

**PROVINCIA DI VENEZIA
COMUNE DI JESOLO**

Committente: PRO.TEC.O. Engineering S.r.l.
Via C. Battisti, 39 – 30027 San Donà di Piave (VE)



**JESOLO 3000 S.r.l. - COMPLESSO COMMERCIALE “JESOLO MAGICA”,
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO IN AREA EX CATTEL CAPANNINE,
AMBITO 1, LOCALITA’ LIDO, COMUNE DI JESOLO.
STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO (Rev. 01)
*RELAZIONE***

Aprile 2019



Prof. Ing. Marco Pasetto

Via Curtatone e Montanara, 3 - 35141 PADOVA
tel./fax : 049/8711835 – studiopasetto@tin.it
Collaborazione: Ing. A. Popa

JESOLO 3000 S.r.l. - COMPLESSO COMMERCIALE “JESOLO MAGICA”, PIANO URBANISTICO ATTUATIVO IN AREA EX CATTEL CAPANNINE, AMBITO 1, LOCALITA' LIDO, COMUNE DI JESOLO. STUDIO DI IMPATTO ATMOSFERICO (Rev. 01)

Relazione

1. Introduzione

La presente relazione contiene uno studio relativo all'impatto del traffico veicolare, correlato con l'attivazione della nuova area commerciale e polifunzionale “Jesolo Magica”, sulla qualità dell'aria. Tale studio è stato effettuato a partire dalla stima dei flussi di traffico riportata nello studio dell'impatto sulla viabilità e da dati pubblici sulla composizione media del parco veicolare. Sulla base di questi dati è stata effettuata una valutazione modellistica delle emissioni generate dal traffico per una giornata estiva (mese di Agosto), caratterizzata dai flussi di traffico di picco.

La dispersione e la ricaduta degli inquinanti emessi sono state stimate mediante modellazione matematica, attraverso l'ausilio del software Soundplan 7.0 della società Braunstein+Berndt GmbH, a partire dai seguenti dati input:

- flussi di traffico nella rete stradale adiacente all'edificio;
- caratteristiche geometriche della piattaforma stradale;
- limite di velocità presente nelle strade e condizioni di esercizio delle medesime;
- qualità dell'aria dell'ambito di intervento;
- inquinanti generati dal flusso veicolare per ogni strada;
- condizioni meteo del sito (rosa dei venti in particolare).

L'obiettivo finale dello studio è stato ottenere informazioni circa la distribuzione spaziale dell'inquinamento atmosferico generato dal traffico. Gli inquinanti di cui sono state stimate le emissioni e di cui è stata calcolata la dispersione sono:

NO₂ – ossidi di azoto;

PM10 – particolato con diametro inferiore ai 10 µm;

PM2.5 - particolato con diametro inferiore ai 2.5 µm;

CO – monossido di carbonio;

Benzene.

Lo studio di cui si riferisce è stato articolato in 3 successive fasi:

- raccolta di tutte le informazioni disponibili sulla tutela dall'inquinamento atmosferico e sul monitoraggio della qualità dell'aria nell'area;
- acquisizione delle informazioni meteo-climatiche necessarie per la caratterizzazione dell'area e l'implementazione dei modelli previsionali di propagazione degli agenti inquinanti in atmosfera;
- simulazione di scenari futuri, rappresentativi dello stato dei luoghi dopo la realizzazione dell'opera oggetto della presente analisi.

In particolare, nella fase di raccolta delle informazioni territoriali, dell'impostazione delle metodologie da adottare e di acquisizione di tutte le informazioni rilevanti e delle caratteristiche dell'area, sono stati previsti:

- Recepimento della documentazione esistente relativa allo stato di qualità dell'aria all'interno dell'area di interesse e/o di aree attigue (rapporti sullo stato dell'ambiente, monitoraggio dei parametri atmosferici in continuo, ecc.);
- Caratterizzazione delle sorgenti significative (grafo stradale) concorrenti alla generazione ed alla propagazione di agenti inquinanti aero-dispersi in corrispondenza dell'area oggetto di studio.

Sulla base delle informazioni raccolte, delle banche dati disponibili e dei modelli o codici previsionali individuati, si è quindi provveduto a svolgere elaborazioni sullo stato di qualità dell'aria attraverso:

- Elaborazione, attraverso modello/codice previsionale di propagazione atmosferica degli agenti inquinanti, che si andrebbero a sviluppare a seguito della realizzazione dell'intervento oggetto d'indagine.

Per la simulazione in esame sono state realizzate specifiche mappe a colori, per una altezza di 2.5 e 10 m dal suolo, relativamente alla propagazione degli agenti inquinanti considerati.

2. Il monitoraggio della qualità dell'aria nell'area di studio

2.1. Normativa di riferimento

In seguito si riportano i limiti di concentrazione di inquinanti in atmosfera per la protezione della salute umana, come indicato dalla normativa italiana vigente per i parametri trattati nello studio.

Inquinante	Tipo di limite	Limite	Tempo di mediazione dati
Biossido di azoto NO₂	valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ (da non superare più di 18 volte l'anno)	media oraria
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM10 Particolato fine	valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM2.5 Particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm.	valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza 2010 → 29 µg/m ³ 2011 → 28 µg/m ³ 2012 → 27 µg/m ³ 2013 → 26 µg/m ³ 2014 → 26 µg/m ³ 2015 → 25 µg/m ³	media annuale
Monossido di carbonio CO	valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	media massima giornaliera su 8 ore
Benzene	valore limite annuale per la protezione della salute umana	5 µg/m ³	media annuale

Tabella 1. Limiti alle concentrazioni di inquinanti in atmosfera per la protezione della salute umana indicati dal D.lgs 155/2010 in recepimento della Direttiva 2008/50/CE.

2.2. Descrizione del dominio di calcolo

Per l'analisi dell'impatto del traffico sono state prese in considerazione le emissioni dello stesso grafo stradale sul quale è stato eseguito lo studio della viabilità (in rosso in Figura 1).

Il dominio di calcolo usato per la simulazione della dispersione delle emissioni generate dal traffico indotto dal centro commerciale è un'area di 6X6 Km², ad un dettaglio di 200 m, che comprende l'area commerciale, la rete stradale di studio, porzione dell'abitato di Jesolo e di Lido di Jesolo.



Figura 1: Area di indagine e grafo stradale della rete attuale in cui sono state valutate le emissioni.

2.3 Lo stato della qualità dell'aria

Precedenti esperienze condotte da ENEA-Bologna e ARIANET, nell'ambito dell'Accordo di programma ENEA-Ministero dell'Ambiente su Cambiamenti Climatici ed Inquinamento Transfrontaliero (Progetto MINNI, Zanini et al. 2004), hanno verificato la capacità di un sistema modellistico a scala nazionale nel riprodurre i livelli di qualità dell'aria sia per gli inquinanti primari sia per quelli secondari.

Uno dei risultati del progetto MINNI è costituito da un database di campi orari 3D meteorologici, emissivi e di qualità dell'aria (concentrazioni delle specie chimiche in fase gassosa e particellare) relativi agli anni 1999 e 2005, ad una risoluzione spaziale pari a 20 km per la scala nazionale e a 4 m per 5 macro-regioni (Figura 2 e Figura 3). Inoltre, sempre

all'interno del progetto MINNI sono disponibili a livello aggregato gli scenari emissivi futuri di riferimento previsti per gli anni a seguire, fino al 2020, a livello nazionale e regionale per tutti i settori produttivi (sistema RAINS-Italia).

Tali database vengono qui utilizzati al fine di fornire un termine di paragone ai risultati delle simulazioni per il progetto di costruzione del polo commerciale e polifunzionale “Jesolo Magica”, in modo tale da contestualizzare i valori di concentrazione ottenuti rapportandoli alla situazione complessiva dell'area.

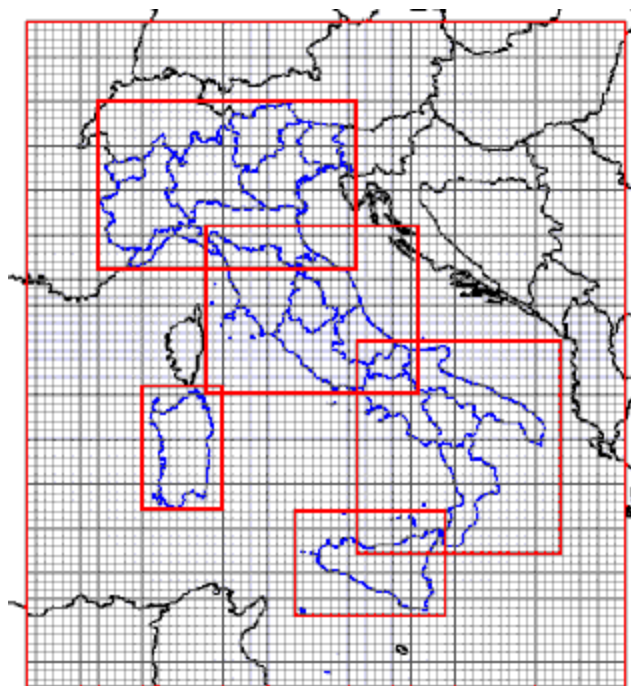


Figura 2 - Progetto MINNI: griglia di riferimento nazionale del sistema modellistico atmosferico e domini macroregionali a maggiore risoluzione.

Dal dataset MINNI della macroregione Nord Italia sono state ricavate mappe dei livelli di concentrazione centrate sul dominio di calcolo del centro commerciale con lato 40x30 km. Le immagini da Figura 4 a Figura 6 rappresentano rispettivamente le medie annuali delle concentrazioni al suolo di NO_x, PM₁₀ e PM_{2.5}, che sono le specie inquinanti più rappresentative se rapportate a sorgenti emissive da traffico. La situazione delineata è ottenuta considerando tutte le sorgenti (non soltanto il traffico veicolare) e le mappe possono essere utili alla comprensione del contesto entro cui sarà realizzato l'insediamento commerciale.

La qualità dell'aria nella regione risulta progressivamente migliore allontanandosi dalla area di Venezia posta a ovest del dominio considerato. Nel dominio considerato non si osservano superamenti diffusi dei limiti di legge per gli inquinanti esaminati; solo in prossimità dell'area di Venezia, il PM_{2.5} presenta una concentrazione media annuale vicina ai limiti di legge per il 2010.

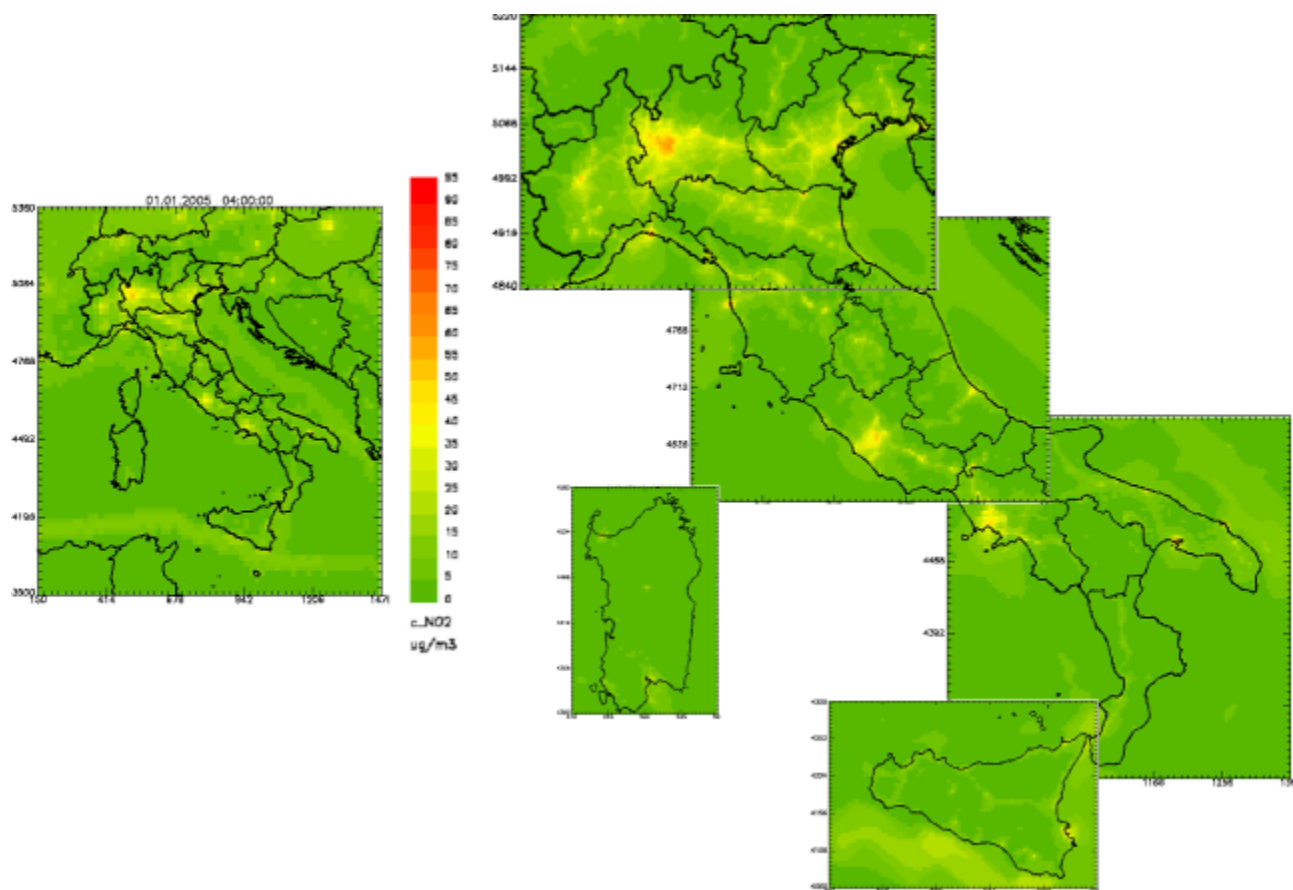


Figura 3 - Progetto MINNI: concentrazioni medie annuali di NO₂ simulate per l'anno 2005 sulla griglia di riferimento nazionale e sui domini macroregionali a maggiore risoluzione.

L'area commerciale è progettata in un'area a sud del centro urbano di Jesolo, in cui i livelli di concentrazione media annuale sono compresi tra 14 e 18 µg/m³ di NO_x, tra 21 e 23 µg/m³ di PM₁₀ e tra 20 e 22 µg/m³ di PM_{2.5}. Presso la struttura commerciale il PM_{2.5} costituisce l'inquinante più critico nei livelli di fondo.

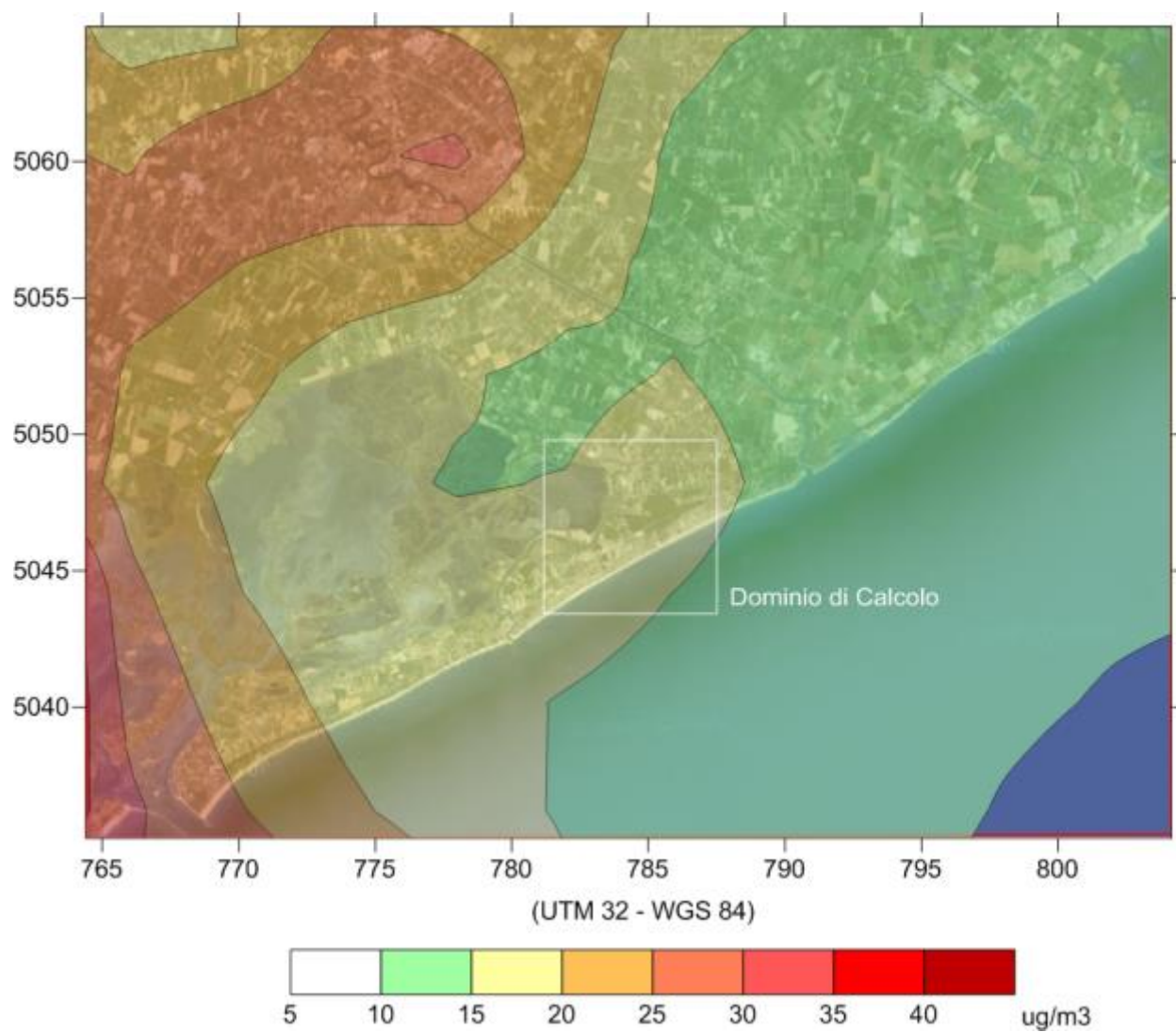


Figura 4 - Progetto MINNI: concentrazioni medie annuali di NOx nel 2005 ritagliate su un'area di 40x30 km centrata sul dominio di calcolo della struttura commerciale "Jesolo Magica" (quadrato in bianco).

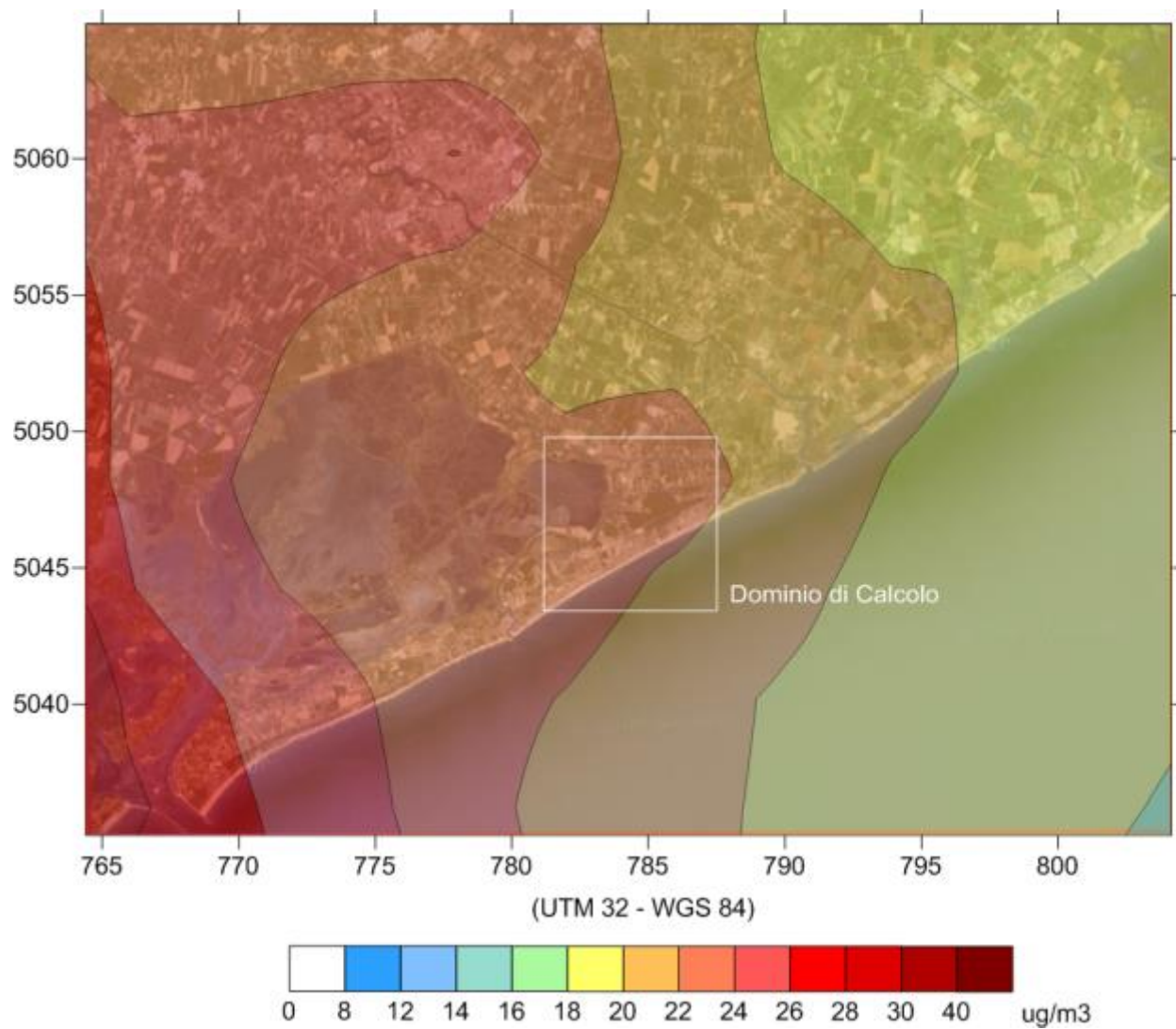


Figura 5 - Progetto MINNI: concentrazioni medie annuali di PM10 nel 2005 ritagliate su un'area di 40x30 km centrata sul dominio di calcolo della struttura commerciale "Jesolo Magica" (quadrato in bianco).

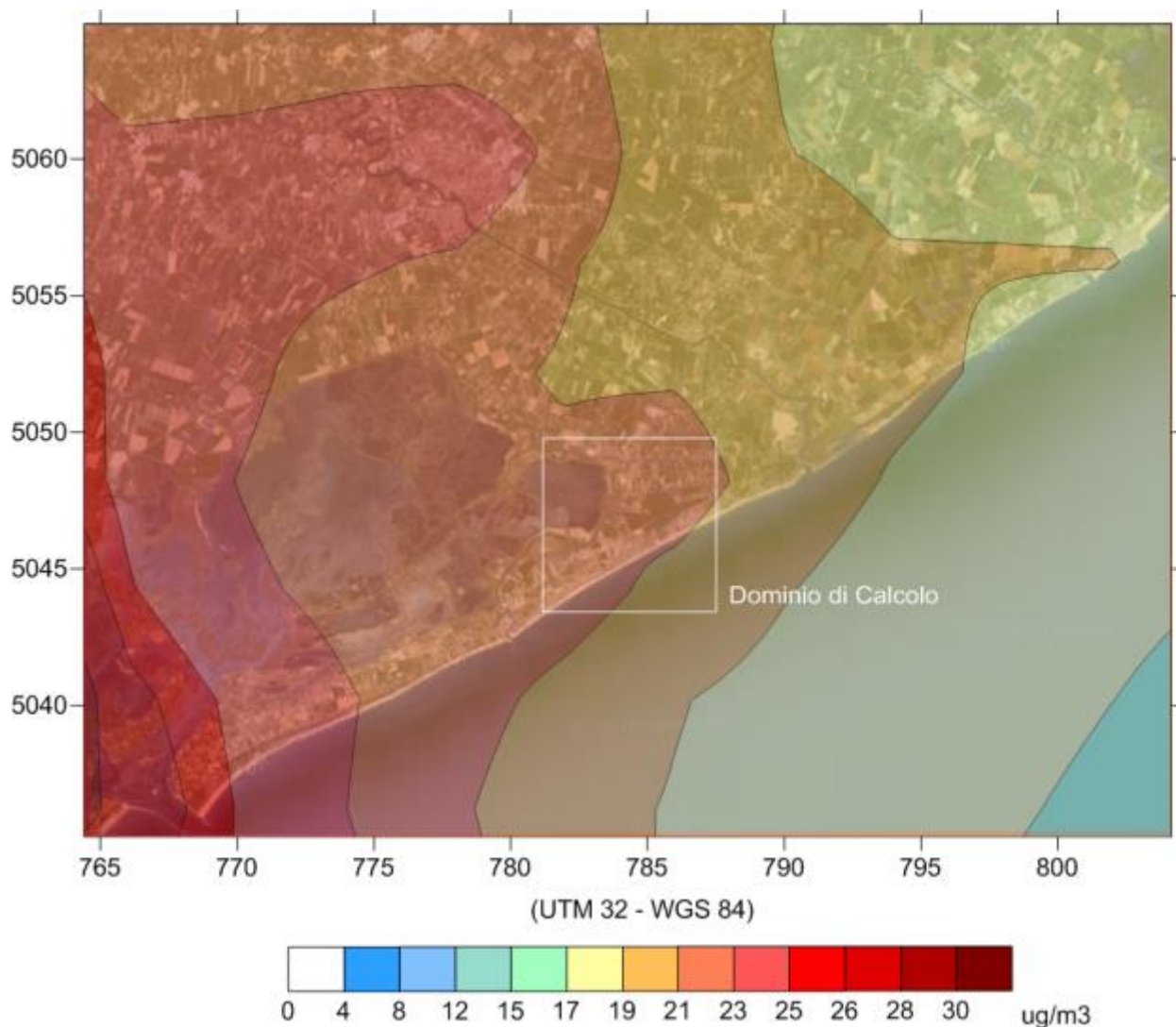


Figura 6. Progetto MINNI: concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} nel 2005 ritagliate su un'area di 40x30 km centrata sul dominio di calcolo della struttura commerciale "Jesolo Magica" (quadrato in bianco).

2.4 Caratterizzazione meteorologica

Per procedere alla formulazione delle ipotesi più verosimili sulla dispersione degli agenti inquinanti, si è passati attraverso uno studio approfondito del territorio provinciale. In particolare l'area interessata è stata caratterizzata dal punto di vista dei dati meteorologici relativi alle temperature, all'intensità e direzione del vento, alle pressioni e alle precipitazioni, parametri meteorologici maggiormente sensibili rispetto al fenomeno della dispersione degli inquinanti in ambiente aereo.

In particolare, le simulazioni modellistiche effettuate con il software Soundplan hanno richiesto la conoscenza dei seguenti parametri meteorologici all'interno del dominio di calcolo:

- Velocità media del vento;
- Direzione di provenienza del vento;
- Temperatura dell'aria;
- Classe di stabilità atmosferica Klug/Manier

In assenza di misure di variabili meteorologiche in prossimità del sito in esame, si è stabilito di fare ricorso al dataset meteorologico su scala nazionale costituito nell'ambito del progetto MINNI già utilizzato in passato per la caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria. I parametri di interesse, sono stati ricostruiti con dettaglio orario per l'intero anno in un punto di coordinate UTM Zona 33, 315300, 5042900, coincidente con l'insediamento commerciale, e sono presentati nei paragrafi seguenti.

2.4.1 Vento

La rosa dei venti di Jesolo è influenzata sia dalla presenza della costa, con l'alternanza di brezze di mare e di terra, che dai venti continentali prevalentemente provenienti dai settori NO e ONO (Figura).

Le ore diurne, di particolare interesse per la presente simulazione (figura 8) sono caratterizzate da una quota rilevante di venti provenienti dal mare (SSE), anche se i venti più ricorrenti e più intensi provengono da ENE. Il sito in esame ha una predominanza di venti superiori a 2 m/s e una bassa percentuale di calme di vento (< 0.5 m/s).

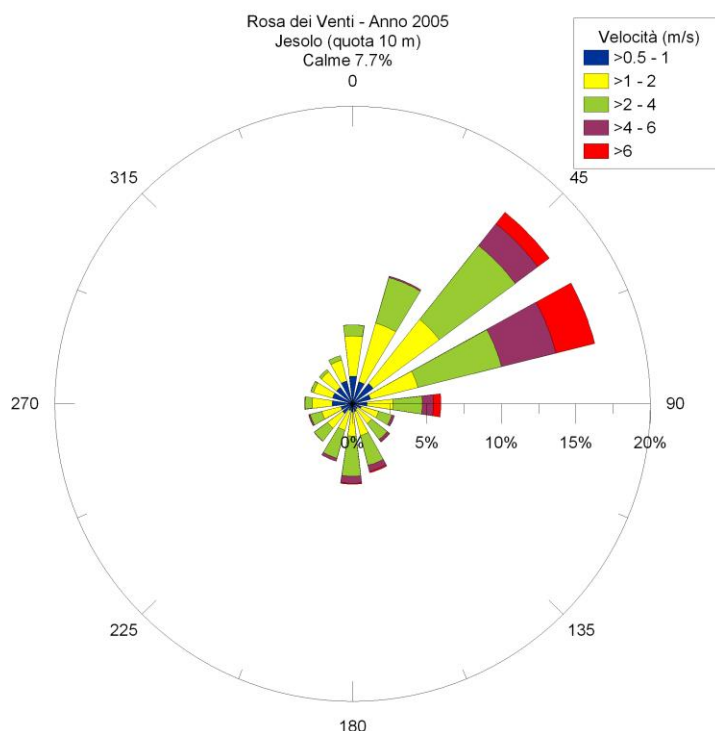


Figura 7. Rosa dei venti di Jesolo (ricostruzione meteorologica progetto MINNI, anno 2005).

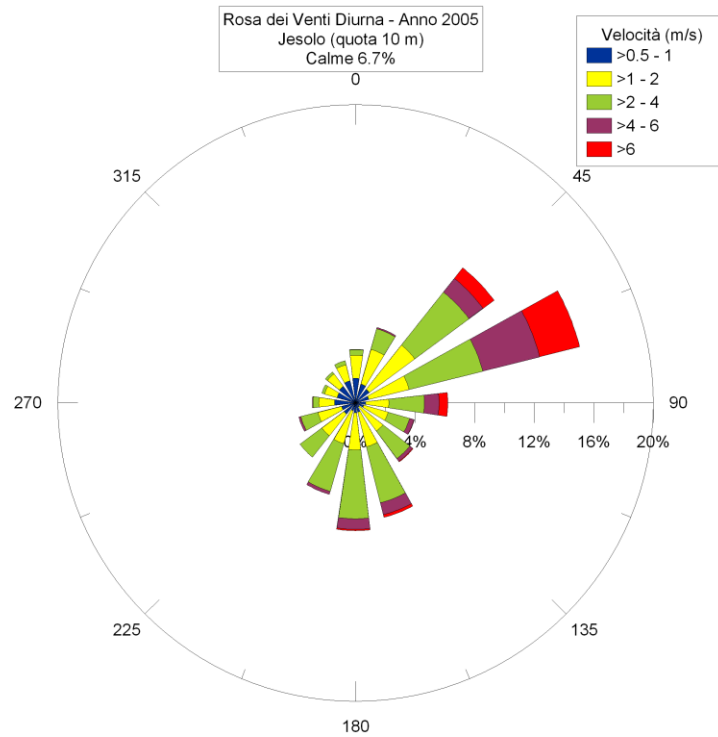


Figura 8. Rosa dei venti diurna di Jesolo (ricostruzione meteorologica progetto MINNI, anno 2005).

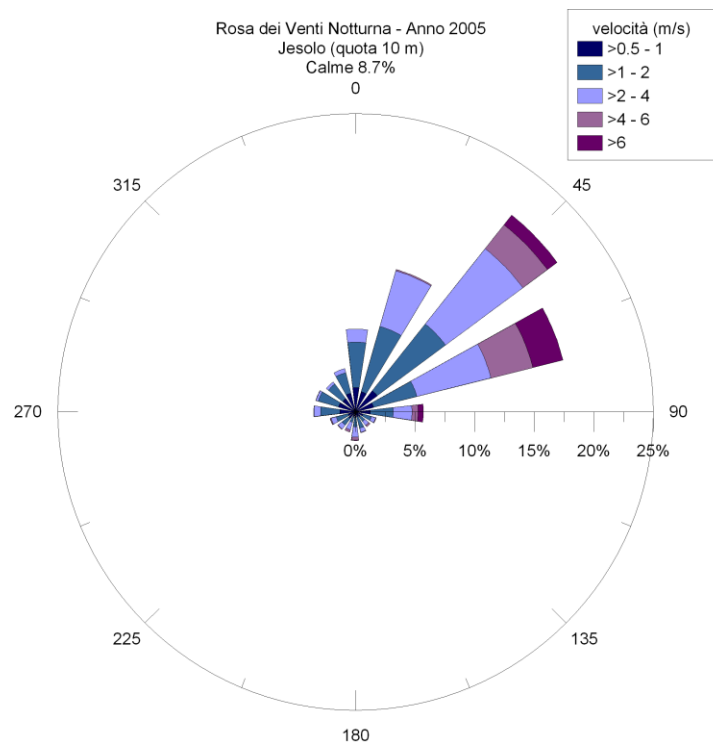


Figura 9. Rosa dei venti notturna di Jesolo (ricostruzione meteorologica progetto MINNI, anno 2005).

Le ore notturne sono caratterizzate da venti provenienti prevalentemente dalla terra verso il mare, ma prevalgono venti non perpendicolari alla costa ma nella direzione NE. I

venti sono meno intensi rispetto alle ore diurne ma le calme di vento rappresentano solo l'8.7% (Figura).

2.4.2 Temperatura

L'andamento annuale della temperatura è riportato in figura 10. Il massimo della temperatura è individuato a Luglio sia per quanto concerne il valore medio, 24.0 °C, che per quanto riguarda il valore massimo, 31.2 °C. Il minimo della temperatura è collocato a febbraio, pari a -1.7 °C quello assoluto e 2.5 °C quello medio mensile. L'escursione della temperatura media e della temperatura assoluta è abbastanza contenuta grazie all'effetto di parziale mitigazione del clima esercitato dall'inerzia termica del mare. Si vuole menzionare che per l'attività di simulazione in esame sono state prese come riferimento le temperature di una giornata estiva, che si possono rilevare in figura 11.

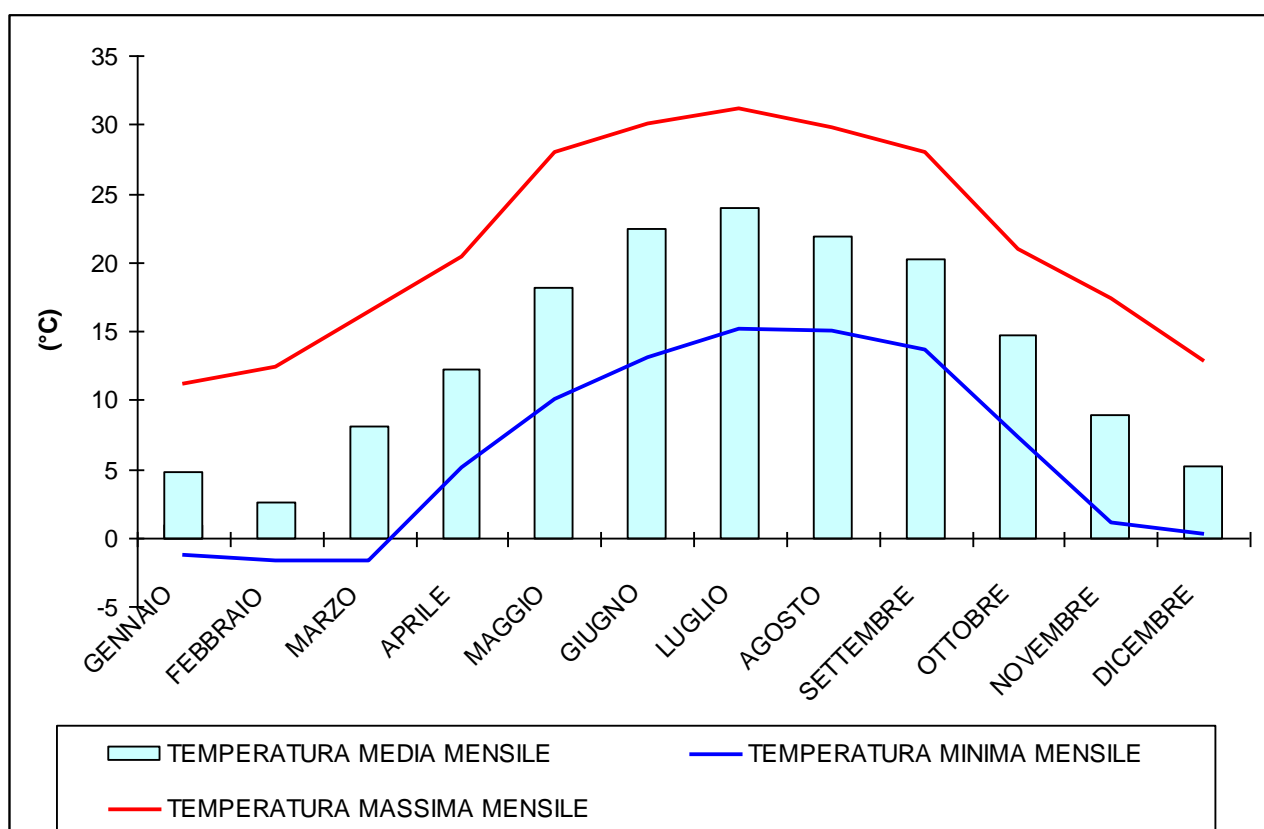


Figura 10. Andamento mensile della temperatura, media, minima, massima a Jesolo (ricostruzione meteorologica progetto MINNI, anno 2005).

Dati registrati dalla stazione meteo di Venezia Tesserà.

27 Luglio 2005

	Dati rilevati
Temperatura media	26.1 °C
Temperatura minima	20.3 °C
Temperatura massima	31.6 °C
Punto di rugiada	18.7 °C
Umidità media	64 %
Visibilità media	9.3 km
Velocità del vento media	7.4 km/h
Velocità massima del vento	11.1 km/h
Raffica	-
Pressione media sul livello del mare	-
Pressione media	-
Pioggia	-
Fenomeni	Nessuno

Figura 11. Dati meteo storici per una tipica giornata estiva (anno 2005).

2.4.3 Stabilità atmosferica

Per potere valutare la dispersione degli inquinanti in atmosfera tramite l'uso del modello gaussiano è necessario ricostruire, oltre ai dati di temperatura e di vento, anche le classi di stabilità atmosferica caratteristiche di ciascuna ora dell'anno.

Tabella 2 viene riportata la descrizione delle caratteristiche dell'atmosfera associate a ciascuna classe di stabilità (Pasquill). In figura 12 viene riportata la percentuale di ciascuna classe di stabilità di Pasquill nelle 24 ore della giornata. In questo caso si rende evidente come la radiazione solare e il movimento di masse d'aria nelle ore diurne rende l'atmosfera meno stabile nella parte centrale della giornata.

A	Atmosfera molto instabile
B	Atmosfera instabile
C	Atmosfera leggermente instabile
D	Atmosfera neutrale
E	Atmosfera leggermente stabile
F	Atmosfera stabile

Tabella 2: Classi di Stabilità di Pasquill.

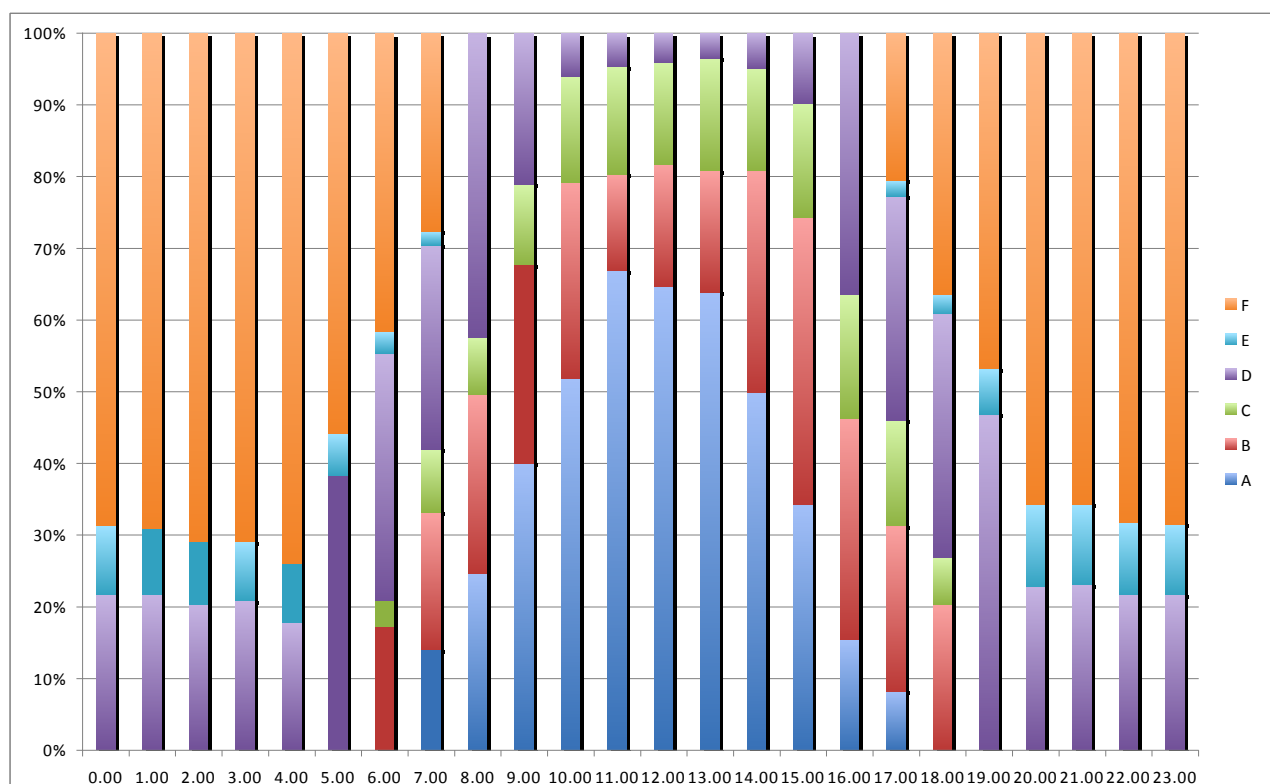


Figura 12: Frequenza media delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill nelle 24 ore; (ricostruzione meteorologica progetto MINNI, anno 2005).

A partire dalle classi di stabilità Pasquill è stata eseguita la conversione dei valori in classi di stabilità Klug/Manier denominate: I, II, III/1, III/2, IV e V (V la più instabile, I la più stabile).

2.5 Quadro emissivo

Per la ricostruzione dello stato dell'aria-ambiente e la successiva simulazione previsionale sono state modellate le sorgenti emissive, ossia le strade, interessate dal traffico veicolare presente nelle arterie viarie principali più prossime alla struttura analizzata. Per ogni strada in parte presente nel modello è stato necessario introdurre i seguenti dati:

- flusso di traffico orario (veic/h);
- limite di velocità della strada;
- profilo della piattaforma stradale;
- il materiale dello strato di usura;
- inquinanti generati dal flusso previsto per la strada in esame.

Per poter calcolare gli inquinanti generati da ogni sorgente emissiva (funzione dell'entità veicolare) si è resa necessaria l'assegnazione di opportuni tassi di emissione in funzione delle diverse caratteristiche delle autovetture costituenti il parco veicolare. I tassi di emissione implementati nel modello previsionale di impatto atmosferico fanno capo a quanto pubblicato da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) per l'anno 2016 (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>). La banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale presentata da ISPRA si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il protocollo di Kyoto, la convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNCE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni. La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

I fattori di emissione riportati da ISPRA sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all'aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l'ambito urbano, extraurbano ed autostrade.

I dati relativi ai tassi di emissione per l'anno 2016 assunti per la modellazione sono i seguenti:

Vehicle category	Pollutant	Emission factor [g/VehKm]
Autoveicoli	CO	0,7248
	NOx	0,4225
	NO2	0,1407
	PM2.5	0,0264
	Benzene	0,0025
	PM10	0,0365

Tabella 3: Tassi di emissione veicolari assunti per la modellazione.

3. Applicazione di modelli di simulazione dell'inquinamento atmosferico

3.1 Metodologia di studio

Per le simulazioni relative alla dispersione degli inquinanti prodotti dalle varie sorgenti emissive è stato utilizzato il programma base SoundPlan 7.0 della società Braunstein+Berndt GmbH.

Caratteristiche specifiche di questo programma risultano essere:

- supporto a vari standard di riferimento per l'inquinamento atmosferico;
- possibilità di definizione di differenti sorgenti di inquinamento atmosferico (*punti* come nel caso delle sorgenti di tipo industriale, *linee* come nel caso delle strade oppure *aree*);
- possibilità di inserimento delle condizioni meteorologiche specifiche dell'area oggetto di studio, attraverso apposite librerie;
- possibilità di definizione, per le varie sorgenti, della variazione nelle emissioni orarie nell'arco della giornata (attraverso il "Day Histogram");
- supporto per output grafici e tabellari a completamento delle elaborazioni.

Le attività svolte con l'utilizzo del software SoundPlan 7.0 possono essere così riassunte:

- Reperimento delle informazioni necessarie alla ricostruzione delle basi dati informative territoriali relative alle aree oggetto d'indagine al fine di poter sviluppare il DTM.
Il DTM (Digital Terrain Model) è una rappresentazione digitale del suolo. Tale rappresentazione può essere raster (il cosiddetto DEM¹), oppure vettoriale (la cosiddetta TIN²). Nel caso specifico, il modello digitale del terreno, relativo al territorio interessato dai tratti stradali oggetto d'indagine, è stato costruito avvalendosi della planimetria in formato .dwg della Carta Tecnica Regionale (CTR) del comune di Jesolo, utilizzandone, in particolare, lo strato informativo, relativo ai punti quotati (quote di campagna, etc.);

¹ Il DEM (Digital Elevation Model) costituisce una rappresentazione della distribuzione delle quote di un territorio. Definendo una griglia di coordinate in un sistema di riferimento xyz, ad ogni punto della griglia viene assegnato un valore ottenuto per interpolazione, sulla base delle informazioni geografiche disponibili.

² La TIN (Triangulated Irregular Network) è una rappresentazione tridimensionale del terreno che viene generata dagli spigoli di una rete di triangoli nello spazio; i vertici dei triangoli sono i nodi delle informazioni geografiche disponibili.

- Definizione del modello specifico per la schematizzazione dell'edificio presente. Il modello digitale dell'edificio (DBM – Digital Building Model), relativo al territorio interessato dai tratti stradali analizzati, è stato definito adottando la medesima planimetria in formato digitale, utilizzandone i livelli di informazione relativi ai fabbricati ed insediamenti;
- Per quanto riguarda la nuova area commerciale oggetto d'analisi, l'inserimento all'interno del modello di simulazione è avvenuto utilizzando le tavole di progetto;
- Modellazione della rete viaria esistente (come da studio di impatto sulla viabilità);
- Simulazioni relative alla dispersione dell'inquinante nell'ambiente circostante per lo stato di progetto.

In particolare le simulazioni sono state condotte per una tipica giornata estiva nelle condizioni di carico della rete più gravose, prendendo come riferimento i flussi di traffico “a medio termine” (a regime e rappresentativi dell'ora di punta), comprensivi del traffico aggiuntivo indotto dall'esercizio dell'area “Jesolo 3000”, dell'intervento commerciale in ambito fra Via Roma Destra e Via Mameli, e infine, del complesso adibito ad attività di servizio e vendita per la nautica (PUA Navis s.r.l.).

Di conseguenza, anche i valori delle emissioni di inquinanti prodotte dal traffico veicolare, dedotti dall'attività di modellazione, saranno rappresentativi delle condizioni più critiche possibili. A partire dai flussi dell'ora di punta e impiegando i tassi di emissione di cui alla tabella 3, sono state calcolate mediante modello le relative emissioni di inquinanti (in g/km) per ogni link della rete stradale esaminata.

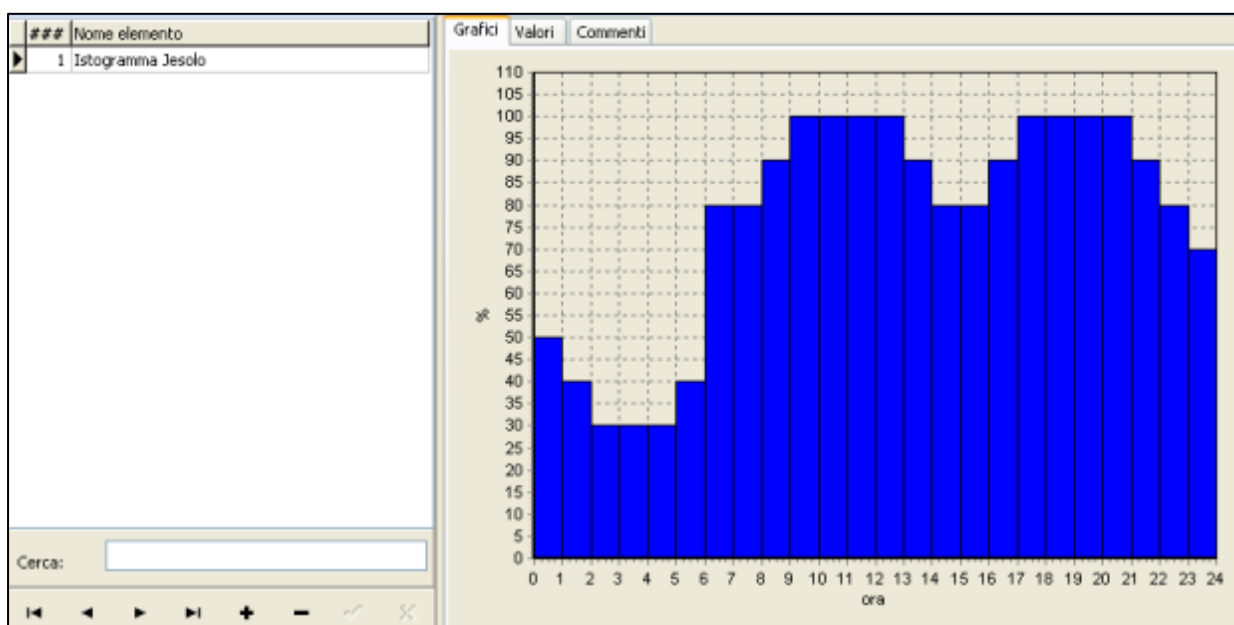


Figura 13: Istogramma giornaliero delle emissioni veicolari

Si è quindi definito in maniera univoca il “Day Histogram” per ogni inquinante esaminato, rappresentativo della variazione delle emissioni nell’arco della giornata di studio.

Ogni barra dell’istogramma indica il valore, in percentuale, delle emissioni di inquinanti (in g/km), rispetto al valore di riferimento caratteristico dell’ora di punta. La distribuzione ipotizzata è frutto di una scelta cautelativa, in quanto esprime il mantenimento delle emissioni critiche dell’ora di punta (100%) per un numero pari a 8 volte all’interno dell’intervallo 08:00-20:00 della giornata di studio; sempre nel medesimo intervallo, al di fuori dell’ora di punta, le emissioni sono pari ad almeno 80 %. La definizione del “Day Histogram” consente di individuare per ogni inquinante di interesse, il valore orario di emissione e, di conseguenza, il totale giornaliero, per ogni link della rete stradale.

Per rappresentare le concentrazioni in atmosfera degli inquinanti considerati sono state create delle mappe a colori, per 2 altezze dal suolo, pari a 2.5 e 10 m rispettivamente; tali mappe sono riportate in appendice.

L’elaborazione è stata effettuata utilizzando un modello di dispersione degli inquinanti di tipo gaussiano basato sulla normativa tedesca (Ta_Luft’86), con passo di calcolo fissato in 5 metri, distanza che garantisce una buona precisione del modello.

Il modello utilizzato permette di calcolare la dispersione e il trasporto di sostanze inquinanti con la possibilità di considerare venti da ogni direzione e con qualsiasi velocità.

I dati meteorologici inseriti, caratteristici dell’area di studio, hanno il significato di valore orario, con le velocità medie del vento definite come vettori. Il fattore più incisivo nella dispersione dei gas inquinanti è dato dal vento e, in particolare, dalla sua direzione e velocità.

Per “direzione del vento” si intende quella da cui esso proviene, e deve essere associata a dati sull’anemometro, come la sua altezza dal suolo e la sua angolazione (in gradi interi) rispetto al Nord. La “velocità del vento” viene inserita in m/s e viene approssimata al primo valore decimale.

Questi parametri influenzano la stima della dispersione o concentrazione delle sostanze gassose in base al calcolo della probabilità (riscontrabile dai dati meteorologici annuali). Il risultato che si ottiene da questi dati (come vale anche per altre informazioni considerate) è una somma, pesata, dei risultati relativi ad ogni singola situazione considerata. Fra i diversi tipi di inquinanti disponibili nel database del software sono presenti: polveri, biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido e biossido di carbonio, ecc.

3.2 Commento dei risultati ottenuti dalle simulazioni

La discussione dei risultati ottenuti tramite il predetto modello previsionale è di seguito riportata in forma analitica e riassuntiva per lo scenario implementato, per entrambe le altezze dal suolo considerate.

Nelle mappe sono evidenziati in rosso il grafo stradale del quale sono state valutate le emissioni in atmosfera, oltre che la dispersione e le concentrazioni atmosferiche degli inquinanti.

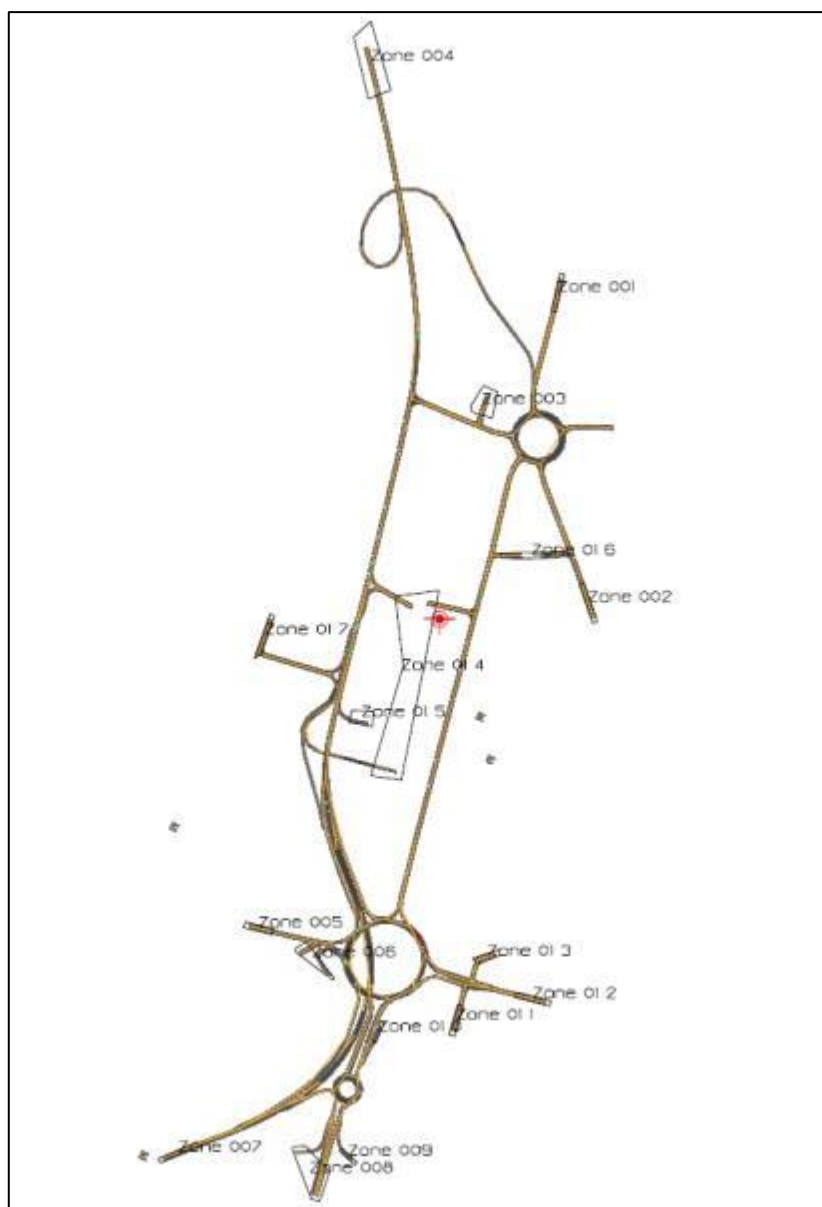


Figura 14: Grafo della rete stradale di progetto (studio di impatto viabilistico, 2019).

Per nessuno dei parametri considerati è stato verificato un superamento dei valori limite previsti dalla normativa, che risultano rispettati in tutto il dominio di calcolo.

Tipicamente, si sono riscontrati valori minori per gli inquinanti considerati all'altezza dal suolo di 10 m.

3.2.1 Biossido di azoto (NO_2)

Gli ossidi di azoto sono tra gli inquinanti più critici per la qualità dell'aria e il traffico è una delle principali fonti di emissione di queste sostanze.

Nel valutare questi risultati e nei limiti riportati nella scala, si fa riferimento al biossido di azoto (NO_2), l'unico tra gli ossidi di azoto per il quale è fissato un limite di legge per la protezione della salute umana, ma che rappresenta una frazione degli ossidi totali.

I risultati delle simulazioni evidenziano che mediamente, nel dominio di calcolo, le concentrazioni complessive del biossido di azoto sono minori di $160 \mu g/m^3$ per altezza dal suolo di 2.5 m, al di fuori della sede stradale, e dunque inferiori al limite normativo pari a $200 \mu g/m^3$. Per quanto riguarda l'altezza di 10 m dal suolo, i valori si riducono ulteriormente fino a $120 \mu g/m^3$ a causa della maggiore dispersione in atmosfera dell'inquinante.

Considerando che gli esiti delle simulazioni sono valori critici, riscontrabili soltanto in condizioni di carico veicolare eccezionale nella rete (alta stagione), risulta evidente che il valore medio annuale sarà ben al di sotto del limite annuale fissato per il biossido di azoto pari a $40 \mu g/m^3$. Si vuole menzionare, inoltre, che per l'attività di modellazione in esame sono stati considerati flussi relativi ad uno scenario temporale di medio termine, e al contempo tassi di emissione veicolari rappresentativi dell'anno 2016; si può considerare ragionevolmente che, al raggiungimento del regime dei movimenti veicolari nella rete (comprensivi del traffico indotto dalle attività adibite a servizio e commercio contemplate nello scenario attuale), i tassi di emissione veicolari saranno significativamente ridotti a causa dell'evoluzione del parco veicolare, che sarà caratterizzato da motori più performanti dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico.

3.2.2 PM_{10}

Le mappe di concentrazione mostrano per il particolato con diametro aerodinamico inferiore ai $10 \mu m$ una ricaduta molto contenuta per entrambe le altezze al suolo.

In particolare, sono stati riscontrati, per la altezza di 2.5 m dal suolo, un valore massimo pari a $36 \mu g/m^3$; un valore di $2.8 \mu g/m^3$ per l'altezza di 10 m. Tipicamente, i valori massimi per ogni inquinante considerato vengono rilevati lungo la linea di emissione, ossia in corrispondenza dell'asse stradale. I valori atmosferici medi relativi alla prima altezza di

riferimento, al di fuori della rete stradale, sono minori di $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre sono minori di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'altezza di 10 m, ben al di sotto del limite normativo giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.3 *PM2.5*

Il valore massimo riscontrato per il particolato con diametro aerodinamico inferiore a $2.5 \mu\text{m}$, al bordo della sede stradale risulta essere inferiore a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per l'altezza dal suolo di 2.5 m, e inferiore a $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'altezza di 10 m dal suolo. Si vuole menzionare che le simulazioni sono state condotte nelle condizioni più gravose e che tali valori non si riscontrano fuori stagione quando i flussi veicolari sono molto contenuti. Il confronto tra le concentrazioni critiche riscontrate in rapporto ad un valore medio annuo è dunque molto conservativo. I valori atmosferici medi osservati mediamente nel dominio di calcolo sono minori di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la prima altezza di riferimento, e inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la seconda, in rapporto al limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annuale).

3.2.4 *Monossido di carbonio (CO)*

La normativa vigente fissa per il monossido di carbonio esclusivamente un valore limite di breve periodo atto ad impedire l'eventuale insorgenza di episodi di inquinamento acuto, quando per alcune ore possono permanere condizioni particolarmente avverse alla dispersione degli inquinanti.

I valori ottenuti per questo parametro sono notevolmente inferiori rispetto al riferimento di legge. Il valore massimo riscontrato è pari a $3.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ per l'altezza dal suolo di 2.5 m (in corrispondenza della linea di emissione) e di $0.8 \text{ mg}/\text{m}^3$ per l'altezza di 10 m dal suolo. I valori medi al di fuori della rete stradale, nelle condizioni più critiche (altezza 2.5 m dal suolo) sono minori di $2 \text{ mg}/\text{m}^3$, rispetto al limite normativo di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.

3.2.5 *Benzene*

Il benzene è un composto naturale del petrolio e dei suoi derivati, e si forma anche, come sottoprodotto, durante il ciclo di produzione delle benzine. Come inquinante, è quindi presente nei gas scarico e nelle emissioni evaporative dei veicoli.

Il valore massimo riscontrato al bordo della sede stradale è pari a circa $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'altezza dal suolo di 2.5 m, mentre per l'altezza di 10 m dal suolo non si supera il valore di 3

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori atmosferici medi osservati mediamente nel dominio di calcolo sono minori di $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispetto al limite normativo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, caratteristico di un valore medio annuale. Anche in questo caso, il confronto tra le concentrazioni critiche osservate in rapporto ad un valore medio annuo è dunque molto conservativo.

4. Conclusioni

Il presente studio, basato su un'opportuna attività di modellazione, ha consentito di valutare l'impatto del traffico veicolare generato dalla nuova area commerciale e polifunzionale "Jesolo Magica" sulla qualità dell'aria, tenendo conto del concorso di altri futuri insediamenti commerciali nella zona. Le simulazioni relative alla dispersione delle emissioni veicolari sono state eseguite mediante software SoundPlan 7.0 della società Braunstein+Berndt GmbH, che ha richiesto per la sua implementazione i seguenti dati di input:

- flussi di traffico nella rete stradale studiata;
- caratteristiche geometriche della piattaforma stradale;
- condizioni di esercizio delle strade (velocità legale e di percorrenza);
- valori degli inquinanti generati dal flusso veicolare;
- meteorologia del sito (rosa dei venti).

A partire dai volumi di traffico che si prevede siano correlati con l'esercizio dell'area commerciale (i più critici e cautelativi della rete, relativi all'ora di punta del mese di Agosto, sommati al traffico indotto dall'iniziativa commerciale), sono state calcolate le emissioni di inquinanti da parte del traffico, assumendo come riferimento i fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale, così come dedotti dalla banca dati presentata da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale). La dispersione degli inquinanti è stata calcolata con un modello matematico diffusionale di tipo gaussiano (Ta_Luft'86) implementato nel suddetto software.

I risultati ottenuti sono stati riportati in apposite mappe, in cui è stato evidenziato in toni di colore, per diversi intervalli considerati, la distribuzione degli inquinanti alle varie altezze dal suolo (2,5 e 10 m), per la rete stradale considerata.

Per nessuno dei parametri esaminati (CO, NO₂, Benzene, PM_{2.5}, PM₁₀) la simulazione ha evidenziato un superamento dei valori limite di inquinanti previsti dalla normativa, al di fuori della linea di emissione; inoltre, per la maggior parte dei confronti analizzati, i valori critici riscontrati risultano essere inferiori ai valori limiti fissati dalla normativa,

rappresentativi delle medie annue. Non si osservano eccezioni neppure in prossimità dei tronchi stradali caratterizzati dai flussi di traffico più elevati o nei dintorni dell'area commerciale.

5. Apendice

Concentrazione atmosferica NO₂ per l'altezza dal suolo di 2.5 m

Concentrazione atmosferica NO₂ per l'altezza dal suolo di 10 m

Concentrazione atmosferica PM₁₀ per l'altezza dal suolo di 2.5 m

Concentrazione atmosferica PM₁₀ per l'altezza dal suolo di 10 m

Concentrazione atmosferica PM 2.5 per l'altezza dal suolo di 2.5 m

Concentrazione atmosferica PM 2.5 per l'altezza dal suolo di 10 m

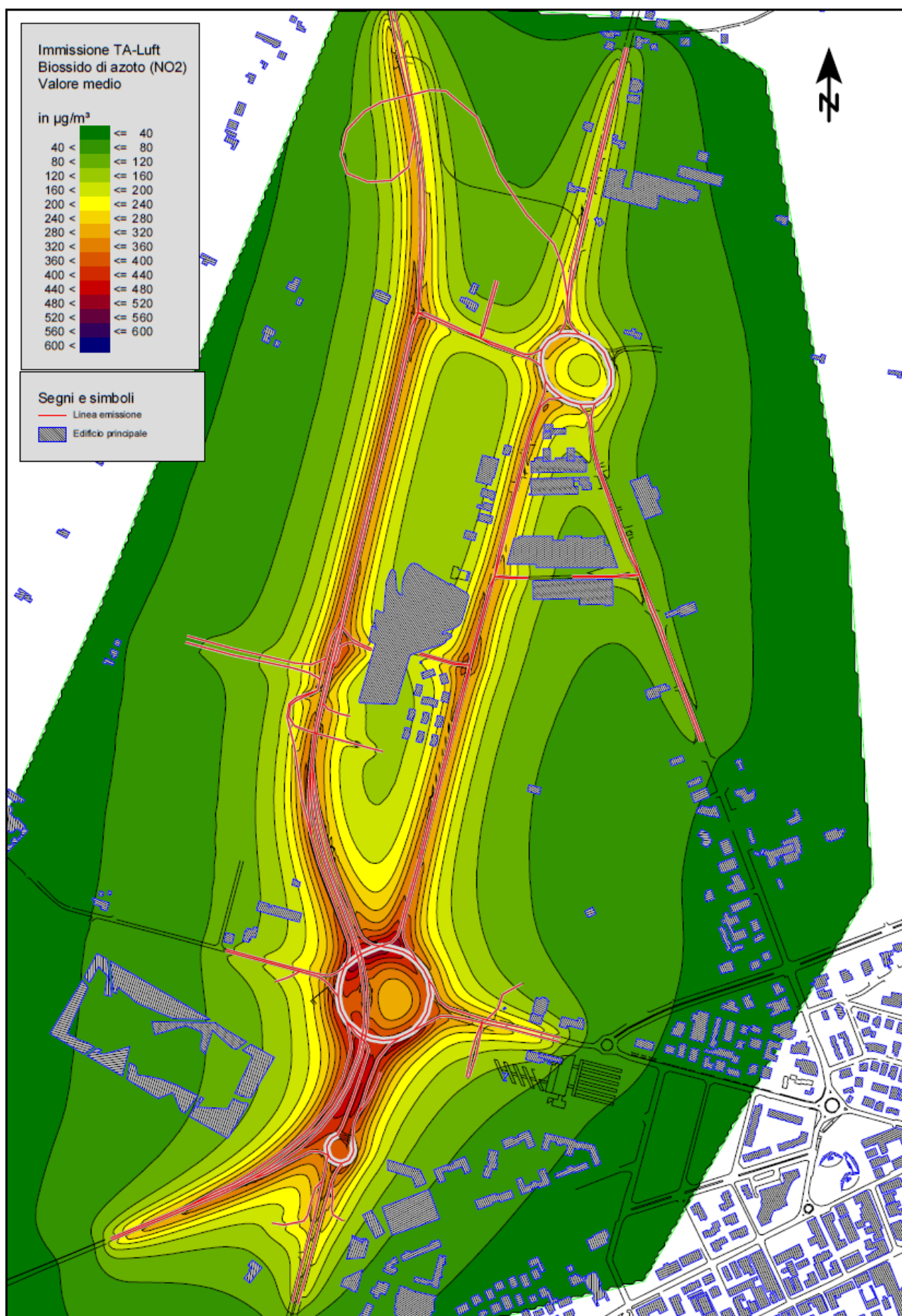
Concentrazione atmosferica CO per l'altezza dal suolo di 2.5 m

Concentrazione atmosferica CO per l'altezza dal suolo di 10 m

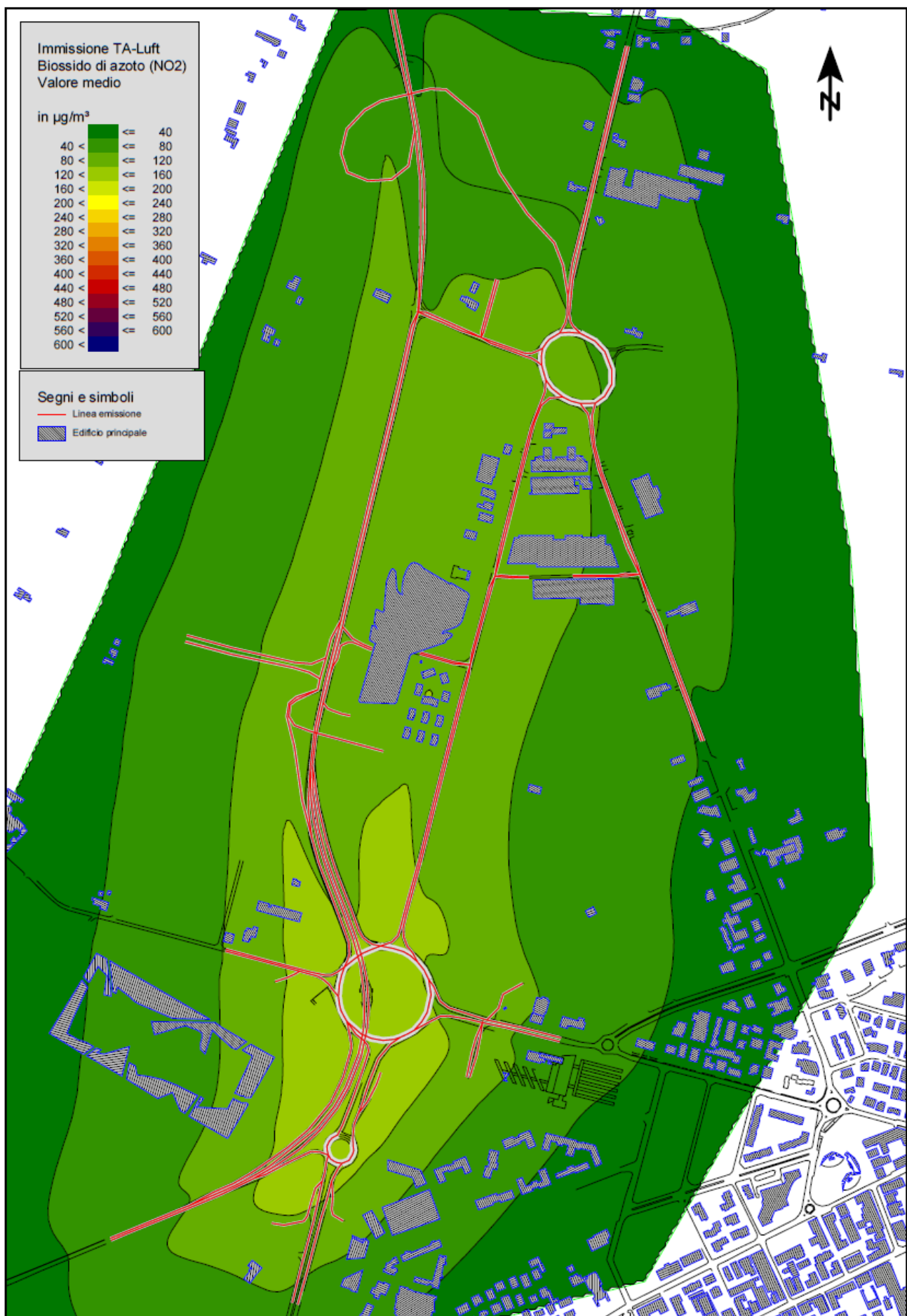
Concentrazione atmosferica benzene per l'altezza dal suolo di 2.5 m

Concentrazione atmosferica benzene per l'altezza dal suolo di 10 m

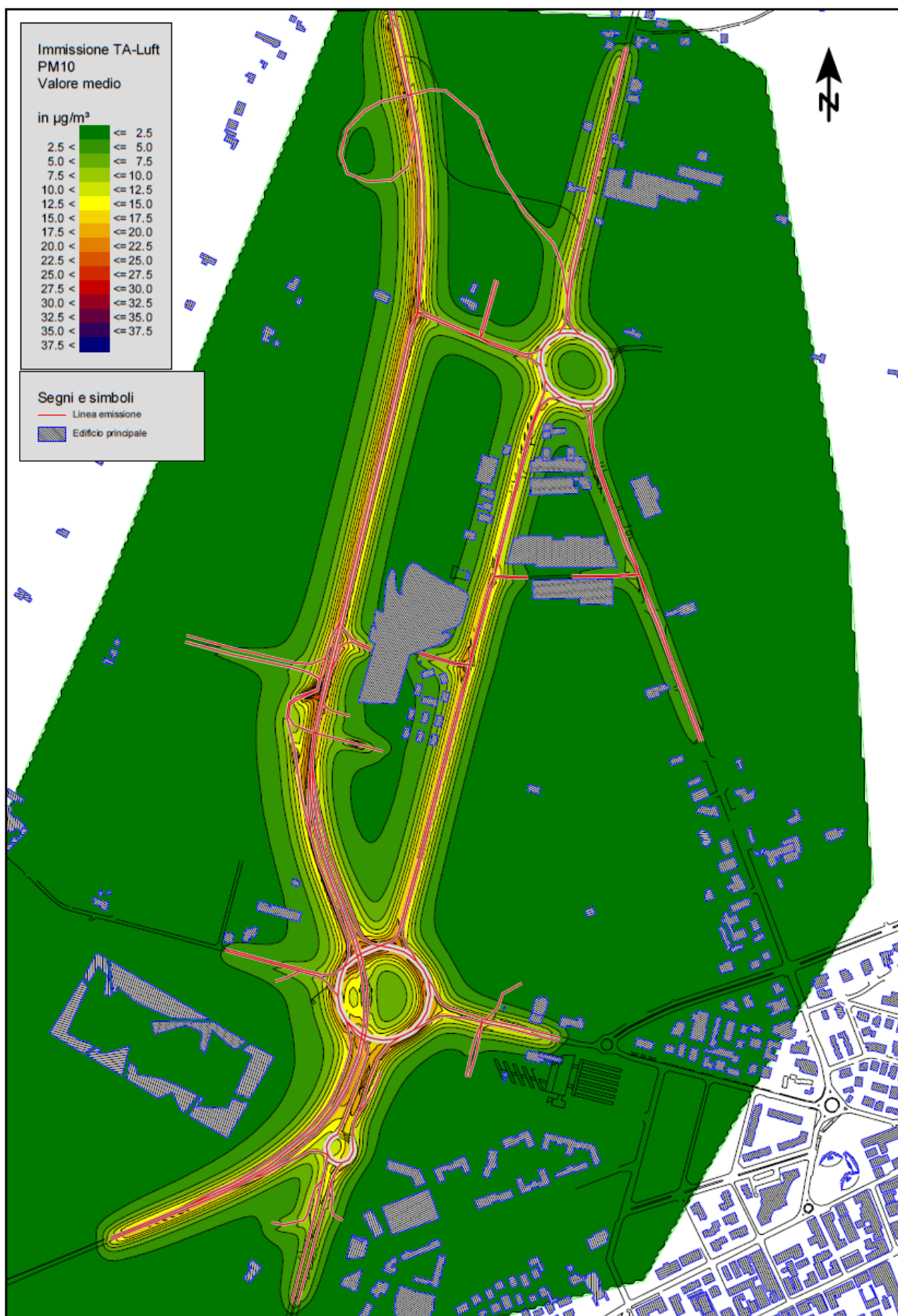
Prof. Ing. Marco Pasetto



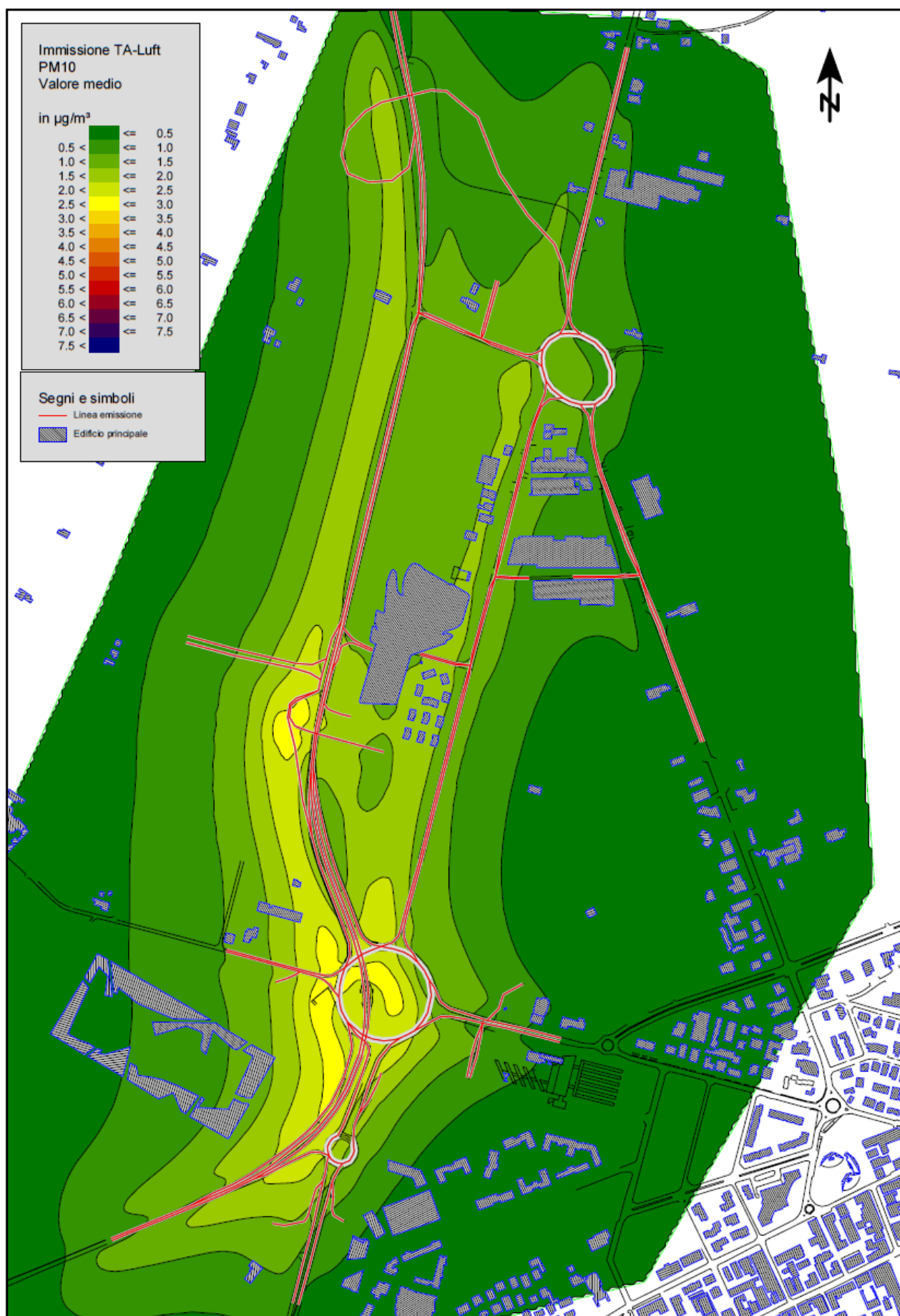
Concentrazione atmosferica NO₂ per l'altezza dal suolo di 2.5 m



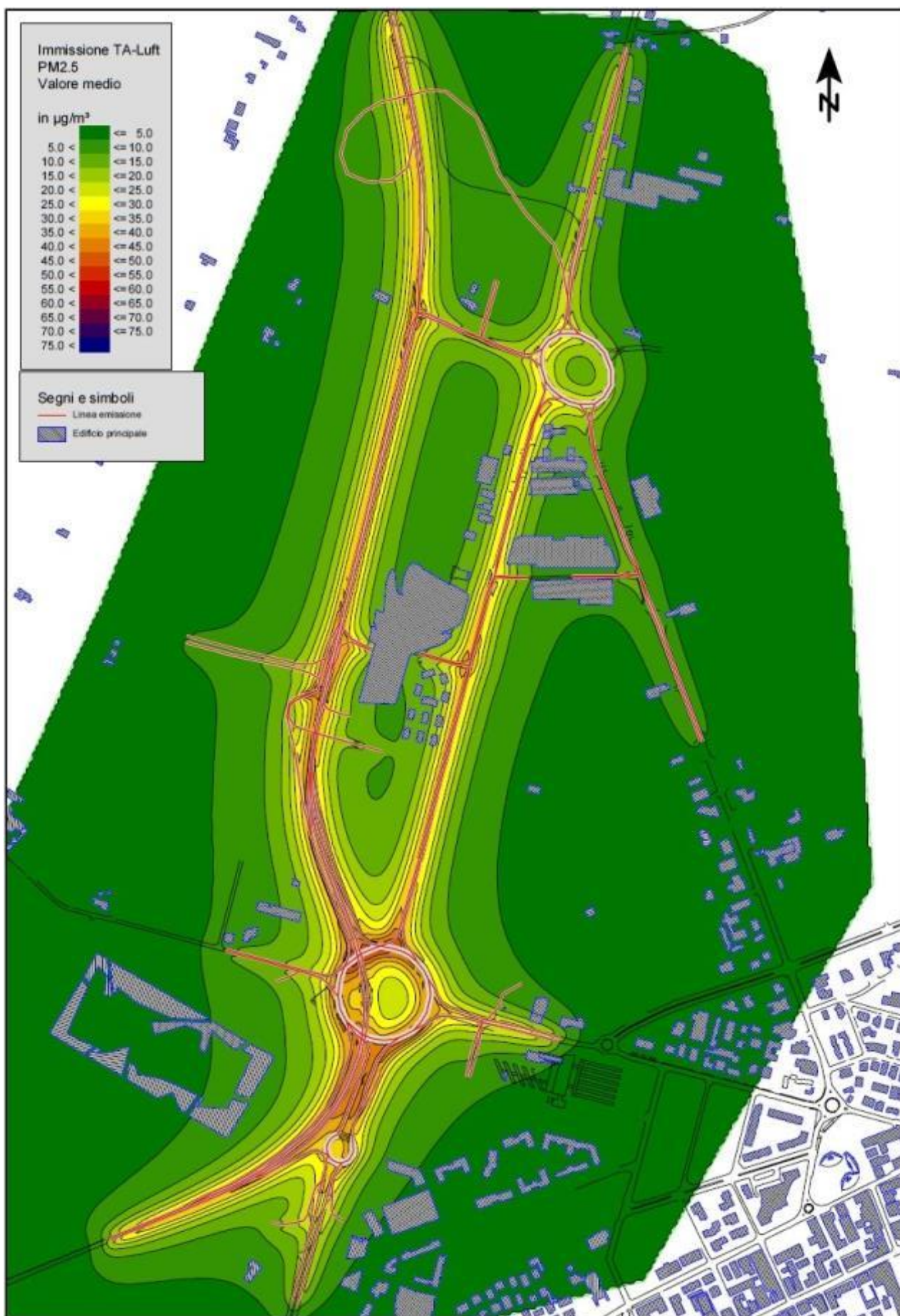
Concentrazione atmosferica NO₂ per l'altezza dal suolo di 10



Concentrazione atmosferica PM10 per l'altezza dal suolo di 2.5 m



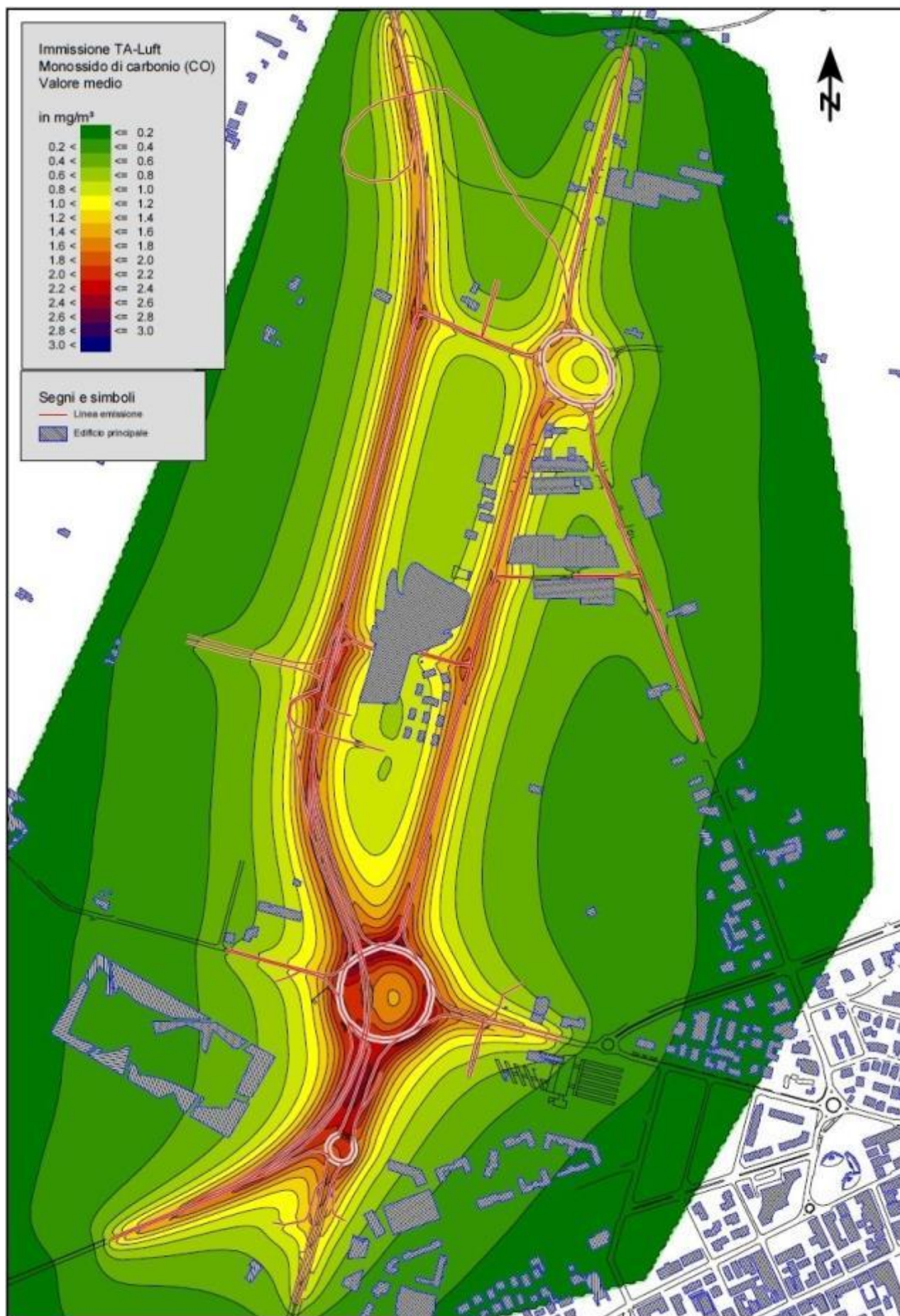
Concentrazione atmosferica PM10 per l'altezza dal suolo di 10 m



Concentrazione atmosferica PM 2.5 per l'altezza dal suolo di 2.5 m



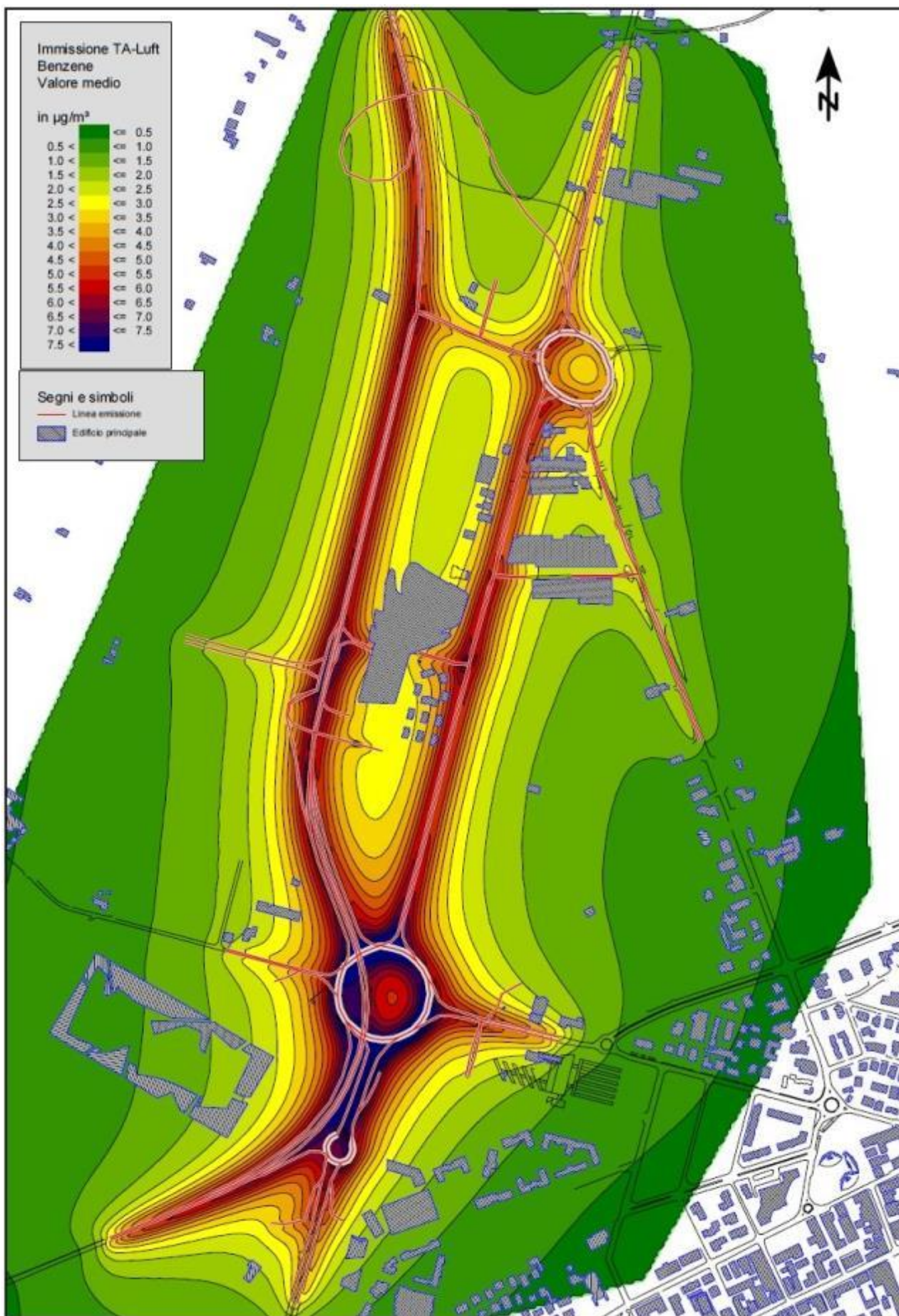
Concentrazione atmosferica PM 2.5 per l'altezza dal suolo di 10 m



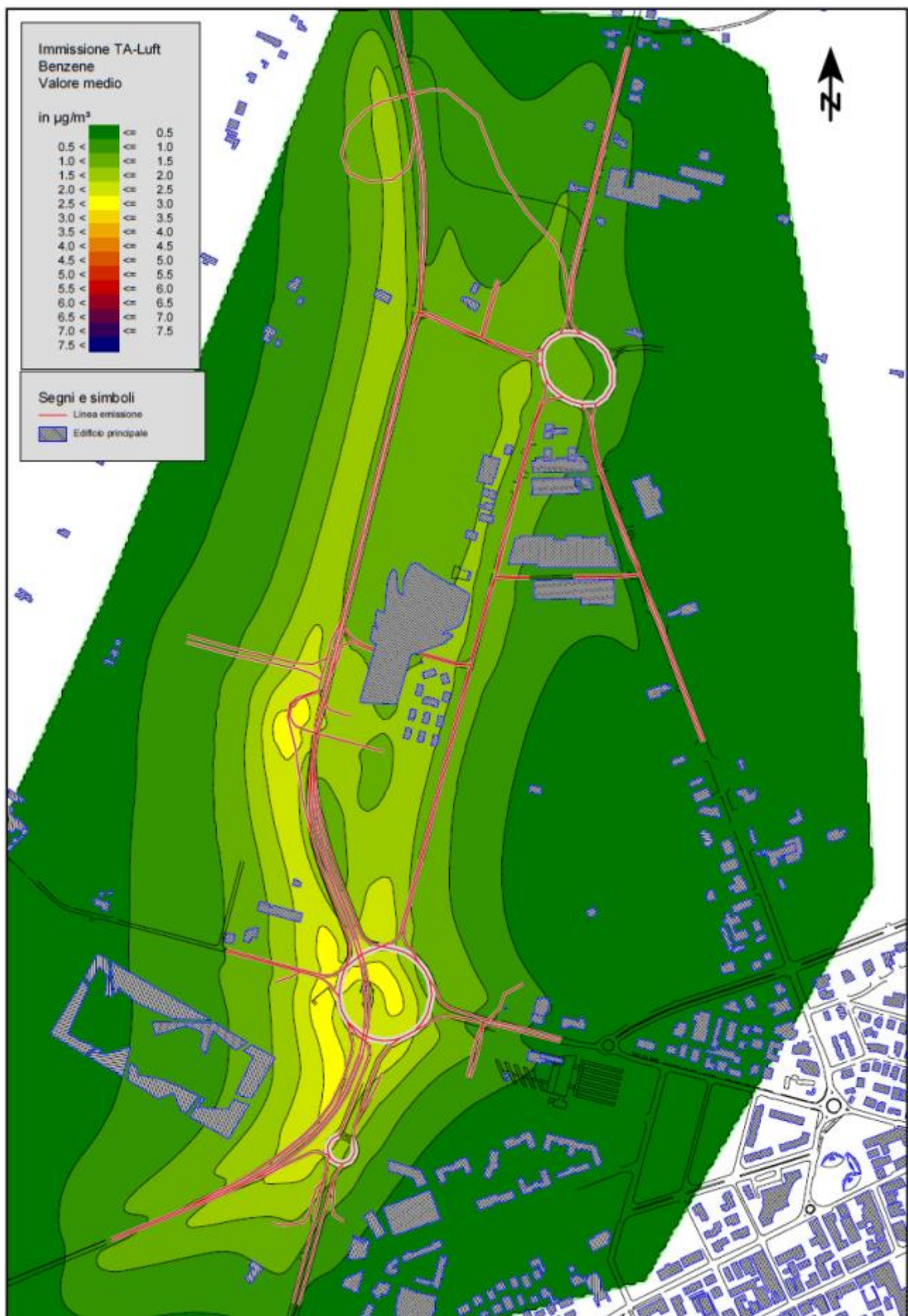
Concentrazione atmosferica CO per l'altezza dal suolo di 2.5 m



Concentrazione atmosferica CO per l'altezza dal suolo di 10 m



Concentrazione atmosferica benzene per l'altezza dal suolo di 2.5 m



Concentrazione atmosferica benzene per l'altezza dal suolo di 10 m