZIONE, TRATTAMENTO E PREPARAZIONE DI ALIMENTI IN AGRICOLTURA, ORTICOLTURA, CACCIA, PESCA ED ACQUICOLTURA
3	RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DELLA PRODUZIONE DI CARTA, POLPA, CARTONE, PANNELLI E MOBILI
4	RIFIUTI DELLA PRODUZIONE CONCIARIA E TESSILE
5	RIFIUTI DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO, PURIFICAZIONE DEL GAS NATURALE E TRATTAMENTO PIROLITICO DEL CARBONE
6	RIFIUTI DA PROCESSI CHIMICI INORGANICI
7	RIFIUTI DA PROCESSI CHIMICI ORGANICI
8	RIFIUTI DA PRODUZIONE, FORMULAZIONE, FORNITURA ED USO (PFFU) DI RIVESTIMENTI (PITTURE, VERNICI E SMALTI VETRATI), SIGILLANTI E INCHIOSTRI PER STAMPA
9	RIFIUTI DELL'INDUSTRIA FOTOGRAFICA
10	RIFIUTI INORGANICI PROVENIENTI DA PROCESSI TERMICI
11	RIFIUTI INORGANICI CONTENENTI METALLI PROVENIENTI DAL TRATTAMENTO E RICOPERTURA DI METALLI; IDROMETALLURGIA NON FERROSA
12	RIFIUTI DI LAVORAZIONE E DI TRATTAMENTO SUPERFICIALE DI METALLI E PLASTICA
13	OLI ESAURITI (TRANNE GLI OLI COMMESTIBILI 050000 E 120000)
14	RIFIUTI DI SOSTANZE ORGANICHE UTILIZZATE COME SOLVENTI (TRANNE 070000 E 080000)
15	IMBALLAGGI, ASSORBENTI; STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)
16	RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NEL CATALOGO
17	RIFIUTI DI COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI (COMPRESA LA COSTRUZIONE DI STRADE)
18	RIFIUTI DI RICERCA MEDICA E VETERINARIA (TRANNE I RIFIUTI DI CUCINA E DI RISTORAZIONE CHE NON DERIVINO DIRETTAMENTE DAI LUOGHI DI CURA)
19	RIFIUTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE REFLUE FUORI SITO E INDUSTRIE DELL'ACQUA
20	RIFIUTI SOLIDI URBANI ED ASSIMILABILI DA COMMERCIO, INDUSTRIA ED ISTITUZIONI INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA
19	RIFIUTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE REFLUE FUORI SITO E INDUSTRIE DELL'ACQUA
20	RIFIUTI SOLIDI URBANI ED ASSIMILABILI DA COMMERCIO, INDUSTRIA ED ISTITUZIONI INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

Tabella 31: Codici CER rifiuti speciali_ macrofamiglie e descrizioni

In Tabella 32 sono riportate le quantità di rifiuti speciali prodotti nel Comune di Brescia nell'anno 2012, suddivisi per codice CER.

CER	Tonnellate	CER	Tonnellate
1	4	11	719
2	449	12	15.369
3	4	13	1.221
4	67	14	175
5	2	15	5.510
6	1.568	16	9.537
7	179	17	32.346
8	464	18	1.907
9	54	19	234.905
10	333.874	20	4.184

TOTALE RIFIUTI SPECIALI anno 2012	642.538 Tonnellate

Tabella 32: Rifiuti speciali (espressi in tonnellate) prodotti nel Comune di Brescia nel 2012 suddivisi per macrofamiglia CER.

In Figura 118 è riportato il grafico che evidenzia la suddivisione percentuale per tipologia di codice CER dei rifiuti speciali prodotti nel Comune di Brescia nell'anno 2012. Il 52% dei rifiuti speciali è costituito da rifiuti inorganici provenienti da processi termici e il 36,6% è derivato da impianti di trattamento rifiuti, impianti di trattamento acque reflue e industrie dell'acqua.

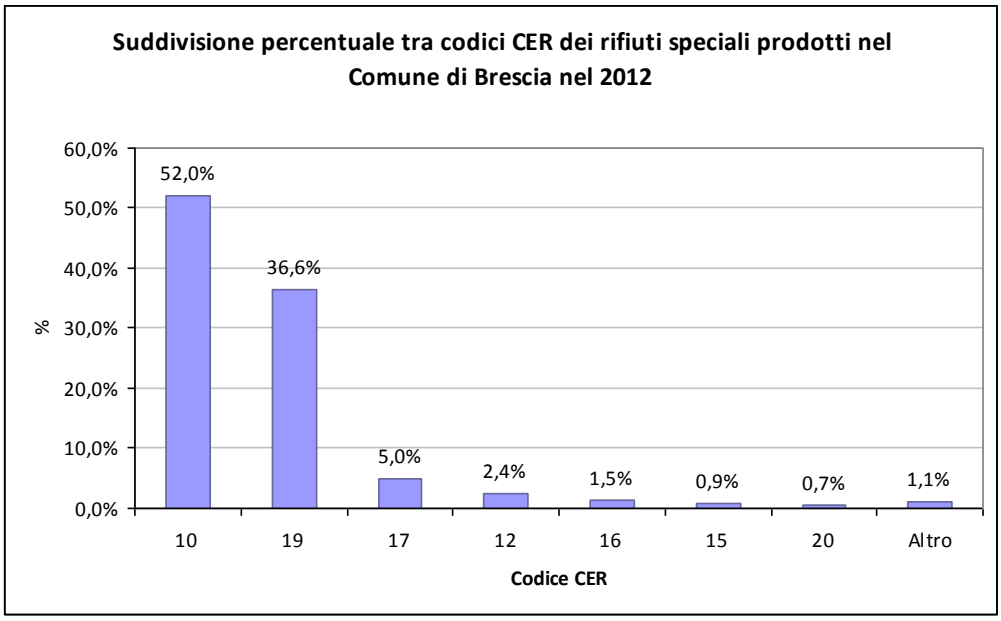


Figura 118: Suddivisione tra le diverse macrofamiglie CER dei rifiuti speciali prodotti nel 2012 nel Comune di Brescia.

7.7 Terminologia

RU	Rifiuti Urbani
RSU	Rifiuti Solidi Urbani indifferenziati
RSI	Rifiuti Solidi Ingombranti
RSI REC	Rifiuti Ingombranti RECuperati in impianti di selezione e cernita dopo la raccolta.
INDIFF	Totale dei rifiuti avviati a smaltimento pari alla somma di RSU e RSI (esclusi RSI REC) e Spazzamento Strade.
SS	Spazzamento Strade
RD	Raccolta Differenziata (per il recupero e il riciclaggio di materie prime o per smaltimento in sicurezza anche dei RUP)
RUP	Rifiuti Urbani Pericolosi (es pile, farmaci, siringhe, neon)
TOT RU	Totale Rifiuti Urbani, somma di RSU, RSI, SS, RD
CER	Codice Europeo dei Rifiuti (il nuovo catalogo CER è in vigore dal 1 gennaio 2002).
RAEE	Rifiuti Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche

7.8 Conclusioni

Per poter analizzare l'andamento dei dati della produzione di rifiuti nel Comune di Brescia confronteremo i dati comunali della produzione di rifiuti sia con quelli nazionali [6] sia con quelli provinciali. Il confronto verrà effettuato considerando i dati relativi all'anno 2013. Nel 2013 il valore medio nazionale della produzione pro-capite di rifiuti è stato è stato di 487 kg/(ab*anno); il dato della produzione di rifiuti pro-capite nella Regione Lombardia nel 2013 è stato di 461 kg/(ab*anno). Il dato della produzione di rifiuti pro-capite della provincia di Brescia nel 2013 è stato di 531 kg/(ab*anno). Il dato del Comune di Brescia (681 kg/(ab*anno)) è più elevato del dato medio nazionale, regionale e anche di quello provinciale. Dal confronto con i dati nazionali, regionali e provinciali emerge la necessità di intraprendere politiche ed azioni efficaci finalizzate alla riduzione della produzione di rifiuti.

Rispettivamente in Figura 119 e in Figura 120 sono riportati i dati di produzione pro-capite di rifiuti, relativi al 2012-2013, delle Regioni Italiane e dei Comuni con più di 200.000 abitanti.

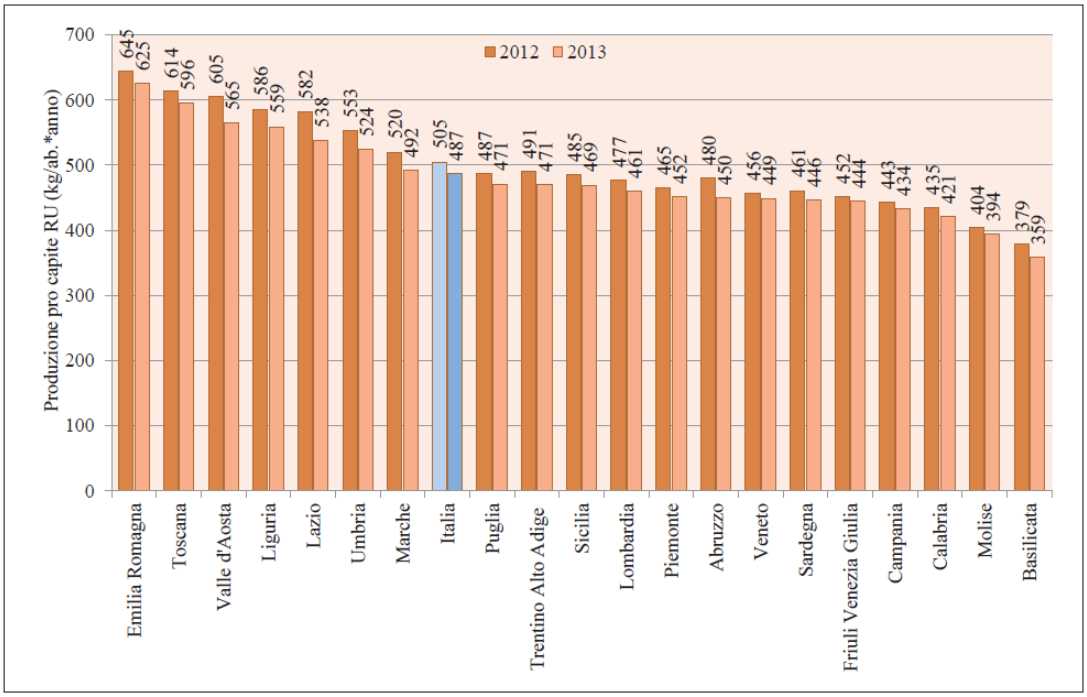


Figura 119 : Produzione pro-capite di rifiuti nel 2012-2013 nelle regioni Italiane. Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014.

[6] Fonte: Rapporto Rifiuti del 2014 redatto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA.

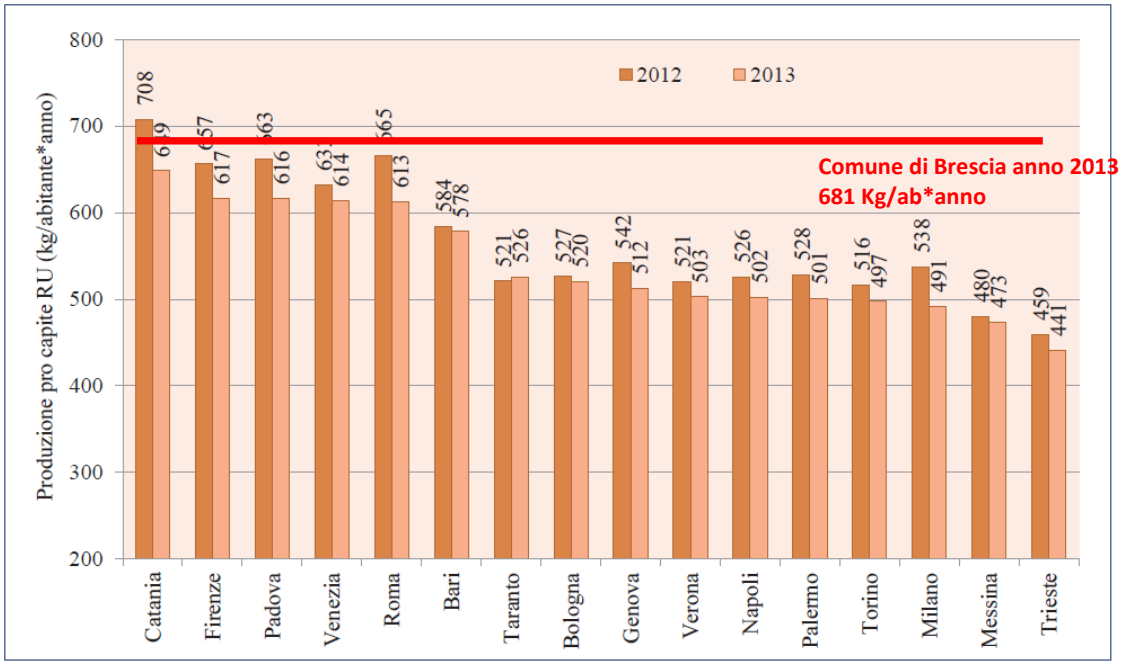


Figura 120 : Produzione pro-capite di rifiuti nel 2012-2013 nei comuni con più di 200.000 abitanti.Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2013.

L'incremento della raccolta differenziata rappresenta una risposta fondamentale per ridurre le pressioni esercitate sull'ambiente dai rifiuti.

La normativa nazionale pone precisi obiettivi di raccolta differenziata (art. 205 del D.Lvo 152/06 e articolo 1, comma 1108, della Legge 296/2006 - Finanziaria 2007) da conseguire in ciascun Ambito Territoriale Ottimale:

- Almeno il 35% entro il 31 dicembre 2006 (art. 205 D.Lvo 152/06);
- Almeno il 40% entro il 31 dicembre 2007 (Legge 296/06 - Finanziaria 2007);
- Almeno il 45% entro il 31 dicembre 2008 (art. 205 D.Lvo 152/06);
- Almeno il 50% entro il 31 dicembre 2009 (Legge 296/06 - Finanziaria 2007);
- Almeno il 60% entro il 31 dicembre 2011 (Legge 296/06 - Finanziaria 2007);
- Almeno il 65% entro il 31 dicembre 2012 (art. 205 D.Lvo 152/06).

Nel corso dell'anno 2013 la percentuale di raccolta differenziata nel Comune di Brescia è stata del 39,4%, nella Provincia di Brescia (Ambito Territoriale Ottimale nel quale rientra il Comune) del 49,2% mentre il valore medio nazionale è stato del 42,3%. Di seguito in Figura 121 è riportata la percentuale di raccolta differenziata ottenuta nelle Regioni Italiane nel 2012-2013. Si evidenzia la difficoltà diffusa su tutto il territorio nazionale di raggiungere l'obiettivo del 65% previsto per il 2012, conseguito nel 2013 dal Veneto e dal Trentino Alto Adige.

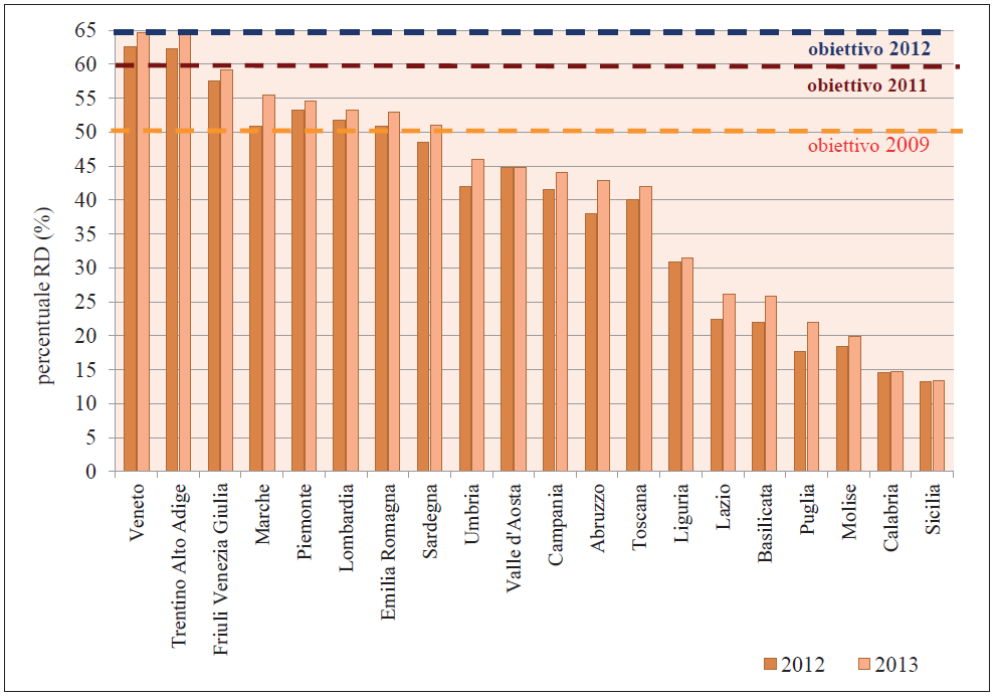


Figura 121: Percentuale di raccolta differenziata nel periodo 2012-2013 nelle Regioni Italiane. Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014.

In Figura 122 invece sono riportate le percentuali di raccolta differenziata ottenute nei Comuni Italiani con più di 200.000 abitanti.

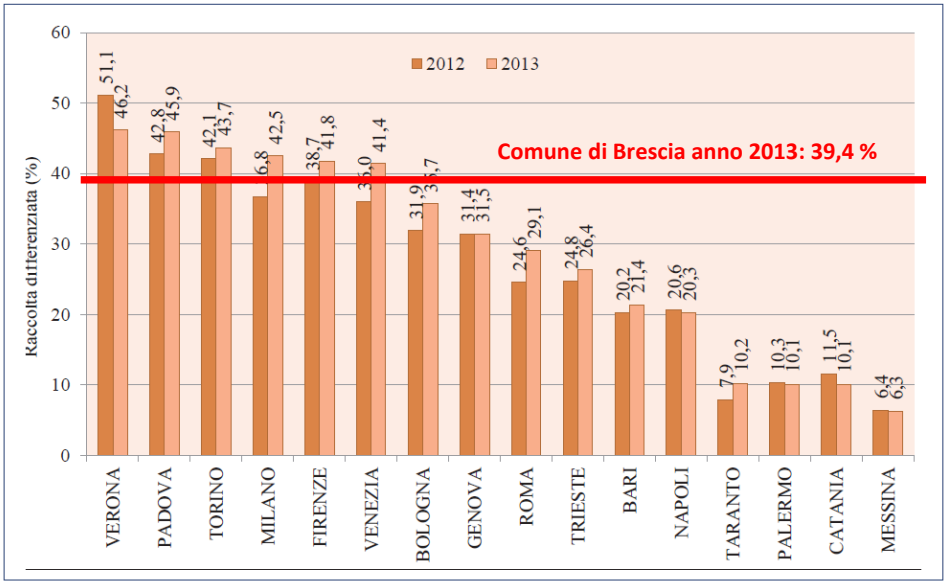


Figura 122: Percentuale di raccolta differenziata nel periodo 2012-2013 nei comuni con più di 200.000 abitanti.Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014.

Il Comune di Brescia ha raggiunto nel 2013 il 39,4% di raccolta differenziata, percentuale inferiore al valore obiettivo del 65%, mentre la produzione di rifiuti pro-capite si è attestata sul valore di 681 kg/ab*anno.

La totalità dei rifiuti urbani indifferenziati prodotti nel territorio del Comune di Brescia (nell'anno 2013) è stata avviata al recupero energetico, producendo sia energia elettrica sia calore che alimenta la rete di teleriscaldamento della città.

Per ridurre la produzione di rifiuti è fondamentale intervenire anche sui cicli di produzione, sulla progettazione dei prodotti (ad esempio per ridurre il volume degli imballaggi) e promuovere presso la popolazione la diffusione di modalità di consumo sostenibile.

L'amministrazione comunale sta valutando nuovi sistemi di raccolta dei rifiuti solidi urbani al fine di aumentare la percentuale di raccolta differenziata e ridurre la produzione pro-capite dei rifiuti anche attraverso un nuovo regolamento comunale dei rifiuti.

8 RUMORE

8.1 Premessa

Il presente capitolo analizzerà una delle principali problematiche che riguarda i cittadini residenti nei centri urbani, ovvero l'inquinamento acustico. L'esposizione a livelli di rumore ambientale elevati può provocare disagio non solo dal punto di vista fisico ma anche psicologico.

Il problema del rumore non è infatti da collegarsi unicamente ad un danno legato alla perdita di udito, questione legata per lo più all'esposizione dei lavoratori al rumore, quanto piuttosto ad una perdita della qualità della vita legata a disturbi del riposo conseguente insorgenza di frustrazione e nervosismo.

Nei capitoli seguenti verrà proposta affrontata un'analisi della normativa vigente nel campo dell'inquinamento acustico, verrà poi descritto il fenomeno fisico del rumore, fino ad arrivare a spiegare le varie attività svolte dal Comune di Brescia nell'ambito della protezione dei cittadini dall'inquinamento acustico.

8.2 Inquadramento normativo

8.2.1 Quadro di riferimento normativo a livello nazionale

Il riferimento legislativo nazionale sull'inquinamento acustico ambientale è fondamentalmente costituito dalla Legge 26/10/1995 n. 447 intitolata: "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

Tale Legge fornisce la cornice all'interno della quale vengono introdotti alcuni contenuti tecnici e procedurali, in seguito completati da diversi decreti attuativi, ai quali adeguare le emissioni acustiche delle diverse sorgenti sonore, fisse o mobili, presenti nel territorio.

La Legge Quadro n. 447/95 definisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente interno ed esterno dall'inquinamento acustico.

Detta Legge amplia non solo il concetto di controllo del territorio in materia di inquinamento acustico ma anche il principio di tutela, di salvaguardia e soprattutto di risanamento, grazie all'introduzione di

una nuova coppia di valori (di attenzione e di qualità) basati maggiormente sul principio di qualità e di benessere.

8.2.2 Quadro di riferimento normativo a livello regionale

A livello regionale la materia riguardante la difesa dall'inquinamento da rumore è disciplinata fondamentalmente dalla L.R. 10/8/01 n. 13 "Norme in materia di inquinamento acustico". Questa legge stabilisce e definisce: le norme di indirizzo per la tutela dell'ambiente esterno e abitativo, per la salvaguardia della salute pubblica da alterazioni conseguenti all'inquinamento acustico provenienti da sorgenti sonore, fisse o mobili, per la riqualificazione ambientale nonché le modalità operative per la redazione della classificazione e zonizzazione acustica del territorio.

8.3 La Zonizzazione Acustica Del Comune Di Brescia

Il Consiglio Comunale, in data 29 settembre 2006 ha approvato la classificazione acustica del territorio comunale (zonizzazione acustica) ai sensi dell'art. 6 comma 1 lettera A della L. 447/1995 e dell'art. 3 comma 1 della L.R. 13/2001.

Presso il sito internet del comune di Brescia al link:

http://www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/zonizzazioneacusticaterritorio.aspx

È possibile scaricare i principali documenti in riferimento alla Zonizzazione acustica del territorio e in particolare:

- La delibera n° 194 del 29 settembre 2006;
- La relazione tecnica;
- Gli elaborati grafici relativi alla suddivisione in zone del territorio, che si compongono di n° 241 tavole in formato pdf.

La zonizzazione acustica fornisce il quadro di riferimento per valutare i livelli di rumore presenti o previsti nel territorio comunale. Essa rappresenta la base per programmare interventi e misure di controllo volte alla riduzione dell'inquinamento acustico.

La suddivisione del territorio in classi permette di derivare i valori limite di emissione e immissione che devono essere rispettati in ciascun punto del territorio comunale. Risultano inoltre determinati, già in fase di progettazione, i valori limite che dovranno essere rispettati da ogni nuovo impianto, infrastruttura o sorgente sonora non temporanea. Per gli impianti esistenti è possibile individuare esattamente i limiti ai quali le attività devono conformarsi e quindi se necessario mettere in opera sistemi di bonifica dell'inquinamento acustico.

Di seguito si riportano i diversi limiti:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (22.00 - 06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 33: Valori limite di emissione - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (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

Tabella 34: Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (22.00 - 06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 35: Valori di qualità - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00 - 22.00)	Notturno (22.00 - 06.00)
Tutte le Classi ad esclusione della VI per la quale non si applica	5	3

Tabella 36: Valori limite differenziali - Leq in dB(A)

La definizione delle classi di appartenenza determina automaticamente su tutto il territorio i limiti per il rumore indicati nelle tabelle allegate al D.P.C.M. 14/11/1997 e cioè i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione, i valori di qualità.

- I limiti di emissione si valutano in corrispondenza della sorgente da verificare sull'intero tempo di riferimento diurno (6:00-22:00) o notturno (22:00-6:00).
- I limiti assoluti di immissione si valutano in corrispondenza del ricettore sull'intero tempo di riferimento diurno (6:00-22:00) o notturno (22:00-6:00).
- I limiti differenziali si valutano all'interno dell'edificio ricettore, a finestre aperte o chiuse. La differenza va fatta tra il rumore dovuto alla sorgente e quello in assenza della sorgente per tempi di misura valutati dal tecnico operatore.

Di seguito si riporta la planimetria generale della zonizzazione acustica del comune di Brescia.

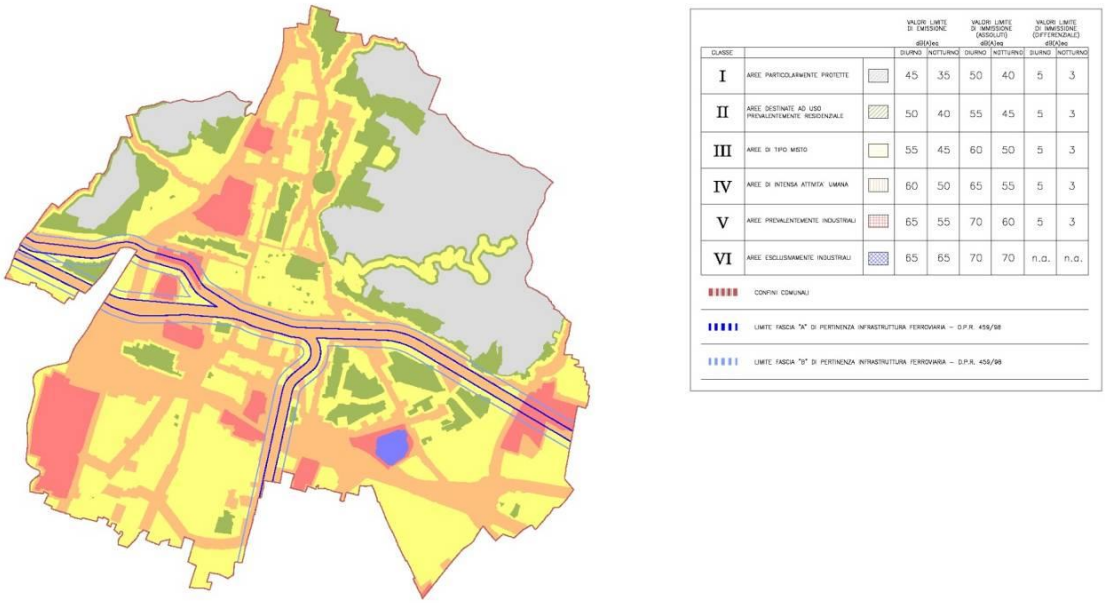


Figura 123: Zonizzazione acustica del Comune di Brescia

In base alla zonizzazione acustica del territorio sopra considerata il 28,3% del territorio comunale è classificato in classe IV, il 6,7% in casse V e il 0,4% in classe VI, come evidenziato nella tabella seguente:

Zona	%
6	0,4%
5	6,7%
4	28,3%
3	32,8%
2	12,3%
1	19,6%

Tabella 37: Suddivisione percentuale del territorio comunale tra le diverse classi previste dalla zonizzazione acustica del territorio del Comune di Brescia.

8.4 Il Rumore Da Traffico Veicolare

Vista la conformazione del territorio comunale, che reca al suo interno: autostrade, tangenziali e vie ad elevato scorrimento, la principale fonte di rumore presente nel territorio comunale è il traffico veicolare. I livelli di esposizione al rumore generato da traffico veicolare sono generalmente superiori a quelli dovuti alle altre principali sorgenti frequentemente lamentate dai cittadini (ad esempio impianti di condizionamento, musica prodotta da pubblici esercizi, avventori all'esterno dei locali).

Da non sottovalutare è inoltre l'impatto dovuto al rumore generato dal traffico ferroviario. Infatti i livelli di rumore raggiunti in prossimità dell'infrastruttura ferroviaria sono superiori a quelli dovuti al trasporto su gomma. Va notato però che la popolazione esposta al rumore da traffico su rotaie è ridotta rispetto a quella esposta al traffico su gomma.

Di Seguito si riporta una mappa del comune di Brescia sulla quale sono evidenziate le maggiori arterie di stradali nonché le infrastrutture ferroviarie. La diffusione capillare della rete viaria comporta che tutta la popolazione comunale risulti, anche se con livelli diversi, esposta al traffico automobilistico.

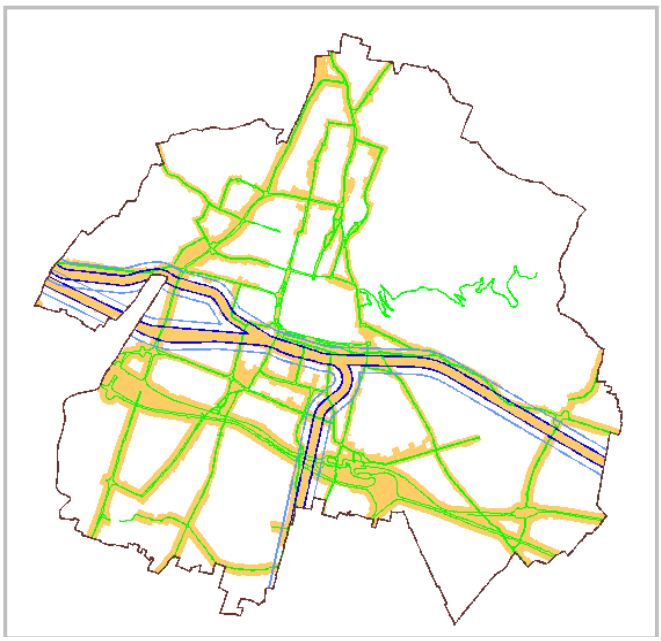


Figura 124: Mappa del Comune di Brescia nella quale sono evidenziate le principali arterie stradali e le infrastrutture ferroviarie

8.4.1 Verifica Del Livello Di Rumore Presso Cinque Tipologie Di Infrastrutture

Il comune di Brescia dispone dei rilievi fonometrici condotti nell'ambito nel 1998-99 dall' Azienda dei Servizi Municipalizzati di Brescia (ora A2A) effettuati per la stesura della prima bozza di zonizzazione acustica. In aggiunta a questi nel 2004 il Settore Ambiente ed ecologia ha effettuato monitoraggi nel centro storico. I dati di cui sopra sono disponibili presso gli uffici del Settore Protezione Ambientale e Protezione Civile del Comune di Brescia.

Al fine di chiarire i livelli di esposizione ai quali sono esposti i cittadini residenti nelle varie zone del comune, il settore Ambiente ed Ecologia ha deciso di effettuare nel mese di dicembre 2007 un monitoraggio in continuo del livello di rumore per cinque tipologie di zone. Le misure sono state effettuate dalle 22:00 venerdì alle 8:00 di martedì in continuo.

Lo scopo di queste misure è stato quello di verificare quali sono i livelli massimi di esposizione e inoltre di poter confrontare l'andamento nel tempo del livello di rumore.

Le cinque postazioni sono state scelte per mostrare la variabilità dei livelli di rumore a seconda della tipologia di sito analizzato. I monitoraggi sono stati eseguiti con campionamenti medi di 1 sec e poi rielaborati in modo da restituire un dato ogni mezz'ora per facilitare il confronto tra i dati.

In particolare sono stai scelti a rappresentanti del resto del comune i seguenti siti:

1. **Strada interna di quartiere**

   Rappresenta una zona interna sulle colline di S. Eufemia, zona con scarso passaggio veicolare ed estremamente protetta dall'inquinamento acustico dovuto al traffico veicolare. Presenta livelli di rumore inferiori a tutte le altre posizioni e caratterizzata da livelli bassissimi in periodo notturno.

2. **Strada ad elevato scorrimento**

   Zona sita in prossimità di Via Bornata con traffico veicolare ad elevato flusso e continuo in tutto l'arco delle 24 ore. Presenta livelli elevati su tutte le 24 ore e presenta solo lievi abbassamenti nelle ore notturne.

3. Fronte Autostrada

Sito esposto unicamente al rumore dovuto al traffico autostradale. Presenta un andamento simile a quello del punto 2 ma con livelli inferiori. Questo tipo di andamento è caratteristico delle sorgenti lineari (strade) con flussi di traffico caratterizzati da scarsa variabilità ed alta velocità.

4. Strada interna ai Villaggio Marcolini

Zona interna ad un villaggio Marcolini caratterizzata da scarso traffico veicolare. Presenta un andamento paragonabile a quello del punto 1 ma caratterizzato da livelli più elevati.

5. Centro storico

Zona caratterizzata da scarso traffico veicolare ma con effetto canyon e conseguente aumento dei livelli. Presenta un andamento paragonabile a quello del punto 3 ma caratterizzato da maggior silenzio nelle ore notturne.

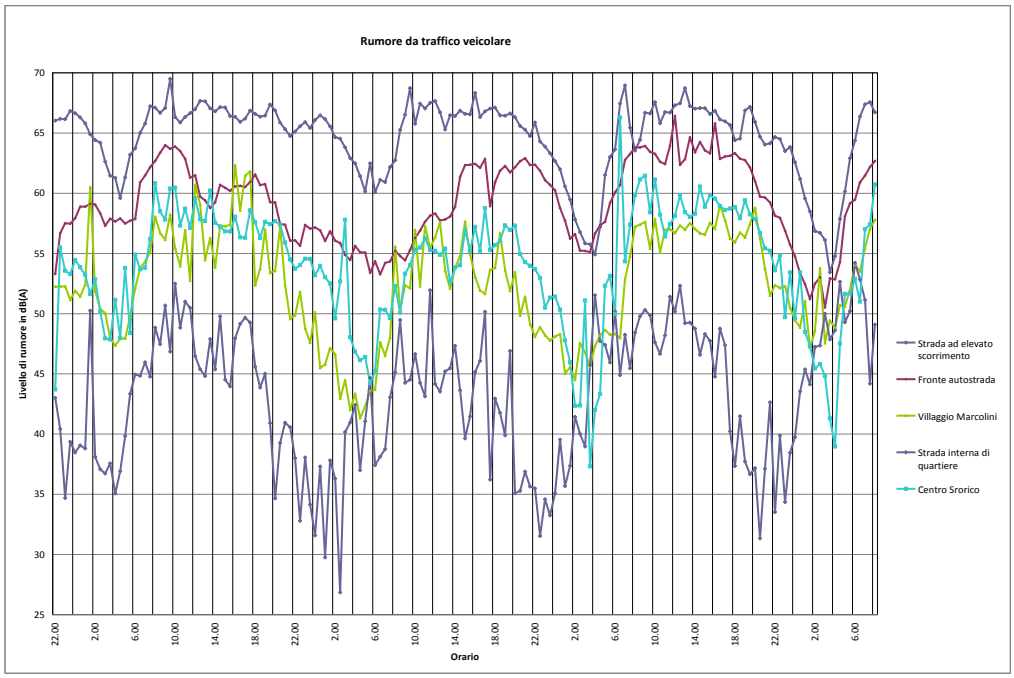


Figura 125: Grafici del rumore da traffico veicolare presso le cinque tipologie di infrastrutture oggetto del monitoraggio.

8.5 Inquinamento Acustico: La Gestione Del Comune Di Brescia

Il Comune di Brescia effettua direttamente i controlli fonometrici ai sensi della Legge Quadro del 26 ottobre 1995 n°447 per quanto concerne il rispetto delle emissioni acustiche da parte delle attività produttive, commerciali, artigianali e professionali.

Tale attività iniziata nel 2001 ha consentito all'amministrazione di intervenire e dirimere contenziosi tra privati cittadini e attività imprenditoriali.

L'attività del Comune consiste in:

- Ricevere le lamentele dei cittadini disturbati
- Avviare un procedimento amministrativo nei confronti dell'attività potenzialmente disturbante
- Effettuare rilevazioni fonometriche (non onerose per i cittadini)
- Gestire il procedimento fino all'accertamento del rispetto dei limiti previsti dalla vigente normativa.

Al Settore Protezione Ambientale e Protezione civile posso essere richieste le statistiche relative alla gestione dei procedimenti amministrativi avviati dal Comune di Brescia.

Indice delle figure

Figura 1: Schema della struttura idrogeologica del territorio del Comune di Brescia. 15
Figura 2: Schema che evidenzia l'andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia. 15
Figura 3 Perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro (DM 24 febbraio 2003) 17
Figura 4: Mappa della rete idrica del Comune di Brescia 24
Figura 5: Mappa dei opunti di controllo della rete idrica del Comune di Brescia 24
Figura 6:Estensione della rete dell'acquedotto. 26
Figura 7: Portata massima degli impianti di produzione (espressa in litri al secondo). 27
Figura 8: Consumi idrici complessivi 28
Figura 9:Consumi idrici complessivi suddivisi tra uso domestico/civile e usi industrialie ed agricoli. 29
Figura 10: Consumo totale pro-capite per usi civili (domestico, artigianale, commerciale). 30
Figura 11: Consumo pro-capite per uso domestico. (datol del 2003 non disponibile N.D.) 30
Figura 12: percentuale di volume non contabilizzato nella rete dell'acquedotto. 31
Figura 13: Percentuale di popolazione allacciata alla fognatura e di convogliamento a depuratore 33
Figura 14: Portata trattata dal depuratore 35
Figura 15: Percentuali di abbattimento di BOD ottenute dal depuratore di Verziano. 37
Figura 16: Percentuali di abbattimento di COD ottenute dal depuratore di Verziano. 37
Figura 17: Percentuali di abbattimento di Solidi Sospesi ottenute dal depuratore di Verziano. 38
Figura 18: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di BOD e confronto con il valore limite previsto dal D.Lgs. 152/06 38
Figura 19: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di COD e confronto con valore limite previsto dalD.Lgs 152/06 39
Figura 20: Concenttrazioni medie annuali allo scarico di Solidi Sospesi e confronto con il valore limite previsto dal DLgs 152/06. 39
Figura 21: Rose dei venti (alle quote: 13m, 50m, 90m, 150m, 190m, 250m) nella stazione meteorologica di Verziano, anno di riferimento 2013. 51
Figura 22: Rosa dei venti alle quota di 13m nella stazione meteorologica di Mompiano, anno di riferimento 2013. 52
Figura 23: Andamento della velocità del vento media mensile registrata nella stazione meteorologica di Mompiano nel corso del 2013, alla quota di 13 metri. 52
Figura 24: Andamento della temperatura media mensile registrata nella stazione meteorologica di Mompiano nel corso del 2013. 53
Figura 25: Andamento dei valori della temperatura media, massima, minima giornaliera nell'anno 2013 rilevati nella stazione meteorologica di Mompiano. Nel mese didicembre alcuni dati orari non sono disponibili. 53
Figura 26: Precipitazioni mensili nell'anno 2013 rilevate nella stazione meteorologica di Mompiano. 54
Figura 27: Andamento della pressione media e delle precipitazioni giornaliere da gennaio a giugno 2013. 54
Figura 28: Andamento della pressione media e delle precipitazioni giornaliere da luglio a dicembre 2013. 55

Figura 29: Andamento dell'umidità relativa media per ciascun mese del 2013. Dati della stazione meteorologica di Mompiano. 55
Figura 30:Andamento giornaliero medio della radiazione globale (RG) nei mesi di luglio e febbraio 2009. Dati della Stazione meteorologica di Mompiano. 56
Figura 31:Andamento giornaliero medio della radiazione netta (RN) nei mesi di luglio e febbraio 2009. Dati della stazione meteorologica di Mompiano. 57
Figura 32: Andamento dei valori medi mensili della radiazione globale e netta nel 2013. Dati della stazione meteorologica di Mompiano. 57
Figura 33: Schema degli strati ("layers") che costituiscono l'atmosfera urbana (urban boundary layer), sovrapposto ad una veduta panoramica di Milano (immagine tratta dal sito del Centro Meteorologico Lombardo http://www.centrometeolombardo.com , immagine di sfondo tratta da www.orizzontintorno.com). 58
Figura 34:Andamento giornaliero del valore medio dell'altezza dello strato di rimescolamento nei mesi di luglio e febbraio 2013. 59
Figura 35:Valore massimo giornaliero dell'altezza dello strato di rimescolamento e concentrazioni media giornaliera di PM10 nella centralina del Broletto, anno 2013. 59
Figura 36: Valore massimo giornaliero dell'altezza dello strato di rimescolamento e concentrazioni media giornaliera di PM10 nella centralina del Villaggio Sereno, anno 2013 60
Figura 37: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di PM10 nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 67
Figura 38: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di PM 2,5 nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 67
Figura 39: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Polveri Totali Sospese nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 68
Figura 40: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Ossidi di Azoto (NOx) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 68
Figura 41: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Biossido di Zolfo (SO_2) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 69
Figura 42: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di anidride carbonica (CO_2) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 69
Figura 43: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di gas serra (espressi come emissioni di CO2 equivalenti) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 70
Figura 44: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Precursori di Ozono nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi) 70
Figura 45: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di protossido di azoto (N_20) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 71
Figura 46: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Composti Organici Volatili (COV) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi) 71
Figura 47: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Monossido di carbonio (CO) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 72
Figura 48: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Sostanze acidificanti nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi) 72

Figura 49: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di ammoniaca (NH3) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi)..... 73
Figura 50: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di metano (CH4) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 73
Figura 51: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo(b)fluorantene (BbF) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 74
Figura 52: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo(k)fluorantene (BkF) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 74
Figura 53: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Benzo[a]pirene (BaP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 75
Figura 54: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Elemental Carbon (EC) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 75
Figura 55: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Organic Carbon (OC) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 76
Figura 56: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Idrocarburi Policlici Aromatici - (4 convenzione LRTAP) (IPA_CLTRP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi)..... 76
Figura 57: Contributo delle diverse tipologie di sorgenti alle emissioni di Indeno(cd)pirene (IcdP) nel Comune di Brescia nell'anno 2010. Dati INEMAR 2010 (definitivi). 77
Figura 58: Valori della concentrazione media annuale di SO_2 dal 2002 al 2013..... 79
Figura 59: Grafico delle concentrazioni medie annuali di NO_2 dal 2002 al 2013 81
Figura 60: Numero di giorni con concentrazione media su periodi di 8 ore superiore a 120 $\mu g/m^3$ per ciascun anno dal 2002 al 2013. 84
Figura 61: Andamento dei valori di AOT40 mediando i valori sugli ultimi 5 anni e confronto con il limite fissato dal D.lgs 155/2010. Il periodo considerato va dal 2002 al 2013. 85
Figura 62: Andamento dei valori di AOT40 mediando su ciascun anno dal 2002 al 2013 e confronto con il limite obiettivo a lungo termine (vigente dal 2020)..... 86
Figura 63: Andamento della concentrazione media annuale di CO espressa in mg/m^3 dal 2002 al 2013. .. 88
Figura 64: Andamento della concentrazione media annuale di PM10 nelle stazioni di Broletto e del Villaggio Sereno, dal 2002 al 2013. 92
Figura 65: Numero di giorni per ciascun anno dal 2002 al 2013 caratterizzati da una concentrazione media giornaliera di PM10 maggiore di 50 $\mu g/m^3$. I valori considerati si riferiscono alla centralina del Broletto e del Villaggio Sereno..... 93
Figura 66: Andamento della concentrazione media annuale di PM2,5 dal 2007 al 2013. Si sottolinea che la stazione del Broletto è stata attivata nel mese di agosto 2013. 94
Figura 67: Suddivisione percentuale tra le fonti di benzene 95
Figura 68: Suddivisione percentuale tra le fonti di esposizione al benzene 96
Figura 69: Andamento della concentrazione media annuale di Benzene dal 2003 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2002 non è disponibile. 98
Figura 70: Andamento della concentrazione media annuale di Cadmio dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008. 100

Figura 71: Andamento della concentrazione media annuale di Piombo dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008. 100
Figura 72: Andamento della concentrazione media annuale di Nichel dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008. 101
Figura 73: Andamento della concentrazione media annuale di Arsenico dal 2008 al 2013 misurata nella centralina di via Ziziola, il dato relativo al 2008 è relativo al periodo aprile 2008 – dicembre 2008. 101
Figura 74: Perimetrazione del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro (DM 24 febbraio 2003)..... 108
Figura 75:Fotografia aerea della zona Sud Ovest del territorio comunale interessata dalla contaminazione. 111
Figura 76: Confronto tra le concentrazioni di PCB tot riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06. 115
Figura 77: Confronto tra le concentrazioni di PCDD/F riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06..... 115
Figura 78: Confronto tra le concentrazioni di Hg riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06. 116
Figura 79: Confronto tra le concentrazioni di As riscontrate i limiti fissati dal D.Lgs 152/06. 116
Figura 80: Grafico che riporta il valore medio, la mediana e il 95 percentile delle concentrazioni di PCBtot nelle quattro aree considerate. 117
Figura 81: Grafico che riporta il valore medio, la mediana e il 95 percentile delle concentrazioni di PCDD/F nelle quattro aree considerate..... 118
Figura 82: metodologia di campionamento dei sedimenti delle rogge..... 121
Figura 83: Ambiti territoriali estrattivi approvati nella zona sud-orientale del territorio comunale. 128
Figura 84: Carta dei pedopaesaggi (base dati: Geoportale Regione Lombardia)..... 131
Figura 85: Andamento delle temperatura minime, massime e medie annue dal 1954 al 2013 (stazione: ITAS Pastori 133
Figura 86: Diagramma di Walter and Lieth per la Stazione di Brescia (ITAS Pastori) 134
Figura 87: Diagramma di Thornthwaite applicato utilizzando due profili di "suolo tipo"..... 135
Figura 88: Destinazione d'uso del suolo nel 1954 ((base dati: Geoportale Regione Lombardia)..... 137
Figura 89: Destinazione d'uso del suolo attuale (base dati: Geoportale Regione Lombardia)..... 139
Figura 90: Elementi delle reti ecologiche locali nel Comune di Brescia (base dati: Geoportale Regione Lombardia e Settore Urbanistica del Comune di Brescia) 142
Figura 91: Consumi di energia elettrica dal 2004 al 2013 nel Comune di Brescia. I consumi considerati sono dati dalla somma dei consumi di tutte le utenze a Bassa, Media e Alta Tensione. 146
Figura 92: Consumo di energia elettrica nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013, suddiviso per settore e per tensione..... 147
Figura 93: Andamento mensile della potenza elettrica massima immessa in rete nel corso del 2013, espressa come percentuale del valore relativo al mese di massima potenza..... 148
Figura 94: Gas metano erogato da A2A dal 2002 al 2013 suddiviso per tipologia d'uso. Nella voce riscaldamento è compreso anche il consumo per uso domestico delle utenze che utilizzano il gas per riscaldare le abitazioni. Altri usi: Utenze commerciali, terziario e utenze industriali.. 149
Figura 95: Consumi di gas naturale nel Comune di Brescia nell'anno 2010 suddivisi per tipologia d'utenza: utenze residenziali, industriali non Emission Trading System (ETS), terziario e agricoltura. Fonte del Dato: sistema informativo SIRENA. 150

Figura 96: Consumi di gasolio nel Comune di Brescia dal 2005 al 2010 suddivisi per settore. I dati sono stati ottenuti dal Sistema Informativo ENergia Ambiente (SIRENA) della Regione Lombardia. 151
Figura 97: Mappa della rete di teleriscaldamento gestita dalla società A2A. 153
Figura 98: Energia termica distribuita attraverso la rete di teleriscaldamento dal 2002 al 2013. I consumi considerati sono comprensivi anche dei consumi delle utenze allacciate nei comuni limitrofi di Bovezzo e Concesio, il cui contributo è stimabile in circa il 1-3% del totale. 154
Figura 99: Numero di utenze del teleriscaldamento fatturate dal 2002 al 2013 da A2A compresi i contatori divisionali e le utenze dei comuni limitrofi di Concesio e Bovezzo (pari al 1-3% della volumetria complessivamente allacciata). 154
Figura 100: Volumetria servita dalla rete di teleriscaldamento nel Comune di Brescia dal 2002 al 2013. .. 155
Figura 101: Potenza degli impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia (dati forniti da A2A) 159
Figura 102: Spettro elettromagnetico. (Immagine presa dal sito dell'ARPA della Val D'Aosta http://www.arpa.vda.it). 162
Figura 103: Localizzazione dei radioimpianti presenti nel territorio del Comune di Brescia. Fonte dei dati: catasto CASTEL di ARPA Lombardia http://castel.arpalombardia.it/castel/Default.aspx . 173
Figura 104: Localizzazione degli elettrodotti in conduttori aerei e in cavo interrato presenti nel territorio del Comune di Brescia. Fonte dei dati: Terna. Elaborazione: Settore Urbanistica del Comune di Brescia. 174
Figura 105: Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico ad alte frequenze presenti nel territorio comunale (novembre 2008). 176
Figura 106: Mappa dei livelli di campo elettrico a 50 Hz misurati nel corso del monitoraggio effettuato da ARPA nel 2001. 178
Figura 107: Mappa dei livelli di campo magnetico a 50 Hz misurati nel corso del monitoraggio effettuato da ARPA nel 2001 179
Figura 108: Andamento della percentuale della raccolta differenziata nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013. 187
Figura 109: Composizione merceologica della Raccolta Differenziata (RD) dell'anno 2013. 188
Figura 110: quantità di Rifiuti Urbani raccolti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013. 190
Figura 111: quantità di Rifiuti Urbani Indifferenziati raccolti nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013 .. 190
Figura 112: quantità di rifiuti raccolti in modo differenziato nel Comune di Brescia dal 2004 al 2013. 191
Figura 113: Andamento della produzione di Rifiuti Urbani pro-capite annua dal 2004 al 2013. 192
Figura 114: Grafico relativo ai conferimenti totali al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013, suddivisi per tipologia. 195
Figura 115: Grafico relativo alla provenienza dei rifiuti Solidi Urbani Assimilati ed Ingombranti conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013. 195
Figura 116: Grafico relativo alla provenienza dei Rifiuti Speciali conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013. 196
Figura 117: Grafico relativo alla provenienza dei Rifiuti Speciali derivanti da attività commerciali/produttive conferiti al Termoutilizzatore di Brescia nell'anno 2013. 196
Figura 118: Suddivisione tra le diverse macrofamiglie CER dei rifiuti speciali prodotti nel 2012 nel Comune di Brescia. 204

Figura 119 : Produzione pro-capite di rifiuti nel 2012-2013 nelle regioni Italiane. Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014.....205
Figura 120 : Produzione pro-capite di rifiuti nel 2012-2013 nei comuni con più di 200.000 abitanti.Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2013.....206
Figura 121: Percentuale di raccolta differenziata nel periodo 2012-2013 nelle Regioni Italiane. Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014.....207
Figura 122: Percentuale di raccolta differenziata nel periodo 2012-2013 nei comuni con più di 200.000 abitanti.Fonte: Rapporto rifiuti ISPRA 2014. 208
Figura 123: Zonizzazione acustica del Comune di Brescia 213
Figura 124: Mappa del Comune di Brescia nella quale sono evidenziate le princiali arterie stradali e le infrastrutture ferroviarie.....214
Figura 125: Grafici del rumore da traffico veicolare presso le cinque tipologie di infrastrutture oggetto del monitoraggio.....216

Indice delle tabelle

Tabella 1: Stato del Canale Naviglio Grande Bresciano nel triennio 2009-2011. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia. 13
Tabella 2: Stato dei corsi d'acqua Mella e Garza nel triennio 2009-2011. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia. 13
Tabella 3: Stato dei corsi d'acqua Mella e Garza nel 2012. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia. 14
Tabella 4: Stato deil Canale Naviglio Grande Bresciano nel 2012. Fonte: Rapporto annuale sullo stato delle acque superficiali nella Provincia di Brescia_ Settembre 2013_ARPA Dipartimento di Brescia. 14
Tabella 5: Tabella dei limiti di scarico stabiliti dall'Autorizzazione Integrata Ambientale del depuratore di Verziano....36
Tabella 6: Scala territoriale alla quale di registrano gli effetti degli inquinanti. 46
Tabella 7: Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana D.Lgs 155 del 18/8/2010....47
Tabella 8: Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana D.Lgs 155 del 18/8/2010....48
Tabella 9: Livelli critici degli inquinanti atmosferici per la protezione vegetazione D.Lgs 155 del 18/8/2010....48
Tabella 10: Stazioni di misura fisse dislocate nel territorio del comune di Brescia anno 2013. PUB=pubblica. 60
Tabella 11: Inquinanti misurati. 61
Tabella 12: Rendimento percentuale annuale degli analizzatori – anno 2013. 62
Tabella 13: Sorgenti del particolato atmosferico. 90
Tabella 14: Estensione delle aree interessate dalla contaminazione. 109
Tabella 15: limiti stabiliti dal D.Lgs 152/2006 112
Tabella 16:Elaborazioni statistiche dei valori delle concentrazioni di PCB tot, PCDD/F, As, Hg presenti nelle diverse aree oggetto di indagine_Parte 1. 113
Tabella 17:Elaborazioni statistiche dei valori delle concentrazioni di PCB tot, PCDD/F, As, Hg presenti nelle diverse aree oggetto di indagine. Parte 2. 114
Tabella 18: valore medio, mediana, 95 percentile delle concentrazioni di PCB tot nelle quattro aree considerate 117
Tabella 19: valore medio, mediana, 95 percentile delle concentrazioni di PCDD/F tot nelle quattro aree considerate 118
Tabella 20: divieti stabiliti dall'ordinanza del sindaco prot. N°151849 del 29.12.2014_Punto1) 125
Tabella 21: divieti stabiliti dall'ordinanza del sindaco prot. N°151849 del 29.12.2014_ Punto2) e Punto3) 126

Tabella 22: tabelle relative a Ambiti Territoriali Estrattivi (ATE) giacimenti, cave di recupero..... 127
Tabella 23: impianti di produzione di energia della società A2A ubicati nel territorio del Comune di Brescia . Dati relativi alla potenza elettrica e termica di ciascun impianto. 156
Tabella 24: Energia elettrica immessa in rete dagli impianti di produzione di energia della società A2A installati nel territorio comunale dal 2002 al 2013. 157
Tabella 25: Limiti di esposizione a campi elettromagnetici a basse frequenze previsti dal DPCM 8 luglio 2003..... 171
Tabella 26: Dati della produzione di rifiuti urbani nel Comune di Brescia dal 2004 al 2009 (Fonte dei dati: quaderni dell'osservatorio provinciale dei rifiuti anni 2005-2007 e dati dell'osservatorio sovra-regionale rifiuti). RU=Rifiuti Urbani; RSU= Rifiuti Solidi Urbani indifferenziati; RSI= Rifiuti solidi Ingombranti; RSI rec= Rifiuti solidi ingombranti recuperati SS= Spazzamento Strade; RD= Raccolta Differenziata(vedi paragrafo 6.10). N.D = dato non disponibile... 189
Tabella 27: Tipologia di rifiuti trattati dal Termoutilizzatore nel 2013. 194
Tabella 28: Provenienza dei rifiuti speciali previsti in Tabella 4B AIA trattati nel 2013 dal Termoutilizzatore. 197
Tabella 29: Provenienza dei rifiuti speciali con tipologia diverse da quelli previsti in Tabella 4B, AIA trattati nel 2013 dal Termoutilizzatore. 198
Tabella 30: Quantità di scorie (ceneri provenienti dal fondo della caldaia), quantità di scorie avviate al riciclaggio, quantità di scorie riutilizzate in discarica, polveri trattenute dai sistemi di depurazione fumi, ferro recuperato dalle scorie mediante separazione magnetica. 199
Tabella 31: Codici CER rifiuti speciali_ macrofamiglie e descrizioni 202
Tabella 32: Rifiuti speciali (espressi in tonnellate) prodotti nel Comune di Brescia nel 2012 suddivisi per macrofamiglia CER. 203
Tabella 33: Valori limite di emissione - Leq in dB(A) 211
Tabella 34: Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) 211
Tabella 35: Valori di qualità - Leq in dB(A) 212
Tabella 36: Valori limite differenziali - Leq in dB(A) 212
Tabella 37: Suddivisione percentuale del territorio comunale tra le diverse classi previste dalla zonizzazione acustica del territorio del Comune di Brescia. 213

Stampato su carta
ecologica FSC
maggio 2015

COMUNE DI BRESCIA

Coordinamento e redazione:

Angelantonio Capretti
Melida Maggiori

collaborazioni:

Marco Agostini
Stefano Armiraglio
Titoldini Pasqua

Assessore:

Gianluigi Fondra

Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali
del Comune di Brescia

Brescia, Via Marconi, 12 - Tel. 030 2978754 - Fax 030 3385397 - sostenibilitaambientale@comune.brescia.it

Revisione conclusa nel maggio 2015

photo Christian Penocchio