TORINO METROPOLI
Città metropolitana di Torino

PUMS
Piano Urbano della Mobilità Sostenibile
CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO

Allegato J

Analisi del contesto ambientale

integrato in relazione ai contenuti del parere motivato | aprile 2022

TerrAria s.r.l.
META mobilità economia territorio ambiente

PIANO URBANO DELLA MOBILITA' SOSTENIBILE

Sindaco Metropolitano
Stefano Lo Russo

Consigliere delegato a Pianificazione territoriale e difesa del suolo, trasporti, protezione civile
Pasquale Mario Mazza

Dirigente in staff del Dipartimento Territorio, Edilizia e Viabilità
Ing. Giannicola Marengo

Resp. Unità di Progetto Politiche di Trasporto e Mobilità Sostenibile
Dott.ssa Elena Pedon

Coordinamento generale della Città Metropolitana di Torino
Ing. Giannicola Marengo
Dott.ssa Elena Pedon

Redazione

META srl
ing. Andrea Debernardi *(responsabile del progetto)*
ing. Gabriele Filippini
dott.pt. Emanuele Ferrara
ing. Silvia Docchio
dott.ssa Silvia Ornaghi
ing. Francesca Traina Melega
ing. Riccardo Fasani
arch. Ilario Abate Daga
ing. Chiara Taiariol
arch. Lorena Mastropasqua
arch. Arianna Travaglini
dott. Fabrizio Vecchiotti
arch. Lorenzo Attardo
arch. Federico Jappelli
ing.Andrea Rosa

TERRARIA
dott. Giuseppe Maffeis
ing. Fabrizio Ferrari
ing. Alessia Goffi
ing. Alice Bernardoni
dott.ssa Luisa Geronimi

arch. Alessandro Oliveri

Rev.	Data	Autore	Verificatore	n.pag	n.tav	n.all	nome file
1.0	14.05.2021	I.Abate Daga	I. Abate Daga	115	-	-	*ALLEGATO J – Analisi del contesto ambientale_v10.pdf*

Sommario

1 Introduzione 8
1.1 Scopo e oggetto dell'allegato 8
1.2 Fattori ed indicatori di pressione ambientale 8

2 Componente suolo 13
2.1 Analisi componente suolo: dati di monitoraggio ed indicatori utilizzati 13
2.2 Dati di monitoraggio 17
2.3 Consumo di suolo della rete di macrosimulazione 19

3 Componente energia 22
3.1 Premessa 22
3.2 Analisi dei consumi energetici del settore trasporti 24

4 Componente aria 27
4.1 Premessa 27
4.2 Riferimenti normativi 27
4.3 Inquadramento territoriale 28
4.4 Qualità dell'aria: analisi delle concentrazioni inquinanti 30
4.5 Analisi emissioni: Inventario regionale INEMAR 45
4.6 Simulazioni modellistiche: il modello UTAQ 50
4.7 I domini di calcolo 52
4.8 Il calcolo delle emissioni 53
4.9 Risultati macrosimulazione 57
4.10 Il calcolo delle concentrazioni 59
4.11 Risultati finali dello stato di fatto (2019) 69

5 Componente inquinamento acustico 75
5.1 Premessa 75
5.2 Risultati macrosimulazione 80

6 Componente idrosfera: acque superficiali 84
6.1 Premessa 84
6.2 Interferenze con il reticolo idrografico 86
6.3 Emissione di metalli pesanti 89

7 Componente idrosfera: acque sotterranee 92
7.1 Premessa 92

8 Componente biosfera 94
8.1 Premessa 94
8.2 Interferenze con la rete ecologica 96

9 Componente paesaggio 107
9.1 Premessa 107
9.2 Occupazione di spazio e disturbo visuale 109

10 Popolazione e Salute umana 114
10.1 Premessa 114

11 Clima 117
11.1 Premessa 117

PREMESSA

Il presente elaborato è funzionale a definire la caratterizzazione del contesto ambientale entro cui si sono sviluppati i contenuti del PUMS, in modo da produrre una sostanziale integrazione e consustanzialità delle considerazioni ambientali nel percorso di formulazione dal piano. Con questo obiettivo, l'elaborato costituisce la piattaforma di conoscenza comune che è stata di appoggio sia per la formulazione del PUMS sia per lo sviluppo dell'endo-procedimento di valutazione ambientale strategica.

Il PUMS incide diversamente sulle diverse componenti ambientali; per questo motivo il quadro analitico-conoscitivo e l'analisi di contesto sono state sviluppate attraverso un approccio di proporzionalità e adeguatezza, in ragione di una necessaria focalizzazione sui temi più direttamente attinenti allo spazio di azione di uno specifico piano/programma quale è il PUMS, spazio che ha anch'esso una propria focalizzazione e che così gli è assegnato dal quadro dispositivo nazionale. Questo principio di adeguatezza è inoltre sostenuto dalla consapevolezza che maggiori approfondimenti tematici sulle diverse componenti ambientali saranno da svilupparsi nel passaggio tra questa fase di programmazione strategica e la fase attuativa dei singoli interventi, fase che sarà anch'essa assistita dagli opportuni endo-procedimenti di valutazione ambientale. In tale fase, di valutazione strategica del singolo progetto territoriale piuttosto che di effettiva valutazione di impatto dello specifico intervento infrastrutturale, saranno da implementarsi le metodologie analitiche, conoscitive e valutative più pertinente per quella scala di piano/progetto.

Il presente elaborato, rappresentativo dell'analisi di contesto e degli impatti, non è quindi da intendersi come una sorta di atlante delle conoscenze e dei dati ambientali; a tal fine sono preposte le banche dati, gli studi e le ricerche in capo ai soggetti che più da vicino si occupano di protezione ambientale. Da tali preziose fonti si è operata una ragionata selezione di quanto risponde, nel caso in oggetto, al principio di significatività richiamato dalle disposizioni comunitarie e nazionali in ambito di valutazione ambientale strategica.

1 Introduzione

1.1 Scopo e oggetto dell'allegato

L'allegato presenta la metodologia di analisi degli impatti ambientali e la sua applicazione alla baseline (situazione attuale=2019), confrontandola con i dati di monitoraggio disponibili in modo da validare l'intero processo.

1.2 Fattori ed indicatori di pressione ambientale

Un elemento-chiave per la valutazione dei PUMS è costituito dalla verifica dei loro impatti sull'ambiente naturale e costruito, da condursi secondo modalità finalizzate ad una sempre maggiore integrazione delle dimensioni econologiche all'interno del processo analitico-diagnostico e a quello di identificazione degli obiettivi e costruzione delle strategie del piano.

Da questo punto di vista, è essenziale che lo sviluppo dei singoli scenari (attuale, di riferimento, di intervento) venga accompagnato da un attento esame degli impatti, quanto meno in termini di inquinamento atmosferico e acustico, consumi energetici, occupazione di suolo, reti ecologiche.

A tale proposito risulta necessario anche aggiornare l'analisi in base ai quadri conoscitivi della vigente pianificazione, in particolare in relazione alle mappature acustiche, ai piani d'azione che interessano il territorio metropolitano e al Piano della Qualità dell'Aria della Regione Piemonte.

Parallelamente ai processi di VAS - VincA come componente strutturale del percorso di formulazione del piano, l'analisi delle potenziali esternalità ambientali trova riscontro in un ampio *set* di indicatori:

- **funzionali** (percorrenze veicolari complessive, tempi totali di viaggio, velocità medie);
- **socio-economici** (costi, valore del tempo risparmiato, esternalità);
- **ambientali** (consumi energetici, emissioni atmosferiche, rumore, ma anche consumi di suolo, inquinamento idrico, ostruzione visiva in aree sensibili, secondo un insieme di 14 indicatori correntemente impiegati da META/TerrAria nel quadro della redazione di piani del traffico e della mobilità di seguito descritti).

Un sintetico elenco delle potenziali esternalità ambientali, direttamente o indirettamente riconducibili allo scenario strategico cui sono preposti i PUMS, è contenuto nella tabella seguente:

Componente ambientale	Elementi
SUOLO	*Consumo di suolo indotto dalla costruzione di nuove infrastrutture* *Dissesto geologico indotto dalla costruzione di nuove infrastrutture* *Consumo di combustibili fossili*
ATMOSFERA	*Inquinamento dell'aria (emissione di inquinanti atmosferici)* *Cambiamenti climatici (emissione di gas serra)* *Clima acustico (rumore)*
AMBIENTE IDRICO	*Interferenze con le reti idrauliche indotte dalla costruzione di nuove infrastrutture* *Ricaduta degli inquinanti atmosferici attraverso le precipitazioni* *Inquinamento idrico dovuto alle polveri generate dall'usura dei pneumatici*
BIOSFERA	*Perdita di biomassa indotta dalla costruzione di nuove infrastrutture* *Effetti dell'inquinamento atmosferico sulla vegetazione e sulla fauna* *Perdita di individui animali a seguito di collisioni con veicoli* *Frammentazione degli habitat*
AMBIENTE ANTROPICO	*Incidenti stradali* *Effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana* *Effetti del rumore sulla salute umana* *Sottrazione di spazio urbano* *Effetti diretti/indiretti sul patrimonio culturale, architettonico ed archeologico* *Disturbo al paesaggio naturale ed urbano*

Fig. 1.2.i – Componenti ambientali ed impatti rilevanti
Elaborazione META-TerrAria

Gli **indicatori** che verranno predisposti copriranno sostanzialmente la totalità degli impatti imputabili al sistema della mobilità. L'allegato I della Direttiva Europea 2001/42 sancisce come il Rapporto Ambientale debba, fra le altre cose, indicare gli impatti del Piano su:

- biodiversità, flora e fauna;
- popolazione e salute umana;
- suolo, acqua e aria;
- fattori climatici;
- beni materiali e patrimonio culturale, architettonico e archeologico;
- paesaggio.

nonché sull'interrelazione fra tutti questi fattori.

A partire dallo schema DPSIR,

- D: determinanti (Driving forces);
- P: fattori di pressione ambientale (Pressures);
- S: stato dell'ambiente (State);
- I: impatti ambientali (Impacts);
- R: risposte (Responses).

Si propone di utilizzare l'insieme degli indicatori riportati in seguito, calcolati secondo la procedura illustrata: Per ulteriori approfondimenti metodologici si rimanda all'allegato J.

Componente ambientale	Elementi	Indicatore	Descrizione
SUOLO	Consumo di suolo per nuove infrastrutture	**SUO**	superficie occupata dalla rete viaria e dagli spazi accessori (parcheggi ecc..)
	Consu*mo energetico*	**ERG**	tonnellate equivalenti di petrolio / ora o giorno
AMBIENTE IDRICO	Interferenze con le reti idrauliche indotte dalla costruzione di nuove infrastrutture	**IDR**	Numero di interferenze
	Inquinamento idrico dovuto alle polveri generate dall'usura dei pneumatici	**ACQ**	Rilascio di metalli pesanti
ATMOSFERA	Cambiamenti climatici (emissione di gas serra)	**CLI**	Emissioni di CO_2
	Inquinamento atmosferico	**ATM**	Emissioni di CO, NOx, COV, PM
	Rumore	**RUM**	Potenza sonora emessa
BIOSFERA	Frammentazione degli habitat	**ECO**	Volume di traffico all'interno del SIC
AMBIENTE ANTROPICO	Occupazione di spazio urbano	**OCC**	Occupazione di suolo da parte delle autovetture in moto (dinamica) ed in sosta (statica)
	Disturbo al paesaggio naturale ed urbano	**VIS**	Occultazione visiva dovuta al traffico nelle aree di particolare interesse storico-architettonico o paesistico

Fig. 1.2.ii – Indicatori di pressione ambientale

Elaborazione META

TerrAria s.r.l.

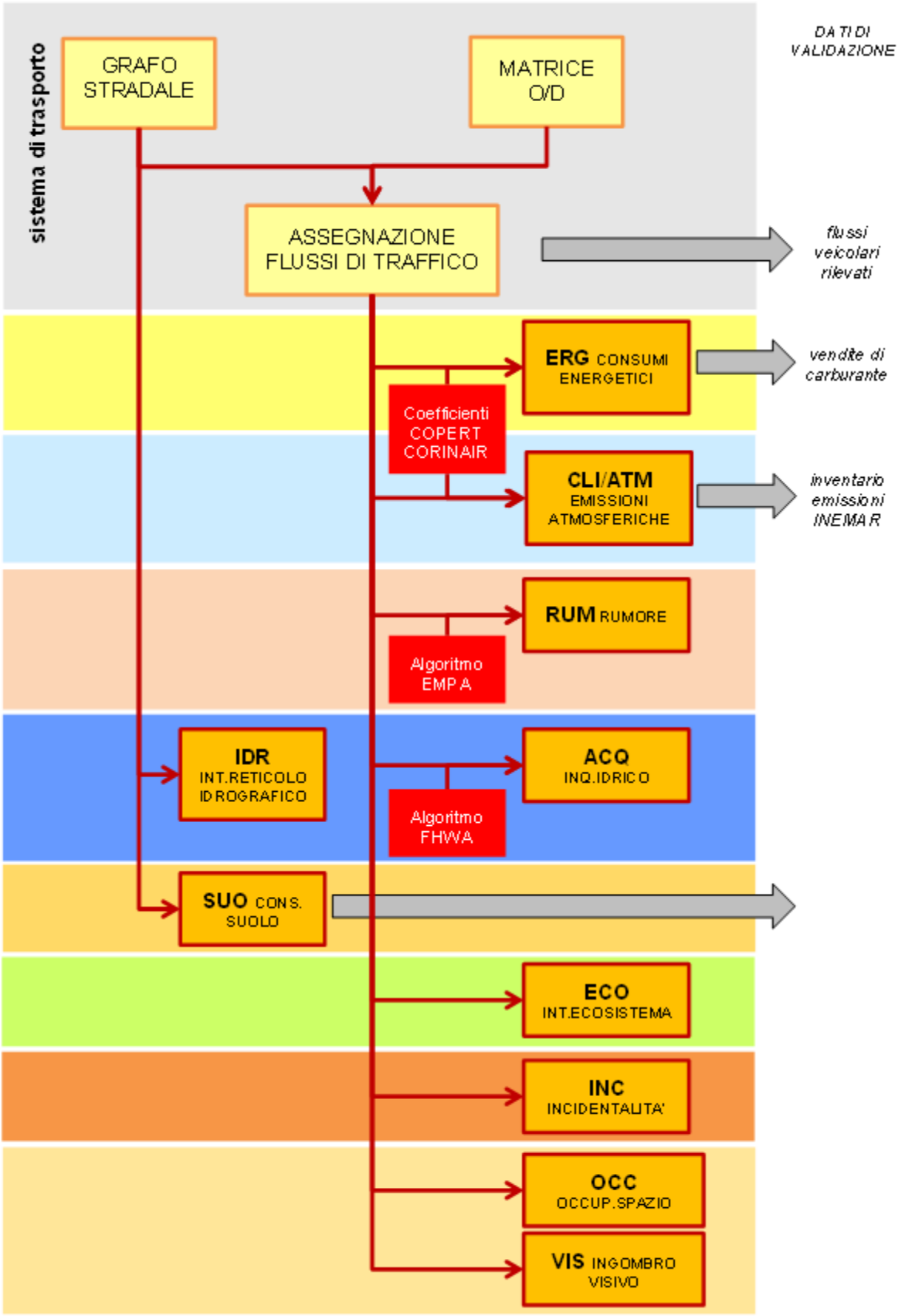


Fig. 1.2.iii – Schema indicatori
Elaborazione META su dati ISTAT

2 Componente suolo

2.1 Analisi componente suolo: dati di monitoraggio ed indicatori utilizzati

Il suolo è lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi, che rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua e che ospita gran parte della biosfera. Visti i tempi estremamente lunghi di formazione del suolo, si può ritenere che esso sia una risorsa limitata sostanzialmente non rinnovabile. Per tali ragioni e per il suo valore intrinseco, il suolo naturale deve essere tutelato e preservato per le generazioni future (Parlamento europeo e Consiglio, 2013).

Il consumo di suolo è, quindi, definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato)

L'Europa e le Nazioni Unite ci richiamano alla tutela del suolo, del patrimonio ambientale, del paesaggio, al riconoscimento del valore del capitale naturale e ci chiedono di azzerare il consumo di suolo netto entro il 2050 (Parlamento Europeo e Consiglio, 2013), di allinearlo alla crescita demografica e di non aumentare il degrado del territorio entro il 2030 (UN, 2015).

Le linee strategiche regionali definiscono il suolo come una risorsa e considerano prioritaria la sua tutela, nonostante questo il suolo continua ad essere "consumato", negli ultimi anni il trend sembra essere in riduzione, con valori inferiori rispetto alla media delle altre regioni.

I maggiori incrementi di consumo di suolo si registrano nella Città Metropolitana di Torino che fa registrare un consumo di suolo pari a 72 ha nel 2018. La Città Metropolitana di Torino si attesta anche al secondo posto in Italia in termini di consumo di suolo assoluto in ettari con un valore pari all'8.63% del suo territorio (59'000 ha circa). **Torino rimane la città italiana con il più alto livello di artificializzazione, pari infatti al 65% rispetto alla sua superficie**, ma nel 2018 fa registrare un decremento di consumo pari a 7 ha dovuto a opere di stombatura del fiume Dora e al recupero di aree di cantiere in prossimità dell'Allianz Stadium. A Torino, come a Milano, il 95% della superficie antropizzata è ricadente in ambito urbano. Il decremento di Torino registrato nel 2018 è confermato dalla media della Città Metropolitana per il triennio 2018-2020 che fa registrare un tasso medio annuo di incremento del consumo di suolo pari allo 0.07%, in diminuzione per un territorio che nel 2010 faceva registrare valori pari all'1%. Il rischio maggiore è che questo trend di decrescita venga fermato dalla messa in opera delle previsioni di espansione urbanistica contenute negli strumenti urbanistici dei comuni che compongono la Città Metropolitana. Risulta quindi **necessaria**, per preservare questa importante risorsa, **una sinergia tra i Comuni e i livelli superiori, Città Metropolitana e Regione Piemonte.**

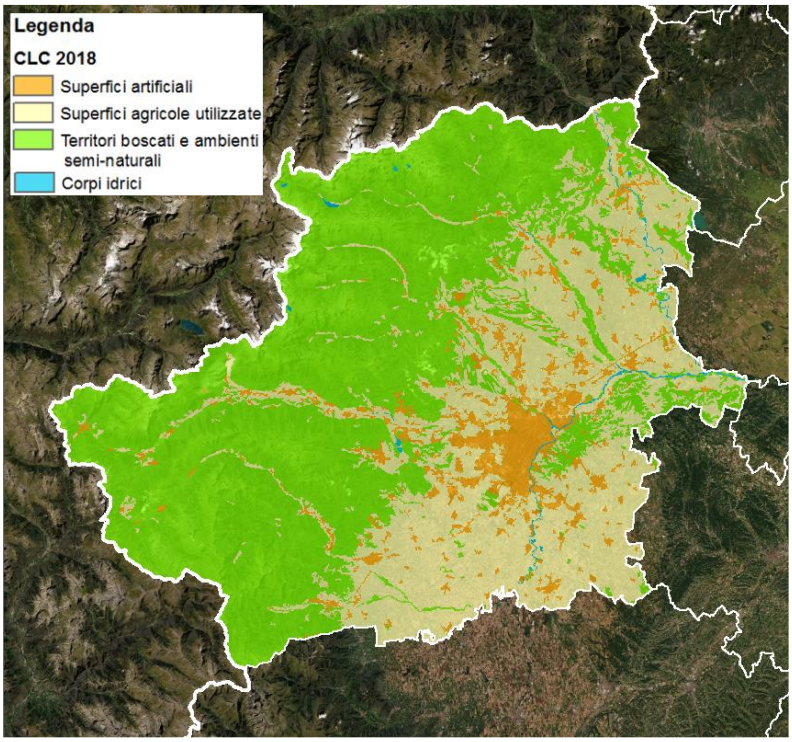


Fig. 2.1.i – Principali usi del suolo sul territorio della Città Metropolitana di Torino
Corine Land Cover 2018

Come si nota dalla mappa, pur essendo un territorio densamente abitato, il contesto della Città Metropolitana è per la maggior parte boscato, l'area di pianura è invece, al netto delle aree urbanizzate, agricola.

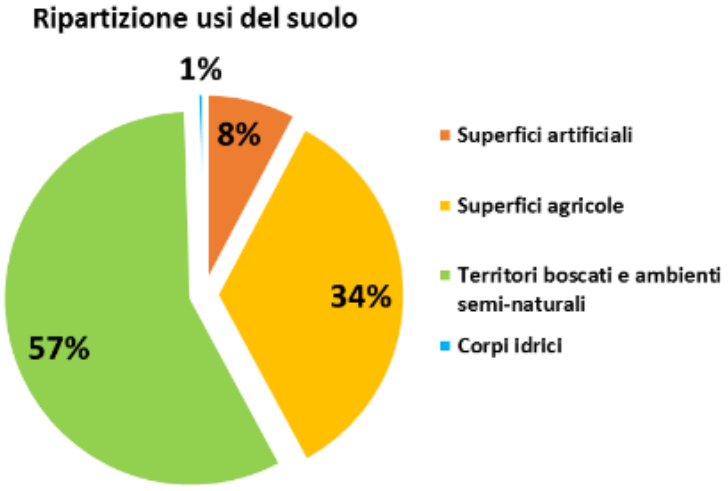
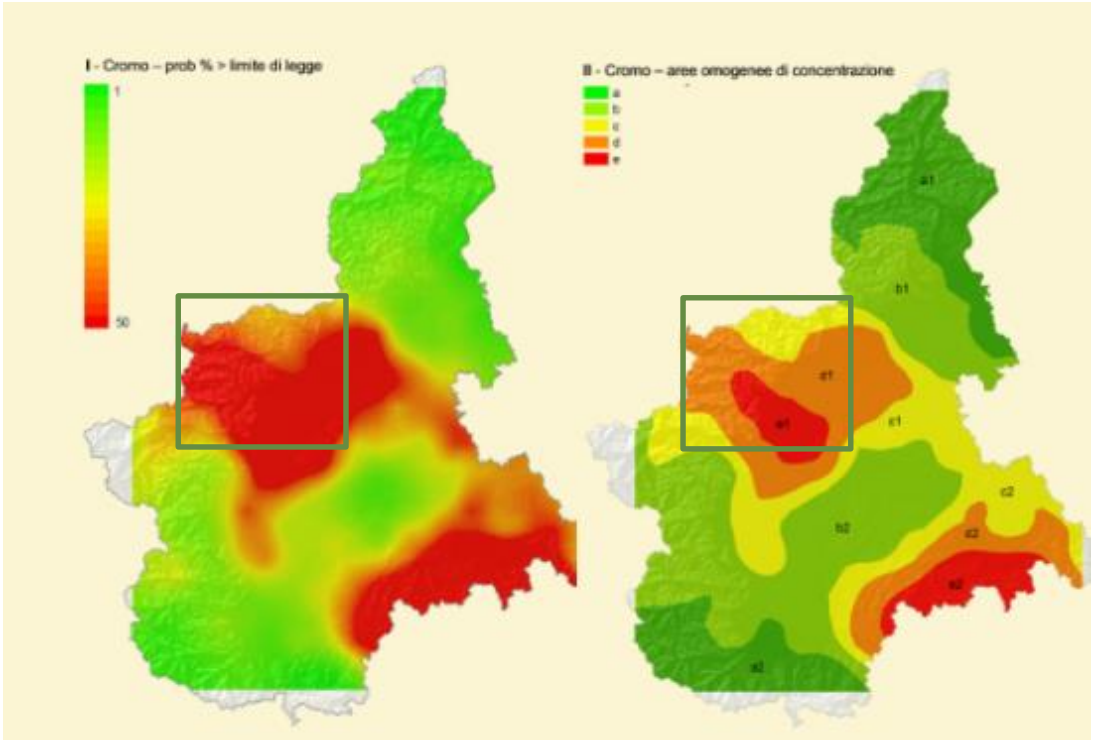
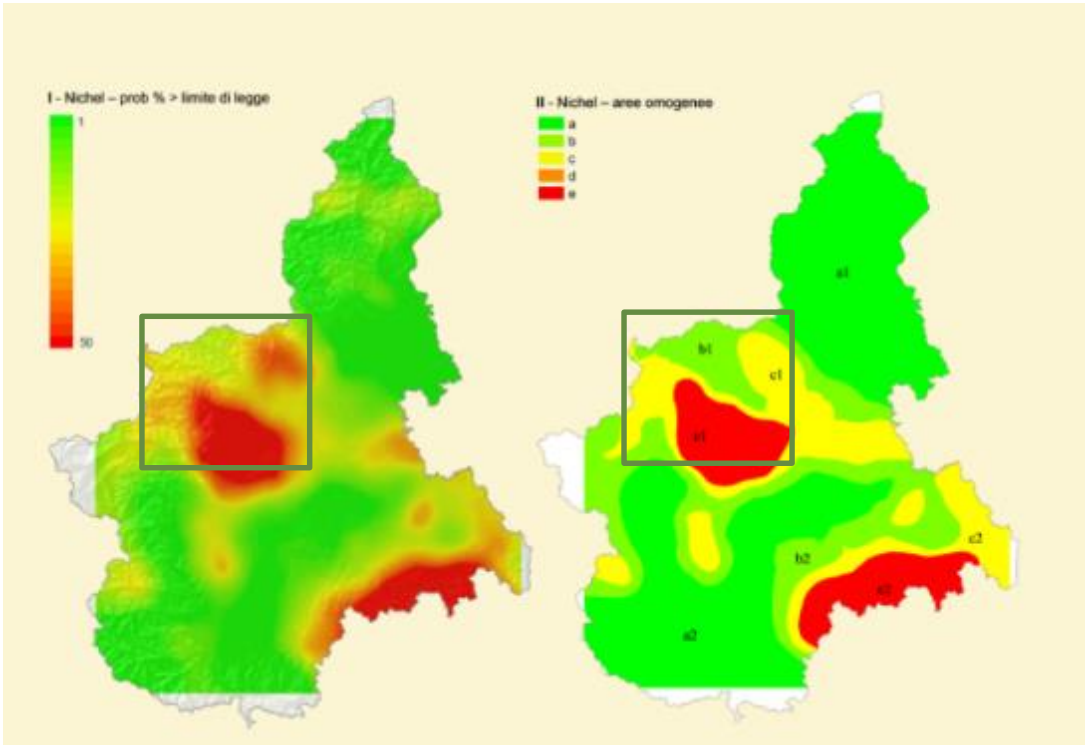


Fig. 2.1.ii – Principali usi del suolo sul territorio della Città Metropolitana di Torino in termini percentuali
Terraria dai dati Corine Land Cover 2018

La superficie agricola provinciale nel 2018 è pari al 23% di quella regionale, il 58% delle aree agricole sono coltivate a foraggio e il 36% a cereali.

Si riporta inoltre la situazione della contaminazione del suolo che può essere di tre tipi: di origine naturale, di origine antropica e di origine organica. Nella zona della Città Metropolitana di Torino è stata riscontrata la presenza di cromo attribuibile in prevalenza alla presenza di rocce ultramafiche naturalmente ricche di elementi quali cromo, nichel, cobalto e arsenico, coinvolte nei processi di formazione del suolo superficiale.





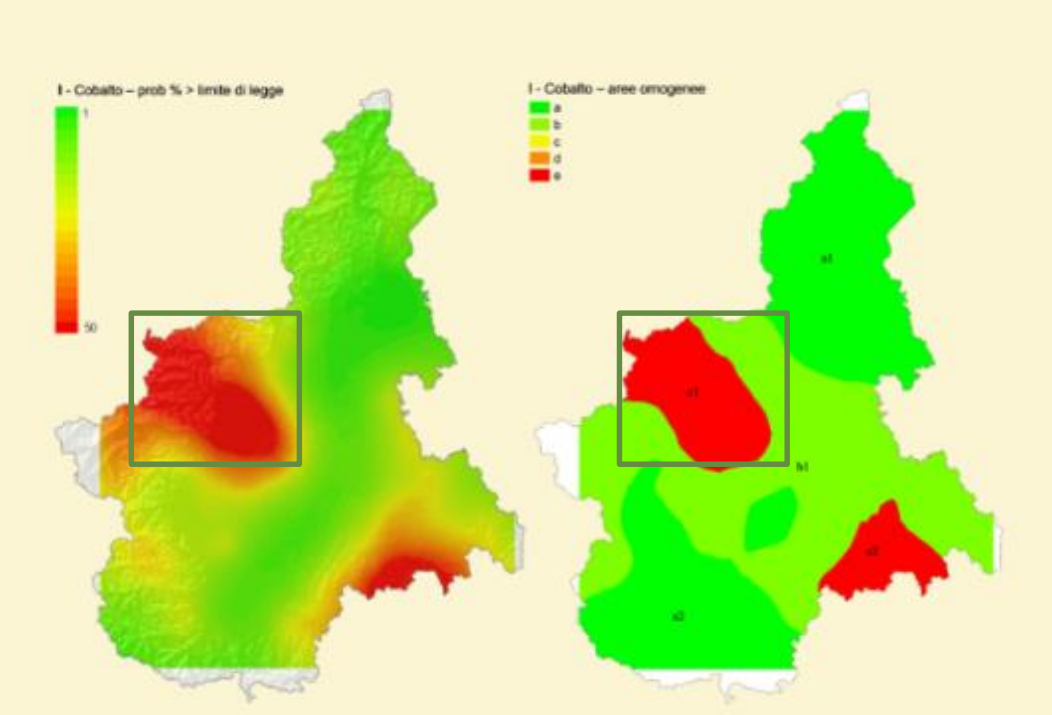


Fig. 2.1.iii – Cromo, nichel e cobalto nei suoli, I: probabilità in percentuale di superamento della soglia normativa; II: aree omogenee di concentrazione (a,b,c) e aree critiche (c,d) con probabilità di superamento dei limiti di legge imposti dal D.Lgs. 152/2006.

Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2020, Arpa Piemonte

La contaminazione di tipo antropico, imputabile sempre ai metalli pesanti, non è diffusa, ma concentrata in aree critiche circoscritte e sono contaminazioni legate alla deposizione atmosferica e all'uso, per esempio agricolo, dei suoli. Per quanto riguarda invece i contaminanti organici, si riscontrano limiti ben al di sotto dei limiti di legge in tutto il territorio regionale.

I siti contaminati rappresentano una delle più grosse pressioni di origine antropica sul territorio. In Piemonte i siti contaminati sono in tutto 1.832 di cui il 46.3% nel territorio della Città Metropolitana di Torino. Dei siti totali 838 hanno un procedimento attivo, 994 invece concluso, gli idrocarburi rappresentano la famiglia di contaminanti principale. Sul territorio della Città Metropolitana di Torino insiste il SIN (Sito di Interesse Nazionale) Ex sito estrattivo di Balangero, area da cui tra gli anni '70 e '90 avveniva l'estrazione di amianto e serpentini. Attualmente è in corso la bonifica dell'area che prevede anche un piano di monitoraggio ambientale per la valutazione delle fibre di amianto presenti nella matrice ambientale.

Il territorio della Città Metropolitana di Torino, così come quello regionale è vasto e comprende una porzione dell'arco Alpino, una fascia collinare ed una pianeggiante dove insiste l'area maggiormente urbanizzata. La conformazione del territorio lo rende soggetto, insieme ai fenomeni climatici sempre più marcati, a eventi franosi e ad attività di valanga significative. Il 10.3% del territorio regionale è soggetto a movimenti franosi.

2.2 Dati di monitoraggio

Dati SNPA 2020 (riferiti al consumo 2019)

Il Rapporto Snpa 2020 (riferito allo stato del consumo al 2019) stima per la regione Piemonte un consumo di suolo complessivo di circa **170.700 ettari pari quindi al 6,72%** della superficie totale regionale (circa 2.540.000 ettari). Il valore percentuale risulta inferiore al dato nazionale, che si colloca al 7,10% e tra i più bassi del nord-Italia ed in particolare rispetto alle regioni confinanti di Lombardia (12%) e Liguria (7,2%). **L'incremento netto di suolo consumato nel 2019 in Piemonte è stato di 222 ettari**, costante rispetto al 2018 (223 ettari) e in flessione rispetto agli anni precedenti: 2017 (552 ettari) che al 2016 (392 ettari).

Se rapportato alla popolazione il consumo annuale netto procapite per il Piemonte rimane attestato a circa + 0,5 m²/abitante, valore tra i più bassi a livello nazionale ma **comunque positivo nonostante il trend demografico recessivo** che ha interessato la regione anche nel 2019.

A livello provinciale i **maggiori incrementi in Piemonte si sono riscontrati nel territorio della Città Metropolitana di Torino**, con un valore di 84 ettari (72 ettari nel 2018) e nelle province di Alessandria (46 ettari) e Cuneo (32 ettari).

La città metropolitana di Torino si posiziona al **secondo posto in Italia in termini di consumi assoluti in ettari** dopo quella di Roma, con un valore di circa 59.000 ha di suolo consumato corrispondente all'8,58% del suo territorio.

A livello comunale i tre comuni piemontesi con i maggiori incrementi in termini assoluti nel 2019 si annotano Piossasco (28 ettari), Tortona (19 ettari), Caluso (15 ettari).
Torino, tra le grandi città quella con il grado di artificializzazione più alto (suolo consumato percentuale 65%), incrementa nel 2019 il consumo di suolo netto (+ 5 ettari) dopo la flessione registrata nel 2018.

Per quantificare l'impatto dato dal consumo di suolo della sola componente rappresentata dalla **rete infrastrutturale stradale** si è scelto di utilizzare un dato messo a disposizione dalla BDTRE Regionale: l'Area di circolazione veicolare in formato shapefile. Essendo una geometria poligonale è stato possibile calcolare la superficie complessiva della rete stradale. Dal calcolo sono stati esclusi gli elementi di viabilità mista secondaria che rappresentano un valore di consumo reversibile in quanto permeabile (Strade bianche e sentieri).

Si calcola una superficie coperta di **10.400 ettari** sul territorio della provincia di Torino, che rapportati alla superficie complessiva provinciale di 682.691 ettari, rappresenta il 1,52%.

Si è inoltre verificata la sola quantità di consumo di suolo su territorio non urbanizzato, escludendo dal calcolo la rete stradale inserita in contesti antropizzati. Il territorio urbanizzato è stato ricavato dalla CorineLandCover 2018, estraendo le superfici artificiali. Dei 10.400 ettari **5.914** risultano su aree non urbanizzate.

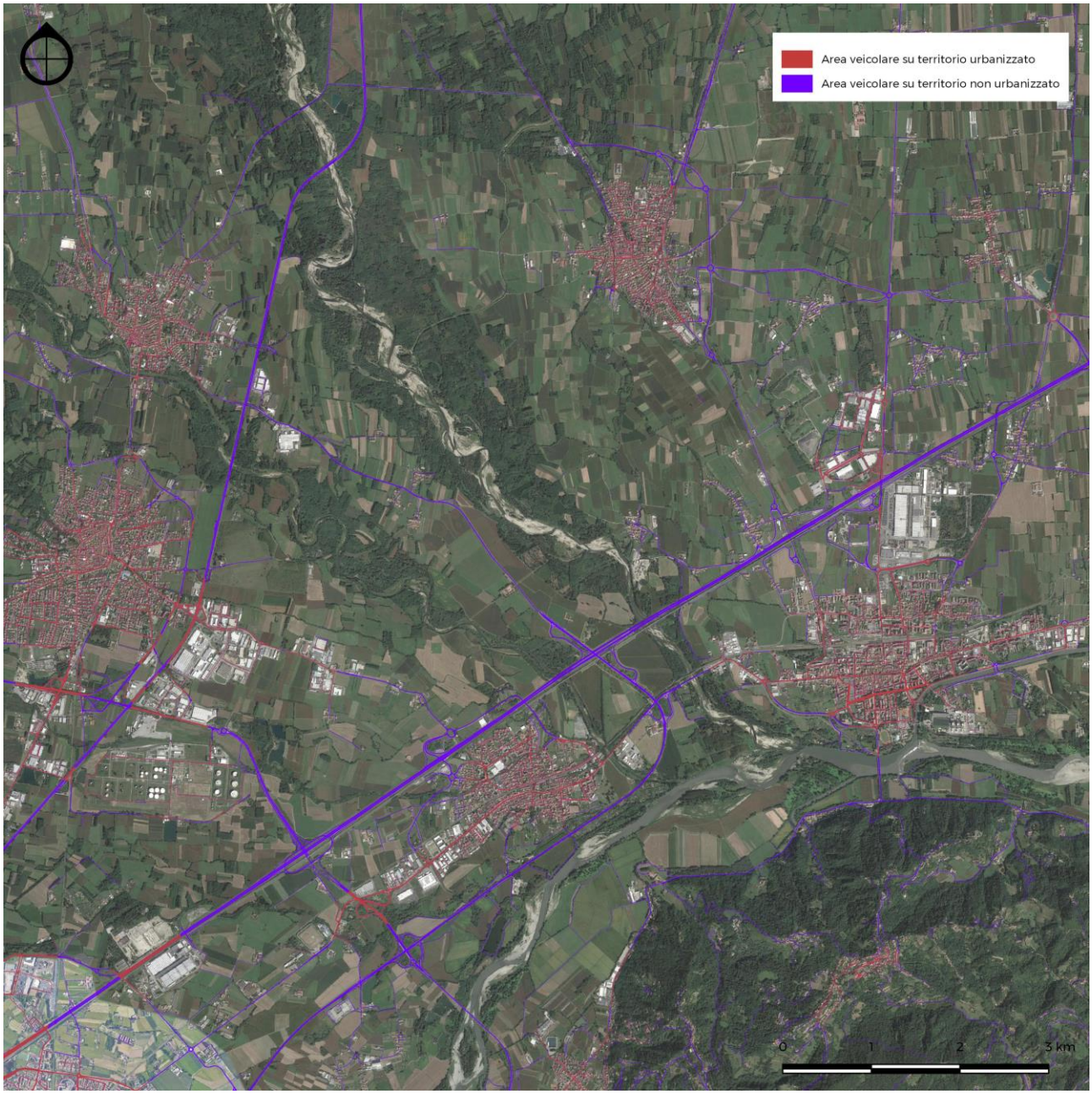


Fig. 2.2.i – Area di circolazione veicolare su territorio urbanizzato e non urbanizzato
Elaborazione META su dati BDTRE 2019 e CLC2018

2.3 Consumo di suolo della rete di macrosimulazione

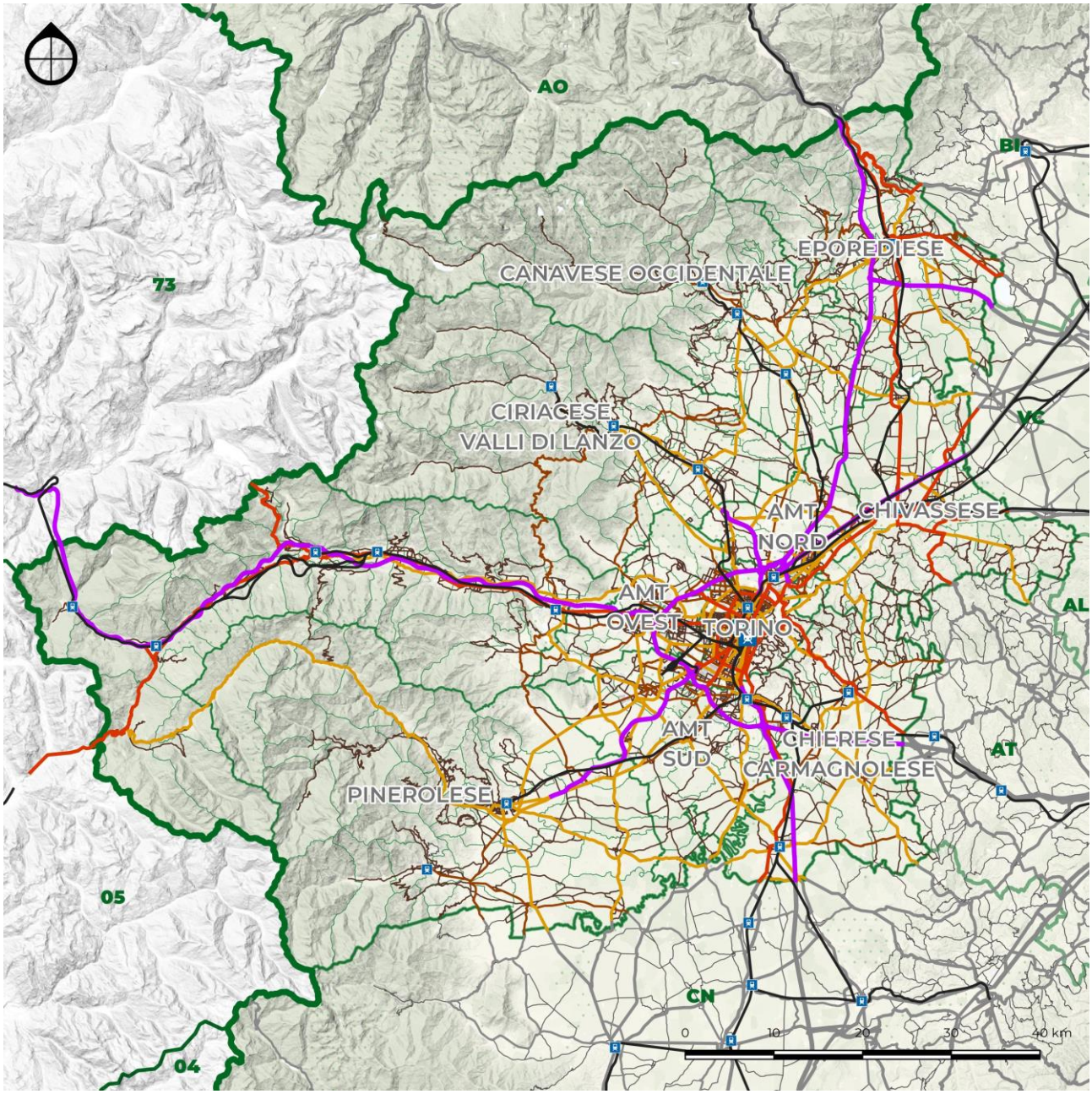
La distinzione degli archi di rete per tipologia di sezione, permette di attribuire delle larghezze medie, e quindi di stimare – seppur in modo indicativo – la quantità di suolo destinata alle infrastrutture di trasporto (escluse banchine, piazzali esterni alla carreggiata ed altri elementi accessori). Tale stima va in ogni caso intesa per difetto, dal momento che il modello opera su una selezione di archi stradali, e non sulla totalità della rete.

Come evidenziato dalla seguente Tab. 2.3.i, il consumo di suolo della rete utilizzata per la macrosimulazione di traffico è stato stimato in circa 4.127 ha per l'area di studio, comprendente l'intero territorio metropolitano, pari a circa il 0,60% della superficie totale del Città Metropolitana (682.700 ha).

SUO - Consumo di suolo (ha) - Città Metropolitana di Torino							
		Zone omogenee					
Zona omogenea		*Autostrade*	*Principali*	*Secondarie*	*Complement.*	*Locali*	**TOTALE**
1	Torino città	23	129	105	59	261	**578**
2	AMT Ovest	48	30	39	59	121	**297**
3	AMT Sud	96	20	98	67	177	**459**
4	AMT Nord	67	13	56	38	73	**247**
5	Pinerolese	15	0	104	37	306	**463**
6	Valli Susa e Sangone	117	70	39	25	189	**440**
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	0	0	33	55	201	**289**
8	Canavese Occidentale	12	0	35	18	239	**304**
9	Eporediese	65	46	34	34	198	**377**
10	Chivassese	42	52	42	11	188	**334**
11	Chierese - Carmagnolese	38	21	65	29	187	**340**
TOTALE		**523**	**379**	**651**	**434**	**2.140**	**4.127**

Tab. 2.3.i – Consumi di suolo per zona omogenea e per rango stradale

Elaborazione META



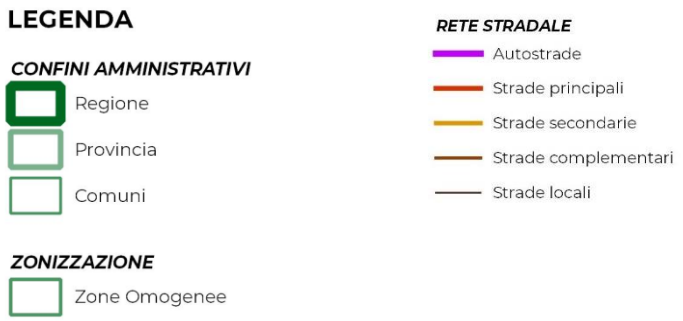


Fig. 2.3.i – Consumo di suolo intero territorio metropolitano
Elaborazione META

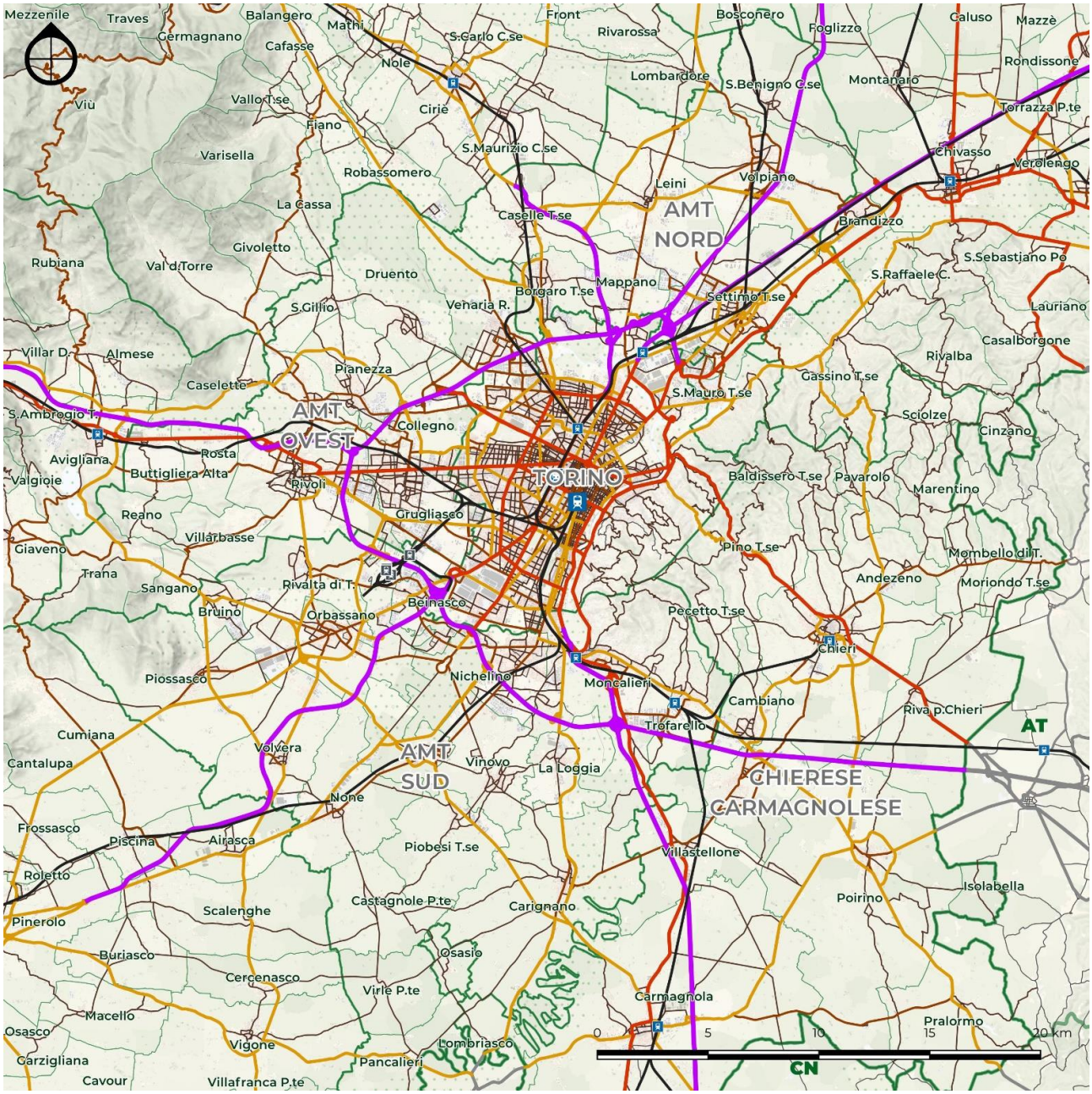
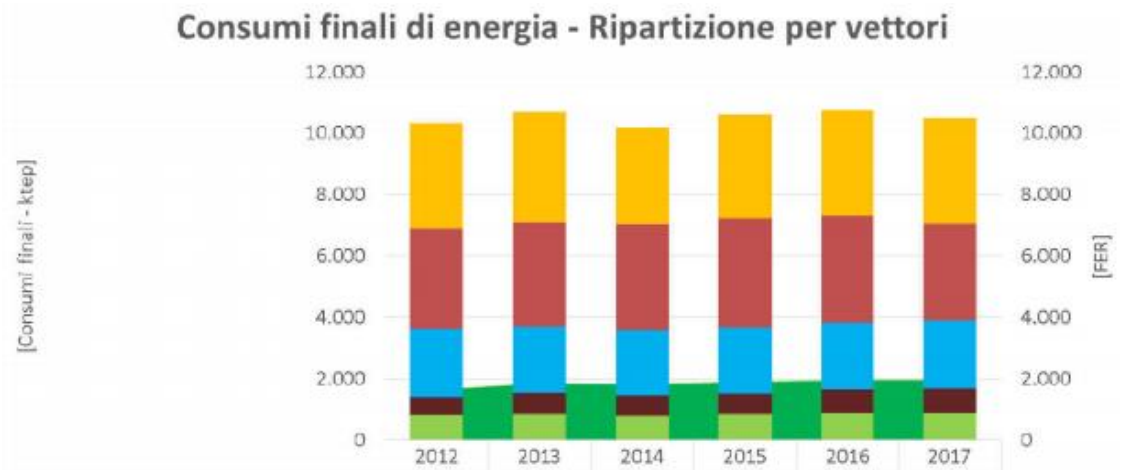


Fig. 2.3.ii – Consumi di suolo conurbazione
Elaborazione META

3 Componente energia

3.1 Premessa

La fotografia aggiornata dello stato di fatto dei consumi energetici della Regione Piemonte è data dall'Allegato 6 dell'aggiornamento del PEAR che analizza la situazione dal 2010 al 2017 utilizzando i dati del GSE. Negli ultimi 6 anni il consumo finale in Piemonte è costante con valori prossimi a 10.5 Mtep. Il gas naturale e i prodotti petroliferi costituiscono ancora più del 60% dei consumi totali, la dipendenza dalle fonti fossili è pari all'81% mentre Il contributo delle rinnovabili non è ancora significativo e pari a circa 2 Mtep.



	2012	2013	2014	2015	2016	2017
FER (Trasporti escluso)	1.653	1.846	1.825	1.888	1.943	1.941
Gas naturale	3.415	3.597	3.138	3.367	3.458	3.441
Carbone e derivati	29	19	42	20	4	2
Prodotti petroliferi	3.242	3.391	3.440	3.538	3.460	3.150
Frazione non biodegradabile dei rifiuti	22	21	11	12	23	5
Energia elettrica	2.203	2.136	2.123	2.151	2.168	2.193
Calore derivato	571	677	641	686	766	808
FER Termiche	822	870	797	831	884	880

Fig. 3.1.i – Consumi finali lordi in Piemonte, dati in ktep
Allegato 6 aggiornamento del PEAR, GSE

Il contributo delle rinnovabili al consumo finale lordo è invece riportato nell'immagine seguente:

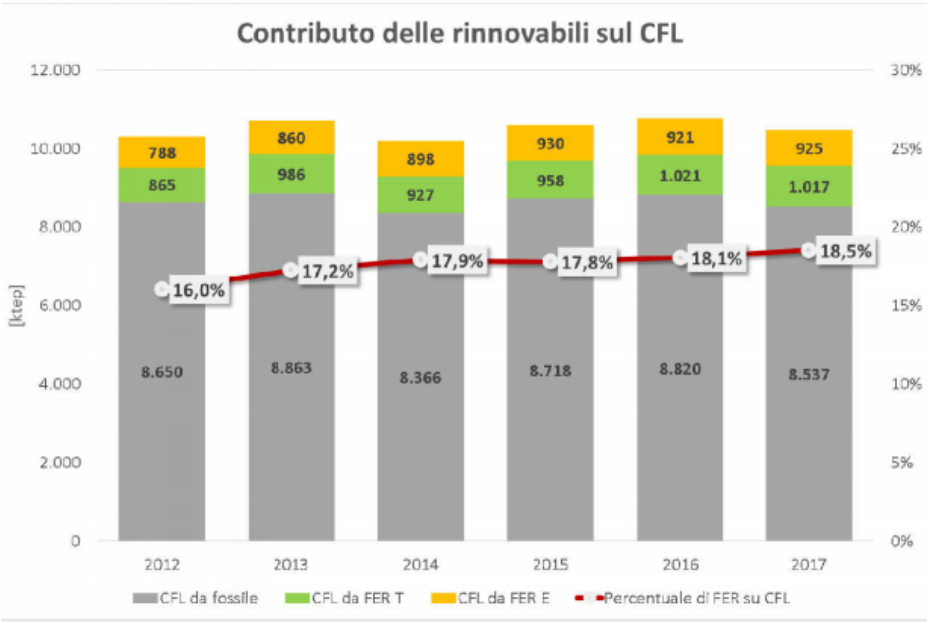


Fig. 3.1.ii – Contributo delle rinnovabili sul consumo finale lordo

Allegato 6 aggiornamento del PEAR, GSE

Nel gennaio del 2020 a Torino si sono tenuti gli stati generali dell'energia in Piemonte con lo scopo di dare impulso alla transizione energetica in atto in Piemonte anche alla luce della Direttiva Europea Red II; lo scenario presentato in quella sede mette in evidenza che nel 2020 l'energia prodotta dalle rinnovabili registra un incremento del 13.3% rispetto al 2015 raggiungendo il 26.2% entro il 2030. La messa in atto di politiche ecosostenibili consentirà di ridurre l'impiego di 243 tonnellate di combustibili fossili nel 2020 e di 494 tonnellate entro il 2030. L'efficientamento energetico inciderà per il 6.2% con una riduzione dell'impiego di combustibili fossili calcolata in 653 tonnellate nel 2020 e 1'960 nel 2030.

Analisi consumi energetici da traffico / CMTO

- Bollettino petrolifero;
- Consumi gas metano;
- Consumi elettrici.

3.2 Analisi dei consumi energetici del settore trasporti

	GASOLIO AUTOTRAZIONE								
	rete ordinaria								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	159.087	238.518	255.766	217.819	307.263	444.796	502.538	452.078	435.190
Vercelli	29.898	42.711	43.982	35.372	27.543	36.179	38.794	32.272	35.959
Biella	0	0	0	0	22.341	40.379	43.037	36.753	33.148
Novara	38.669	53.679	60.407	52.702	59.160	89.584	98.287	91.916	107.006
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	19.620	34.439	39.061	34.242	37.829
Cuneo	61.262	78.086	78.513	74.123	100.680	143.507	152.255	116.608	127.220
Asti	18.945	26.200	28.711	25.638	36.903	52.614	66.541	47.140	47.180
Alessandria	62.332	68.801	65.002	54.538	70.219	105.049	127.415	113.141	118.628
Totale Piemonte	**370.193**	**507.995**	**532.381**	**460.192**	**643.729**	**946.547**	**1.067.928**	**924.150**	**942.160**

	GASOLIO AUTOTRAZIONE								
	rete autostradale								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	14.036	30.739	52.944	49.543	78.576	98.009	81.874	38.855	26.617
Vercelli	9.214	16.341	20.863	15.670	25.427	15.469	18.542	10.304	5.511
Biella	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novara	11.417	10.191	13.249	16.357	24.594	21.299	18.474	10.762	6.573
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	0	0	0	0	112
Cuneo	6.004	6.179	7.177	6.850	10.822	13.941	11.462	4.878	2.724
Asti	17.088	17.286	14.161	12.403	15.422	15.954	11.580	6.765	5.857
Alessandria	24.546	32.579	51.301	47.993	67.305	73.424	63.330	32.577	27.216
Totale Piemonte	**82.305**	**113.315**	**159.695**	**148.816**	**222.146**	**238.096**	**205.262**	**104.141**	**74.610**

	GASOLIO AUTOTRAZIONE								
	extra rete								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	114.815	209.011	205.798	200.381	239.464	146.418	63.310	87.258	186.407
Vercelli	15.977	30.703	25.790	32.614	6.055	16.811	8.732	8.147	19.831
Biella	0	0	0	0	2.342	6.604	4.977	7.026	14.521
Novara	26.754	54.265	46.120	45.059	19.849	22.983	7.175	9.834	23.254
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	2.558	4.296	3.841	1.656	10.052
Cuneo	50.892	61.485	78.824	93.488	134.960	71.900	65.936	40.635	100.633
Asti	22.228	109.219	100.394	46.629	36.019	91.045	139.630	230.461	60.415
Alessandria	71.113	53.377	34.324	129.844	123.879	179.210	170.228	165.793	214.590
Totale Piemonte	**301.779**	**518.060**	**491.250**	**548.015**	**565.126**	**539.267**	**463.829**	**550.810**	**629.703**

	GASOLIO AUTOTRAZIONE								
	TOTALE								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	287.938	478.268	514.508	467.743	625.303	689.223	647.722	578.191	648.214
Vercelli	55.089	89.755	90.635	83.656	59.025	68.459	66.068	50.723	61.301
Biella	0	0	0	0	24.683	46.983	48.014	43.779	47.669
Novara	76.840	118.135	119.776	114.118	103.603	133.866	123.936	112.512	136.833
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	22.178	38.735	42.902	35.898	47.993
Cuneo	118.158	145.750	164.514	174.461	246.462	229.348	229.653	162.121	230.577
Asti	58.261	152.705	143.266	84.670	88.344	159.613	217.751	284.366	113.452
Alessandria	157.991	154.757	150.627	232.375	261.403	357.683	360.973	311.511	360.434
Totale Piemonte	**754.277**	**1.139.370**	**1.183.326**	**1.157.023**	**1.431.001**	**1.723.910**	**1.737.019**	**1.579.101**	**1.646.473**

Tab. 3.2.i – Gasolio autotrazione
Elaborazione META

	BENZINA MOTORI								
	rete ordinaria								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	497.962	460.625	506.523	602.736	589.047	441.507	321.801	237.666	220.377
Vercelli	89.271	86.576	92.320	108.762	57.871	37.174	26.081	16.609	15.838
Biella	0	0	0	0	50.116	45.506	32.308	20.491	18.215
Novara	109.843	106.628	107.342	149.372	108.492	85.367	62.265	43.727	45.625
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	39.787	37.346	29.073	21.258	21.122
Cuneo	114.381	113.017	122.116	152.655	140.970	117.153	82.065	51.343	47.679
Asti	39.061	37.748	42.155	54.063	55.980	42.685	34.281	21.383	17.820
Alessandria	102.521	98.938	100.776	125.360	116.832	90.615	69.347	45.162	39.826
Totale Piemonte	**953.039**	**903.532**	**971.232**	**1.192.948**	**1.159.095**	**897.353**	**657.221**	**457.639**	**426.502**

	BENZINA MOTORI								
	rete autostradale								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	14.356	17.639	35.415	57.809	51.817	32.503	18.593	7.685	5.797
Vercelli	8.614	8.741	12.485	16.548	13.036	5.099	4.491	2.584	1.407
Biella	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novara	6.517	5.442	7.871	13.331	13.233	5.742	4.203	2.182	1.763
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Cuneo	4.890	3.699	5.091	6.807	7.252	4.857	3.020	1.164	770
Asti	7.844	6.056	7.109	8.581	6.575	3.951	2.384	1.099	927
Alessandria	18.061	18.571	29.576	39.552	32.842	19.985	13.777	6.780	5.231
Totale Piemonte	**60.282**	**60.148**	**97.547**	**142.628**	**124.755**	**72.137**	**46.468**	**21.494**	**15.911**

	BENZINA MOTORI								
	extra rete								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	14.481	11.417	12.785	6.919	4.729	7.549	2.621	11.919	40.356
Vercelli	1.825	1.643	1.702	1.117	372	226	27	876	3.224
Biella	0	0	0	0	32	1.108	801	975	4.990
Novara	2.196	18.346	1.207	1.214	717	329	2	404	2.567
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	0	231	0	566	2.361
Cuneo	3.727	1.355	1.618	1.491	793	484	5.076	3.010	23.178
Asti	1.140	2.488	1.606	2.560	506	1.751	6.696	21.141	6.388
Alessandria	4.479	2.547	404	1.163	2.946	6.353	20.671	29.661	19.934
Totale Piemonte	**27.848**	**37.796**	**19.322**	**14.464**	**10.095**	**18.031**	**35.894**	**68.552**	**102.998**

	BENZINA MOTORI								
	TOTALE								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	526.799	489.681	554.723	667.464	645.593	481.559	343.015	257.270	266.530
Vercelli	99.710	96.960	106.507	126.427	71.279	42.499	30.599	20.069	20.469
Biella	0	0	0	0	50.148	46.614	33.109	21.466	23.205
Novara	118.556	130.416	116.420	163.917	122.442	91.438	66.470	46.313	49.955
Verbano-Cusio Ossola	0	0	0	0	39.787	37.577	29.073	21.824	23.499
Cuneo	122.998	118.071	128.825	160.953	149.015	122.494	90.161	55.517	71.627
Asti	48.045	46.292	50.870	65.204	63.061	48.387	43.361	43.623	25.135
Alessandria	125.061	120.056	130.756	166.075	152.620	116.953	103.795	81.603	64.991
Totale Piemonte	**1.041.169**	**1.001.476**	**1.088.101**	**1.350.040**	**1.293.945**	**987.521**	**739.583**	**547.685**	**545.411**

Tab. 3.2.ii – Benzina motori

Elaborazione META

	GPL								
	totale autotrazione								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	26.718	17.441	36.997	43.946	48.227
Vercelli	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10.750	1.114	3.877	4.168	4.165
Biella	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	853	81	226	600	2.094
Novara	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17.585	3.583	9.318	7.248	9.590
Verbano-Cusio Ossola	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0			1.556	1.778
Cuneo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9.331	9.870	14.534	6.019	5.007
Asti	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.564	1.986	2.248	3.955	3.650
Alessandria	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6.397	4.653	9.744	10.239	8.130
Totale Piemonte	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**74.198**	**38.728**	**76.944**	**77.731**	**82.641**

	GPL								
	rete				autotrazione rete				
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Torino	n.d.	8.786	9.983	13.363	11.805	13.763	33.594	48.599	55.638
Vercelli	n.d.	2.668	2.284	1.477	1.721	841	3.221	4.168	4.201
Biella	n.d.	0	0	0	193	81	199	600	2.094
Novara	n.d.	1.766	1.761	1.241	1.540	982	4.442	8.041	10.437
Verbano-Cusio Ossola	n.d.	0	0	0	0			1.556	1.778
Cuneo	n.d.	2.488	3.768	3.364	2.855	6.543	9.723	11.295	12.253
Asti	n.d.	858	1.520	1.624	1.854	1.431	2.248	3.955	3.650
Alessandria	n.d.	2.405	4.457	4.522	3.077	3.624	9.621	11.540	10.557
Totale Piemonte	**n.d.**	**18.972**	**23.773**	**25.592**	**23.045**	**27.265**	**63.048**	**89.754**	**100.608**

Tab. 3.2.iii – GPL

Elaborazione META

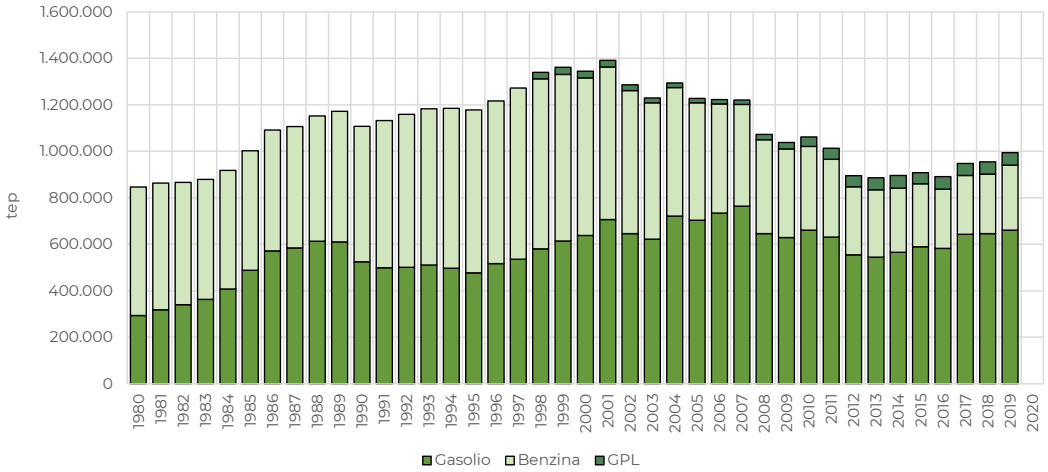


Fig. 3.2.i – Riepilogo Gasolio, Benzina e GPL

Elaborazione META

	CARBURANTI AUTOTRAZIONE								
	TOTALE CITTA' METROPOLITANA DI TORINO								
	t								
Provincia	*1980*	*1985*	*1990*	*1995*	*2000*	*2005*	*2010*	*2015*	*2019*
Gasolio	293.697	487.833	524.798	477.098	637.809	703.007	660.676	589.755	661.178
Benzina	553.139	514.165	582.459	700.837	677.873	505.637	360.166	270.134	279.857
GPL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	29.390	19.185	40.697	48.341	53.050
Totale	**846.836**	**1.001.998**	**1.107.257**	**1.177.935**	**1.345.072**	**1.227.830**	**1.061.539**	**908.229**	**994.084**

Tab. 3.2.iv – Riepilogo Gasolio, Benzina e GPL

Elaborazione META

4 Componente aria

4.1 Premessa

È del tutto evidente come il PUMS, in quanto strumento di programmazione delle politiche e degli interventi sul sistema di domanda e offerta di mobilità, abbia una stretta correlazione con la tematica della qualità dell'aria. Si è perciò ritenuto opportuno trattare in modo approfondito la tematica aria, sia in relazione al contesto normativo di riferimento, sia in riferimento allo stato della componente e alla ricostruzione del contesto emissivo di riferimento.

4.2 Riferimenti normativi

Si richiamano, di seguito, per gli inquinanti oggetto di studio, i valori limite definiti dalla normativa italiana, in particolare contenuti nel Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE. In Tab. 4.2.i sono indicati, per tali inquinanti, i relativi periodi di mediazione ed i valori limite.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
NO_2	Soglia di allarme	Ora	400 µg/m³
	Valore limite orario per la protezione della salute umana		200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per l'anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m³
NO_x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m³
PM_{10}	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m³
$PM_{2.5}$	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m³
CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	10 mg/m³
O_3	Soglia d'informazione	Ora	180 µg/m³
	Soglia di allarme	Ora	240 µg/m³
	Valore obiettivo	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	120 µg/m³ da non superare più di 25 volte come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40 da maggio a luglio	18000 µg/m³ come media su 5 anni
C6H6	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m³

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
Benzo(a)pirene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	1 ng/m^3
SO_2	Soglia di allarme	Ora	500 µg/m^3
	Valore limite orario per la protezione della salute umana		350 µg/m^3 da non superare più di 24 volte per l'anno civile
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	125 µg/m^3 da non superare più di 3 volte per l'anno civile
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	20 µg/m^3

Tab. 4.2.i – Valori limite di qualità dell'aria (Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155)
Elaborazione TerrAria

Si ricorda che l'agglomerato di Torino è soggetto a due procedure di infrazione da parte della Comunità europea.

- Procedura di infrazione n.2014/2147: il 14/07/2014 la commissione europea ha avviato una fase di precontenzioso per i superamenti dei valori limite di PM10 registrati sul territorio nazionale a partire dal 2005. La Commissione Europea in data 16/06/2016 ha inviato una lettera di costituzione in mora per l'Italia per la violazione dell'art. 13, paragrafo 1 - superamento del limite giornaliero di PM10 di 50 µg/m^3, per più di 35 giorni per anno civile. Per quanto riguarda il Piemonte vengono contestati i superamenti di PM10 per il periodo 2005 – 2015 per l'agglomerato di Torino nella zona di pianura e nella zona di collina. Nel settembre 2016, la Regione ha inviato un elenco delle misure, delle azioni e delle disposizioni realizzate sul proprio territorio dal 2005 al 2015, affinché il Ministero potesse formulare le proprie controdeduzioni nei confronti della procedura
- Procedura di infrazione n.2015/2043: la Direttiva 2008/50/CE individuava il 1° gennaio 2010 come termine ultimo per il rispetto degli standard fissati per il biossido di azoto. L'Italia ha presentato istanza di proroga per tale termine per 48 zone del territorio nazionale in cui si presentavano superamenti dei limiti. Con la Decisione C (2012) 4524 del 6/07/2012 la Commissione, ha accettato la richiesta di proroga per diverse zone ma non per la zona metropolitana di Torino. La Commissione ha concesso agli Stati membri, di formulare una eventuale nuova richiesta di proroga nel caso in cui, per le zone escluse, fossero stati decisi ulteriori interventi per la riduzione delle emissioni rispetto a quanto già comunicato con l'istanza precedente. Il 9/04/2013 sono state inviate al Ministero dell'Ambiente, per la trasmissione alla Commissione Europea ma la zona metropolitana di Torino non è stata esclusa. Questa situazione è sfociata in una nuova messa in mora dell'Italia, appunto con l'Infrazione n. 2015/2043 con riferimento ai valori limite di biossido di azoto. La procedura di infrazione, per quanto concerne il Piemonte, riguarda solo l'agglomerato di Torino.

Tale condizione rende ancora più urgente intervenire in modo efficace e dirimente sulle politiche trasportistiche e della mobilità.

4.3 Inquadramento territoriale

Al fine di ricostruire lo stato della qualità dell'aria a livello regionale, con delibera della Giunta regionale del 29 dicembre 2014 n. 41-855, la Regione Piemonte ha approvato la nuova zonizzazione regionale relativa alla qualità dell'aria ambiente che suddivide il territorio in zone ed agglomerati sulla base degli obiettivi di protezione per la salute umana per gli inquinanti NO_2, SO_2, C_6H_6, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono. Tali zone includono aree

territoriali che presentano peculiarità affini sulla base di aspetti quali il carico emissivo, l'orografia, le caratteristiche meteo-climatiche ed il grado di urbanizzazione del territorio.

Le zone ed agglomerati sono i seguenti:

- Agglomerato di Torino - codice zona IT0118;
- Zona denominata Pianura - codice zona IT0119;
- Zona denominata Collina - codice zona IT0120;
- Zona denominata di Montagna - codice zona IT0121;

Tale suddivisione è valida per tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'ozono per il quale invece esistono solo 2 zone: l'agglomerato di Torino e la restante parte della regione denominata Piemonte (codice zona IT0122).

Sita nella porzione centro-occidentale della regione, la Città Metropolitana di Torino comprende tutte le zone identificate dalla zonizzazione regionale, come si evince da Fig. 4.3.i.

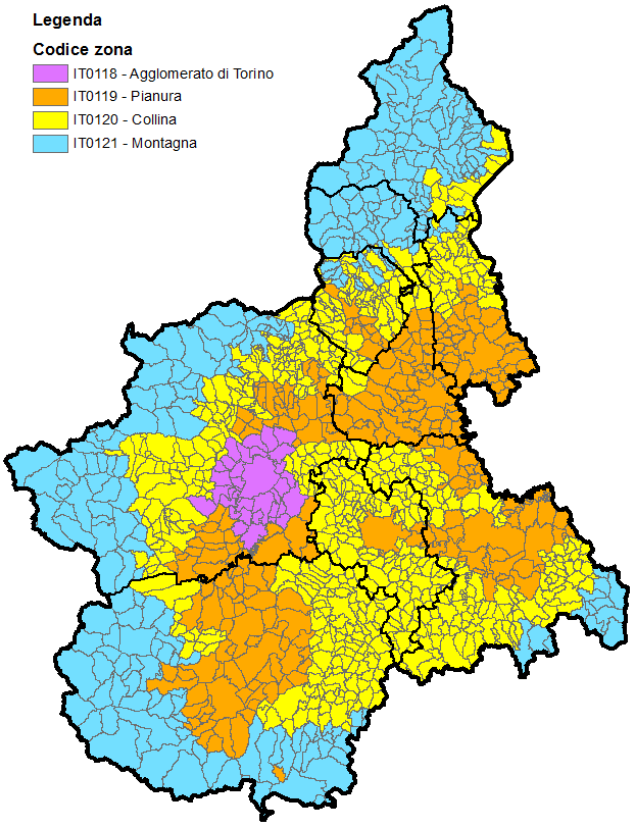


Fig. 4.3.i – Zonizzazione della Regione Piemonte
Elaborazione TerrAria

Analogamente all'intero bacino padano, il Piemonte è caratterizzato da sfavorevoli condizioni di dispersione degli inquinanti atmosferici quali alta pressione, elevata stabilità atmosferica, prolungata inversione termica, venti deboli; tali peculiarità determinano, in ambiti sia rurali che urbani, livelli di fondo piuttosto elevati, ai quali si aggiungono i contributi dovuti alle sorgenti locali. Nelle aree urbane di pianura, in cui la densità di popolazione e le attività produttive risultano particolarmente significative, si misurano generalmente le maggiori concentrazioni di inquinanti.

Le situazioni critiche a scala regionale in termini di qualità dell'aria sono legate ai seguenti inquinanti, quali il particolato (PM_{10} e $PM_{2.5}$), l'ozono (O_3), il biossido di azoto (NO_2) e il benzo(a)pirene (BaP).

4.4 Qualità dell'aria: analisi delle concentrazioni inquinanti

Di seguito si riporta l'analisi della qualità dell'aria della Città Metropolitana di Torino e dell'area circostante, considerando un buffer di 25 km rispetto ai confini provinciali, per il triennio 2017 - 2019.

4.4.1 Inquadramento territoriale

La rete di monitoraggio considerata è costituita da 37 stazioni, appartenenti alle regioni Piemonte e Valle d'Aosta. Le caratteristiche di tali centraline sono riportate nelle tabelle seguenti e la relativa ubicazione è indicata in Fig. 4.4.i mediante l'identificativo presente in tabella.

ID Staz.	Stazione	Coordinate WGS84/UTM 32N		Tipologia	Inquinanti monitorati
		X (m)	Y (m)		
1	Ivrea	412'269	5'033'687	Fondo-suburbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, B(a)P
2	Ceresole Reale	362'750	5'032'242	Fondo-rurale	PM_{10}, NO_2, O_3, B(a)P
3	Druento	386'869	5'003'485	Fondo-rurale	PM_{10}, NO_2, O_3, B(a)P
4	Leinì (GDF)	398'765	5'003'348	Fondo-suburbano	PM_{10}, NO_2, CO, O_3
5	Borgaro	394'518	5'001'005	Fondo-suburbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, C_6H_6, B(a)P
6	Susa	346'687	5'000'254	Fondo-suburbano	PM_{10}, NO_2, O_3, B(a)P
7	Settimo T.se	403'942	4'999'584	Traffico-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, C_6H_6, B(a)P
8	TO-Grassi	394'836	4'996'153	Traffico-urbano	PM_{10}, B(a)P
9	TO-Piazza Rebaudengo	397'361	4'995'339	Traffico-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, CO, C_6H_6, SO_2, B(a)P
10	TO-Consolata	395'961	4'992'226	Traffico-urbano	PM_{10}, NO_2, CO, C_6H_6, SO_2, B(a)P
11	Collegno	388'061	4'991'997	Traffico-urbano	PM_{10}, NO_2
12	Baldissero (GDF)	404'980	4'991'698	Fondo-rurale	PM_{10}, NO_2, CO, O_3
13	Oulx	329'541	4'989'094	Traffico-suburbano	PM_{10}, NO_2, CO, B(a)P
14	TO-Rubino	391'781	4'988'521	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, O_3, C_6H_6, B(a)P
15	Beinasco (TRM)	389'527	4'987'219	Fondo-suburbano	NO_2, C_6H_6
16	TO-Lingotto	393'571	4'986'609	Fondo-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, C_6H_6, B(a)P
17	Orbassano	385'702	4'984'737	Fondo-suburbano	NO_2, O_3
18	Chieri	408'380	4'983'914	Fondo-suburbano	$PM_{2.5}$, NO_2, O_3
19	Vinovo	392'417	4'978'446	Fondo-suburbano	NO_2, O_3, C_6H_6
20	Pinerolo	368'130	4'971'455	Fondo-urbano	PM_{10}
21	Carmagnola	398'375	4'966'819	Traffico-urbano	PM_{10}, NO_2, B(a)P

Tab. 4.4.i - Anagrafica delle stazioni di qualità dell'aria considerate all'interno del territorio della Città Metropolitana di Torino

Elaborazione TerrAria

ID Staz.	Stazione	Coordinate WGS84/UTM 32N		Tipologia	Inquinanti monitorati
		X (m)	Y (m)		
22	Trivero	434'550	5'057'086	Fondo-suburbano	PM_{10}, NO_2, O_3, B(a)P
23	Cossato	436'608	5'046'495	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, O_3, C_6H_6, B(a)P
24	Biella Largo Lamarmora	425'959	5'046'064	Traffico-urbano	PM_{10}, NO_2, CO, B(a)P
25	Biella via Don Sturzo	426'356	5'045'464	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, O_3, C_6H_6, SO_2, B(a)P
26	Cigliano Autostrada	424'992	5'016'139	Traffico-rurale	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, CO, C_6H_6, SO_2
27	Casale M.to (AL)	456'375	4'998'222	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, C_6H_6
28	Asti D'Acquisto (AS)	437'279	4'973'141	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, O_3
29	Asti Baussano (AS)	436'639	4'971'513	Traffico-urbano	PM_{10}, NO_2, CO, C_6H_6, SO_2, B(a)P
30	Revello (CN)	375'359	4'953'025	Fondo-rurale	$PM_{2.5}$, NO_2, O_3
31	Bra (CN)	408'354	4'950'959	Traffico-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, B(a)P
32	Alba (CN)	423'396	4'950'492	Fondo-urbano	PM_{10}, NO_2, O_3, C_6H_6, B(a)P
33	Aosta Piazza Plouves (AO)	369'588	5'066'182	Fondo-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, CO, O_3, C_6H_6, SO_2, B(a)P
34	Aosta via Liconi (AO)	368'069	5'065'937	Fondo-urbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, O_3, B(a)P
35	Aosta via I Maggio (AO)	369'436	5'065'685	Industriale-suburbano	PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, B(a)P
36	Aosta Mont Fleury (AO)	367'653	5'065'516	Fondo-suburbano	NO_2, O_3
37	Aosta Pépinière (AO)	370'070	5'065'506	Industriale-suburbano	PM_{10}, NO_2, B(a)P
38	Donnas Montey (AO)	403'790	5'049'969	Fondo-rurale	PM_{10}, NO_2, O_3

Tab. 4.4.ii - Anagrafica delle stazioni di qualità dell'aria considerate entro 25 km dai confini della Città Metropolitana di Torino

Elaborazione TerrAria

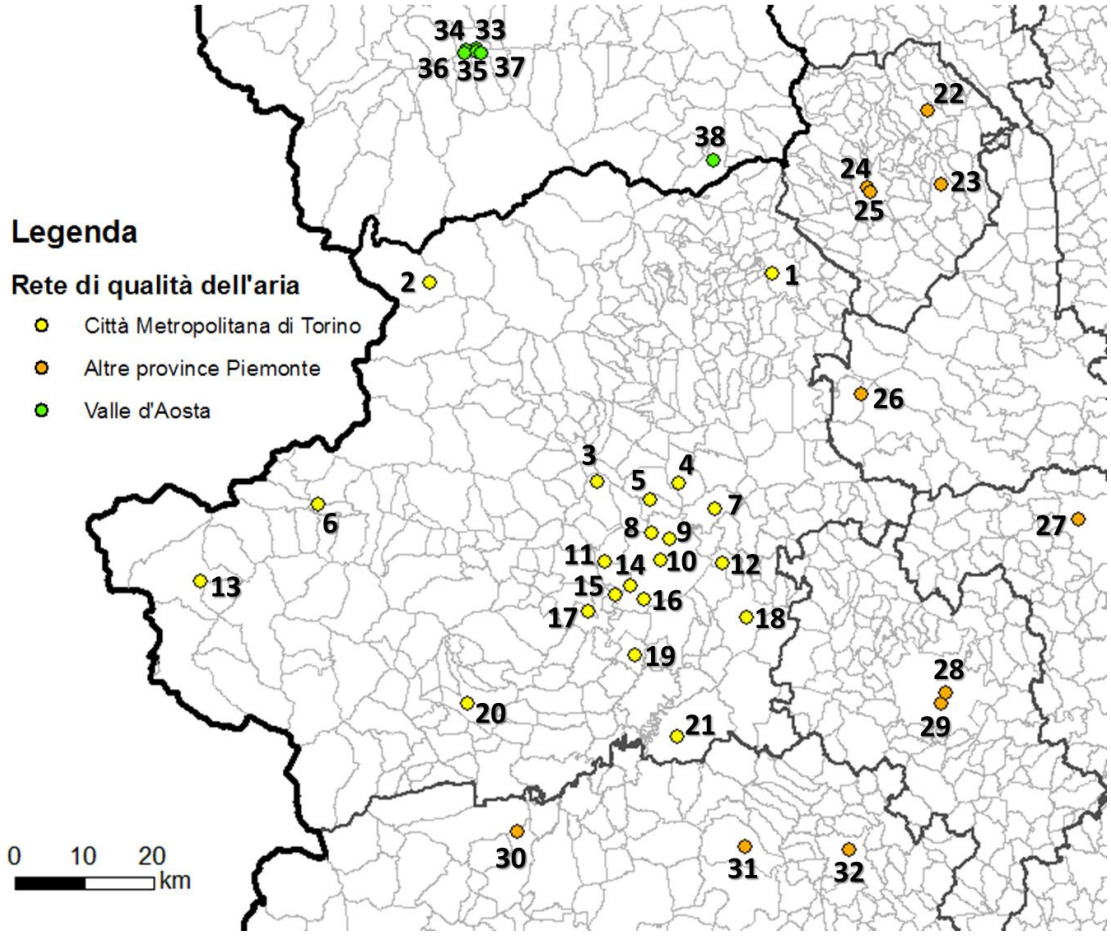


Fig. 4.4.i – Localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria considerate
Elaborazione TerrAria

La rete fissa di qualità dell'aria è integrata da laboratori mobili, posizionati in aree dove si renda necessaria una stima dello stato di qualità dell'aria. La stazione mobile è dotata di sensori meteorologici e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici, quali ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatore di particolato atmosferico PM_{10}, la cui concentrazione è determinata per via gravimetrica. Solitamente per i siti prescelti sono pianificate due campagne di monitoraggio in periodi differenti dell'anno, in modo da acquisire informazioni ambientali con diverse condizioni meteo-climatiche. Nella tabella seguente sono indicati i comuni interessati da campagne mobili a partire dal 2017.

Comune	Periodo I	Periodo II
Villastellone	Gen-Feb 2020	-
Torino P.zza Baldissera	Gen-Feb 2019	Giu-Lug 2019
Brandizzo	Mag-Giu 2019	Nov-Dic 2019
Villar Focchiardo	Ott-Nov 2019	-
Frossasco	Dic 2020-Gen 2019	-
Front	Giu-Lug 2017	Gen-Feb 2018
Torino Via Artisti	Feb-Mar 2018	Set-Ott 2018
Orbassano	Nov 2017	Mar-Apr 2018
Pomaretto	Dic 2017-Gen 2018	Lug-Ago 2018
Borgone	Nov-Dic 2017	Ago 2018
Ciriè	Ott-Nov 2018	-

Comune	Periodo I	Periodo II
Luserna San Giovanni	Lug-Ago 2016	Dic 2016-Gen 2017
Rivalta di Torino	Feb-Mar 2017	-
Montanaro	Mar-Apr 2017	-
Rivarolo C.se	Feb-Mar 2016	Giu 2017
Favria	Nov 2016	Lug-Ago 2017
Santena	Set-Ott 2016	Ago-Set 2017
Condove	Mar-Apr 2016	Set-Ott 2017

Tab. 4.4.iii – Campagne mobili effettuate dal 2017 nella Città Metropolitana di Torino

Nelle tabelle seguenti si riportano le completezze dei dati monitorati dalle centraline fisse di qualità dell'aria per il triennio 2017 - 2019. Per le stazioni fisse, ai sensi del Decreto Legislativo 155/2010, è richiesta una completezza dei dati (rendimento strumentale) almeno pari al 90% per ogni analizzatore in continuo ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua. Come emerge dalle tabelle successive, per il triennio considerato si registrano alcune criticità in merito alla completezza dei dati. Nei paragrafi seguenti si riporta l'analisi specifica per ciascun inquinante; in rosso sono indicati i superamenti dei rispettivi limiti di legge.

Stazione	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	CO	C6H6	SO_2	O_3	B(a)P
Baldissero (GDF)	93%	-	98%	99%	-	-	97%	-
Beinasco (TRM)	94%	94%	98%	-	92%	-	-	94%
Borgaro	94%	95%	94%	-	96%	-	91%	94%
Carmagnola	98%	-	100%	-	-	-	-	98%
Ceresole Reale	92%	91%	94%	-	-	-	94%	92%
Chieri	-	93%	93%	-	-	-	89%	-
Collegno	94%	-	96%	-	-	-	-	-
Druento	98%	-	93%	-	-	-	94%	98%
Ivrea	89%	96%	97%	-	-	-	98%	89%
Leinì (GDF)	93%	88%	91%	96%	-	-	93%	-
Orbassano	-	-	96%	-	-	-	94%	-
Oulx	94%	-	95%	92%	-	-	-	94%
Pinerolo	98%	-	-	-	-	-	-	-
Settimo T.se	78%	98%	98%	-	82%	-	-	30%
Susa	98%	-	96%	-	-	-	95%	98%
TO-Consolata	95%	-	96%	94%	96%	91%	-	95%
TO-Grassi	95%	-	-	-	-	-	-	95%
TO-Lingotto	90%	93%	94%	-	79%	-	93%	90%
TO-Piazza Rebaudengo	98%	96%	95%	92%	94%	94%	-	98%
TO-Rubino	97%	-	87%	-	94%	-	93%	97%
Vinovo	-	-	94%	-	96%	-	96%	-

Tab. 4.4.iv - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2017. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90%

Elaborazione TerrAria

Stazione	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	CO	C6H6	SO_2	O_3	B(a)P
Baldissero (GDF)	98%	-	96%	93%	-	-	86%	-
Beinasco (TRM)	97%	97%	99%	-	93%	-	-	97%
Borgaro	96%	96%	95%	-	94%	-	96%	96%
Carmagnola	99%	-	99%	-	-	-	-	99%
Ceresole Reale	80%	78%	90%	-	-	-	86%	80%
Chieri	-	91%	94%	-	-	-	83%	-
Collegno	88%	-	98%	-	-	-	-	-
Druento	99%	-	99%	-	-	-	93%	99%
Ivrea	94%	89%	91%	-	-	-	91%	94%
Leinì (GDF)	51%	55%	99%	99%	-	-	85%	-
Orbassano	-	-	97%	-	-	-	93%	-
Oulx	97%	-	98%	95%	-	-	-	97%
Pinerolo	94%	-	-	-	-	-	-	-
Settimo T.se	86%	96%	97%	-	96%	-	-	86%
Susa	96%	-	99%	-	-	-	93%	96%
TO-Consolata	92%	-	96%	91%	94%	98%	-	92%
TO-Grassi	84%	-	-	-	-	-	-	84%
TO-Lingotto	89%	89%	90%	-	83%	-	89%	-
TO-Piazza Rebaudengo	98%	91%	95%	96%	91%	99%	-	98%
TO-Rubino	87%	-	98%	-	95%	-	89%	87%
Vinovo	-	-	88%	-	91%	-	88%	-

Tab. 4.4.v - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2018. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90%

Elaborazione TerrAria

Stazione	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	CO	C6H6	SO_2	O_3	B(a)P
Baldissero (GDF)	68%	-	97%	93%	-	-	95%	-
Beinasco (TRM)	97%	97%	100%	-	86%	-	-	96%
Borgaro	85%	98%	92%	-	97%	-	94%	86%
Carmagnola	98%	-	92%	-	-	-	-	98%
Ceresole Reale	82%	81%	93%	-	-	-	94%	88%
Chieri	-	95%	96%	-	-	-	90%	-
Collegno	96%	-	99%	-	-	-	-	-
Druento	97%	-	97%	-	-	-	99%	97%
Ivrea	80%	96%	94%	-	-	-	98%	81%
Leinì (GDF)	96%	54%	92%	-	-	-	94%	98%
Orbassano	-	-	99%	-	-	-	95%	-
Oulx	92%	-	99%	88%	-	-	-	95%
Pinerolo	93%	-	-	-	-	-	-	-
Settimo T.se	96%	97%	99%	-	91%	-	-	97%
Susa	95%	-	98%	-	-	-	97%	97%
TO-Consolata	94%	-	98%	83%	89%	100%	-	96%
TO-Grassi	98%	-	-	-	-	-	-	98%

Stazione	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NO_2	CO	C6H6	SO_2	O_3	B(a)P
TO-Lingotto	96%	94%	90%	-	88%	-	99%	96%
TO-Piazza Rebaudengo	96%	85%	77%	99%	70%	72%	-	96%
TO-Rubino	84%	-	99%	-	97%	-	99%	85%
Vinovo	-	-	98%	-	93%	-	87%	-

Tab. 4.4.vi - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2019. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90%

Elaborazione TerrAria

4.4.2 Ossidi di azoto

Il biossido di azoto è un inquinante critico nell'area d'interesse. Le concentrazioni medie annue di NO_2, riassunte in Tab. 4.4.vii, talvolta non rispettano il limite normativo pari a 40 µg/m^3, in particolare nelle stazioni di traffico come Beinasco, Collegno e Torino-Rebaudengo, che superano il valore limite per la protezione della salute umana per l'intero triennio di analisi. Tali stazioni sono collocate nell'area urbana torinese in siti di traffico con flussi veicolari significativi o in situazioni di canyon urbano. Le concentrazioni medie annue del 2017 risultano nel complesso generalmente più elevate rispetto al biennio successivo. In Fig. 4.4.ii si riportano le concentrazioni medie annue di NO_2 del 2019, anno più recente disponibile, evidenziando la distribuzione degli sforamenti del limite normativo (in rosso).

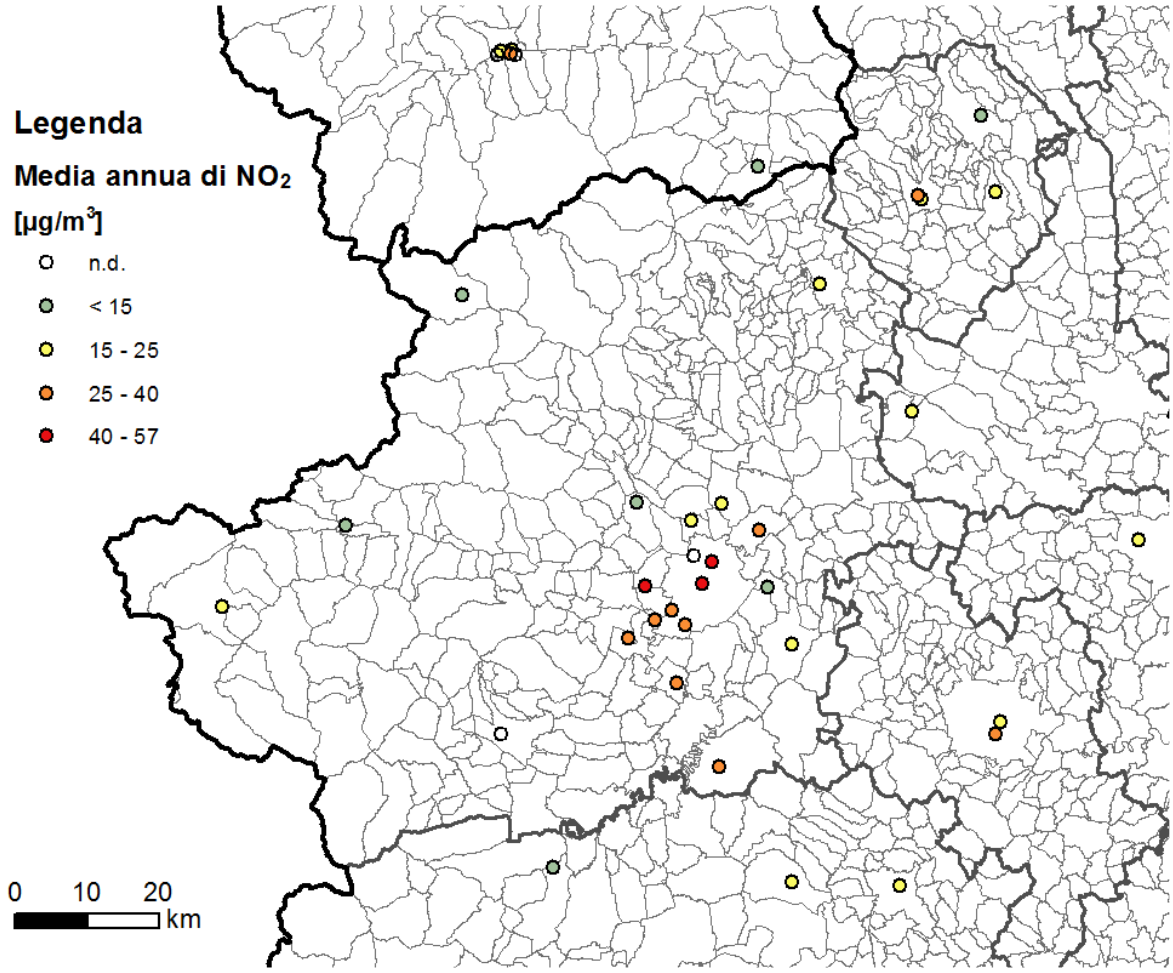


Fig. 4.4.ii – Concentrazioni medie annue di NO_2 del 2019 delle stazioni considerate

Elaborazione TerrAria

Per quanto riguarda il limite orario di 200 µg/m³ (Tab. 4.4.viii) imposto dalla normativa, l'unica criticità è relativa alla stazione di Torino-Rebaudengo che nel 2017 ha oltrepassato i 18 superamenti concessi dalla normativa.

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	15	11	15	40 µg/m³
Beinasco (TRM)	48	38	31	
Borgaro	30	30	25	
Carmagnola	42	38	34	
Ceresole Reale	5	6	6	
Chieri	22	20	21	
Collegno	58	53	46	
Druento	12	12	11	
Ivrea	24	22	24	
Leinì (GDF)	32	27	23	
Orbassano	34	30	31	
Oulx	17	19	21	
Settimo T.se	36	33	36	
Susa	19	16	15	
TO-Consolata	59	52	53	
TO-Lingotto	40	34	37	
TO-Piazza Rebaudengo	80	56	57(*)	
TO-Rubino	35(*)	31	33	
Vinovo	36	26(*)	28	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.vii – Concentrazioni medie annue di NO_2 per il periodo 2017 - 2019
Elaborazione TerrAria

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	0	0	0	Valore limite orario: 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile
Beinasco (TRM)	0	0	1	
Borgaro	0	0	0	
Carmagnola	0	0	0	
Ceresole Reale	0	0	0	
Chieri	0	0	0	
Collegno	6	0	0	
Druento	0	0	0	
Ivrea	0	0	0	
Leinì (GDF)	0	0	0	
Orbassano	0	0	0	
Oulx	0	0	0	
Settimo T.se	0	0	0	
Susa	0	0	0	

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
TO-Consolata	1	0	0	
TO-Lingotto	0	0	0	
TO-Piazza Rebaudengo	25	1	11(*)	
TO-Rubino	0(*)	0	0	
Vinovo	0	0(*)	0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.viii – Superamenti del limite orario di NO_2 per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

4.4.3 Particolato

PM_{10}

In termini di concentrazioni annue, la rete di monitoraggio non evidenzia criticità nel biennio 2018-2019, risultato particolarmente favorevole dal punto di vista meteo-climatico. Nel 2017, invece, 5 centraline della rete considerata localizzate a Torino, Settimo e Carmagnola hanno superato il limite normativo pari a 40 µg/m³ (Tab. 4.4.ix). In generale, le concentrazioni registrate dalle centraline evidenziano un trend di miglioramento nel periodo considerato con valori massimi rilevati nel 2017 e minimi nel 2019. In Fig. 4.4.iii sono rappresentate le concentrazioni medie annue di PM_{10} del 2019.

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	11	8	n.d.	40 µg/m³
Beinasco (TRM)	36	28	27	
Borgaro	38	30	26(*)	
Carmagnola	45	36	35	
Ceresole Reale	11	11(*)	9(*)	
Collegno	40	33(*)	30	
Druento	27	22	19	
Ivrea	31(*)	25	24(*)	
Leinì (GDF)	34	32(*)	26	
Oulx	18	18	15	
Pinerolo	26	20	19	
Settimo T.se	44(*)	36(*)	34	
Susa	22	18	15	
TO-Consolata	43	33	28	
TO-Grassi	47	40(*)	38	
TO-Lingotto	39	28(*)	27	
TO-Piazza Rebaudengo	46	39	34	
TO-Rubino	39	29(*)	28(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.ix – Concentrazioni medie annue di PM_{10} per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

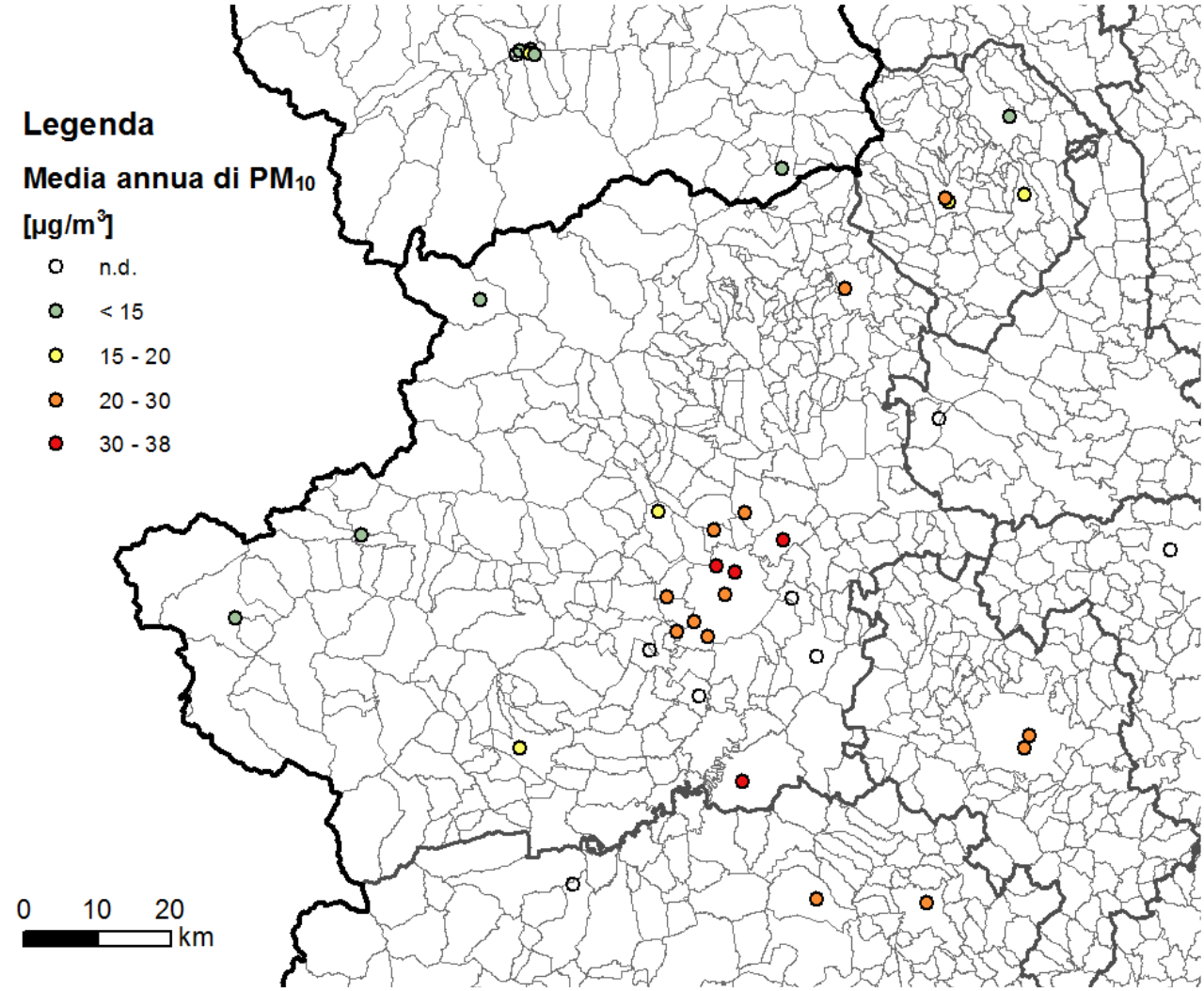


Fig. 4.4.iii – Concentrazioni medie annue di PM_{10} del 2019 delle stazioni considerate

La situazione appare più critica analizzando il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ imposto dalla normativa. Sebbene il numero di superamenti si sia ridotto rispetto all'anno 2017, anche nel 2019 la maggioranza delle stazioni della Città Metropolitana di Torino evidenziano un eccesso di superamenti rispetto ai 35 concessi dalla normativa. La situazione risulta migliore invece all'esterno dei confini provinciali, ad eccezione delle stazioni posizionate nella città di Asti. Per aiutare la visualizzazione spaziale delle criticità legate ai superamenti annui di PM_{10}, nella tabella successiva si riportano gli sforamenti registrati dalle stazioni nel 2019.

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	1	0	n.d.	Valore limite giornaliero: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile
Beinasco (TRM)	88	41	49	
Borgaro	90	42	28(*)	
Carmagnola	122	69	69	
Ceresole Reale	6	0(*)	1(*)	
Collegno	102	56(*)	50	
Druento	41	15	10	
Ivrea	60(*)	28	29(*)	

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Leinì (GDF)	79	28(*)	44	
Oulx	8	1	0	
Pinerolo	40	11	5	
Settimo T.se	99(*)	65(*)	63	
Susa	27	6	1	
TO-Consolata	108	55	45	
TO-Grassi	112	76(*)	83	
TO-Lingotto	92	39(*)	48	
TO-Piazza Rebaudengo	118	87	71	
TO-Rubino	97	33(*)	42(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.x – Superamenti del limite giornaliero di PM_{10} per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

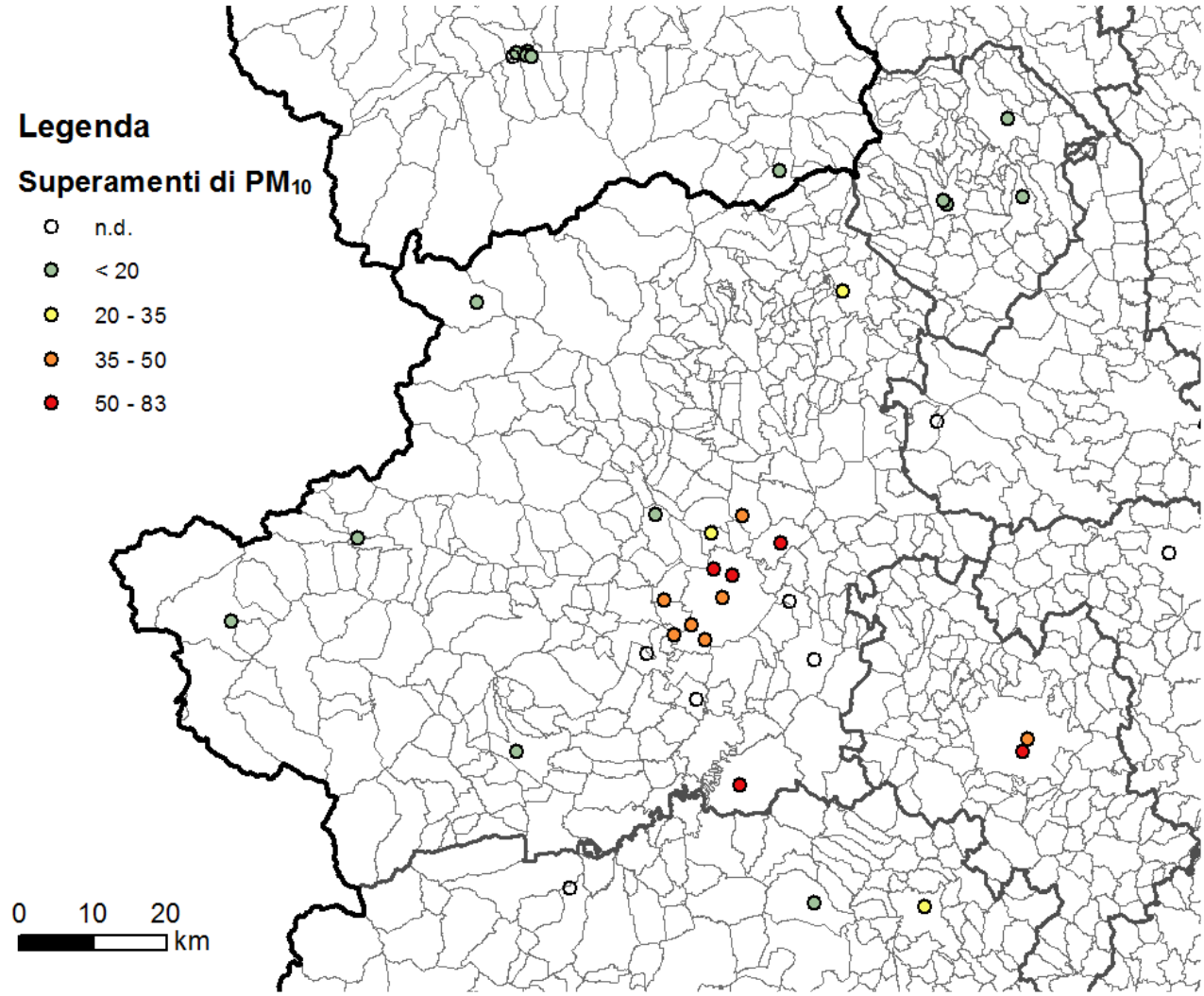


Fig. 4.4.iv – Superamenti annui di PM_{10} del 2019 delle stazioni considerate
Elaborazione TerrAria

PM2.5

Nel 2018 e nel 2019 le concentrazioni medie annue di $PM_{2.5}$ registrate dalle centraline di qualità dell'aria, e riportate in Tab. 4.4.xi, rispettano il limite normativo pari a 25 µg/m³. Il trend risulta fortemente in miglioramento per l'intera rete di monitoraggio, in particolare rispetto al 2017 in cui la quasi totalità della rete di monitoraggio della Città Metropolitana di Torino superava il limite annuo.

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Beinasco (TRM)	26	20	20	25 µg/m³
Borgaro	27	22	19	
Ceresole Reale	9	8(*)	6(*)	
Chieri	27	22	20	
Ivrea	24	19(*)	16	
Leinì (GDF)	26(*)	17(*)	20(*)	
Settimo T.se	30	24	22	
TO-Lingotto	27	21(*)	19	
TO-Piazza Rebaudengo	33	25	25	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xi – Concentrazioni medie annue di $PM_{2.5}$ per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

4.4.4 Monossido di carbonio

La normativa impone per il CO il limite di 10 mg/m³ sul massimo giornaliero della media mobile calcolata su 8 ore; tale statistica risulta ampiamente rispettata nell'intera rete di monitoraggio considerata per l'intero triennio 2017-2019, come si desume dalla tabella seguente.

Stazione	Massimo giornaliero della media calcolata su 8 ore [mg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	1.1	1	1.2	10 mg/m³
Leinì (GDF)	1.7	1.6	2.1	
Oulx	2.6	1.5	1.8(*)	
TO-Consolata	4.5	3.7	2.8(*)	
TO-Piazza Rebaudengo	4	2.4	2.1	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xii – Concentrazioni massime giornaliere calcolate come medie mobili su 8 ore di CO per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

4.4.5 Biossido di zolfo

Come emerge dalle tabelle seguenti, non si riscontrano criticità in termini di biossido di zolfo (SO_2) in alcuna centralina, infatti le concentrazioni medie annue risultano ampiamente al di sotto del

limite di legge e non si registrano superamenti né del limite giornaliero né del limite orario per l'intero triennio in esame.

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
TO-Consolata	7	7	7	20 µg/m³
TO-Piazza Rebaudengo	8	11	11(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xiii – Media annuale di SO_2 per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
TO-Consolata	0	0	0	Valore limite giornaliero: 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile
TO-Piazza Rebaudengo	0	0	0(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xiv – Superamenti del limite giornaliero di SO_2 per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
TO-Consolata	0	0	0	Valore limite orario: 350 µg/m³ da non superare più di 24 volte per anno civile
TO-Piazza Rebaudengo	0	0	0(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xv – Superamenti del limite orario di SO_2 per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

4.4.6 Benzene

In termini di benzene, le concentrazioni medie annue registrate dall'intera rete di monitoraggio considerata risultano largamente entro il limite normativo pari a 5 µg/m³ (Tab. 4.4.xvi).

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Beinasco (TRM)	1.3	1.0	1.0(*)	5 µg/m³
Borgaro	1.3	1.1	1.0	
Settimo T.se	1.6(*)	0.9	1.1	
TO-Consolata	1.7	0.9	1.2(*)	
TO-Lingotto	1.1(*)	1.0	0.9(*)	
TO-Piazza Rebaudengo	2.3	1.5	1.9(*)	
TO-Rubino	1.3	1.1	1.0	

Stazione	Media annua [µg/m³]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Vinovo	1.5	1.1	1.0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xvi – Concentrazioni medie annue di C_6H_6 per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

4.4.7 Ozono

Per quanto riguarda l'ozono, la situazione appare critica per la quasi totalità della rete di monitoraggio considerata, registrando un numero di superamenti superiore ai 25 concessi dalla normativa, valutati come media sul triennio rispetto al valore obiettivo per la salute umana pari a 120 µg/m³, inteso come massima concentrazione giornaliera calcolata come media mobile su 8 ore. Il numero di superamenti di tale limite e la relativa media sul triennio sono indicati nella tabella seguente per le centraline considerate.

Stazione	Superamenti media triennio			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2015-2017	2016-2018	2017-2019	
Baldissero (GDF)	64	64(*)	67	Valore limite giornaliero della media mobile su 8 ore: 120 µg/m³ da non superare più di 25 volte come media su 3 anni
Borgaro	54	40	37	
Ceresole Reale	45	29(*)	24	
Chieri	60	55(*)	52	
Druento	58	54	48	
Ivrea	44	39	42	
Leinì (GDF)	39	34(*)	32	
Orbassano	78	79	73	
Susa	41	44	37	
TO-Lingotto	46	43(*)	49	
TO-Rubino	50	47(*)	47	
Vinovo	42	58(*)	54(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xvii – Superamenti del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O_3 per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

Nella figura seguente sono indicati i superamenti medi sull'ultimo triennio disponibile (2017-2019) del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O_3 per la rete di monitoraggio considerata, permettendo di osservare efficacemente la distribuzione a livello spaziale delle criticità legate all'ozono.

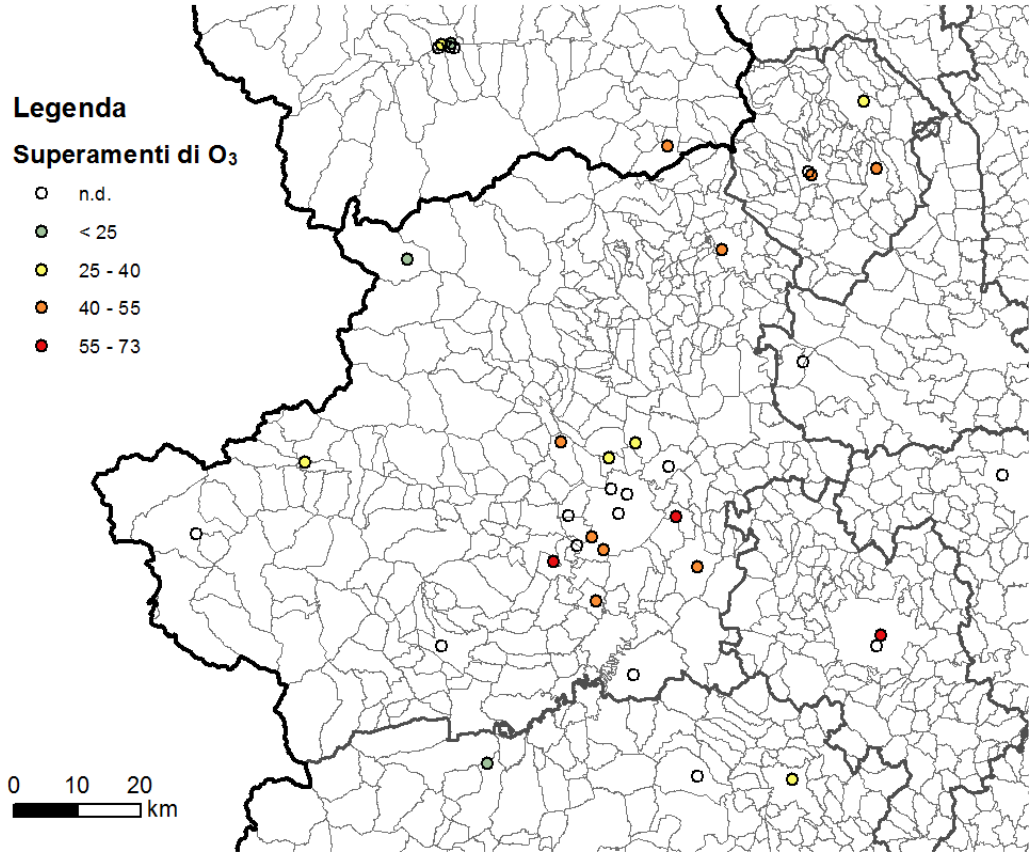


Fig. 4.4.v – Superamenti medi sul triennio 2017-2019 del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O_3

Elaborazione TerrAria

Nella tabella sottostante si riporta il numero di superamenti del triennio rispetto alla soglia oraria di informazione pari a 180 µg/m³.

Stazione	Superamenti			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Baldissero (GDF)	3	0(*)	3	Soglia di informazione: 180 µg/m³
Borgaro	6	2	5	
Ceresole Reale	37	0(*)	0	
Chieri	4	0(*)	1	
Druento	46	3	16	
Ivrea	7	0	1	
Leinì (GDF)	1	0(*)	5	
Orbassano	79	9	34	
Susa	6	0	0	
TO-Lingotto	7	3(*)	18	
TO-Rubino	6	4(*)	29	
Vinovo	12	9(*)	8(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xviii – Superamenti della soglia di informazione di O_3 per il periodo 2017 – 2019

Elaborazione TerrAria

4.4.8 Benzo(a)pirene

In termini di benzo(a)pirene, le concentrazioni medie annue rilevate dalla rete di monitoraggio rispettano il valore obiettivo pari a 1 ng/m^3, ad eccezione di Torino-Rebaudengo e Settimo per gli anni 2017 e 2019, come si evidenzia nella tabella seguente. In Fig. 4.4.vi è raffigurata la distribuzione delle concentrazioni medie annue di B(a)P per il 2019.

Stazione	Media annua [µg/m^3]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2017	2018	2019	
Beinasco (TRM)	0.8	0.5	0.8	1 ng/m^3
Borgaro	0.8	0.6	0.9(*)	
Carmagnola	0.8	0.5	0.8	
Ceresole	0.1	0.0	0.1	
Druento	0.3	0.2	0.3	
Ivrea	0.9(*)	0.6	0.8(*)	
Oulx	0.3	0.2	0.3	
Settimo T.se	1.3(*)	0.7(*)	1.1	
Susa	0.5	0.4	0.3	
TO-Consolata	0.7	0.4	0.5	
TO-Grassi	1.0	0.7(*)	0.9	
TO-Lingotto	0.8	0.5	0.8	
TO-Piazza Rebaudengo	1.6	0.7	1.2	
TO-Rubino	0.7	0.5(*)	0.5(*)	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%				

Tab. 4.4.xix – Concentrazioni medie annue di B(a)P per il periodo 2017 – 2019
Elaborazione TerrAria

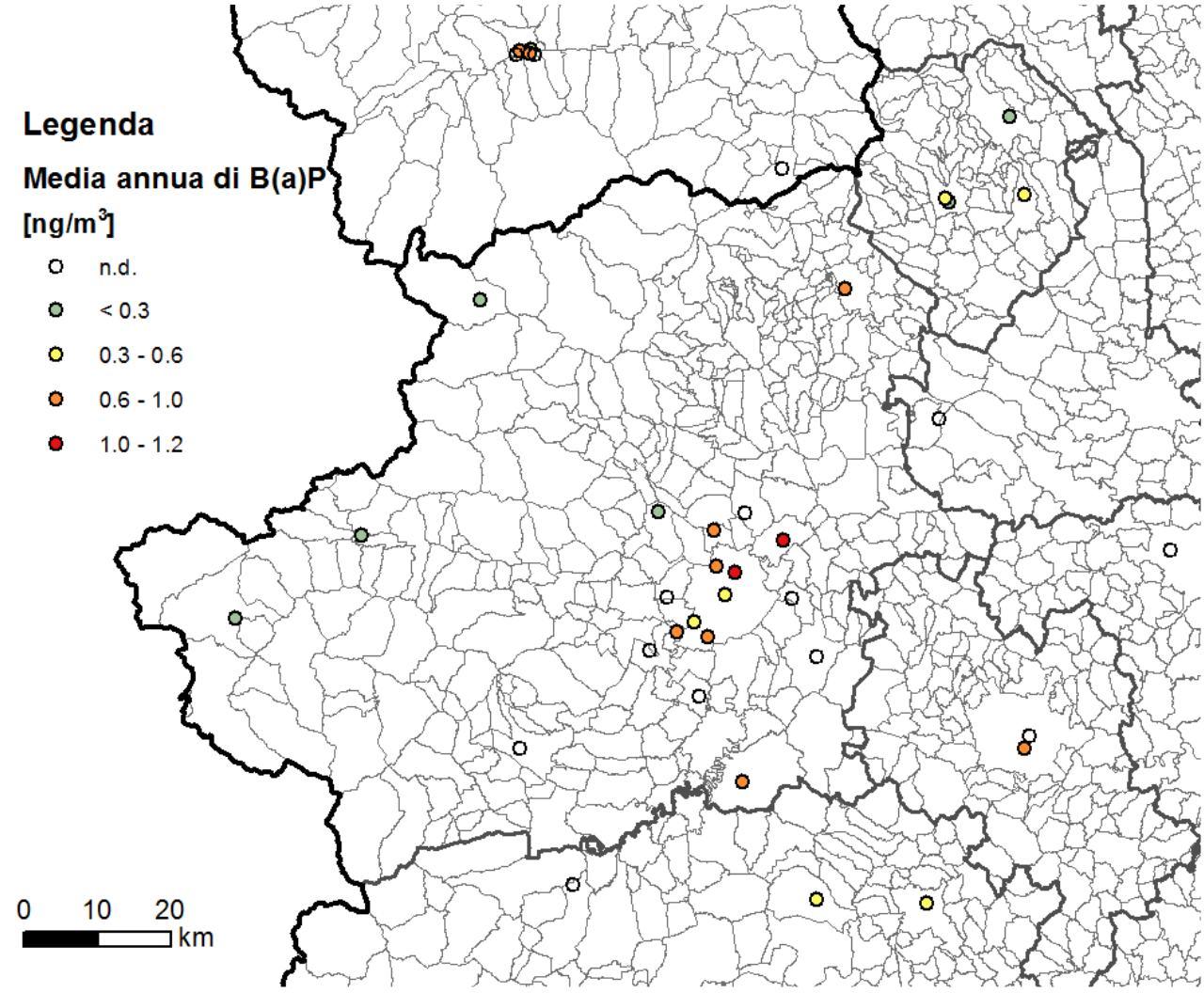


Fig. 4.4.vi – Concentrazioni medie annue di B(a)P del 2019 delle stazioni considerate
Elaborazione TerrAria

4.5 Analisi emissioni: Inventario regionale INEMAR

L'INventario EMissioni ARia (INEMAR) della Regione Piemonte, aggiornato all'anno 2013, include le emissioni totali annuali con dettaglio comunale di macro e microinquinanti, disaggregate per attività emissiva in funzione della classificazione SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution).

Le emissioni di INEMAR sono suddivise 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.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente le emissioni totali comunali e legate al solo macrosettore 7 in termini di ossidi di azoto (NO_X) e di particolato fine (PM_{10}) dell'intera regione. La distribuzione delle emissioni in termini di ossidi di azoto corrisponde alla rete stradale, essendo i trasporti stradali la principale fonte emissiva di tale inquinante. Per quanto riguarda invece il particolato primario (PM_{10}), le emissioni risultano concentrate nei principali centri abitati, in quanto maggiormente legate alle emissioni veicolari esauste (legate alla combustione) e anche non esauste (risospensione, polverosità derivante dall'usura dei freni e degli pneumatici).

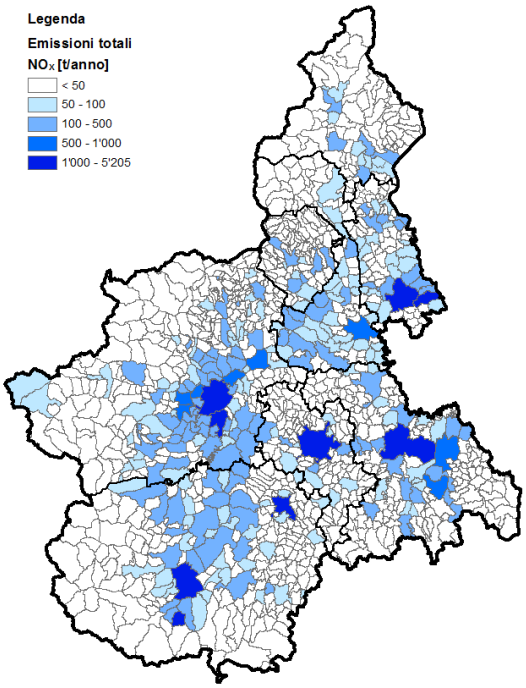


Fig. 4.5.i – Emissioni di NO_X per i comuni della Regione Piemonte
Elaborazione TerrAria

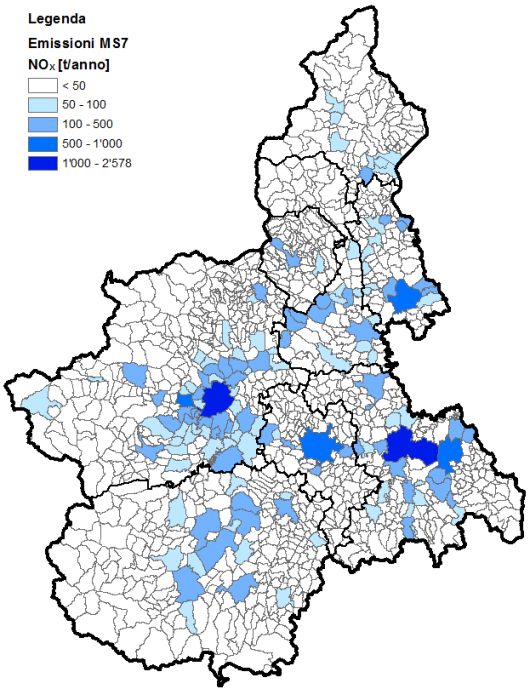


Fig. 4.5.ii – Emissioni di NO_X del macrosettore 7 per i comuni della Regione Piemonte
Elaborazione TerrAria

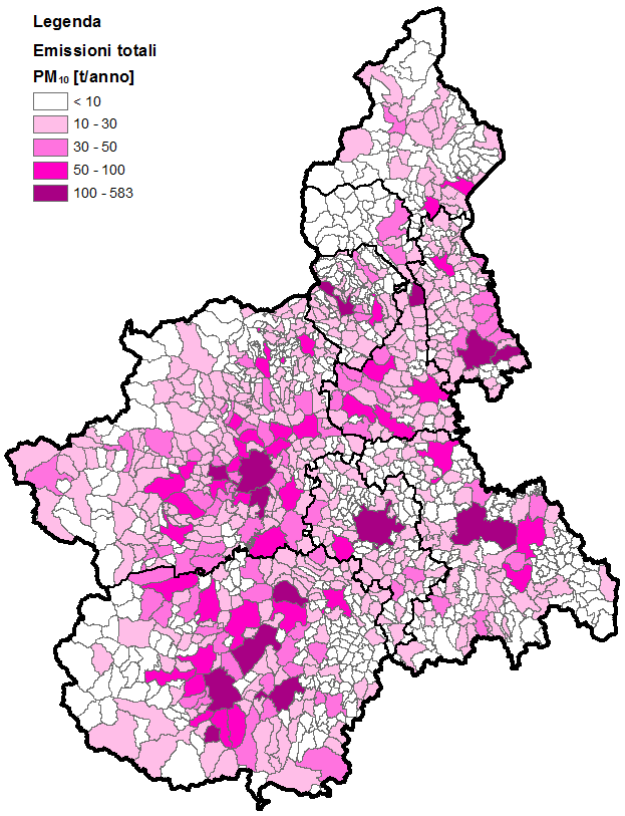


Fig. 4.5.iii – Emissioni di PM_{10} per i comuni della Regione Piemonte
Elaborazione TerrAria

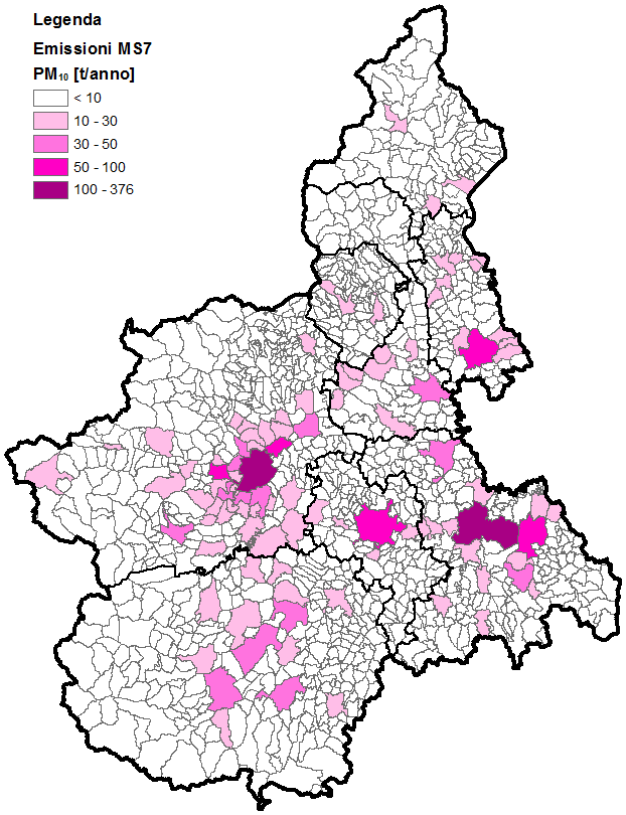


Fig. 4.5.iv – Emissioni di PM_{10} del macrosettore 7 per i comuni della Regione Piemonte
Elaborazione TerrAria

Nella tabella seguente si riportano le emissioni della Città Metropolitana di Torino tratte dall'inventario regionale INEMAR suddivise per macrosettore per gli inquinanti d'interesse: ossidi di azoto (NO_X), particolato (PM_{10} e $PM_{2.5}$), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO_2) e composti organici volatici non metanici (COVNM), classe di appartenenza del benzene. Le principali fonti emissive a livello provinciale sono relative al trasporto su strada (macrosettore 7), alla combustione non industriale (macrosettore 2) e combustione nell'industria (macrosettore 3) per tutti gli inquinanti ad eccezione dei composti organici volatici non metanici, per i quali risultano invece preponderanti i contributi forniti dai macrosettori 11, 6 e 10, rispettivamente altre sorgenti e assorbimenti, uso di solventi e agricoltura.

Macrosettore	NO_X	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	SO_2	COVNM
	[t/a]					
1	1'637	17	16	1'767	27	190
2	3'121	3'757	3'716	39'655	405	3'782
3	2'966	55	53	1'059	192	771
4	124	42	30	10	0.2	1'334
5	-	-	-	-	-	1'502
6	82	149	141	10	-	10'483
7	13'332	1'933	803	23'765	20	5'988
8	2'184	122	120	1'183	25	453
9	605	7	7	114	181	86
10	104	76	31	10	0.2	9'405
11	29	159	156	759	6	21'174
Totale	24'183	6'317	5'074	68'333	855	55'167

Tab. 4.5.i – Emissioni della Città Metropolitana di Torino
INEMAR 2013

Nella tabella e nelle figure seguenti si propone il parallelismo tra il comune di Torino, principale centro urbano della provincia, la Città metropolitana di Torino e la regione Piemonte: si può notare come il contributo percentuale del macrosettore 7 (trasporto su strada) sia in generale in linea a livello provinciale e regionale, mentre risulta disallineato rispetto ai valori del comune di Torino in termini di particolato, CO e COVNM.

Macrosettore	Area	NO_X	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CO	SO_2	COVNM
		[t/a]					
Macrosettore 7	Comune di Torino	2'578	376	191	7'923	4	2'200
	Città Metropolitana di Torino	13'332	1'933	803	23'765	20	5'988
	Regione Piemonte	31'792	4'863	1'808	49'236	46	11'832
Tutti i macrosettori	Comune di Torino	5'205	583	385	10'404	336	7'498
	Città Metropolitana di Torino	24'183	6'317	5'074	68'333	855	55'167
	Regione Piemonte	68'367	19'190	15'490	188'160	7'444	184'732
Contributo del macrosettore 7	Comune di Torino	49.5%	64.5%	49.6%	76.2%	1.3%	29.3%
	Città Metropolitana di Torino	55.1%	30.6%	15.8%	34.8%	2.3%	10.9%
	Regione Piemonte	46.5%	25.3%	11.7%	26.2%	0.6%	6.4%

Tab. 4.5.ii – Emissioni del comune di Torino, della Città Metropolitana di Torino e della regione Piemonte
INEMAR 2013

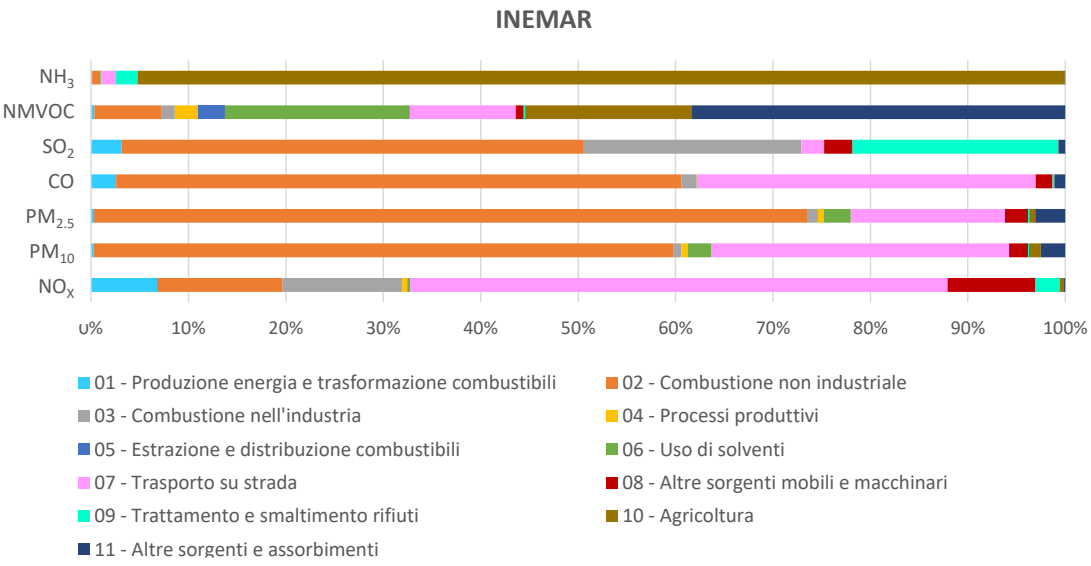


Fig. 4.5.v – Distribuzione delle emissioni della Città Metropolitana di Torino suddivisi per macrosettore
INEMAR 2013

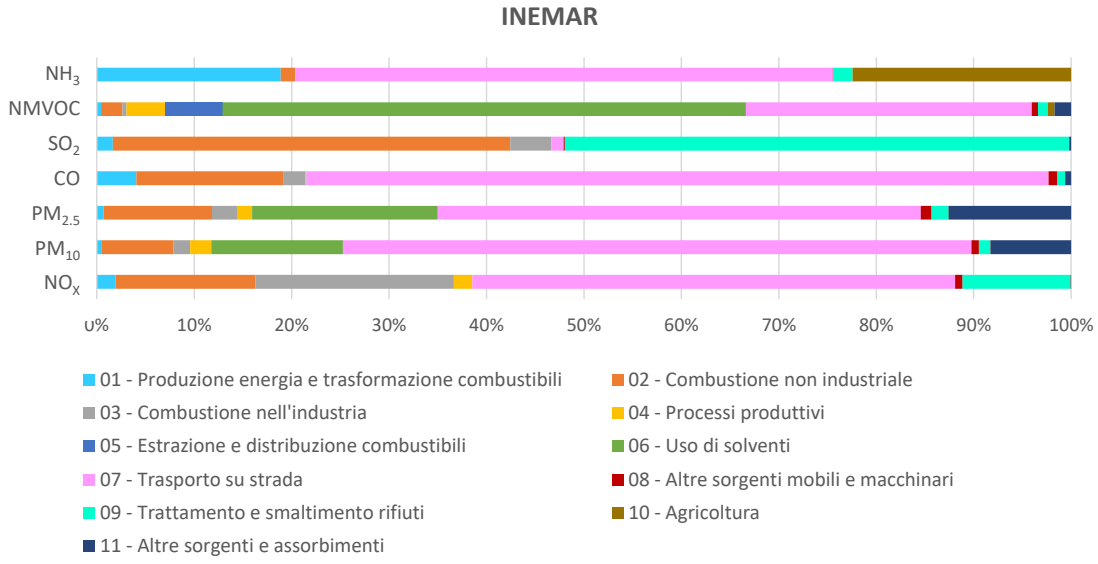


Fig. 4.5.vi – Distribuzione delle emissioni del Comune di Torino suddivisi per macrosettore
INEMAR 2013

4.6 Simulazioni modellistiche: il modello UTAQ

Per la valutazione delle ricadute in termini di qualità dell'aria degli scenari di traffico elaborati da META attraverso il modello multimodale e multiscalare del sistema di trasporto italiano i-Tram, è stato utilizzato l'innovativo strumento modellistico **UTAQ**.

Il tool UTAQ[1] (Urban Tool for Air Quality) è uno strumento sviluppato da TerrAria nell'ambito dell'omonimo progetto europeo finanziato dal CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) dell'ECMWF[2] (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) che ha previsto lo sviluppo di un applicativo Web per la previsione della qualità dell'aria a scala urbana ad alta risoluzione.

L'obiettivo del progetto è stato quello di creare uno strumento modellistico in grado di consentire da un lato ai cittadini, funzionari tecnici ed epidemiologi di conoscere e quindi limitare l'esposizione agli inquinanti atmosferici sulla base della propria posizione (via GPS) e dall'altra ai pianificatori territoriali e ai decisori di valutare preventivamente l'effetto sul rientro del superamento dei limiti normativi di qualità dell'aria, delle limitazioni sul traffico e sui veicoli (ad es. riduzione del traffico, limitazione dei veicoli pesanti, costituzione di aree Low Emission Zone, etc.).

Lo strumento è stato creato per fornire mappe di qualità dell'aria ad alta risoluzione, sia in modalità diagnostica (analisi dello stato di fatto e di scenario) sia prognostica, per le previsioni fino a 4 giorni.

Per la valutazione delle ricadute degli scenari di traffico per la città Metropolitana di Torino il tool UTAQ è stato utilizzato nella modalità diagnostica sia per l'analisi dello stato di fatto, sia per le future "analisi di scenario".

Di seguito una descrizione dettagliata delle configurazioni adottate. Invece per una descrizione esaustiva del modello di calcolo si rimanda agli articoli scientifici del progetto pubblicati dalla rivista *Ingegneria Ambientale*[3] e dall'*Environmental Engineering and Management Journal*[4].

Si precisa infine che le simulazioni modellistiche hanno riguardato esclusivamente lo studio delle ricadute in termini di concentrazioni in atmosfera delle polveri sottili (PM_{10} e $PM_{2,5}$) e degli ossidi di azoto (NO_2), sia perché questi sono i principali composti emessi dal settore relativo al trasporto su strada, sia perché questi inquinanti rappresentano le criticità maggiori per il territorio in esame, così come evidenziato nel paragrafo 4.4.

[1] Sito di progetto: https://www.utaq.eu.

[2] https://www.ecmwf.int/

[3] https://www.ingegneriadellambiente.net/ojs/index.php/ida/article/view/231

[4] http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol19/no10/Full/29_112_Ferrari_20.pdf

4.6.1 L'architettura di UTAQ

UTAQ, sposando l'approccio "semplificato" che vede l'inquinamento atmosferico cittadino composto da tre componenti (Harrison, 2018) come rappresentato schematicamente nella figura successiva, integra pertanto 3 contributi (si faccia riferimento agli articoli scientifici nelle note [3] e [4] per i dettagli metodologici):

I. le concentrazioni del background regionale (parte in verde) attraverso le stime del modello a scala europea ENSEMBLE del Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)– European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) che mette a disposizione quotidianamente 4 giorni di previsioni orarie di vari inquinanti, tra cui in particolare il biossido di azoto (NO_2) ed il particolato sottile (PM_{10} e $PM_{2,5}$);
II. il contributo cittadino (parte in azzurro-lilla) attraverso i dati di una o più stazioni di qualità dell'aria attraverso cui tener conto dell'accumulo cittadino degli inquinanti;
III. il contributo a livello stradale (parte rosso-gialla), in termini di media giornaliera di PM_{10} e $PM_{2,5}$ e della concentrazione oraria di NO_2, calcolato dalle emissioni locali di traffico attraverso specifiche funzioni orarie sorgente-recettore (kernel orari), in modo da rendere il calcolo veloce e affidabile anche ad alta risoluzione.

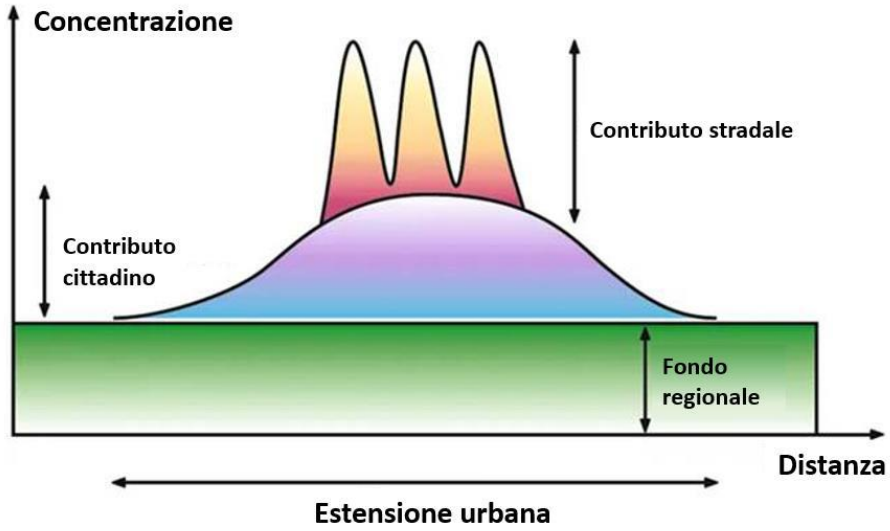


Fig. 4.6.i – Profilo dell'inquinamento generato dal traffico in una città
Harrison, 2018

4.7 I domini di calcolo

Il territorio della città metropolitana di Torino è formato da una conformazione geografica molto varia composta da una parte montuosa ad ovest ed a nord lungo il confine con la Francia e con la Valle d'Aosta, ed una parte pianeggiante o collinare nella zona sud ed est.

Per descrivere al meglio queste aree così diverse tra di loro anche dal punto di vista del traffico e della qualità dell'aria, si è deciso di suddividere l'area di calcolo in 2 domini differenti e indipendenti impostati in funzione delle diverse caratteristiche territoriali.

La suddivisione in due sottoaree ha inoltre il vantaggio di poter utilizzare risoluzioni maggiori (maggior dettaglio) nella zona della città metropolitana dove si riscontrano le maggiori criticità in termini di qualità dell'aria, senza compromettere eccessivamente i tempi di calcolo.

Il dominio a maggior risoluzione (100x100 metri) è stato definito intorno al comune di Torino: con un'estensione di 625 km^2 (25x25 km) racchiude al suo interno le centraline di monitoraggio in cui si registra il maggior numero di superamenti dei valori limite di legge sia per il particolato fine PM10 che per gli ossidi di azoto.

Per il secondo dominio che comprende l'intera estensione della città metropolitana di Torino è stata adottata una risoluzione spaziale di 500x500 metri.

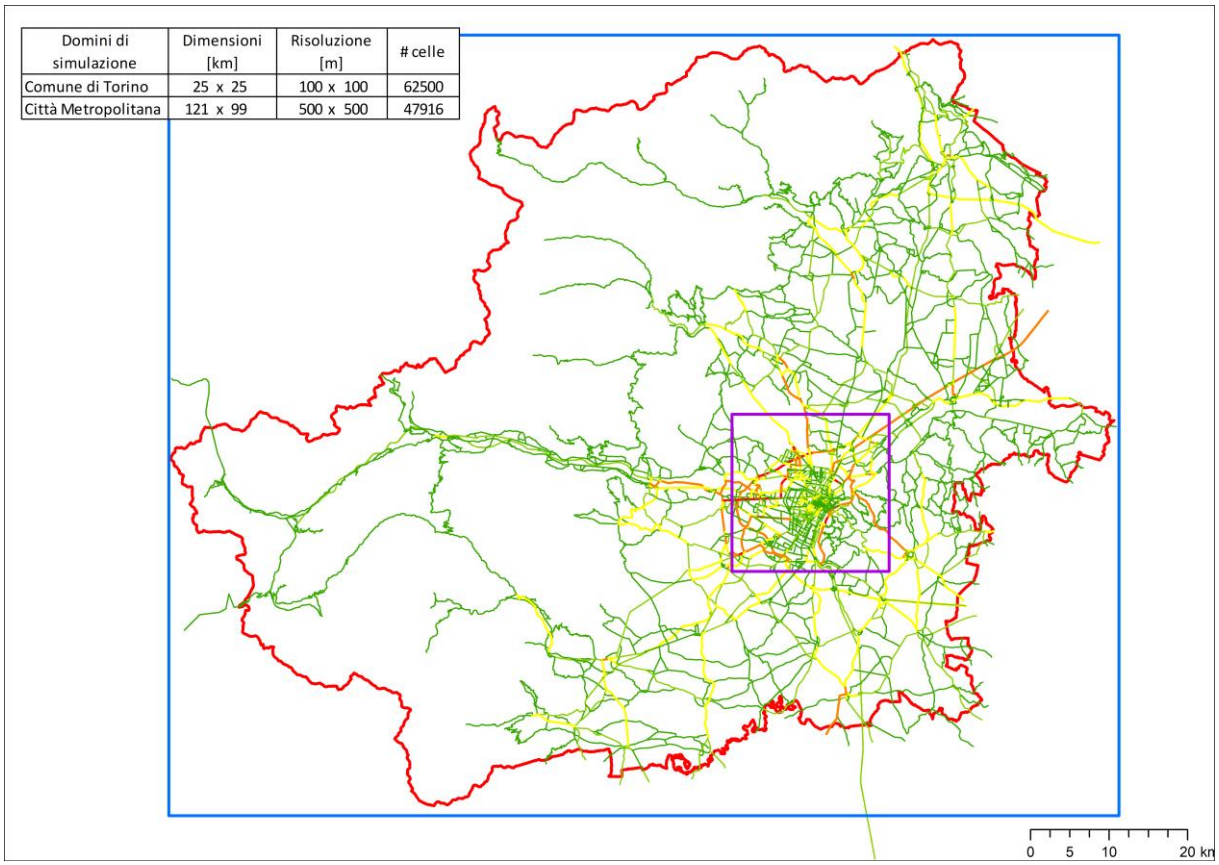


Fig. 4.7.i – Dominio di calcolo

Elaborazione TerrAria

4.8 Il calcolo delle emissioni

4.8.1 Stato di fatto (2019)

Le emissioni orarie sono state calcolate per ogni griglia di calcolo descritta nel paragrafo precedente a partire dai fattori emissivi stimati attraverso il software COPERT[5] versione 5.3 (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), il modello di riferimento europeo per le simulazioni delle emissioni da traffico CORINAIR.
I fattori di emissione sono stati stimati pesando i differenti veicoli a partire dal parco veicolare immatricolato ACI della provincia di Torino riferito all'anno 2019, ultimo anno disponibile al momento della predisposizione delle simulazioni.

Tipologia di veicolo	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Auto Benzina	88'196	20'050	78'471	93'914	187'715	88'983	172'673
Auto Diesel	12'720	3'639	17'677	66'046	140'907	136'455	164'411
Auto GPL/GAS/Ibride	6'058	1'852	6'365	5'427	65'333	41'653	78'687
Commerciali leggeri	17'385	9'194	18'249	29'166	30'966	21'475	21'561
Commerciali pesanti	6'523	1'274	3'155	4'379	2'453	3'993	3'939
Autobus	314	72	666	700	460	687	423
Motocicli	73'049	32'234	30'549	71'224	18'986	0	0
Trattori	88'196	20'050	78'471	93'914	187'715	88'983	172'673

Tab. 4.8.i – Parco veicolare della città metropolitana di Torino (ACI, 2019)
Elaborazione TerrAria

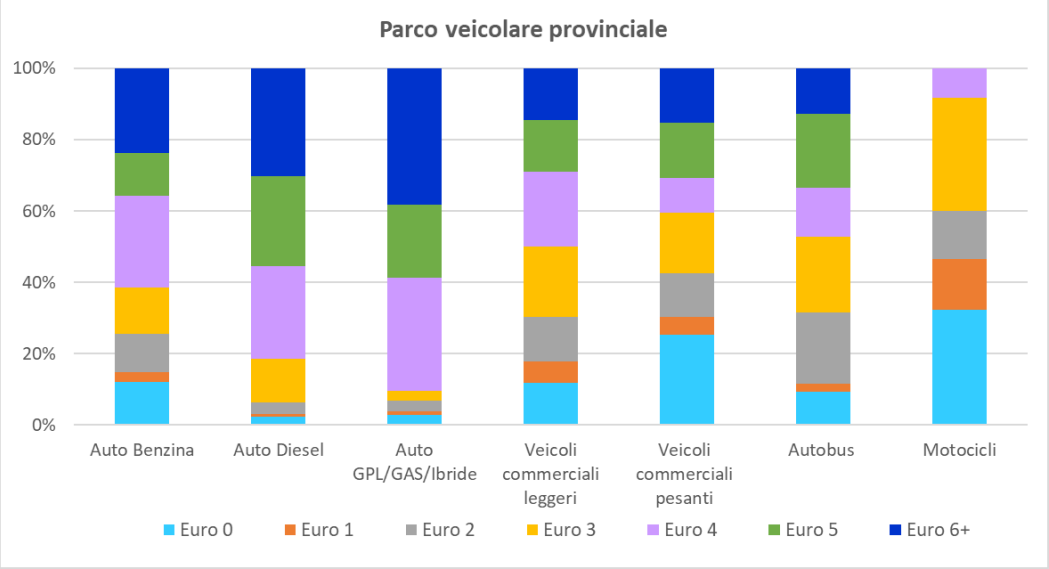


Fig. 4.8.i – Composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Torino
ACI, 2019

[5] https://www.emisia.com/utilities/copert/

Il modello COPERT richiede in input infatti:

- la composizione del parco veicoli (numero di veicoli e distribuzione dell'età per ogni categoria di veicolo – carburante, cilindrata, tipo veicolo, direttiva europea di riferimento);
- le condizioni di guida (percorrenza annuale e velocità media per classe di veicolo) da cui viene stimato il consumo totale di carburante;
- altri parametri (proprietà dei carburanti, condizioni climatiche, percorrenza percentuale di ogni tipologia veicolare su ogni tipologia stradale considerata).

Oltre alle emissioni da combustione a freddo (in fase di accensione e partenza) e a caldo sono state stimate anche le emissioni evaporative in funzione del carburante del tipo di serbatoi di cui sono dotati i veicoli e della temperatura ambiente, ed infine, nel caso del particolato, quelle da abrasione (freni, pneumatici, manto stradale).
Grazie all'output di COPERT che restituisce i fattori emissivi suddivisi per inquinante, tipologia di strada, categoria COPERT (automobili, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, autobus, moto e trattori) e classe di velocità è stata possibile definire l'emissione totale per ciascuno scenario di traffico.
Di seguito sono riportati i fattori emissivi ottenuti (la categoria "trattori" è stata accorpata a quella dei veicoli commerciali pesanti) in funzione della categoria di veicolo e della velocità di transito.

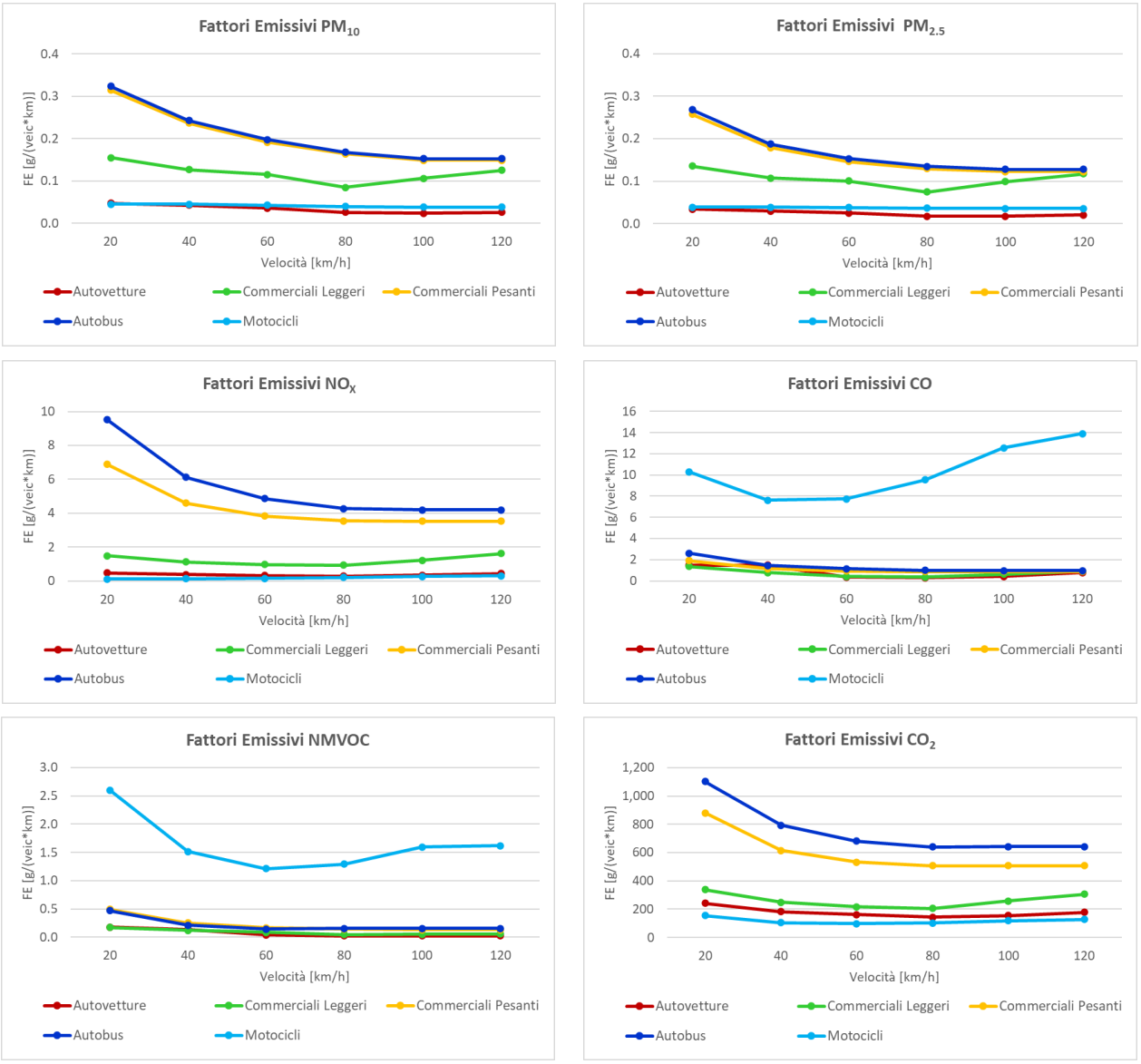


Fig. 4.8.ii – Andamento dei fattori di emissione per inquinante, in funzione della tipologia del veicolo ed al variare della velocità.

Elaborazione TerrAria

In ragione del dettaglio disponibile dal modello del traffico le categorie COPERT sono state accorpate, sulla base del numero veicoli e della loro percorrenza, in due macrocategorie:

- Veicoli leggeri: autovetture, motocicli, veicoli commerciali leggeri.
- Veicoli pesanti: veicoli commerciali pesanti, autobus.

I fattori di emissione così calcolati moltiplicati per i volumi di traffico in base alla macrocategoria ed alla sua velocità stimati all'interno del modello di traffico per ogni arco stradale definiscono le emissioni orarie in input al modello di dispersione del contributo del traffico alle concentrazioni inquinanti in atmosfera.

Le emissioni totali dello stato di fatto (anno 2019) sono riportate in Tab. 4.8.ii.
Tali emissioni rispetto alle emissioni INEMAR (di cui al paragrafo 4.5) sono inferiori (rispettivamente del 30% circa per gli ossidi di azoto e del 60% per il PM10) per varie ragioni, tra cui la più importante è certamente quelle che l'inventario INEMAR è riferito all'anno 2013, con un parco molto più obsoleto e quindi inquinante (in particolare per il particolato). Applicando, infatti, i fattori di emissione COPERT al 2013, la differenza si riduce al 19% per gli ossidi di azoto e dell'11% per il PM2.5.

Scenario: SDF (2019)	NO_x [t/a]	PM_{10} [t/a]	$PM_{2,5}$ [t/a]
Veicoli leggeri	5'761,8	574,4	438,8
Veicoli pesanti	3'436,1	155,2	123,5
TOTALE	9'197,9	729,6	562,3

Tab. 4.8.ii – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario Stato di Fatto (2019)

Elaborazione TerrAria

4.8.2 Scenari al 2030

Per il calcolo delle emissioni degli scenari al 2030 (scenario di riferimento e scenario di progetto) sono stati utilizzati gli stessi fattori emissivi calcolati per lo scenario stato di fatto al 2019 a cui è stata attribuita una differente composizione percentuale del parco veicolare in ragione dell'evoluzione tecnologica prevista negli scenari futuri.
Per valutare il trend di evoluzione del parco veicolare è stato utilizzato il database GAINS-Italy specifico per la regione Piemonte, gestito da ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) a partire dal database GAINS (Greenhouse Gas - Air Pollution Interactions and Synergies) gestito dallo IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) con dettaglio nazionale.
La versione nazionale del modello GAINS-Italy, adottata come strumento ministeriale nell'ambito del tavolo Ministero-Regioni, è il riferimento metodologico che consente la messa a punto di scenari futuri regionali in un contesto coerente, assumendo una serie di ipotesi (economiche, di evoluzione delle normative e delle strategie di controllo progressivamente applicate), sulla base delle quali possono essere ricavati dei trend emissivi regionali per i principali inquinanti atmosferici e gas serra: ammoniaca (NH_3), anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), ossidi di azoto (NOx), protossido di azoto (N_2O), particolato (PTS, PM10, PM2,5), biossido di zolfo (SO_2) e Composti Organici Volatili (VOC).
Lo scenario utilizzato per l'elaborazione degli scenari al 2030 è lo Scenario Energetico Nazionale per l'anno 2014 (SEN 2014) che tiene conto degli scenari energetici e dei dati di attività produttiva non energetici più recenti e fornisce tutti i parametri necessari per proiettare le emissioni regionali dell'anno base fino al 2030.
La composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Torino per gli scenari al 2030 è riportata nella figura seguente, in cui è evidente la preponderanza delle direttive più recenti (ad esempio Euro 6c ed Euro 6d per le auto) e si prevede un 12% di auto elettriche nello scenario di riferimento ed un 20% nello scenario di progetto.

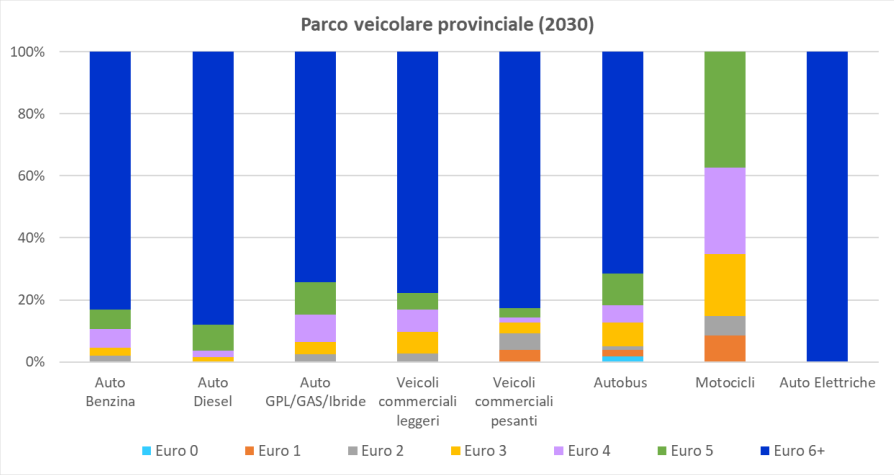


Fig. 4.8.iii – Composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Torino stimata al 2030.

Elaborazione TerrAria

Infine di seguito la distribuzione delle diverse categorie di veicoli per lo scenario di riferimento e per quello di progetto, in cui, come già detto, si prevede una maggiore diffusione delle auto elettriche.

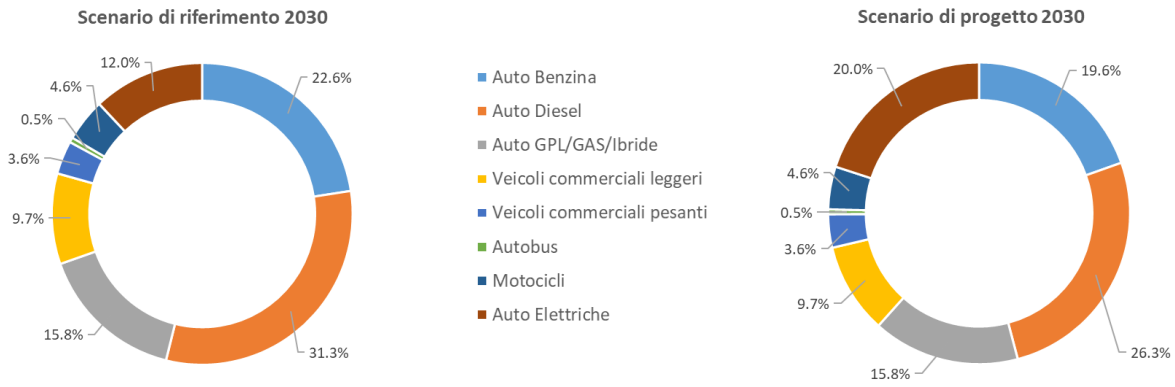


Fig. 4.8.iv – Distribuzione percentuale dei vkm per ogni categoria di veicolo per lo scenario di riferimento e quello di progetto.

Elaborazione TerrAria

Le emissioni totali finali accorpate in veicoli leggeri e pesanti per i due scenari al 2030 (di riferimento e di progetto) sono riportate in Tab. 4.8.iii e in Tab. 4.8.iv, si evidenzia il più che dimezzamento delle emissioni di ossidi di azoto e di PM2,5 ed il -45% del PM10.

Scenario: RIF (2030)	NO_x [t/a]	PM_{10} [t/a]	$PM_{2,5}$ [t/a]
Veicoli leggeri	3'718,0	316,6	192,6
Veicoli pesanti	884,2	86,7	55,0
TOTALE	4'602,2	403,3	247,7
Riduzione rispetto a SDF	*-50.0%*	*-44.7%*	*-56.0%*

Tab. 4.8.iii – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario di riferimento (2030)

Elaborazione TerrAria

Scenario: PRG (2030)	NO_x [t/a]	PM_{10} [t/a]	$PM_{2,5}$ [t/a]
Veicoli leggeri	3'143,8	302,2	182,1
Veicoli pesanti	970,3	94,7	59,7
TOTALE	4'114,1	396,9	241,8
Riduzione rispetto a SDF	*-55.3%*	*-45.6%*	*-57.0%*

Tab. 4.8.iv – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario di progetto (2030)

Elaborazione TerrAria

4.9 Risultati macrosimulazione

La stima dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti atmosferici, derivanti dalla macrosimulazione di traffico è stata sviluppata secondo la metodologia COPERT/CORINAIR (Linee-guida EEA 2013), facendo riferimento all'approccio di maggior dettaglio (Tier 3)[6].

I coefficienti unitari di consumo/emissione sono stati determinati rapportando i valori della banca-dati europea con la composizione del parco veicolare circolante, riportata dai dati ACI 2019 con riferimento all'intera Provincia di Torino (si veda Allegato G).

Questa dettagliata lettura del parco veicolare permette il calcolo di coefficienti di emissioni medi, operazione che viene effettuata incrociando la ripartizione del parco veicolare dei veicoli per classe di omologazione, con le emissioni medie associate in funzione della velocità ad ognuna di queste, disponibili nella banca-dati europea COPERT-CORINAIR.

Assegnando quindi questi coefficienti ai flussi veicolari simulati, è possibile stimare le emissioni per ogni arco di rete e, per aggregazione, per comparto di analisi (Tab. 4.9.ii).

Tale procedura permette di stimare, quindi, che, giornalmente, all'interno dell'intero territorio metropolitano, vengono consumate circa 2.995 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) ed emessi circa 9.220 tonnellate di anidride carbonica (CO2), circa 35 tonnellate di monossido di carbonio (CO), circa 4,2 tonnellate di composti organici volatili (COV), circa 31 tonnellate di ossidi di azoto (NOX) e poco più di 1000kg di particolato (PMx).

[6] Il gruppo di lavoro CORINAIR (COoRdination INformation AIR) attivato dalla Commissione delle Comunità Europee elabora ed aggiorna periodicamente i fattori unitari relativi al consumo di carburante, ed alle emissioni inquinanti (CO, NOx, COV, SO2, CO2), relativi a diverse categorie e sottocategorie di autoveicolo. In particolare, sono attualmente disponibili i fattori unitari relativi alle autovetture a benzina (a loro volta articolate per tre classi di cilindrata e per regolamento ECE vigente all'anno di immatricolazione); alle autovetture diesel (suddivise in due classi di cilindrata) ed autovetture a GPL; ai veicoli commerciali leggeri (a benzina e diesel); ai veicoli diesel commerciali pesanti (suddivisi in tre classi di peso); agli autobus ed ai motocicli (tre classi di cilindrata). Per quanto riguarda in particolare le autovetture a benzina e diesel, i fattori sono espressi mediante relazioni continue in funzione della velocità media di marcia (per velocità comprese fra 10 e 130 km/h), mentre i fattori relativi alle altre categorie di autoveicolo sono espressi con riferimento a tre condizioni di marcia tipo (urbana, extraurbana, autostradale). I coefficienti sono riportati nel rapporto: Commission of the European Communities (AA.VV.), CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic, Bruxelles, 1991; e dai suoi successivi aggiornamenti: Ntziachristos L., Samaras Z.; COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (version 2.1); technical report n.49, European Environmental Agency, Copenhagen, november 2000. Gkatzoflias D., Kouridis C., Ntziachristos L., Samaras Z.; COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport; user manual, European Environmenal Agency, Copenhagen, december 2007.

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI - Città Metropolitana di Torino											
		Consumi energetici					Emissioni atmosferiche				
		t/giorno				*tep/giorno*	*kg/giorno*				
Zona omogenea		benzina	gasolio	GPL	metano	**TOTALE**	CO_2	CO	COV	NOX	PM
1	Torino città	231	236	51	7	**547**	1.673.723	7.478	943	4.393	214
2	AMT Ovest	140	191	32	4	**380**	1.167.077	4.407	555	3.639	137
3	AMT Sud	177	240	42	5	**482**	1.479.467	6.140	669	4.712	166
4	AMT Nord	95	151	23	3	**281**	866.397	3.324	341	3.017	90
5	Pinerolese	64	97	15	2	**183**	562.973	2.028	258	1.867	66
6	Valli Susa e Sangone	54	154	13	2	**227**	705.499	2.127	254	2.956	67
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	36	41	8	1	**89**	273.174	1.094	149	764	36
8	Canavese Occidentale	37	46	8	1	**96**	294.865	1.190	149	882	37
9	Eporediese	46	151	11	1	**213**	663.114	1.901	239	2.876	62
10	Chivassese	64	148	15	2	**237**	732.332	2.393	274	2.892	73
11	Chierese - Carmagnolese	79	152	18	2	**260**	802.459	2.830	350	2.942	88
TOTALE		**1.022**	**1.607**	**236**	**32**	**2.995**	**9.221.079**	**34.912**	**4.180**	**30.939**	**1.035**

Tab. 4.9.i – Consumi energetici ed emissioni atmosferiche per zona omogenea
Elaborazione META-TerrAria

STIMA CONSUMI ED EMISSIONI - Città Metropolitana di Torino							
		Consumi energetici					
		tep/giorno					
Zona omogenea		Autostrade	Principali	Secondarie	Complement.	Locali	**TOTALE**
1	Torino città	61	179	122	51	134	**547**
2	AMT Ovest	185	29	50	57	59	**380**
3	AMT Sud	210	28	114	58	73	**482**
4	AMT Nord	157	8	62	24	31	**281**
5	Pinerolese	30	0	84	27	41	**183**
6	Valli Susa e Sangone	151	25	18	12	21	**227**
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	0	0	34	15	40	**89**
8	Canavese Occidentale	15	0	30	13	38	**96**
9	Eporediese	129	21	22	7	34	**213**
10	Chivassese	129	36	35	4	33	**237**
11	Chierese - Carmagnolese	77	42	74	24	42	**260**
TOTALE		**1.145**	**368**	**645**	**290**	**547**	**2.995**

Tab. 4.9.ii – Consumi energetici per zona omogenea e rango stradale
Elaborazione META-TerrAria

4.10 Il calcolo delle concentrazioni

4.10.1 Il calcolo delle concentrazioni locali da traffico

La parte innovativa della metodologia UTAQ è rappresentata dall'impiego di funzioni sorgente-recettore gaussiane orarie denominate kernel per la stima delle concentrazioni locali di traffico.
A partire da una griglia di emissione in input i kernel permettono infatti di stimare la distribuzione delle concentrazioni locali degli inquinanti con tempi di calcolo ridotti. Ogni kernel, corrispondente ad una diversa condizione meteorologica, rappresenta la matrice gaussiana delle concentrazioni ottenute simulando la dispersione di 1 kg/h di un determinato inquinante con il modello gaussiano IFDM (Lefebvre et al., 2013[7]).
Simulando differenti condizioni meteorologiche orarie è quindi possibile riprodurre l'andamento giornaliero delle concentrazioni di traffico a partire dalle emissioni orarie stimate secondo quanto descritto al paragrafo precedente. Le variabili meteo richieste dal modello sono: direzione e velocità del vento, temperatura e radiazione solare incidente.
In questo modo è stato calcolato l'incremento dovuto al contributo stradale alle concentrazioni di PM_{10} e NO_2.

4.10.2 Le variabili meteo

Come descritto al paragrafo precedente le concentrazioni locali da traffico sono state calcolate attraverso kernel orari selezionati in funzione delle condizioni meteo rappresentative per ogni ora di simulazione.
Le variabili meteo sono state calcolate attraverso il modello prognostico WRF (Weather Research and Forecasting) appositamente impostato per rappresentare le condizioni meteorologiche per l'anno 2019.
Il modello WRF è un sistema di previsioni meteorologiche numeriche su mesoscala di nuova generazione, sviluppato per soddisfare ricerche operative sia meteorologiche che atmosferiche. Il modello WRF è nato dalla collaborazione principalmente tra il National Center for Atmospheric Research (NCAR), il National Oceanic and Atmospheric Administration, il Forecast System Laboratory (FSL), la Air Force Weather Agency (AFWA), il Naval Research Laboratory, la University of Oklahoma e la Federal Aviation Administration (FAA).
I valori iniziali e al contorno sono stati estrapolati dal modello meteorologico globale GFS (Global Forecasting System) del National Centers for Environmental Prediction (NCEP) con risoluzione spaziale di 1°x1° di latitudine/longitudine.
Il dominio di calcolo utilizzato per il modello WRF è presentato nella figura seguente con una risoluzione di 6x6 km^2 è stato centrato sulle regioni del Nord Italia in modo da descrivere adeguatamente le specificità meteoclimatiche del Bacino Padano.

[7] Lefebvre W., Van Poppel M., Maiheu B., Janssen S., Dons E. (2013) Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain. Atmospheric Environment. Volume 77, 2013. Pages 325-337

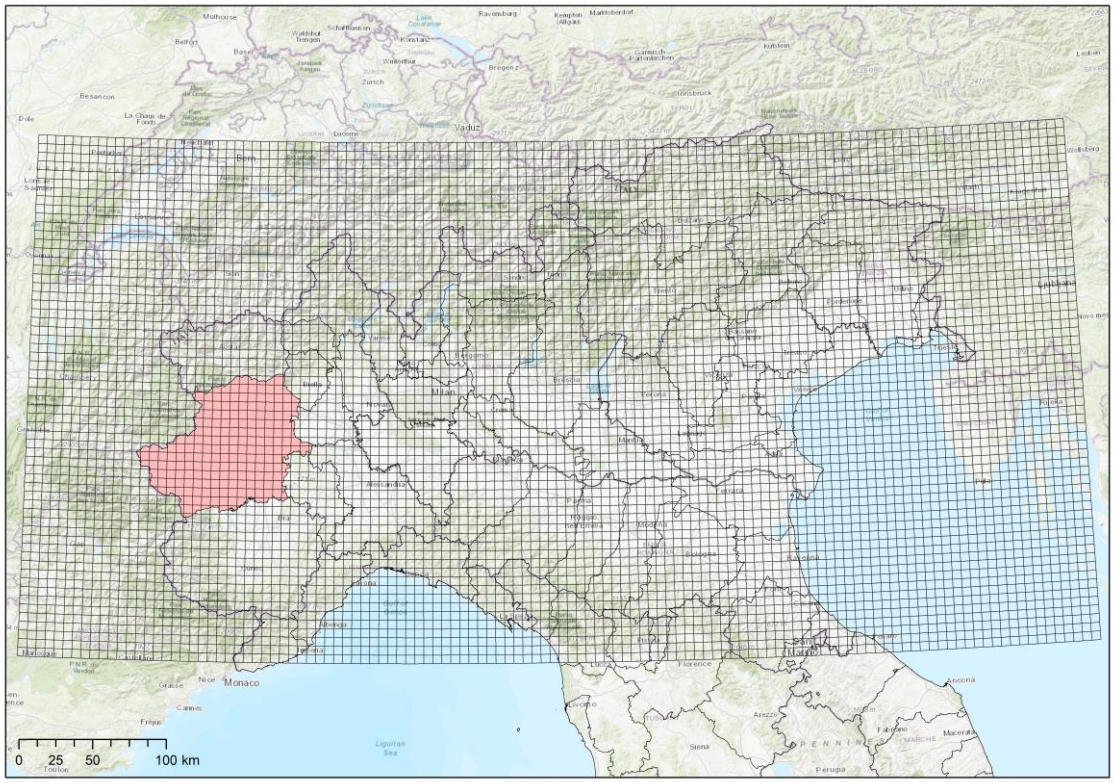


Fig. 4.10.i – Dominio del modello WRF
Elaborazione TerrAria

I parametri considerati sono stati:

- temperatura
- velocità e direzione del vento
- radiazione solare incidente

4.10.3 Le concentrazioni di fondo e integrazione con le concentrazioni locali

UTAQ utilizza, come concentrazione di background regionale, il modello previsionale CAMS ENSEMBLE dell'ECMWF che si basa sull'integrazione degli output di 9 modelli a scala europea. La risoluzione spaziale del modello è di 0,1°x0,1° di latitudine/longitudine. L'utilizzo di previsioni basate su un insieme di modelli (ENSEMBLE) riduce l'incertezza dei risultati individuali e di conseguenza migliora i risultati finali in termini di affidabilità e prestazioni.
L'integrazione delle concentrazioni di background con le concentrazioni locali dovute al traffico (Fig. 4.10.ii) avviene attraverso i seguenti step:

1. aggregazione delle concentrazioni del contributo del traffico locale (descritto al paragrafo 0) alla stessa risoluzione del modello ENSEMBLE (punto C in Fig. 4.10.ii);
2. sottrazione al modello ENSEMBLE del contributo aggregato allo step precedente (punto D);
3. interpolazione del modello ENSEMBLE (senza le concentrazioni da traffico locale) calcolato allo step 2 alla stessa risoluzione del dominio di calcolo (punto E);
4. somma finale delle concentrazioni da traffico con il modello ENSEMBLE (punto F).

La procedura appena descritta permette quindi di aggregare contributi con risoluzioni spaziali differenti evitando un doppio conteggio delle emissioni da traffico già considerate all'interno del modello ENSEMBLE di CAMS.

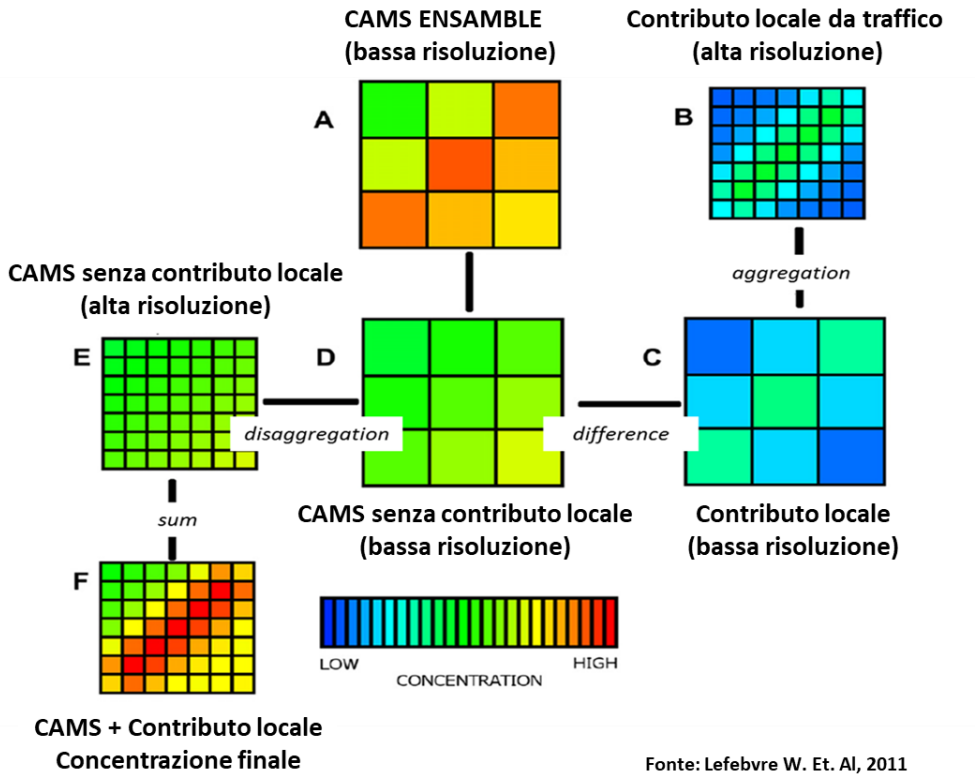


Fig. 4.10.ii – Procedura adottata per l'integrazione delle concentrazioni da traffico con quelle derivanti dal modello ENSEMBLE di CAMS

Lefebvre et al, 2011[8]

4.10.4 Conversione NOx/NO₂

Per un confronto con i limiti normativi e di qualità dell'aria, le concentrazioni di NO_2 sono state stimate a partire dalle concentrazioni di NO_X ottenute dal modello.

La capacità dell'atmosfera di trasformare gli NO_X in NO_2 è limitata dalla disponibilità di ossidanti in atmosfera ed è soggetta ad un effetto di saturazione al crescere delle concentrazioni di ossidi di azoto, pertanto il rapporto tra NO_2 e NO_X decresce all'aumentare delle concentrazioni di NO_X.

Le concentrazioni di NO_X stimate dal modello UTAQ sono state trasformate in concentrazioni di NO_2, utilizzando la funzione di potenza di seguito riportata:

$$NO_2 = \alpha \cdot (NO_X)^{\beta}$$

dove α e β sono coefficienti determinati empiricamente.

All'interno del modello di calcolo è stata utilizzata la relazione esistente tra NO_X e NO_2 stimata sulla base dei rilevamenti orari effettuati nel triennio 2017-2019 in corrispondenza della centralina di qualità dell'aria di Torino-Consolata (Fig. 4.10.iii).

[8] Lefebvre W. Et. al., Validation of the MIMOSA-AURORA-IFDM model chain for policy support: Modeling concentrations of elemental carbon in Flanders, Atmospheric Environment, Volume 45, Issue 37, 2011, Pages 6705-6713, ISSN 1352-2310.

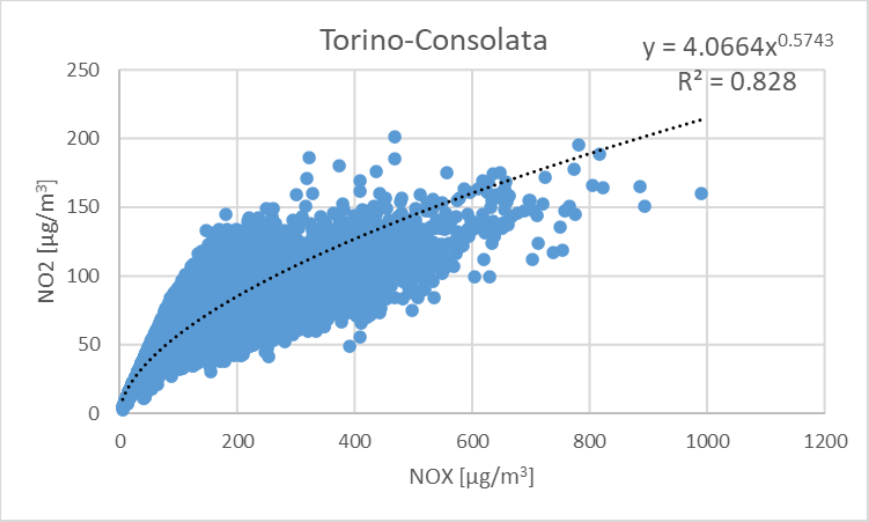


Fig. 4.10.iii – Curva NO_2/NO_x

Elaborazione TerrAria su dati centralina di monitoraggio Torino-Consolata

La curva descrive bene il legame tra i 2 inquinanti (R^2 pari all'82,8%) ed inoltre tale approccio è conservativo per i valori più elevati di NO_x, ovvero quelli più critici.

4.10.5 Il contributo cittadino

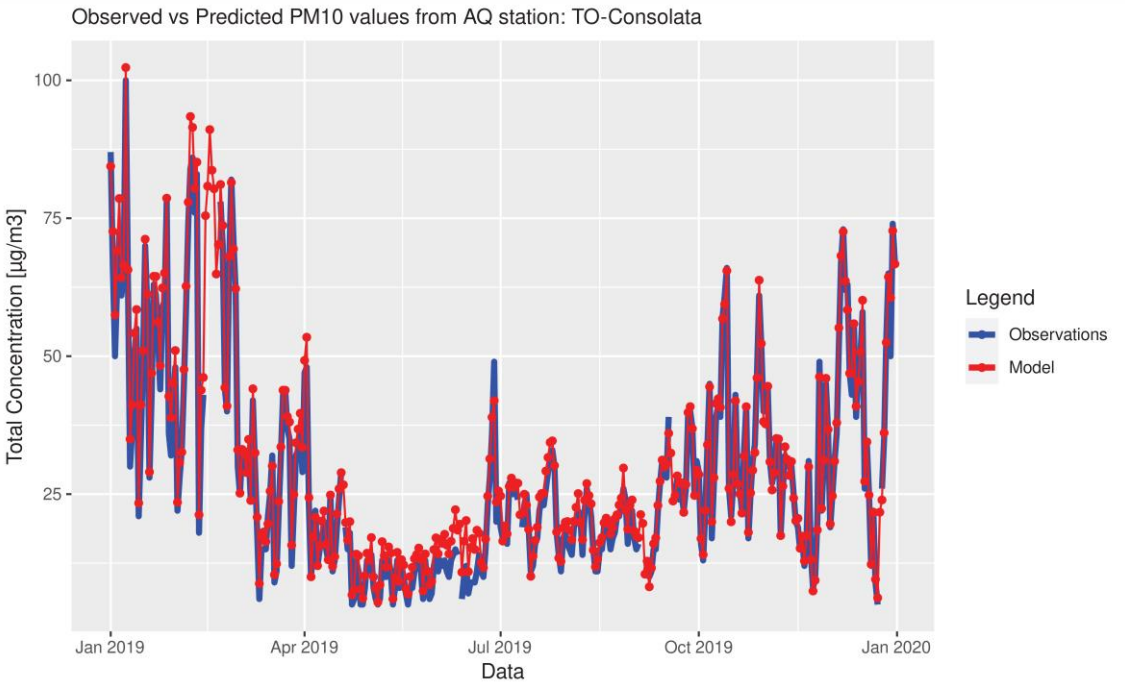
Il contributo cittadino in modalità "analisi di scenario" è espresso come l'errore calcolato tra le concentrazioni finali e il dato osservato nelle stazioni di monitoraggio appartenenti alla rete di monitoraggio di ARPA Piemonte.
Per ogni giorno di simulazione viene interpolato l'errore medio del modello in tutte le stazioni appartenenti al dominio di calcolo.
Per tutti i risultati della validazione si rimanda al paragrafo successivo.

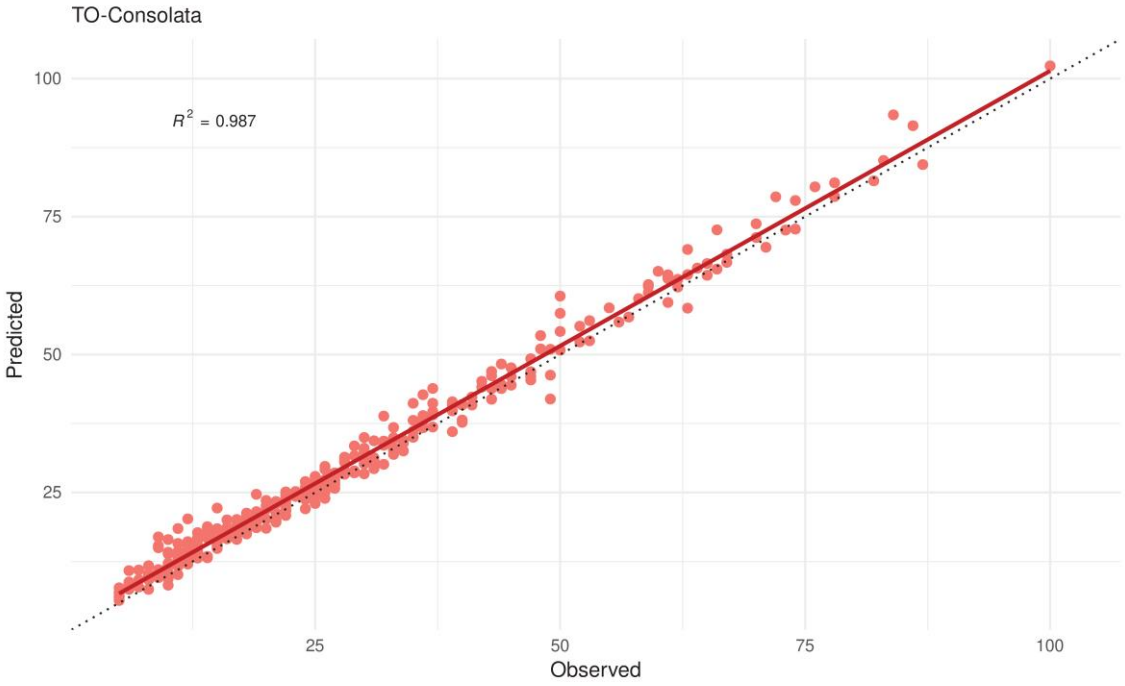
4.10.6 Validazione del modello

La validazione del modello è stata effettuata confrontando il risultato finale delle simulazioni con i valori osservati per l'anno 2019 delle centraline appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Arpa Piemonte.

Per ogni dominio di calcolo e per ogni centralina di qualità dell'aria sono stati creati dei report di validazione utili a valutare le prestazioni del modello attraverso grafici di confronto e scatter plot tra la media giornaliera del dato osservato e lo stesso parametro del dato calcolato. A titolo di esempio di seguito vengono presentati alcuni report di validazione.

I risultati della validazione in particolare per il dominio più critico della città di Torino sono molto soddisfacenti e garantiscono un'ottima affidabilità del risultato modellistico ottenuto.

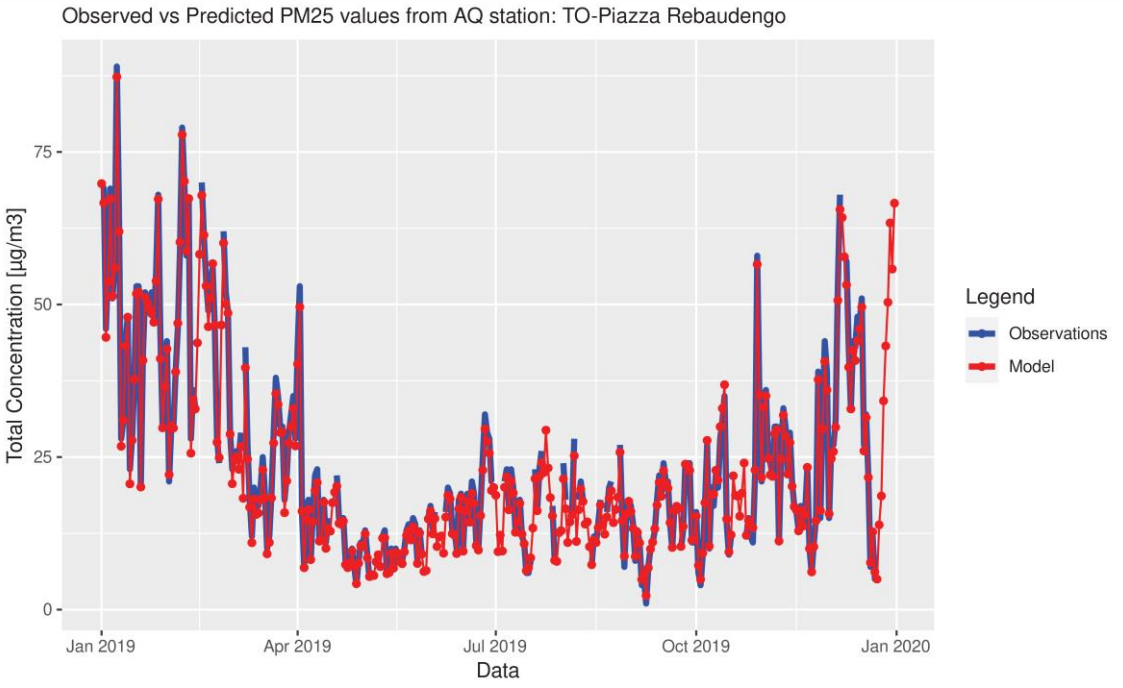


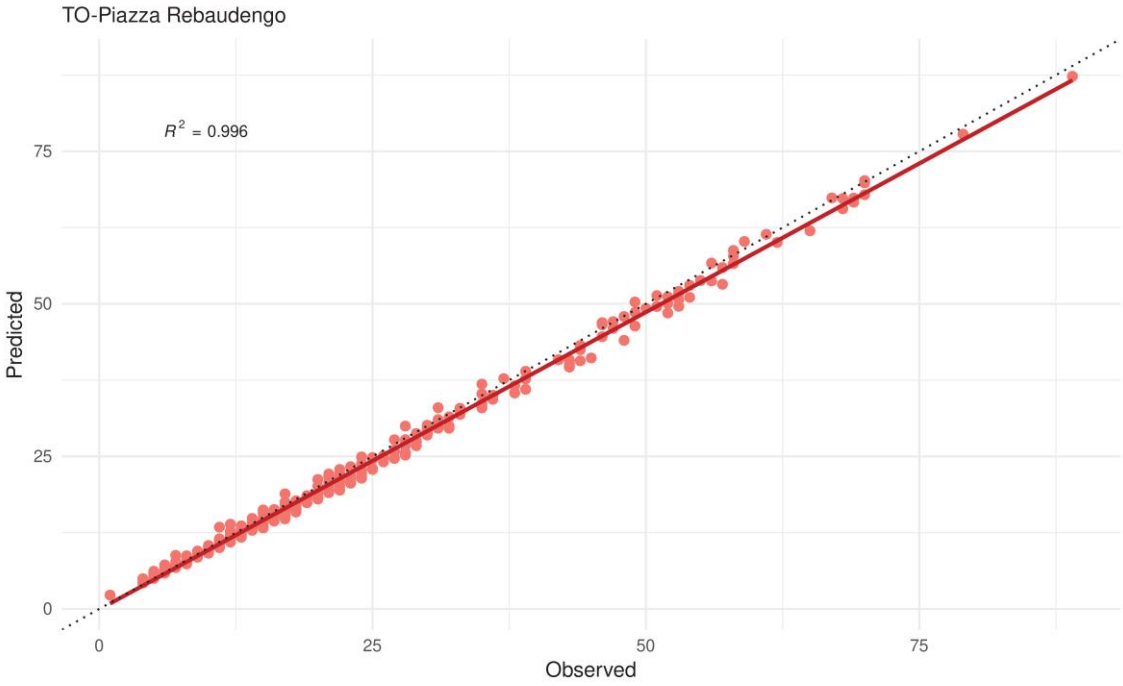


Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	28.3	59.4	0.987
Model	30.0	61.6	0.987

Fig. 4.10.iv – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM10. Stazione di Validazione: Torino Consolata

Elaborazione TerrAria

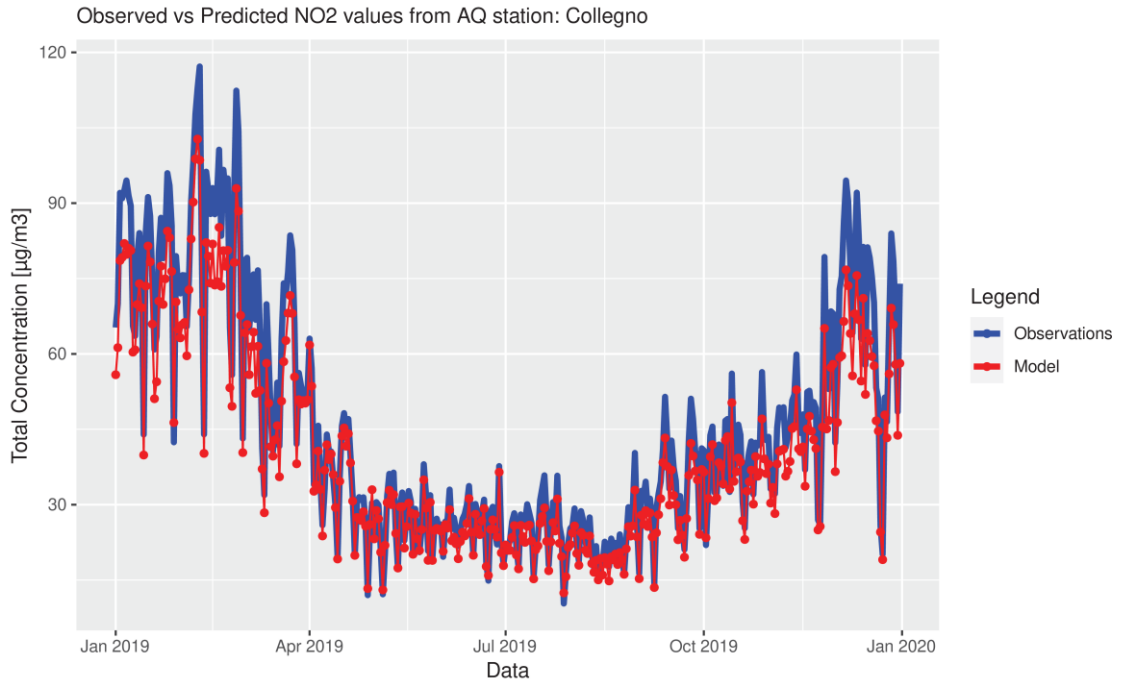


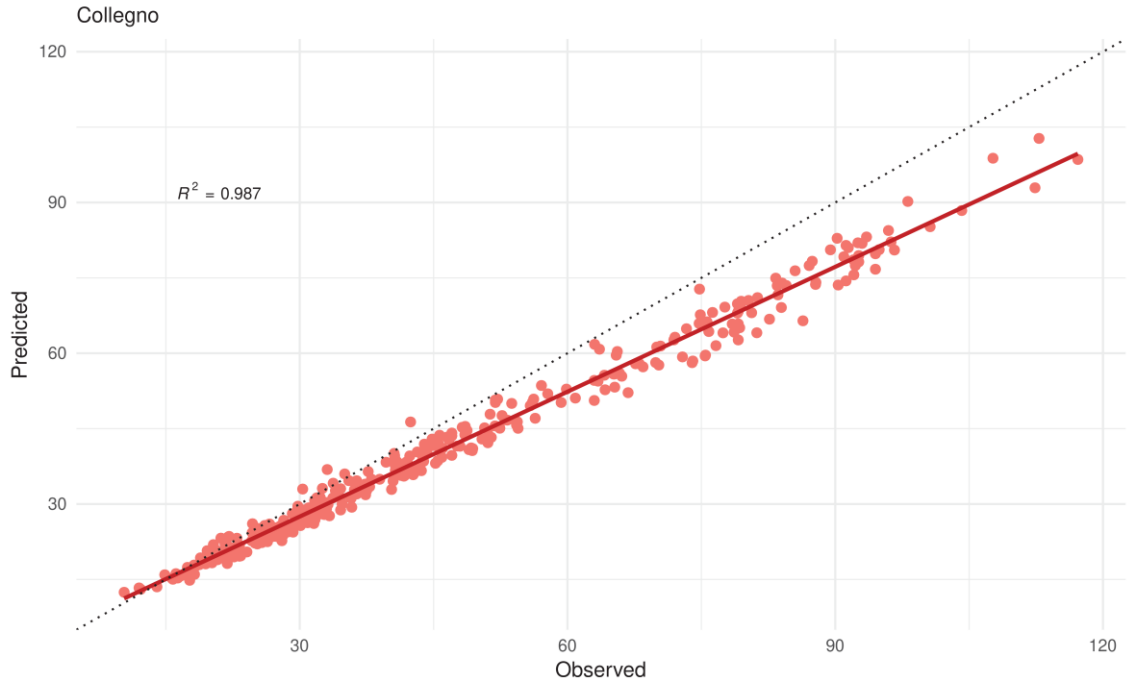


Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	24.6	52.0	0.996
Model	23.9	50.2	0.996

Fig. 4.10.v – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM2,5. Stazione di Validazione: Torino Piazza Rebaudengo

Elaborazione TerrAria

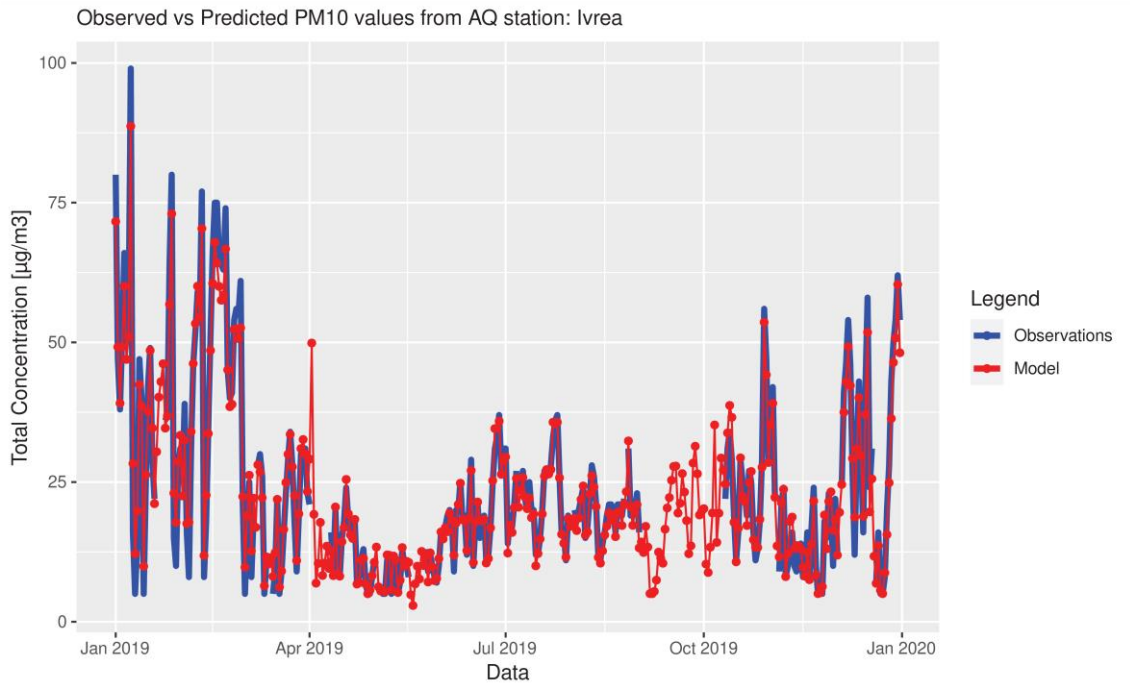


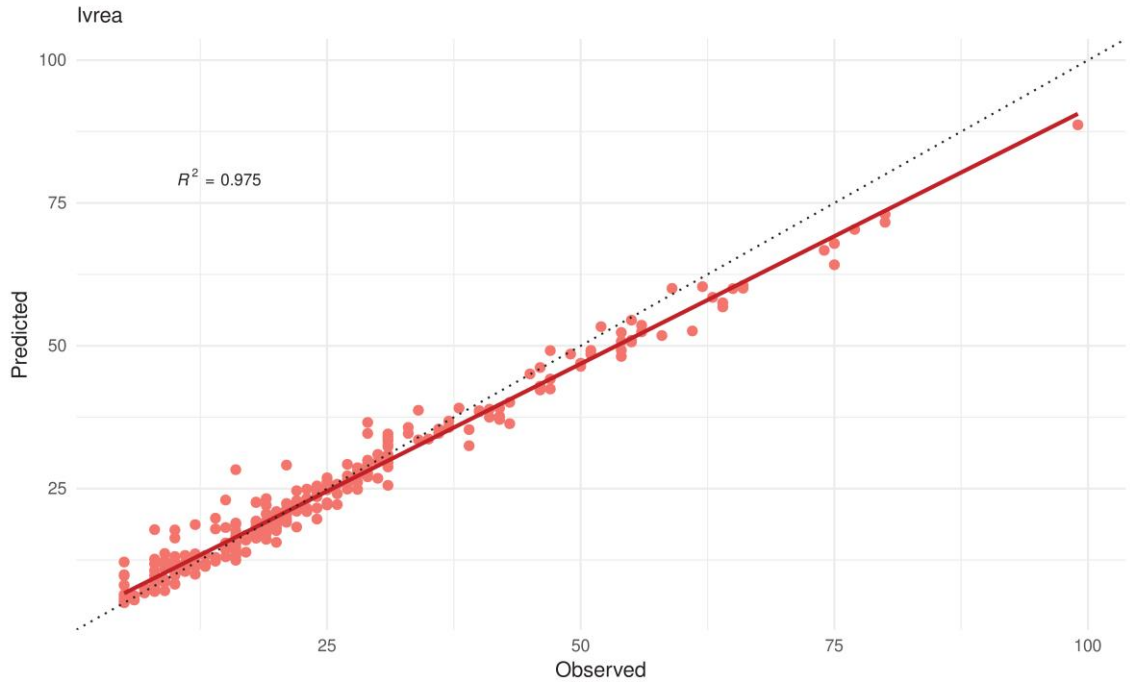


Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	45.8	114.0	0.987
Model	40.6	99.9	0.987

Fig. 4.10.vi – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: NO_2. Stazione di Validazione: Collegno

Elaborazione TerrAria

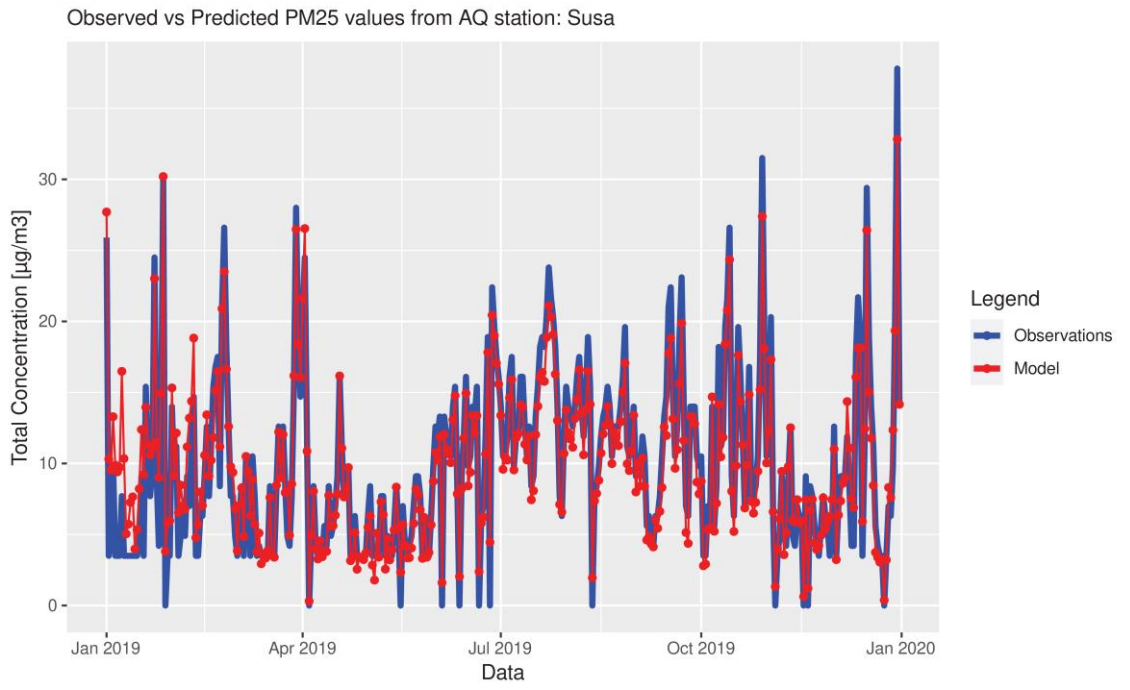


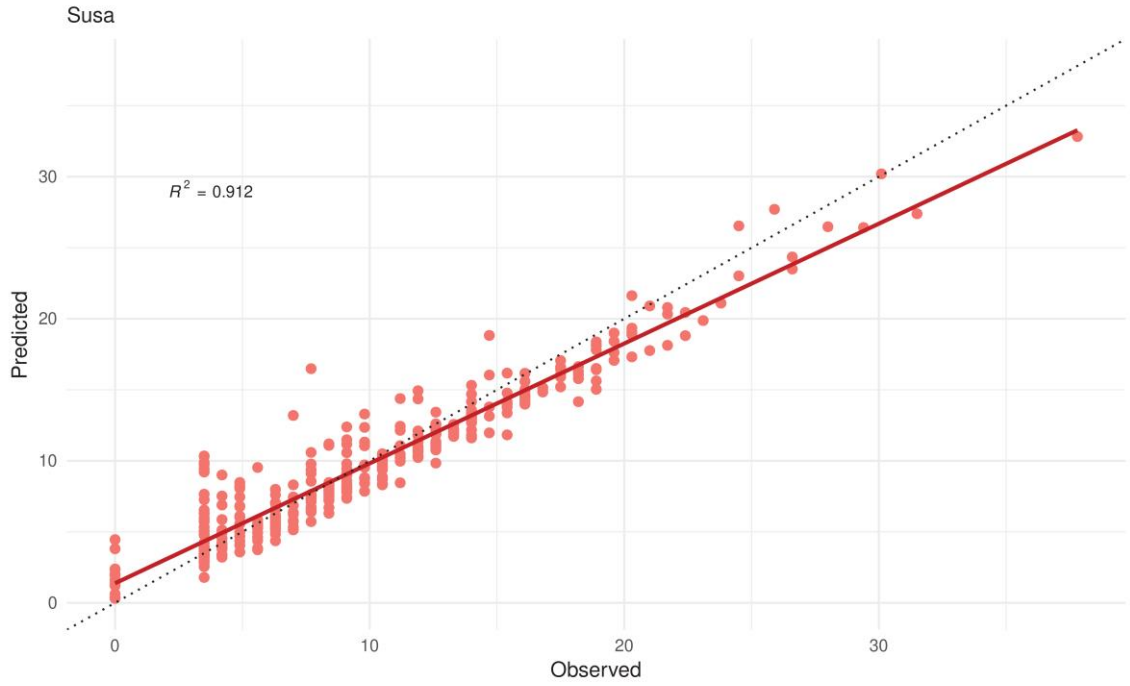


Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	24.3	50.8	0.975
Model	23.9	48.6	0.975

Fig. 4.10.vii – Report di validazione. Dominio: città Metropolitana. Inquinante: PM10. Stazione di Validazione: Ivrea

Elaborazione TerrAria

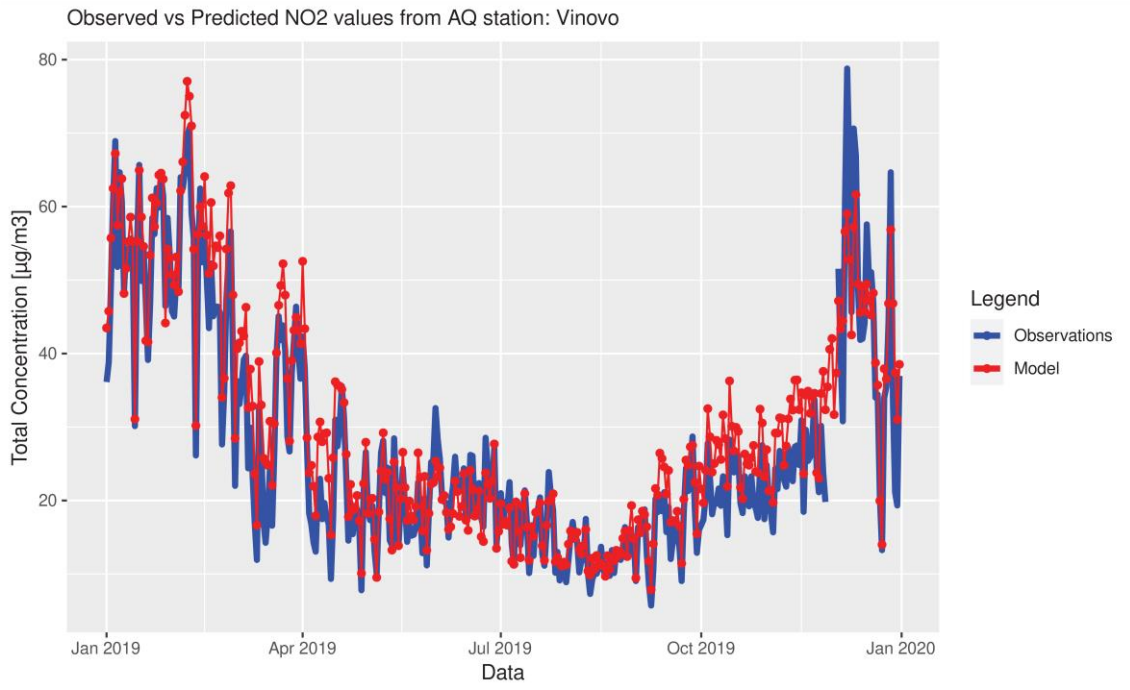


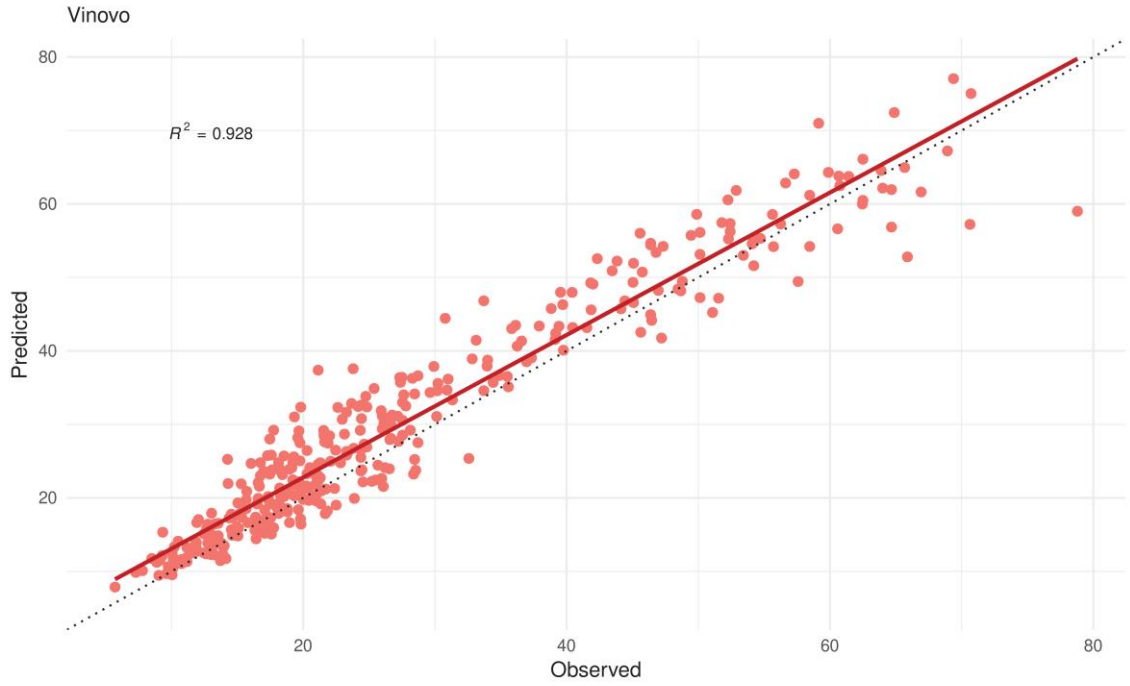


Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	9.9	18.9	0.912
Model	9.8	16.6	0.912

Fig. 4.10.viii – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM2,5. Stazione di Validazione: Susa

Elaborazione TerrAria





Data	Yearly.Average	Percentile	R2
Observation	27.5	73.0	0.928
Model	30.1	75.6	0.928

Fig. 4.10.ix – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: NO2. Stazione di Validazione: Vinovo

Elaborazione TerrAria

4.11 Risultati finali dello stato di fatto (2019)

I risultati dello scenario di fatto riflettono quanto già descritto nel paragrafo 4.4.: all'interno del territorio della Città Metropolitana di Torino i superamenti dei limiti di legge sono presenti prevalentemente nell'area urbana del comune di Torino e nei comuni limitrofi.

I superamenti dei limiti della concentrazione media annua degli ossidi di azoto (NO_2) pari a 40 µg/m³ si riscontra principalmente nell'intorno delle grandi arterie stradali dove confluiscono i flussi maggiori di traffico ed all'interno delle aree cittadine più congestionate. Il valore limite orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (indicato nel seguito come 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2), invece, viene superato solo nelle immediate vicinanze della tangenziale di Torino (in particolare il tratto più critico risulta quello a Nord).

Per quanto riguarda le polveri sottili ed in particolare il PM10, il modello, coerentemente con le misure delle stazioni Arpa Piemonte, evidenzia quanto la gran parte dell'area metropolitana intorno alla città di Torino sia soggetta a numerosi giorni di superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (indicato nel seguito come 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10). Non si evidenziano invece superamenti dei valori limiti annuali sia per il PM10 che per il PM2,5 rispettivamente pari a 40 µg/m³ e 25 µg/m³.

Nella Tab. 4.11.i sono riportate le statistiche medie e massime stimate dal modello per lo stato di fatto (2019) per ogni dominio di calcolo.

Scenario: SDF (2019)	NO_2				PM10				PM2,5	
	Media annua Media	Media annua Max	99.8° perc. Media	99.8° perc. Max	Media annua Media	Media annua Max	90.4° perc. Media	90.4° perc. Max	Media annua Media	Media annua Max
Dominio Comune di Torino	33,9	63,8	99,1	224,6	29,2	33,7	59,3	68,5	20,6	24,2
Dominio Città Metropolitana	18,2	45,8	57,1	129,4	20,4	33,8	39,6	63,7	13,9	23,3

Tab. 4.11.i – Statistiche medie e massime per lo scenario Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

Di seguito le mappe di concentrazione per ogni dominio di calcolo e inquinante relative allo stato di fatto (2019).

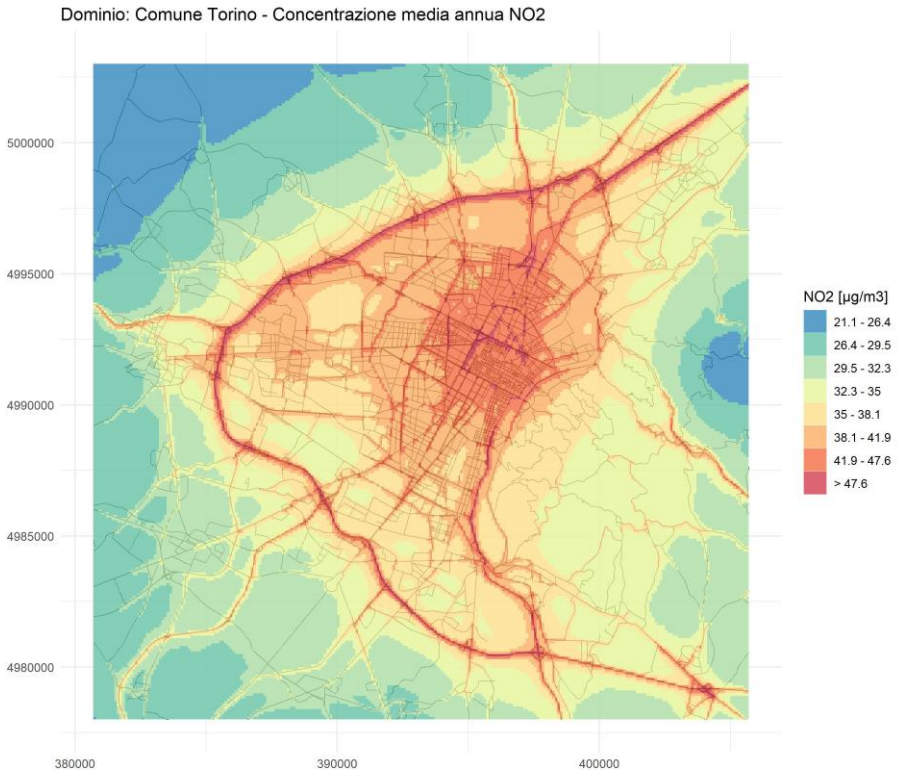


Fig. 4.11.i – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di NO_2 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

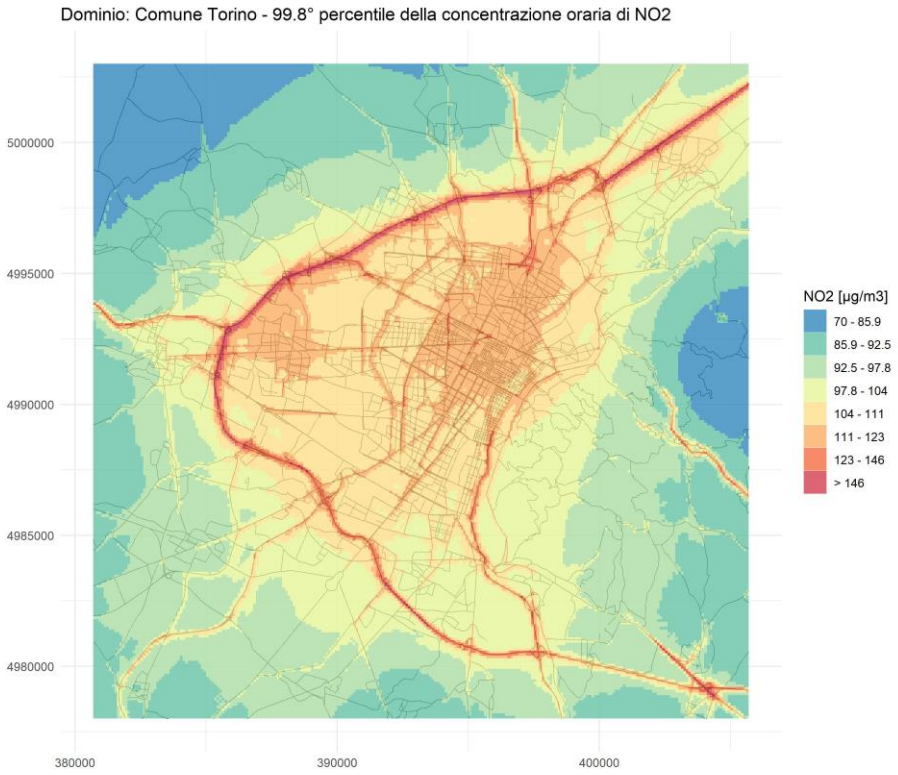


Fig. 4.11.ii – Dominio: Comune di Torino – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

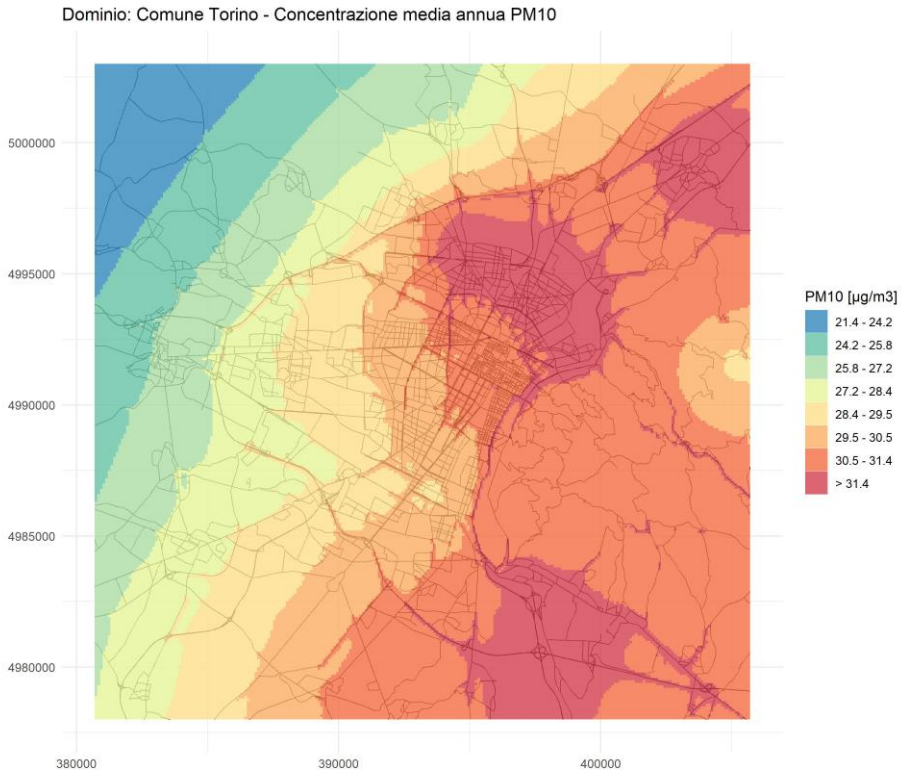


Fig. 4.11.iii – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di PM10 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

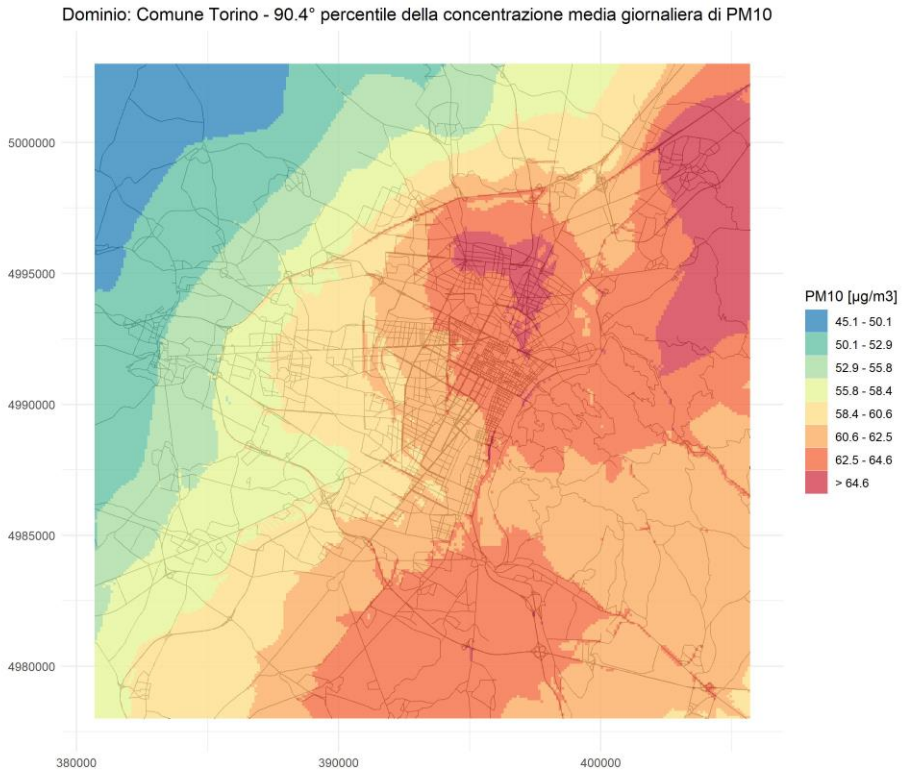


Fig. 4.11.iv – Dominio: Comune di Torino – 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

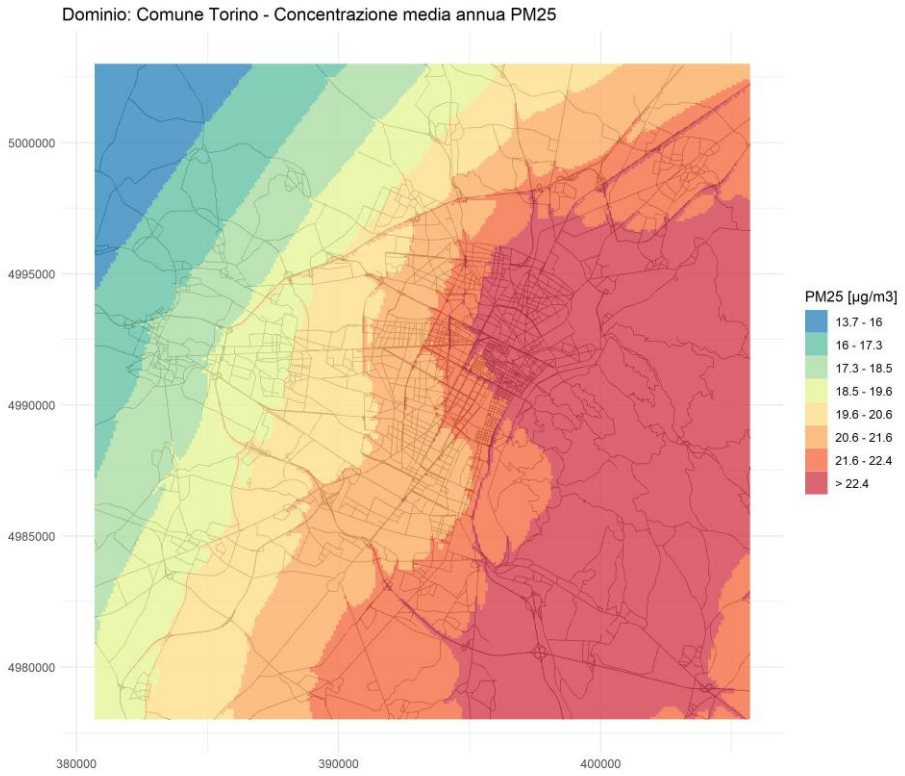


Fig. 4.11.v – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di PM2,5 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

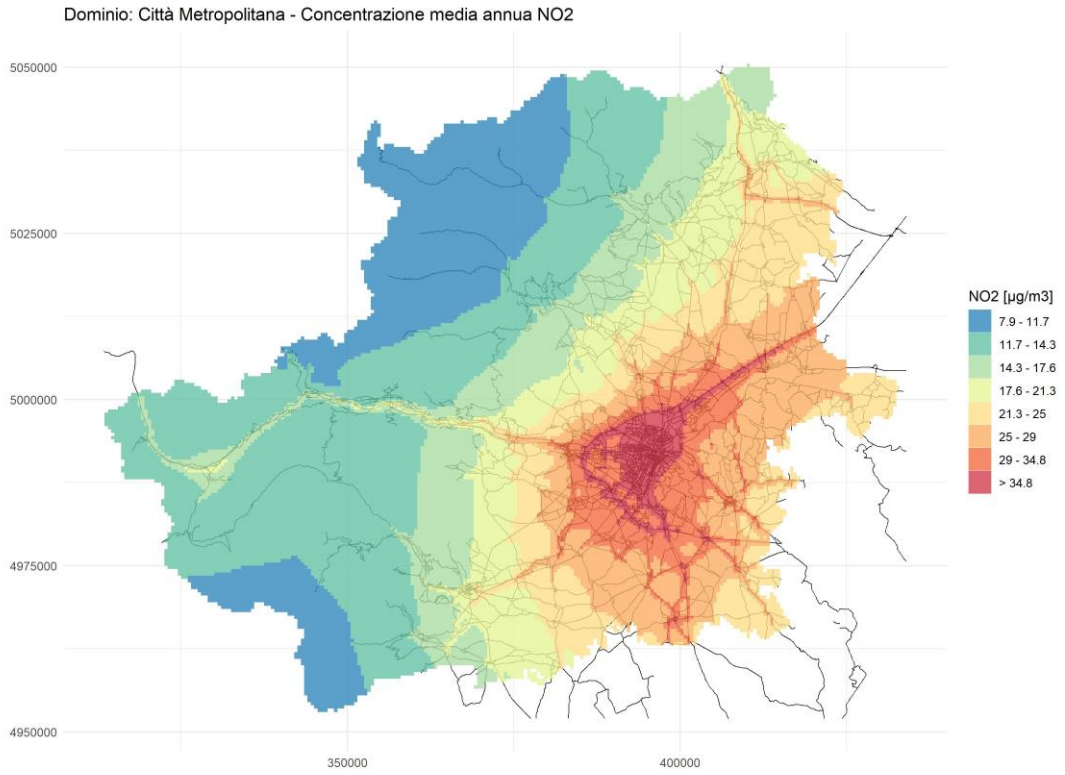


Fig. 4.11.vi – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di NO_2 – Stato di Fatto (2019)
Elaborazione TerrAria

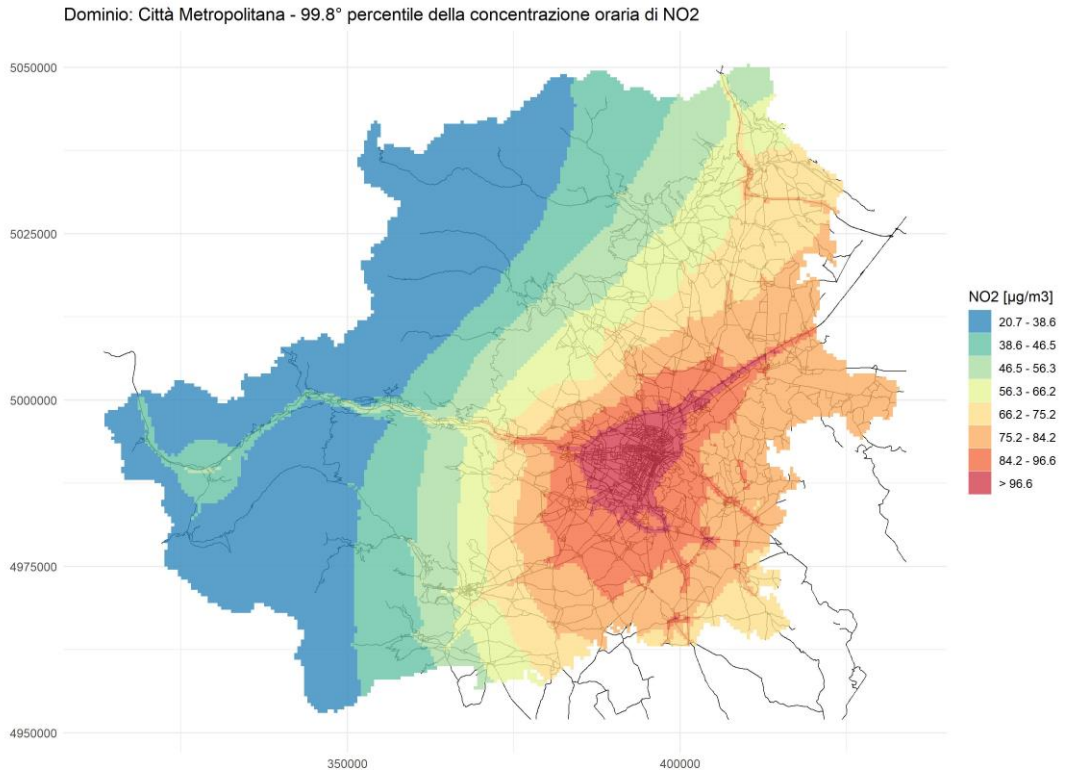


Fig. 4.11.vii – Dominio: Città Metropolitana – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 – Stato di Fatto (2019)

Elaborazione TerrAria

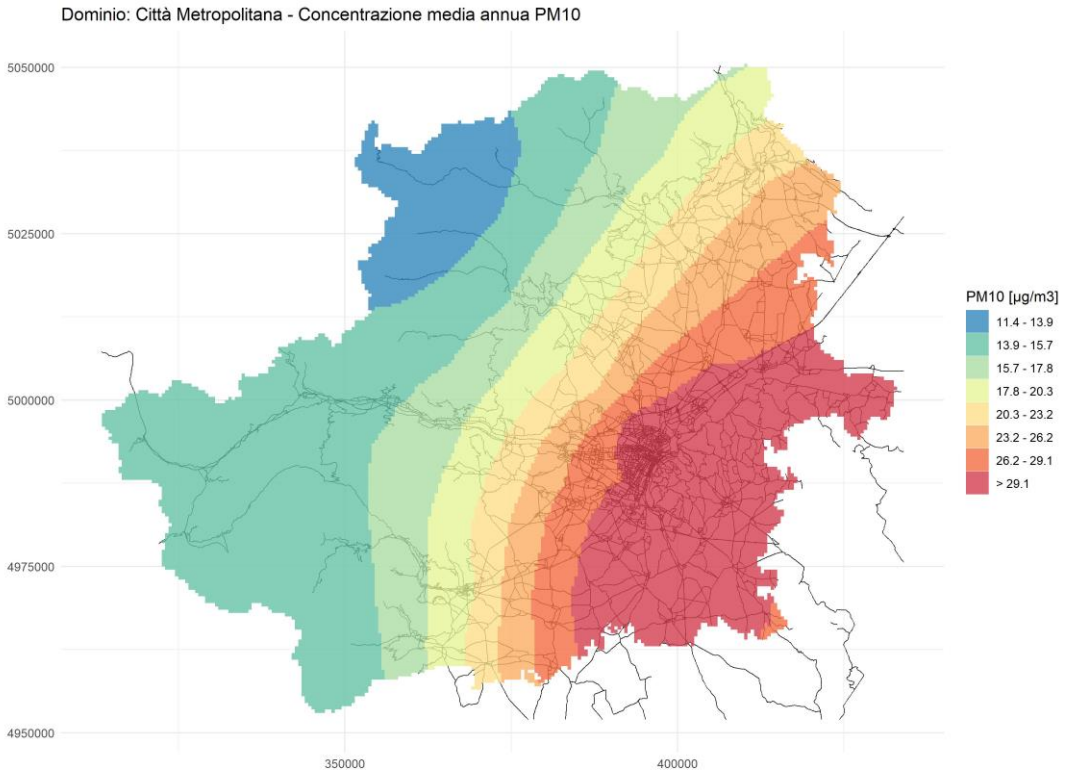


Fig. 4.11.viii – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di PM10 – Stato di Fatto (2019)

Elaborazione TerrAria

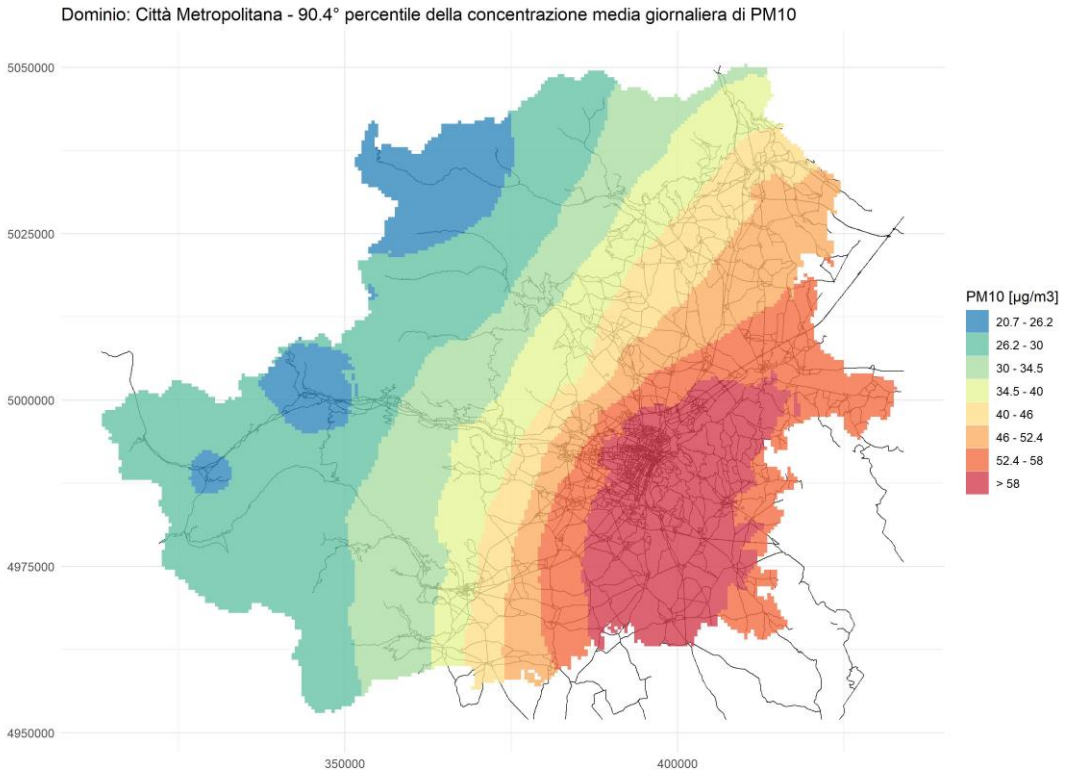


Fig. 4.11.ix – Dominio: Città Metropolitana – 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 – Stato di Fatto (2019)

Elaborazione TerrAria

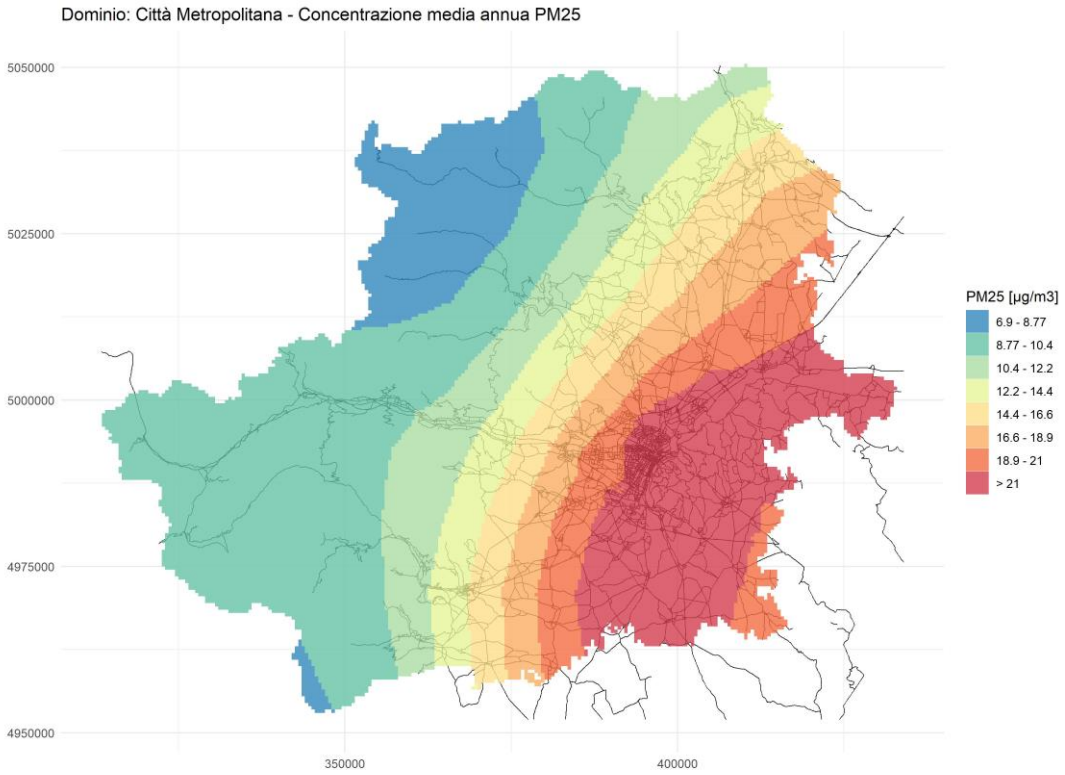


Fig. 4.11.x – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di PM2,5 – Stato di Fatto (2019)

Elaborazione TerrAria

5 Componente inquinamento acustico

5.1 Premessa

Le principali fonti responsabili dell'inquinamento acustico si suddividono in sorgenti lineari/diffuse, quali le infrastrutture di trasporto (ferrovie, autostrade, aeroporti), e in sorgenti puntuali, quali attività commerciali, produttive, industriali, artigianali, ricreative ed impianti tecnologici degli edifici.

Come previsto dalla Legge Quadro 447/95, i comuni della Città Metropolitana di Torino hanno suddiviso il proprio territorio in aree acusticamente omogenee, adottando un Piano di Classificazione Acustica. Ai sensi del DPCM 14 novembre 1997, a ciascuna delle 6 classi di cui si compone la zonizzazione acustica sono associati i limiti di emissione, immissione e di qualità. Si riporta di seguito la mosaicatura, aggiornata al 2012, dei Piani di Classificazione Acustica (o zonizzazione) della Città Metropolitana di Torino e dell'agglomerato di Torino[9]. Come si evince dalla figura, la classe III risulta essere prevalente all'interno della Città Metropolitana ed include le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione. La porzione occidentale della provincia, invece, essendo prevalentemente montuosa, è caratterizzata da aree particolarmente protette (classe I) e la zona circostante Oulx (porzione sud-occidentale), avente una densità di popolazione media, è assegnata alla classe II. Nell'agglomerato di Torino sono preponderanti le classi prevalentemente residenziali, caratterizzate da un'intensa attività umana e, secondariamente, le aree industriali.

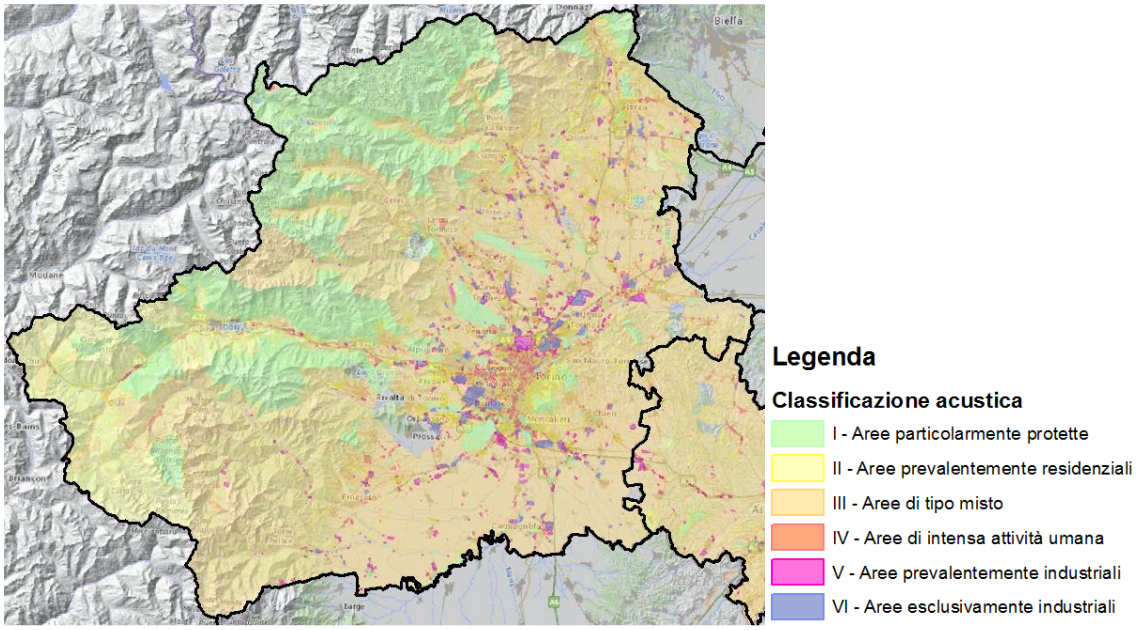


Fig. 5.1.i – Zonizzazione acustica della Città Metropolitana di Torino

Stralcio del GeoPortale della Regione Piemonte effettuato in data 18/09/2020

[9] L'agglomerato di Torino è stato individuato formalmente dalla Regione Piemonte attraverso la D.G.R. n.23-5376 del 26/02/07 come l'insieme di territorio urbanizzato della Città di Torino e dei comuni limitrofi.

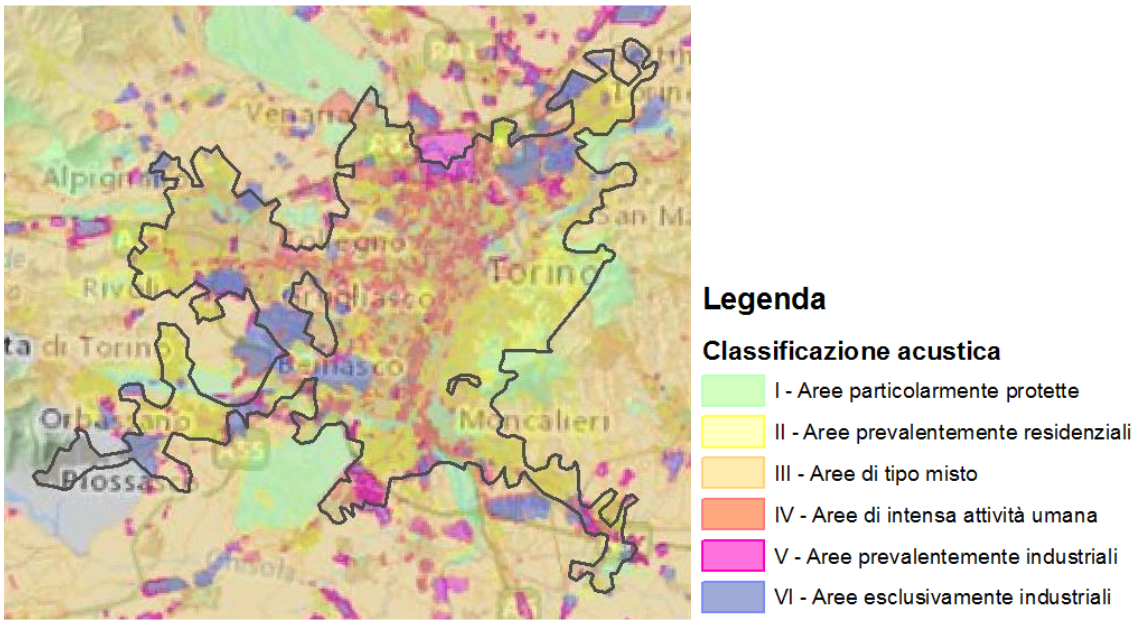


Fig. 5.1.ii – Zonizzazione acustica dell'agglomerato di Torino
Stralcio del GeoPortale della Regione Piemonte effettuato in data 18/09/2020

In conformità al D.Lgs. 194/2005, nell'ottica di gestire e contenere l'inquinamento acustico, la Città Metropolitana di Torino ha predisposto l'aggiornamento del proprio Piano d'Azione delle infrastrutture di trasporto stradale (2018 - 2022) - revisione 2020, incentrato sulle infrastrutture stradali di propria competenza aventi un flusso di traffico superiore a 3'000'000 di veicoli/anno. Il Piano d'Azione mira a ridurre le criticità acustiche individuate dalla "Mappatura acustica delle infrastrutture di trasporto stradale gestite dalla Città Metropolitana di Torino - Aggiornamento 15 dicembre 2019", decongestionando il traffico presente sulle arterie principali, realizzando interventi per la mobilità sostenibile e di moderazione della velocità di percorrenza dei veicoli e la conseguente rumorosità. In particolare, rispetto alla mobilità sostenibile sono stati effettuati 8 interventi sulle piste ciclabili, sui parcheggi di interscambio per le biciclette, sui bus a chiamata e sul sostegno al bike-sharing. Inoltre la Città Metropolitana di Torino ha individuato il proprio Mobility Manager di Area e Aziendale, che supporta i Mobility manager aziendali e scolastici nella predisposizione dei Piani Spostamento Casa-Lavoro e Casa-Scuola, e nella realizzazione di azioni tangibili di Mobility Management; tra l'altro il Mobility manager, all'interno dell'Ente, promuove progetti come "Mobilityamoci" volto all'incentivazione dell'utilizzo del mezzo pubblico da parte dei dipendenti.

Considerando le infrastrutture stradali gestite dalla Città Metropolitana di Torino, la mappatura acustica del 2019 ha considerato 127 comuni, coinvolgendo una popolazione di 137'652 abitanti e una rete stradale di 499.5 km; tale mappatura ha restituito la distribuzione di popolazione esposta in termini di Lden e Lnight riportata nella figura sottostante. I risultati della mappatura acustica evidenziano un'elevata percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori alle soglie di potenziale rischio definite a livello internazionale, fissate rispettivamente a 65 dB(A) di Lden e 55 dB(A) di Lnight. Le persone esposte a Lden > 65 dB(A) risultano circa il 37% della popolazione esposta, mentre quelle interessate da Lnight > 55 dB(A) sono circa il 44% della popolazione considerata.

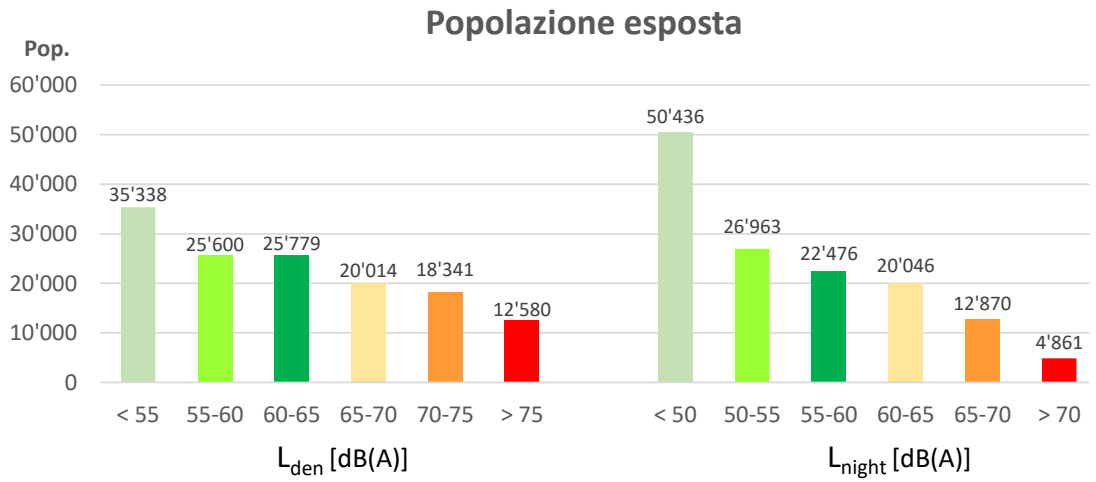


Fig. 5.1.iii – Sintesi dei livelli L_{den} e L_{night} relativi alle infrastrutture stradali gestite dalla Città Metropolitana di Torino
Mappatura acustica delle infrastrutture di trasporto stradale gestite dalla Città Metropolitana di Torino - Aggiornamento 15 dicembre 2019

Ai sensi del D.Lgs. 194/2005, la predisposizione del Piano d'Azione e della mappatura acustica è obbligatoria anche per gli agglomerati con più di 250'000 abitanti, definizione in cui ricade l'agglomerato di Torino. Il territorio dell'agglomerato, individuato nella figura seguente, si estende per una superficie pressoché pari a 250 km^2 ed interessa complessivamente una popolazione di circa 1'300'000 abitanti. L'agglomerato di Torino conta approssimativamente 2'500 km di infrastrutture stradali, 70 km di infrastrutture ferroviarie e 31 siti di attività industriale.

Fig. 5.1.iv – Definizione dell'agglomerato di Torino
Piano d'Azione Agglomerato di Torino 2018 - Revisione 2020

Nelle tabelle seguenti si riporta il numero stimato di persone esposte al rumore dell'agglomerato di Torino in termini di L_{den} e L_{night}, desunti dalla "Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell'ambito della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Torino ai sensi del D.Lgs. 194/05", nella sua revisione di giugno 2017. Nel caso dell'agglomerato, le persone esposte a L_{den} > 65 dB(A) risultano circa il 32% degli abitanti (circa 458'000 persone) e circa il 40% del totale (oltre 569'000 persone) è interessato da L_{night} > 55 dB(A). I risultati della mappatura indicano che la sorgente sonora prevalente è costituita dal traffico veicolare, responsabile per il 95% dell'esposizione della popolazione; il traffico ferroviario concorre per meno

del 4% e i siti di attività industriale contribuiscono per meno dell'1%. Come emerge dalle tabelle seguenti, considerando la totalità dei gestori delle infrastrutture stradali, in termini di L_{den} il range 60-64 dB(A), a cui è soggetto il 43% della popolazione, risulta essere prevalente, mentre rispetto all'L_{night} prevale la classe 50-55 dB(A) con il 52% degli abitanti dell'agglomerato.

Sorgente	**Gestore**	**Numero di persone esposte a livelli di L_{den} [dB(A)]**				
		55-59	**60-64**	**65-69**	**70-74**	**>75**
Infrastrutture stradali	Città di Torino	128'800	395'100	237'300	90'100	700
	Città di Grugliasco	9'100	14'600	8'300	2'200	0
	Città di Rivoli	15'100	13'700	6'000	2'200	100
	Altri Comuni	93'500	109'400	55'300	17'000	500
	Provincia di Torino	6'100	5'800	5'000	3'400	400
	ANAS (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade)	18'700	3'500	1'600	700	0
	ATIVA (Autostrada Torino Ivrea Valle d'Aosta)	5'300	6'400	2'900	500	100
	SATAP (Società Autostrada Torino-Alessandria-Piacenza)	2'912	515	12	5	0
	Totale	**279'512**	**549'015**	**316'412**	**116'105**	**1'800**
Infrastrutture ferroviarie	RFI (Rete Ferroviaria Italiana)	22'700	10'700	15'000	4'300	2'700
	GTT (Gruppo Torinese trasporti)	0	0	0	0	0
	Totale	**22'700**	**10'700**	**15'000**	**4'300**	**2'700**
Siti di attività industriale	**Totale**	**400**	**600**	**500**	**400**	**700**

Tab. 5.1.i – Sintesi dei dati relativi all'esposizione della popolazione a livelli di L_{den}
Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell'ambito della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Torino ai sensi del D.Lgs. 194/05, revisione giugno 2017

Sorgente	Gestore	Numero di persone esposte a livelli di L_{night} [dB(A)]				
		50-54	**55-59**	**60-64**	**65-69**	**>70**
Infrastrutture stradali	Città di Torino	411'400	188'400	184'200	17'700	0
	Città di Grugliasco	14'000	11'300	3'600	200	0
	Città di Rivoli	17'800	7'800	3'300	500	0
	Altri Comuni	123'100	74'200	26'700	2'400	0
	Provincia di Torino	8'900	5'000	4'600	1'400	0
	ANAS (Azienda Nazionale Autonoma delle Strade)	7'900	1'900	1'000	0	0
	ATIVA (Autostrada Torino Ivrea Valle d'Aosta)	7'200	3'900	900	90	0
	SATAP (Società Autostrada Torino-Alessandria-Piacenza)	5'117	1'319	56	5	0
	Totale	**595'417**	**293'819**	**224'356**	**22'295**	**0**
Infrastrutture ferroviarie	RFI (Rete Ferroviaria Italiana)	18'600	9'600	13'800	2'500	1'800
	GTT (Gruppo Torinese trasporti)	0	0	0	0	0
	Totale	**18'600**	**9'600**	**13'800**	**2'500**	**1'800**
Siti di attività industriale	**Totale**	**200**	**400**	**400**	**400**	**0**

Tab. 5.1.ii - Sintesi dei dati relativi all'esposizione della popolazione a livelli di L_{night}
Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell'ambito della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Torino ai sensi del D.Lgs. 194/05, revisione giugno 2017

Sempre ai sensi del D. Lgs. 194/05 è stata predisposta la Mappatura acustica delle infrastrutture stradali gestite dalla Città Metropolitana di Torino, per la redazione della Mappatura l'area di studio è individuata da una fascia di 250 m per lato di tutte le infrastrutture di trasporto stradale gestita da Città Metropolitana e caratterizzata da un flusso di traffico maggiore di 3 milioni di veicoli all'anno.

5.2 Risultati macrosimulazione

L'uso del modello di traffico permette anche una stima dettagliata dei livelli di rumore generati dai flussi veicolari su ciascun arco del grafo stradale.

Le elaborazioni sono state condotte utilizzando l'algoritmo proposto dall'Ufficio Federale per la Protezione dell'Ambiente svizzero, supportato dal Laboratorio Federale di Prova dei Materiali ed Istituto Sperimentale (EMPA):

$$Leq = A + 10Log(Q) + 10\log\left\{\left[1+\left(\frac{v}{50}\right)^3\right]\cdot\left[1+B\cdot\mu\cdot\left(1-\frac{v}{150}\right)\right]\right\}$$

dove:

- A e B sono costanti empiriche (A=42dB(A), B=20);
- Q è il valore medio del flusso veicolare nel periodo considerato (veicoli/ora);
- v è la velocità media dei veicoli, espressa in km/h;
- □□ è il rapporto tra veicoli pesanti e veicoli totali.

Non essendo possibile, nell'ambito del PUMS, definire un modello dettagliato di propagazione del rumore da traffico a scala urbana, questa formulazione è stata utilizzata unicamente per determinare i valori di potenza acustica emessa dal traffico transitante su ciascun arco della rete stradale, secondo la nota formulazione:

$$L_{w} = L_{eq} + 10Log(V) - 10\,Log\,(Q) + 38$$

L'indicatore utilizzato per la valutazione del fonoinquinamento è dunque rappresentato non dai livelli di pressione, espressi in dB ma non ricostruibili nel dettaglio in corrispondenza alla posizione dei singoli recettori, bensì nella potenza emessa dalla rete nell'unità temporale di riferimento espressa in W, e determinata come:

$$W = 10^{-12}\cdot 10^{L_W/10}$$

In altri termini, l'indicatore utilizzato è dato dall'energia acustica associata al funzionamento della rete viaria, che costituisce, a differenza del precedente, un parametro additivo atto a costruire valutazioni sintetiche aggregabili per comparti urbani, e pertanto maggiormente idonee alle verifiche richieste in sede di Valutazione Ambientale Strategica.

Come si può osservare nella Fig. 5.2.i, la potenza acustica associata ai flussi di traffico, in tutto il territorio metropolitano, si allinea in genere alle classi superiori, in particolare lungo le autostrade e lungo le principali arterie all'interno del Capoluogo.

RUM - inquinamento acustico (W) - Città Metropolitana di Torino							
		Zone omogenee					
Zona omogenea		*Autostrade*	*Principali*	*Secondarie*	*Complement.*	*Locali*	**TOTALE**
1	Torino città	0,000	2,058	6,745	0,535	0,036	**9,375**
2	AMT Ovest	0,421	0,118	0,985	0,333	0,038	**1,895**
3	AMT Sud	0,000	0,174	3,631	1,228	0,062	**5,095**
4	AMT Nord	0,000	0,000	2,425	0,618	0,000	**3,043**
5	Pinerolese	0,000	0,000	1,404	0,000	0,005	**1,408**
6	Valli Susa e Sangone	8,759	0,970	0,065	0,007	0,000	**9,801**
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	0,000	0,000	1,006	0,356	0,002	**1,364**
8	Canavese Occidentale	0,000	0,000	0,718	0,000	0,000	**0,718**
9	Eporediese	0,000	0,000	0,384	0,000	0,000	**0,384**
10	Chivassese	0,000	0,000	0,918	0,004	0,042	**0,964**
11	Chierese - Carmagnolese	0,000	0,000	1,827	0,180	0,000	**2,007**
TOTALE		**9,179**	**3,320**	**20,109**	**3,262**	**0,185**	**36,054**

Tab. 5.2.i – Potenza acustica in ambito urbano per zona omogenea e rango stradale

Elaborazione META-TerrAria

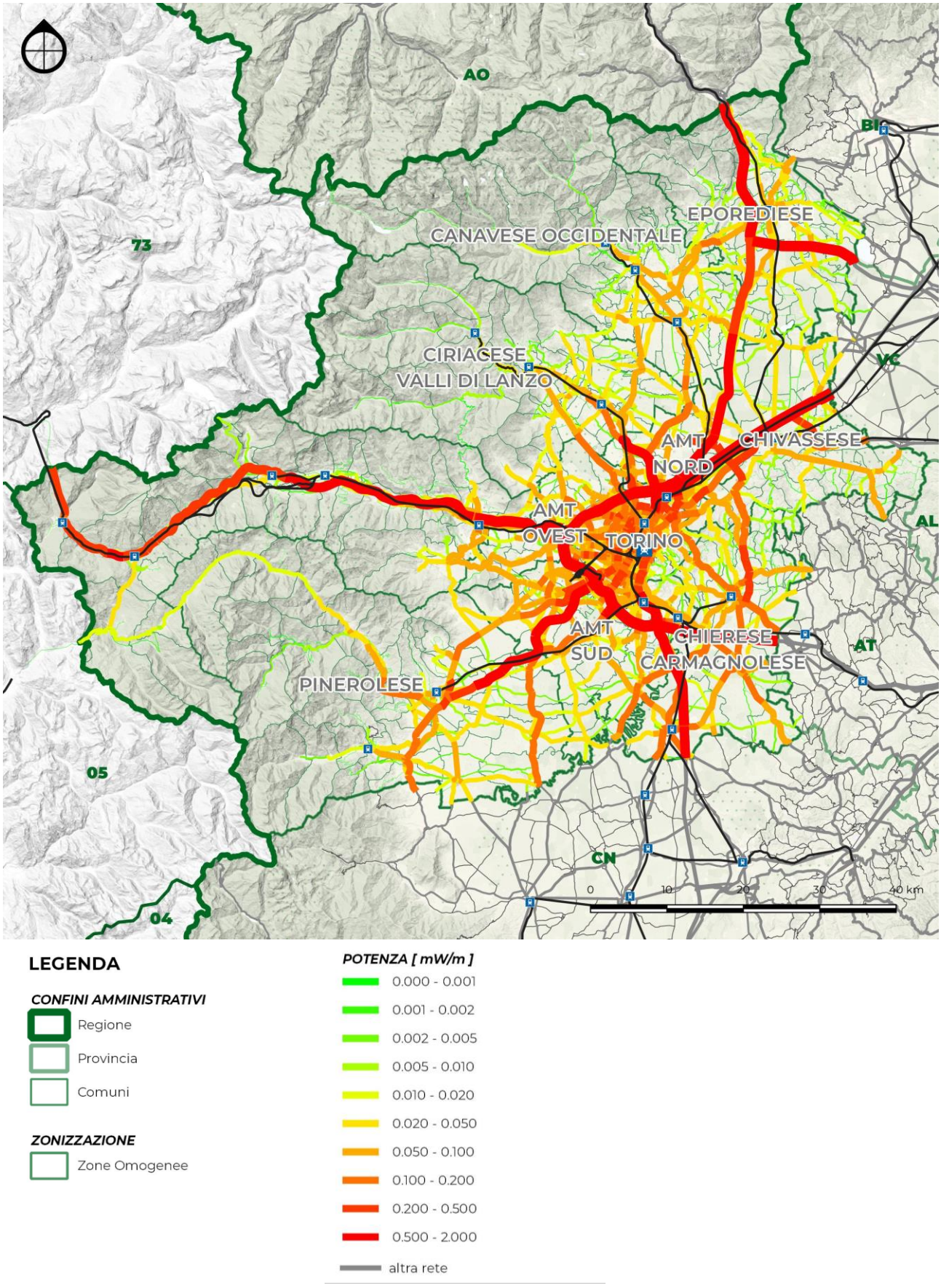


Fig. 5.2.i – Potenza acustica intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

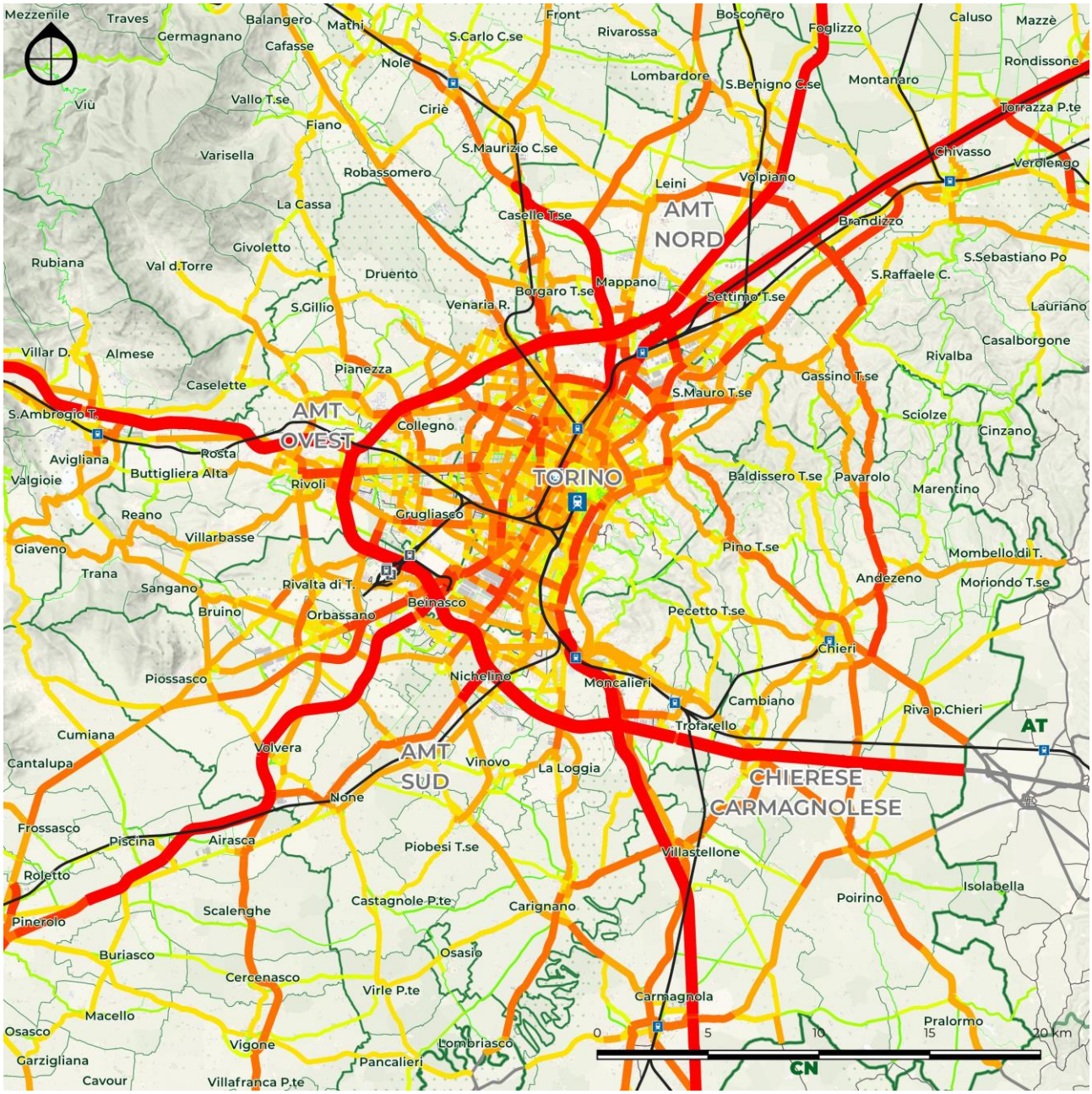


Fig. 5.2.ii – Potenza acustica conurbazione
Elaborazione META-TerrAria

6 Componente idrosfera: acque superficiali

6.1 Premessa

Il sistema idrografico della Città Metropolitana di Torino è costituito dal fiume Po e dai suoi affluenti (Dora Baltea, Soana, Chiusella, Orco e Malone, Stura di Lanza, Dora Riparia, Sangone, Chisola e Chisone, Pellice e Banna).

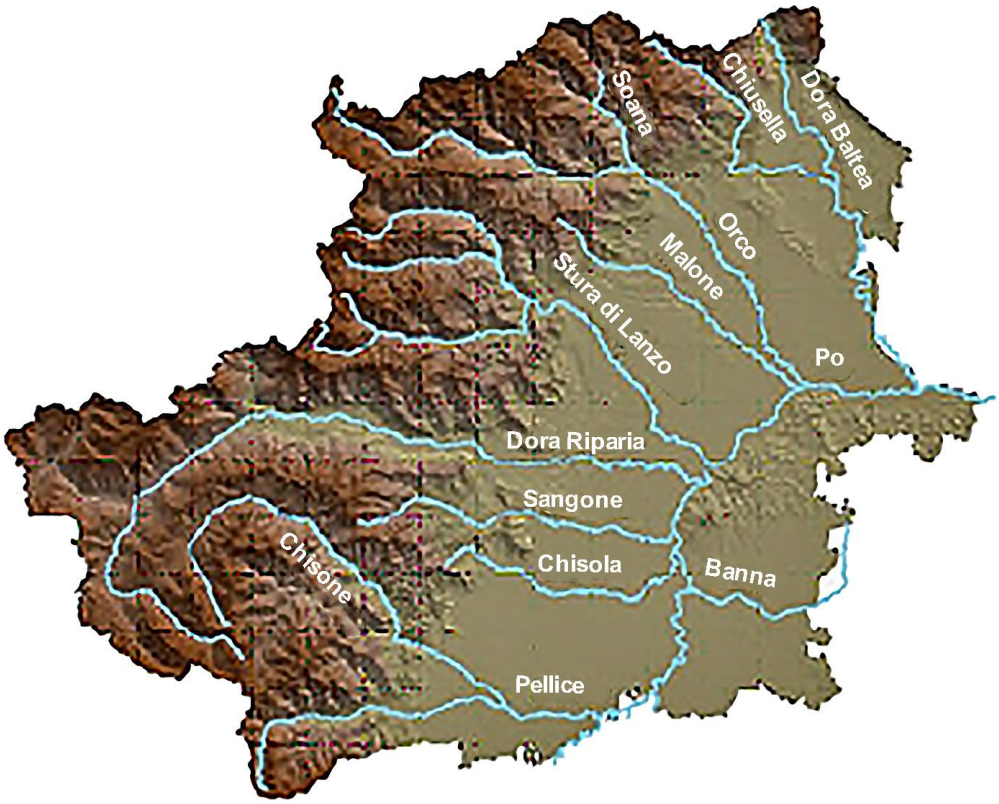


Fig. 6.1.i – Corsi idrici principali nel territorio della Città Metropolitana
Rapporto Ambientale del Piano d'Ambito dell'ATO3

Tutti i corsi d'acqua vengono sottoposti a monitoraggi periodici per valutarne lo stato ecologico, lo stato chimico e per verificare la presenza di particolari tipi di inquinanti (ad es. pesticidi); viene inoltre fatta una valutazione in merito al loro regime idrologico. In sintesi, le principali problematiche e criticità, che sono state riscontrate per i corsi d'acqua presenti nell'ambito della Città Metropolitana di Torino, sono:

- Deficit idrici legati alle derivazioni irrigue
- Criticità locali quantitative per la cessione delle acque a derivazioni idroelettriche ed industriali
- Disequilibrio di grado medio-alto nel regime idrogeologico dei corsi d'acqua per effetto di prelievi a scopo irriguo in modo particolare nelle aste di bassa pianura
- Criticità qualitative legate alla forte presenza antropica, soprattutto nelle aree della bassa pianura ed in corrispondenza della presenza di scarichi civili ed industriali

In particolare, nell'area di Torino lo stato qualitativo dell'acqua è critico in relazione al regime idrologico nei tratti bacinizzati dell'asta del Po.

La tendenza del contesto del territorio metropolitano è in linea con quello regionale, la situazione qualitativa vede un trend di miglioramento mentre si registra un peggioramento dal punto di vista quantitativo. Lo squilibrio idrico quantitativo è infatti dovuto alla progressiva diminuzione delle precipitazioni medie annue e all'aumento costante dei prelievi ad uso civile, industriale o irriguo.

Critica invece la situazione delle acque di falda, soprattutto nelle zone di pianura, dove gli inquinanti di origine industriali o civile fanno registrare valori vicini ai limiti di potabilità mentre gli inquinanti di natura agricola in falda freatica sono diffusi in tutta l'area della pianura con concentrazioni variabili in base alla soggiacenza della falda e alla tipologia di coltivazione.

In generale si può quindi affermare che la qualità chimica ed ecologica, oltre che i parametri quantitativi, siano differenti nelle aree montane rispetto alle aree di pianura dove la situazione è maggiormente compromessa; l'ambiente fluviale, importantissimo per la biodiversità, ricalca questa stessa situazione.

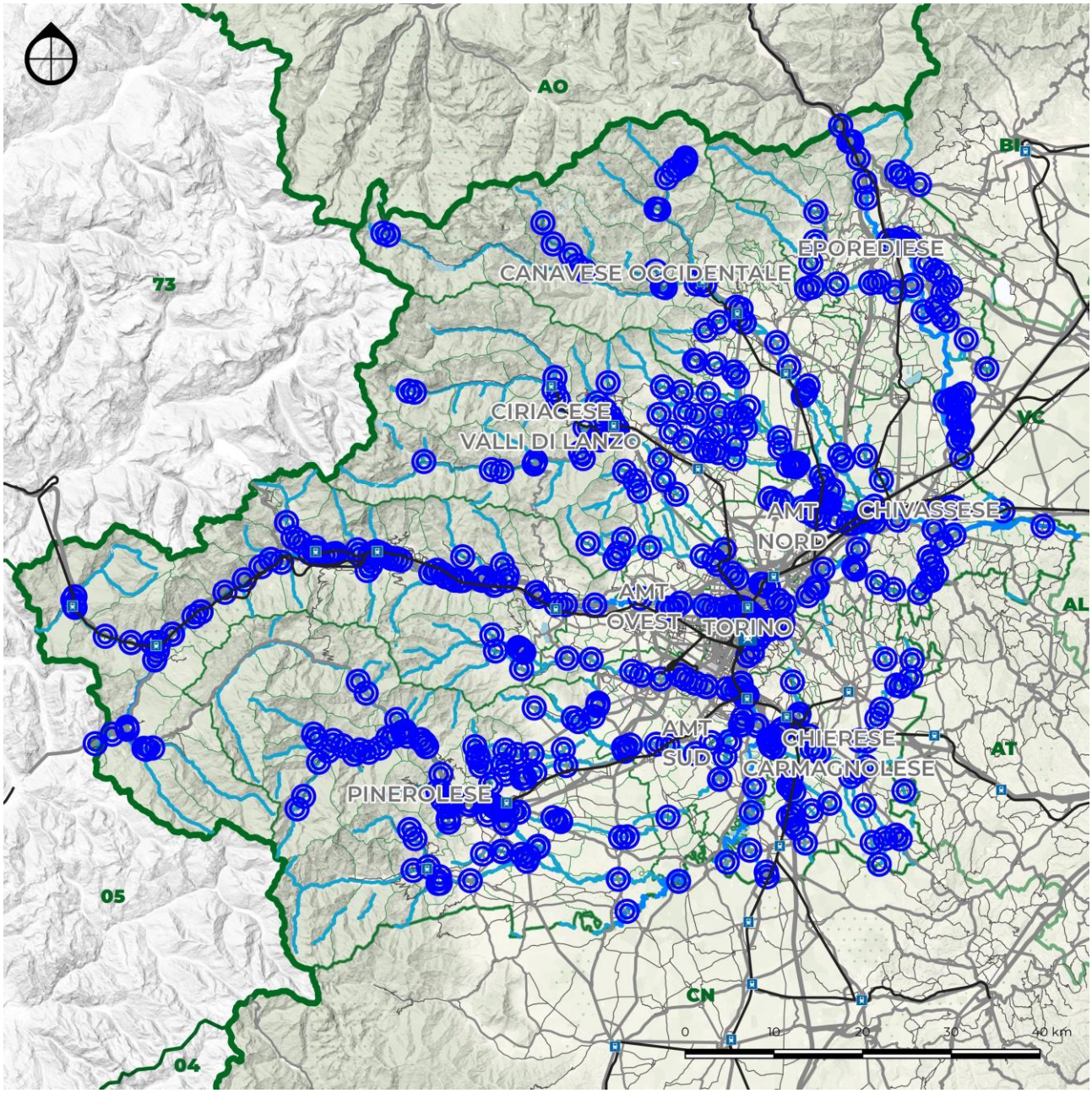
Nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente redatta da Arpa nel 2020 emerge una situazione delle acque superficiali "buona" o superiore relativamente allo Stato Ecologico per il 55% dei corpi idrici mentre per quanto riguarda lo Stato Chimico la percentuale con stato "buono" sale al 95%. I corpi idrici sotterranei, in modo particolare la falda profonda, sono classificati di stato "buono". Il trend delle acque superficiali e di quelle sotterranee è in miglioramento. Nel 2019 è stata anche condotta una revisione dell'analisi delle pressioni per individuare le pressioni antropiche più significative sui corpi idrici, ovvero quelle potenzialmente in grado di compromettere il raggiungimento o il mantenimento dello stato di qualità buono. Le pressioni maggiormente significative sono le modifiche morfologiche dell'alveo in particolare le modifiche ripariali, i prelievi, gli scarichi di acque reflue urbane e agricole. Da prestare attenzione ai fenomeni di dilavamento del manto stradale a seguito di eventi piovosi.

Pur essendo stato un anno molto piovoso, il 2019 non ha visto particolari scostamenti significativi rispetto alle medie storiche di riferimento delle portate, i mesi più piovosi sono stati bilanciati da quelli siccitosi all'inizio dell'anno. Da gennaio a maggio infatti i deflussi sono stati inferiori alla media storica, il fiume Orba ha avuto una portata media ridotta del 40%. A nord del Po in media lo scostamento è stato del -15%. Nei mesi di ottobre e novembre i deflussi sono stati ovunque sopra media, l'Orba ha fatto registrare una media superiore di 3 volte quella storica.

6.2 Interferenze con il reticolo idrografico

Utilizzando il grafo infrastrutturale è possibile ottenere una stima del numero di interferenze fra il reticolo idrografico e quello stradale.

Le interferenze descritte tra il reticolo idrografico ed il sistema viario, in totale 591 sul territorio della città Metropolitana di Torino, sono indicate nelle figure seguenti.



LEGENDA

CONFINI AMMINISTRATIVI

- Regione
- Provincia
- Comuni

ZONIZZAZIONE

- Zone Omogenee

RETICOLO IDROGRAFICO

- Principale
- Secondario
- Punti di interferenza

Fig. 6.2.i – Interferenze con il reticolo idrografico intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

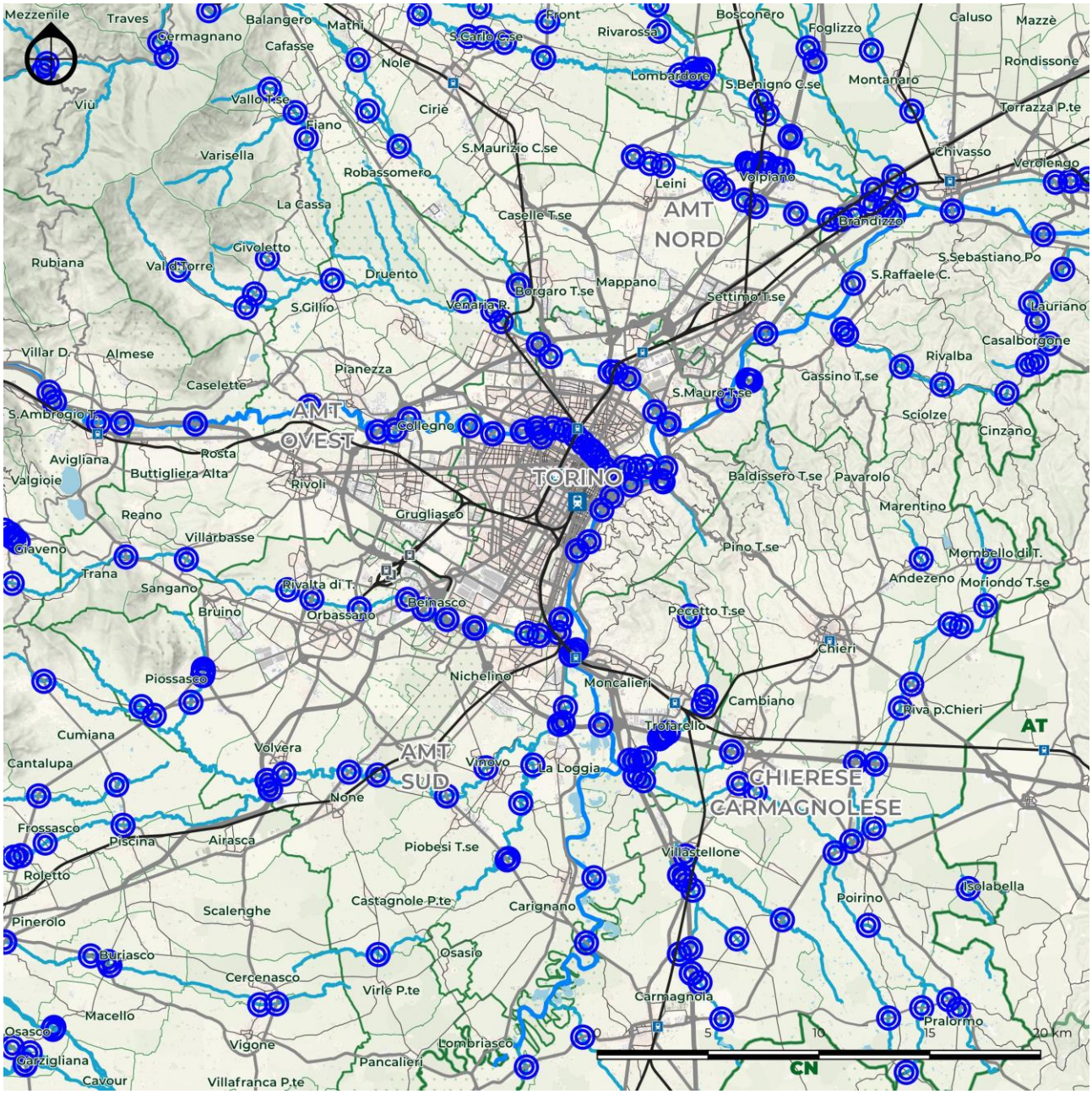


Fig. 6.2.ii – Interferenze con il reticolo idrografico conurbazione
Elaborazione META-TerrAria

6.3 Emissione di metalli pesanti

La rete infrastrutturale utilizzata per la macrosimulazione permette anche una stima del rilascio di metalli pesanti riconducibile ai flussi veicolari, il cui dilavamento dalla sede stradale può concorrere a determinare condizioni di inquinamento idrico nei corrispondenti corpi recettori.

I livelli di inquinamento idrico, dipendenti dal rilascio di sostanze inquinanti (in particolare metalli pesanti) da parte degli pneumatici e di altre componenti meccaniche dei veicoli, è stato valutato in base alla formulazione proposta dalla *Federal Highway Administration* americana[10]

$$K = 0{,}007 \cdot TGM^{0.89}$$

dove

K = massa di residui rilasciati in carreggiata [kg/km]

TGM = traffico giornaliero medio [veicoli/giorno]

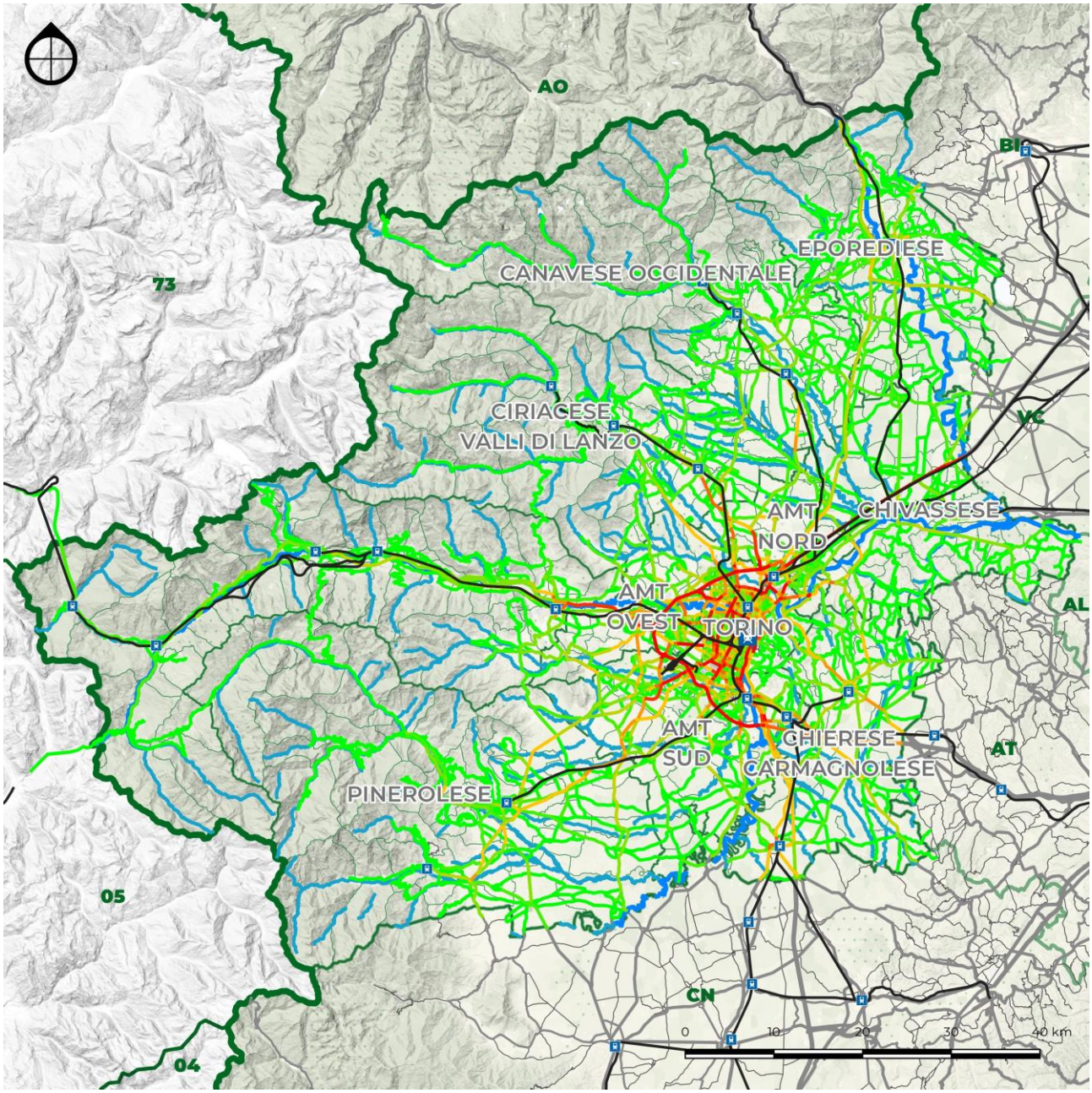
Come si può osservare, le situazioni di maggiore criticità si rilevano sulle autostrade e sulle strade principali, in particolare lungo la Tangenziale di Torino e lungo le principali arterie urbane del Capoluogo.

ACQ - inquinamento idrico (kg metalli pesanti/giorno) - Città Metropolitana di Torino							
		Zone omogenee					
Zona omogenea		*Autostrade*	*Principali*	*Secondarie*	*Complement.*	*Locali*	**TOTALE**
1	Torino città	1.860	6.106	4.060	1.732	4.367	**18.125**
2	AMT Ovest	5.450	1.056	1.762	1.982	2.099	**12.349**
3	AMT Sud	6.360	991	3.833	1.969	2.477	**15.630**
4	AMT Nord	4.692	347	2.140	834	1.077	**9.090**
5	Pinerolese	1.003	0	2.992	891	1.472	**6.358**
6	Valli Susa e Sangone	3.864	1.119	718	451	839	**6.991**
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	0	0	1.248	587	1.485	**3.320**
8	Canavese Occidentale	522	0	1.101	465	1.473	**3.561**
9	Eporediese	2.937	923	796	289	1.353	**6.299**
10	Chivassese	3.156	1.459	1.194	138	1.169	**7.116**
11	Chierese - Carmagnolese	2.206	1.362	2.376	754	1.532	**8.230**
TOTALE		**32.050**	**13.363**	**22.219**	**10.090**	**19.345**	**97.068**

Tab. 6.3.i – Rilascio di metalli pesanti per zona omogenea e rango stradale

Elaborazione META-TerrAria

[10]Vedi: Kobriger N.P., Meinholz T.L., Gupta M.R., Agne R.W. [1981] *Predictive procedure for determining pollution characteristics in highway runoff;* RD044, FHWA, Washington (D.C.); Cera L., Di Mascio P. (2000); "Livelli di inquinamento delle acque di ruscellamento stradale: analisi dei metodi di calcolo"; in: Le Strade, n.12.



LEGENDA

CONFINI AMMINISTRATIVI
- Regione
- Provincia
- Comuni

ZONIZZAZIONE
- Zone Omogenee

RETICOLO IDROGRAFICO
- Principale
- Secondario

INQUINAMENTO IDRICO [kg/km]
- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- >80
- altra rete

Fig. 6.3.i – Rilascio di metalli pesanti intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

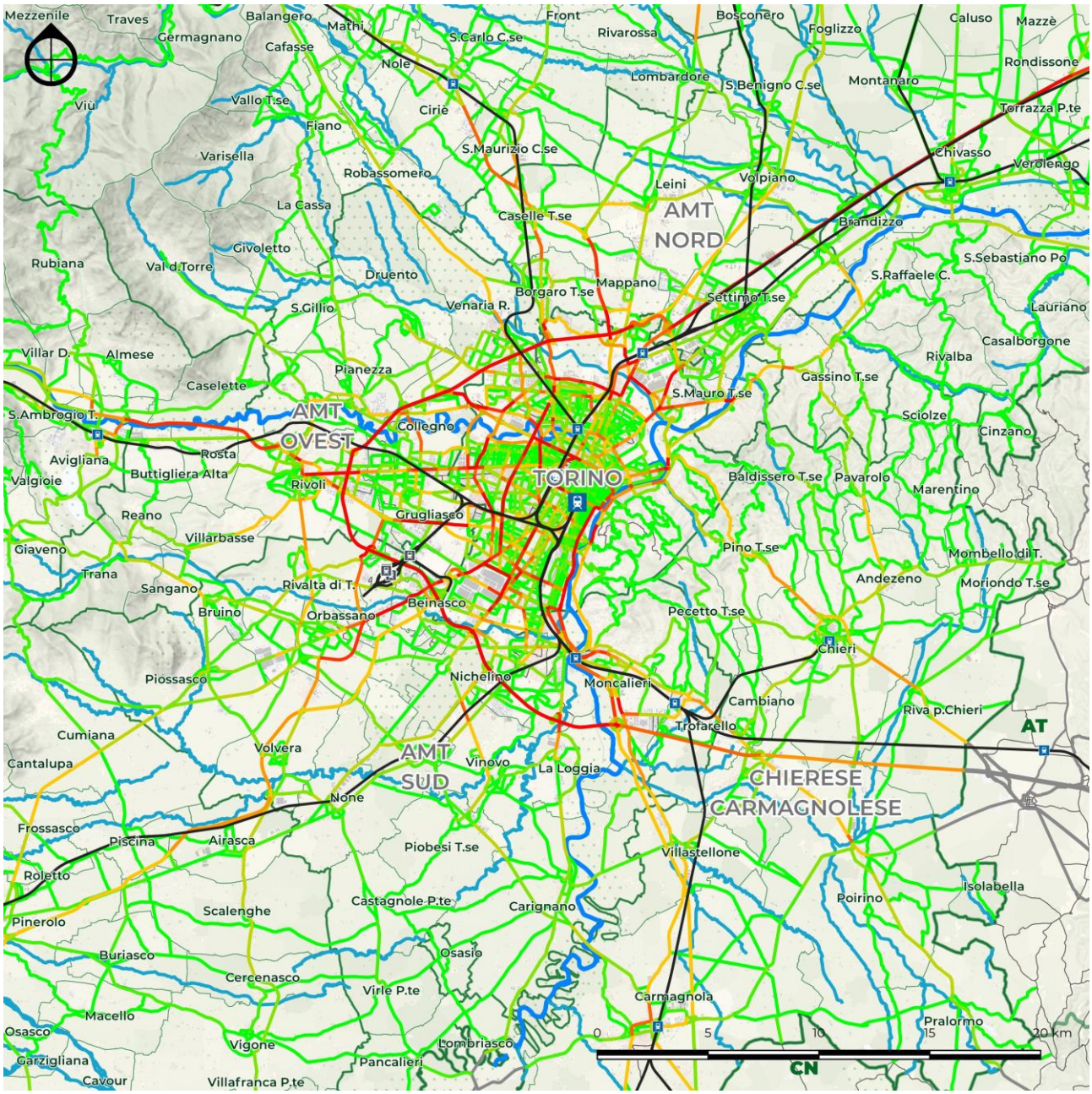


Fig. 6.3.ii – Rilascio di metalli pesanti conurbazione

Elaborazione META-TerrAria

7 Componente idrosfera: acque sotterranee

7.1 Premessa

Le acque sotterranee sono l'insieme degli acquiferi del sistema di pianura superficiali e profondi, dagli acquiferi dei principali fondovalle alpini e appenninici, oltre agli acquiferi dei sistemi montani e collinari.

La cartografia di base dell'acquifero piemontese è reperibile nel "Modello idrogeologico concettuale" del territorio regionale piemontese con la cartografia di base dell'acquifero superficiale (BAS).

Sul territorio regionale sono presenti 112 piezometri che controllano lo stato quantitativo della falda che restituiscono uno stato quantitativo buono delle acque di falda. L'andamento della falda superficiale non è influenzato dalle dinamiche antropiche, ovvero i prelievi idrici non influenzano in modo significativo il livello di falda.

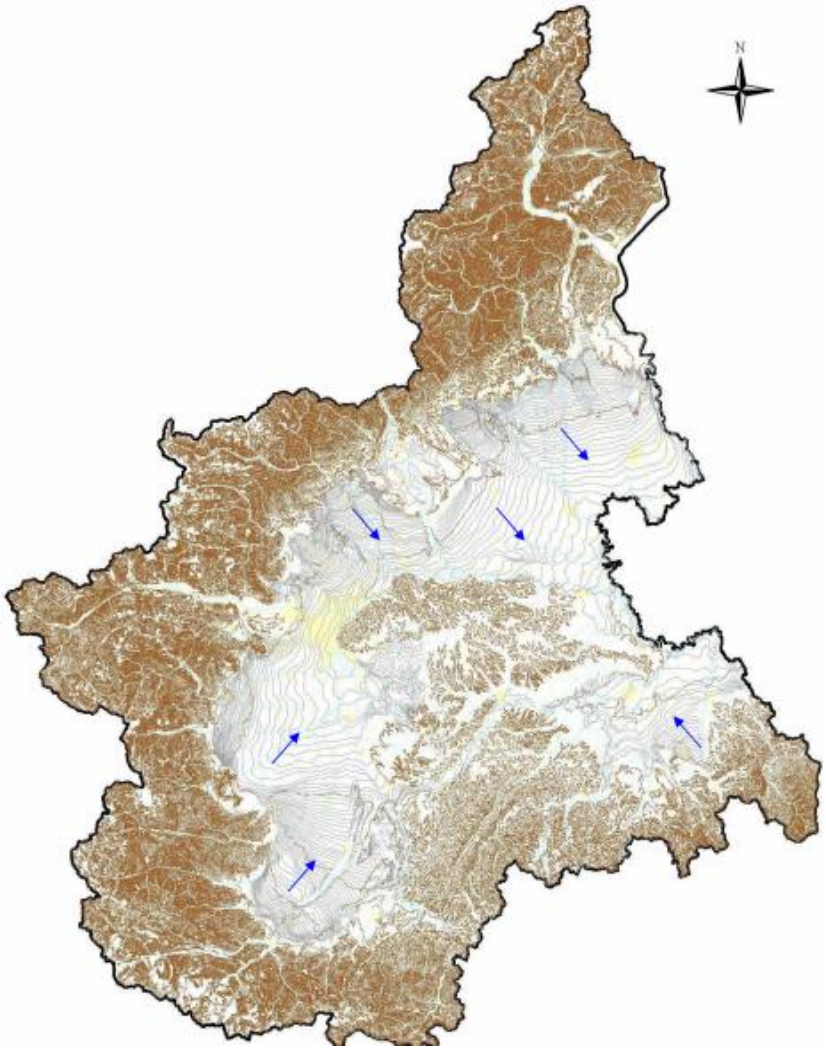


Fig. 7.1.i – Andamento piezometrico della falda superficiale nell'area di pianura del Piemonte
Arpa Piemonte

Per quanto riguarda le acque sotterranee sono stati condotti monitoraggi sulla falda profonda e su quella superficiale riscontrando problematiche legate alla presenza di nitrati e prodotti fitosanitari, solventi organoalogenati; nel dettaglio registra per quanto riguarda la falda superficiale:

- una compromissione diffusa da nitrati e prodotti fitosanitari delle falde superficiali di Banna e Dora Baltea;
- una compromissione localizzata della falda superficiale di Pellice, Chisola, Sangone, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Malone, Orco;
- una compromissione diffusa della falda superficiale di Chisola, Dora Riparia, Sangone, Stura di Lanzo;

e per quanto riguarda la falda profonda:

- una compromissione diffusa della falda profonda di Chisola, Malone per quanto riguarda i soventi organoalogenati;
- la falda profonda di Chisola, Dora, Sangone, Stura di Lanzo, Dora Baltea è localmente compromessa da nitrati e prodotti fitosanitari.
-

Si riporta di seguito graficamente la situazione appena descritta:

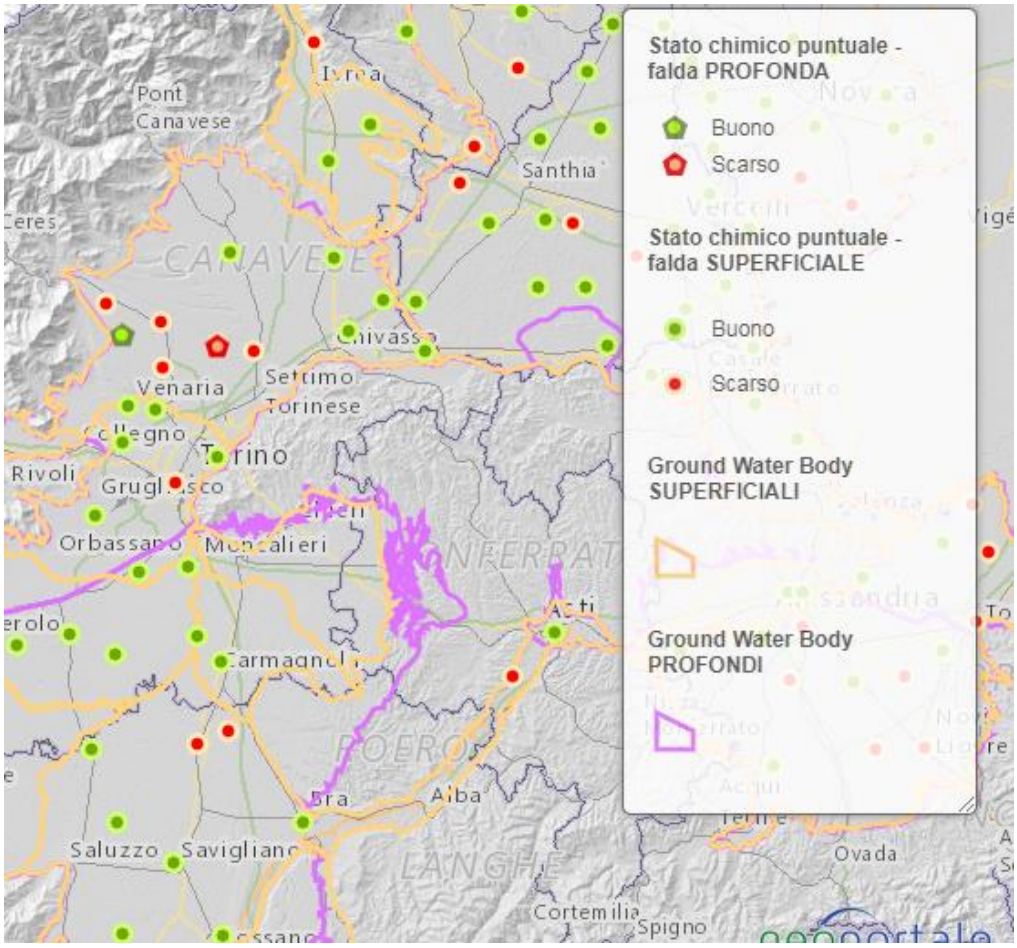


Fig. 7.1.ii – Stato qualitativo delle acque sotterranee
Arpa Piemonte

8 Componente biosfera

8.1 Premessa

Per biodiversità - o diversità biologica - si intende la variabilità fra gli organismi viventi di ogni tipo, inclusi tra gli altri quelli terrestri, marini o di altri ecosistemi acquatici e gli stessi complessi ecologici di cui sono parte; la definizione comprende la diversità all'interno delle singole specie, tra le diverse specie e quella degli ecosistemi e include specie e varietà coltivate così come quelle facenti parte degli ecosistemi naturali - e ovviamente anche l'uomo. Oltre ad essere considerato un valore in sé, la biodiversità influenza, in modi spesso complessi e non sempre facili da identificare, caratteristiche fondamentali degli ecosistemi a cominciare dalla capacità di reagire agli impatti negativi derivanti dalle attività umane.

I dati regionali sulla biodiversità evidenziano che il territorio piemontese, anche a fronte della varietà delle caratteristiche che lo compongono, è ricco di specie animali e vegetali. In Piemonte coesistono 3 zone biogeografiche (alpina, continentale e mediterranea) che garantiscono un buon livello di biodiversità nonostante l'elevato grado di urbanizzazione; dalle Banche Dati Naturalistiche della Regione Piemonte emerge che sul territorio regionale sono presenti più di 4'400 specie vegetali, 400 specie di uccelli, 113 di mammiferi, 56 di rettili ed anfibi, 81 di pesci, 3730 di invertebrati e 20 di altri gruppi.

Il 18% del territorio regionale è sottoposto a tutela.

Rispetto al contesto della Città Metropolitana di Torino, elemento importante per la tutela delle aree a maggior naturalità è la Rete Ecologica che è un sistema interconnesso di aree naturali quali le aree protette e i siti afferenti a Rete Natura2000, le fasce perifluviali e i corridoi di connessione ecologica, le aree di particolare pregio paesaggistico e ambientale (ovvero le aree soggette a vincolo ambientale ai sensi del Codice dei Beni culturali e del paesaggio), le zone umide e le aree boscate tutelate per perseguire la tutela della loro funzione ecologica e naturalistica, da tutelare in modo particolare i boschi che costituiscono gli habitat di interesse comunitario e le formazioni boschive plurispecifiche. Gli obiettivi della Rete Ecologica della Città Metropolitana (come individuata dall'Azione 3 del Piano Strategico Provinciale per la Sostenibilità, D.G.P. n. 881 - 38525) sono:

- il contenimento del consumo di suolo;
- il mantenimento e incremento della biodiversità;
- la localizzazione di interventi di compensazione ambientale;
- lo sviluppo di un turismo sostenibile.

La Città Metropolitana di Torino gestisce 8 aree protette: il Parco Naturale Lago di Candia, la Riserva Naturale Stagno di Oulx, il Parco Naturale Rocca di Cavour, il Parco Naturale Colle del Lys, il Parco Naturale Monte Tre Denti Freidour, Parco Naturale Monte San Giorgio, Parco Naturale Conca Cialancia e la Riserva Naturale Monti Pelati.

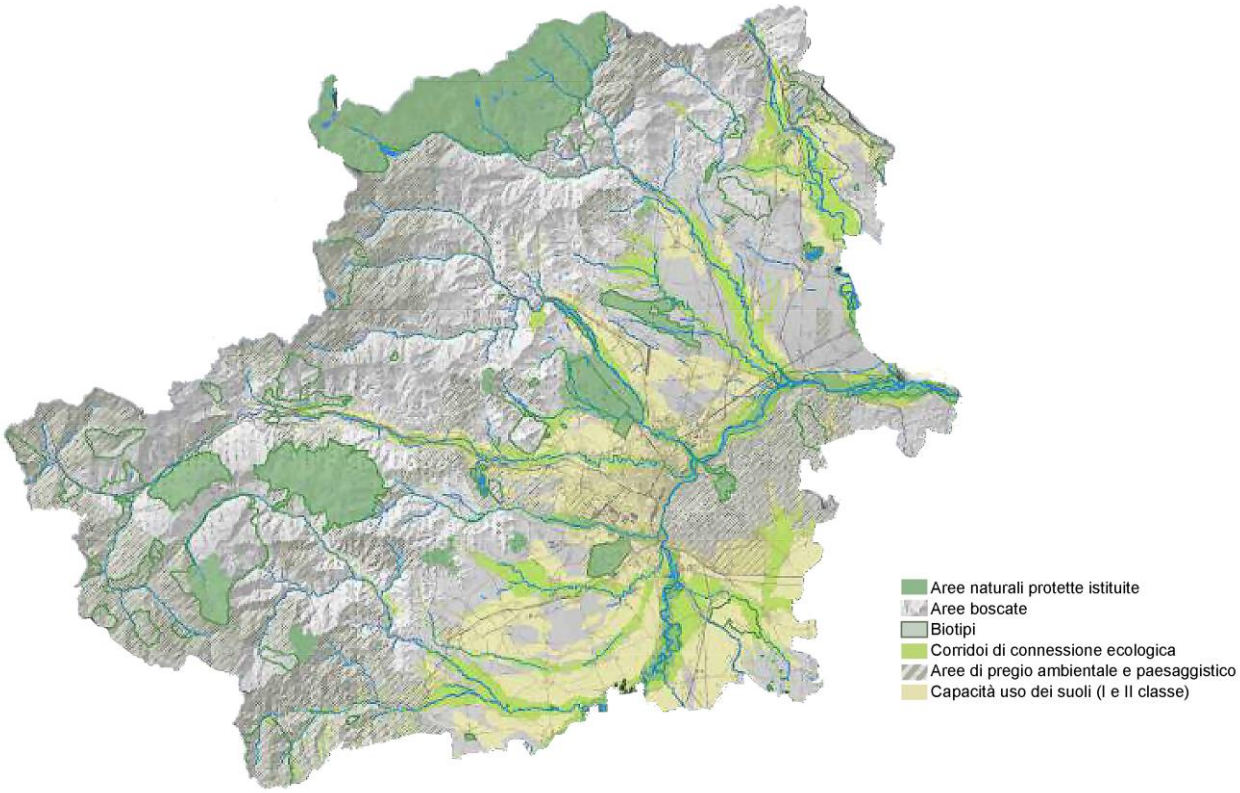


Fig. 8.1.i – Gli elementi della Rete Ecologica della Città Metropolitana di Torino
Piano Strategico Metropolitano 2018-2020

Sul territorio metropolitano sono presenti anche diversi siti di Rete Natura 2000, sia Zone Speciali di Conservazione, ZSC che Zone di Protezione Speciale, ZPS.

8.2 Interferenze con la rete ecologica

Intersecando la rete infrastrutturale, utilizzata durante le operazioni modellistiche, con le aree protette, ovvero Rete Natura 2000, parchi regionali e provinciali, è possibile ottenere un quadro d'insieme dell'incidenza del reticolo stradale sul sistema delle aree protette (si veda figure seguenti)

A ciò, come richiesto in fase di parere motivato si è integrato nel concetto di rete ecologica provinciale/regionale anche il sistema delle aree protette e forestali, armonizzando il concetto più ampio di infrastrutture verdi e blu introdotto nel redigendo PTGM.

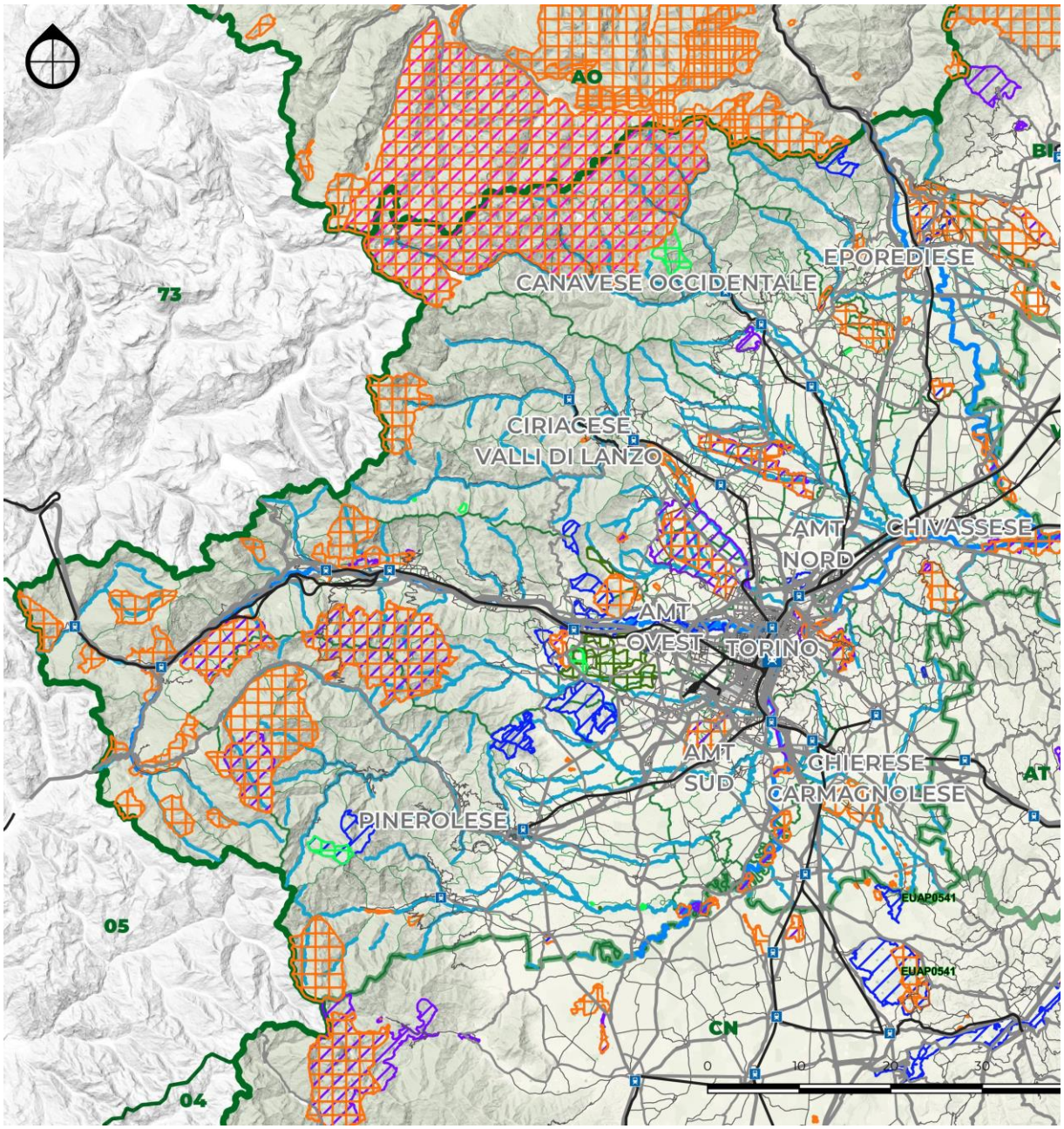


Fig. 8.2.i – Interferenze con la rete ecologica intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

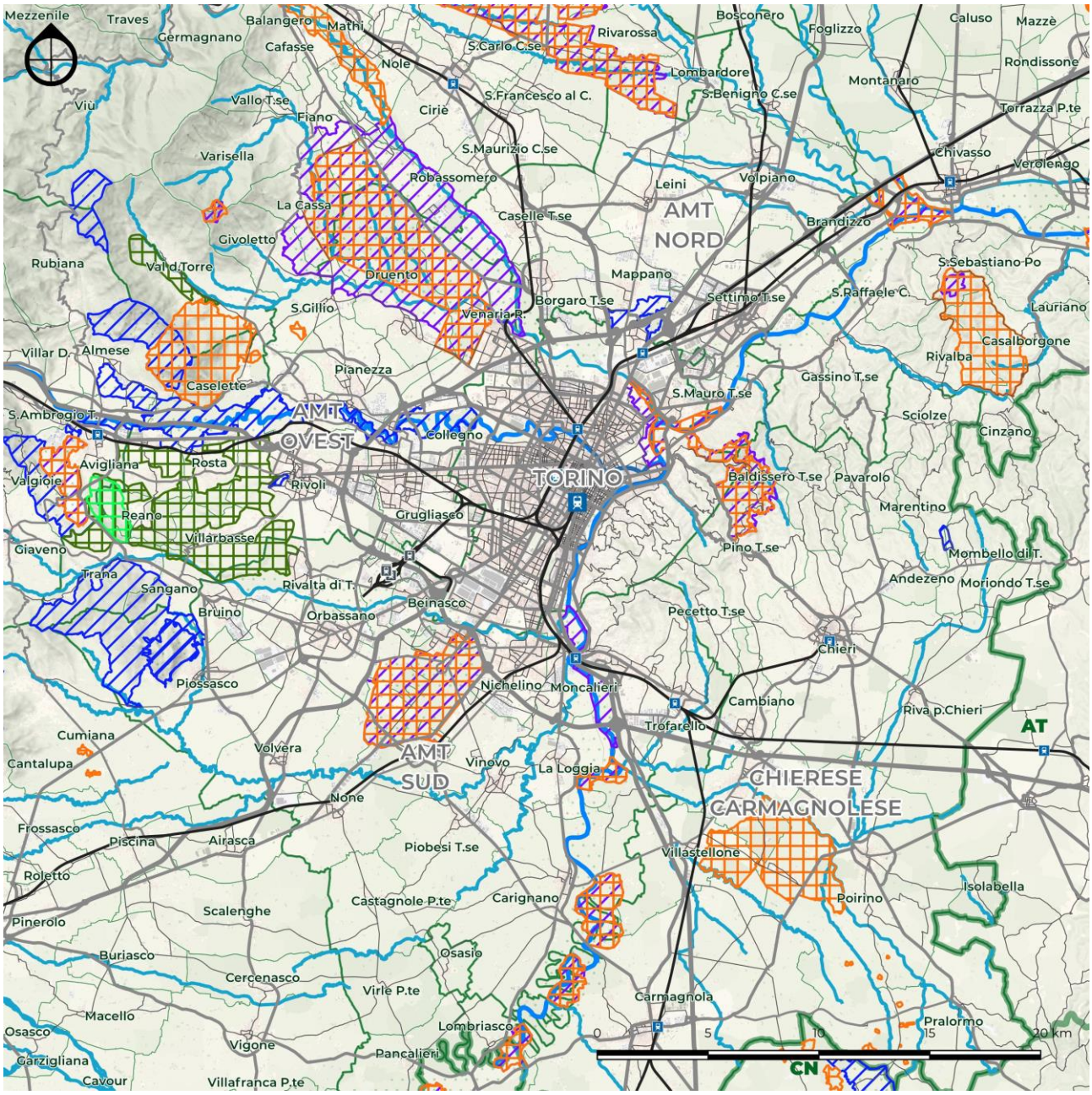


Fig. 8.2.ii – Interferenze con la rete ecologica conurbazione

Elaborazione META-TerrAria

Ad ulteriore integrazione si è proceduto a verificare le interferenze con il sistema forestale

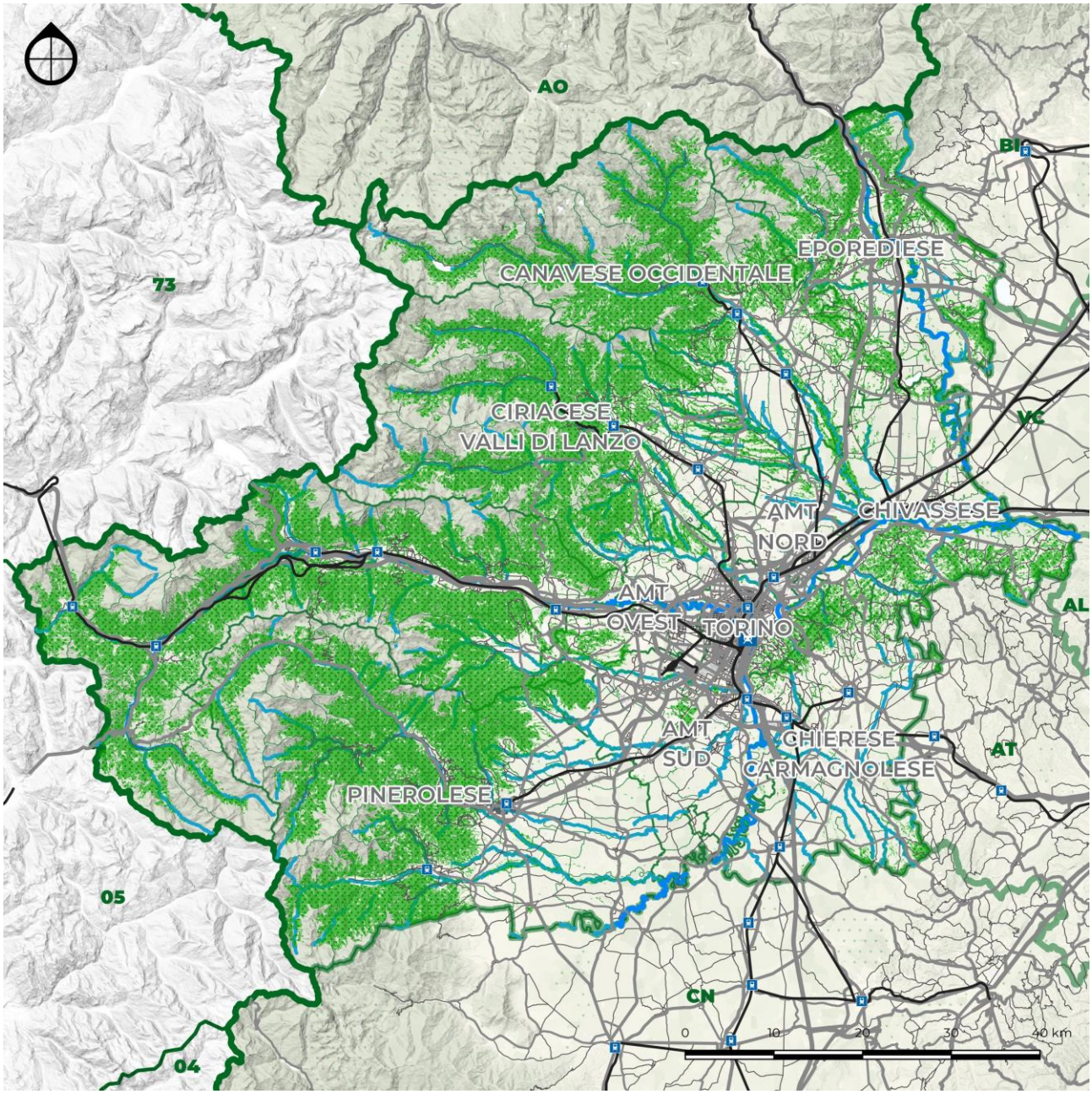


Fig. 8.2.iii – Interferenze con il sistema forestale intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

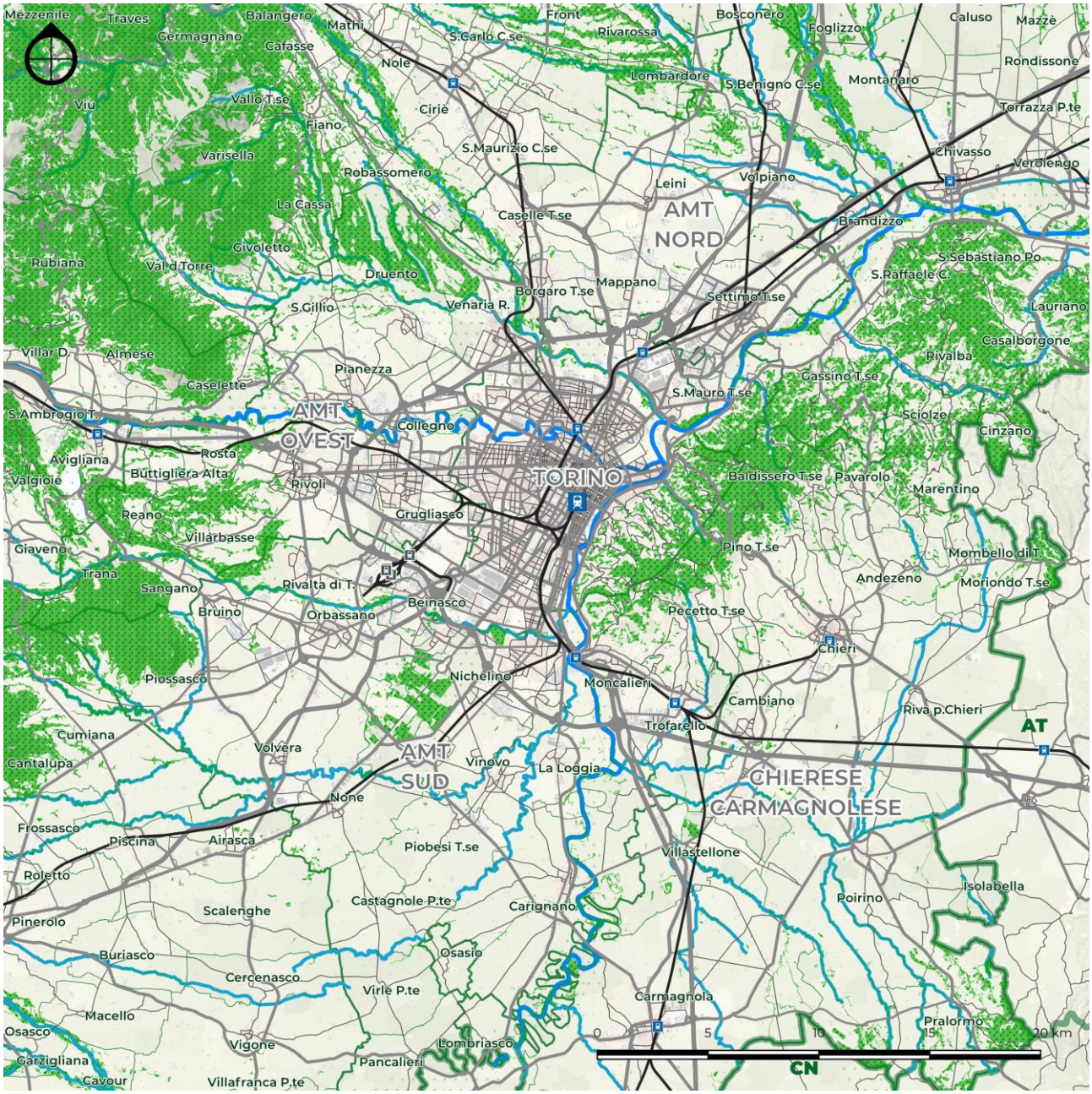


Fig. 8.2.iv – Interferenze con il sistema forestale conurbazione
Elaborazione META-TerrAria

Si è proceduto infine a verificare le interferenze con il sistema faunistico attraverso la verifica delle aree di pregio, dei corridoi ecologici e delle oasi ambientali

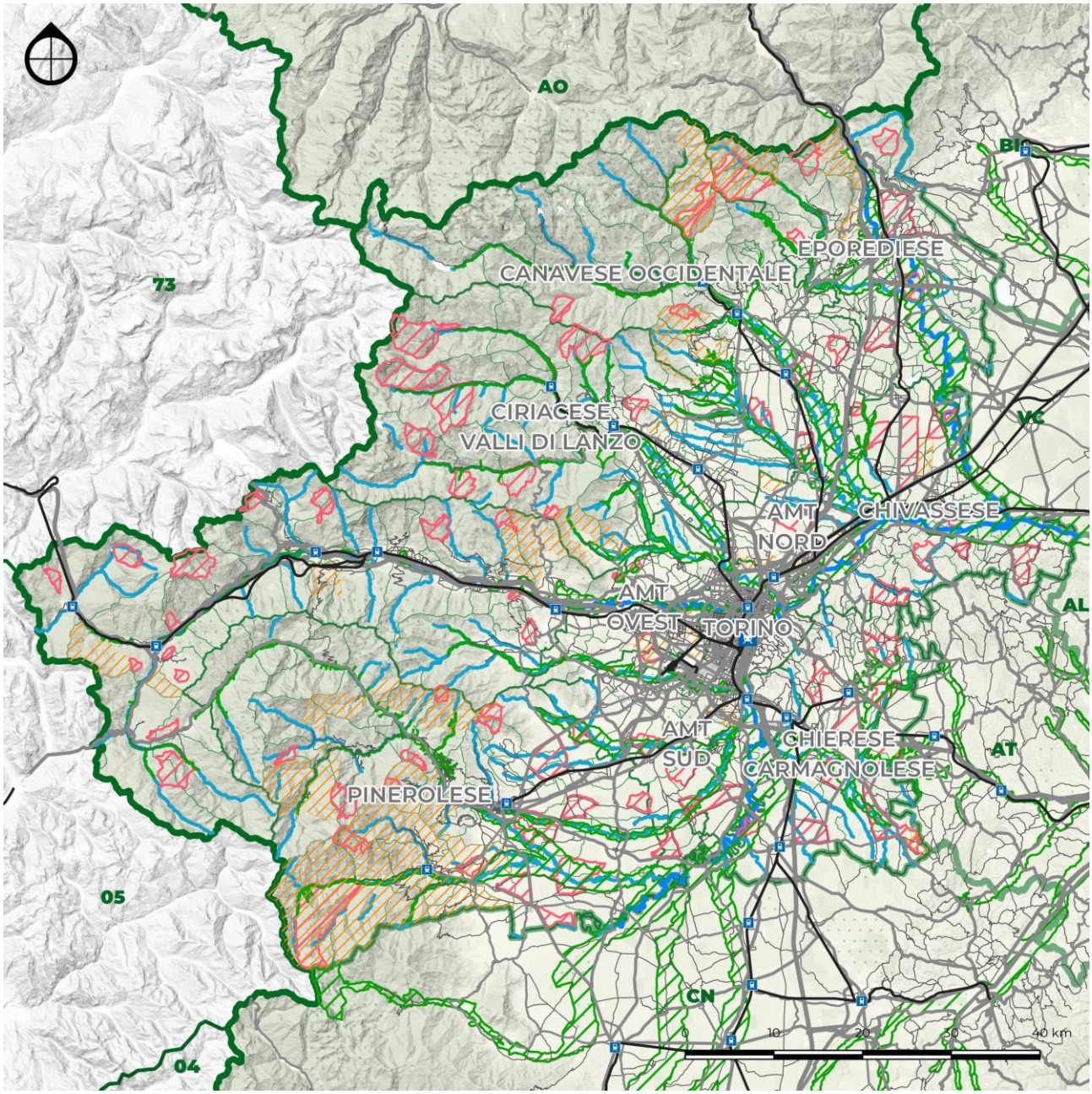


Fig. 8.2.v – Interferenze con il sistema faunistico intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

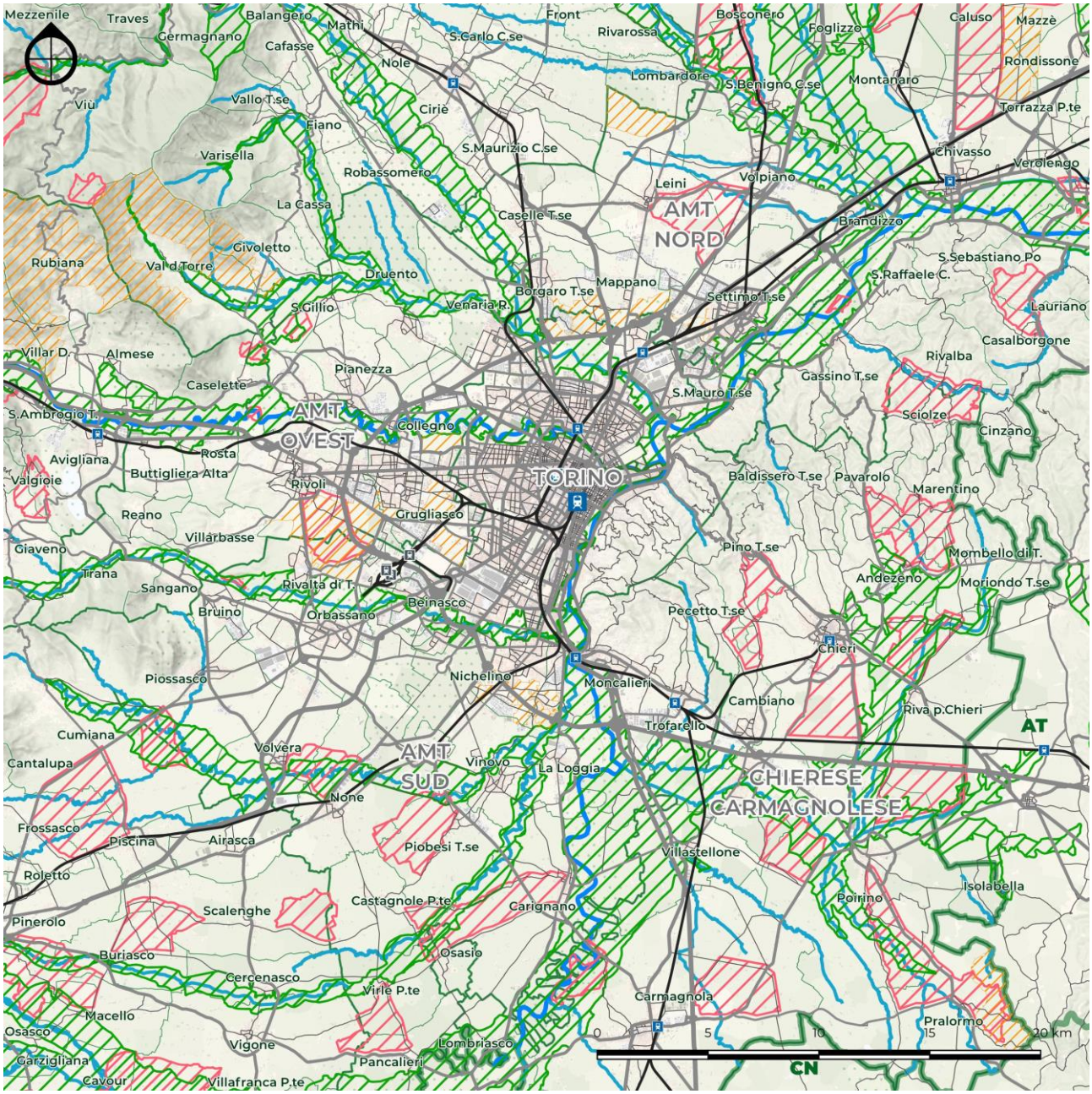


Fig. 8.2.vi – Interferenze con il sistema faunistico conurbazione
Elaborazione META-TerrAria

In sintesi il sistema delle infrastrutture interessa nello stato di fatto poco meno di 3000 km per lo più in ambiti di rilevanza. Decisamente inferiori i valori relativi agli ambiti protetti e forestali che costituiscono settori già maggiormente vincolati, oltre che superfici minori.

ECO - estensione chilometrica in aree ambientali notevoli - Città Metropolitana di Torino					
		Zone omogenee			
Zona omogenea		*Aree protette*	*Aree di particolare rilevanza ambientale*	*Aree forestate*	**TOTALE**
1	Torino città	4,47	130,53	54,61	**190**
2	AMT Ovest	40,20	39,86	5,13	**85**
3	AMT Sud	36,88	165,58	9,10	**212**
4	AMT Nord	3,80	79,26	4,97	**88**
5	Pinerolese	29,01	233,33	167,68	**430**
6	Valli Susa e Sangone	79,02	203,00	235,99	**518**
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	60,13	59,17	134,83	**254**
8	Canavese Occidentale	41,77	80,42	124,15	**246**
9	Eporediese	68,14	255,00	126,23	**449**
10	Chivassese	15,50	156,29	47,08	**219**
11	Chierese - Carmagnolese	27,79	211,87	37,73	**277**
TOTALE		**407**	**1.614**	**947**	**2.969**

Tab. 8.2.i – Sintesi dell'estensa in aree ambientalmente rilevanti (SDF)
Elaborazione META

Ad integrazione di quanto richiesto nel parere motivato si è proceduto al confronto tra lo stato di fatto e lo stato in progetto da cui emerge una emerge una sostanziale conferma della situazione esistente con incrementi nell'ordine del 3%.

ECO - vkm in aree protette - Città Metropolitana di Torino						
		Zone omogenee				
Zona omogenea		*Aree protette*	*Aree di particolare rilevanza ambientale*	*Aree forestate*	**TOTALE**	*Var. su PRG*
1	Torino città	7,31	151,97	60,61	**219,89**	+16,0%
2	AMT Ovest	43,03	41,94	5,13	**90,09**	+5,8%
3	AMT Sud	38,79	170,25	9,10	**218,14**	+3,1%
4	AMT Nord	3,80	80,65	4,97	**89,43**	+1,6%
5	Pinerolese	29,01	237,30	171,65	**437,95**	+1,8%
6	Valli Susa e Sangone	79,02	203,00	235,99	**518,01**	+0,0%
7	Ciriacese - Valli di Lanzo	66,28	72,52	134,83	**273,63**	+7,7%
8	Canavese Occidentale	41,77	80,42	125,14	**247,32**	+0,4%
9	Eporediese	69,36	261,22	127,98	**458,56**	+2,0%
10	Chivassese	15,50	156,29	47,08	**218,87**	+0,0%
11	Chierese - Carmagnolese	27,38	220,56	37,73	**285,66**	+3,0%
TOTALE		**421**	**1.676**	**960**	**3.058**	**+3,0%**
Variazioni su SDF		+3,6%	+3,8%	+1,3%	+3,0%	

Tab. 8.2.ii – Sintesi dell'estensa in aree ambientalmente rilevanti (SDP)

Elaborazione META

9 Componente paesaggio

9.1 Premessa

Per la conoscenza e il governo del sistema paesaggistico piemontese è il Piano Paesaggistico Regionale (approvato nell'ottobre 2017) che divide la regione, in base alle dinamiche e alle specificità territoriali in essere, in 76 Ambiti di paesaggio, ovvero ambiti nei quali è possibile evidenziare le relazioni di prossimità tra fatti, azioni e progetti che coesistono e interagiscono negli stessi luoghi.

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Città Metropolitana di Torino (PTC^2) pone il paesaggio e la messa a sistema dei territori e delle diversità che lo compongono come ricchezza e valore da tutelare.

Il territorio della Città Metropolitana di Torino è caratterizzato da un paesaggio vario, che si sviluppa per il 27% in pianura, per il 21% in collina e per il 52% nella fascia alpina.

L'assetto morfologico del territorio è stato negli anni modificato dall'azione dell'uomo che ha creato una moltitudine di paesaggi agrari che hanno influenzato lo sviluppo insediativo dell'intera Regione. L'espansione urbanistica più recente ha abbandonato gli schemi di sviluppo rurale per lasciare spazio ad un'evoluzione più articolata e 'plurale', che in alcuni casi è sfociata in episodi di sprawl insediativo. L'11% del territorio provinciale è infatti occupato da insediamenti. Nel torinese la maggior parte delle aree densamente urbanizzate si concentra a Torino e si dirada allontanandosi dalla Città seguendo i principali assi viabilistici, creando una vera e propria "città diffusa".

Il PTC^2 individua 26 Ambiti di approfondimento sovracomunale su cui concentrare politiche di sviluppo sinergico.

Il sistema dei beni culturali e del paesaggio torinesi è composto da una fitta rete di ambienti e manufatti che si integrano tra loro.

In particolare, del sistema di questi beni fanno parte:

- Gli immobili di notevole interesse pubblico come per esempio le ville, i giardini e i parchi
- I complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici
- Le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze
- Le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali

Mentre sono definite aree di interesse paesaggistico:

- I territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi
- I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna
- Le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole
- I ghiacciai e i circhi glaciali
- I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi
- I territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento
- Le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici
- Le zone umide incluse nell'elenco previsto dal DPR 13 marzo 1976, n. 44
- Le zone di interesse archeologico.

Valutando il territorio provinciale nel suo insieme, dalle aree pianeggianti a quelle montane, i rischi principali si riscontrano nella perdita delle caratteristiche specifiche dei diversi ambiti, come per esempio quello agricolo, il consumo di suolo e la perdita di biodiversità delle aree a maggior naturalità e boscate, oltre ai rischi dipendenti dai cambiamenti climatici che impattano soprattutto le aree fluviali e montane. Particolare attenzione è da riservare alle aree boscate. Le porzioni di territorio coperte da boschi sono importanti sia dal punto di vista della biodiversità e della conservazione delle specie che in termini di protezione del suolo dai rischi naturali. La conservazione delle aree boscate, in modo particolare del suolo forestale, è prioritaria ai fini della tutela dell'ambiente e obiettivo del Piano Forestale Regionale.

9.2 Occupazione di spazio e disturbo visuale

In campo urbano, gli impatti che il PUMS può avere sull'ambiente antropico riguardano due aspetti molto importanti:

- **occupazione di spazio urbano**, inteso come misura della disponibilità degli spazi stradali per usi diversi da quello veicolare;
- **disturbo visuale**, inteso come una stima dell'interferenza che i flussi veicolari e le auto in sosta recano alla percezione di elementi di particolare pregio paesistico.

9.2.1 Occupazione di spazio urbano

Per quanto riguarda l'indicatore di **occupazione di spazio urbano**, esso è riferito essenzialmente alla soggezione indotta dal traffico autoveicolare sulle possibilità di utilizzo alternativo dello spazio urbano. Tale soggezione dipende non tanto dall'ingombro del veicolo in sè stesso (occupazione statica), quanto dalla sua necessità durante la marcia di mantenere distanze di sicurezza adeguate (occupazione dinamica), che si traducono nell'impossibilità, da parte di altri utenti della strada, di utilizzare liberamente la superficie stradale per il periodo di tempo richiesto dal transito veicolare.

La superficie dinamica occupata da un veicolo che si muove a velocità *v* viene calcolata come:

$$S_{DIN} = LUNGH_{DIN} \times LARGH_{DIN} \qquad [mq]$$

dove:

$$LUNGH_{DIN} = L + v\ t_{ps} + v^2 / 2a \qquad [m]$$

$$LARGH_{DIN} = 1{,}75 + v\ /16{,}7 \qquad [m]$$

con:

- L = lunghezza statica del veicolo [m]
- v = velocità del veicolo [m/s]
- tps = tempo psicotecnico di reazione [s]
- a = decelerazione di emergenza [m/s^2]

Sulla base di queste relazioni, è possibile calcolare l'occupazione dinamica totale di un flusso di F autoveicoli come:

$$ST_{DIN} = S_{DIN} \times F \times T \qquad [mq \cdot h]$$

Tale valore può essere confrontato con la superficie stradale complessivamente disponibile durante il periodo di riferimento della simulazione.

Per quanto riguarda la rete autostradale, tale trattazione non viene effettuata in quanto, essendo il sedime di tale strada segregato, risulta impossibile, oltre che vietato, l'utilizzo dei suoi spazi per altre attività oltre che al traffico veicolare.

Nel caso della Città Metropolitana di Torino, è stata stimata una domanda di circa 14 milioni di mqh, ripartita principalmente fra la viabilità principale e la secondaria e con una buona parte (circa 41%) legata al comparto della Città di Torino. Il rapporto fra domanda e offerta si traduce in un'occupazione media del 56%. Il riparto per categoria stradale presenta valori elevati sulla viabilità principale e secondaria (indice di una forte prevalenza dei flussi veicolari rispetto alle fasce di domanda più deboli).

OCC - Occupazione di spazio urbano - Città Metropolitana di Torino													
		Zone omogenee											
		Domanda (mqh)											
Classe		*Torino città*	*AMT Ovest*	*AMT Sud*	*AMT Nord*	*Pinerolese*	*Valli Susa e Sangone*	*Ciriachese - Valli di Lanzo*	*Canavese Occidentale*	*Eporediese*	*Chivassese*	*Chierese - Carmagnolese*	**TOTALE**
3	Principali	1.398.689	65.583	126.661	0	0	611.036	0	0	0	0	0	**2.201.968**
4	Secondarie	4.038.335	515.800	1.703.128	978.883	608.180	38.499	513.682	367.498	199.422	370.176	718.829	**10.052.432**
5	Complement.	288.429	164.280	677.785	279.259	0	3.858	156.224	0	0	2.093	59.935	**1.631.864**
6	Locali	23.231	23.627	37.463	0	2.523	0	623	0	0	18.891	0	**106.358**
TOTALE		**5.748.684**	**769.291**	**2.545.037**	**1.258.142**	**610.703**	**653.393**	**670.530**	**367.498**	**199.422**	**391.161**	**778.764**	**13.992.623**
		Offerta (mqh)											
3	Principali	2.231.729	211.430	138.495	0	0	1.706.777	0	0	0	0	0	**4.288.432**
4	Secondarie	6.107.095	781.201	2.336.181	1.725.300	1.032.578	212.801	865.737	712.389	528.580	784.202	1.192.900	**16.278.964**
5	Complement.	732.229	410.409	1.400.880	637.655	0	13.567	557.217	0	0	49.784	121.368	**3.923.108**
6	Locali	36.779	96.852	66.596	0	26.096	0	4.226	0	0	74.037	0	**304.586**
TOTALE		**9.107.833**	**1.499.893**	**3.942.152**	**2.362.955**	**1.058.674**	**1.933.145**	**1.427.180**	**712.389**	**528.580**	**908.022**	**1.314.268**	**24.795.090**
		Occupazione di spazio urbano											
3	Principali	63%	31%	91%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	0%	0%	**51%**
4	Secondarie	66%	66%	73%	57%	59%	18%	59%	52%	38%	47%	60%	**62%**
5	Complement.	39%	40%	48%	44%	0%	28%	28%	0%	0%	4%	49%	**42%**
6	Locali	63%	24%	56%	0%	10%	0%	15%	0%	0%	26%	0%	**35%**
TOTALE		**63%**	**51%**	**65%**	**53%**	**58%**	**34%**	**47%**	**52%**	**38%**	**43%**	**59%**	**56%**

Tab. 9.2.i – Occupazione di suolo urbano generata dai veicoli in transito

Elaborazione META

9.2.2 Disturbo visuale

Il secondo indicatore, quello di **Disturbo Visuale,** tiene conto dell'occupazione totale del campo visivo urbano da parte dei veicoli in transito e/o in sosta. Esso rapporta ogni veicolo presente nell'area a un volume opaco di:

2,5 x 5 x 1,5= 15 mc

Per quanto concerne l'ingombro dei veicoli in transito, si è fatto riferimento semplicemente al tempo di percorrenza stimato sulla selezione di archi all'interno del perimetro definito nelle immagini seguenti.

Per quanto riguarda invece l'ingombro dei veicoli in sosta, il loro numero è stimato principalmente sulla base dell'occupazione dei parcheggi posti all'interno dei centri storici dei principali centri urbani presenti nella Città Metropolitana.

Ne deriva un disturbo visuale di circa 3,5 milioni mch/giorno, di cui la maggior parte (circa 3 milioni) attribuibili alla sosta. Il traffico in transito incide per circa il 17%.

VIS - Disturbo Visuale - Città Metropolitana di Torino					
	Flusso	**sosta diurna su spazio pubblico**	**durata media sosta diurna**	**permanenza veicolare nell'area**	**disturbo visuale**
	veic/ora	*%*	*ore*	*vh*	*mch*
SOSTA					
flussi generati	130.691	30%	3	117.622	1.764.333
flussi attratti	129.938	30%	2	77.963	1.169.439
Totale sosta					**2.933.772**
TRANSITO				39.975	599.627
TOTALE GENERALE					**3.533.399**

Tab. 9.2.ii – Disturbo visuale generato da veicoli in sosta e veicoli i transito

Elaborazione META

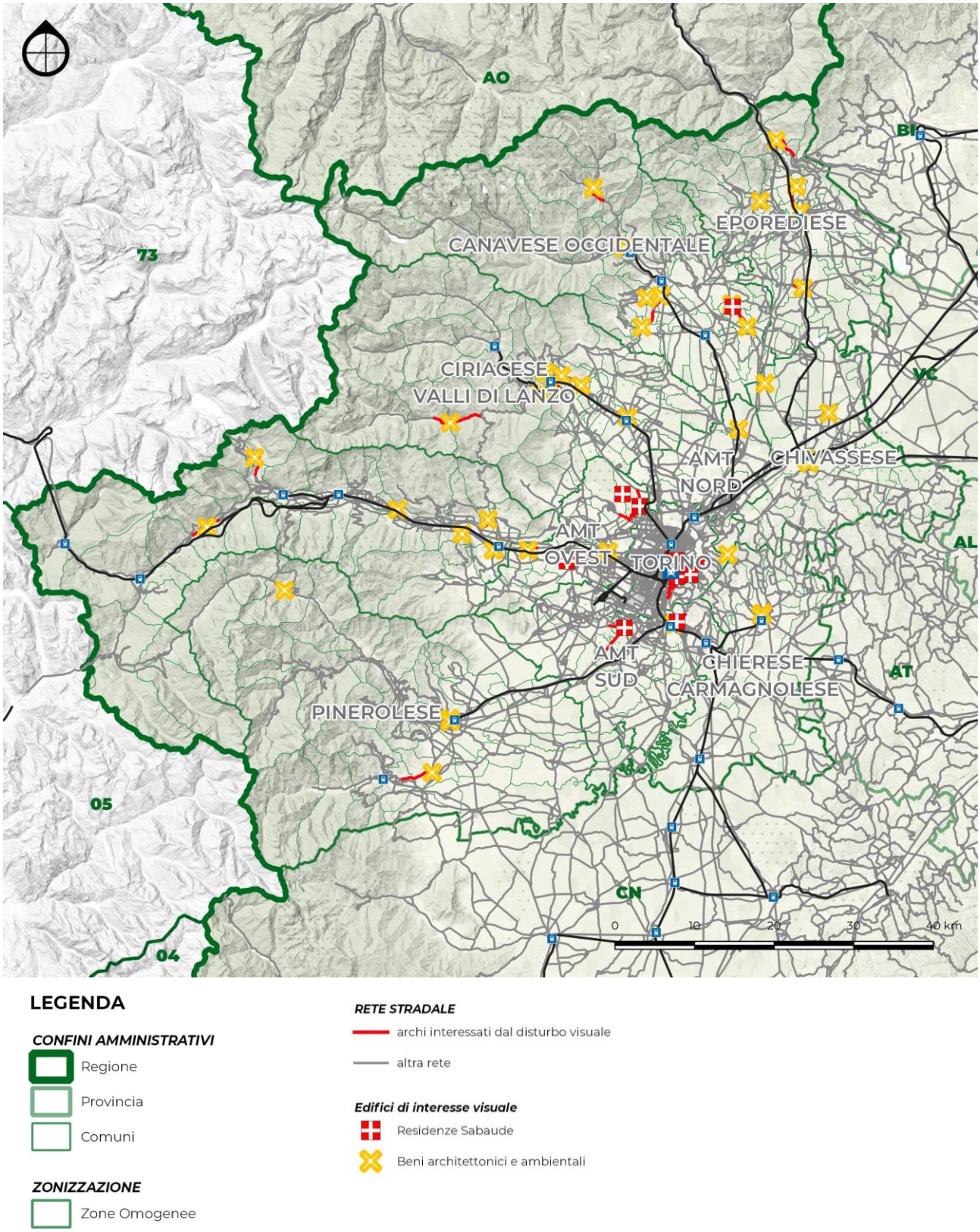


Fig. 9.2.i – Beni e archi interessati dal disturbo visuale intero territorio metropolitano
Elaborazione META-TerrAria

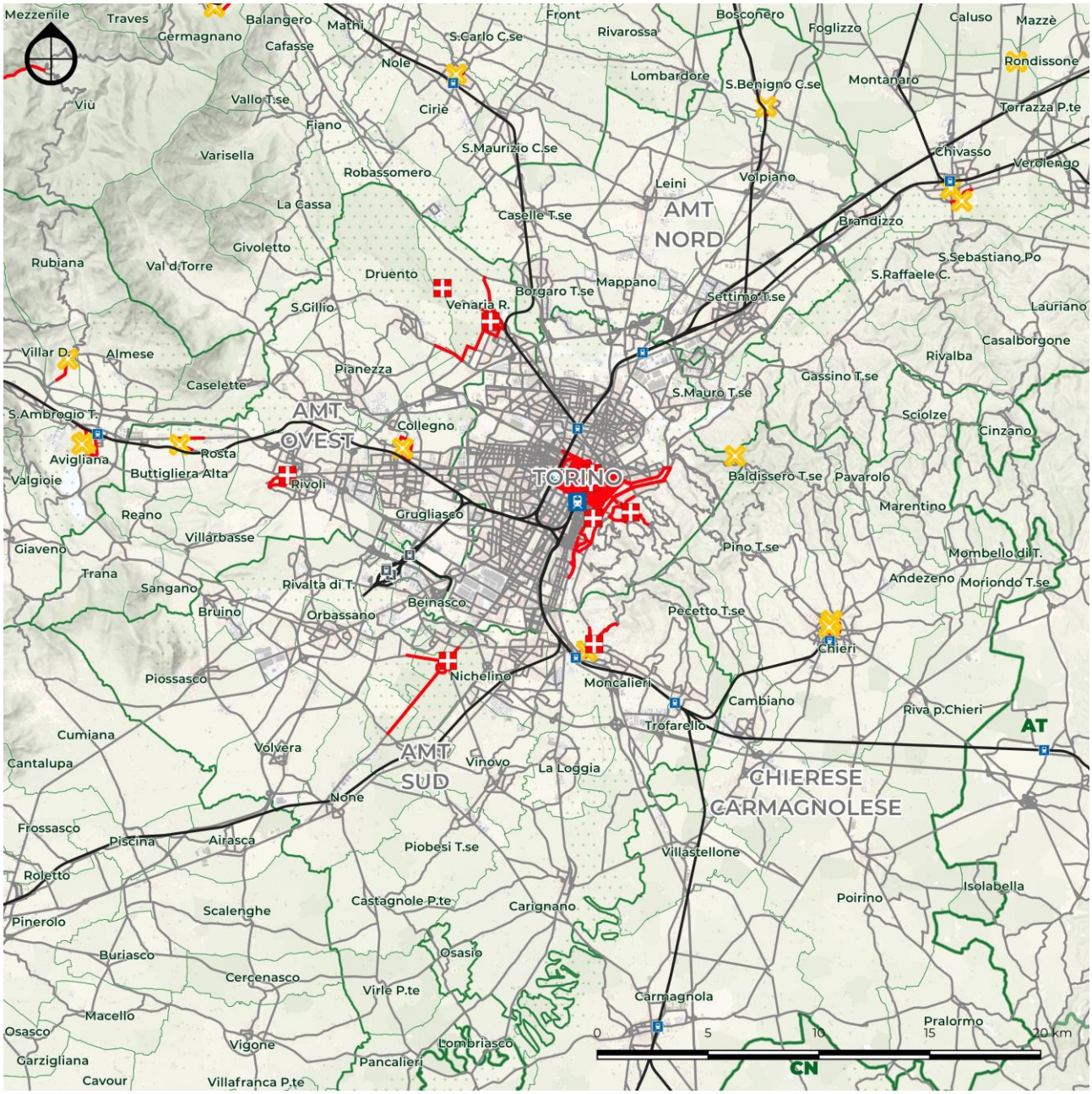


Fig. 9.2.ii – Beni e archi interessati dal disturbo visuale conurbazione
Elaborazione META-TerrAria

10 Popolazione e Salute umana

10.1 Premessa

La Città Metropolitana di Torino è una delle aree più popolose di Italia, nel 2018 la popolazione metropolitana si attestava a 2.230.946 abitanti (31/12/2019 - ISTAT), il 52% della popolazione piemontese. L'andamento della popolazione vede un incremento fino al 2010, un calo nel 2011, probabilmente legato ad aggiustamenti nelle rilevazioni Istat, una nuova crescita fino al 2013 e poi una tendenziale diminuzione.

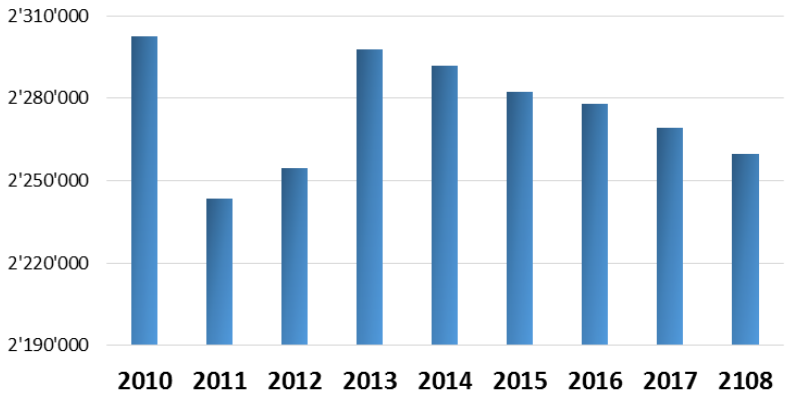


Fig. 10.1.i – Andamento della popolazione residente dal 2010 al 2018
Elaborazione TerrAria da dati Istat, Arpa Piemonte

La speranza di vita alla nascita, per la popolazione piemontese è mediamente di 80.6 anni per gli uomini e 84.9 per le donne (calcolo aggiornato al 2017), la Città Metropolitana di Torino è in linea con il contesto regionale.

La densità abitativa della Città Metropolitana è decisamente la più elevata rispetto alle altre province, superiore anche rispetto alla media regionale.

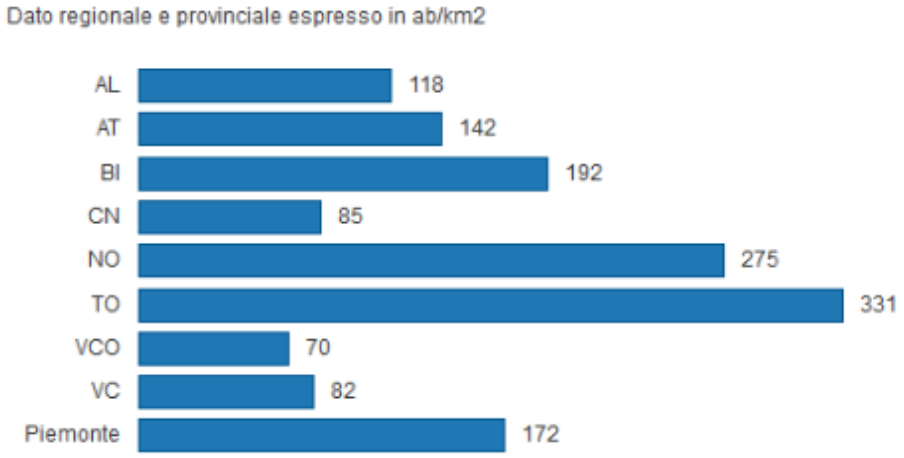


Fig. 10.1.ii – Densità abitativa provinciale e regionale
Elaborazione TerrAria da dati Istat, Arpa Piemonte

Lo stato della matrice ambientale è un importantissimo indicatore per la valutazione dello stato della salute di chi vive il territorio. La tutela dell'ambiente e delle dinamiche ambientali è infatti primo presidio per la tutela della salute umana. Per quanto riguarda la componente "Acque" la situazione non risulta essere critica, nel 99% dei casi i parametri per la potabilità delle acque

piemontesi sono ampiamente rispettati. Soprattutto nell'ultimo periodo, i mutamenti climatici sono letti anche nell'ottica dei suoi risvolti sulla salute umana con effetti indiretti, come per esempio l'incremento di episodi meteorologici straordinari, e diretti, come per esempio le ondate di calore, critiche in modo particolare per le componenti più sensibili della popolazione.

Ormai è acclarata la correlazione tra inquinamento atmosferico e salute della popolazione. In modo particolare se ne sono occupate, con diverse pubblicazioni epidemiologiche, l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro. Gli studi epidemiologici sul tema restituiscono 2 diversi approcci:

- Effetti a breve termine
- Effetti a lungo termine

Gli effetti a breve termine sono quelli che si osservano valutando le fluttuazioni dello stato di salute della popolazione in corrispondenza dei picchi di inquinamento, in questi frangenti si assiste ad un aumento della mortalità per cause cardiache e respiratorie.

Gli effetti a lungo termine sono invece valutati attraverso lo studio dello stato di salute di coorte di soggetti, osservando lo stato di salute di soggetti che vivono in contesti differenti. Il particolato atmosferico è ritenuto l'indicatore che più coerentemente si associa agli esiti della salute, in modo particolare quando è misurato in termini di particelle inalabili (PM10) o respirabili (PM2.5). Negli ultimi anni l'indicatore maggiormente utilizzato è stato il PM2.5. Le stime di rischio disponibili mostrano un incremento della mortalità compreso tra lo 0.3% e lo 0.5% per ogni incremento di 10 $\mu g/m^3$ della concentrazione di PM2.5 a breve termine, mentre a lungo termine un aumento del 6%-7% in presenza di incrementi analoghi della concentrazione di lunga durata, 10-15 anni. Le statistiche nazionali imputano al 7% delle morti naturali la causale dell'inquinamento atmosferico.

Arpa Piemonte ha partecipato alla redazione del progetto VIIAS, Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento Atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute, coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del SSR del Lazio e realizzato nel quadro delle iniziative del Centro Controllo Malattie (CCM) del Ministero della Salute. Il progetto ha effettuato la valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Italia con lo scopo di valutare gli eventi che in modo concatenato influiscono sulla salute della popolazione.

Anno 2010	Decessi prematuri	Tasso di mortalità attribuibile (per 100.000)	Mesi di vita persi
ITALIA	21.524	54	5,5
Piemonte	2.473	79	9,8
Scenario 2020 CLE			
ITALIA	28.595	71	7,7
Piemonte	2.303	74	9,0
Scenario 2020 target 1			
ITALIA	23.170	58	5,9
Piemonte	2.068	66	8,8
Scenario 2020 target 2			
ITALIA	18.511	46	4,2
Piemonte	1.431	46	7,5

Fig. 10.1.iii – Stima degli impatti sanitari attribuibili all'esposizione alle concentrazioni di particolato PM2.5

Risultati del progetto VIIAS tratti dal PRQA

Arpa Piemonte coordina anche il progetto LIFE MED ISS, progetto europeo pilota che ha dimostrato la fattibilità e l'economicità di un sistema di sorveglianza degli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico in Europa.

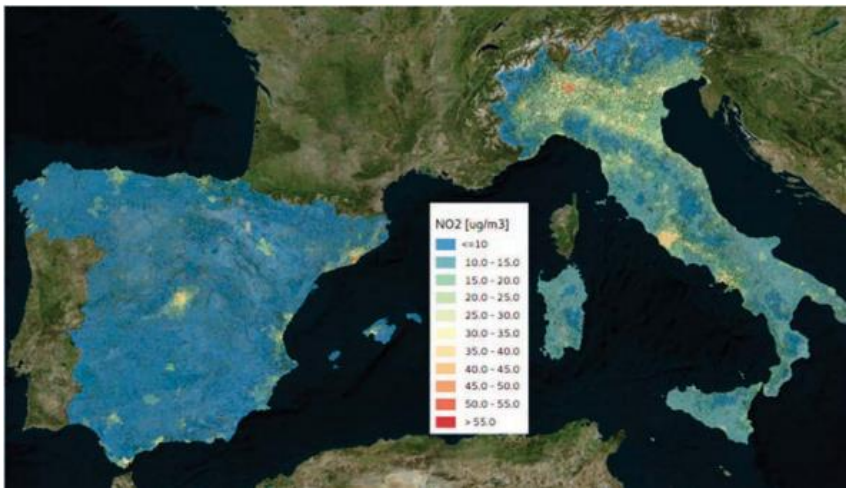


Fig. 10.1.iv – Concentrazioni medie di biossido di azoto associate a livello comunale al 2010
Progetto LIFE MED ISS tratto dal PRQA

Di seguito si riporta una breve descrizione della situazione degli incidenti stradali, fotografata dal Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2020 di Arpa Piemonte e dai relativi indicatori, per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento all'Allegato specifico. Per quanto riguarda gli incidenti stradali, nel 2017 in Piemonte si sono verificati 10'823 incidenti stradali con lesioni che causato la morte di 279 persone e il ferimento di altre 15'783. Rispetto al 2016 il numero di incidenti e il numero di feriti sono diminuiti rispettivamente dello 0.8% e dello 0.1%, in linea con la media nazionale. Il numero dei morti, invece, fa registrare un forte aumento, pari al 13%, decisamente superiore a quanto rilevato a livello nazionale e pari al 2.9%.

Il numero di incidenti nel territorio della Città Metropolitana di Torino è superiore rispetto a quello delle altre province piemontesi con un indice di mortalità inferiore però tra i più bassi della Regione.

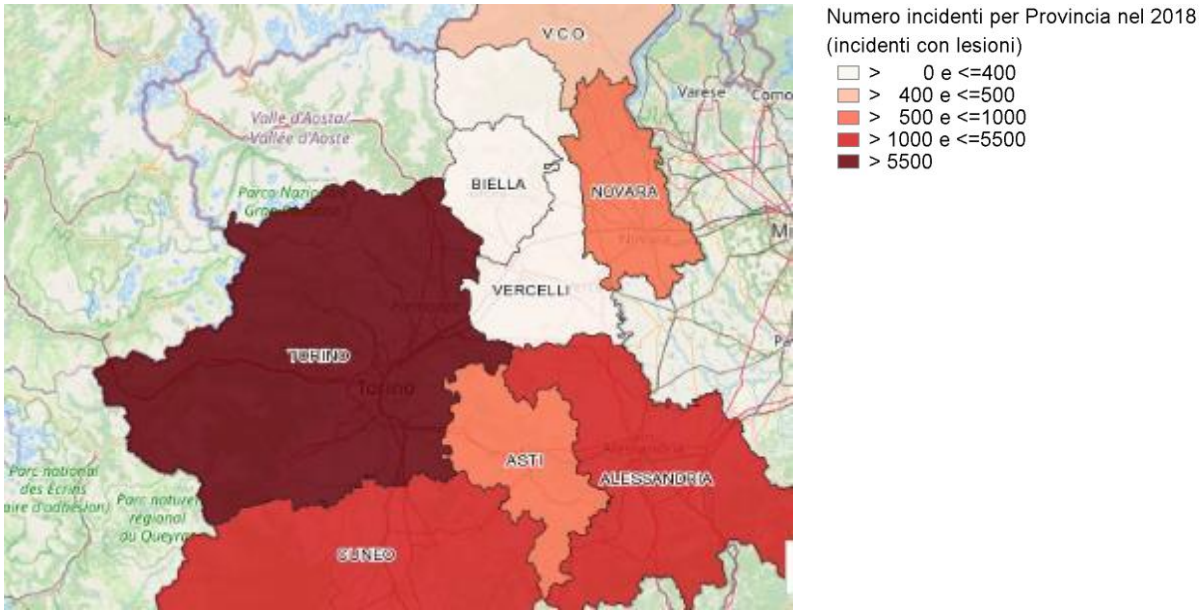


Fig. 10.1.v – Numero di incidenti per Provincia
http://vm-osotp.csi.it/iss

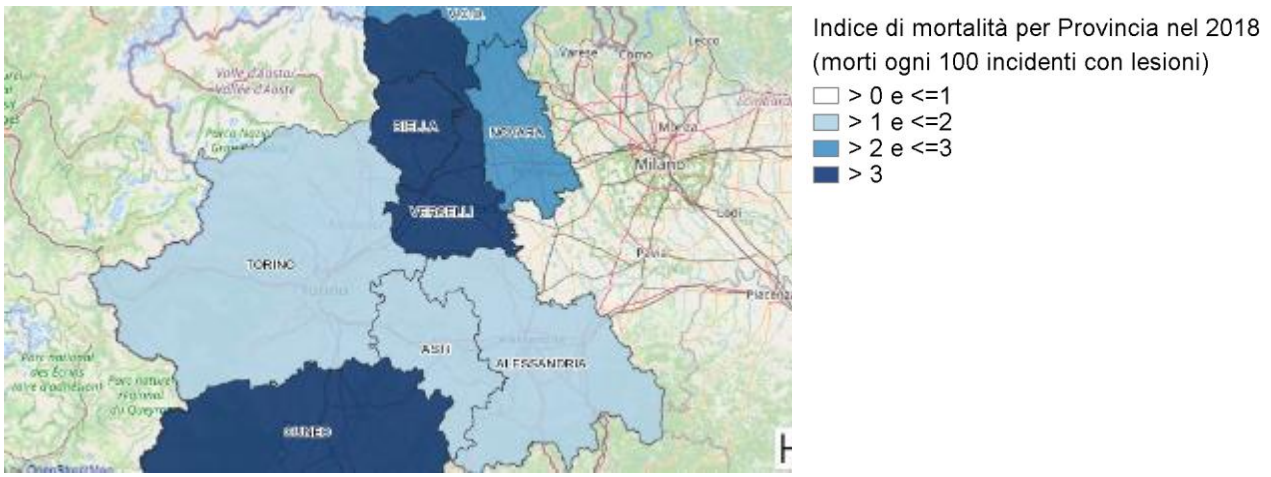


Fig. 10.1.vi – Indice di mortalità per Provincia
http://vm-osotp.csi.it/iss

11 Clima

11.1 Premessa

Con DGR n. 24-5295 del 3 luglio 2017, la Regione Piemonte si è impegnata a predisporre la Strategia Regionale sul Cambiamento Climatico, definendo l'orientamento delle diverse politiche di settore (Piani e Programmi) rispetto agli obiettivi strategici della Regione, al fine di incidere sia sulle cause sia sugli effetti del cambiamento climatico.

L'anno 2019 per il Piemonte è stato l'anno di chiusura della decade più calda della Regione a partire dagli anni '60, sempre il 2019 si è classificato come il 5° anno più caldo degli ultimi 60 anni. A fine giugno si è registrata un'eccezionale ondata di calore in cui il 46% dei termometri della rete regionale hanno registrato il primato assoluto di temperatura massima.

Nel corso dell'anno sono stati registrati 86 giorni di föhn, stabilendo il primato del nuovo millennio.

Gli anni 2018 e 2019 sono stati caratterizzati da condizioni favorevoli dal punto di vista meteorologico. In Fig. 11.1.iii si riporta l'indice calcolato da ARPA Piemonte relativo al numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM_{10} per l'anno 2019, rappresentativo a scala spaziale delle condizioni presenti nell'agglomerato di Torino. Per l'anno 2019 l'indice è stato pari a 96 giorni, valore più basso della serie storica disponibile.

Le temperature medie in particolare dei mesi di dicembre, febbraio e marzo sono risultate di circa 2°C superiori rispetto alla media del periodo 2006-2018. Inoltre la piovosità media del 2019 è stata circa il 20% più intensa rispetto alla media del periodo 2006-2018, sia in termini di pioggia totale che come numero di giorni in cui si sono verificate precipitazioni.

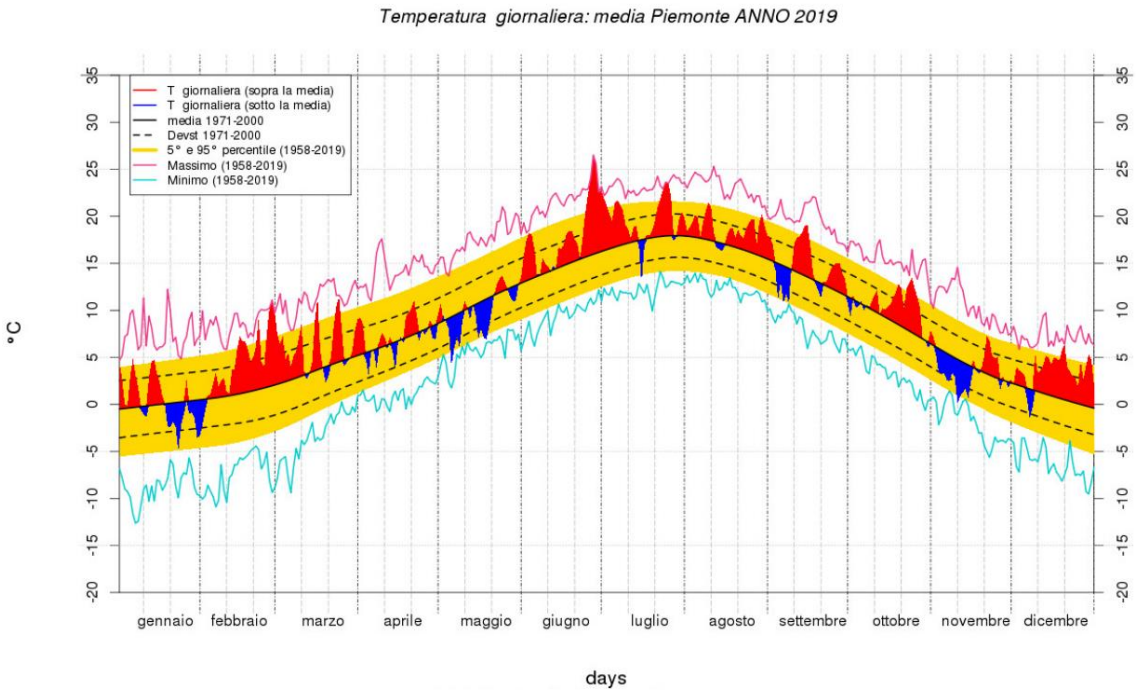


Fig. 11.1.i – Andamento della temperatura media giornaliera sul Piemonte per l'anno 2019 - valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota
Rapporto climatico annuale, anno 2019

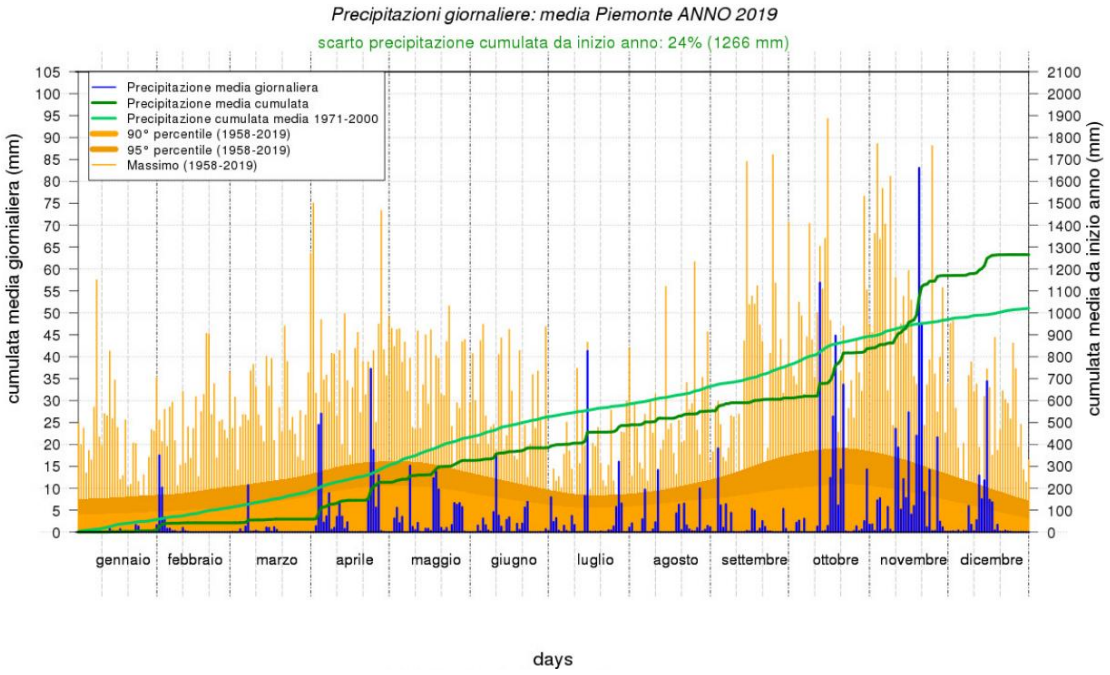


Fig. 11.1.ii – Andamento della precipitazione cumulata giornaliera media sul Piemonte per l'anno 2019 - valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota
Rapporto climatico annuale, anno 2019

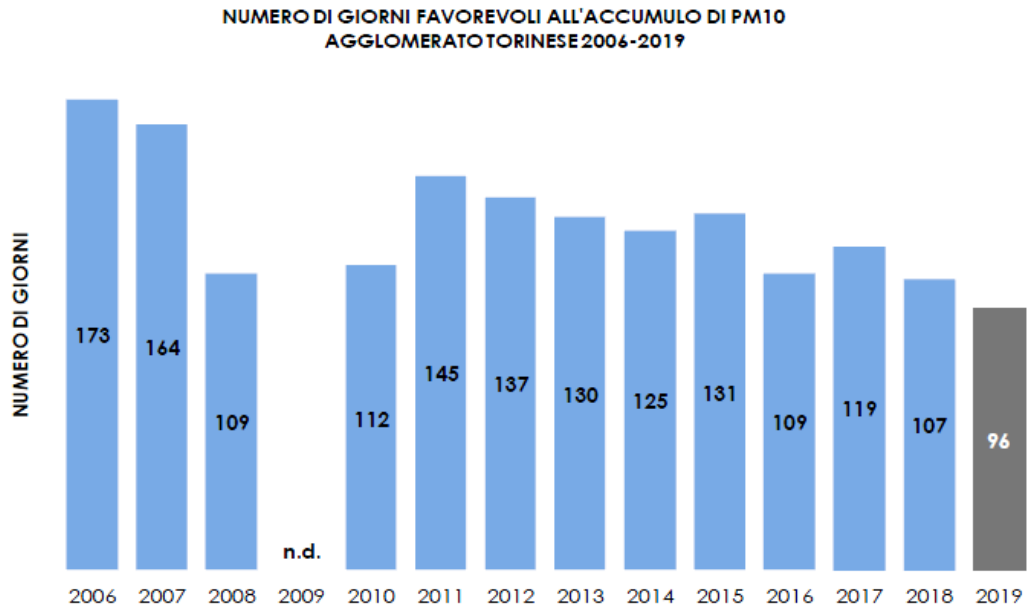


Fig. 11.1.iii – Andamento del numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM_{10} per l'agglomerato di Torino
Anteprima relazione annuale sui dati rilevati dalla rete metropolitana di monitoraggio della qualità dell'aria, anno 2019

INDICE

Figure

Fig. 1.2.i – Componenti ambientali ed impatti rilevanti 9
Fig. 1.2.ii – Indicatori di pressione ambientale 10
Fig. 1.2.iii – Schema indicatori 11
Fig. 2.1.i – Principali usi del suolo sul territorio della Città Metropolitana di Torino 14
Fig. 2.1.ii – Principali usi del suolo sul territorio della Città Metropolitana di Torino in termini percentuali 14
Fig. 2.1.iii – Cromo, nichel e cobalto nei suoli, I: probabilità in percentuale di superamento della soglia normativa; II: aree omogenee di concentrazione (a,b,c) e aree critiche (c,d) con probabilità di superamento dei limiti di legge imposti dal D.Lgs. 152/2006. 16
Fig. 2.2.i – Area di circolazione veicolare su territorio urbanizzato e non urbanizzato 18
Fig. 2.3.i – Consumo di suolo intero territorio metropolitano 20
Fig. 2.3.ii – Consumi di suolo conurbazione 21
Fig. 3.1.i – Consumi finali lordi in Piemonte, dati in ktep 22
Fig. 3.1.ii – Contributo delle rinnovabili sul consumo finale lordo 23
Fig. 3.2.i – Riepilogo Gasolio, Benzina e GPL 26
Fig. 4.3.i – Zonizzazione della Regione Piemonte 29
Fig. 4.4.i – Localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria considerate 32
Fig. 4.4.ii – Concentrazioni medie annue di NO_2 del 2019 delle stazioni considerate 35
Fig. 4.4.iii – Concentrazioni medie annue di PM_{10} del 2019 delle stazioni considerate 38
Fig. 4.4.iv – Superamenti annui di PM_{10} del 2019 delle stazioni considerate 39
Fig. 4.4.v – Superamenti medi sul triennio 2017-2019 del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O_3 43
Fig. 4.4.vi – Concentrazioni medie annue di B(a)P del 2019 delle stazioni considerate 45
Fig. 4.5.i – Emissioni di NO_X per i comuni della Regione Piemonte 46
Fig. 4.5.ii – Emissioni di NO_X del macrosettore 7 per i comuni della Regione Piemonte 46
Fig. 4.5.iii – Emissioni di PM_{10} per i comuni della Regione Piemonte 47
Fig. 4.5.iv – Emissioni di PM_{10} del macrosettore 7 per i comuni della Regione Piemonte 47
Fig. 4.5.v – Distribuzione delle emissioni della Città Metropolitana di Torino suddivisi per macrosettore 49
Fig. 4.5.vi – Distribuzione delle emissioni del Comune di Torino suddivisi per macrosettore 49
Fig. 4.6.i – Profilo dell'inquinamento generato dal traffico in una città Harrison, 2018 51
Fig. 4.7.i – Dominio di calcolo 52
Fig. 4.8.i – Composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Torino 53
Fig. 4.8.ii – Andamento dei fattori di emissione per inquinante, in funzione della tipologia del veicolo ed al variare della velocità. 54
Fig. 4.8.iii – Composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Torino stimata al 2030. 56
Fig. 4.8.iv – Distribuzione percentuale dei vkm per ogni categoria di veicolo per lo scenario di riferimento e quello di progetto. 56
Fig. 4.10.i – Dominio del modello WRF 60
Fig. 4.10.ii – Procedura adottata per l'integrazione delle concentrazioni da traffico con quelle derivanti dal modello ENSEMBLE di CAMS 61
Fig. 4.10.iii – Curva NO_2/NO_x 62
Fig. 4.10.iv – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM10. Stazione di Validazione: Torino Consolata 63
Fig. 4.10.v – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM2,5. Stazione di Validazione: Torino Piazza Rebaudengo 64
Fig. 4.10.vi – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: NO_2. Stazione di Validazione: Collegno 65
Fig. 4.10.vii – Report di validazione. Dominio: città Metropolitana. Inquinante: PM10. Stazione di Validazione: Ivrea 66
Fig. 4.10.viii – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: PM2,5. Stazione di Validazione: Susa 67
Fig. 4.10.ix – Report di validazione. Dominio: Comune di Torino. Inquinante: NO2. Stazione di Validazione: Vinovo 68
Fig. 4.11.i – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di NO_2 – Stato di Fatto (2019) 70
Fig. 4.11.ii – Dominio: Comune di Torino – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 – Stato di Fatto (2019) 70
Fig. 4.11.iii – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di PM10 – Stato di Fatto (2019) 71
Fig. 4.11.iv – Dominio: Comune di Torino – 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 – Stato di Fatto (2019) 71
Fig. 4.11.v – Dominio: Comune di Torino – Concentrazione media annua di PM2,5 – Stato di Fatto (2019) 72
Fig. 4.11.vi – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di NO_2 – Stato di Fatto (2019) 72

Fig. 4.11.vii – Dominio: Città Metropolitana – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_2 – Stato di Fatto (2019) 73
Fig. 4.11.viii – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di PM10 – Stato di Fatto (2019) 73
Fig. 4.11.ix – Dominio: Città Metropolitana – 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 – Stato di Fatto (2019) 74
Fig. 4.11.x – Dominio: Città Metropolitana – Concentrazione media annua di PM2,5 – Stato di Fatto (2019) 74
Fig. 5.1.i – Zonizzazione acustica della Città Metropolitana di Torino 75
Fig. 5.1.ii – Zonizzazione acustica dell'agglomerato di Torino 76
Fig. 5.1.iii – Sintesi dei livelli L_{den} e L_{night} relativi alle infrastrutture stradali gestite dalla Città Metropolitana di Torino Mappatura acustica delle infrastrutture di trasporto stradale gestite dalla Città Metropolitana di Torino - Aggiornamento 15 dicembre 2019 77
Fig. 5.1.iv – Definizione dell'agglomerato di Torino Piano d'Azione Agglomerato di Torino 2018 - Revisione 2020 77
Fig. 5.2.i – Potenza acustica intero territorio metropolitano 82
Fig. 5.2.ii – Potenza acustica conurbazione 83
Fig. 6.1.i – Corsi idrici principali nel territorio della Città Metropolitana Rapporto Ambientale del Piano d'Ambito dell'ATO3 84
Fig. 6.2.i – Interferenze con il reticolo idrografico intero territorio metropolitano 87
Fig. 6.2.ii – Interferenze con il reticolo idrografico conurbazione 88
Fig. 6.3.i – Rilascio di metalli pesanti intero territorio metropolitano 90
Fig. 6.3.ii – Rilascio di metalli pesanti conurbazione 91
Fig. 7.1.i – Andamento piezometrico della falda superficiale nell'area di pianura del Piemonte Arpa Piemonte 92
Fig. 7.1.ii – Stato qualitativo delle acque sotterranee Arpa Piemonte 93
Fig. 8.1.i – Gli elementi della Rete Ecologica della Città Metropolitana di Torino 95
Fig. 8.2.i – Interferenze con la rete ecologica intero territorio metropolitano 97
Fig. 8.2.ii – Interferenze con la rete ecologica conurbazione 98
Fig. 8.2.iii – Interferenze con il sistema forestale intero territorio metropolitano 100
Fig. 8.2.iv – Interferenze con il sistema forestale conurbazione 101
Fig. 8.2.v – Interferenze con il sistema faunistico intero territorio metropolitano 103
Fig. 8.2.vi – Interferenze con il sistema faunistico conurbazione 104
Fig. 9.2.i – Beni e archi interessati dal disturbo visuale intero territorio metropolitano 112
Fig. 9.2.ii – Beni e archi interessati dal disturbo visuale conurbazione 113
Fig. 10.1.i – Andamento della popolazione residente dal 2010 al 2018 Elaborazione TerrAria da dati Istat, Arpa Piemonte 114
Fig. 10.1.ii – Densità abitativa provinciale e regionale Elaborazione TerrAria da dati Istat, Arpa Piemonte 114
Fig. 10.1.iii – Stima degli impatti sanitari attribuibili all'esposizione alle concentrazioni di particolato PM2.5 115
Fig. 10.1.iv – Concentrazioni medie di biossido di azoto associate a livello comunale al 2010 Progetto LIFE MED ISS tratto dal PRQA 116
Fig. 10.1.v – Numero di incidenti per Provincia http://vm-osotp.csi.it/iss 116
Fig. 10.1.vi – Indice di mortalità per Provincia http://vm-osotp.csi.it/iss 117
Fig. 11.1.i – Andamento della temperatura media giornaliera sul Piemonte per l'anno 2019 - valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota Rapporto climatico annuale, anno 2019 118
Fig. 11.1.ii – Andamento della precipitazione cumulata giornaliera media sul Piemonte per l'anno 2019 - valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota Rapporto climatico annuale, anno 2019 118
Fig. 11.1.iii – Andamento del numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM_{10} per l'agglomerato di Torino Anteprima relazione annuale sui dati rilevati dalla rete metropolitana di monitoraggio della qualità dell'aria, anno 2019 119

Tabelle

Tab. 2.3.i – Consumi di suolo per zona omogenea e per rango stradale 19
Tab. 3.2.i – Gasolio autotrazione 24
Tab. 3.2.ii – Benzina motori 25
Tab. 3.2.iii – GPL 26
Tab. 3.2.iv – Riepilogo Gasolio, Benzina e GPL 26
Tab. 4.2.i – Valori limite di qualità dell'aria (Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155) 28
Tab. 4.4.i - Anagrafica delle stazioni di qualità dell'aria considerate all'interno del territorio della Città Metropolitana di Torino 30
Tab. 4.4.ii - Anagrafica delle stazioni di qualità dell'aria considerate entro 25 km dai confini della Città Metropolitana di Torino 31
Tab. 4.4.iii – Campagne mobili effettuate dal 2017 nella Città Metropolitana di Torino 33
Tab. 4.4.iv - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2017. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90% 33

Tab. 4.4.v - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2018. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90% 34
Tab. 4.4.vi - Completezza dei dati rilevati dalle centraline di qualità dell'aria nell'anno 2019. In rosso i valori di completezza al di sotto del 90% 35
Tab. 4.4.vii – Concentrazioni medie annue di NO_2 per il periodo 2017 - 2019 36
Tab. 4.4.viii – Superamenti del limite orario di NO_2 per il periodo 2017 – 2019 37
Tab. 4.4.ix – Concentrazioni medie annue di PM_{10} per il periodo 2017 – 2019 37
Tab. 4.4.x – Superamenti del limite giornaliero di PM_{10} per il periodo 2017 – 2019 39
Tab. 4.4.xi – Concentrazioni medie annue di $PM_{2.5}$ per il periodo 2017 – 2019 40
Tab. 4.4.xii – Concentrazioni massime giornaliere calcolate come medie mobili su 8 ore di CO per il periodo 2017 – 2019 40
Tab. 4.4.xiii – Media annuale di SO_2 per il periodo 2017 – 2019 41
Tab. 4.4.xiv – Superamenti del limite giornaliero di SO_2 per il periodo 2017 – 2019 41
Tab. 4.4.xv – Superamenti del limite orario di SO_2 per il periodo 2017 – 2019 41
Tab. 4.4.xvi – Concentrazioni medie annue di C_6H_6 per il periodo 2017 – 2019 42
Tab. 4.4.xvii – Superamenti del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O_3 per il periodo 2017 – 2019 42
Tab. 4.4.xviii – Superamenti della soglia di informazione di O_3 per il periodo 2017 – 2019 43
Tab. 4.4.xix – Concentrazioni medie annue di B(a)P per il periodo 2017 – 2019 44
Tab. 4.5.i – Emissioni della Città Metropolitana di Torino 48
Tab. 4.5.ii – Emissioni del comune di Torino, della Città Metropolitana di Torino e della regione Piemonte INEMAR 2013 48
Tab. 4.8.i – Parco veicolare della città metropolitana di Torino (ACI, 2019) 53
Tab. 4.8.ii – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario Stato di Fatto (2019) 55
Tab. 4.8.iii – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario di riferimento (2030) 56
Tab. 4.8.iv – Emissioni totali in tonnellate/anno della Città Metropolitana di Torino nello scenario di progetto (2030) 57
Tab. 4.9.i – Consumi energetici ed emissioni atmosferiche per zona omogenea 58
Tab. 4.9.ii – Consumi energetici per zona omogenea e rango stradale 58
Tab. 4.11.i – Statistiche medie e massime per lo scenario Stato di Fatto (2019) 69
Tab. 5.1.i – Sintesi dei dati relativi all'esposizione della popolazione a livelli di L_{den} Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell'ambito della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Torino ai sensi del D.Lgs. 194/05, revisione giugno 2017 78
Tab. 5.1.ii - Sintesi dei dati relativi all'esposizione della popolazione a livelli di L_{night} Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell'ambito della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Torino ai sensi del D.Lgs. 194/05, revisione giugno 2017 79
Tab. 5.2.i – Potenza acustica in ambito urbano per zona omogenea e rango stradale 81
Tab. 6.3.i – Rilascio di metalli pesanti per zona omogenea e rango stradale 89
Tab. 8.2.i – Sintesi dell'estensa in aree ambientalmente rilevanti (SDF) 105
Tab. 8.2.ii – Sintesi dell'estensa in aree ambientalmente rilevanti (SDP) 106
Tab. 9.2.i – Occupazione di suolo urbano generata dai veicoli in transito 110
Tab. 9.2.ii – Disturbo visuale generato da veicoli in sosta e veicoli i transito 111