

allegato



CONFEZIONE
R.0620
MASSIMO
FAIFERRI
ARCHITETTO
S. PIETRO AGOSTINI

APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI.....	2
2.1	Criteri di scelta del codice di calcolo	2
2.2	Descrizione del codice AERMOD	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
4	DATI DI QUALITA' DELL'ARIA DISPONIBILI	14
5	LE SORGENTI DI EMISSIONE	18
6	GLI INQUINANTI DI RIFERIMENTO	19
7	SCENARI DI CALCOLO.....	20
8	DATI DI INPUT PER LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE.....	21
8.1	Intervallo temporale ed assunzioni di calcolo.....	21
8.2	Dominio di calcolo e ricettori.....	22
8.3	Orografia dell'area	23
8.4	Parametri meteoroclimatici	24
8.5	Dati di emissione	27
8.5.1	Premessa	27
8.5.2	Stato di fatto.....	29
8.5.3	Stato di progetto	32
9	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE.....	34
9.1	Presentazione dei dati di output del modello di calcolo	34
9.2	Risultati delle simulazioni sul lungo periodo.....	35
9.3	Risultati delle simulazioni nel breve periodo	36
10	DISCUSSIONE DEI RISULTATI.....	40
10.1	Considerazioni generali	40
10.2	Biossido di azoto (NO ₂)	41
10.3	PM ₁₀	42
10.4	Monossido di carbonio (CO).....	43
10.5	Benzene	43
11	CONCLUSIONI.....	44
12	ALLEGATI.....	46
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	47

1 PREMESSA

Il presente documento, redatto nell'ambito dello Studio preliminare ambientale del progetto di un nuovo punto vendita Bricoman e altra struttura commerciale annessa, in Comune di Assemini (CA), si propone di valutare i possibili effetti dell'intervento sulla qualità dell'aria derivanti dalle future condizioni di traffico veicolare indotte dalla realizzazione degli interventi.

A tal fine si è proceduto all'esecuzione di simulazioni modellistiche sulla dispersione degli inquinanti atmosferici da traffico veicolare, con riferimento agli scenari trasportistici riferiti alla situazione attuale ed a quella di progetto.

Le simulazioni sono state condotte impiegando il modello gaussiano stazionario Breeze AERMOD V7.6.0.30 – Pro Plus Version. Il codice AERMOD è da alcuni anni uno dei codici più noti ed utilizzati a livello nazionale ed internazionale ai fini della simulazione dei fenomeni di dispersione atmosferica ed è raccomandato dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA).

2 IL MODELLO DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

2.1 Criteri di scelta del codice di calcolo

I modelli di dispersione degli inquinanti atmosferici sono algoritmi matematici che simulano il comportamento dei contaminanti nell'atmosfera. Negli anni, anche a seguito della continua evoluzione delle conoscenze scientifiche sulle dinamiche del *Planetary Boundary Layer* (PBL)¹, è stata sviluppata una vasta gamma di modelli di dispersione degli inquinanti aerodispersi che sono stati utilizzati in tutto il mondo per gestire le più disparate condizioni di calcolo.

Il ricorso all'impiego di modelli di calcolo è d'altronde ufficialmente riconosciuto dalla normativa nazionale sulla qualità dell'aria. Astrattamente la normativa prevede, infatti, che gli standard di qualità dell'aria non vengano superati in alcun punto del territorio. E' palese, tuttavia, che laddove si ipotizzasse di affidare la ricognizione della qualità dell'aria esclusivamente alla misura diretta delle concentrazioni, il controllo della qualità dell'aria potrebbe essere effettuato solo in un numero finito di punti, coincidenti con le postazioni di misura delle varie reti di rilevamento presenti sul territorio nazionale. Tale numero, estremamente esiguo in rapporto alle dimensioni ed alle variegate caratteristiche fisiche e meteorologiche del territorio, non potrebbe consentire di ottenere un quadro sufficientemente rappresentativo ed esaustivo della distribuzione spazio-temporale della concentrazione dei vari inquinanti di interesse. In tal senso, per superare tali problematiche, il Legislatore ha introdotto la possibilità di affidarsi a modelli matematici di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Una sostanza (inquinante o meno), una volta immessa nell'atmosfera, per effetto dei numerosi fenomeni quali il trasporto dovuto all'azione del vento medio, la dispersione per effetto dei moti turbolenti dei bassi strati dell'atmosfera, la deposizione ecc., si distribuisce nell'ambiente circostante, diluendosi in un volume di aria di dimensioni più o meno grandi in funzione delle particolari condizioni atmosferiche presenti. Ciò significa, in altri termini, che se una sostanza viene immessa nell'atmosfera in un determinato punto del territorio (sorgente) ad un dato istante e con determinate modalità di emissione, è possibile ritrovarla in altri punti del territorio, dopo un tempo più o meno lungo, con un differente valore di concentrazione in funzione della diluizione che ha subito lungo il suo percorso. Con tali premesse, la valutazione dei valori assunti dalla concentrazione in tutti i punti dello spazio ed in ogni istante o, in altri termini, la previsione dell'evoluzione nel tempo del campo di concentrazione $C(x,y,z;t)$ di una determinata sostanza costituisce l'obiettivo dei modelli di simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

¹ Lo strato limite atmosferico, in inglese *Planetary Boundary Layer* (PBL), rappresenta lo strato di atmosfera adiacente al suolo caratterizzato da un rimescolamento delle masse d'aria ad opera della spinta convettiva generata dal riscaldamento della superficie terrestre e dalla turbolenza meccanica dovuta all'attrito tra le masse d'aria in movimento e la superficie terrestre.

Per valutare con un adeguato grado di approssimazione tale campo di concentrazione è necessario prendere in considerazione e schematizzare un considerevole numero di fenomeni specifici che hanno luogo durante il trasporto della sostanza in atmosfera. Detti fenomeni, che si prestano ad essere modellizzati con maggiore o minore grado di difficoltà, sono di diversa natura:

- fisici (trasporto, diffusione, innalzamento del pennacchio, ecc.)
- chimico-atomici (reazioni chimiche di trasformazione, decadimento radioattivo, ecc.)
- fisico-chimici (deposizione, ecc.).

Con queste premesse si può intuire come le attività di ricerca e sviluppo in questo settore non siano state orientate verso la progettazione di un modello in grado di soddisfare congiuntamente le differenti esigenze di accuratezza e completezza, ma siano state bensì articolate in diversi filoni che hanno condotto allo sviluppo di altrettante classi e/o categorie di modelli. Tale circostanza rende opportuno, di frequente, un attento vaglio dei modelli suggeriti dalla letteratura, prima dell'adozione di uno di essi per soddisfare una specifica esigenza. Per agevolare questo compito sono stati condotti numerosi tentativi di rassegna ragionata e di razionale categorizzazione. Presupposto essenziale di tali attività è l'individuazione degli elementi caratteristici che sono alla base dei vari modelli, mediante i quali è possibile suddividere i modelli stessi in classi, categorie, tipologie, ecc.

Un primo elemento discriminante, per le finalità più sopra esposte, è l'approccio analitico di base impiegato, mediante il quale i modelli si possono suddividere in:

- modelli statistici;
- modelli deterministici.

Nonostante entrambi siano indicati col termine “modello”, le differenze che li contraddistinguono sono estremamente significative. Per quanto riguarda i modelli statistici (o meglio stocastici), essi non prevedono la concentrazione di inquinanti sulla base di relazioni fisiche di causa-effetto, ma sulla base dei dati misurati nel passato. Essi sono pertanto in grado di restituire il valore previsionale della concentrazione di inquinante nei soli punti in cui sia stata eseguita una misura. La loro possibilità di utilizzo è quindi circoscritta alla previsione dei valori che le stazioni della rete registreranno nel futuro; per contro, limitatamente a tale obiettivo, tali modelli forniscono in genere risultati più attendibili dei modelli deterministici. Da quanto precede si evince come gli stessi siano del tutto inadeguati a studiare i fenomeni in atto o a prevedere situazioni che non siano controllate da una rete strumentale di rilevamento.

Riguardo ai modelli deterministici, va rilevato che tale categoria è composta da un numero estremamente elevato di modelli differenti, tutti accomunati dall'assumere le condizioni meteorologiche come base per la costruzione delle relazioni di causa-effetto tra emissioni e campo di concentrazione nel dominio di calcolo.

Il primo elemento che consente di discriminare tra i vari modelli deterministici è il metodo con cui si descrive l'evoluzione nel tempo del fenomeno dell'inquinamento. Da questo punto di vista i modelli si distinguono in “stazionari” o “dinamici”.

Nei primi, l'evoluzione temporale di un fenomeno di inquinamento è trattata come una sequenza di stati quasi-stazionari, aspetto che semplifica notevolmente il modello, a scapito però della generalità e applicabilità. I secondi, viceversa, trattano l'evoluzione del fenomeno in modo dinamico. Va rilevato che i modelli stazionari sono molto utilizzati per la loro semplicità e per l'economicità d'impiego ed in genere costituiscono un valido strumento per un'analisi di realtà non particolarmente complesse.

Un altro importante elemento di distinzione dei modelli è costituito dalla scala spaziale, ovvero dalla distanza dalla sorgente entro cui il modello è in grado di descrivere il fenomeno. In relazione a questo parametro si distinguono le seguenti classi di modelli:

- a scala locale (*short range*), modelli, cioè, che descrivono la dispersione degli inquinanti fino a distanze dell'ordine della decina di chilometri;
- a mesoscala, cioè modelli che trattano domini spaziali dell'ordine dei cento chilometri;
- a grande distanza o sinottici (*long range*) che descrivono fenomeni che possono interessare aree molto vaste fino a migliaia di chilometri dalla sorgente.

I modelli possono essere distinti anche in funzione del loro livello di complessità o, in altri termini, del numero di fenomeni di cui tengono conto nel determinare il campo di concentrazione. Usualmente si fa riferimento alle seguenti tre tipologie:

- modelli complessi;
- modelli di media complessità;
- modelli semplici.

Sebbene la varietà degli elementi di distinzione dei diversi modelli deterministici sia ben più ampia di quella sin qui enunciata, si evidenzia comunque come questi siano quelli più comunemente adottati ai fini della scelta per lo specifico caso. Ulteriori criteri impiegati, allorquando sia richiesta una valutazione più approfondita, possono riferirsi:

- all'algoritmo matematico impiegato per valutare un determinato fenomeno (differenze finite, metodo Montecarlo, metodo gaussiano, ecc.);
- alla modalità di descrizione spaziale del fenomeno (Euleriano, Lagrangiano, bidimensionale, tridimensionale, ecc.);
- alla trattazione di aspetti di particolare importanza (orografia, chimica, fotochimica, ecc.).

I più comuni modelli di dispersione sono modelli a “plume” di tipo gaussiano, stazionari e rettilinei. Essi calcolano concentrazioni degli agenti contaminanti per ogni ora assumendo

condizioni meteorologiche uniformi su tutto il dominio di modellazione. A causa delle semplificazioni introdotte da tali modelli, gli stessi non tengono conto di possibili traiettorie curve del “plume” o di possibili condizioni di vento variabili che si verificano in situazioni di flusso complesse (p.e. abbastanza frequenti in prossimità della linea di costa). Inoltre, questi modelli hanno una limitata capacità di interpretare il fenomeno della dispersione in condizioni di bassa velocità del vento.

Per le finalità del presente studio, ai fini della individuazione del codice di calcolo più idoneo per una appropriata esecuzione dell'analisi modellistica diffusionale, sono stati presi in esame i seguenti elementi:

1. specificità geografico-climatiche e morfologiche del sito di Assemini-Elmas, avente condizioni di orografia estremamente regolare;
2. tipologia di sorgenti da considerare: sorgenti volumetriche (emissioni da traffico);
3. intervallo spaziale e temporale di analisi che, considerata la distribuzione di potenziali ricettori sensibili (più vicine abitazioni), rende necessaria l'applicazione di un modello di scala locale;
4. tipologia di inquinanti trattati, caratterizzati da stati fisici particellari e gassosi.

Al riguardo, nel rilevare come, ad oggi, il più accreditato Ente scientifico e regolatorio di riferimento per l'analisi modellistica dei fenomeni di dispersione degli inquinanti atmosferici sia l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA), si segnala come la catena CALMET/CALPUFF sia il modello raccomandato dall'EPA per la valutazione del trasporto di inquinanti a lunga distanza (indicativamente tra 50 e 200 km), mentre nel “campo vicino” (cioè entro 50 km dalle sorgenti) la stessa EPA individua come riferimento applicativo il modello gaussiano stazionario AERMOD². Rispetto al primo punto di cui al precedente elenco, l'applicazione della catena modellistica CALMET/CALPUFF risponde alla necessità di considerare nel modo più adeguato e completo possibile la problematicità originata da un dominio di calcolo caratterizzato da un “terreno ad orografia complessa”. L'utilizzo di CALPUFF nel “campo vicino” sarebbe in ogni caso da preferirsi laddove sussistano condizioni meteorologiche e/o geografiche tali da rendere critica od inappropriata la simulazione con AERMOD (tali condizioni, che possono essere definite di “non stazionarietà”, possono riscontrarsi in Sardegna, in particolare, per la presenza di situazioni geografiche peculiari quali la discontinuità terra-mare originata dalla linea costiera).

Il caso in esame è trattabile con un dominio di calcolo rappresentativo avente estensione di circa 1 km² e, anche alla luce dell'analisi dei dati meteoroclimatici di riferimento acquisiti, può ricondursi certamente entro il campo di applicabilità di AERMOD. Questo modello, avuto riguardo del principio di cautela e delle approssimazioni insite in ogni studio ambientale, si

² EPA, 2005, *Federal Register/ Vol. 70, No. 216/ Rules and Regulations 68257 (Appendix W)*, November 2005.
http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/appw_05.pdf

ritiene che possa produrre risultati sufficientemente attendibili e rappresentativi a supportare il processo decisionale.

In questo senso, l'applicazione di AERMOD al caso specifico, proprio per il suo accreditamento EPA, trova un "solido fondamento" anche dal punto di vista delle prescrizioni di carattere teorico e tecnico sull'appropriato utilizzo dei modelli di dispersione in atmosfera.

Come spesso accade nei processi decisionali di tipo complesso, non è possibile, infatti, individuare uno "strumento unico" che garantisca la completa, inequivocabile ed inconfutabile "chiusura" del problema; tutte le valutazioni ambientali sono sempre e necessariamente una "semplificazione" che presuppone una scelta (ottimale) tra differenti alternative operative che riescono a descrivere in modo completo solo una parte ben definita del problema.

Infine, in termini generali, riguardo all'incertezza propria delle stime modellistiche, e quindi rispetto al grado di affidabilità delle valutazioni contenute nel presente documento, si rimanda a quanto riportato nelle linee guida sui modelli di qualità dell'aria stilate dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA, 2005). In tale documento viene espressamente indicato che tutte le stime modellistiche sono affette da un grado di incertezza che dipende sia dalla qualità dei dati di input sia dalle inevitabili "semplificazioni" introdotte nelle simulazioni di calcolo (necessarie per la ricostruzione delle condizioni fisico-chimiche di dispersione e deposizione degli inquinanti); in generale, sono da considerare come maggiormente affidabili le stime di medio-lungo periodo (medie annuali), mentre nel breve periodo i valori massimi di concentrazione (medie orarie) sono soggetti ad un grado di incertezza maggiore (differenze del 10-40% rispetto alla misura sono ritenute tipiche per i valori massimi riferiti a specifici punti del dominio di calcolo considerando, inoltre, che tali valori spesso risultano non correlati con le osservazioni).

Nel paragrafo seguente si procederà ad una sintetica descrizione del codice di calcolo utilizzato.

2.2 Descrizione del codice AERMOD

Il codice AERMOD è stato sviluppato in ambito EPA dall'American Meteorological Society (AMS) - Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC) come evoluzione del modello gaussiano ISC3 ed attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale. Tale modello è stato riconosciuto come "regulatory" nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3.

AERMOD è un modello di calcolo stazionario (*steady-state*) in cui la dispersione in atmosfera dell'inquinante emesso da una sorgente viene simulata adottando una distribuzione gaussiana della concentrazione, sia nella direzione orizzontale che in quella verticale, se lo strato limite atmosferico è stabile. Se invece lo strato limite atmosferico è instabile, si è in presenza di meccanismi convettivi e il codice descrive la concentrazione in aria adottando una distribuzione gaussiana nella direzione orizzontale e una funzione densità di probabilità

(p.d.f.) bigaussiana per la direzione verticale. Per tale motivo AERMOD è ritenuto un modello ibrido di nuova generazione, dal momento che è in grado di descrivere in modo molto più rappresentativo gli effetti della turbolenza dello strato limite atmosferico che risultava invece una limitazione per i modelli gaussiani tradizionali (o di vecchia generazione).

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di recettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- “short term”: fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere e quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;
- “long-term”: tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si avvale dell'utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l'altimetria del territorio, consentendo l'applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

Il codice di dispersione AERMOD, infine, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori sopra illustrati, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l'inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana; nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

L'attuale versione di AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il “*plume rise*”, ossia il sovrinnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che

convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l'alto;

- simula la “*buoyancy*”, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all'aria esterna;
- è in grado di simulare i “*plume lofting*”, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del “*building downwash*”, ossia dell'effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.

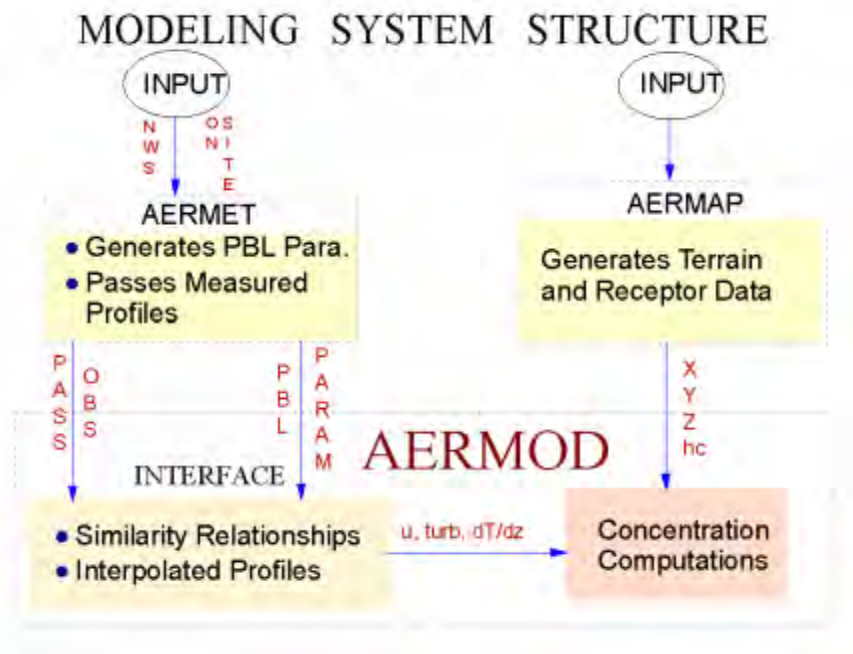


Figura 1: Diagramma di flusso del sistema di modellazione AERMOD (Fonte EPA, 2004)

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progressivo fenomeno dell'inquinamento atmosferico ha, da tempo, reso indispensabile l'adozione di precise norme volte a tutelare la salute dei cittadini.

In data antecedente all'emanazione di leggi e decreti, a difesa della qualità e salubrità dell'aria, la magistratura penale faceva riferimento alla norma generale contenuta nell'articolo 674 del Codice di Procedura Penale secondo cui *“chiunque, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumi atti ad offendere, imbrattare o molestare persone è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire 400.000”*.

Il primo vero provvedimento legislativo emanato in Italia sulle fonti di inquinamento atmosferico è la L. 615 del 1966: *“Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”*. La legge si poneva il compito di regolamentare l'esercizio degli impianti di riscaldamento, degli impianti industriali e dei mezzi motorizzati; in parte è stata abrogata dalla successiva legislazione ed attualmente il campo di applicazione è limitato ai soli impianti termici ad uso civile.

Con il D.P.C.M. del 28 marzo 1983 *“Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno”* sono stati definiti i limiti di concentrazione degli inquinanti nell'ambiente esterno e, per essi, è previsto un monitoraggio costante. Per la prima volta inoltre sono stati fissati metodi di campionamento, analisi e verifica.

Nel 1988, recependo più direttive Comunitarie fu emanato il D.P.R. 203 *“Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183”*.

In esso è stato precisato che: *“è inquinamento atmosferico ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali e pubblici e privati”*.

Con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, che recepisce e dà attuazione alla Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, tutta la normativa italiana vigente in materia subisce un sostanziale aggiornamento. Il Decreto definisce i principi per:

- a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;

d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.Lgs 351 rinvia a successivi decreti del Ministro dell'Ambiente, da emanare in recepimento di ulteriori disposti Comunitari (Direttive Figlie), l'assunzione di:

- e) valori limite e delle soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;
- f) margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- g) termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- h) valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti, per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

- a) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- b) i criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;
- c) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico.

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Particolare riguardo è rivolto all'informazione al pubblico, che deve essere resa regolarmente, in modo chiaro, comprensibile ed accessibile.

In seguito, sotto l'impulso del Legislatore Comunitario, altri tre importanti provvedimenti sono intervenuti a disciplinare la materia, di per sé molto complessa:

- il D.P.C.M. 8 marzo 2002 recante "Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione";
- il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, recante "Recepimento della direttiva 1999/30/Ce del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/Ce relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";
- la Legge 1 giugno 2002 n. 120, recante "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11

dicembre 1997". Il protocollo mira in particolare alla riduzione entro il 2012 dell'8% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990.

In particolare il D.M. n. 60/02 ha stabilito per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio, ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo del 4 agosto 1999, n. 351:

- a) i valori limite e le soglie di allarme;
- b) il margine di tolleranza e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- c) il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- d) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente, i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione ed al numero minimo dei punti di campionamento, nonché alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- e) la soglia di valutazione superiore, la soglia di valutazione inferiore e i criteri di verifica della classificazione delle zone e degli agglomerati;
- f) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico sui livelli registrati di inquinamento atmosferico ed in caso di superamento delle soglie di allarme;
- g) il formato per la comunicazione dei dati.

Con la pubblicazione del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE "*Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*", la legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è definitivamente allineata alla legislazione europea.

Il nuovo atto normativo interiorizza le previsioni della Direttiva e, nell'abrogare tutti i precedenti testi normativi a partire dal D.P.C.M. 28 marzo 1983 fino al più recente D.Lgs. 152/2007, racchiude in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, nonché i Criteri di Qualità dei dati.

Gli aspetti innovativi del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010 possono essere così riassunti:

- indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari;
- indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri Biossido di Zolfo e Monossido di Carbonio e prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri Biossido di Azoto e Benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; è altresì prevista proroga per l'applicazione del limite del parametro PM10 al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data;

- introduce la determinazione del parametro PM_{2,5} con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020;
- prevede, inoltre, un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

La Tabella 1 riassume i principali valori soglia definiti dalla normativa in vigore dal 2010.

Inquinante	Valore	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Biossido di zolfo	limite media oraria	350
	≤ 24 volte/anno	
	soglia di allarme	500
	3 ore consecutive in tutto il territorio	
Biossido di azoto	limite media oraria	200
	≤ 18 volte/anno	
	soglia di allarme	400
	3 ore consecutive in tutto il territorio	
	limite media annuale	40
PM10	limite media giornaliera	50
	≤ 35 volte/anno	
	limite media annuale	40
PM2,5	limite media annuale	25
Ozono	soglia di informazione	180
	1 ora	
	soglia di allarme	240
	1 ora	
	valore obiettivo	120
	8 ore consecutive ≤ 25 volte/anno	
Ossido di carbonio	limite media	10.000
	8 ore consecutive	(= 10 mg/m ³)
Benzene	limite media annuale	5,0

Tabella 1: principali limiti di qualità dell'aria imposti dal D.Lgs. 155/2010

I valori tabellati devono essere interpretati con le avvertenze seguenti:

- il valore limite è un livello fissato al fine di prevenire effetti nocivi sulla salute;
- la soglia d'allarme è un livello oltre il quale, anche con esposizioni di breve durata, si hanno rischi per la salute per tutta la popolazione e, di conseguenza, il suo raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;
- la soglia d'informazione è un livello oltre il quale, anche con esposizioni di breve durata, si hanno rischi per la salute solo per alcuni gruppi sensibili di popolazione e, di conseguenza, il suo raggiungimento impone di assicurare informazioni tempestive;
- valore obiettivo è un livello di sicurezza da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;

- le medie giornaliere sono le medie delle concentrazioni orarie durante l'intera giornata;
- le medie annuali sono le medie delle concentrazioni giornaliere dal 1 gennaio al 31 dicembre;
- la media su 8 ore è una media mobile calcolata con slittamento su un intervallo di 8 ore consecutive appartenenti allo stesso giorno;
- la media su 3 ore è una media mobile calcolata con slittamento su un intervallo di 3 ore consecutive appartenenti allo stesso giorno.

4 DATI DI QUALITA' DELL'ARIA DISPONIBILI

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria in Sardegna è attualmente costituita da 39 stazioni automatiche che misurano la concentrazione degli inquinanti previsti dalla normativa vigente attraverso strumenti di analisi in grado di funzionare in modo continuo, sotto la supervisione di un computer dedicato che consente al centro operativo di verificare il funzionamento di ogni strumento e di acquisire i dati raccolti.

La misura automatica delle concentrazioni in aria ambiente è possibile per gli inquinanti:

- benzene, toluene, xileni (BTX)
- monossido di carbonio (CO)
- composti organici volatili distinti tra metano e non metanici (COV)
- idrogeno solforato (H₂S)
- ossidi di azoto (NO_x-NO-NO₂)
- ozono (O₃)
- particolato con diametri inferiore a 10 e a 2,5 µm (PM₁₀ e PM_{2,5})
- biossido di zolfo (SO₂).

Per altri inquinanti (quali Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Fluoro, IPA, diossine, ecc.), ancorché di interesse da un punto di vista igienico-sanitario e ambientale, la misura è eseguita in un laboratorio chimico appositamente attrezzato.

La rete regionale della qualità dell'aria è attualmente gestita dall'ARPAS cui compete istituzionalmente la gestione dei monitoraggi ambientali.

Annualmente i dati prodotti dal monitoraggio vengono analizzati, elaborati e sintetizzati in una relazione mirata a fornire alle amministrazioni pubbliche ed ai cittadini il quadro conoscitivo, utilizzato anche per pianificare le politiche di gestione dell'ambiente.

Non disponendo di dati di qualità dell'aria sito-specifici per l'area di progetto, ubicata al confine amministrativo dei comuni di Elmas e Assemini, le informazioni che seguono si riferiscono alle condizioni di qualità dell'aria riscontrabili nell'Agglomerato urbano di Cagliari, come illustrate nel più recente e disponibile Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria in Sardegna – Anno 2014, pubblicato dall'ARPAS.

L'agglomerato di Cagliari, individuato in base a quanto stabilito dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010, è costituito dai comuni di: Cagliari, Quartu S. E., Quartucciu, Selargius, Monserrato e Elmas, per un totale di 299.571 abitanti, e con una densità abitativa pari a 1.196 abitanti per km².

Relativamente alla maggior parte degli inquinanti, il carico emissivo dell'agglomerato è significativo e presenta le problematiche tipiche dei maggiori centri urbani relativamente al trasporto su strada e al riscaldamento domestico. L'agglomerato è caratterizzato da un tessuto urbano rilevante, densamente abitato, influenzato da attività portuali, aeroportuali, ferroviarie, e industriali in generale.

Nell'area di Cagliari, la rete regionale è costituita dalla stazione di traffico di Cagliari, Via Cadello (CENCA1), e dalle stazioni di fondo di Monserrato, Via Sant'Angelo (CENMO1), e Quartu S.E., Via Perdalunga (CENQU1). Tutte le stazioni sono rappresentative dell'area e appartengono alla Rete Principale di rilevamento (Figura 2).

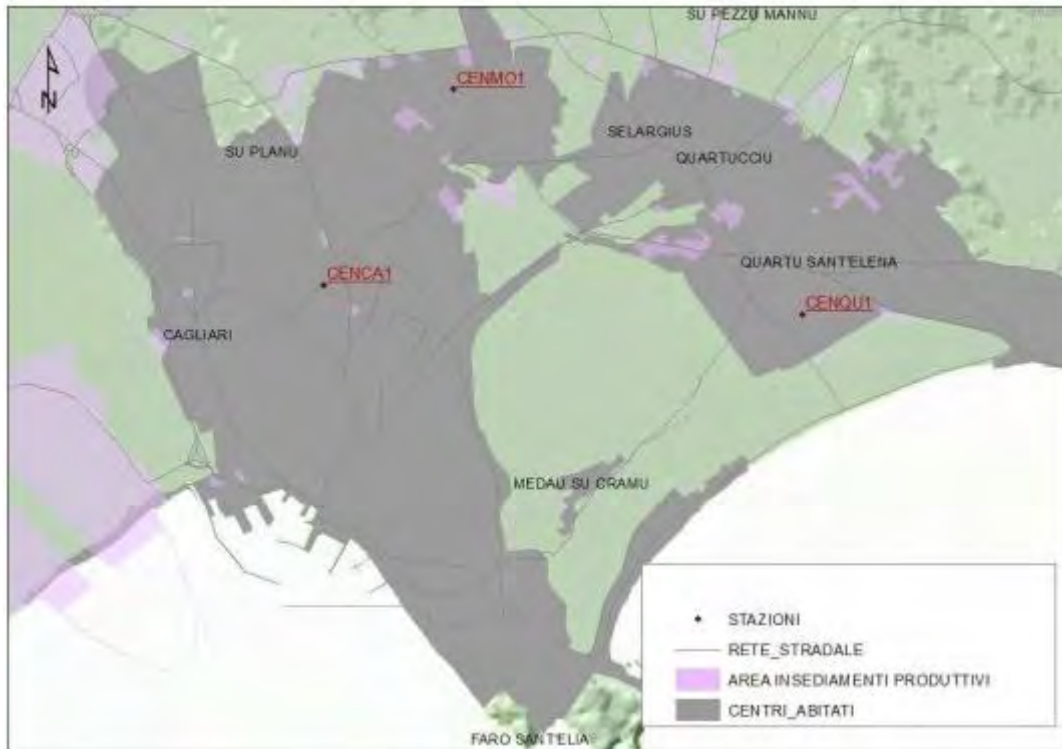


Figura 2 – Ubicazione delle stazioni di misura dell'Agglomerato di Cagliari

Nell'anno 2014 la strumentazione della rete dell'agglomerato di Cagliari ha avuto un'efficienza complessiva di dati validi pari al 94%.

Nel 2014 sono stati registrati i seguenti superamenti delle soglie di legge:

- per il valore obiettivo per l'ozono ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): nessun superamento della media triennale nella CENCA1 (1 superamento annuale) e 9 nella CENQU1 (19 superamenti annuali);
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM_{10} ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 40 superamenti nella stazione CENCA1, 40 nella CENMO1 e 33 nella CENQU1.

Il benzene (C_6H_6) presenta una media annua che varia tra $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENQU1) e $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCA1), valori che rispettano il limite di legge ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annua).

Il monossido di carbonio (CO) ha massime medie mobili di otto ore che variano da 2,3 mg/m³ (CENMO1) a 2,6 mg/m³ (CENCA1). Le concentrazioni rilevate si mantengono quindi ampiamente entro il limite di legge (10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore).

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO₂), le medie annue sono comprese tra 16 µg/m³ (CENQU1) e 32 µg/m³ (CENCA1), mentre i massimi valori orari tra 106 µg/m³ (CENMO1) e 138 µg/m³ (CENCA1). Rispetto ai dati del 2013, si evidenzia una stabilità dei valori, senza superamenti della media annua di 40 µg/m³ e della soglia oraria dei 200 µg/m³.

L'ozono (O₃) mostra una media mobile di otto ore che varia tra 114 µg/m³ (CENMO1) e 141 µg/m³ (CENQU1). In tutte le stazioni la media oraria non supera i 163 µg/m³ (CENQU1), rimanendo così al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione.

La situazione di inquinamento più critica tra quelle monitorate è relativa al PM₁₀: le medie annuali oscillano tra 29 µg/m³ (CENQU1) e 34 µg/m³ (CENCA1), mentre le medie giornaliere massime tra 213 µg/m³ (CENMO1) e 274 µg/m³ (CENQU1).

Si evidenzia che la massima media giornaliera, come confermato dalle misurazioni di tutte le stazioni della rete regionale, è stata riscontrata in corrispondenza di un fenomeno eccezionale di trasporto di polveri sahariane, verificatosi nel periodo 28/11 – 01/12/2014, la cui rilevanza su tutta l'area del mediterraneo è evidenziata in Figura 4 (Fonte web: *University of Athens*).

In generale nelle stazioni dell'agglomerato si assiste a una tendenza delle stazioni ad avere valori elevati di PM₁₀ nel periodo invernale, a causa delle concomitanti emissioni dagli impianti di riscaldamento domestici associate a fenomeni meteo climatici caratteristici del periodo che ne aggravano l'effetto.

E' necessario evidenziare che le fonti di emissione per le polveri sottili (PM₁₀ e PM_{2,5}), nel periodo invernale, hanno un elevato contributo derivante dalla combustione degli impianti di riscaldamento, oltre che dalle emissioni industriali e da traffico stradale. Inoltre, soprattutto in ambito locale, gli impianti di riscaldamento sono in larga parte a legna, come caminetti o stufe, i quali non garantiscono un'efficace combustione con elevati rendimenti. Questi impianti termici non industriali mostrano elevate emissioni di PM₁₀, tali da compromettere la qualità dell'aria anche quando il consumo di legna sia assolutamente minoritario rispetto al consumo di altri combustibili.

Per quanto riguarda l'anidride solforosa (SO₂), le massime medie giornaliere si attestano tra 2 µg/m³ (CENMO1) e 4 µg/m³ (CENCA1); le massime medie orarie tra 6 µg/m³ (CENQU1) e 12 µg/m³ (CENCA1).

In definitiva, si può concludere che la qualità dell'aria nell'agglomerato di Cagliari presenti locali criticità per il PM₁₀, sebbene non ecceda nel numero di superamenti certificati del valore limite sulla media giornaliera.

5 LE SORGENTI DI EMISSIONE

Nell'areale di più diretto interesse per le finalità del presente studio, come più oltre individuato (cfr. par. 8.2), significative sorgenti di emissione di inquinanti atmosferici sono associabili alla limitrofa presenza della S.S. 130, percorsa quotidianamente da oltre 80.000 veicoli, nonché ad ulteriori arterie viarie secondarie di ingresso al centro urbano di Elmas e collegamento con la S.S. 131 e la zona industriale di Sestu.

Ulteriori sorgenti di carattere diffuso, aventi notoriamente un contributo rilevante sulla qualità dell'aria ambiente delle aree urbane, in particolare durante la stagione fredda, sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento domestico. Nel caso specifico, peraltro, non disponendosi di dati sito-specifici sulla qualità dell'aria ambiente, l'attenzione sarà esclusivamente rivolta alle emissioni da traffico veicolare.

Tale approccio semplificato è stato ritenuto, in ogni caso, coerente con le finalità del presente Studio, valutato che la realizzazione del nuovo punto vendita Bricoman non presuppone l'installazione di significative sorgenti puntuali di emissione ed i potenziali effetti sulla qualità dell'aria dell'iniziativa rispetto allo stato attuale appaiono, di fatto, principalmente correlabili al differente scenario trasportistico che potrà scaturire dall'operatività della nuova struttura di vendita.

6 GLI INQUINANTI DI RIFERIMENTO

Al fine di stimare i possibili effetti associati alla dispersione di inquinanti atmosferici conseguenti allo scenario di traffico veicolare delineato dalla proposta progettuale, si sono presi in considerazione i principali inquinanti caratteristici del settore dei trasporti su strada, inclusi tra quelli oggetto di misurazione dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Con tali presupposti si è fatto riferimento ai seguenti parametri:

- PM_{10}
- biossido di azoto (NO_2)
- monossido di carbonio (CO)
- benzene (C_6H_6).

7 SCENARI DI CALCOLO

Ai fini dei calcoli si farà riferimento a due Scenari, distinti con riferimento agli specifici dati emissivi in ingresso per le valutazioni modellistiche.

Il primo scenario (*Stato di fatto*) ricostruisce i fenomeni di dispersione associati agli attuali regimi di traffico veicolare che interessano la viabilità di riferimento del sito prescelto per la localizzazione della nuova struttura commerciale.

Il secondo Scenario (*Sato di progetto*) riproduce i risultati previsionali assumendo in ingresso i dati emissivi associati alle attuali sorgenti di emissione, rappresentate dalla viabilità esistente nonché quelli relativi alla nuova viabilità locale di servizio alla nuova struttura commerciale, in rapporto ai volumi di traffico generati ed attratti dalla futura struttura di vendita.

Come accennato al capitolo 5, nell'analisi dei due scenari non è stato considerato, in via semplificata, il contributo di ulteriori sorgenti antropiche di emissione individuabili nel territorio in cui ricade il nuovo centro commerciale. Valutato, infatti, che il sito prescelto per l'intervento è adiacente a quello in cui è insediata l'attuale struttura di vendita Bricoman, considerato altresì che il punto vendita non presuppone l'installazione di significative sorgenti puntuali di emissione, ogni effetto di eventuale modifica sulle attuali caratteristiche della qualità dell'aria ambiente può essere ascritto alle variazioni dei flussi di traffico da e verso il nuovo centro commerciale. Tale impostazione dello studio si ritiene coerente, in particolare, con l'obiettivo principale della fase di Verifica di assoggettabilità a VIA, orientata all'individuazione di eventuali impatti negativi significativi indotti dal progetto ai fini di un pronunciamento dell'Autorità competente sull'esclusione o assoggettamento dello stesso alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Come più oltre precisato, i dati di riferimento per l'impostazione delle simulazioni modellistiche sono stati ricavati dallo studio di impatto trasportistico facente parte integrante della documentazione progettuale.

8 DATI DI INPUT PER LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Nel presente capitolo saranno descritti in dettaglio i seguenti dati in ingresso al modello di calcolo: intervallo temporale di simulazione, assunzioni di calcolo, dominio computazionale e relativo passo di griglia, descrizione orografica dell'area e selezione dei parametri meteorologici.

La Tabella 2 illustra un quadro sintetico della configurazione modellistica utilizzata nelle simulazioni eseguite con il software Breeze AERMOD V7.6.0.30 – Pro Plus Version.

Tabella 2 - Elenco sintetico dei principali parametri utilizzati nella simulazione modellistica

<i>Effetto di building downwash</i>	Non considerato in quanto non pertinente nel caso specifico
<i>Reazioni chimiche e deposizioni al suolo</i>	moduli non attivati: nessun "impoverimento" del <i>plume</i> per reazioni chimiche e deposizioni al suolo (<u>ipotesi conservativa</u>)
<i>Meteorologia</i>	<u>Anno di riferimento 2015</u> — dati orari con risoluzione spaziale di 4 km per il sito richiesto utilizzando la vicina stazione ICAO (<i>International Civil Aviation Organization</i>) di Cagliari-Elmas L'anno di riferimento è coincidente con l'annualità più recente per la quale risultassero disponibili dati sito-specifici per tutti i parametri di interesse.
<i>Orografia</i>	Campionamento DEM 10m con interdistanza orizzontale e verticale 100 m
<i>Emissioni</i>	Come sorgenti di emissione sono stati considerati i principali tratti stradali, esistenti o in progetto, direttamente afferenti all'intervento, in accordo con le stime e valutazioni condotte nello Studio di impatto trasportistico allegato al progetto. Per le finalità di analisi, le sorgenti considerate (n. 12 nella configurazione di progetto e n. 9 nello stato di fatto) coincidono con tratti stradali omogenei in base ai dati di traffico ad essi associati, come descritto in dettaglio al paragrafo 8.5.
<i>Dominio di calcolo</i>	griglia 11 x 11 punti (121 ricettori), interdistanza 100 m, contenente il sistema di sorgenti stradali di interesse
<i>Output</i>	<i>long term</i> e <i>short term</i> ; concentrazioni stimate a $z = 2$ m (<i>flagpole height</i>)

8.1 Intervallo temporale ed assunzioni di calcolo

L'arco temporale delle simulazioni ha riguardato l'annualità disponibile più recente (anno 2015).

Per quanto riguarda le assunzioni di calcolo della presente valutazione è utile precisare che:

- la stima delle concentrazioni al suolo ($z = 2$ m) è stata effettuata sia secondo il metodo "*long term*" che prevede la mediazione dei valori sull'intero arco temporale (anno 2015), sia sul breve periodo ("*short term*") (concentrazioni massime con tempo di mediazione 1h e 24h);

- il trattamento del vento prevede, secondo impostazione predefinita dalla catena AERMET/AERMOD, l'attribuzione della direzione di provenienza su archi di ampiezza pari a 10° e una soglia minima di velocità del vento uguale a 0.5 m/s (i dati con velocità del vento inferiore a 0.5 m/s sono stati trattati alla stregua di quelli “non disponibili” ed il modello non calcola alcuna concentrazione);
- le concentrazioni al suolo di NO₂ sono stimate a partire dal dato di emissione riferito agli NO₂³.

8.2 Dominio di calcolo e ricettori

Il dominio di calcolo e la relativa griglia dei punti “ricettori” è stata impostata attraverso la definizione di un quadrato contenente le sorgenti stradali di interesse, avente estensione 1 km × 1 km con una risoluzione spaziale 100 m × 100 m per un totale di 121 punti “ricettore”. In tal senso, l'estensione del dominio di calcolo è stata necessariamente condizionata dalla disponibilità di dati di traffico attendibili relativamente ai tratti stradali di interesse e, conseguentemente, ha coinciso con la porzione di territorio entro cui è stato possibile pervenire ad una appropriata caratterizzazione delle sorgenti emmissive.

In Tabella 3 sono riportate le coordinate piane (in UTM WGS84) dei vertici caratteristici del quadrato che definisce il dominio di calcolo.

	Coord. est UTM WGS84 [m]	Coord. nord UTM WGS84 [m]
Vertice SW	504313.65	4346637.25
Vertice NE	505313.65	4347637.25

Tabella 3: Parametri geografici caratteristici del dominio di calcolo

Il nucleo abitato più prossimo alle nuove strutture di vendita si riferisce alla borgata di Assemini di *Truncu Is Follas* (Figura 3), estremamente prossima all'attuale punto vendita Bricoman ed in sostanziale aderenza con la nuova ubicazione prescelta per la struttura di vendita. Le coordinate UTM WGS84 del ricettore discreto individuato come punto di controllo ai fini delle valutazioni modellistiche sono le seguenti: E 504636.6 N 4347492.

³ Tale approssimazione è stata ritenuta accettabile per le finalità del presente studio, valutato che il rapporto tra i fattori di emissione da traffico (cfr. par. 8.5) EF (NO₂)/ EF (NO_x) è pari a circa 0.3, ossia non distante dal rapporto che si registra mediamente in atmosfera tra i due composti in prossimità del bordo stradale, ambito di precipuo interesse nel caso specifico ed a cui può sostanzialmente ricondursi l'estensione del dominio di calcolo. Complessivamente il rapporto NO₂:NO_x varia infatti tra 0.17 e 0.5 nel bordo stradale per passare a 0.5-0.6 nelle zone urbane restrostanti ed arrivare a 0.8 nelle zone rurali (Fonte UK Env. Agency - *Review of methods for NO to NO₂ conversion in plumes at short ranges*)



Figura 3: Dominio di calcolo di riferimento per le simulazioni modellistiche (in rosso gli assi viari principali dello scenario relativo allo stato di fatto)

8.3 Orografia dell'area

Al fine di pervenire ad una più accurata ricostruzione dei fenomeni di diffusione degli inquinanti aerodispersi si è proceduto ad introdurre nei calcoli il profilo dell'orografia che caratterizza l'area in esame all'interno dei territori dei Comuni di Elmas ed Assemini. A tal fine è stata utilizzato un modello del profilo altimetrico (DTM, *Digital Terrain Model*) elaborato a partire dalla Carta Tecnica Regionale Numerica (C.T.R.N.) della Regione Sardegna in formato DEM (*Digital Elevation Model*).

Il DTM, avente una risoluzione originale estremamente "fine" con passo di griglia a 10 metri, è stato successivamente ricampionato con un risoluzione meno accurata (passo 100 x 100 m) al fine di ottimizzare i tempi di calcolo, conservando un accettabile dettaglio per le finalità del presente studio. I limiti del DEM sono stati opportunamente definiti all'esterno del dominio di calcolo per prevenire effetti di distorsione ai bordi.

In Tabella 4 sono riportate le coordinate piane (in UTM WGS84) dei vertici caratteristici del quadrato che definisce il dominio orografico.

	Coord. est UTM WGS84 [m]	Coord. nord UTM WGS84 [m]
Vertice SW	502801	4346214
Vertice NE	506431	4349044

Tabella 4: Parametri caratteristici del dominio orografico dell'area in esame

8.4 Parametri meteoclimatici

Il modello gaussiano modificato AERMOD richiede serie orarie sia di dati di superficie che profilometrici. Oltre ai dati standard il modello richiede l'inserimento delle variabili micrometeorologiche di superficie per la definizione dell'evoluzione temporale del PBL (*Planetary Boundary Layer*).

I dati meteorologici, resi disponibili nel formato richiesto direttamente dall'azienda italiana distributrice del software Breeze-AERMOD⁴, sono stati prodotti per il sito in esame attraverso la ricostruzione meteoclimatica con risoluzione spaziale di 4 km effettuata attraverso l'applicazione del modello CALMET e utilizzando i dati meteorologici misurati nelle stazioni SYNOP-ICAO (*International Civil Aviation Organization*) presenti nell'area. In Figura 4 è riportata la posizione della stazione SYNOP-ICAO più significativa per il sito richiesto, ossia quella di Cagliari Elmas (39°14'60.00"N - 9° 4'1.19"E), distante circa 2,9 km dal sito di progetto.

⁴ MAIND S.r.l. - Milano



Figura 4 – Ubicazione delle stazioni di misura dei parametri meteoclimatici di riferimento per la ricostruzione sinottica del campo di vento

La simulazione modellistica ha utilizzato le medie orarie calcolate sui dati del 2015 dei seguenti parametri meteorologici: intensità (m/s) e direzione della media vettoriale su 10min del vento (m/s), precipitazione cumulata (mm) su 10min, medie orarie di temperatura (°C), radiazione solare incidente (W/m²) e umidità relativa (%).

Le registrazioni di copertura nuvolosa (ottavi) relative all'anno 2015 si riferiscono alle stazioni meteo sinottiche di riferimento che sono state successivamente interpolate nel tempo (media oraria) e nello spazio (inverso quadrato distanza).

Nella Figura 5 si illustrano, per il sito di misura di Cagliari-Elmas, la rosa dei venti relativa all'anno 2015 (V a 10 m dal suolo) e la corrispondente distribuzione classi di frequenza delle velocità del vento.

La Tabella 5 mostra le frequenze delle classi di velocità del vento raggruppate per direzione di provenienza.

La rosa dei venti (Figura 5) mostra nel 2015 una netta prevalenza (~60%) dei venti provenienti dal IV quadrante (NW) rispetto a quelli provenienti dal II quadrante (SE, 27%).

Tabella 5 - Stazione ICAO di Cagliari - Elmas, anno 2015: distribuzione delle classi di frequenza di velocità del vento elaborate dal preprocessore AERMOD/AERMET. Velocità media 3.74 m/s, frequenza calme (<0.5 m/s) circa 0.8%

Dir \ Spd	<= 1.54	<= 3.09	<= 5.14	<= 8.23	<= 10.80	> 10.80	Total
0.0	1.10	1.76	1.22	0.29	0.03	0.00	4.39
22.5	0.88	0.49	0.24	0.07	0.02	0.00	1.70
45.0	0.89	0.51	0.16	0.16	0.01	0.00	1.74
67.5	0.81	0.34	0.27	0.06	0.00	0.00	1.48
90.0	0.49	0.71	0.54	0.11	0.03	0.00	1.88
112.5	0.65	0.80	0.94	0.61	0.23	0.00	3.22
135.0	0.84	2.35	3.22	2.43	0.43	0.02	9.30
157.5	0.74	2.20	3.16	3.14	0.06	0.00	9.30
180.0	0.42	0.83	1.30	0.61	0.00	0.00	3.16
202.5	0.25	0.55	0.24	0.08	0.01	0.00	1.13
225.0	0.32	0.35	0.22	0.10	0.01	0.00	1.00
247.5	0.19	0.49	0.25	0.16	0.00	0.00	1.10
270.0	0.58	0.63	0.65	0.76	0.25	0.03	2.91
292.5	0.82	2.85	2.34	1.16	0.18	0.02	7.39
315.0	1.95	11.31	7.91	4.55	1.62	0.70	28.05
337.5	1.82	7.81	6.54	4.05	1.07	0.14	21.43
Total	12.76	34.00	29.20	18.34	3.97	0.91	99.19
Calms							0.81
Missing							0.00
Total							100.00

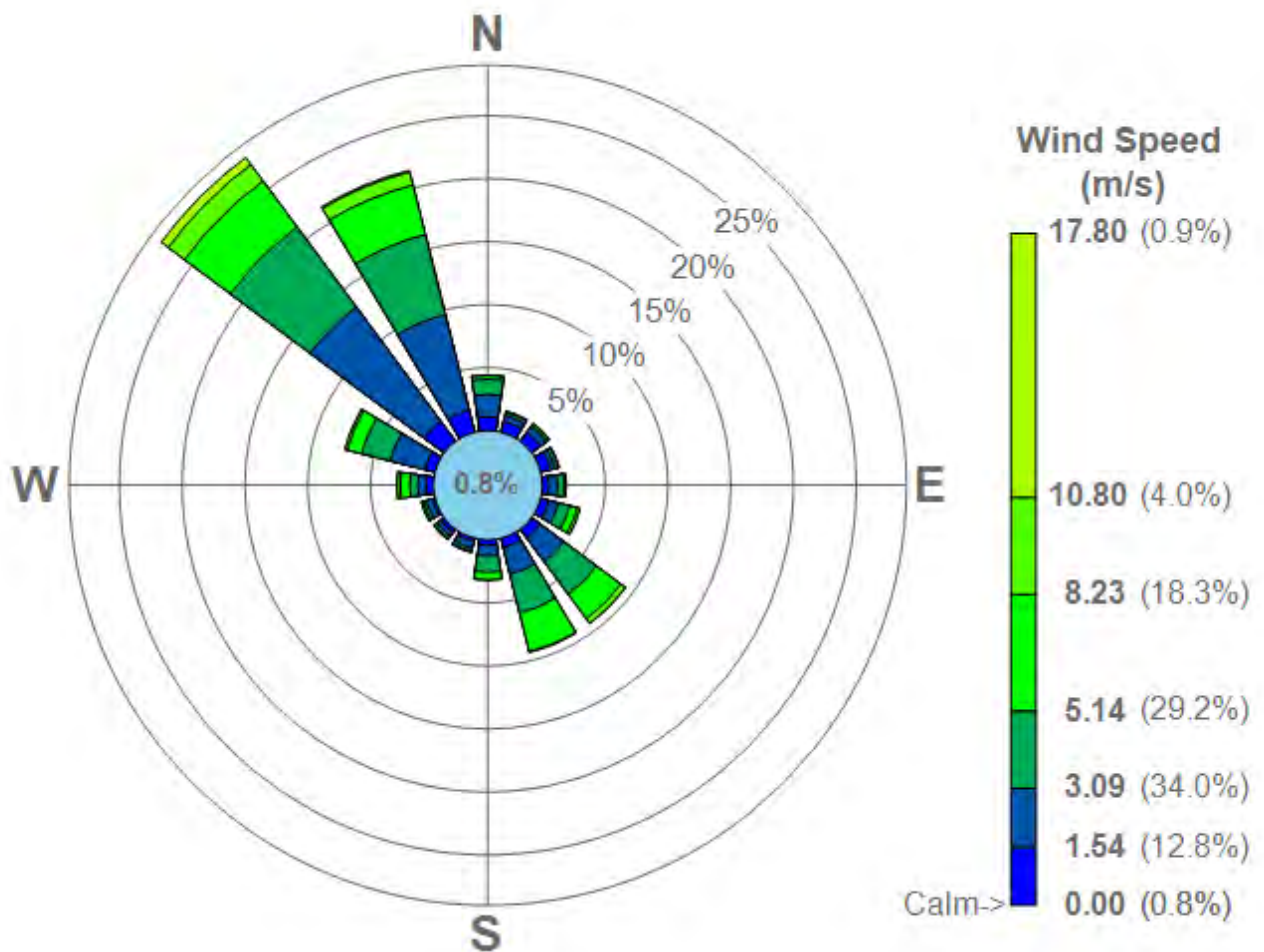


Figura 5: Stazione ICAO di Cagliari - Elmas, anno 2015: rosa dei venti prevalenti, come elaborata dal preprocessore AERMOD/AERMET [V₁₀]

8.5 Dati di emissione

8.5.1 Premessa

Al fine di procedere ad una valutazione degli effetti del progetto sulla qualità dell'aria è risultato indispensabile pervenire ad una appropriata individuazione e caratterizzazione delle sorgenti di emissione atmosferiche dovute al traffico stradale. Per tali finalità è di fondamentale importanza conoscere i volumi di traffico che caratterizzano i tratti stradali di interesse nonché la composizione dei relativi flussi veicolari.

Nello specifico, le fasi del processo di caratterizzazione delle sorgenti emissive sono di seguito schematicamente individuate:

- 1) riconoscimento dei tratti viari, esistenti e/o in progetto, contraddistinti da volumi di traffico significativo per le finalità dello studio;

- 2) stima dei volumi di traffico veicolare riferiti all'ora di punta (indicativamente compresa tra le 17.30 e le 18.30 nel caso specifico) e ricostruzione dei dati di traffico medi nelle ore del giorno sulla base dei dati trasportistici disponibili;
- 3) suddivisione dei veicoli in categorie omogenee (leggeri, commerciali e pesanti);
- 4) individuazione ed attribuzione dei fattori di emissione (*Emission Factor – EF*) di riferimento a ciascuna categoria di veicoli omogenei ($EF \text{ in } g / km \times \text{veicolo}$);
- 5) calcolo dei flussi di massa degli specifici inquinanti che caratterizzano ciascuna sorgente stradale in relazione ai relativi flussi di traffico ed alla composizione del flusso veicolare rilevati e/o stimati.

Per le finalità del presente Studio, al fine di procedere alla caratterizzazione delle sorgenti di emissione da traffico, si è fatto riferimento alla banca dati ISPRA dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale⁵. La banca dati 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. La metodologia elaborata da ISPRA ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull'EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook* 2013 ed è coerente con le *Guidelines IPCC 2006* relativamente ai gas serra. Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali).

Le tecniche normalmente impiegate per valutare l'impatto da sorgenti di inquinamento atmosferico si basano fondamentalmente su inventari di emissione ed elaborazioni con modelli matematici previsionali.

Nel caso specifico si è fatto riferimento, in via conservativa, ai più gravosi fattori di emissione degli inquinanti atmosferici riferiti al ciclo di percorrenza urbano (espressi in grammi / km x veicolo)⁶, trattandosi comunque di una zona contraddistinta dalla presenza di un'arteria viaria di importanza regionale (S.S. 130) regolata da rotatorie ed impianti semaforici.

Nella Tabella 6 si riportano i fattori di emissione considerati relativamente agli inquinanti di interesse principale per le finalità del presente studio: PM_{10} , biossido di azoto (NO_2), monossido di carbonio (CO) e benzene (C_6H_6).

⁵ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

⁶ Per il solo parametro Benzene si è fatto riferimento ad un Fattore di emissione medio non essendo disponibile il dato per il regime urbano (U).

Tabella 6 – Fattori di emissione medi del parco circolante in Italia nel ciclo urbano relativamente ai parametri PM10, NOx e Benzene (Fonte ISPRA – SINAnet))

Sector	PM₁₀ 2014 g/km U	NO₂ 2014 g/km U	CO 2014 g/km U	Benzene 2014 g/km TOTALE
Passenger Cars	0.03739386	0.136137756	2.452797736	0.00301269
Light Duty Vehicles	0.110816037	0.355718547	1.0696809	0.001747597
Heavy Duty Trucks	0.282822558	0.961542026	2.286112555	0.000168209

Con riferimento al caso specifico, la composizione del flusso veicolare scaturita dai rilievi di traffico è la seguente:

- 93,4% di veicoli leggeri (automobili);
- 4,7% di veicoli commerciali;
- 1,9% di mezzi pesanti.

8.5.2 Stato di fatto

Con riferimento allo schema viario dell'area di interesse, riportato in Figura 6, la Tabella 7 riporta i flussi di massa degli inquinanti considerati (espressi in grammi al secondo) associati ai principali tratti stradali omogenei per condizioni di traffico, individuati in base alle caratteristiche dei flussi veicolari rilevati nella situazione *ex ante* in corrispondenza dell'ora di punta.



Figura 6 – Schema dei tratti stradali omogenei individuati come sorgenti di emissione da traffico veicolare nel settore di interesse

Tabella 7 – Caratteristiche emissive delle sorgenti stradali considerate ai fini delle simulazioni modellistiche in corrispondenza dell'ora di punta (h 17.30 – h 18.30) – Situazione ex ante

Tratto	Descrizione	PM₁₀ (g/s)	NO₂ (g/s)	CO (g/s)	C₆H₆ (g/s)
1-2	Elmas - Via del Pino Solitario	0.002598	0.0093	0.1361	0.0001655
13-18	SS130 dir CA	0.016341	0.0582	0.8563	0.0010411
14-15	Elmas - Via Sestu	0.000981	0.0035	0.0514	0.0000625
12-2	SS130 dir IG	0.006286	0.0224	0.3294	0.0004004
2-3	Assemini - Via S. Giorgio 1	0.003102	0.0111	0.1625	0.0001976
3-4	Assemini - Via S. Giorgio 2	0.003172	0.0113	0.1662	0.0002021
3-5-10-11-8	Strada di progetto 1	-	-	-	-
5-6	Strada di progetto 3	-	-	-	-
6-8-9-7	Strada di progetto 2	-	-	-	-
2-16	SS130 dir IG	0.009606	0.0342	0.5033	0.0006120
16-19	SS130 dir IG	0.004850	0.0173	0.2541	0.0003090
16-17	SP 8	0.003804	0.0136	0.1993	0.0002423

Ai fini delle stime modellistiche, la determinazione dei flussi di massa degli inquinanti di interesse attesi nelle diverse ore della “giornata tipo” è stata stimata applicando, ai dati di traffico rilevati nell’ora di punta, un appropriato coefficiente moltiplicativo scaturito dalle analisi delle caratteristiche di andamento del grafico giornaliero riportato in Figura 7 relativo all’arteria viaria principale (Viale Elmas CA - SS130 ⁷).

⁷ Fonte Mlab su base dati CTM Cagliari.

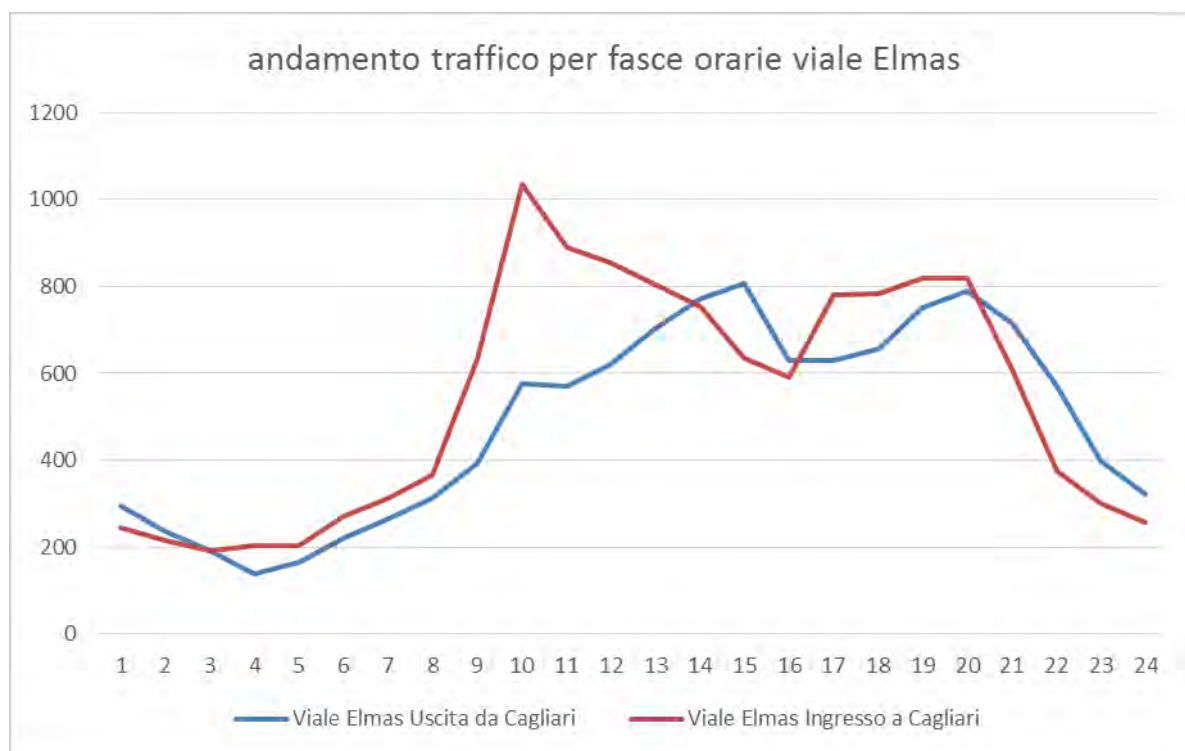


Figura 7 – Andamento del traffico per fasce orarie in Viale Elmas – Cagliari (Fonte Mlab S.r.l. su base dati CTM)

8.5.3 Stato di progetto

Con riferimento ai dati risultanti dallo studio dell'impatto trasportistico allegato al progetto ed allo schema della viabilità riportato in Figura 6, la Tabella 8 riporta i flussi di massa attesi nell'ora di punta per i tratti stradali omogenei di interesse.

Anche in questo caso, ai fini delle simulazioni modellistiche sulla dispersione degli inquinanti, i flussi di massa relativi all'ora di punta sono stati trasposti alle varie ore del giorno medio attraverso un opportuno coefficiente moltiplicativo, per tener conto della variabilità delle condizioni emissive nell'arco giornaliero in rapporto all'andamento del traffico (Figura 7).

Tabella 8 - Caratteristiche emissive delle sorgenti stradali considerate ai fini delle simulazioni modellistiche in corrispondenza dell'ora di punta (h 17.30 – h 18.30) – Situazione di progetto

Tratto	Descrizione	PM₁₀ (g/s)	NO₂ (g/s)	CO (g/s)	C₆H₆ (g/s)
1-2	Elmas - Via del Pino Solitario	0.002577	0.0092	0.1350	0.0001641
13-18	SS130 dir CA	0.016687	0.0595	0.8744	0.0010631
14-15	Elmas - Via Sestu	0.000981	0.0035	0.0514	0.0000625
12-2	SS130 dir IG	0.006377	0.0227	0.3342	0.0004063
2-3	Assemini - Via S. Giorgio 1	0.003620	0.0129	0.1897	0.0002306
3-4	Assemini - Via S. Giorgio 2	0.003614	0.0129	0.1894	0.0002303
3-5-10-11-8	Strada di progetto 1	0.003232	0.0115	0.1694	0.0002059
5-6	Strada di progetto 3	0.000395	0.0014	0.0207	0.0000251
6-8-9-7	Strada di progetto 2	0.000857	0.0031	0.0449	0.0000546
2-16	SS130 dir IG	0.009777	0.0348	0.5123	0.0006229
16-19	SS130 dir IG	0.004894	0.0174	0.2564	0.0003118
16-17	SP 8	0.003813	0.0136	0.1998	0.0002429

9 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

9.1 *Presentazione dei dati di output del modello di calcolo*

Le simulazioni finalizzate alla stima delle concentrazioni al suolo degli inquinanti considerati (PM_{10} , NO_2 , CO e C_6H_6), riferite al contributo delle sole sorgenti da traffico veicolare, sono state condotte sulla base del volume e composizione del traffico dell'area di interesse, nello scenario attuale ed in quello futuro, in accordo con quanto riportato nello specifico studio trasportistico allegato al progetto.

Relativamente ai due scenari di calcolo considerati ("Stato di fatto" e "Stato di progetto"), le analisi modellistiche hanno consentito di stimare la concentrazione degli inquinanti alla quota di 2 m dal suolo sia nel lungo periodo (media annuale) sia sul breve periodo (valori massimi delle medie di 1h e 24h). Le simulazioni hanno assunto come riferimento i dati di traffico disponibili e stimati per l'ora di punta (indicativamente dalle h 17.30 alle h 18.30) e quelli riferiti all'intero arco giornaliero, desunti sulla base di rilevazioni di traffico effettuate in corrispondenza di sezioni stradali dell'area di Cagliari (Viale Elmas) correlabili con le condizioni di traffico del tratto di S.S. 130 di pertinenza dell'area di progetto.

Ai fini di una più agevole comprensione ed analisi dei dati si riportano in allegato le seguenti mappe di distribuzione delle concentrazioni al suolo:

Tavola 1	Stato di fatto – Biossido di azoto (NO_2): distribuzione delle concentrazioni medie annue riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 2	Stato di progetto – Biossido di azoto (NO_2): distribuzione delle concentrazioni medie annue. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 3	Biossido di azoto (NO_2): variazioni delle concentrazioni medie annue tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 4	Stato di fatto – Biossido di azoto (NO_2): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 5	Stato di progetto – Biossido di azoto (NO_2): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 6	Biossido di azoto (NO_2): variazioni delle concentrazioni massime delle medie delle 24 ore tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 7	Biossido di azoto (NO_2): variazioni delle concentrazioni massime delle medie orarie tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015

Tavola 8	Stato di progetto – PM10: distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 9	Stato di progetto – Monossido di carbonio (CO): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015
Tavola 10	Stato di progetto – Benzene (C ₆ H ₆): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015

9.2 Risultati delle simulazioni sul lungo periodo

A seguito della simulazione modellistica, relativamente agli inquinanti considerati e con riferimento allo “Stato attuale” e allo “Stato di progetto”, si riportano nella Tabella 9 i valori massimi delle medie annuali di concentrazione su valori medi di 1h e le coordinate UTM WGS84 del punto di massimo.

Con riferimento al ricettore discreto di riferimento, individuato in corrispondenza della borgata di *Truncu Is Follas* (Comune di Assemini), limitrofa al sito di progetto del nuovo punto vendita Bricoman, la Tabella 10 riporta i valori medi annui di concentrazione al suolo degli inquinanti calcolati sui valori medi orari per ciascuno degli scenari di calcolo.

Tabella 9 – Stato attuale e di progetto – Valori massimi delle concentrazioni al suolo previsti nel dominio di calcolo: medie annuali su medie di 1h (Contributo del solo traffico stradale)

UTM WGS 84 E 505114 N 4346738				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	3.32364	3.42870	0.10506	40*
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	0.93250	0.96267	0.03017	40*
CO [mg/Nm ³]	0.04886	0.05044	0.00158	10**
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	0.05941	0.06133	0.00192	5*

* Media annua

** Massima media mobile giornaliera di 8 ore

Tabella 10 – Borgata “Truncu Is Follas” - Stato attuale e di progetto – Valori delle concentrazioni al suolo previsti nel dominio di calcolo: medie annuali su medie di 1h (Contributo del solo traffico stradale)

Truncu Is Follas (UTM WGS 84 E 504637 N 4347492)				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	0.24766	0.56767	0.32001	40*
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	0.06946	0.15936	0.08990	40*
CO [mg/Nm ³]	0.00364	0.00835	0.00471	10**
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	0.00442	0.01015	0.00573	5*

* Media annua

** Massima media mobile giornaliera di 8 ore

Con riferimento ai dati sopra riportati, si evidenzia come i massimi valori delle concentrazioni medie annuali delle medie di 1h registrati nel dominio di calcolo per i due scenari considerati siano decisamente modesti ed inferiori di più ordini di grandezza rispetto ai valori limite di lungo periodo maggiormente cautelativi reperibili nella vigente normativa sulla qualità dell'aria (cfr. cap. 10). Nell'anno di riferimento (2015), sia nello stato di fatto che in quello di progetto, la massima concentrazione al suolo degli inquinanti si registra in sostanziale aderenza con il tracciato stradale della S.S. 130, in corrispondenza dell'intersezione con la Via Sestu e la S.P. 8.

Le allegate Tavole da 1 a 6 riportano, per ciascuno degli scenari di calcolo considerati, le curve ad ugual valore di concentrazione media annuale delle medie di 1h e della differenza tra lo scenario attuale e di progetto per il biossido di azoto, parametro rispetto a cui sono attesi i valori di concentrazione al suolo di breve periodo più significativi in rapporto ai limiti di legge.

Poiché le concentrazioni al suolo degli altri inquinanti presentano distribuzioni del tutto analoghe per quanto riguarda la forma delle curve ed il posizionamento dei massimi di concentrazione, relativamente a questi sono state prodotte unicamente le mappe di isoconcentrazione riferite ai valori massimi nelle 24 ore relativi al solo scenario di progetto, di maggiore interesse ai fini del presente studio (Tavole 7÷10).

9.3 Risultati delle simulazioni nel breve periodo

Per ciascuno degli scenari di calcolo precedentemente individuati, nella Tabella 11 e nella Tabella 12 sono riportati i valori massimi delle concentrazioni al suolo di breve periodo

restituiti dal modello per gli inquinanti di riferimento, espressi come valori massimi orari e massimi sulle 24 ore.

Le simulazioni riproducono, pertanto, le massime concentrazioni (orarie e giornaliere) attese nel dominio di calcolo, in concomitanza con le condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione atmosferica registratesi nell'anno di riferimento.

Valutato che l'andamento delle condizioni di ventosità nell'anno 2015 ha evidenziato una dominanza delle correnti con provenienza da NW, circostanza frequente nel territorio del Cagliaritano come in quello regionale, l'anno di riferimento è certamente rappresentativo di uno scenario caratteristico per i fenomeni di dispersione atmosferica in Sardegna.

Con specifico riferimento al ricettore sensibile individuato nel dominio di calcolo, riferibile alla borgata di *Truncu Is Follas*, per ciascuno dei due scenari modellistici la Tabella 13 e la Tabella 14 riportano i valori massimi di concentrazione media oraria e giornaliera restituiti da AERMOD.

Tabella 11 - Stato attuale e di progetto – Valori massimi delle concentrazioni al suolo previsti nel dominio di calcolo: massimi delle medie di 1h (Contributo del solo traffico stradale)

UTM WGS 84 E 504314 N 4347138				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	101.49	103.89	2.40	200 ¹
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	28.48	29.16	0.68	50 ²
CO [mg/Nm ³]	1.49	1.53	0.04	10 ^{3*}
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	1.81	1.86	0.04	5 ⁴

¹ Media oraria

² Media giornaliera

³ Massima media mobile giornaliera di 8 ore

⁴ Media annuale

Tabella 12 - Stato attuale e di progetto – Valori massimi delle concentrazioni al suolo previsti nel dominio di calcolo: massimi nelle 24h (Contributo del solo traffico stradale)

UTM WGS 84 E 505014 N 4346838				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	12.23	12.73	0.50	200 ¹
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	3.43	3.57	0.14	50 ²
CO [mg/Nm ³]	0.18	0.19	0.01	10 ^{3*}
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	0.22	0.23	0.01	5 ⁴

¹ Media oraria

² Media giornaliera

³ Massima media mobile giornaliera di 8 ore

⁴ Media annuale

Tabella 13 - Stato attuale e di progetto – Valori massimi delle concentrazioni al suolo previsti nella borgata di Truncu Is Follas: massimi delle medie di 1h (Contributo del solo traffico stradale)

Truncu Is Follas (UTM WGS 84 E 504637 N 4347492)				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	25.31	35.59	10.28	200 ¹
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	7.10	9.98	2.88	50 ²
CO [mg/Nm ³]	0.37	0.52	0.15	10 ^{3*}
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	0.45	0.64	0.18	5 ⁴

¹ Media oraria

² Media giornaliera

³ Massima media mobile giornaliera di 8 ore

⁴ Media annuale

Tabella 14 - Stato attuale e di progetto – Valori massimi delle concentrazioni al suolo previsti nella borgata di Truncu Is Follas: massimi nelle 24h (Contributo del solo traffico stradale)

Truncu Is Follas (UTM WGS 84 E 504637 N 4347492)				
	Stato attuale	Stato di progetto	Differenza SdP-SdF	VL
Parametro	Concentraz. Max	Concentraz. Max		
NO ₂ [µg/Nm ³]	2.23	4.26	2.03	200 ¹
PM ₁₀ [µg/Nm ³]	0.63	1.20	0.57	50 ²
CO [mg/Nm ³]	0.03	0.06	0.03	10 ^{3*}
C ₆ H ₆ [µg/Nm ³]	0.04	0.08	0.04	5 ⁴

¹ Media oraria

² Media giornaliera

³ Massima media mobile giornaliera di 8 ore

⁴ Media annuale

10 DISCUSSIONE DEI RISULTATI

10.1 Considerazioni generali

Nel seguito si procederà a valutare i potenziali effetti sulla qualità dell'aria che potrebbero scaturire dalla prevista delocalizzazione del punto vendita Bricoman con riferimento alle condizioni di traffico veicolare ipotizzate nello scenario di progetto in rapporto a quelle della situazione *ex ante*. A tal fine saranno esaminate le differenze di concentrazione al suolo degli inquinanti aerodispersi considerati nei due scenari stimate dal modello AERMOD e sarà operato un confronto tra le concentrazioni al suolo attese ed i corrispondenti valori limite stabiliti dalla normativa sulla qualità dell'aria. Valutato che lo studio esamina gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dal solo traffico veicolare e considerato che il contributo delle altre sorgenti di emissione potrebbe risultare, per taluni parametri, preponderante, l'analisi non si pone l'obiettivo prioritario di evidenziare l'attuale sussistenza o meno di situazioni di criticità, mirando piuttosto ad una valutazione oggettiva della significatività o meno dell'iniziativa proposta in rapporto ai possibili impatti sulla componente in esame. Al riguardo si rileva, infatti, come non siano installate, nel settore di studio, centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e, dunque, non si disponga di indicazioni sito-specifiche sui valori di fondo.

Per una più agevole lettura, di seguito sono richiamati i limiti di qualità dell'aria previsti dal vigente D.Lgs. 155/2010 per la tutela della salute umana utilizzati nella presente valutazione:

Biossido di azoto (NO₂):

- media annua medie 1h, valore limite per la protezione della salute: 40 µg/m³;
- valore limite orario per la protezione della salute: 200 µg/m³ (consentiti 18 superamenti / anno);
- soglia di allarme per la protezione della salute umana: 400 µg/m³.

Particolato fine (PM₁₀):

- valore limite giornaliero per la protezione della salute: 50 µg/m³ (consentiti 35 superamenti / anno);
- media annua medie 1h, valore limite per la protezione della salute: 40 µg/m³;

Particolato fine (PM_{2.5}):

- media annua medie 1h, valore limite per la protezione della salute: 25 µg/m³;

Monossido di Carbonio (CO)

- media su 8 ore, valore limite per la protezione della salute: 10 mg/m³;

Benzene (C₆H₆)

- media annuale, valore limite per la protezione della salute: 5 µg /m³.

Prima di procedere alla discussione dei risultati corre l'obbligo di evidenziare come i valori di concentrazione restituiti dal modello nel dominio di calcolo siano stati determinati escludendo qualunque fenomeno di "impoverimento" delle ricadute per effetto della deposizione al suolo (secca e umida) o di rimozione chimica. La definizione delle caratteristiche granulometriche e dimensionali delle polveri è perciò, in questo caso, ininfluenza sul valore delle stime, giacché il modulo per il calcolo della deposizione non è stato attivato.

Relativamente al raffronto tra lo scenario attuale (*Stato di fatto*) e quello futuro (*Stato di progetto*), con riferimento alle sole sorgenti da traffico veicolare, possono formularsi le seguenti considerazioni:

- con riferimento ad entrambi gli scenari di simulazione, in ogni punto del dominio di calcolo le concentrazioni degli inquinanti considerati risultano inferiori con ampio margine rispetto ai valori limite di qualità dell'aria, sia nel lungo periodo (tempo di mediazione 1 anno) che nel breve periodo (tempi di mediazione di 1 ora o 24 ore);
- in entrambi gli scenari di simulazione i massimi valori di concentrazione degli inquinanti, sia nel breve periodo che nel lungo periodo, si registrano nelle fasce di territorio contigue allo sviluppo della S.S. 130, assumendo mediamente valori più pronunciati in corrispondenza dell'intersezione semaforica della S.S. con la Via San Giorgio e la Via del Pino Solitario;
- per tutti i parametri considerati, sia nel breve che nel lungo periodo, le maggiori differenze di concentrazione tra lo *Stato di fatto* e lo *Stato di progetto*, ancorché estremamente contenute (si vedano i paragrafi seguenti), si registrano in corrispondenza del lotto interessato della proposta progettuale e nelle aree immediatamente contermini, in coerenza con la prevista infrastrutturazione viaria e gli scenari trasportistici stimati nella configurazione futura.

Saranno nel seguito esaminate singolarmente le risultanze delle simulazioni modellistiche in rapporto a ciascuno degli inquinanti di interesse con riferimento al contributo del solo traffico veicolare.

10.2 Biossido di azoto (NO₂)

In relazione allo *Stato di progetto*, il valore massimo con periodo di mediazione 1h restituito dal modello (103.89 µg/m³) è pari a circa il 50% della corrispondente soglia massima da non superare per più di 18 volte nell'anno civile a protezione della salute umana. Peraltro l'incremento massimo di concentrazione atteso rispetto alla situazione *ex ante* per i valori massimi orari nell'intero dominio di calcolo è pari ad appena 2.40 µg/m³ (circa 2% rispetto alle concentrazioni massime stimate nello Stato di fatto).

In corrispondenza della borgata di *Truncu Is Follas*, la massima concentrazione oraria attesa nello scenario di progetto è pari a 35.59 µg/m³, inferiore di oltre 5 volte rispetto al valore limite di legge di 200 µg/m³. Nel ricettore di interesse l'incremento di concentrazione oraria di

picco attesa rispetto allo Stato di fatto è pari a circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ossia pari a circa 1/20 della soglia di legge.

In tutto il dominio di calcolo, i dati di concentrazione media annuale e massimi nelle 24 ore sono sostanzialmente invarianti nei due scenari, con differenze misurabili nell'intervallo $+0.012 \div +0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativamente ai valori annuali e $+0.11 \div +2.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativamente ai valori massimi nelle 24 ore.

In termini assoluti, i valori medi annuali del parametro in questione sono estremamente contenuti in entrambi gli scenari ($\sim 3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e inferiori di circa un ordine di grandezza rispetto al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a protezione della salute umana. La concentrazione di lungo periodo attesa nel ricettore di *Truncu Is Follas* ($0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è circa 70 volte inferiore rispetto al limite di legge, con una variazione scarsamente apprezzabile tra lo Stato di fatto e quello di progetto ($+0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In relazione ai massimi attesi nelle 24 ore nel dominio di calcolo, le concentrazioni si attestano approssimativamente intorno al valore di $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei due scenari, con uno scostamento di appena $0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tra lo stato di fatto e quello di progetto.

Nella borgata di *Truncu Is Follas* lo scostamento delle concentrazioni massime nelle 24 ore, quantunque contenuto, è leggermente più pronunciato ($\sim 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentrazione massima giornaliera attesa in tale ricettore è, peraltro, estremamente modesta ($4.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$), di un ordine di grandezza inferiore rispetto al più restrittivo limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la protezione della salute umana.

10.3 PM_{10}

Con riferimento ai valori massimi di concentrazione al suolo di breve periodo (tempo di mediazione 1h), le simulazioni modellistiche hanno evidenziato massimi orari assoluti sostanzialmente invariati nei due scenari di calcolo, con concentrazioni di $28.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $29.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nello Stato di fatto ed in quello di progetto rispettivamente, sensibilmente al disotto del più restrittivo limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte all'anno. Le variazioni delle concentrazioni massime registrate nel dominio di calcolo sono risultate estremamente contenute e comprese nell'intervallo $+0.11 \div +3.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In corrispondenza della borgata di *Truncu Is Follas* la massima concentrazione oraria attesa attribuibile al contributo del solo traffico stradale è risultata pari a circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un incremento di appena $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto allo Stato di fatto.

In relazione ai valori massimi giornalieri attesi, le concentrazioni stimate nello stato di progetto (massimo di $3.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutto il dominio di calcolo) sono risultate di oltre un ordine di grandezza inferiori rispetto al corrispondente limite di legge di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con scostamenti pressoché trascurabili nei due scenari, racchiusi nell'intervallo $+0.03 \div +0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione massima giornaliera attesa in corrispondenza di *Truncu Is Follas* è risultata

pari ad appena $1.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, circa 40 volte inferiore rispetto al limite di legge da non superare per oltre 35 volte nell'anno solare.

I valori attesi nel lungo periodo sono sostanzialmente coincidenti nei due scenari considerati (massimi assoluti nel dominio di calcolo di $\sim 0.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di gran lunga inferiori rispetto al limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

10.4 Monossido di carbonio (CO)

Il valore massimo delle medie orarie restituito dal modello di calcolo nello stato di progetto ($1.53 \text{ mg}/\text{Nm}^3$) e pari a circa un sesto del valore limite di legge stabilito per un tempo di mediazione di 8 ore. Con riferimento ai valori orari, gli scostamenti di concentrazione massima attesa nei due scenari sono estremamente contenuti nell'intero dominio di calcolo e ricompresi nell'intervallo $+0.006 \div +0.19 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.

In corrispondenza della borgata di *Truncu Is Follas* la concentrazione massima oraria attesa è pari a $0.41 \text{ mg}/\text{Nm}^3$, oltre 24 volte inferiore rispetto al più restrittivo valore limite di $10 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ stabilito come media mobile in 8 ore consecutive.

Con riferimento ai valori massimi giornalieri e medi annuali, gli scostamenti attesi tra le concentrazioni stimate nei due scenari di calcolo sono risultati estremamente modesti e ricompresi rispettivamente nell'intervallo $+0.002 \div +0.03 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ e $+0.0002 \div +0.009 \text{ mg}/\text{Nm}^3$.

10.5 Benzene

Le concentrazioni massime delle medie annuali di benzene nell'intero dominio di calcolo, da confrontarsi con la soglia limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sono risultate abbondantemente inferiori al limite di legge (circa $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nello scenario di progetto) presentando uno scostamento trascurabile rispetto allo stato di fatto (appena $+0.002 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I valori massimi orari sono anch'essi risultati inferiori al più restrittivo limite annuale ($1.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nello scenario di progetto), mostrando uno scostamento di appena $+0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto al valore massimo riferito allo stato di fatto.

In corrispondenza del ricettore discreto di *Truncu Is Follas* la concentrazione massima oraria attesa è pari a $0.64 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, con un incremento atteso di appena $+0.18 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ rispetto allo stato di fatto.

11 CONCLUSIONI

Il presente documento si è proposto di valutare i possibili effetti sulla qualità dell'aria sottesi dal progetto di un nuovo punto vendita Bricoman in Comune di Assemini (CA), da insediarsi presso l'ex area GECOPRE. Quanto segue è parte integrante delle informazioni tecniche ed ambientali prodotte ai fini dell'espletamento della procedura di Verifica di assoggettabilità a VIA del progetto.

Per le finalità dello Studio si è proceduto all'esecuzione di simulazioni modellistiche sulla dispersione degli inquinanti atmosferici da traffico veicolare. Le simulazioni sono state condotte impiegando il modello gaussiano stazionario AERMOD, raccomandato dall'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA).

Ai fini dei calcoli si è fatto riferimento a due Scenari, distinti con riferimento agli specifici dati emissivi in ingresso per le valutazioni modellistiche.

Nello specifico, il primo scenario (*Stato di fatto*) ha ricostruito i fenomeni di dispersione associati agli attuali regimi di traffico veicolare che interessano la viabilità di riferimento del sito prescelto per la localizzazione delle nuove strutture commerciali. Il secondo Scenario (*Sato di progetto*) riproduce i risultati previsionali assumendo in ingresso i dati emissivi associati alle attuali sorgenti di emissione, rappresentate dalla viabilità esistente nonché quelli relativi alla nuova viabilità asservita alle nuove strutture commerciali, in rapporto ai volumi di traffico generati e attratti dalle previste strutture di vendita.

Nell'analisi dei due scenari non è stato considerato, in via semplificata, il contributo di ulteriori sorgenti antropiche di emissione individuabili nel territorio in cui ricade il nuovo centro commerciale. Valutato, infatti, che il sito prescelto per l'intervento è adiacente a quello in cui è insediata l'attuale struttura di vendita Bricoman, considerato altresì che il punto vendita non presuppone l'installazione di significative sorgenti puntuali di emissione, ogni effetto di eventuale modifica sulla attuale qualità dell'aria ambiente può essere ascritto alle variazioni dei flussi di traffico da e verso il nuovo centro commerciale.

La simulazione modellistica ha fatto riferimento, in via conservativa, ai più gravosi fattori di emissione degli inquinanti atmosferici riferiti al ciclo di percorrenza urbano (espressi in grammi / km x veicolo), trattandosi comunque di una zona contraddistinta dalla presenza di un'arteria viaria di importanza regionale (S.S. 130) regolata da roatorie ed impianti semaforici.

Il calcolo modellistico previsionale ha preso in esame i principali inquinanti caratteristici del settore dei trasporti su strada, inclusi tra quelli oggetto di misurazione dalla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (PM₁₀, biossido di azoto, monossido di carbonio e benzene).

Relativamente al raffronto tra lo scenario attuale (*Stato di fatto*) e quello futuro (*Stato di progetto*), con riferimento alle sole sorgenti da traffico veicolare, possono formularsi le seguenti considerazioni:

- con riferimento ad entrambi gli scenari di simulazione, in ogni punto del dominio di calcolo le concentrazioni degli inquinanti considerati risultano inferiori con ampio margine rispetto ai valori limite di qualità dell'aria, sia nel lungo periodo (tempo di mediazione 1 anno) che nel breve periodo (tempi di mediazione di 1 ora o 24 ore);
- in entrambi gli scenari di simulazione i massimi valori di concentrazione degli inquinanti, sia nel breve periodo che nel lungo periodo, si registrano nelle fasce di territorio contigue allo sviluppo della S.S. 130, assumendo mediamente valori più pronunciati in corrispondenza dell'intersezione semaforica della S.S. con la Via San Giorgio e la Via del Pino Solitario;
- per tutti i parametri considerati, sia nel breve che nel lungo periodo, le differenze di concentrazione più pronunciate tra lo *Stato di fatto* e lo *Stato di progetto* sono risultate estremamente contenute;
- tali differenze di concentrazione si registrano, in modo particolare, in corrispondenza del lotto interessato della proposta progettuale e nelle aree immediatamente contermini, in coerenza con la prevista infrastrutturazione viaria e gli scenari trasportistici stimati nella configurazione futura;
- i modesti valori assoluti di concentrazione al suolo degli inquinanti restituiti dal modello in corrispondenza delle aree contermini al sito di progetto, con particolare riferimento alla limitrofa borgata residenziale di *Truncu Is Follas* in Comune di Assemini, unitamente agli esigui incrementi di concentrazione attesi rispetto allo stato di fatto per tutti i parametri considerati, inducono a ritenere che l'impatto sulla qualità dell'aria associato al nuovo punto vendita Bricoman sia scarsamente significativo;
- come mostrato dalle mappe di isoconcentrazione prodotte, inoltre, le massime concentrazioni di inquinanti al suolo, sia nel breve che nel lungo periodo, risultano pressoché invariate nei due scenari e spazialmente riscontrabili in corrispondenza della fascia di territorio coincidente con la direttrice della S.S. 130.

12 ALLEGATI

Tavola 1	Stato di fatto – Biossido di azoto (NO ₂): distribuzione delle concentrazioni medie annue riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 2	Stato di progetto – Biossido di azoto (NO ₂): distribuzione delle concentrazioni medie annue riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 3	Biossido di azoto (NO ₂): variazioni delle concentrazioni medie annue tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 4	Stato di fatto – Biossido di azoto (NO ₂): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 5	Stato di progetto – Biossido di azoto (NO ₂): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 6	Biossido di azoto (NO ₂): variazioni delle concentrazioni massime delle medie delle 24 ore tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 7	Biossido di azoto (NO ₂): variazioni delle concentrazioni massime delle medie orarie tra stato attuale e futuro riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 8	Stato di progetto – PM10: distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 9	Stato di progetto – Monossido di carbonio (CO): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;
Tavola 10	Stato di progetto – Benzene (C ₆ H ₆): distribuzione delle concentrazioni massime delle medie nelle 24 ore riferibili al solo traffico stradale. Anno di riferimento dati meteo: 2015;

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO₂ Modeling Development and Evaluation Report (<https://www3.epa.gov>)

APAT-CTN-ACE, 2003. La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria. Autore Roberto Sozzi ARPA Lazio.

EPA, 2004, AERMOD: Description of model formulation;

EPA, 2005, Federal Register/ Vol. 70, No. 216/ Rules and Regulations 68257 (Appendix W), November 2005. http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/appw_05.pdf;

ISPRA. La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>)

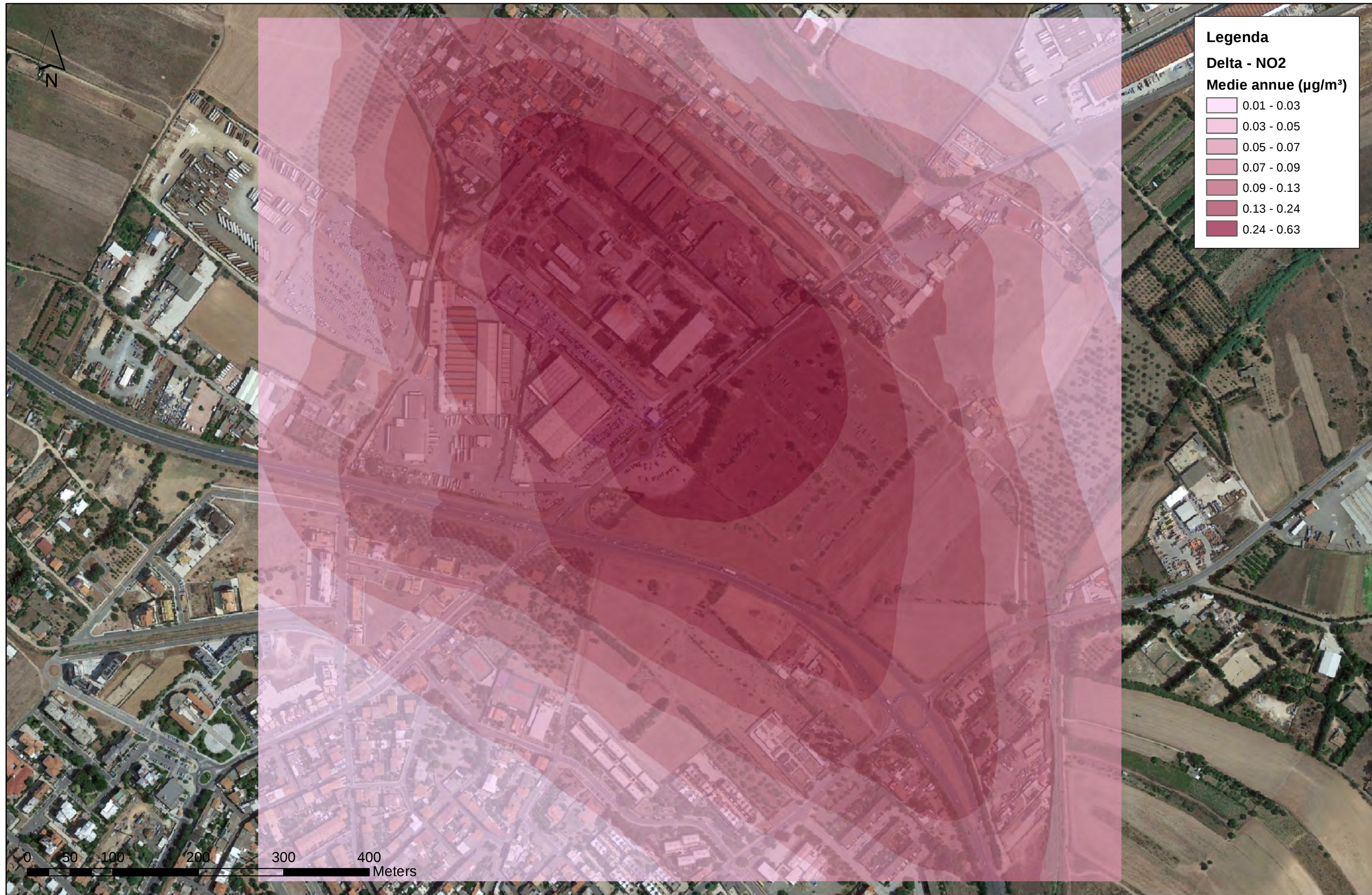
Regione Autonoma della Sardegna - ARPAS, 2015. Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2014.

UK Environmental Agency, 2007. Review of methods for NO to NO₂ conversion in plumes at short ranges.

WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, WHO Regional Office for Europe - Copenhagen. http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4.







STUDIO SULLA DISPERSIONE DEGLI
INQUINANTI ATMOSFERICI

**PROPOSTA INSEDIATIVA DI UNA GRANDE
STRUTTURA DI VENDITA NON ALIMENTARE
NEL TERRITORIO DI ASSEMINI (EX AREA GECOPRE)**

BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂):
VARIAZIONI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUE
TRA STATO ATTUALE E FUTURO
RIFERIBILI AL SOLO TRAFFICO STRADALE
Anno di riferimento dati meteo:2015

Committenti:
BRICOMAN ITALIA S.r.L.
Via Guglielmo Marconi, 24 - 20089 Rozzano (MI)

GRUPPO GESAFIN
Via dell'Antartide, 7 - 00144 ROMA

A cura di:
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.L.
Via Santa Margherita, 4 - 09124 Cagliari
www.iatprogetti.it



Tavola 3
scala 1:4.000

