



Comune di Ameglia (SP)

Strumento Urbanistico Attuativo
(ex L.r. 24/1987 e s.m.i.)

Progetto Definitivo Marina Azzurra Yachting



Proponente

**MARINA AZZURRA YACHTING
S.R.L**

Sede Legale: Via Litoranea, 14
19031 Ameglia (SP)

Iscrizione Registro Imp. di La Spezia

Partita Iva: 01425770110

Rea: Sp - 128169

Tel +39.0187.64169 - Fax. +39

0187.64960

Gruppo di lavoro

Progettista

Ing. Andrea Benvenuti



HydroGeo
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio



Studio tecnico - Hydrogeo

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti idraulici

Ing. Andrea Benvenuti

Studio tecnico - Hydrogeo

Aspetti impiantistici

Ing. Andrea Benvenuti

Studio tecnico - Hydrogeo

Aspetti geologici

Dott. Pietro Curzio

Aspetti urbanistici e demaniali

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti paesaggistici

Arch. Elisabetta Berti

Aspetti ambientali

Valutazione Impatto Ambientale (VIA)

Ing. Carlo Grassi

Valutazione di incidenza

Studio Meteo Diffusionale

VA 04

INDICE

1.0	PREMESSA.....	3
2.0	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
3.0	MODELLISTICA DIFFUSIONALE	5
3.1	APPROCCIO METODOLOGICO	5
3.2	SCelta DEL MODELLO.....	6
3.3	CALPUFF MODEL SYSTEM.....	7
3.4	AREA DI STUDIO	8
4.0	METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA.....	10
4.1	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA.....	11
5.0	CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	14
5.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE.....	14
TABELLA 6 VALORI LIMITE PER L'ESPOSIZIONE ACUTA D. LGS. 155/2010		14
5.2	STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA	16
5.2.1	<i>Biossido di Azoto (NO2)</i>	18
5.2.2	<i>PM10 (Polveri fini)</i>	18
5.2.3	<i>Monossido di Carbonio (CO)</i>	19
6.0	SCENARIO EMISSIVO	20
6.1.1	<i>Emissioni da traffico indotto</i>	20
6.1.2	<i>Emissioni dai natanti</i>	22
6.2	DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI PER LA FASE DI CANTIERE.....	26
	<i>Modalità di scavi</i>	27
6.3	INQUINANTI CONSIDERATI NELL'ANALISI MODELLISTICA.....	28
6.3.1	<i>MECCANISMI DI FORMAZIONE DELL'NO2</i>	29
6.4	APPROCCIO METODOLOGICO	29
6.5	STIMA DELLE EMISSIONE	31
6.5.1	<i>Calcolo dei fattori di emissione specifici</i>	31
6.5.1	<i>Mitigazioni</i>	35
6.6	EMISSIONI TOTALI	36
6.6.1	<i>Emissioni Totali</i>	36
7.0	CONFIGURAZIONE DEL CODICE	37
7.1	OROGRAFIA	38
7.2	CALCOLO DEI PARAMETRI METEREEOLOGICI.....	39
7.2.1	<i>Campo di vento 3D</i>	39
7.3	CAMPO DI VENTO	39
7.3.1	<i>Altezza strato di mescolamento</i>	40
7.4	RECETTORI DISCRETI.....	42
8.0	RISULTATI	43
8.1	RECETTORI DISCRETI.....	43
8.2	MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE.....	46
8.3	IMPATTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	46
9.0	CONCLUSIONI.....	47
9.1.1	<i>Impatto da polveri PM10</i>	47
9.1.2	<i>Impatto da macroinquinanti: CO</i>	47
9.1.3	<i>Impatto da macroinquinanti: NOx</i>	47
9.1.4	<i>Impatto da microinquinanti: Benzene</i>	47
9.1.5	<i>Aree Protette – Aree della RETE NATURA 2000</i>	48
10.0	ALLEGATO 1.....	48

1.0 PREMESSA

La presente nota tecnica prevede di valutare l'impatto sulla componente aria tramite lo svolgimento di simulazioni modellistiche che ricostruiranno sia la fase di cantiere sia lo stato del futuro di esercizio derivante dal traffico indotto dell'opera di realizzazione di una darsena a secco su sedime privato in loc. Fiumaretta nel Comune di Ameglia (SP), così da poterne valutare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria.

Lo studio atmosferico condotto ha lo scopo di:

- fornire delle informazioni relative alla caratterizzazione meteo-climatica ed allo stato della qualità dell'aria delle aree di intervento;
- evidenziare le potenziali interferenze che le attività di cantiere (lavorazioni, movimentazione terre, traffico indotto) possono causare sulla componente atmosfera nelle aree limitrofe alle aree interessate direttamente dai lavori previsti;
- verificare l'entità degli impatti atmosferici correlati alle attività di esercizio dell'opera, definirne le condizioni di conformità rispetto alle indicazioni fornite dalla vigente normativa in materia di qualità dell'aria e identificare eventuali necessità di mitigazione e contenimento di detti impatti.

Gli argomenti trattati sono i seguenti:

- caratterizzazione meteorologica dell'area in studio tramite l'acquisizione e l'analisi dei dati di stazioni meteorologiche, modelli meteorologici e/o campagne di indagini in situ;
- analisi degli impatti generati dall'opera sulla qualità dell'aria, condotta tramite l'applicazione di metodologie basate sull'utilizzo di modelli di simulazione previsionali.

Nel presente documento vengono presentate le ipotesi, i dati di input ed i risultati delle simulazioni numeriche effettuate attraverso il codice di calcolo afferente al sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Il sistema di modelli, come nel seguito dettagliato, è composto da tre componenti: il preprocessore meteorologico CALMET, il modello di dispersione CALPUFF e il postprocessore CALPOST.

Il presente documento è così strutturato:

- Inquadramento normativo;
- Inquadramento meteorologico a scala regionale,
- Inquadramento meteorologico a scala locale attraverso i dati meteorologici riferiti alle aree oggetto degli interventi;
- Descrizione del modello di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM utilizzato per le simulazioni;
- Descrizione dell'approccio metodologico utilizzato;
- Studio, attraverso l'utilizzo del modello matematico prescelto, della dispersione degli inquinanti generati dalle attività di cantiere e dal traffico indotto nella fase di esercizio.

2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto riguarda la realizzazione di una darsena a secco su sedime privato in loc. Fiumaretta nel Comune di Ameglia (SP).

L'area del progetto è situata nella porzione sudorientale del territorio comunale di Ameglia, in un'area pianeggiante poco distante dalla frazione di Fiumaretta.

In particolare l'ambito di interesse è posto sulla sponda sinistra del Fiume Magra, a circa 1,5 km dalla sua foce, a valle della Strada Provinciale n. 432, Via Litoranea e a questa collegata da due accessi stradali; il contesto è caratterizzata da insediamenti sparsi, con edifici ad uno o due piani prevalentemente unifamiliari e da manufatti funzionali alle attività dei rimessaggio. L'area in cui si colloca fa riferimento ad una superficie complessiva disponibile di 35.476 mq con una potenzialità di realizzazione di uno specchio d'acqua attrezzato per l'ormeggio delle imbarcazioni di superficie complessiva pari a 14.190 mq, idoneo a ospitare 95 posti barca. Il progetto in analisi propone di realizzare una darsena scavata a secco su proprietà privata di 13.000 mq (dunque inferiore a quella potenzialmente realizzabile), in grado di accogliere n. 85 PE (posti barca equivalenti). Lo costruzione della darsena comporterà uno scavo di volume stimato pari a circa 61.652 mc e una profondità di scavo pari a 4-5 m fino alla quota di -3.00 m slm.



Figura 1 Inquadramento territoriale area di progetto



Figura 2 estratto della tavola di progetto dell'opera.

3.0 MODELLISTICA DIFFUSIONALE

3.1 APPROCCIO METODOLOGICO

L'attività di supporto specialistico oggetto del presente documento è relativa all'effettuazione dello studio di modellistica diffusionale delle emissioni in atmosfera derivanti da tutte le tipologie di sorgenti emmissive insite nel progetto, con particolare riferimento alla produzione di polveri e gas derivante dalle lavorazioni previste sia durante la realizzazione della nuova area nautica attrezzata, sia nella fase di operatività della struttura che comporterà una diversa dislocazione dei flussi di traffico della zona .

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello diffusionale (UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici"), della concentrazioni degli inquinanti caratteristici di tutte le sorgenti emmissive sia sul territorio circostante che in alcuni punti specifici, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza, per il territorio.

Le fasi, secondo cui si è proceduto nell'elaborazione del presente studio, sono elencate di seguito:

1) Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali (DTM, utilizzo del suolo etc.)

- a) Il dominio di calcolo è stato individuato in riferimento alla localizzazione dell'area dove è ubicato il porto, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili, etc.) e della conformazione orografica e morfologica del territorio.
- b) L'area, sufficientemente estesa, è stata associata ad un dominio di calcolo di estensione pari circa a 3 kmq, esteso per 2 km in direzione W-E e per 1.5 km in direzione N-S, ben adatta a rappresentare la complessità orografica e morfologica del territorio, e tale da includere i potenziali ricettori sensibili e il principale percorso delle opere da realizzare e delle stradale della viabilità esterna all'area di cantiere.

2) Acquisizione ed elaborazione dati di progetto per la stima delle emissioni.

- a) Acquisizione delle planimetrie di progetto, con particolare riferimento all'individuazione dell'area di scavo del cantiere e dei percorsi interni ed esterni dei camion;
- b) Elaborazione dei dati di produzione/lavorazione terre, di cui al punto 2.a., per la stima delle emissioni particellari in funzione della tipologia e natura delle stesse, facendo riferimento alle indicazioni tecniche dei principali manuali internazionali contenenti fattori di emissione quali AP-42-USEPA, EMEP CORINAIR e Linee Guida predisposte da ARPAT Toscana;
- c) Elaborazione dei profili di emissione specifici per ogni singola lavorazione relativa alle polveri con la possibilità di differenziare la distribuzione granulometrica delle stesse (PM₁₀) su informazioni disponibili su data-bank internazionali;
- d) Verifica dell'entità del traffico indotto all'interno ed all'esterno dell'area di cantiere e definizione dei relativi ratei emissivi con riferimento ai data-bank internazionali citati in precedenza,
- e) Stima delle emissioni per il traffico indotto dalla fase di esercizio dell'opera.
- f) Stima delle emissioni dovute allo stazionamento ed alla movimentazione dei natanti.

3) Acquisizione ed Elaborazione dei dati meteorologici relativi ad un anno solare.

- a) le stazioni meteorologiche presenti nel dominio di calcolo considerato, o in prossimità di questo, sono state selezionate sulla base della rappresentatività spaziale rispetto all'area allo studio ed in base ai parametri meteorologici misurati.
- b) I dati meteorologici sono stati elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'area in esame, relativamente al periodo preso a riferimento, un anno solare rappresentativo, "anno tipo".

- c) I dati meteorologici acquisiti sono stati elaborati tramite il codice numerico CALMET per la predisposizione dei file di ingresso al modello di dispersione ed il calcolo dei parametri necessari come: classi di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento etc.

4) Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti emessi dell'opera oggetto del presente studio per un anno solare rappresentativo delle condizioni meteorologiche dell'area.

- a) Per l'attività, oggetto del presente studio, è stato applicato il codice di dispersione CALPUFF MODEL SYSTEM per la valutazione delle ricadute degli inquinanti dalle sorgenti emissive, così come individuate al punto 2.
- b) Si sono predisposti i necessari file di input al modello di dispersione per svolgere simulazioni che comprendano come arco temporale un anno solare di dati meteorologici come descritto nel punto 3.
- c) Le simulazioni si sono svolte, per tutte le singole sorgenti individuate al punto 2 e poi per lo stato di sovrapposizione delle stesse, nella configurazione di progetto per l'area di cantiere considerata come da progetto.
- d) Le simulazioni hanno fornito come risultati le concentrazioni degli inquinanti su tutto il dominio e presso un data-set di ricevitori puntuali di calcolo selezionati ed in punti recettori opportunamente individuati.

5) Risultati

- a) I risultati delle simulazioni sono rappresentati in forma tabellare per i recettori individuati e confrontati con i valori limite di qualità dell'aria mentre sono state realizzate mappe di isoconcentrazione per i recettori su griglia cartesiana.

3.2 SCELTA DEL MODELLO

Per lo studio meteo-diffusionale è stato ipotizzato di individuare, come significativa per le ricadute al suolo, un'area centrata sull'area di cantiere in prossimità dell'abitato di Fiumaretta di Magra. Il campo di vento tridimensionale, necessario allo svolgimento della simulazione numerica di dispersione degli inquinanti, in relazione alla complessità orografica dell'area di studio è stato elaborato su un dominio spaziale di 10 km in direzione N-S e di 10 km in direzione E-O.

In seguito per lo studio della dispersione delle polveri e dei gas è stato selezionati un dominio di calcolo, di estensione pari a circa 1,5 km in direzione N-S e 2,0 km in direzione O-E per rappresentare le emissioni dall'area di cantiere e dal traffico indotto per lo studio dell'impatto sulla qualità dell'aria.

Questa ipotesi nasce da considerazioni di carattere orografico, di uso del suolo, meteorologico e dalla necessità di avere una sufficiente base di dati per poter rappresentare significativamente la qualità dell'aria, relativamente al contributo di tutte le emissioni determinate dall'opera in esame, per l'area di studio.

Le succitate ipotesi sono state formulate sulla base dei dati di progetto e di quelli territoriali e meteorologici, in relazione alle indicazioni riportate nelle linee guida "LINEE GUIDA PER LA SELEZIONE E L'APPLICAZIONE DEI MODELLI DI DISPERSIONE ATMOSFERICA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - RTI CTN_ ACE" 4/2001 ed aggiornamenti.

Tali Linee Guida propongono alcuni scenari di dispersione con relative indicazioni tecniche su come svolgere la predisposizione dei dati, la selezione del modello ed il calcolo delle ricadute.

- ✓ SCENARIO 1: dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti lineari, areali, puntiformi non isolate, di cui si vogliono determinare le concentrazioni medie orarie e le deposizioni al suolo a breve e lungo termine;
- ✓ SCENARIO 2: dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti puntiformi anche isolate, areali, lineari in relazione al traffico extraurbano;
- ✓ SCENARIO 3: formazione e dispersione di inquinanti secondari.

Lo scenario da simulare per le ricadute di progetto può considerarsi rientrante nelle indicazioni contemplate sia dallo SCENARIO 1 che dallo SCENARIO 2, RTI CTN_ACE 4/2001.

infatti il presente studio pone come obiettivo:

- la valutazione di impatto sull'aria ambiente di emissioni lineari da traffico extraurbano (rif. scenario 2)
- la valutazione di impatto sull'aria ambiente di emissioni areali (emissioni diffuse di polveri da lavorazioni di cantiere) (rif. scenario 1 e scenario 2)
- la valutazione dell'aria ambiente su un'area urbana e sub-urbana (rif. scenario 1)
- dispersione degli inquinanti emessi dal traffico veicolare su un'arteria stradale (rif. scenario 2)

Inoltre:

- non ha pretesa di essere una valutazione dell'aria ambiente in ambito regionale, prevista dal D.Lgs. n. 351/1999 (rif. scenari 2 e 3);
- l'estensione territoriale del dominio di calcolo selezionato è pari a 6 km x 4 km (rif. scenario 1 e 2);
- la scala temporale selezionata è quella di un anno solare con calcolo delle medie orarie (rif. scenario 1) e dei dati di tipo climatologico relativi alla stima delle medie stagionali e annuali (rif. scenario 1);
- il modello selezionato per le valutazioni tecniche oggetto della presente relazione è il codice CALPUFF MODEL SYSTEM che rispecchia quanto richiesto dal paragrafo 2.1.2 Modelli di complessità superiore (SCENARIO 1) e le indicazioni del capitolo 3.1.2 A) Modelli non stazionari a puff o a segmenti (SCENARIO 2).

Le valutazioni tecniche e le elaborazioni numeriche svolte sono mirate a verificare questa ipotesi e quindi a verificare la tesi per cui l'estensione degli impatti, ritenuti significativi o rilevabili, delle emissioni considerate siano ragionevolmente individuabili in un'area di estensione non superiore ai 4 km (la maggiore estensione di una dimensione del dominio di calcolo è, infatti, imputabile esclusivamente alla necessità di contenere all'interno dello stesso l'intero percorso stradale esterno alle aree in concessione e il centro urbano abitato principale più prossimo).

3.3 CALPUFF MODEL SYSTEM

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM¹, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di

¹ *CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis*

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALMET version 5.8, level 070623

CALPOST version 5.6394, level 070622

For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. Calmet è dotato, infine, di un modello micro meteorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente.

CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc.

CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica.

CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite Calpost si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

3.4 AREA DI STUDIO

Per il calcolo delle ricadute al suolo delle emissioni di inquinanti derivanti dalle attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto nautico nel comune di Ameglia e per il suo esercizio in termini di traffico indotto sulle strade principali, si è individuata un'area la cui estensione è di circa 100 km², ben rappresentativa della conformazione orografica e morfologica del territorio, fondamentale per la ricostruzione dei campi di vento ed esaustiva per includere i potenziali recettori sensibili all'inquinamento (abitato urbano, scuole, centri commerciali etc.).

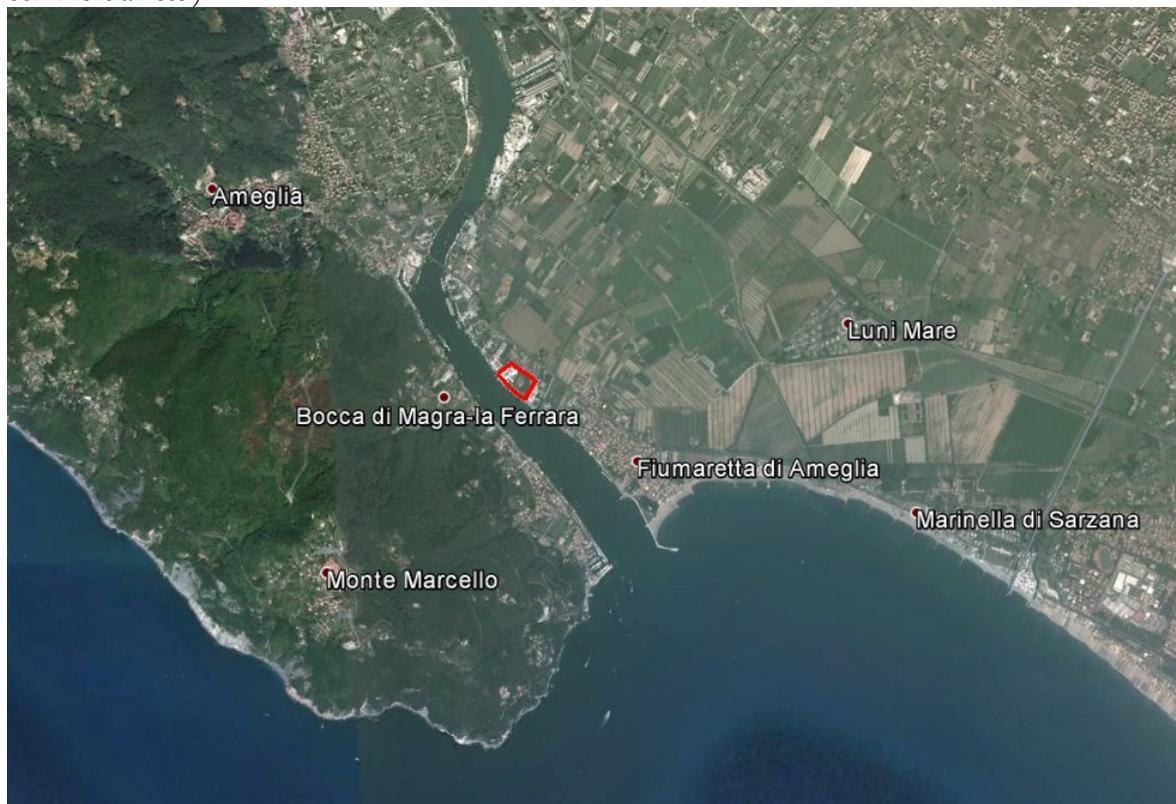


Figura 3 Inquadramento territoriale

L'area di dispersione, un dominio di calcolo di 2 km, direzione W-E, e 1.5 km direzione N-S, è sufficientemente estesa per comprendere sia l'area costiera che quella collinare che occupa circa la totalità del territorio individuato per lo studio dagli abitati urbani dei tre comuni sopra citati.



Figura 4 Area di Studio per la dispersione degli inquinanti, con individuato il dominio di calcolo della dispersione

Tabella 1 Estensione del dominio di calcolo meteorologico

Dominio di calcolo	Orgine del dominio meteorologico WGS84 UTM fuso 32 [km]	celle	Estensione [km²]
Meteorologico	573.000. 4873.000	10x10 celle passo cella 1 km	100
Dispersione	576.500 4877500	40x30celle passo cella 50m	3

4.0 METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

Il clima della Liguria risente fortemente della vicinanza dei rilievi che complessivamente la proteggono dai venti settentrionali freddi e della presenza del mare che ne mitiga le temperature anche se rende la regione molto umida. La Liguria presenta caratteristiche diverse nelle due riviere a causa dell'esposizione differente rispetto ai venti dominanti.

Le piogge sulla Liguria variano in base alla quota ed all'orientamento delle due Riviere: la Riviera di Levante assieme alle Alpi Orientali è una zona delle più piovose d'Italia; lungo il litorale si raggiungono i 1300 mm di pioggia, mentre sui retrostanti rilievi le piogge ammontano ad oltre 2000 mm annui con punte di 2400 mm. Procedendo verso Ovest le precipitazioni scendono. La riviera di ponente vede circa 700 mm di pioggia sulle coste e poco più di 1000mm sull'entroterra. I venti che soffiano più frequentemente in Liguria sono di provenienza occidentale e meridionale..

Le temperature variano in base alla quota del territorio; lungo le coste le acque marine smorzano le escursioni termiche stagionali e giornalieri. In Estate raramente si raggiungono i 30°C e difficilmente d'Inverno si scende sotto ai 10°C. Ad ogni modo l'elevato tasso di umidità rende molto afoso il clima delle coste anche a fronte di valori estivi non molto elevati.

La bassa Val di Magra, tra Santo Stefano e Marinella, presenta condizioni più continentali rispetto a quelli della riviera spezzina, soprattutto man mano che ci si allontana dal mare. I giorni di gelo non mancano nei mesi più freddi e le temperature minime possono registrare valori inferiori ai -5 gradi già a pochi chilometri di lontananza dal mare. D'altro canto in estate le temperature massime tendono a superare frequentemente i 30 gradi creando condizioni di afa nelle zone interne. L'escursione termica è molto più pronunciata che non in riviera, soprattutto per quanto riguarda le temperature giornaliere. La media delle temperature minime di gennaio infatti varia tra gli 1,5 gradi delle zone più interne, ai 5 gradi della costa; mentre la media delle massime è compresa tra i 12 gradi delle zone interne agli 11 gradi della; la media delle temperature minime di luglio varia tra i 16 gradi delle zone più interne, ai 19 gradi della costa; mentre la media delle massime è compresa tra i 29,5 gradi delle zone interne ai 28 gradi della costa.

La piovosità è compresa tra i 1100 e i 1400 mm annui e con un minimo estivo leggermente attenuato, a causa della maggior probabilità di temporali estivi rispetto alla riviera. Le nevicate, molto rare sulla costa, si presentano quasi tutti gli anni nei comuni di Sarzana e Santo Stefano Magra, ma con accumuli irrilevanti.

Nella valutazione della qualità dell'aria di dettaglio nell'area di studio, è necessario considerare ed analizzare le variabili meteorologiche che più influenzano l'accumulo, il trasporto, la diffusione, la dispersione e la rimozione degli inquinanti nell'atmosfera.

Sono parametri rilevanti:

- l'altezza dello strato di rimescolamento (m), che dà la misura della turbolenza (di origine termica, dovuta al riscaldamento della superficie, e di origine meccanica, dovuta al vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale;
- la percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%), che esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e quindi meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- la velocità del vento (m/s), determinante per la dispersione, e la direzione del vento (gradi), utile per valutare il trasporto degli inquinanti.

Le basi di dati meteorologiche disponibili sono costituite da:

- **i dati disponibili (temperatura, direzione e velocità del vento) dalla rete di monitoraggio meteorologica dell'Aeronautica Militare, per la stazione di SARZANA-LUNI.**

4.1 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

Stazione SARZANA LUNI- Rete Aeronautica Militare Stazione SARZANA LUNI



LAT: 44°,5
LONG: 9°,59
QUOTA: 9m slm

La stazione misura i seguenti parametri

- Temperatura aria
- Umidità relativa
- Pressione atmosferica
- Direzione vento
- Velocità vento
- Radiazione solare
- Precipitazioni

Figura 5 Caratteristiche stazione meteo Sarzana Luni

Di seguito si riportano a confronto le rose dei venti della stazione di Luni per gli anni 2010, 2012 e 2015

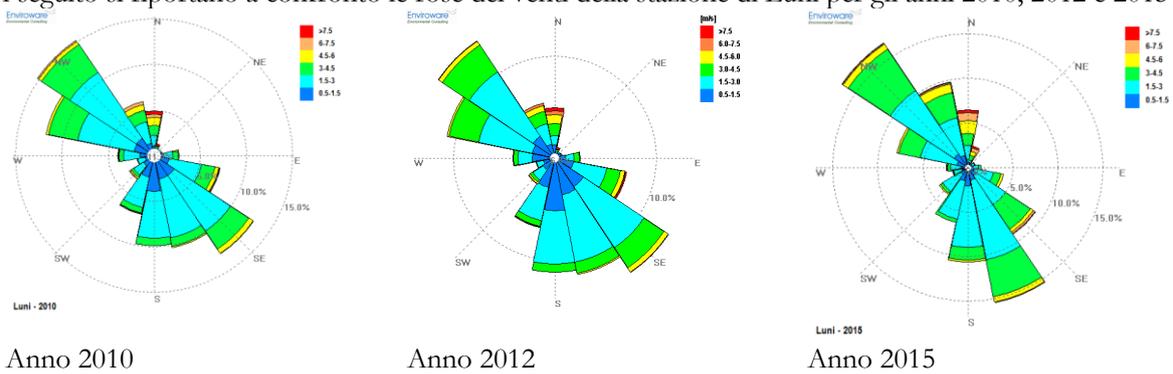


Figura 6 rose dei venti

Le rose dei venti sono simili e presentano tutte le stesse direzioni prevalenti Nord Ovest e Sud Est

Di seguito si riportano in grafico gli andamenti dei parametri misurati disponibili per l'anno 2012 scelto come anno tipo su cui verranno svolte le simulazioni, data la maggiore disponibilità di dati: la rosa dei venti, la temperatura dell'aria, la velocità del vento

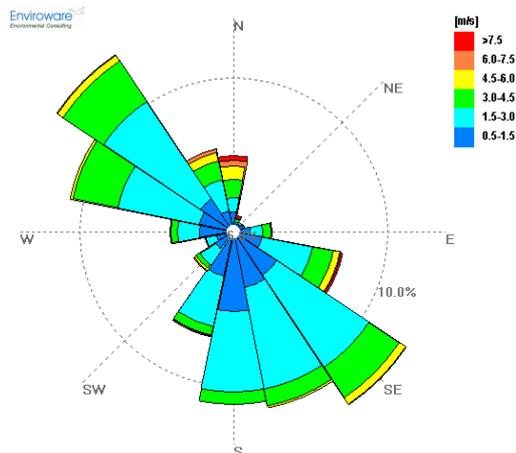


Figura 7 Rosa dei venti anno 2012- stazione di Sarzana Luni

Tabella 2 frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento

Intervallo	Da [m/s]	Fino a [m/s]	Percent
Calma	0	0.5	6.8%
1	0.5	1.5	25.3 %
2	1.5	3.0	46.4%
3	3.0	4.5	16.3%
4	4.5	6.0	3.4%
5	6.0	7.5	1.1%
6	>7.5	-	0.7%

Il sito in esame è caratterizzato da venti prevalenti di modesta intensità che registrano due direzioni prevalenti: direzione primaria quella da S-SE con frequenza totale superiore al 35% sul totale, da NO con circa il 25% del totale dei dati annuali. Le altre direzioni di provenienza del vento che concorrono agli accadimenti sono inferiori al 10%. L'intensità dei venti maggiore si registra per quelli provenienti da NNE con intensità media pari a circa 5 m/s. In media le velocità si attestano tra 1.5 e 3.0 m/s e questa classe corrisponde a circa il 47% del totale delle ore dell'anno. Le calme di vento, venti con velocità inferiore a 0.5 m/s si registrano per circa il 6.8% dei dati totali annuali.

Tabella 3 frequenza di accadimento delle direzioni e media della velocità del vento

Settori	Dir [°N]	% Data	Velocità [m/s]
1	N	4.5	3.6
2	NNE	0.7	5.1
3	NE	0.3	1.3
4	ENE	0.4	1.2
5	E	2.1	2.0
6	ESE	6.8	2.3
7	SE	13.1	2.1
8	SSE	11.2	1.8
9	S	10.8	1.5
10	SSW	6.6	1.7
11	SW	2.7	2.0
12	WSW	1.5	1.3
13	W	3.7	1.6
14	WNW	10.5	2.3
15	NW	13.4	2.3
16	NNW	5.1	2.8
Calma	-	6.8	< 0.5

Tabella 4 valori mensili velocità del vento

periodo	Dati validi [%]	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
gen	30.2%	5.6	2.4	0.0
feb	36.3%	8.7	2.0	0.0
mar	39.0%	12.2	2.9	0.0
apr	37.6%	6.1	2.0	0.0
mag	38.2%	5.6	1.9	0.0
giu	37.9%	4.6	1.8	0.0
lug	39.8%	7.1	1.7	0.0
ago	37.9%	5.6	1.4	0.0
set	40.6%	5.6	1.9	0.0
ott	37.8%	7.7	2.1	0.0
nov	11.7%	6.6	1.8	0.0
dic	0.3%	1.0	0.5	0.0
Anno	32.3%	12.2	2.0	0.0

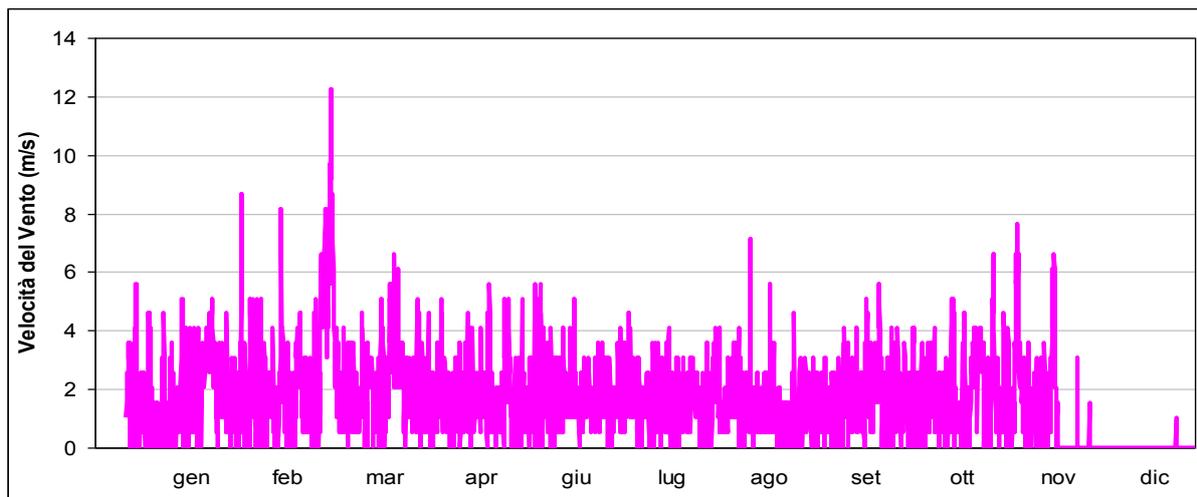


Figura 8 Serie temporali parametri velocità del vento, anno 2012

Tabella 5 valori mensili temperatura dell'aria

periodo	Dati validi [%]	Max [°C]	Media [°C]	Min [°C]
gen	30.1%	12.0	6.5	0.0
feb	36.4%	20.0	8.6	-3.0
mar	39.0%	19.0	11.1	2.0
apr	37.6%	25.0	15.7	5.0
mag	38.2%	26.0	18.1	10.0
giu	37.9%	30.0	22.9	12.0
lug	39.8%	33.0	27.2	16.0
ago	38.3%	30.0	24.2	11.0
set	40.6%	29.0	20.8	9.0
ott	37.8%	24.0	16.1	3.0
nov	36.1%	31.0	12.2	4.0
dic	33.2%	17.0	8.0	-3.0
Anno	37.2%	33.0	16.3	-3.0

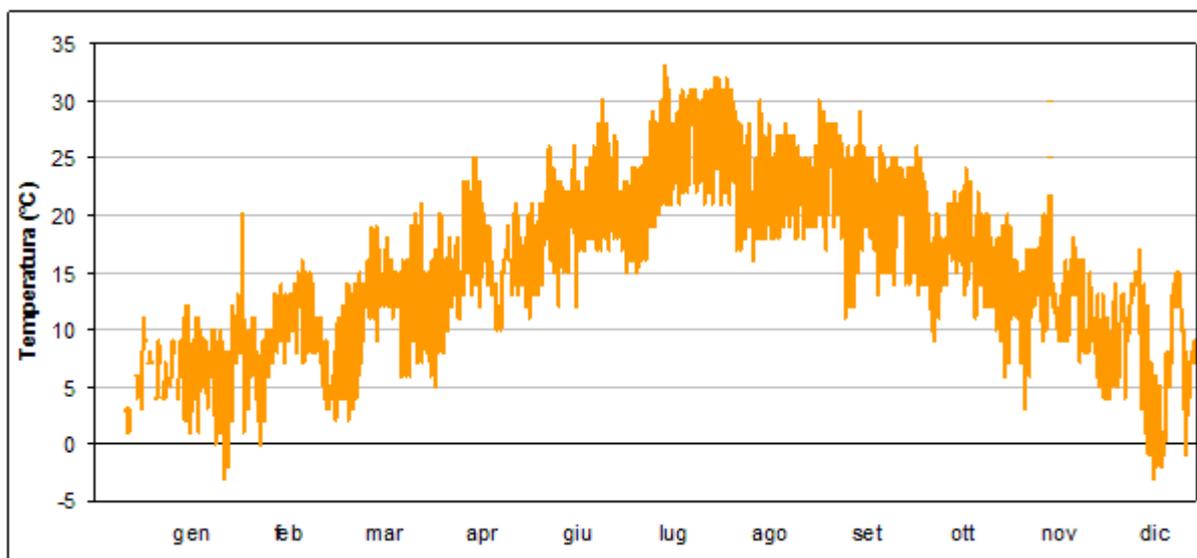


Figura 9 Serie temporali temperatura, anno 2012

5.0 CARATTERIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

- D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;
- D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- D. Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010.
Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato "Polveri e sostanze organiche liquide". Più specificamente: Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti".
- D. Lgs. 155/2010: recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.

Il D. Lgs. 155/2010 recepisce la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre, la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Le tabelle seguenti riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati D. Lgs. 155/2010 (esposizione acuta ed esposizione cronica).

Tabella 6 Valori limite per l'esposizione acuta D. Lgs. 155/2010

Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/2010 e smi			
Biossido di azoto NO₂	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m ³
Monossido di carbonio CO	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m ³

Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/2010 e smi			
Ozono O3	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120µg/ m ³
Biossido di Zolfo SO2	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/ m ³
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/ m ³
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m ³
Particolato Atmosferico PM10	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m ³
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m ³
Benzene C6H6	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m ³
Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/2010 e smi			
IPA come Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m ³
Metalli pesanti			
Arsenico	Valore obiettivo	Media annua	6 ng/ m ³
Cadmio	Valore obiettivo	Media annua	5 ng/ m ³
Nichel	Valore obiettivo	Media annua	20 ng/m ³

5.2 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale.

La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo.

Secondo quanto previsto dalla normativa europea (direttive 2008/50/CE e 2004/107/CE) e nazionale (d.lgs.155/2010) relativa alla "valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente" è stata avviata una nuova strategia, che prevede il superamento della gestione delle emergenze e degli eventi critici sul breve termine mediante la pianificazione di azioni di miglioramento della qualità dell'aria sul medio e lungo periodo. Ciò ha portato alla elaborazione della cosiddetta "zonizzazione" del territorio, ovvero alla sua suddivisione in aree caratterizzate da omogeneità di problematiche e di criticità, in cui adottare piani e programmi per la tutela della salute e degli ecosistemi ed in cui valutare, tramite le stazioni di monitoraggio, il rispetto dei limiti previsti dalla normativa.

Con dgr n.44 del 24 gennaio 2014, Regione Liguria ha adottato, secondo quanto disposto dal d.Lgs. n.155/2010, la zonizzazione del territorio regionale sulla base dei criteri di cui all'appendice 1 del citato decreto. Il territorio della Liguria è stato suddiviso secondo **tre differenti zonizzazioni**:

- la zonizzazione che riguarda **biossido di zolfo (SO₂)**, **monossido di carbonio(CO)**, **biossido di azoto (NO₂)**, **benzene e particolato solido fine (PM₁₀ e PM_{2,5})** comprende 6 zone denominate: Agglomerato di Genova; Savonese - Bormida; Spezzino; Costa alta pressione antropica; Entroterra alta pressione antropica; Entroterra e costa bassa pressione antropica

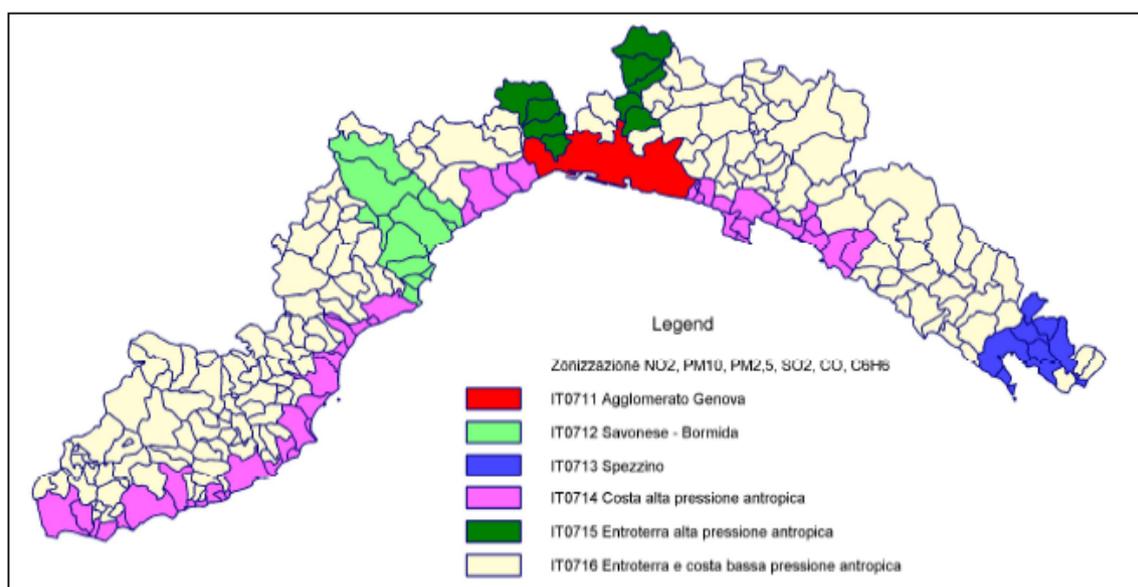


Figura 10 Zonizzazione della Regione Liguria per i principali inquinanti

- la zonizzazione che riguarda **Ozono e BaP** che comprende 2 zone ovvero Agglomerato di Genova e il resto del territorio regionale

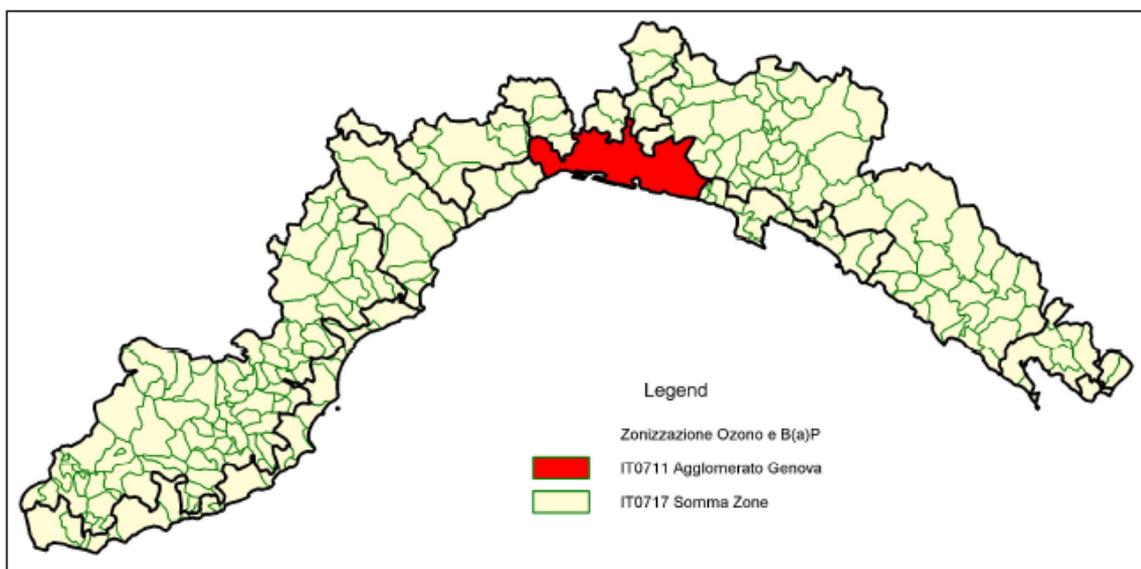


Figura 11 Zonizzazione della Regione Liguria per Ozono e B(a)P

- la zonizzazione per i **metalli** (Pb, As, Cd, Ni) che comprende 3 zone ovvero Agglomerato di Genova; Savonese - Bormida - Spezzino; Costa ed Entroterra.

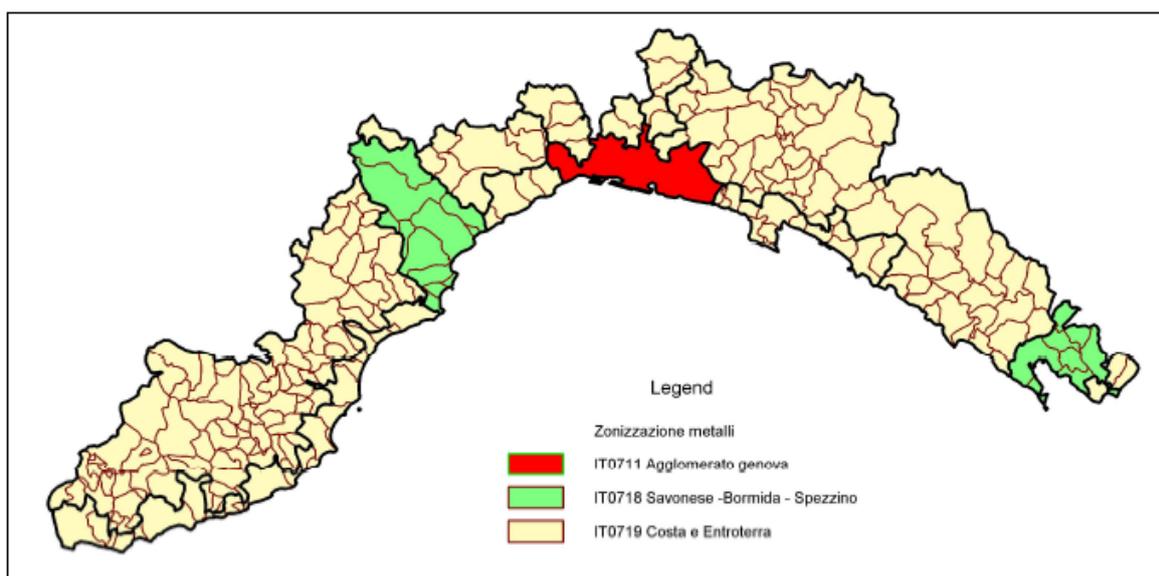


Figura 12 Zonizzazione della Regione Liguria per metalli

La classificazione delle zone, che era stata definita con dgr n. 44 del 24 gennaio 2014, è stata riesaminata ed aggiornata, con **dgr. n 536 del 10 giugno 2016**, sulla base delle valutazioni annuali della qualità dell'aria più recenti.

L'area interessata dall'opera in oggetto, fa parte del comune di Ameglia che appartiene alla zona IT0716, entroterra e bassa pressione antropica.

L'area di studio, non ha nelle vicinanze stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, di seguito quindi si considerano le stazioni più prossime, anche se non appartenenti alla regione Liguria. Si riportano di seguito le elaborazioni della qualità dell'aria per l'anno 2015 per le stazioni di seguito elencate, scelte come le meglio rappresentative dell'area di studio

Tabella 7 Caratteristiche Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria vicine all'area di studio

Stazione	Posizione	Comune	tipologia
Sarzana	Largo Pertini - Via Pietro Gori	Sarzana	Urbana traffico
Colombarotto	Piazza 2 giugno	Carrara	Urbana fondo
Marina vecchia	Via Marina Vecchia	Massa	Urbana traffico

Tabella 8 Inquinanti monitorati nelle stazioni di qualità dell'aria (anno 2015)

Postazione	NO ₂	CO	PM ₁₀
Sarzana	✓	✓	✓
Colombarotto	✓		✓
Marina vecchia	✓		✓

Per ciascun inquinante vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa.

Ai fini dell'elaborazione degli indicatori da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa, si considerano le serie di dati raccolti per ogni inquinante monitorato mediante le stazioni fisse presenti nella zona, non necessariamente facenti parte delle reti regionali di qualità dell'aria, con rappresentatività annuale.

Di seguito si mostra l'andamento di ogni inquinante monitorato dalle stazioni sopra citate e si confrontano i livelli dell'anno 2015 con i valori limite previsti dalla normativa

5.2.1 Biossido di Azoto (NO₂)

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. Gli impianti di riscaldamento civili ed industriali, le centrali per la produzione di energia e numerosi processi industriali rappresentano altre fonti di emissione.

Tabella 9 Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	% Dati Validi	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)
Colombarotto	100%	0	21
Marina vecchia	67%*	0	19
Sarzana	85%	2	34

* parametri attivati nel corso del 2015

Per tutte le stazioni non viene mai superato il limite sulla media annuale, né il limite sui superamenti della media oraria.

5.2.2 PM₁₀ (Polveri fini)

Con il termine PM₁₀ si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Il materiale particolato può avere origine sia antropica che naturale. Le principali sorgenti emissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. Le fonti naturali di PM₁₀ sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

Tabella 10 Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	% Dati Validi	N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)
Sarzana	96%	5	24
Colombarotto	98%	1	23
Marina Vecchia	69%*	11	25

* parametri attivati nel corso del 2015

Per tutte le stazioni non viene mai superato il limite sulla media annuale, né il limite sui superamenti della media giornaliera.

5.2.3 Monossido di Carbonio (CO)

La sorgente antropica principale di monossido di carbonio è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli durante il funzionamento a basso regime, quindi in situazioni di traffico intenso e rallentato. Il gas si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. Gli impianti di riscaldamento ed alcuni processi industriali (produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio) contribuiscono se pur in minore misura all'emissione di monossido di carbonio.

Tabella 11 Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	% Dati Validi	Numero di sup. media mobile su 8 ore (V.L. 10 mg/m3)	Media annuale (mg/m3)
Sarzana	85%	0	0.6

Dall'analisi dei dati si rileva che non sono stati registrati superamenti del limite orario di monossido di carbonio in alcuna delle cabine provviste dell'analizzatore dell'inquinante considerato.

6.0 SCENARIO EMISSIVO

6.1 POTENZIALI per la FASE di ESERCIZIO

6.1.1 *Emissioni da traffico indotto*

Nel presente paragrafo si discutono le emissioni derivanti dal traffico delle auto e degli automezzi nella zona di interesse, considerando i percorsi di maggiore viabilità per il traffico indotto dall'esercizio della nuova Darsena. Nella seguente figura viene mostrata la locazione dei percorsi di viabilità esterna identificati come sorgenti emmissive nello studio.

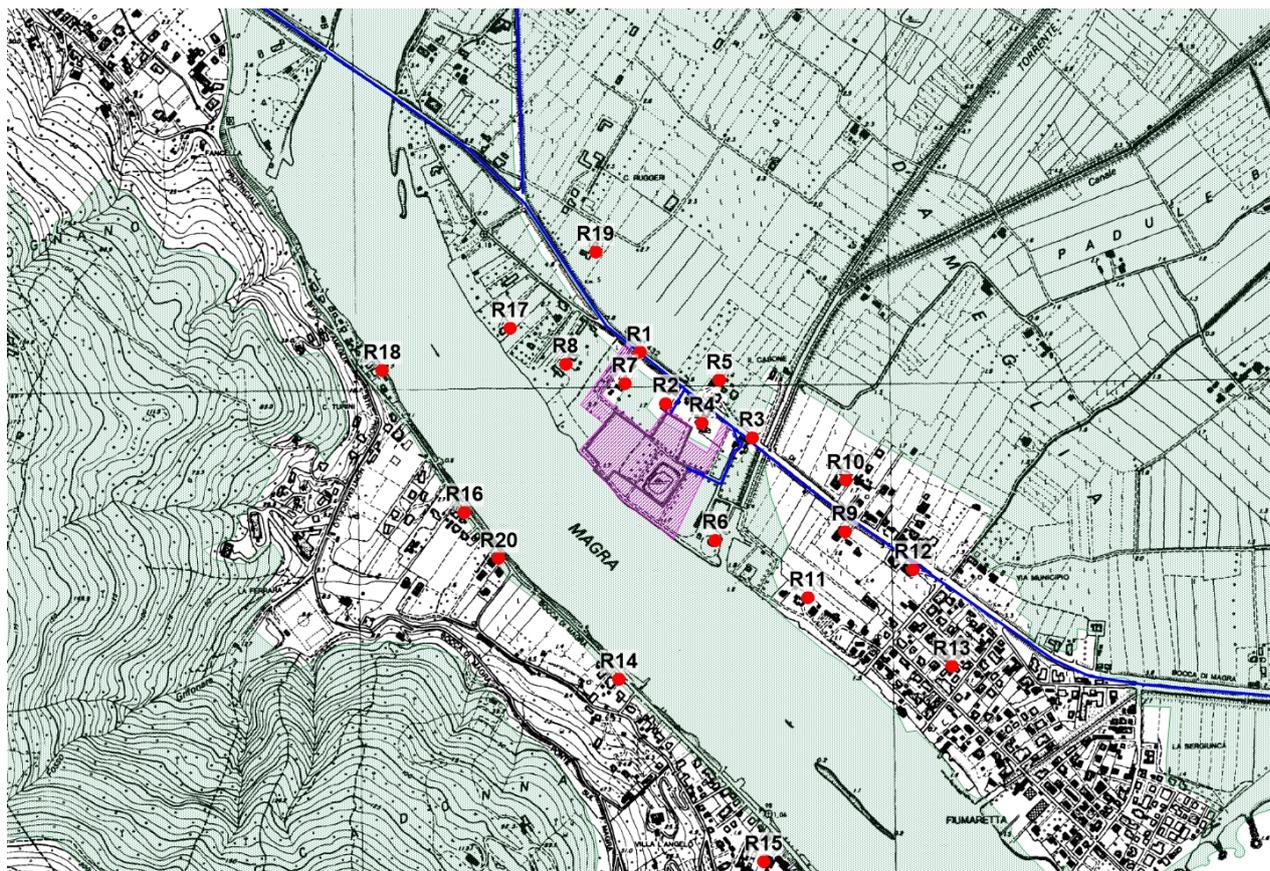


Figura 13 viabilità esterna da e per la Marina (*linea blu sulla cartografia*)

Nella valutazione del traffico indotto

Analizzando la situazione progettuale da un punto di vista cautelativo lo scenario adottato per la simulazione sarà quello di seguito rappresentato in tabella.

Per quanto riguarda le sorgenti di rumore legate all'attività prevista dal progetto, sono state individuate le seguenti sorgenti:

1. Parcheggi per automobili (N. 4 totali)
2. Strada interna di collegamento SS432 – parcheggi

I dettagli delle informazioni in ingresso al programma di simulazione, relativi allo stato di progetto, sono riportati nella seguente tabella. La localizzazione delle sorgenti emmissive individuate, è riportata di seguito in figura.

ID	Posti auto	Traffico indotto
P1	16	86 auto/giorno
P2	23	
P3	7	
P4	40	
<i>totale</i>	86	

ID	Stima ingressi/uscite eventi/ora		Stima traffico indotto
P1	3	2	15 auto/ora nel periodo DIURNO 9 auto/ora nel periodo NOTTURNO
P2	4	2	
P3	1	1	
P4	7	4	
<i>totale</i>	15	9	

Il traffico indotto previsto per l'opera oggetto dell'analisi è stimato in un totale giornaliero di autoveicoli pari al numero di posti auto presenti nelle zone di parcheggio. Il flusso massimo coinciderà con il fine settimana. Si suppone che i clienti dell'attività facciano ingresso nei parcheggi nelle prime ore del giorno, in un periodo di 6 ore dalle 06:00 alle 12:00, conservativamente si è imposto un traffico veicolare diurno di 15 auto/ora per l'intera durata del periodo DIURNO (06:00-22:00).

Per il periodo notturno, si suppone un traffico indotto pari a 9 auto/ora, questo è stato stimato ed identificato considerando lo scenario più gravoso atteso per l'attività in progetto. Si è inoltre considerato un numero di veicoli al giorno pari a 6 di mezzi leggeri e/o pesanti che possono interessare le operazioni tecniche sui natanti (trasporto degli stessi da e per cantieri di manutenzione) o approvvigionamenti tramite furgoni.

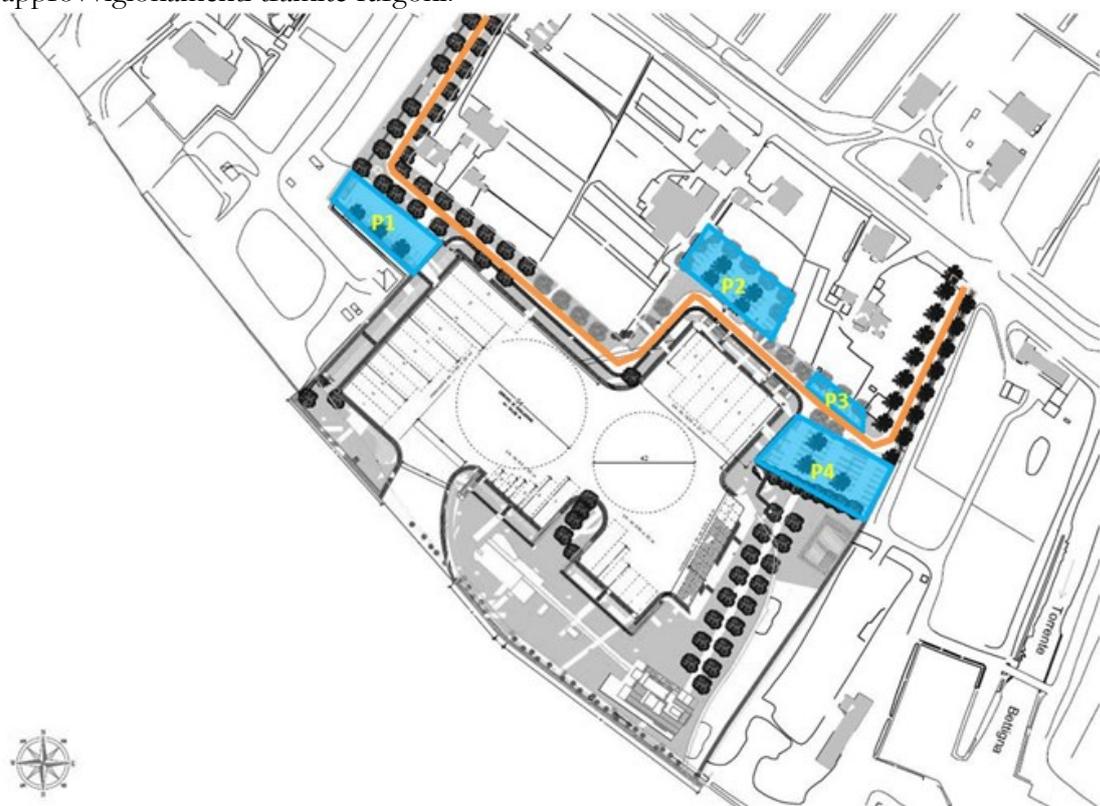


Figura 14 – Disegno di progetto dell'attività con identificazione della viabilità interna di dettaglio per il traffico indotto.

In relazione alla disponibilità dei dati ed al loro dettaglio si sono applicati i fattori di emissione disponibili sul sito di ISPRA (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/>) che costituisce la “banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale in Italia”, per mezzo dei quali è stato possibile dapprima calcolare dei fattori di emissione specifici per il nostro progetto, in seguito valutare le emissioni totali dei vari parametri.

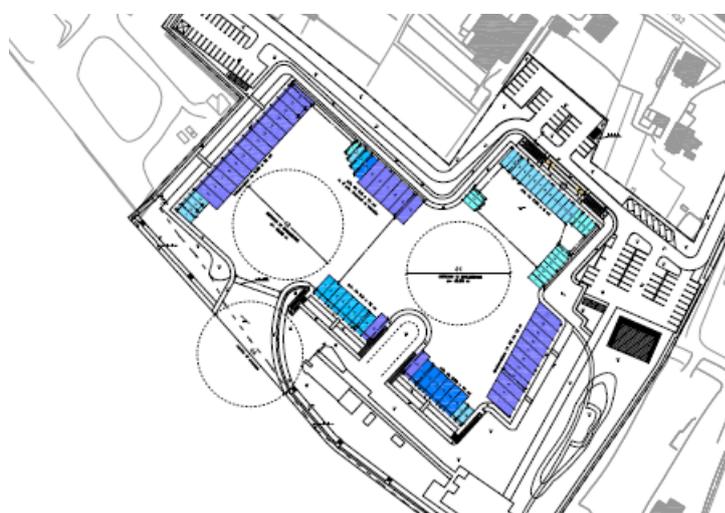
Tabella 12 - Fattori di emissione per “settore” selezionato per questo studio (fe2014.xls - ISPRA)

Inquinanti	UM	Fattori di emissione MEZZI PESANTI	Fattori di emissione MEZZI LEGGERI	Fattori di emissione AUTOVETTURE
SO ₂	g/km veicolo	0,0029	0,00115	0,000630
NO _x	g/km veicolo	5,0707	0,9437	0,425653
COV	g/km veicolo	0,2546	0,0879	0,198629
CO	g/km veicolo	1,3613	0,5461	0,785349
PM2.5	g/km veicolo	0,1455	0,0715	0,023350
PM10	g/km veicolo	0,1702	0,0819	0,029682
C6H6	g/km veicolo	0,00014	0,0017	0,003013

I fattori riportati nella tabella sono stati utilizzati per il calcolo delle emissioni dei tratti stradali come definiti in precedenza.

6.1.2 Emissioni dai natanti

La valutazione delle emissioni dei principali inquinanti emessi dalle imbarcazioni in porto è stata stimata prendendo in considerazione la tipologia di barche presenti, come riportato di seguito



Dimensionamento posti barca (in relazione alle dimensioni delle imbarcazioni)

Classe	Dimensioni imbarcazioni		Dimensione max. posto barca		n. PE 12	% sul totale
	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)		
I	2,30	6,50	2,50	7,00	16	19%
II	2,80	8,00	3,00	8,50	20	23%
III	3,20	9,50	3,50	10,00	9	11%
IV	3,70	11,00	4,00	11,50	7	8%
V	4,10	12,00	4,50	13,00	33	39%
Totale nuovi posti barca					74	
Posti barca ricollocazione*					11	
Totale posti barca					85	

Figura 15 disposizione dei posti barca in porto e classificazione

La valutazione delle emissioni è stata effettuata secondo le indicazioni di cui ai contenuti nel *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 - International navigation, national navigation, national fishing*. In questo documento si valutano differenti metodi di stima delle emissioni da navi, considerando diversi fattori quali ad esempio il tempo passato per le attività della nave, la potenza del motore, tipologia di combustibile, consumi energetici, la tipologia della nave etc

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza la tipologia di sorgente, un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente e le attività delle stesse.

Il fattore di emissione dipende non solo dal tipo di sorgente considerata quindi, ma anche dalla modalità di operatività e dalla tipologia di carburante utilizzato.

In questo studio è stato considerato che tutte le barche avessero motori interni alimentati a diesel. Per i fattori di emissione si è fatto uso della tabella seguente riportata nel documento EMEP sopra citato.

Table 3-11 Tier 3 emission factors for recreational vessels

Fuel type	Vessel type	Engine Type	Technology Layer	Nominal power	NMVOC	NH ₃	NO _x	TSP PM ₁₀ PM _{2.5}	Fuel			
				[kW]						[g/kWh]		
Gasoline	Other boats (< 20 ft)	Out board	2S	2003/44	8	45.49	0.002	2	10	791		
				Conv.	8	254.69	0.002	2	10	791		
			4S	2003/44	8	21.60	0.002	7	0.08	426		
				Conv.	8	21.60	0.002	7	0.08	426		
	Yawls and cabin boats	Out board	2S	2003/44	20	36.17	0.002	3	10	791		
				Conv.	20	170.45	0.002	3	10	791		
			4S	2003/44	20	12.60	0.002	10	0.08	426		
				Conv.	20	12.60	0.002	10	0.08	426		
	Sailing boats (< 26 ft)	Out board	2S	2003/44	10	42.61	0.002	2	10	791		
				Conv.	10	254.69	0.002	2	10	791		
			4S	2003/44	10	21.60	0.002	7	0.08	426		
				Conv.	10	21.60	0.002	7	0.08	426		
	Speed boats	In board	4S	2003/44	90	9.00	0.002	12	0.08	426		
				Conv.	90	9.00	0.002	12	0.08	426		
			Out board	2S	2003/44	50	31.51	0.002	3	10	791	
					Conv.	50	170.45	0.002	3	10	791	
		Out board	4S	2003/44	50	12.60	0.002	10	0.08	426		
				Conv.	50	12.60	0.002	10	0.08	426		
			Water scooters	Out board	2S	2003/44	45	31.91	0.002	3	10	791
						Conv.	45	170.45	0.002	3	10	791
	4S	2003/44			45	12.60	0.002	10	0.08	426		
		Conv.			45	12.60	0.002	10	0.08	426		
	Diesel	Motor boats (27-34 ft)	In board	2003/44	150	1.67	0.002	8.6	1	275		
				Conv.	150	1.97	0.002	8.6	1.2	275		
Motor boats (> 34 ft)		2003/44		250	1.58	0.002	8.6	1	275			
		Conv.		250	1.97	0.002	8.6	1.2	275			
Motor boats (< 27 ft)		2003/44		40	1.77	0.002	9.8	1	281			
		Conv.		40	2.17	0.002	18	1.4	281			
Motor sailers		2003/44		30	1.87	0.002	9.8	1	281			
		Conv.		30	2.17	0.002	18	1.4	281			
Sailing boats (> 26 ft)		2003/44		30	1.87	0.002	9.8	1	281			
		Conv.		30	2.17	0.002	18	1.4	281			

Source: Winther & Nielsen, 2006

BC fraction of PM (f-BC); Diesel: 0.55, Gasoline: 0.05. Source: for further information see Appendix A

Figura 16 tabella fattori di emissione EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013

Le navi in porto sono state così suddivise secondo la potenza del motore

Tabella 13 potenza dei motori per le imbarcazioni dello studio.

classe	m	num	alimentazione	potenza
				(kW)
I	6,5	16	diesel	40
II	8	20	diesel	150

III	9,5	9	diesel	150
IV	11	7	diesel	250
V	12	33	diesel	250

Per determinare valori rappresentativi delle emissioni è stato fatto riferimento alle modalità operative delle barche. Una volta risalito il fiume Magra le barche effettuano soltanto due principali operazioni: *maneuvering*, cioè manovre di ingresso ed uscita dal porto e *hotelling* ovvero stazionamento in banchina.

Per le percentuali di tempo di ogni attività è stato preso a riferimento quanto riportato nella tabella 2 dell'articolo "*An Investigation on the Effects of Ship Sourced Emissions in Izmir Port, Turkey*" [Halil Saraçoğlu, Cengiz Deniz, and Alper Kalç](#), che indica una percentuale pari al 20% per lo stazionamento ed al 40% per le manovre

Table 2

Load factors of main engine and generators according to operational modes.

Operational mode	Main engine load	Generator load
Cruising	%40	%30
Maneuvering	%40	%50
Hotelling	%20	%40

È stato considerato quindi che le operazioni di ingresso ed uscita dal porto per ogni barca durino al massimo 30 minuti per le barche di più grandi dimensioni e 10 minuti per le barche piccole, mentre le operazioni di *hotelling* siano limitate ad 1 ora dal momento che tutte le barche vengono poi collegate alla rete elettrica di banchina e quindi non tengono accesi i motori. Inoltre si considera che tutte le barche si muoveranno in un totale di 16 su 24 ore solo nel week end. Il dettaglio delle ipotesi nelle tabelle seguenti.

Tabella 14 tempi e operatività nelle fasi di navigazione interne alla Marina.

	Manovra	Hotelling	Manovra	Hotelling
CLASSE	tempo	tempo	Potenza	Potenza
imbarcazione	ore	ore	%	%
I	0,1	0,0	40	20
II	0,2	0,0	40	20
III	0,2	0,0	40	20
IV	0,5	1,0	40	20
V	0,5	1,0	40	20

Le emissioni dei principali inquinanti nel porto, con le ipotesi fatte in precedenza, risultano in totale quindi quelle della tabella seguente:

Tabella 15 emissioni totali da natanti.

VOC	NH3	NOX	PTS
kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
1,39E-01	1,41E-04	6,06E-01	8,44E-02

Il processo di valutazione dell'impatto atmosferico ha visto la verifica dell'entità degli impatti conseguenti all'utilizzo del porto turistico attraverso la valutazione delle emissioni derivanti dall'operatività delle barche presenti.

La valutazione delle emissioni è stata svolta tenendo conto di diverse ipotesi sia in merito alle caratteristiche delle barche stesse, sia al tempo di utilizzo e alle modalità operative, ritenute coerenti con la realtà. Le emissioni totali ottenute dalla stima risultano confrontabili con quelle derivanti dal traffico indotto dal porto turistico, simulate in questo studio.

Si ritiene quindi che anche l'esercizio del porto stesso per le attività di manovra e sosta delle barche, con i tempi considerati e lo svolgimento di tali attività solo nel periodo di week end, possa considerarsi come un impatto non critico sulla qualità dell'aria e sui recettori più prossimi.

6.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI per la FASE di CANTIERE

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NO_x e CO);
- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti.

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- dalle attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- dalla movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulla viabilità esistente e sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione ai fabbisogni dei cantieri stessi.

L'area in cui si colloca il progetto fa riferimento ad una superficie complessiva disponibile di 35.476 mq con una potenzialità di realizzazione di uno specchio d'acqua attrezzato per l'ormeggio delle imbarcazioni di superficie complessiva pari a 14.190 mq, idoneo a ospitare 95 posti barca. Il progetto prevede l'effettiva realizzazione di 13.000 mq di bacino per ospitare 85 posti barca PE12.



Figura 17 area di cantiere

I volumi di scavo complessivo ammontano a 61.652 mc di cui 6.119 mc sono risistemati nell'ambito del Piano Particolareggiato per la realizzazione della Marina e, in particolare, per la realizzazione della viabilità a servizio dell'impianto nautico e dei parcheggi pertinenziali e pubblici.

La differenza fra i volumi scavati e quelli ricollocati in loco o nelle immediate pertinenze è pari a 55.533 mc e dovrà essere gestito coerentemente all'art. 10 delle NTA PAI del F. Magra che individua le modalità per l'asportazione di sedimenti da alvei ed aree inondabili.

Modalità di scavi

Per ridurre al minimo lo stoccaggio dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e per ottimizzare l'impiego delle macchine per movimento terra, è stata svolta un'analisi dettagliata delle produzioni orarie e giornaliera dei mezzi di lavoro. Tale analisi ha permesso di stilare un timing di dettaglio relativo alle seguenti lavorazioni:

- a) *Scotico dell'area di scavo;*
- b) *Scavo dell'area di scavo;*
- c) *Trasporto del materiale scavato;*
- d) *Riposizionamento del terreno per rimodellamenti morfologici nell'area del PUA.*

Tali lavorazioni verranno eseguite mediante l'impiego di:

- o N°1 Pala cingolata caricatrice da 170 HP, che eseguirà:
 - Scotico dell'area di scavo;
 - Riposizionamento del terreno nell'area di scavo.
- o N°1 Escavatore cingolato con massa di 330 Q, che eseguirà:
 - Scavo dell'area di scavo.
- o N°3 Autocarri con semirimorchio da 300 Q, che eseguiranno:
 - Trasporto del materiale scavato.

Produzioni delle macchine

Escavatore cingolato

Da dati e studi di letteratura si deduce che la produzione oraria di un Escavatore cingolato con massa di 330 Q è pari a circa 200 mc/h e quindi a 1600 mc/gg.

Tali risultati si ottengono partendo dai seguenti dati:

- Capacità della benna dell'escavatore: *2 mc*
- Numero medio di spostamenti in 1 h: *10*
- Tempo medio per spostamento: *50 s*
- Tempo medio per scavo e carico autocarro a fianco: *25 s*
- Coefficiente di produttività in ragione delle condizioni di cantiere: *1.15*
- Rendimento generale: *0.7*

La produzione orario si ottiene moltiplicando la capacità della benna per il numero di operazioni di scavo e carico in 1 h per il coefficiente di produttività e per il rendimento generale.

Autocarro

Autocarri con semirimorchio da 300 Q possono caricare in cantiere fino a circa 17 mc di terra. Nel punto precedente abbiamo stimato che la produzione oraria di un Escavatore cingolato con massa di 330 Q è pari a circa 200 mc/h, quindi un autocarro da 17 mc verrà riempito in poco più di 5 minuti.

La distanza media che dovrà percorrere un autocarro per trasportare il materiale scavato non riutilizzato in sito è pari a circa 20 km. Supponendo una velocità media di 40 km/h, il tempo impiegato da un autocarro a compiere un viaggio di andata e ritorno è di circa 30 minuti, quindi in 1 h un autocarro potrà effettuare circa 1 cicli di carico e trasporto.

Per ottenere i 12 carichi all'ora garantiti dall'escavatore, che produce circa 200 mc/h, dovranno essere impiegati 12 autocarri.

Pala cingolata

Da dati di letteratura si considera che una Pala cingolata caricatrice da 170 HP movimenti 150 mc/h, per distanze medie di spostamento di 45 m. Applicando un coefficiente moltiplicativo pari a 0.87, che tiene conto delle perdite di tempo per tempi morti e spostamenti, si ottiene una produzione oraria di circa 130.5 mc/h e quindi una produzione giornaliera di circa 1044 mc/gg. Lo spessore del materiale di ricoprimento superficiale è circa 1 m, quindi la produzione giornaliera per unità di superficie è di circa 1000 mq/gg.

L'altezza media di scavo nell'area di scavo è pari a 5.0 m, quindi per garantire lo scavo giornaliero, pari a 1600 mc/gg, è necessario in media scoticare con la pala circa 400 mq. Si ottiene, quindi, che una pala, rimuovendo il primo metro di terreno di riporto per 1 giorno, permette di lavorare una superficie tale da garantire circa 2.5 giorni di scavo (1000 mq/gg / 400 mq).

Cronoprogramma

Alla luce dei mezzi a disposizione e delle loro rispettive produzioni, si è deciso di stilare un cronoprogramma settimanale delle lavorazioni di scotico dell'area di scavo, trasporto del materiale scavato e riposizionamento del terreno per la formazione di riporti.

Tutta l'area di scavo viene suddivisa in celle di lavorazione corrispondenti a 1 settimana di scavo (5 giorni lavorativi), quindi ciascuna area avrà un volume di scavo di circa 8000 mc (1600 mc/gg x 5 gg).

Con le produzioni sopra descritte, per rimuovere il primo metro all'interno della cella (o per riposizionare il terreno per i riporti), la pala cingolata dovrà lavorare per 2 giorni.

Per tutti i 5 giorni lavorativi della settimana l'escavatore scaverà la cella "N+1" (precedentemente scoticata) ed i 12 autocarri trasferiranno il materiale dalla zona di scavo alla zona di realizzazione dell'argine.

La pala, invece, impiegherà i primi 2.0 giorni della settimana per scoticare la cella; infine impiegherà gli altri 2.0 giorni della settimana lavorativa riposizionando il terreno per i riporti.

La settimana successiva l'escavatore passerà a scavare la cella "N+1" scoticata la settimana precedente, mentre la pala prima scoticherà la cella "N+2" e infine riposiziona il terreno vegetale nella cella "N" scavata la settimana precedente.

L'organizzazione dello scavo e dello scotico sopra descritto permette di annullare i tempi di accumulo del materiale scavato, poiché questo viene direttamente caricato sugli autocarri e trasportato nelle aree dove verrà utilizzato per la realizzazione delle arginature che, come già descritto anche in precedenza, vengono eseguiti con una produzione giornaliera di circa 1600 mc/gg pari alla produzione dello scavo.

6.3 INQUINANTI CONSIDERATI NELL'ANALISI MODELLISTICA

Le operazioni di lavorazione, scavo e movimentazione dei materiali, ed il transito di mezzi meccanici ed automezzi utilizzati per tali attività, possono comportare potenziali impatti sulla componente in esame in termini di emissione e dispersione di inquinanti. In particolare nel presente studio, in riferimento alla loro potenziale significatività, sono stati analizzati:

- polveri (il parametro assunto come rappresentativo delle polveri è il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso);
- ossidi di azoto (NOx);
- monossido di carbonio (CO), e Benzene

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei i parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

In particolare, con riferimento agli ossidi di azoto (NOX) è necessario fare delle precisazioni, per le quali si rimanda al paragrafo 6.3.1.

Tuttavia, come precedentemente indicato, l'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri di costruzione sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente

dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna.

6.3.1 MECCANISMI DI FORMAZIONE DELL'NO₂

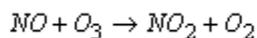
Gli ossidi di azoto NO_x sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO₂, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NO_x e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N₂ e O₂) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NO_x) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

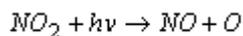
- temperatura di combustione : più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione : maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma : più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO₂ dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO₂ (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O₃). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

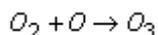
- l'O₃ reagisce con l'NO emesso per formare NO₂ e O₂



- le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni $h\nu$ di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO₂ producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria. Tuttavia in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

6.4 APPROCCIO METODOLOGICO

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" recentemente redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali pulverulenti in genere, e le azioni e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors¹) ai quali si rimanda per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo, e qualora sorgessero dubbi interpretativi.

Le linee guida ARPAT sono suddivise principalmente in due capitoli: nel Capitolo 1 sono analizzate le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale ed adattato dove possibile alla realtà locale. Nel Capitolo 2 sono presentate delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente. Tale conclusione deriva dall'analisi effettuata tramite l'applicazione di modelli di dispersione; i cui risultati indicano che al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM10 dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NOx e non NO2. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO2 e non come NOx.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO2 a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NOx. E' difficile prevedere la percentuale di NO2 contenuta negli NOx, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O3) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Tuttavia, come è possibile riscontrare nei paragrafi che seguono, anche si assumesse che il rapporto NO2/NOx è pari a 1 (situazione limite poco probabile), ovvero che tutti gli NOx sono costituiti interamente da NO2, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 – “Miscellaneous Sources” Paragrafo 13.2 – “Introduction to Fugitive Dust Sources” presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

1. Paved Roads: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);
2. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
3. Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
4. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
5. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
6. Escavazione (EPA AP-11.9.2)

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte.

Sono state inoltre considerate le attività di escavatori, pale e trivelle all'interno dell'area di cantiere, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere (assimilabili a sorgenti di emissione puntuali) sia dei mezzi pesanti in transito sui tronchi di viabilità principale (intesi come sorgenti di emissione lineari).

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);

Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività.

Come già accennato per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di lavorazione previste;
- Aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali;
- Attività di scavo (escavatore) e caricamento dei materiali sui camion;
- Transito mezzi su piste non asfaltate: ai fini della simulazione si considera che tutte le piste di cantiere percorse dai mezzi di interne al cantiere siano non pavimentate, non è prevista asfaltatura della strade interne al cantiere.
- N.ro mezzi meccanici / giorno su ogni cantiere: si assume la presenza giornaliera di 2 mezzi N.ro 8 ore lavorative / giorno.

6.5 STIMA DELLE EMISSIONI

Le tre principali tipologie di emissioni di inquinanti sono:

- Emissioni particellari dovute alle lavorazioni per la realizzazione dell'opera: quali scavo carico/scarico del materiale, formazioni e stoccaggio di cumuli, trasporto del materiale su aree pavimentate;
- Emissioni aeriformi e particellari dovute al traffico indotto dalle aree di cantiere per conferimento dei materiali.
- Emissioni derivanti dalla messa in esercizio dell'opera, in modo particolare il traffico sulle strade locali di chi fa uso dell'opera stessa

6.5.1 Calcolo dei fattori di emissione specifici

In questo paragrafo si elencano, per le singole lavorazioni i fattori di emissione selezionati.

ATTIVITÀ DI SCAVO

Per le operazioni di scavo con mezzo attrezzato è stato fatto riferimento al fattore di emissione delle operazioni di scavo previsto in "13.2.3 Heavy construction operation" e riportato in appendice B delle LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DI POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI PRODUZIONE, MANIPOLAZIONE, TRASPORTO, CARICO O STOCCAGGIO DI MATERIALI POLVERULENTI L'emissione oraria stimata per questa fase è quindi pari a 0.02394 kg/h di PM10. Le ore di lavorazione sono poi calcolate in base al quantitativo giornaliero di materiale previsto dal programma dei lavori.

Nella stessa ora di attività il mezzo effettua anche lo sbancamento di materiale. Per la fase di sbancamento o estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione; considerando che il materiale estratto è bagnato, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer, and Storage in "Industrial Sand and Gravel", pari a 1.30×10^{-3} lb/tons di PTS equivalente a 3.9×10^{-4} kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10.

Anche per la fase per le necessarie sistemazioni che richiedono opere di rinterro con mezzi meccanici e d'opera è stato fatto riferimento allo stesso fattore emissivo dello sbancamento.

Al fine di valutare le emissioni di PM10 delle operazioni si di scavo relative alla realizzazione dell'area attrezzata per le imbarcazioni e per la fase di rinterro, si è fatto riferimento al fattore di emissione di seguito mostrato in tabella.

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/h	NOTE
scavo	PM10	0.02394	Linee guida ARPAT

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/ton	NOTE
Sbancamento	PM10	0.00039	SCC SCC 3-05-027-60 Riferimento AP42 Chapter 13.23 - Table 13.2.3-1 rif 11.9.1
rinterro	PM10	0.00039	SCC SCC 3-05-027-60 Riferimento AP42 Chapter 13.23 - Table 13.2.3-1 rif 11.9.1

UNPAVED ROADS - MEZZI IN TRANSITO SU STRADE NON PAVIMENTATE

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali ecc...) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

(eq.4: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 0.423 per il PM10;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 24

Il sollevamento di particolato dalle strade non asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione Eext per l'indicatore di attività A (cfr. eq.1). Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi.

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/km*veic	NOTE
transito dei mezzi sulle strade non pavimentate	PM10	0.429	Riferimento AP42 13.2.2 "Unpaved road"

ATTIVITÀ DI CARICO DEL MATERIALE

Per le operazioni relative al "carico camion" del materiale da scavo può essere eventualmente utilizzato facendo riferimento al capitolo 13.2.3 del manuale AP42 il codice SCC 3-05-010-37 "Truck Loading: Overburden" presente per il settore "Coal Mining, Cleaning and Material Handling" del capitolo 11.9, corrispondente alla fase di carico del materiale superficiale rimosso dallo scotico. Osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM10 e PTS, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM10 dell'ordine del 60% del PTS.

Il fattore di emissione espresso in Kg per ogni tonnellata di materiale caricato è pari a 0.0075 per il PM10

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/ton	NOTE
Carico dei camion	PM10	0.0075	SCC 3-05-010-37

			Riferimento AP42 Chapter 13.23 - Table 13.2.3-1 rif 11.9.1
--	--	--	--

FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di formazione e stoccaggio cumuli prende in considerazione le attività di sollevamento delle polveri per via eolica dei cumuli (si sottolinea che tale circostanza risulta in realtà considerata a scopo cautelativo) ed è il seguente:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

k = costante adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:

k= 0.35 per il calcolo di PM10

U = velocità media del vento (m/s)

M = umidità del materiale accumulato (%)

La suddetta formula empirica garantisce una stima attendibile delle emissioni considerando valori di U e M compresi nel range di valori (ben rappresentativo della situazione oggetto di studio) specificati nella tabella seguente.

PARAMETRO	RANGE
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Nel caso in esame, la velocità del vento è stata cautelativamente assunta pari a 2.1 m/s: tale valore descrive la peggiore situazione riscontrabile in sito, compatibilmente con il range sopra riportato.

Tale valore appare ampiamente cautelativo. L'umidità del materiale è assunta pari a 4,8%.

Le quantità di materiale da movimentare sono state individuate dall'analisi congiunta degli elaborati e planimetrie di progetto. Si riportano di seguito i fattori di emissione associati alle operazioni di movimentazione e formazione cumuli del materiale per rinterro:

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/ton	NOTE
Movimentazione del materiale per rinterro	PM10	0.001685	par 1.3 LG ARPAT Riferimento AP42 Chapter 13.24 - Table 13.2.3-1 rif 11.9.1

TRAFFICO DI MEZZI PESANTI NELLE AREE PAVIMENTATE

Al fine di calcolare il contributo in termini di emissioni da risollevarimento delle polveri dalle strade pavimentate/asfaltate di collegamento tra la linea di lavorazione e l'area di stoccaggio del materiale:

$$E = k \cdot (sL)^{0.91} \cdot (W)^{1.02} \quad [\text{g/km}]$$

dove:

- K = fattore moltiplicativo per le polveri tabella Table 13.2.1-1. PARTICLE SIZE MULTIPLIERS FOR PAVED ROAD EQUATION.
- W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t)
- sL = contenuto del limo dello strato superficiale della strada (gr/m2)

Nello specifico caso si sono utilizzati i seguenti parametri per calcolare il fattore di emissione:

AP42 - 13.2.1.3 Predictive Emission Factor Equations

k	[gr/Vkt]	0.62	per le PM10
sL	gr/m2	0.2	

W ton 28.0
EF [gr veicolo /km] 4.28 PM10

OPERAZIONE	INQUINANTI	kg/veic * km	NOTE
Risospensione di polvere da piste pavimentate	PM10	0.00428	AP-42, Section 13.2.1

Considerando che la terra scavata ha una umidità elevata si considera il termine di risollevarmento del particolato da mezzi pesanti su piste pavimentate trascurabile in questo contesto.

EMISSIONI da GAS di SCARICO di CAMION e MACCHINE OPERATRICI

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, oltre al parametro PM10 si aggiungono anche gli NOx, tipici inquinanti da traffico veicolare. Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = HP \times LF \times EFi$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];
 HP = potenza massima del motore [kW];
 LF = load factor;
 EFi = fattore di emissione medio del parametro i – esimo [g/kWh].

Per il load factor LD nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più.

I fattori di emissione utilizzati per i macchinari presenti nei cantieri in oggetto, in relazione ai parametri di interesse, sono:

- FE = 0,0408 g/s per NOx
- FE = 0,0012 g/s per PM10
- FE = 0,0175 g/s per CO
- FE = 0,0058 g/s per Benzene

Anche i gas di scarico dei camion che transitano sulle piste interne ed esterne al cantiere costituiscono una sorgente di emissione. Il fattore di emissione derivato dal volume CORINAIR specifico COPERT IV (fonte sinanet fattori di emissione traffico 2014), legato agli automezzi, intesi come sorgente di emissione lineare mobile, vale:

- FE = 5,071 g/ veic km per NOx
- FE = 0,170 g/ veic km per PM10
- FE = 1,360 g/ veic km per CO
- FE = 0,00017 g/ veic km per C6H6

Il fattore di emissione espresso in [g/s] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE sopra indicato [g/ veic km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli in transito giornalmente sullo stesso.

6.5.1 Mitigazioni

Per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere del presente progetto, è stato effettuato uno studio previsionale tramite modello di simulazione, applicato alle fasi di lavoro maggiormente critiche per l'emissione degli inquinanti, al fine di verificare gli impatti prodotti da tali attività sulla qualità dell'aria nella zona ad essi circostante.

Vista l'entità delle emissioni connesse in particolare al transito dei mezzi sulle piste non pavimentate, sono stati previsti interventi di bagnatura per la riduzione delle emissioni. In particolare, si ritiene di dover applicare la bagnatura di tutte le aree di cantiere al fine di abbattere le polveri al suolo e contenerne la dispersione in atmosfera.

L'influenza della presenza di opportune misure di mitigazione si traduce in una riduzione del fattore di emissione precedentemente calcolato. L'approccio seguito in questo caso è quello del National Pollutant Inventory – Emission Estimation Technique Manual for Concrete Batching and Concrete Product Manufacturing, il quale al paragrafo 3.4.2. stabilisce dei fattori di riduzione (Reduction Factors, RF) da applicare ai fattori di emissione, in funzione della misura di mitigazione prevista. Per gli interventi di mitigazione previsti in questo caso i fattori di riduzione valgono:

- 0,5 con bagnatura (water sprays)

Secondo quanto proposto dalle “Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. Per il progetto in questione si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 75%, effettuando il trattamento ogni 8 ore (ossia una volta al giorno) ed impiegando circa 1 l/m² per ogni ogni trattamento.

Tabella 16 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un valore di traffico medio orario > 10

Efficienza di abbattimento					
Quantità media del trattamento applicato I (l/m²)	50%	60%	75%	80%	90%
0.1	2	1	1	1	1
0.2	3	3	2	1	1
0.3	5	4	2	2	1
0.4	7	5	3	3	1
0.5	8	7	4	3	2
1	17	13	8	7	3
2	33	27	17	14	7

Il fattore di emissione da utilizzare per le simulazioni modellistiche è allora dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato, moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione, cioè:

$$FE_{\text{tot ridotto}} = FE_{\text{tot}} * \% * I$$

6.6 EMISSIONI TOTALI

Per la valutazione delle citate emissioni si è fatto riferimento alla metodologia precedentemente citata. In particolare si sono utilizzati i fattori di emissione, ricavati dai documenti tecnici citati nel paragrafo precedente per le tre tipologie di lavorazioni: lavorazione: attività nell'area di cantiere e trasporto del materiale su gomma da dall'area di lavoro.

Per il progetto in questione si sono acquisiti i computi delle terre, elaborati in fase progettuale, ed utilizzati per il calcolo sia dei transiti di mezzi pesanti che per la stima delle emissioni di polveri e gas inquinanti dalle operazioni di cantiere.

Nel paragrafo seguente si mostra in tabella i risultati dei calcoli effettuati con la stima delle emissioni.

Per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria dell'opera in esame che necessita del calcolo delle emissioni e la valutazione numerica con il codice di calcolo di dispersione si è provveduto a simulare lo scenario relativo alla successione delle operazioni in un periodo di circa 3 mesi come da cronoprogramma di progetto.

In alcuni casi particolari, si è provveduto anche a valutare situazioni specifiche relative alla presenza di aree sensibili relativamente al potenziale impatto sulla qualità dell'aria ed in particolare le aree della rete NATURA 2000 presenti.

6.6.1 Emissioni Totali

Le emissioni totali per il cantiere da realizzare per la realizzazione della nuova area attrezzata per imbarcazioni è descritto in planimetria di progetto e determina delle emissioni totali come riportato nella seguente tabella. Il calcolo delle emissioni orarie, necessarie per l'applicazione del codice di calcolo per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria è stato calcolato su un periodo di 3 mesi pari a 66 giorni di lavoro considerando un numero di ore pari a 8 lavorate nella singola giornata.

<u>LAVORAZIONE di CANTIERE</u>	UM	Fattore Emissione	Riferimento Letteratura	Quantitativi Materiale [t/h]	Emissioni PM10 [g/h]
Scavo del materiale	kg/h	0.02394	Linee guida ARPAT	198.5	23.94
Sbancamento	kg/t	0.00039	SCC 3-05-027-60	198.5	77.4
Accumulo materiale per rinterro	kg/t	0.00168	AP42 par 13.2.4	19.7	33.1
Carico camion	kg/t	0.0075	SCC 3-05-010-37	178.8	1341.0
Transito su strade non pavimentate	[kg/veic*km]	0.429	AP42 par 13.2.2	198.5	302.0
Ripristino	kg/t	0.00039	SCC 3-05-027-60	19.7	7.7
totale					1785.2 g/h
<u>TRASPORTO MATERIALE SU STRADA</u>	UM	Fattore Emissione	Riferimento Letteratura	n° veicoli/g	Emissioni PM10 [g/km*h]
uscita dal cantiere	[g/veic*km]	0.170	COPERT IV	96	2.04
entrata al cantiere	[g/veic*km]	0.170	COPERT IV	96	2.04
Risospensione polvere per transito camion	[g/veic*km]	4.28	AP-42, Section 13.2.1	96	Trascurabile data l'elevata umidità del terreno

Nei tratti interni ed esterni all'area di cantiere si sono valutate anche le emissioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio e benzene dovuti all'utilizzo dei mezzi meccanici.

7.0 CONFIGURAZIONE DEL CODICE

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito nella tabella e predisponendo i necessari dati di ingresso per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2011. Nella seguente tabella sono descritti i parametri utilizzati per le simulazioni con i codici meteorologico CALMET, di dispersione degli inquinanti CALPUFF e di post processamento dei dati CALPOST.

Tabella 17 Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM

<i>Input</i>	<i>Simulazioni</i>
Periodo	anno solare 2012
Dominio di calcolo meteorologico	griglia di calcolo di 10 celle per 10 celle di passo 1.0 km per una estensione del dominio di 10 km in direzione N-S e 10 km in direzione E-W.
Dominio di calcolo per la dispersione	Griglia di calcolo di 40celle per 30 celle di passo 50 metri per una estensione di circa 1.5 km in direzione N-S e 2 km in direzione E-W
Emissioni Gas e Polveri	Le emissioni sono state calcolate secondo quanto riportato nel capitolo 6 e descritte nel modello come: <ul style="list-style-type: none"> - sorgenti areali (emissioni dall'area di stoccaggio delle terre di scavo) - sorgenti volumetriche (emissioni da mezzi d'opera o lavorazioni di cantiere e da traffico indotto)
Meteorologia	Il file SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. registrati dalla stazione di Luni (Areeanoutisa Militare). Il file UPAIR.DAT: i dati in quota sono stati utilizzati dati relativi a sondaggi resi disponibili dalla banca dati di un modello meteorologico previsionale.
<i>Simulazioni</i>	
Meteorologia CALMET	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2012: 8760 ore).
Dispersione CALPUFF	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2012: 8760 ore). Le simulazioni sono state effettuate considerando la deposizione secca (dry depositino).
<i>Output</i>	
CALPOST	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di tutti gli inquinanti considerati nei vari scenari emissivi calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza di punti selezionati come "sensibili" che su di un set di punti griglia "recettori grigliati" tali da ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

7.1 OROGRAFIA

La base di dati cartografica è stata elaborata per creare un dominio di circa 10km per 10km costituito da una griglia regolare di dimensioni pari a 10 celle (NX) per 10 celle (NY) di passo 1000m per le simulazioni con CALMET mentre si è innestata una griglia di calcolo di 40celle per 30 celle di passo 50 metri per una estensione di circa 1.5 km utilizzata per le simulazioni con il codice CALPUFF per il quale si è utilizzata la configurazione con terreno complesso.

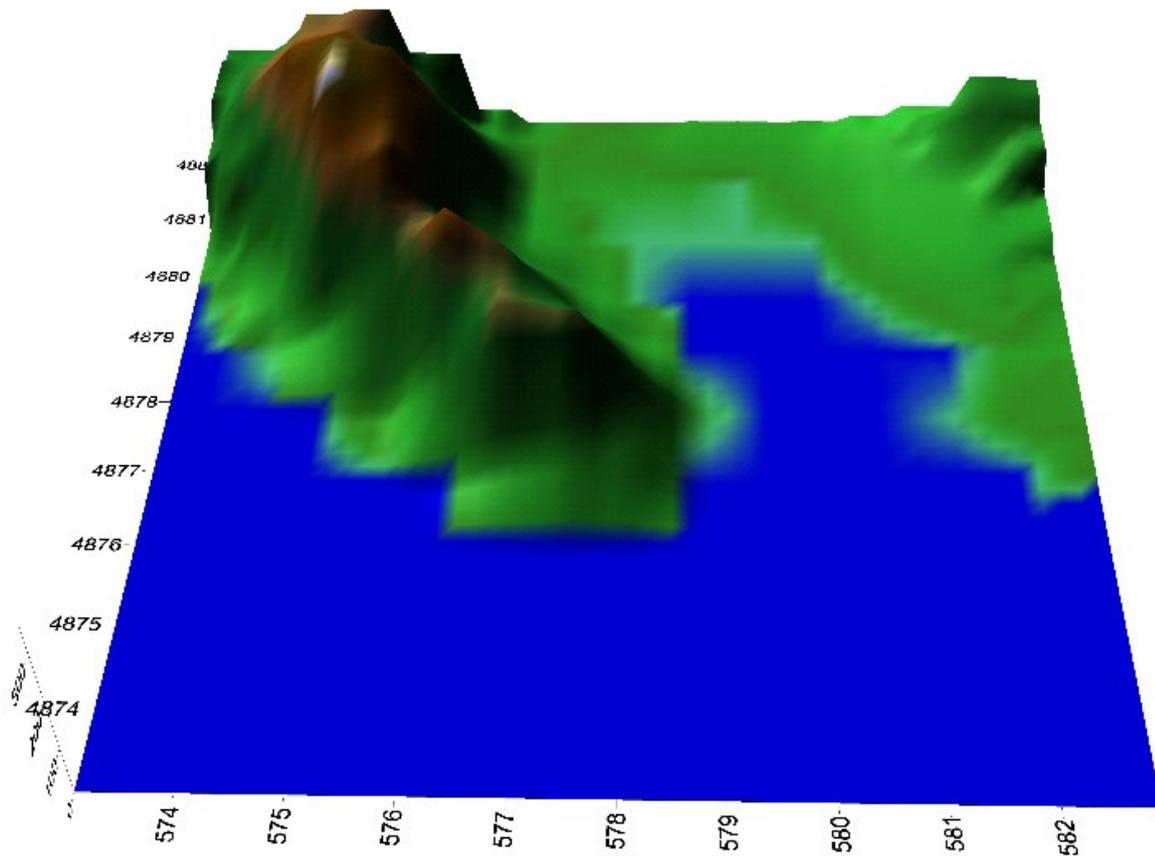


Figura 18 Orografia del dominio di calcolo implementata nel codice CALPUFF

7.2 CALCOLO DEI PARAMETRI METEREOLGICI

Come precedentemente citato è stato configurato il codice CALMET su di una griglia di calcolo di 10 celle per 10 celle di passo 1.0 km per una estensione del dominio di 10 km in direzione N-S e 10 km in direzione E-W tale da comprendere la realtà morfologica dell'area.

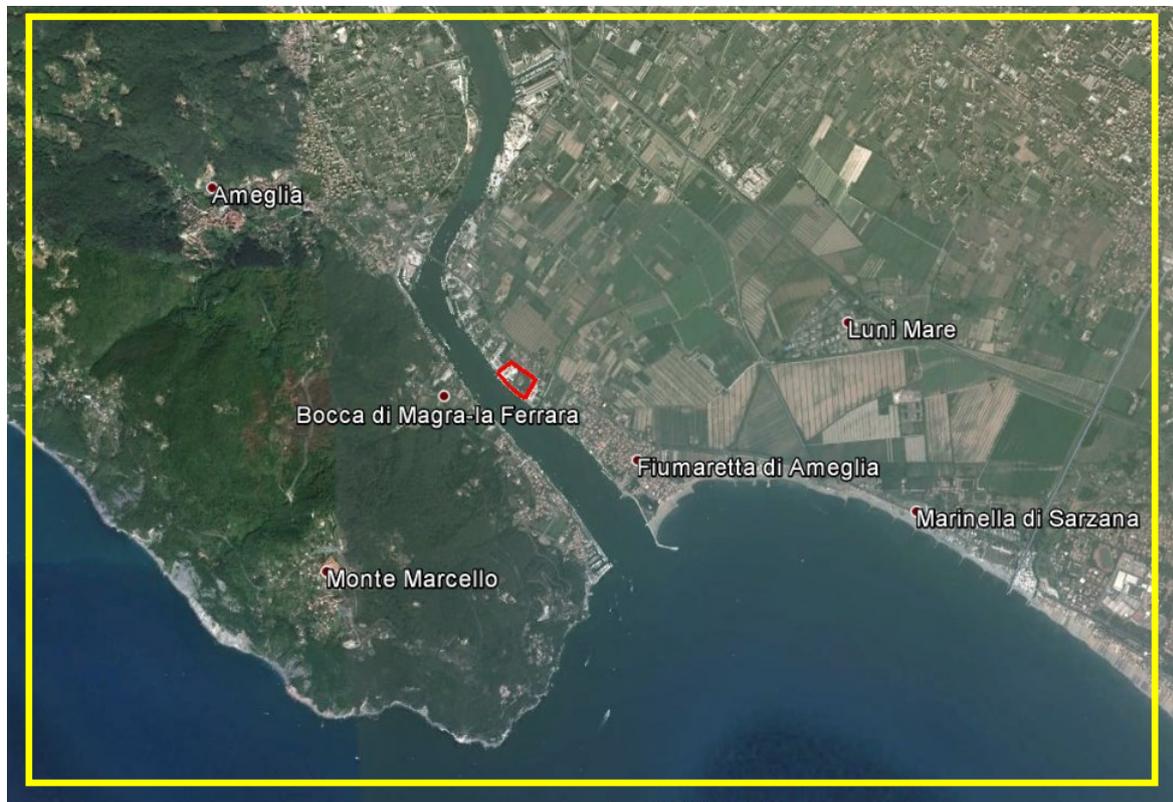


Figura 19 dominio di calcolo meteorologico per la simulazione con CALMET per l'anno solare 2012.

7.2.1 *Campo di vento 3D*

7.3 CAMPO DI VENTO

Come prima cosa, tramite il processore diagnostico CALMET, si è provveduto a ricostruire il campo di vento tridimensionale (3D) che insiste sull'area per l'intero anno 2012.

Dai risultati riportati, ad esclusivo titolo di esempio, si mostrano in figura, tre esempi di campo di vento 3D ricostruito nel dominio grazie al preprocessore CALMET compreso nel codice CALPUFF model system.

Il primo riporta un caso in cui i venti provenienti da E si incanalano verso NE in prossimità del promontorio del Monte Marcello assumendo a del golfo un vento prevalente di provenienza tipo SE. Il secondo caso, Figura 20, descrive un vento prevalente da NO che prende due differenti direzioni in prossimità del promontorio. Infine, il terzo caso riportato in Figura seguente, descrive un fenomeno per cui il vento con provenienza da NE si incanala prendendo una direzione verso sud.

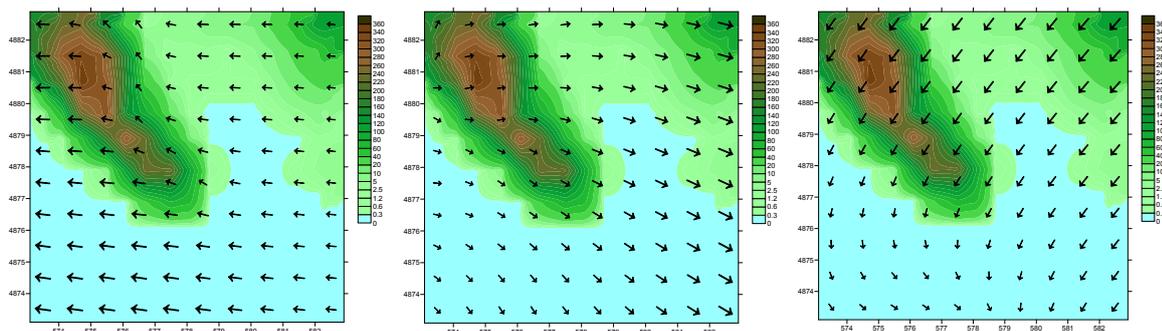


Figura 21 Esempi campo di vento

In conclusione il codice CALMET, così configurato, riesce a ricostruire la struttura complessa del campo di vento 3D dell'area in esame permettendo di avere a disposizione degli input congruenti per la successiva elaborazione della dispersione delle polveri.

Classi di Stabilità

Il codice di calcolo CALMET ha stimato una preponderanza di classi D per il 47.4% delle ore dell'anno 2011 con un contributo non trascurabile pari al 16% circa delle classi E e al 15% della classe B

Tabella 6.3.1 a frequenza di accadimento delle classi di stabilità, parametro 2D.

PG	Numero di ore 2011.	%
A	149	1.7%
B	1335	15.2%
C	1032	11.8%
D	4155	47.4%
E	1419	16.2%
F	669	7.6%
Totale	8759	100.0%

Tabella 18 frequenza di accadimento delle classi di stabilità, per velocità del vento

PG	Totale	Velocità del vento (m/s)											
		< 0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	>10
A	149	14	21	38	76								
B	1335	42	122	542	411	207	11						
C	1032	35	88	333	327	132	98	13	5	1			
D	4155	16	50	230	541	677	524	551	490	344	241	152	339
E	1419			4	68	570	610	167					
F	669	8	21	97	305	238							
Anno	8759	115	302	1244	1728	1824	1243	731	495	345	241	152	339

7.3.1 Altezza strato di mescolamento

L'altezza di mescolamento è stata valutata dal codice CALMET per ogni ora dell'anno solare simulata.

Tabella 19 Altezza dello strato di mescolamento media, per velocità del vento e classe di stabilità

Hmix MEDIA (m s.l.s)	PG	Velocità del vento (m/s)											
		< 0.5	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	>10
A		944	1062	784	664								
B		541	550	551	648	854	1043						
C		378	386	490	567	868	927	1413	1875	2019			
D		366	234	305	373	388	477	631	789	986	1204	1432	2601
E				62	157	236	336	439					
F		50	50	53	111	177							

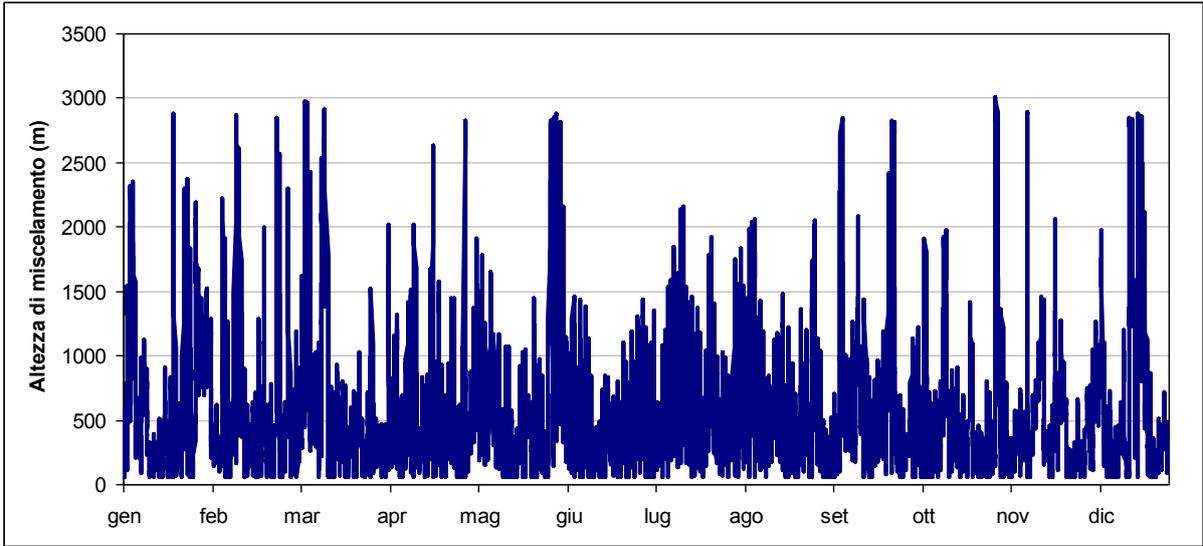


Figura 22 serie temporale su media oraria dell'altezza dello strato di mescolamento

7.4 RECETTORI DISCRETI

Al fine di poter valutare l'impatto sulla qualità dell'aria ed il rispetto dei limiti di legge di qualità dell'aria individuati dal DLgs 155/2010 è stato selezionato sul territorio un significativo numero di recettori per i quali vengono puntualmente calcolati da CALPUFF i valori di concentrazione come richiesto dalla normativa vigente su base oraria, giornaliera ed annuale per tutti gli inquinanti selezionati. Per ognuno degli scenari considerati si riporta di seguito la lista dei recettori selezionati e si rimanda agli allegati per la rappresentazione grafica della loro posizione su base cartografica CTR.

Nel dominio sono stati individuati un numero pari a 20 recettori disposti principalmente attorno all'area di cantiere, nelle aree abitate presenti nei pressi e sul perimetro delle aree protette NATURA 2000 ovvero la SIC IT1345101 Piana del Magra, la SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara e la SIC IT1345109 Montemarcello

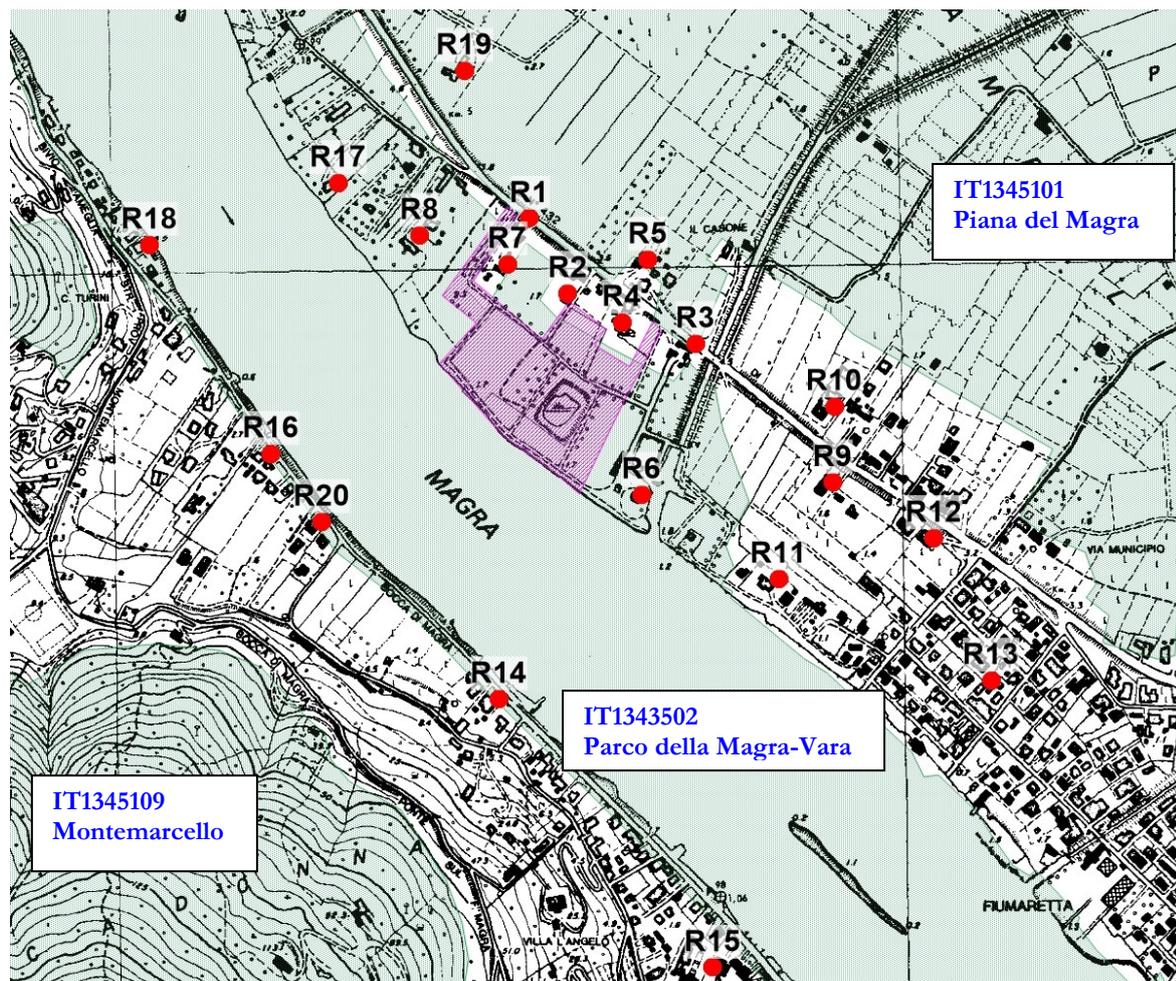


Figura 23 localizzazione recettori discreti

Tabella 20 recettori discreti

recettore	descrizione	WGS84- UTM 32N [m]	WGS84- UTM 32N [m]
R1	Abitazioni	578463	4878876
R2	Abitazioni	578531	4878808
R3	Abitazioni	578675	4878714
R4	Abitazioni	578599	4878769
R5	Abitazioni	578614	4878823
R6	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578606	4878519

recettore	descrizione	WGS84- UTM 32N [m]	WGS84- UTM 32N [m]
R7	Abitazioni	578435	4878817
R8	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578323	4878854
R9	Abitazioni	578850	4878535
R10	Abitazioni	578852	4878633
R11	Abitazioni	578781	4878410
R12	Abitazioni	578979	4878463
R13	Abitazioni	579052	4878279
R14	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578424	4878255
R15	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578697	4877908
R16	Abitazioni	578133	4878572
R17	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578219	4878922
R18	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	577978	4878842
R19	Abitazioni SIC IT1345101 Piana del Magra	578380	4879067
R20	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	578198	4878484

8.0 RISULTATI

8.1 RECETTORI DISCRETI

Per ognuno dei 20 recettori individuati per la valutazione dell'impatto delle emissioni del cantiere e del traffico indotto si sono calcolati i valori massimi orari e giornalieri oltre che alle medie annuali per le polveri PM10, il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto e il benzene e di percentili per PM10 e NOx.

Nelle seguenti tabella si riportano i risultati dell'applicazione del codice CALPUFF per l'anno 2012. sia per le emissioni derivanti dalla fase di cantiere e traffico indotto dal cantiere stesso, sia per la fase di esercizio dell'opera considerando il traffico di veicoli che si riverseranno sulle strade principali della zona.

Tabella 21 risultati delle simulazioni – fase di cantiere - scavi e traffico indotto

Rec	Descrizione	PM10			NOX		CO	C6H6			
		media annuale	Massimo delle medie giorno	90.4° Percentile delle medie giornaliere	media annuale	Massimo delle medie orarie	99.8° Percentile delle medie orarie	media annuale	Massimo delle medie orarie	media annuale	Massimo delle medie orarie
		[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
R1	Abitazioni	3.212	21.967	10.061	1.539	41.960	26.651	0.497	16.742	0.075	4.949
R2	Abitazioni	11.398	35.345	21.492	2.519	45.995	34.255	0.976	19.541	0.268	6.419
R3	Abitazioni	7.117	27.384	16.951	2.095	51.237	40.660	0.749	20.667	0.167	6.169
R4	Abitazioni	10.974	41.257	21.639	2.387	51.281	38.745	0.929	21.270	0.258	6.743
R5	Abitazioni	7.014	25.802	15.303	1.826	46.619	33.387	0.674	19.138	0.165	5.910
R6	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	1.694	28.674	6.681	0.519	61.134	36.875	0.184	24.475	0.040	7.197
R7	Abitazioni	4.821	29.509	13.801	1.473	47.127	30.366	0.522	18.992	0.113	6.239
R8	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	2.579	28.228	8.209	0.758	78.536	32.177	0.271	31.942	0.060	9.691
R9	Abitazioni	1.311	22.719	5.014	0.626	54.735	29.827	0.202	21.884	0.031	6.418
R10	Abitazioni	2.263	20.052	7.539	0.951	51.802	35.348	0.314	19.928	0.053	5.376
R11	Abitazioni	0.799	17.113	3.334	0.336	43.488	24.071	0.111	17.534	0.019	5.710
R12	Abitazioni	0.800	14.486	2.951	0.641	52.072	25.310	0.193	20.051	0.018	5.422
R13	Abitazioni	0.428	9.189	1.401	0.278	32.745	16.115	0.086	12.027	0.010	3.597
R14	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.905	17.352	3.358	0.262	42.728	26.364	0.094	16.893	0.021	4.841
R15	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.307	7.820	1.034	0.128	28.339	9.105	0.042	10.738	0.007	2.796
R16	Abitazioni	0.972	20.753	3.424	0.283	40.116	20.437	0.102	15.935	0.023	4.611
R17	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	1.621	23.790	5.657	0.516	62.106	25.870	0.181	25.864	0.038	8.202
R18	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.858	15.726	3.345	0.267	37.659	16.732	0.094	15.760	0.020	5.042
R19	Abitazioni SIC IT1345101 Piana del Magra	0.978	11.616	3.351	0.600	36.526	14.528	0.186	15.118	0.023	4.741
R20	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	1.282	19.254	4.884	0.336	36.543	21.480	0.124	13.757	0.030	3.971

Tabella 22 risultati delle simulazioni - fase di esercizio emissioni da traffico indotto

Rec	Descrizione	PM10			NOX			CO		C6H6	
		media annuale	Massimo delle medie giorno	90.4° Percentile delle medie giornaliere	media annuale	Massimo delle medie orarie	99.8° Percentile delle medie orarie	media annuale	Massimo delle medie orarie	media annuale	Massimo delle medie orarie
		[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
R1	Abitazioni	0.0496	0.1545	0.0807	0.7112	19.5840	10.2280	1.3188	36.3170	0.0050	0.1379
R2	Abitazioni	0.0315	0.1377	0.0578	0.4515	16.0940	8.9300	0.8372	29.8450	0.0032	0.1133
R3	Abitazioni	0.0453	0.1509	0.0780	0.6497	16.1540	10.1600	1.2048	29.9570	0.0046	0.1138
R4	Abitazioni	0.0284	0.1217	0.0567	0.4077	14.9610	9.9080	0.7560	27.7450	0.0029	0.1054
R5	Abitazioni	0.0329	0.0984	0.0578	0.4724	10.6700	7.4421	0.8760	19.7870	0.0033	0.0751
R6	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0118	0.0925	0.0316	0.1688	13.1960	7.9948	0.3131	24.4720	0.0012	0.0929
R7	Abitazioni	0.0333	0.1337	0.0603	0.4776	15.3280	8.3776	0.8858	28.4260	0.0034	0.1080
R8	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0164	0.1196	0.0381	0.2346	12.4440	7.5147	0.4350	23.0780	0.0017	0.0876
R9	Abitazioni	0.0201	0.1036	0.0431	0.2885	14.3610	8.6368	0.5350	26.6320	0.0020	0.1011
R10	Abitazioni	0.0284	0.1033	0.0514	0.4070	12.9680	8.0085	0.7548	24.0490	0.0029	0.0913
R11	Abitazioni	0.0100	0.0771	0.0262	0.1437	10.7270	7.5346	0.2665	19.8920	0.0010	0.0755
R12	Abitazioni	0.0250	0.1161	0.0513	0.3584	16.4080	10.0150	0.6646	30.4270	0.0025	0.1156
R13	Abitazioni	0.0102	0.0596	0.0274	0.1458	10.4830	6.4264	0.2704	19.4400	0.0010	0.0738
R14	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0055	0.0471	0.0156	0.0792	8.4817	4.9951	0.1470	15.7290	0.0006	0.0597
R15	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0038	0.0340	0.0113	0.0547	6.4561	3.4272	0.1014	11.9730	0.0004	0.0455
R16	Abitazioni	0.0060	0.0483	0.0164	0.0867	7.6581	5.1415	0.1609	14.2020	0.0006	0.0539
R17	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0122	0.0818	0.0298	0.1755	8.4945	6.2655	0.3255	15.7530	0.0012	0.0598
R18	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0062	0.0372	0.0172	0.0885	6.7771	4.2826	0.1642	12.5680	0.0006	0.0477
R19	Abitazioni SIC IT1345101 Piana del Magra	0.0216	0.0723	0.0388	0.3091	10.1700	6.0706	0.5733	18.8610	0.0022	0.0716
R20	Abitazioni SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara	0.0061	0.0506	0.0170	0.0876	8.3110	5.1673	0.1625	15.4120	0.0006	0.0585

8.2 MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE

Per ognuno dei domini di calcolo sono state definite delle griglie di calcolo e delle griglie di campionamento dei risultati della simulazione, così che sia possibile rappresentare i dati di concentrazione degli inquinanti tramite mappe di isoconcentrazione. In allegato alla presente relazione le tavole grafiche con i risultati ottenuti dall'applicazione del codice CALPUFF model SYSTEM agli scenari di simulazione considerati. Le tavole grafiche allegate mostrano i dati di concentrazione stimati dal modello su base di media annuale e massimi orari o giornalieri per gli inquinanti ritenuti maggiormente significativi.

Nello specifico si riportano le seguenti mappe di isoconcentrazione per i due scenari simulati

- Concentrazione media annua e massimo della media giornaliera di PM10
- Concentrazione media annua e massimo della media oraria di NOX

8.3 IMPATTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nei paragrafi che seguono si riporta una stima degli impatti in fase di cantiere e di esercizio per il dominio di studio individuato, derivante dall'analisi modellistica effettuata.

All'interno dei domini di calcolo non sono presenti stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria e pertanto sono stati presi a riferimento i dati registrati nelle stazioni di centraline più prossime come quelli maggiormente rappresentativi, tra quelli disponibili, per svolgere la presente valutazione di impatto. I dati di qualità dell'aria dell'area considerati non rilevano criticità per i superamenti dei limiti imposti per il PM10, NO₂, CO e C₆H₆. Le stime del modello CALPUFF prese in considerazione per la valutazione d'impatto ambientale per la componente aria sono inferiori ai dati mostrati nel capitolo iniziale.

Si riportano quindi, i valori misurati per ogni inquinante registrato dalle stazioni di qualità dell'aria per l'anno 2015, confrontati con i risultati massimi stimati sul dominio di calcolo, ottenuti dalle simulazioni, nell'ottica di valutare l'impatto delle varianti sulla qualità dell'aria

BIOSSODO DI AZOTO (NO_x) espresso in [µg/m³]

Simulazioni	CALPUFF		Stazione qualità dell'aria 2015 - NO ₂	
	Media annuale	99.8°percentile delle medie orarie	Media Annuale (V.L.40 µg/m ³)	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L.18 µg/m ³)
Cantiere e traffico indotto	3.6	54.6	19-34	0-2
Traffico indotto da esercizio	0.7	11.1		

PARTICOLATO (PM10) espresso in [µg/m³]

	CALPUFF		Stazione qualità dell'aria 2015	
	Media annuale	90.4° percentile delle medie giornaliere	Media annuale (V.L.40 µg/m ³)	N° medie giornaliere >50µg/m ³ (V.L.35)
Cantiere e traffico indotto	19.8	32.8	23-25	1-11
Traffico indotto da esercizio	0.05	0.085		

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) espresso in [µg /m³]

Cantiere e traffico indotto	CALPUFF		Stazione qualità dell'aria 2015	
	Media annuale	Massimo Media oraria	Media annuale (V.L.10 mg/m ³)	N° Superamenti della media su 8h (V.L. 10)
Cantiere e traffico indotto	1.5	40.1	0.6	0
Traffico indotto da esercizio	1.3	40.9		

BENZENE (C6H6) espresso in [$\mu\text{g} / \text{m}^3$]

	CALPUFF		Stazione qualità dell'aria 2015
	Media annuale	Massimo Media oraria	Media annuale (V.L.5 mg / m^3)
Cantiere e traffico indotto	0.46	12.9	-
Traffico indotto da esercizio	0.005	0.15	

9.0 CONCLUSIONI

9.1.1 *Impatto da polveri PM10*

Il processo di valutazione dell'impatto atmosferico ha contemplato la verifica dell'entità degli impatti conseguenti alla fase di esecuzione del progetto in esame che prevede la realizzazione di un'area portuale turistica

Le stime prodotte dal modello di calcolo non rilevano criticità rispetto ai limiti di qualità dell'aria per le polveri PM10 che sono rispettivamente il valore di media annuale di $40 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ed il numero di giorni di superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ che non può eccedere il numero di 35 giornate.

In nessuno dei punti recettori individuati, in totale 20 punti identificati nell'area allo studio, si registrano valori di superamento del limite della media giornaliera di PM10 ed inoltre risulta sempre ampiamente rispettato il valore di media annuale. Importante sottolineare come il progetto non impatti significativamente sulle aree naturali protette vincolate presenti nel dominio di calcolo e cioè le tre zone SIC presenti. Infatti, i valori di concentrazione di polveri PM10 annue rilevano in questa area e nei punti recettori individuati, un contributo che non determina impatti significativi nel rispetto dei valori di qualità dell'aria in senso assoluto.

9.1.2 *Impatto da macroinquinanti: CO*

La valutazione dello stato di qualità dell'aria è stata svolta per il monossido di carbonio (CO) in base alla normativa vigente (D.M. 155/2010) che prevede esclusivamente il limite sulla concentrazione media su 8 ore pari a $10 \text{ mg} / \text{m}^3$. Le simulazioni modellistiche, mostrano, per il monossido di carbonio (CO), un impatto (dovuto al traffico dei mezzi pesanti e dai mezzi d'opera) trascurabile in relazione al limite normativo citato.

9.1.3 *Impatto da macroinquinanti: NOx*

La valutazione dell'alterazione dello stato di qualità dell'aria in termini di ossidi di azoto (NOX), è stato svolto confrontando i valori ottenuti dalle simulazioni con i limiti indicati nella normativa vigente (DM 155/2010), che prevede limiti sulla media annuale di e sul numero di superamenti di una soglia di concentrazione media oraria pari a $200 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (valore da non superarsi per più di 18 volte durante l'anno). Le simulazioni modellistiche mostrano, per gli ossidi di azoto (NOX), come l'impatto non sia da ritenersi significativo ma, pienamente sostenibile, sia per quel che riguarda la massima concentrazione oraria che per quel i valori delle concentrazioni medie annuali, che rimangono al di sotto dei limiti di qualità dell'aria considerati (DM 155/2010). Anche i massimi valori su base oraria stimati dal codice di calcolo risultano al di sotto dei limiti normativi.

9.1.4 *Impatto da microinquinanti: Benzene*

L'inquinamento da benzene dell'area in esame non è confrontabile con i valori ottenuti dalle simulazioni né con i limiti indicati nella normativa vigente (DM 155/2010), che prevede un limite sulla concentrazione media annuale pari a $5 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

All'interno del dominio di calcolo esiste interferenza tra tre aree classificate come SIC (Sito di Interesse Comunitario), precisamente SIC IT1345101 Piana del Magra, la SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara e la SIC IT1345109 Montemarcello e la realizzazione dell'opera. In particolare, l'area di cantiere è quasi interamente all'interno della perimetrazione della SIC SIC IT1343502 Parco della Magra-Vara. Come accennato in precedenza i valori stimati dal modello sono del tutto cautelativi in quanto, sono stati simulati un numero di giorni di lavori in cantiere per le singole operazioni pari ad un intero anno solare, mentre, in realtà, il singolo lotto di cantiere non supererà il numero di giorni pari a 66 giorni di lavoro. In conclusione nei recettori individuati all'interno della perimetrazione delle aree SIC non si hanno significativi impatti sulla qualità dell'aria, per le polveri PM10 è non significativo in quanto i dati stimati dal modello nel recettore più sfavorito sono ampiamente inferiori ai valori limite sia di media giornaliera che di media annuale. Per quanto attiene agli inquinanti come CO, C6H6 e NOX anche questi non rilevano stime significative del modello per le operazioni in progetto.

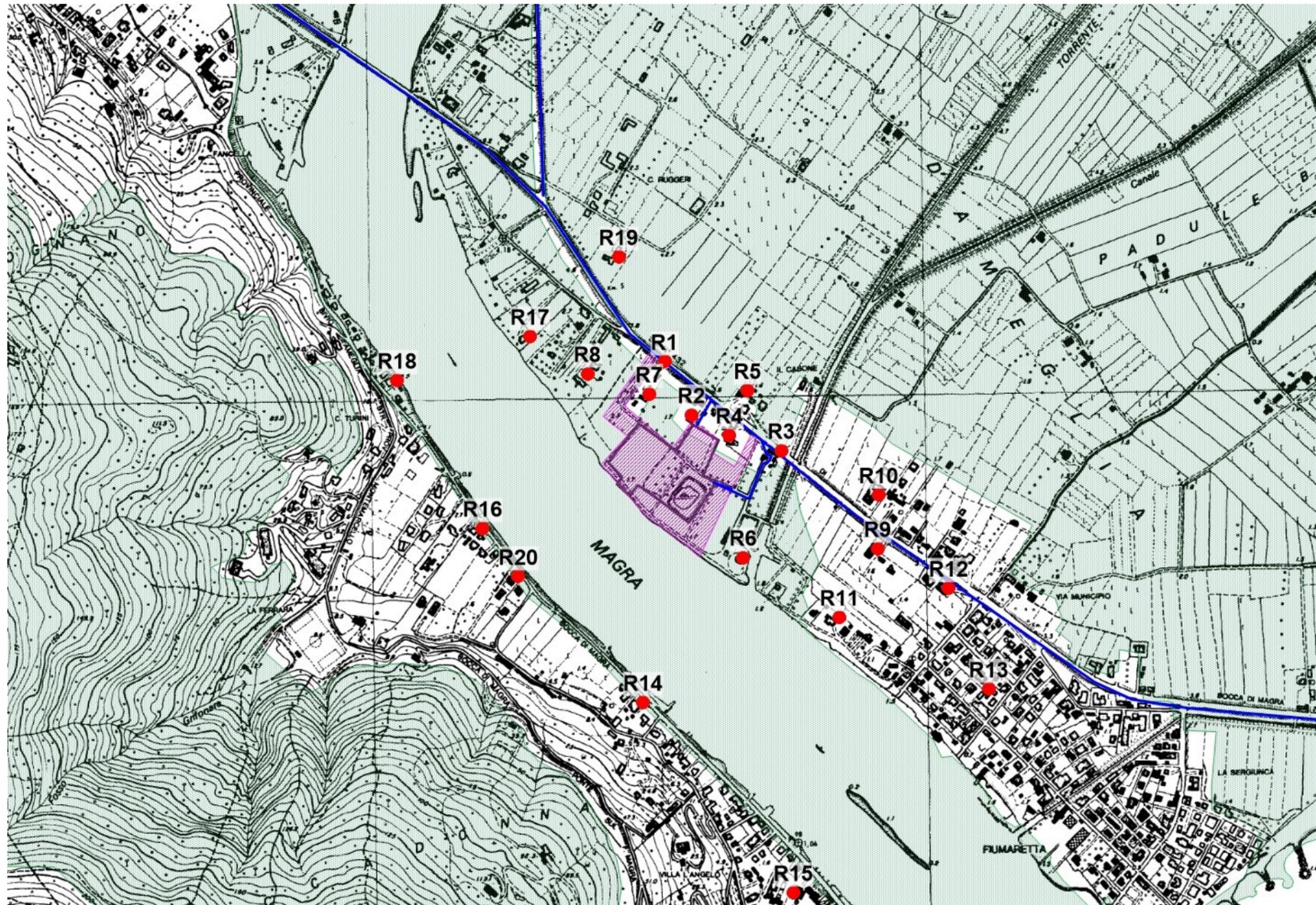
BIBLIOGRAFIA

- [a] Linee guida sulla predisposizione degli inventari delle emissioni (ANPA 2002)
- [b] Valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di Livorno 2007-2010 - Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente della Toscana – Dipartimento di Livorno.
- [c] Volume tecnico Calpuff, appendice D jan05 Scire et al.
- [d] AN APPLICATION OF CALPUFF AND CALINE MODELS ON AN URBAN AREA, COMPARISON BETWEEN THREE DIFFERENT APPROACHES, Bedogni, Maffei, Pertot, Tanzarella, HARMO 9th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling, Garmish, Germany
- [e] NUMERICAL AIR QUALITY MODELLING ALONG THE BRENNER SOUTH ROUTE WITHIN THE ALPNAP PROJECT G. Antonacci, M. de Franceschi, D. Zardi
- [f] Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti. Antongiulio Barbaro, Franco Giovannini, Silvia Maltagliati. AFR Modellistica Previsionale. ARPAT Toscana. Allegate alla DGP.213-2009.
- [g] AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors: Chapter 11 Mineral Products Industry 11.9 Western Surface Coal Mining and Chapter and Chapter 13 Miscellaneous Sources 13.2.3 Heavy Construction Operations.

10.0 ALLEGATO 1

TAVOLE DESCRITTIVE dell'IMPATTO sulla QUALITA' dell'ARIA dell'OPERA in PROGETTO.

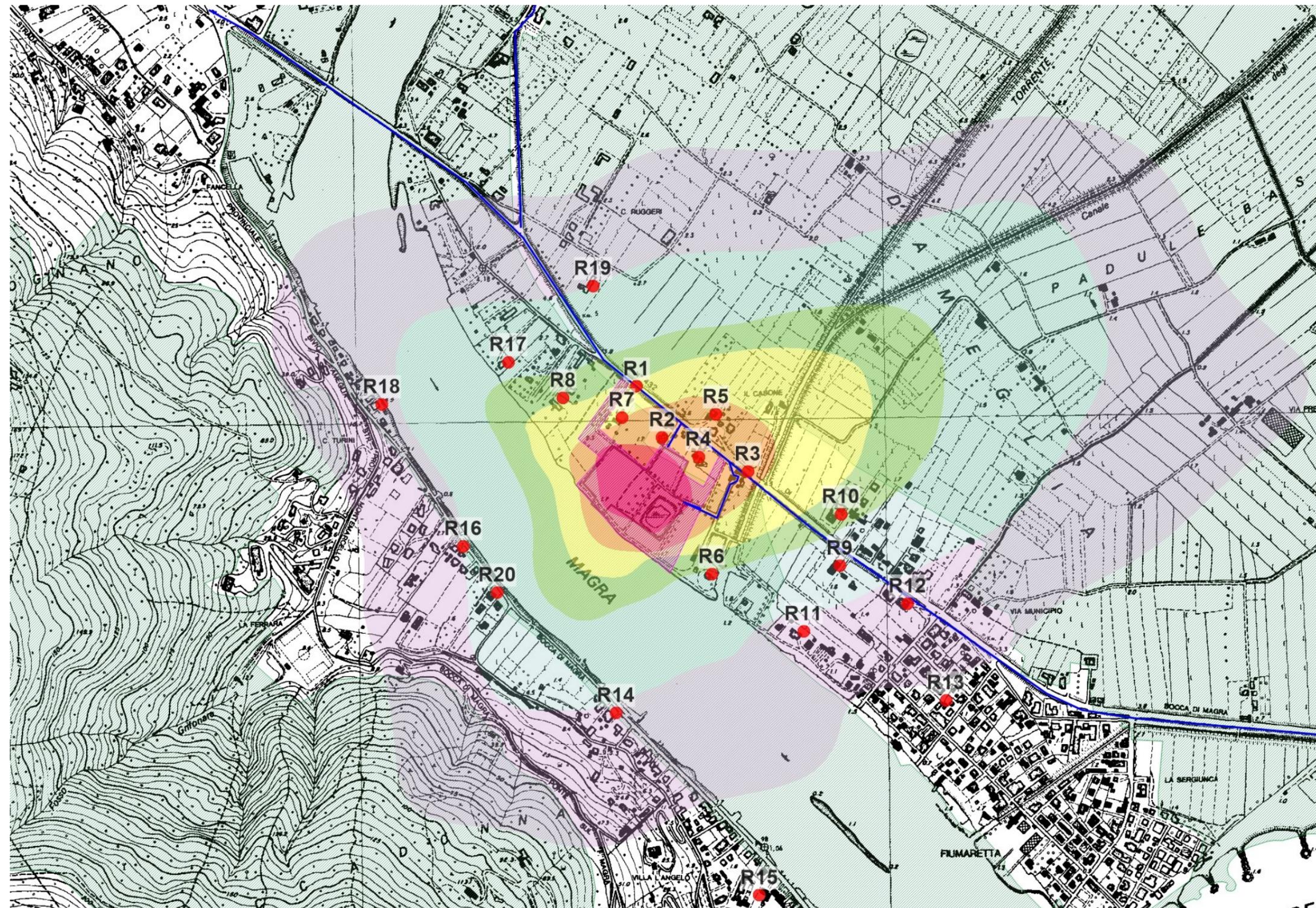
TAVOLA n° 1- Inquadramento dell'area di studio



INQUADRAMENTO dell'area e delle sorgenti emmissive

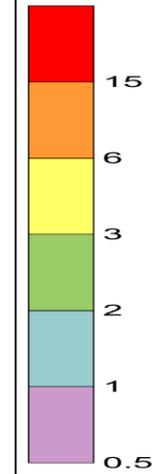
- Recettore Rx
- Viabilità esterna
- Area di progetto
- Area di Scavo
- Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana delle Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 2- VALORI di CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE da emissioni, mezzi opera e traffico indotto da cantiere



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

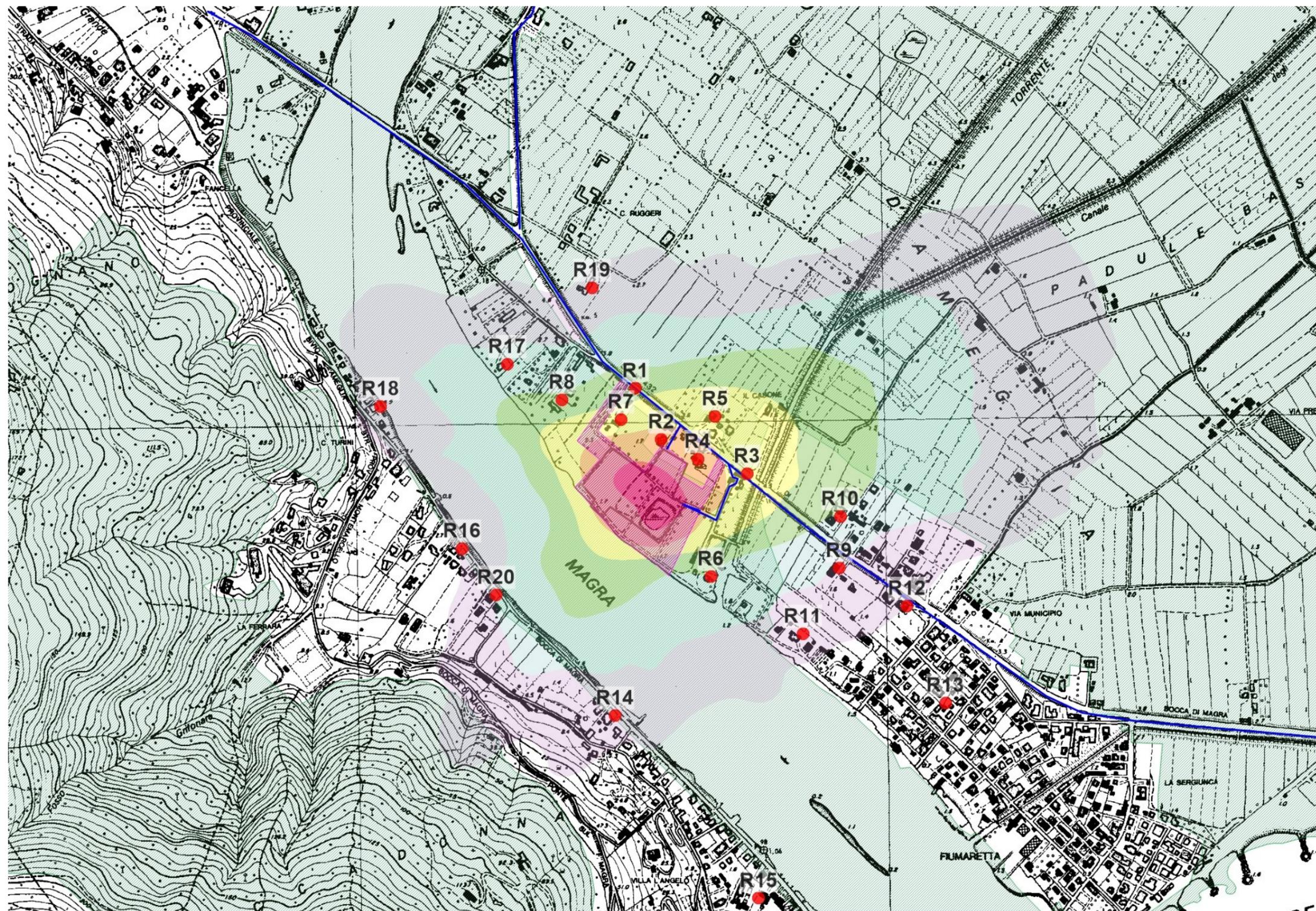
valore massimo: $19.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$



VL Dlgs 155/2010
PM10 = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

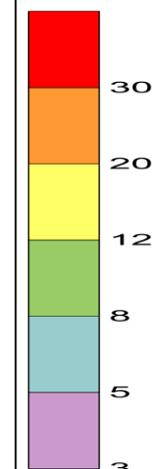
- Recettore Rx
- Viabilità esterna
- Area Cantiere
- Area Scavo
- Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana della Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 3- 90.4° PERCENTILE DELLE MEDIE GIORNALIERE da emissioni, mezzi opera e traffico indotto da cantiere



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

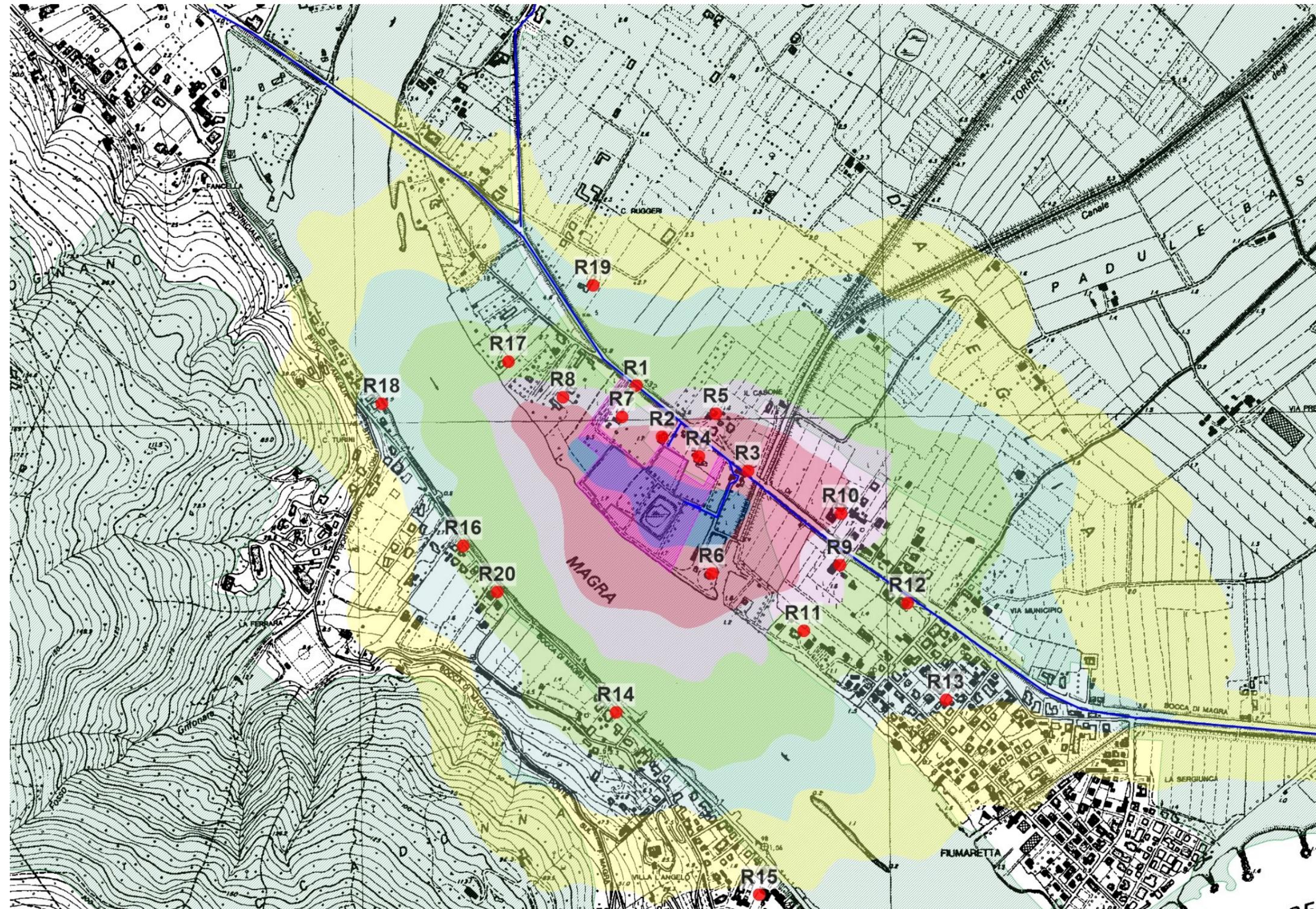
valore massimo: $32.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$



VL Dlgs 155/2010
PM10 = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

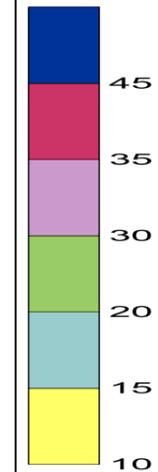
- Recettore Rx
- Viabilità esterna
- Area Cantiere
- Area Scavo
- Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana delle Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 5- 99.8° PERCENTILE DELLE MEDIE ORARIE da emissioni, mezzi opera e traffico indotto da cantiere



NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

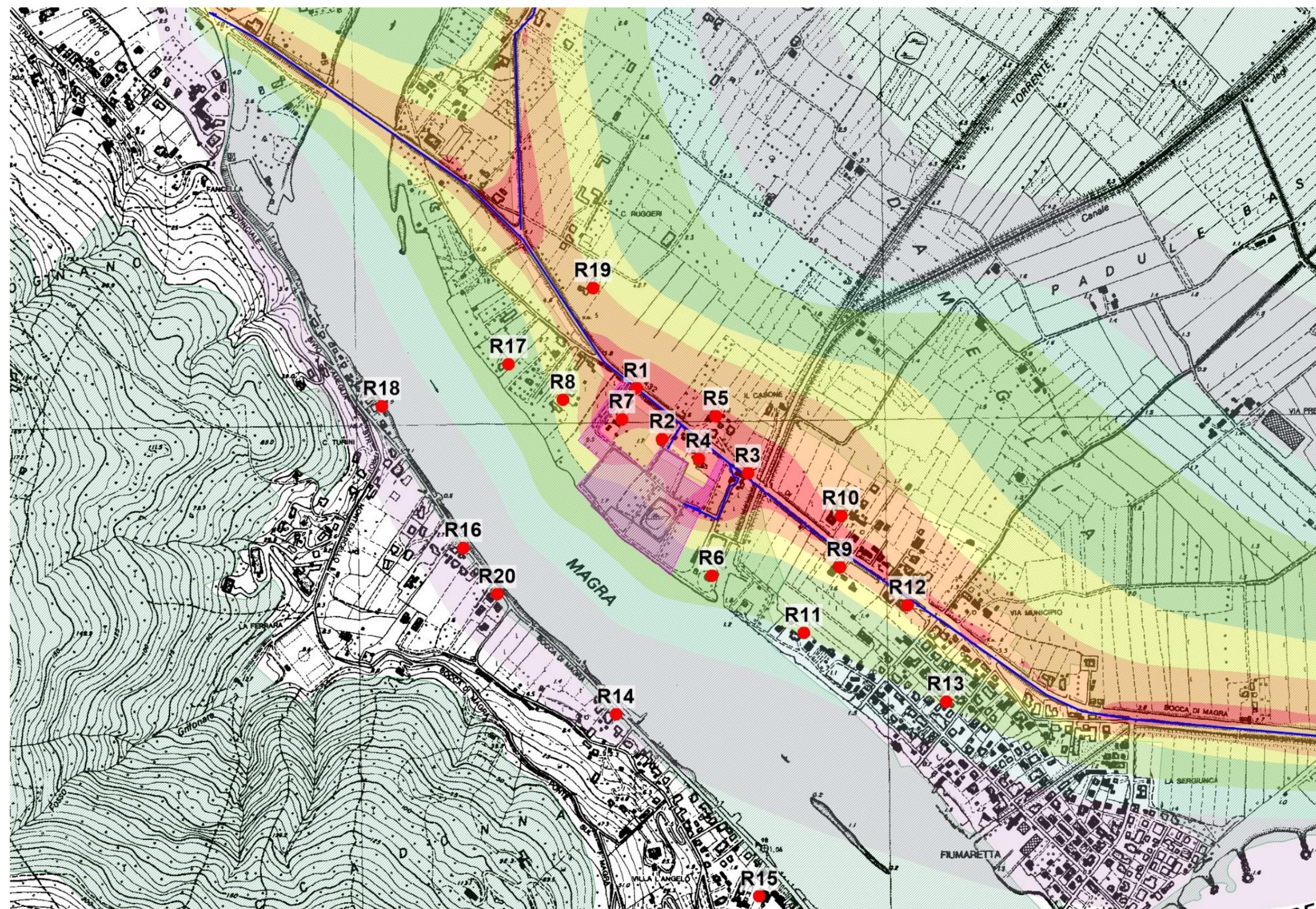
valore massimo: $54.6\mu\text{g}/\text{m}^3$



VL Dlgs 155/2010
NO₂ = $200\mu\text{g}/\text{m}^3$

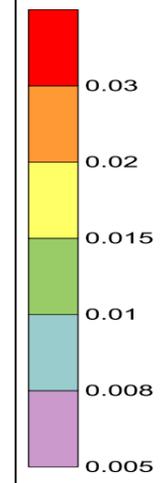
- Recettore Rx
- Viabilità esterna
- Area Cantiere
- Area Scavo
- Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana delle Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 6- VALORI di CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE da traffico indotto da esercizio



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

valore massimo: 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

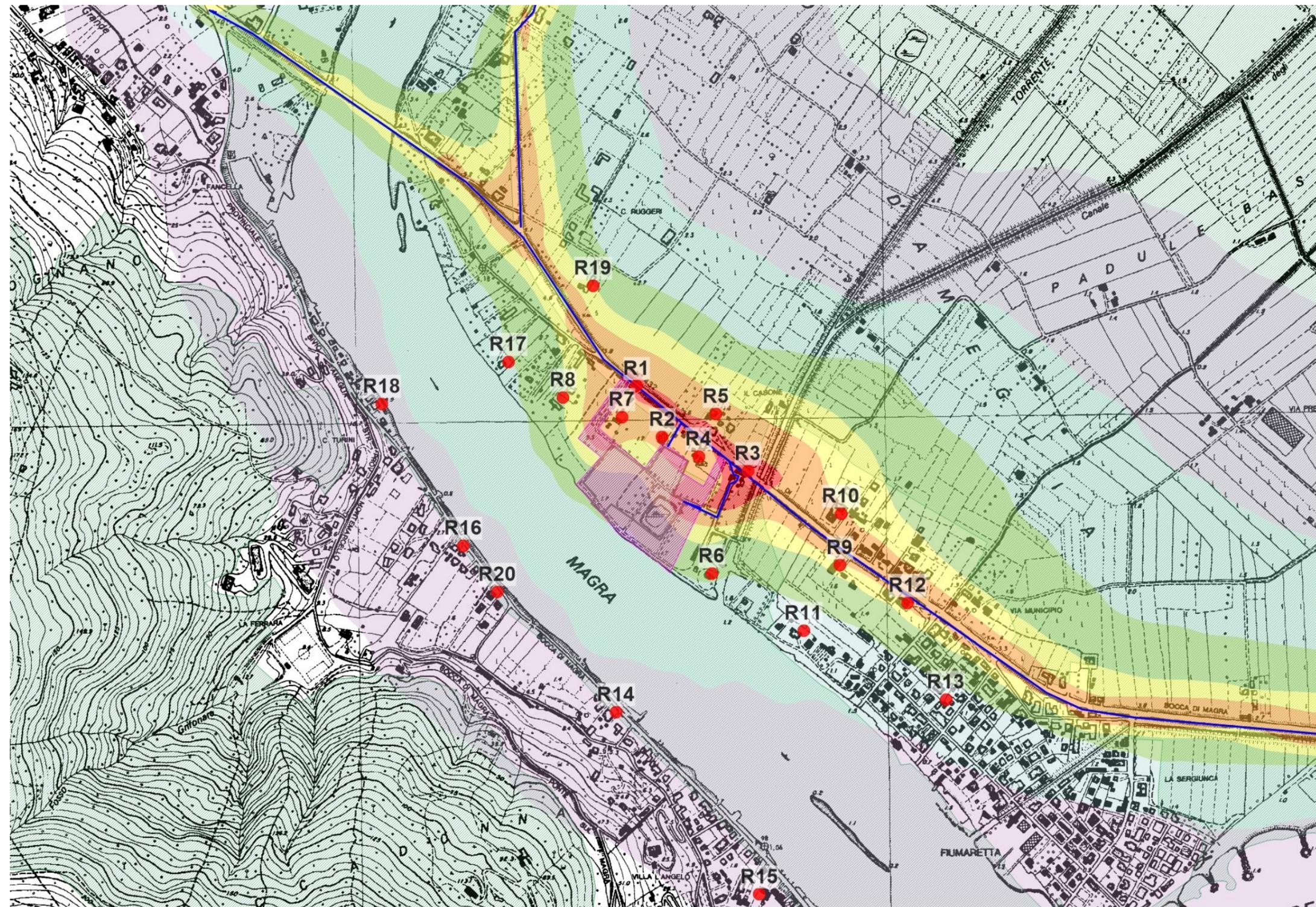


VL Dlgs 155/2010
PM10 = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Recettore Rx
- Viabilità esterna

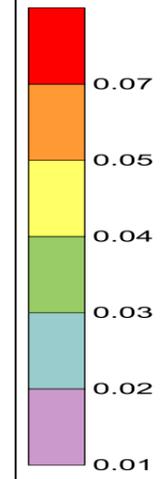
■ Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana delle Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 7- 90.4° PERCENTILE DELLE MEDIE GIORNALIERE da traffico indotto da esercizio



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

valore massimo: $0.085 \mu\text{g}/\text{m}^3$

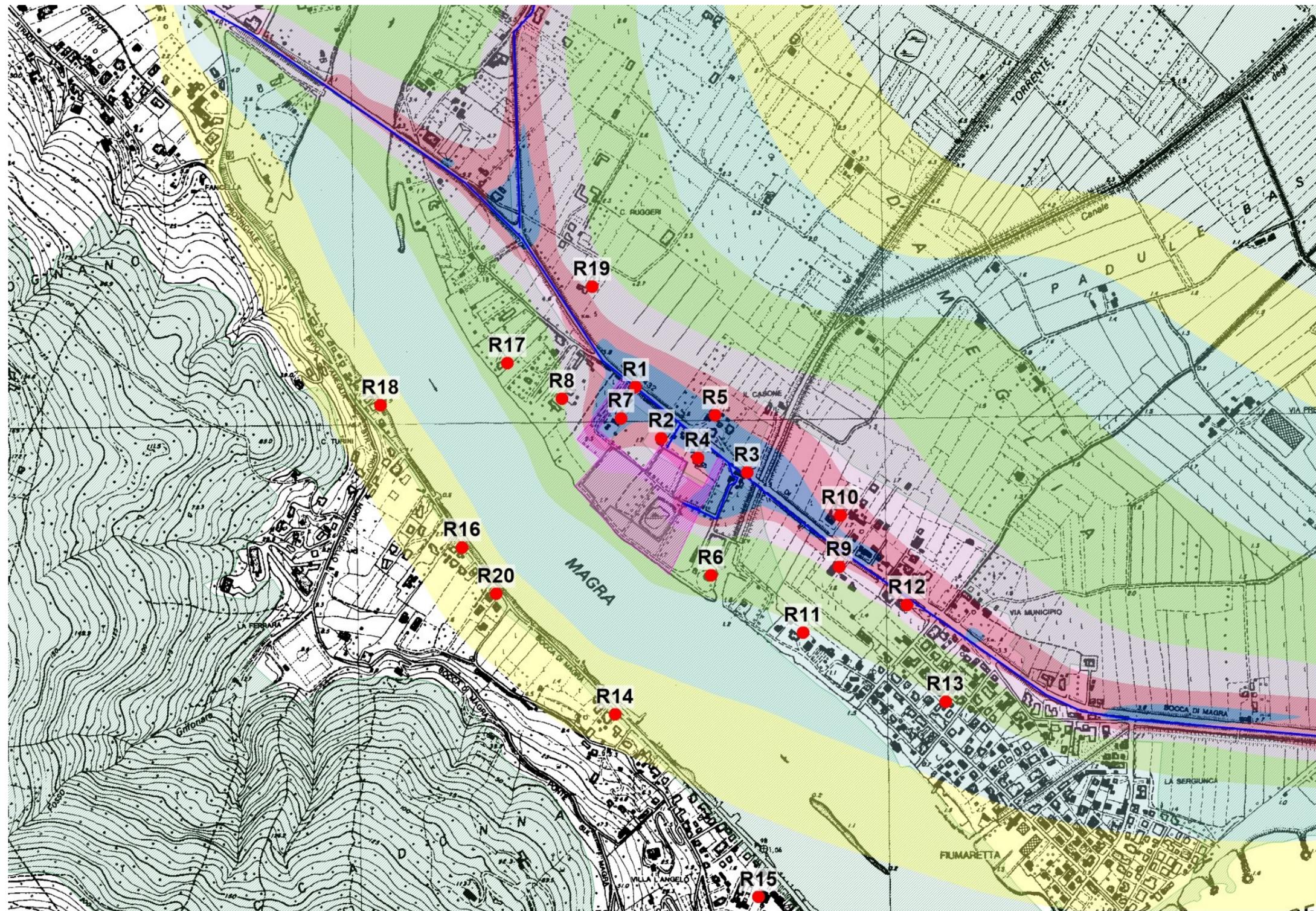


VL Dlgs 155/2010
PM10 = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- Recettore Rx
- Viabilità esterna

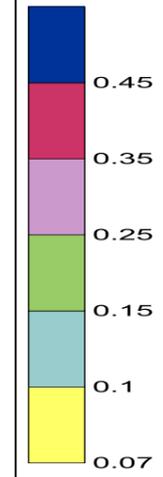
▨ Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana della Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 8- VALORI di CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE da traffico indotto da esercizio



NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

valore massimo: $0.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$

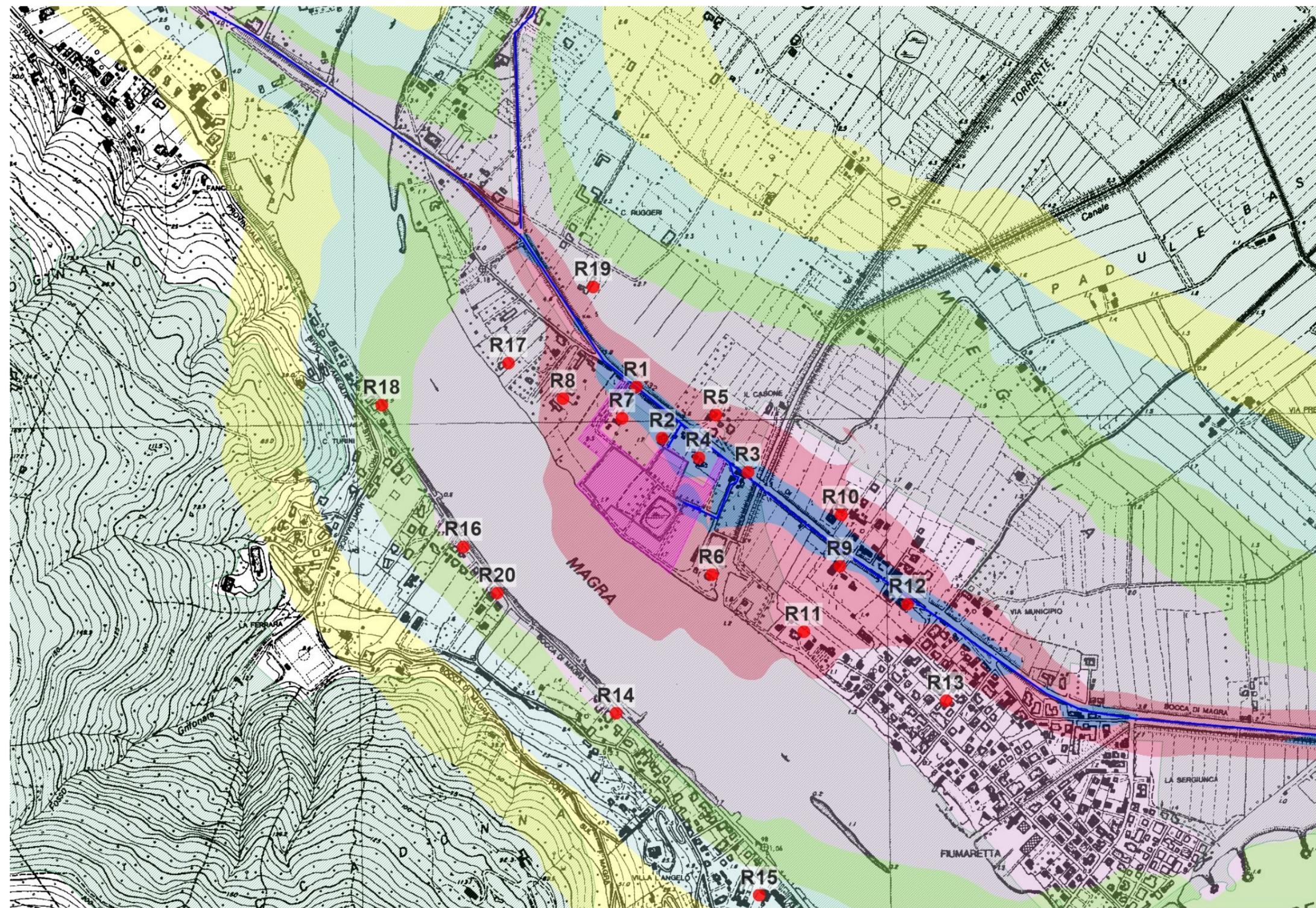


VL Dlgs 155/2010
 $\text{NO}_2 = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- Recettore Rx
- Viabilità esterna

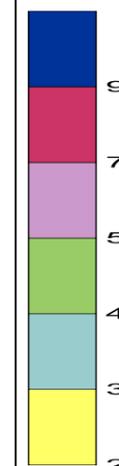
■ Aree SIC
Parco della Magra-Vara
Piana delle Magra
Montemarcello

TAVOLA n° 9- 99.8° PERCENTILE DELLE MEDIE ORARIE da traffico indotto da esercizio



NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

valore massimo: $11.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$



VL Dlgs 155/2010
 NO2 = $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- Recettore Rx
- Viabilità esterna

Aree SIC
 Parco della Magra-Vara
 Piana della Magra
 Montemarcello