



AUTORITÀ PORTUALE DI VENEZIA

DIREZIONE TECNICA



ADEGUAMENTO VIA ACQUA DI ACCESSO ALLA STAZIONE MARITTIMA DI VENEZIA E RIQUALIFICAZIONE DELLE AREE LIMITROFE AL CANALE CONTORTA SANT'ANGELO

PROGETTO PRELIMINARE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Allegato A.01- Studio di ricaduta delle emissioni in atmosfera

PROGETTISTA
Autorità Portuale di Venezia
Direzione Tecnica

REDATTO DA
eAmbiente

DIRETTORE TECNICO E
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. N. Torricella

CODICE PROGETTO

49.810.000

CODICE ELABORATO

04b

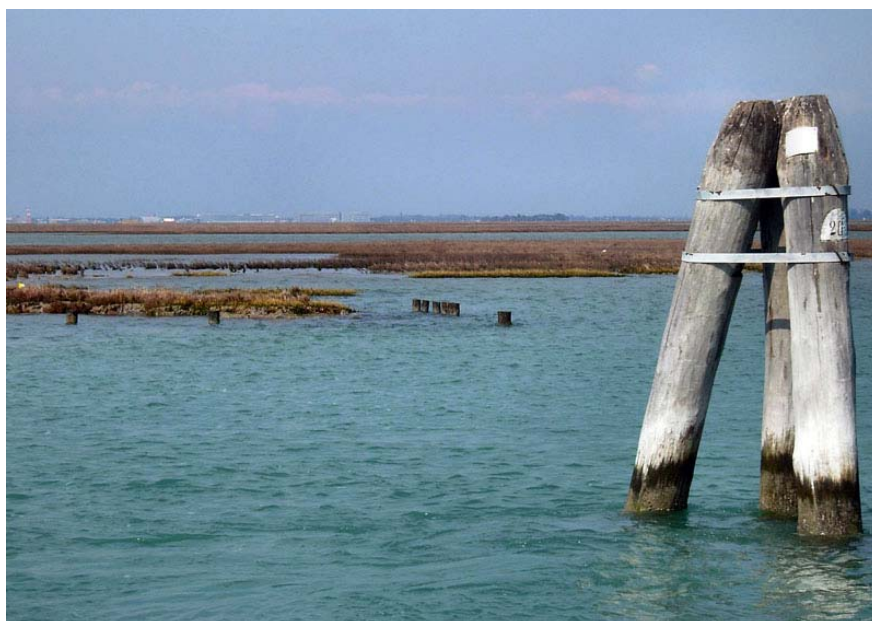
SCALA

rev	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
0	05/2013	EMISSIONE PROGETTO PRELIMINARE	eAmbiente	M.C. - A.P.	N. Torricella
1	02/2014	REVISIONE	eAmbiente	M.C. - A.P.	N. Torricella
2	07/2014	REVISIONE	eAmbiente	M.C. - A.P.	N. Torricella
3					
4					

REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI VENEZIA

ADEGUAMENTO VIA ACQUEA DI ACCESSO ALLA STAZIONE MARITTIMA DI VENEZIA E RIQUALIFICAZIONE DELLE AREE LIMITROFE AL CANALE CONTORTA S.ANGELO



*Studio di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.
Allegato A.01 – Studio di ricaduta delle emissioni in atmosfera*

Committente e progettista:



Autorità Portuale di Venezia
Santa Marta, Fabbricato 13
30123 Venezia

Redattore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA – ed. Auriga
via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)
Tel. 041 5093820
Fax 041 5093886

Data: luglio 2014

Revisione 02

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	1
2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO	3
2.1 Inquinamento ed inquinanti atmosferici	3
2.2 Valori limite e livelli critici.....	3
2.3 Strumenti pianificatori	5
3. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI VENEZIA	7
3.1 Stazioni di rilevamento qualità dell'aria nella Provincia di Venezia.....	7
3.2 Qualità dell'aria nella Provincia di Venezia.....	7
3.3 Influenza delle condizioni climatiche e meteorologiche sull'inquinamento atmosferico.....	10
4. STUDIO DELLA RICADUTA DEGLI INQUINANTI MEDIANTE SIMULAZIONE CON MODELLO MATEMATICO.....	11
4.1 Dominio di calcolo	11
4.2 Caratteristiche della sorgente	12
4.3 Dati metereologici	18
4.4 Risultati delle simulazioni modellistiche.....	20
4.5 Dipendenza dei risultati dai parametri.....	24
5. ANALISI DEI TRACCIATI ALTERNATIVI.....	26
5.1 Caratteristiche delle sorgenti.....	26
5.2 Risultati delle simulazioni modellistiche – Fase di Cantiere	31
5.3 Risultati delle simulazioni modellistiche – Fase di Esercizio.....	34
5.4 Confronto delle alternative progettuali.....	36
6. CONCLUSIONI.....	40
6.1 Stato della qualità dell'aria in Provincia di Venezia	40
6.2 Condizioni meteorologiche	40
6.3 Concentrazione degli inquinanti.....	40
APPENDICE: IL MODELLO DISPERSIONE E RICADUTA AL SUOLO DI INQUINANTI ISC3	42

ANNESI

ANNESSO I. Mappe di distribuzione della concentrazione media annua dei contaminanti

INDICE TABELLE

Tabella 2.1. SQA per gli ossidi di azoto ai sensi del D.lgs. 155/2010.....	4
Tabella 2.2. SQA per il materiale particolato ai sensi del D.lgs. 155/2010.....	4
Tabella 2.3. SQA per il biossido di zolfo ai sensi del D.lgs. 155/2010.....	5
Tabella 3.1. Elenco delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Venezia (fonte ARPAV, 2013) ...	7
Tabella 3.2. Inquinanti monitorati dalle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Venezia (fonte ARPAV).....	7
Tabella 3.3. Valori di concentrazione di NO ₂ rilevati nelle stazioni di <i>fondo</i> della Provincia di Venezia (entro parentesi viene indicato il margine di tolleranza)	8
Tabella 3.4. Valori di concentrazione di NO ₂ rilevati nelle stazioni di <i>traffico</i> e <i>industriale</i> della Provincia di Venezia (entro parentesi viene indicato il margine di tolleranza)	8
Tabella 3.5. Valori di concentrazione di PM ₁₀ rilevati nelle stazioni di <i>fondo</i> della Provincia di Venezia.....	9
Tabella 3.6. Valori di concentrazione di PM ₁₀ rilevati nelle stazioni di <i>traffico</i> e <i>industriale</i> della Provincia di Venezia.....	9
Tabella 4.1. Fattori di emissione dei mezzi impiegati nella fase di cantiere, espressi in g/kWh (fonte EMEP/CORINAIR, 2013).....	12
Tabella 4.2. Incremento percentuale del fattore di emissione per degradazione dei motori (fonte EMEP/CORINAIR, 2013).....	13
Tabella 4.3. Cronoprogramma degli interventi di progetto	14
Tabella 4.4. Durata delle fasi di cantiere previste nel secondo anno	15
Tabella 4.5. Macchinari utilizzati nell'area di cantiere durante il secondo anno.....	15
Tabella 4.6. Emissioni annue di NO _x e PM ₁₀	15
Tabella 4.7. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)	16
Tabella 4.8. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	16
Tabella 4.9. Emissioni annue di NO _x , PM ₁₀ ed SO _x	17
Tabella 4.10. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)	17
Tabella 4.11. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	18
Tabella 4.12. Valori mensili medio e massimo della velocità del vento (Venezia, 2013)	18
Tabella 4.13. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio.....	21
Tabella 4.14. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione.....	22
Tabella 4.15. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio.....	22
Tabella 4.16. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione.....	23
Tabella 4.17. Concentrazioni medie annue degli inquinanti in Provincia di Venezia, anno 2013 (fonte ARPAV)	23
Tabella 4.18. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013.....	24
Tabella 4.19. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013.....	24
Tabella 5.1. Cronoprogramma degli interventi di progetto.....	27
Tabella 5.2. Macchinari utilizzati nelle attività svolte nel terzo anno di cantiere.....	27
Tabella 5.3. Emissioni annue di NO _x e PM ₁₀	27
Tabella 5.4. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)	28
Tabella 5.5. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	28
Tabella 5.6. Emissioni annue di NO _x , PM ₁₀ ed SO _x	28
Tabella 5.7. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)	28

Tabella 5.8. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	29
Tabella 5.9. Cronoprogramma degli interventi di progetto	29
Tabella 5.10. Macchinari utilizzati nelle attività svolte nel terzo anno di cantiere	29
Tabella 5.11. Emissioni annue di NO _x e PM ₁₀	30
Tabella 5.12. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)	30
Tabella 5.13. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	30
Tabella 5.14. Emissioni annue di NO _x , PM ₁₀ ed SO _x	30
Tabella 5.15. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)	31
Tabella 5.16. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)	31
Tabella 5.17. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio	32
Tabella 5.18. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione	32
Tabella 5.19. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio	33
Tabella 5.20. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione	33
Tabella 5.21. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013	33
Tabella 5.22. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013	34
Tabella 5.23. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio	34
Tabella 5.24. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione	34
Tabella 5.25. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio	35
Tabella 5.26. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione	35
Tabella 5.27. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013	36
Tabella 5.28. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013	36
Tabella 5.29. Concentrazioni massime al suolo: confronto tra le alternative progettuali individuate	37
Tabella 5.30. Contributo rispetto agli SQA: confronto tra le alternative progettuali individuate	37
Tabella 5.31. Contributo rispetto ai valori di fondo: confronto tra le alternative progettuali individuate	37
Tabella 5.32. Concentrazioni massime al suolo: confronto tra le alternative progettuali individuate	38
Tabella 5.33. Contributo rispetto agli SQA: confronto tra le alternative progettuali individuate	38
Tabella 5.34. Contributo rispetto ai valori di fondo: confronto tra le alternative progettuali individuate	38
Tabella 5.35. Aree SIC e ZPS interessate dalle ricadute delle emissioni in atmosfera	39
Tabella 5.36. Tipologia di aree interessate dalle ricadute delle emissioni in atmosfera	39
Tabella A.1. Valori del parametro p in funzione della classe di stabilità	43

INDICE FIGURE

Figura 1.1. Schema concettuale di applicazione del modello di dispersione ISC3	2
Figura 2.1. Riesame della zonizzazione del Veneto secondo il D.lgs. 155/2010 (fonte Regione del Veneto)	6
Figura 4.1. Distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità (Venezia, 2013)	19
Figura 4.2. Rosa dei venti per le classi di velocità (Venezia, 2013)	19
Figura 4.3. Rosa dei venti per le classi di stabilità atmosferica (Venezia, 2013)	20
Figura 5.1. Tracciati alternativi al Canale Contorta S. Angelo	26
Figura A.1. Sistema di riferimento del programma ISC3	43



1. PREMESSA

Il presente elaborato è volto a valutare la ricaduta al suolo delle emissioni gassose prodotte nella fase di cantiere relativa alla realizzazione del progetto di *adeguamento via acqua di accesso alla stazione marittima di Venezia e riqualificazione delle aree limitrofe al Canale Contorta S. Angelo* e nella successiva fase di esercizio consistente nell'attività di transito delle navi da crociera all'interno della laguna di Venezia attraverso una via alternativa rispetto a quella attualmente utilizzata.

Nel presente elaborato sono state inoltre valutate le ricadute delle emissioni gassose prodotte nelle fasi di cantiere e di esercizio relative alle alternative progettuali considerate.

Tale valutazione è stata effettuata tramite l'applicazione del modello ISC3 ed il confronto dei risultati ottenuti con quanto disposto dal D.lgs. n. 155/2010, emesso in recepimento della Direttiva Comunitaria 2008/50/CE, che definisce gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA). È stato inoltre effettuato un confronto con i dati sulla qualità dell'aria specifica del territorio resi disponibili da ARPAV.

Il modello è stato applicato ai contaminanti biossido di azoto (NO_2), polveri sottili (PM_{10}) e biossido di zolfo (SO_2).

È stato inoltre valutato l'impatto atmosferico generato dall'attività di cantiere per lo scavo del nuovo canale, applicando il modello di cui sopra agli inquinanti biossido di azoto (NO_2) e polveri sottili (PM_{10}).

Il processo di dispersione degli effluenti gassosi in atmosfera, che verrà descritto attraverso l'elaborazione dei dati di output del modello, consentirà la restituzione di valori numerici di concentrazione dei contaminanti nel territorio dovuti alla presenza delle sorgenti emissive oggetto di studio, nonché la loro incidenza percentuale rispetto allo standard di qualità. Quest'ultima, ottenibile una volta nota la concentrazione del contaminante al suolo, è di particolare significatività in quanto indice di quanto un determinato impianto o una determinata attività contribuisca a raggiungere il valore soglia di quel dato contaminante. Un tale concetto peraltro ben si presta a rappresentare anche l'atmosfera come una componente ambientale che, pur nella complessità della sua dinamica, può essere soggetta a degrado o meno in base alla stima puntuale di quanto vengono erosi i suoi parametri caratterizzanti, che finiscono così con l'essere anche i suoi "indicatori di sostenibilità".

Un'ulteriore elaborazione dei risultati del modello sarà la rappresentazione grafica tramite mappe di distribuzione delle concentrazioni dei contaminanti al livello del suolo, che consentirà, come è negli scopi delle rappresentazioni grafiche in genere, la percezione di informazioni in maniera rapida e sintetica, e permetterà inoltre di apprezzare la distribuzione territoriale delle manifestazioni delle attività oggetto del presente studio.

Lo schema concettuale di applicazione del modello può essere rappresentato dal diagramma di flusso riportato in Figura 1.1.

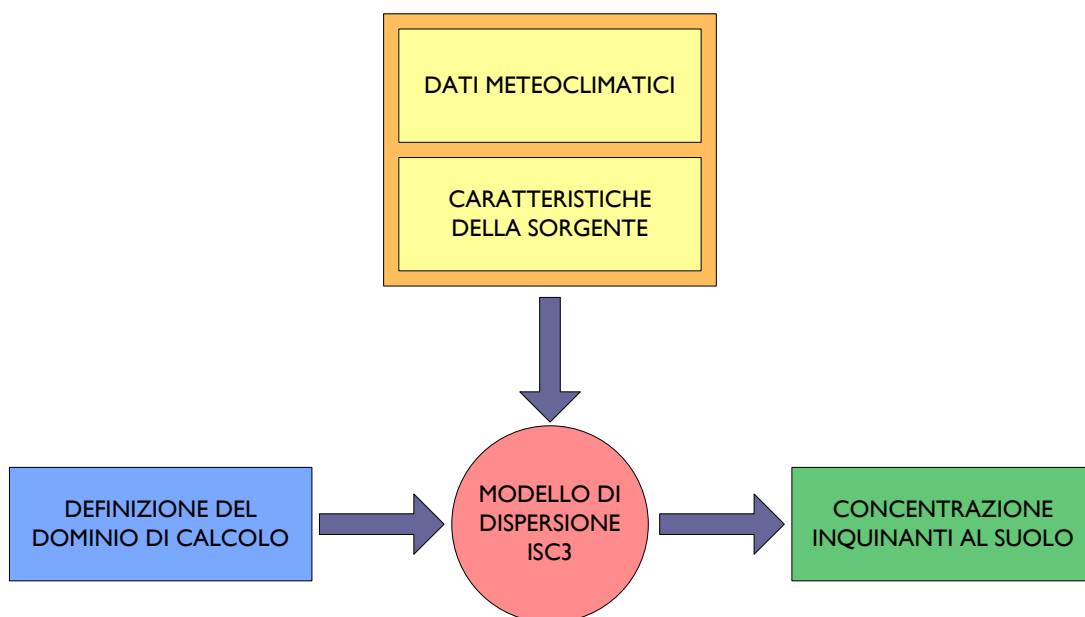


Figura 1.1. Schema concettuale di applicazione del modello di dispersione ISC3

Le informazioni di input necessarie per l'applicazione del modello sono quindi i parametri meteorologici e le caratteristiche delle sorgenti di emissione (caratteristiche geometriche, portata e temperatura dell'effluente, concentrazione di contaminante nell'effluente), oltre naturalmente al dominio territoriale di calcolo entro il quale determinare la ricaduta dei contaminanti. Una volta inserite tali informazioni, il modello restituisce i valori di concentrazione degli inquinanti nell'aria al livello del suolo.

Attraverso elaborazioni GIS dei dati di output del modello, utilizzando la Carta Tecnica Regionale come base cartografica, si perviene alla stesura delle mappe di distribuzione delle concentrazioni nel dominio di calcolo, riportate nell'Annesso I.

2. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Nel presente capitolo viene proposto un breve inquadramento normativo in materia di qualità dell'aria al fine di focalizzare l'attenzione sulla problematica in oggetto ed avere il background legislativo che consenta di valutare gli effetti sul territorio delle emissioni prodotte dalle attività oggetto di studio.

2.1 INQUINAMENTO ED INQUINANTI ATMOSFERICI

La normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria (D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., Parte Quinta) definisce l'inquinamento atmosferico come:

“Ogni modificazione dell'aria atmosferica dovuta all'introduzione nella stessa di uno o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente, oppure tali da ledere i beni materiali o gli usi legittimi dell'ambiente.”

Gli inquinanti atmosferici sono appunto quelle sostanze che, per le quantità in cui sono introdotte nell'aria, ne “inficiano” la qualità ledendo, talvolta, la salute umana. Tali inquinanti sono i prodotti della combustione che si possono rilevare in quantità apprezzabili nell'atmosfera e ne diventano i traccianti o indicatori della qualità dell'aria.

2.2 VALORI LIMITE E LIVELLI CRITICI

L'inquinamento atmosferico è il risultato dell'interazione di due componenti fondamentali:

- la quantità di inquinanti effettivamente immessa nell'aria;
- la concentrazione che si determina nell'aria a seguito dei fenomeni di dispersione o di accumulo.

Mentre sulle prime è possibile agire, su dispersione ed accumulo, che dipendono essenzialmente dalle condizioni meteorologiche, si possono solo portare alcuni accorgimenti tecnologici (per esempio l'innalzamento di un camino di scarico, l'aumento della velocità e/o della temperatura dell'effluente, ecc.). Conseguentemente l'azione di risanamento è basata principalmente sul contenimento della quantità di inquinanti immessa nell'aria.

La normativa nazionale di riferimento è costituita dal D.lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”. Al fine della valutazione della qualità dell'aria, tale decreto stabilisce i seguenti parametri:

- **VALORE LIMITE:** concentrazione atmosferica fissata in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente.
- **MARGINE DI TOLLERANZA:** percentuale del valore limite che può essere superata.
- Il **TERMINE** entro il quale il valore limite deve essere raggiunto.
- **PERIODO DI MEDIAZIONE:** periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Di seguito sono riportati gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA) per gli inquinanti oggetto del presente studio.

2.2.1 VALORI LIMITE PER GLI OSSIDI DI AZOTO (NO₂, NO_x)

In Tabella 2.1 sono riportati gli SQA vigenti per gli ossidi di azoto (fissati dal D.lgs. 155/2010). La soglia di allarme per il biossido di azoto è pari a 400 µg/m³, misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.

Tabella 2.1. SQA per gli ossidi di azoto ai sensi del D.lgs. 155/2010

Tipo limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile
Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂
Livello critico per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x

2.2.2 VALORI LIMITE PER IL MATERIALE PARTICOLATO (PM₁₀)

In Tabella 2.2 sono riportati gli SQA vigenti per il materiale particolato (fissati dal D.lgs. 155/2010).

Tabella 2.2. SQA per il materiale particolato ai sensi del D.lgs. 155/2010

Tipo limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³

2.2.3 VALORI LIMITE PER IL BISSIDO DI ZOLFO (SO₂)

In Tabella 2.3 sono riportati gli SQA per il biossido di zolfo (fissati dal D.lgs. 155/2010). La soglia di allarme è pari a 500 µg/m³, misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.

Tabella 2.3. SQA per il biossido di zolfo ai sensi del D.lgs. 155/2010

Tipo limite	Periodo di mediazione	Valore limite
Limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
Livello critico per la protezione della vegetazione	Anno civile e inverno (1/10 - 31/3)	20 µg/m ³

2.3 STRUMENTI PIANIFICATORI

Con deliberazione n. 902 del 4/4/2003 la Giunta Regionale ha adottato il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, in ottemperanza a quanto previsto dalla legge regionale 16/4/1985, n. 33 e dal D.lgs. 351/1999. Tale documento è stato approvato in via definitiva dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 57 dell'11/11/2004.

Con D.G.R. n. 3195 del 17/10/2006 il comitato di Indirizzo e Sorveglianza, organismo istituito dal PRTRA, ha approvato l'aggiornamento della zonizzazione dell'intero territorio veneto.

Tale zonizzazione è basata sulla densità emissiva di ciascun Comune e indica con:

- **A1 Agglomerato:** Comuni con densità emissiva superiore a 20 t/anno per km²;
- **A1 Provincia:** Comuni con densità emissiva compresa tra 7 e 20 t/anno per km²;
- **A2 Provincia:** Comuni con densità emissiva inferiore a 7 t/anno per km²;
- **C:** Comuni situati ad un'altitudine superiore ai 200 m s.l.m. (senza problematiche dal punto di vista della qualità dell'aria).

In base a tale classificazione il Comune di Venezia ricade in zona **A1 Agglomerato**, con densità emissiva superiore a 20 t/anno per km².

Con l'entrata in vigore del D.lgs. 155/2010 sono state introdotte importanti novità in materia di qualità dell'aria, a partire dalla metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione) quale presupposto di riferimento e passaggio decisivo per le successive attività di valutazione e pianificazione. La nuova normativa fornisce alle regioni gli indirizzi, i criteri e le procedure per provvedere ad adeguare le zonizzazioni in atto ai nuovi criteri, tramite l'elaborazione e l'adozione di un progetto di zonizzazione.

In particolare, l'art. 3, lettera d), del D.lgs. 155/2010 stabilisce che: *la zonizzazione del territorio richiede la previa individuazione degli agglomerati e la successiva individuazione delle altre zone. Gli agglomerati sono individuati sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa. Le altre zone sono individuate, principalmente, sulla base di aspetti come il carico emissivo, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche e il grado di urbanizzazione del territorio, al fine di individuare le aree in cui uno o più di tali aspetti sono predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti e di accorpare tali aree in zone contraddistinte dall'omogeneità degli aspetti predominanti.*

Pertanto, in accordo con le disposizioni del D.lgs. n. 155/2010 ed alla luce delle analisi e valutazioni svolte dalla Regione del Veneto, è stata definita la nuova zonizzazione del territorio (cfr. Figura 2.1), comprendente le seguenti zone:

- Agglomerato di Venezia;
- Agglomerato di Treviso;
- Agglomerato di Padova;
- Agglomerato di Vicenza;
- Agglomerato di Verona;
- Pianura e Capoluogo Bassa Pianura;
- Bassa Pianura e Colli;
- Prealpi e Alpi;
- Val Belluna.

Il Comune di Venezia ricade nell'area denominata **Agglomerato di Venezia** (IT0508).

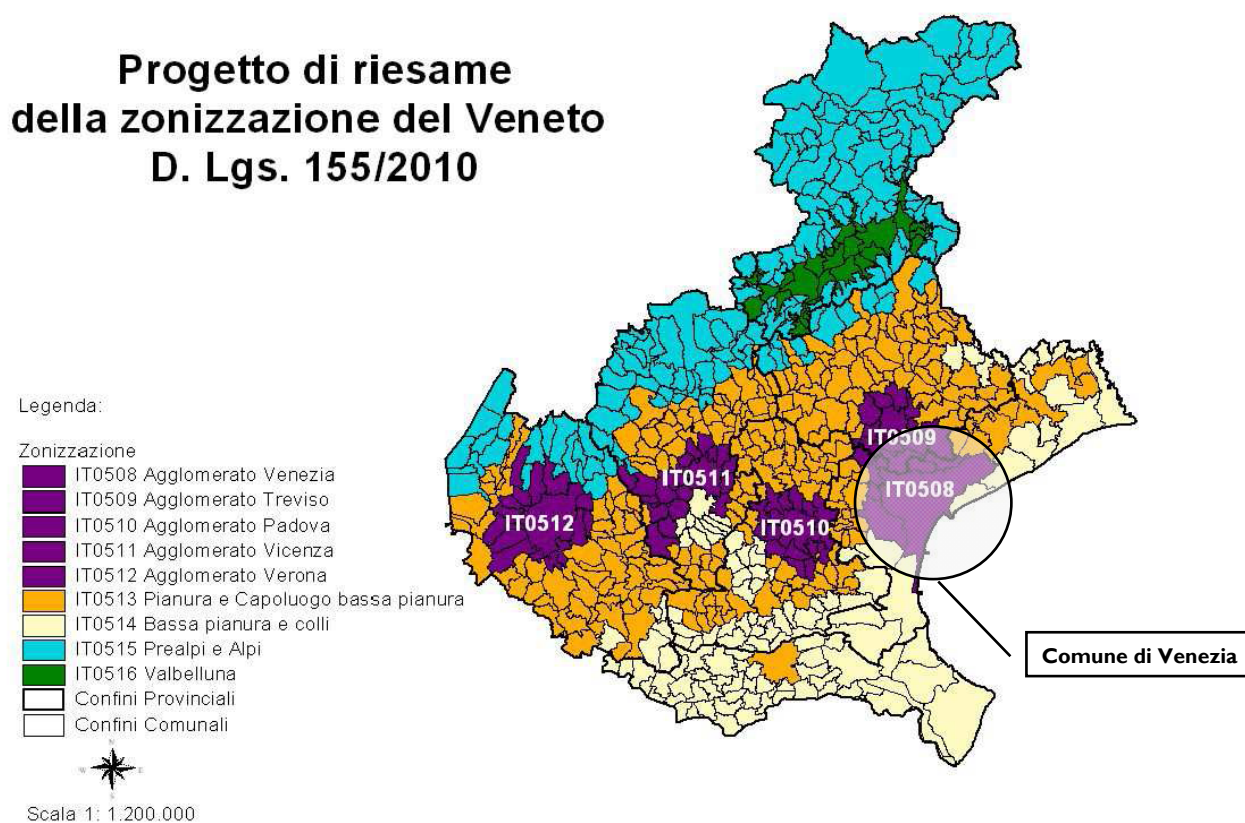


Figura 2.1. Riesame della zonizzazione del Veneto secondo il D.lgs. 155/2010 (fonte Regione del Veneto)

3. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI VENEZIA

3.1 STAZIONI DI RILEVAMENTO QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

La rete di rilevamento della qualità dell'aria ARPAV della Provincia di Venezia è composta da cinque centraline fisse e da unità mobili per rilevamenti “ad hoc”.

In Tabella 3.1 è fornita una descrizione delle postazioni fisse in termini di localizzazione e tipologia, mentre in Tabella 3.2 sono riportati gli inquinanti monitorati dalle diverse stazioni.

Tabella 3.1. Elenco delle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Venezia (fonte ARPAV, 2013)

Nome stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Quota (m)	Coordinate piane (Gauss Boaga fuso ovest)	
				Longitudine	Latitudine
S. Donà di Piave	Urbana	Fondo	3	1.779.895	5.059.132
VE - Malcontenta	Suburbana	Industriale	1	1.751.061	5.036.294
VE - Parco Bissuola	Urbana	Fondo	1	1.754.826	5.043.492
VE - Sacca Fisola	Urbana	Fondo	1	1.759.184	5.035.901
VE - via Tagliamento	Urbana	Traffico	-	-	-

Tabella 3.2. Inquinanti monitorati dalle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Venezia (fonte ARPAV)

Nome stazione	Pb, Cd, Ni, As	BaP	C ₆ H ₆	CO	NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂
S. Donà di Piave					X	X		X	
VE - Malcontenta	X	X		X	X		X	X	X
VE - Parco Bissuola	X	X	X		X	X	X	X	X
VE - Sacca Fisola	X				X	X	X		X
VE - via Tagliamento				X	X		X		X

BaP: Benzo(a)pirene

3.2 QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

Al fine di caratterizzare la qualità dell'aria nella Provincia di Venezia sono stati analizzati i risultati dei rilevamenti effettuati da ARPAV nel periodo 2006-2013, tratti dalle Relazioni Regionali della qualità dell'aria pubblicate. Di seguito si riassumono i risultati dei rilevamenti degli inquinanti oggetto di studio.

Con riferimento al contaminante biossido di zolfo (SO₂), nel periodo di osservazione non si sono verificati superamenti della soglia di allarme (500 µg/m³), del valore limite orario (350 µg/m³) e del valore limite giornaliero (125 µg/m³). Il biossido di zolfo si conferma un inquinante non critico, grazie alle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (passaggio da gasolio a metano, riduzione del tenore di zolfo nei combustibili).

Analogamente non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO): in tutti i punti di campionamento della Provincia non si sono verificati superamenti del limite di qualità di 10 mg/m³, calcolato come massima media mobile nelle 8 ore.

Rivolgendo l'attenzione al biossido di azoto (NO₂), nel periodo di osservazione non si sono evidenziati superamenti del limite di qualità annuale nelle stazioni di *fondo* (cfr. Tabella 3.3).

Per le stazioni di *traffico* e *industriale* (cfr. Tabella 3.4), si sono registrati superamenti nella stazione di via Tagliamento tra il 2009 ed il 2012, mentre il valore limite non è mai stato superato nella stazione di Malcontenta.

Con riferimento all'inquinamento da PM₁₀, nel periodo di osservazione le concentrazioni hanno mostrato un andamento generalmente decrescente (cfr. Tabella 3.5 e Tabella 3.6); nell'anno 2013 il valore limite annuale di 40 µg/m³ risulta rispettato in tutte le stazioni della provincia, con i valori più elevati rilevati nelle stazioni di *traffico* e *industriale*. Tale inquinante presenta criticità in relazione al numero di superamenti del limite giornaliero, che non risulta rispettato in nessuna stazione. Pertanto, nonostante la sensibile diminuzione di tale indicatore osservata negli anni, l'inquinante polveri si conferma problematico.

Tabella 3.3. Valori di concentrazione di NO₂ rilevati nelle stazioni di *fondo* della Provincia di Venezia (entro parentesi viene indicato il margine di tolleranza)

Tipo limite	U.m.	Anno	Chioggia	Concordia S.	Maerne	Mira	S. Donà	Spinea	VE Bissuola	VE S. Fisola	Standard Qualità
Media annua	µg/m ³	2006	24	-	47	33	31	46	34	37	40 (+8)
		2007	26	20	39	35	34	35	34	36	40 (+6)
		2008	25	18	34	-	32	32	35	36	40 (+4)
		2009	25	18	36	29	30	-	34	35	40 (+2)
		2010	24	17	34	24	30	33	30	34	40
		2011	27	19	40	25	34	34	38	34	
		2012	-	-	-	-	32	-	32	32	
		2013	-	-	-	-	29	-	29	32	

Tabella 3.4. Valori di concentrazione di NO₂ rilevati nelle stazioni di *traffico* e *industriale* della Provincia di Venezia (entro parentesi viene indicato il margine di tolleranza)

Tipo limite	U.m.	Anno	VE Malcontenta	VE v. Tagliamento	Standard Qualità
Media annua	µg/m ³	2006	38	-	40 (+8)
		2007	32	-	40 (+6)
		2008	-	-	40 (+4)
		2009	35	43	40 (+2)
		2010	31	42	40
		2011	35	48	
		2012	35	44	
		2013	33	37	

Tabella 3.5. Valori di concentrazione di PM₁₀ rilevati nelle stazioni di *fondo* della Provincia di Venezia

Tipo limite	U.m.	Anno	Chioggia	Concordia S.	Mira	Spinea	VE Bissuola	VE Sacca Fisola	Standard Qualità
Media annua	µg/m ³	2006	-	-	-	-	47	38	40
		2007	39	-	-	-	47	43	
		2008	31	30	-	-	38	36	
		2009	34	35	43	-	37	35	
		2010	29	32	-	38	34	32	
		2011	38	35	44	42	39	38	
		2012	-	-	-	-	36	34	
		2013	-	-	-	-	31	30	
Superamento limite giornaliero	-	2006	-	-	-	-	120	73	35
		2007	88	-	-	-	116	102	
		2008	58	42	-	-	83	59	
		2009	61	62	104	-	72	61	
		2010	52	40	-	89	75	52	
		2011	74	55	105	101	91	79	
		2012	-	-	-	-	76	71	
		2013	-	-	-	-	55	44	

 Tabella 3.6. Valori di concentrazione di PM₁₀ rilevati nelle stazioni di *traffico* e *industriale* della Provincia di Venezia

Tipo limite	U.m.	Anno	VE Malcontenta	VE v. Tagliamento	Standard Qualità
Media annua	µg/m ³	2006	-	57	40
		2007	-	57	
		2008	-	47	
		2009	-	44	
		2010	-	39	
		2011	42	46	
		2012	40	40	
		2013	36	33	
Superamento limite giornaliero	-	2006	-	172	35
		2007	-	150	
		2008	-	112	
		2009	-	101	
		2010	-	89	
		2011	83	108	
		2012	88	97	
		2013	64	56	

3.3 INFLUENZA DELLE CONDIZIONI CLIMATICHE E METEOROLOGICHE SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

In generale i fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa interazione di vari fattori; alcuni portano ad un accumulo degli inquinanti, mentre altri determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione, temperatura di emissione, ecc.), i tempi di persistenza degli inquinanti, il grado di rimescolamento dell'aria, sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni spazio-temporali nella composizione e nella qualità dell'aria.

Il grado di stabilità atmosferica regola il fenomeno di diffusione e quindi la capacità del mezzo atmosferico di diffondere più o meno rapidamente gli inquinanti che vi vengono immessi.

La diffusione verticale degli inquinanti viene fortemente influenzata dallo sviluppo di moti convettivi che possono interessare lo strato di atmosfera adiacente al suolo (strato di rimescolamento) per uno spessore che va mediamente da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

L'altezza dello strato di rimescolamento, in cui si accumulano gli inquinanti, agisce come parete mobile del contenitore di un gas. In corrispondenza di basse altezze dello strato di rimescolamento, il "coperchio" del contenitore si abbassa, gli inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la dispersione favorendo un aumento della loro concentrazione al suolo. L'altezza di rimescolamento presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno-notte) e stagionali (stagione calda-fredda).

L'inquinamento di una certa località dipende molto dalle condizioni meteorologiche, le quali determinano una differente dispersione e quindi una diversa concentrazione al suolo dei contaminanti.

Infatti, a parità d'inquinanti emessi, il perdurare di condizioni di forte inversione termica, a cui corrisponde una bassa quota dello strato di rimescolamento, fa sì che le sostanze inquinanti non riescano ad allontanarsi e a disperdersi verso l'alto, causando un aumento di concentrazione al suolo.

Oltre all'altezza dello strato di rimescolamento vi sono altri fattori meteoroclimatici che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera quali la piovosità e la velocità del vento. In generale, ad un aumento delle giornate di pioggia e neve corrisponde una diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti, mentre un'adeguata ventilazione determina un buon rimescolamento e quindi una più rapida dispersione degli inquinanti.

4. STUDIO DELLA RICADUTA DEGLI INQUINANTI MEDIANTE SIMULAZIONE CON MODELLO MATEMATICO

Uno studio della ricaduta degli inquinanti necessita di un'attività preliminare di fondamentale importanza: l'analisi climatica e micrometeorologica del sito in esame. Si tratta usualmente di un'analisi statistica di serie temporali di osservazioni meteorologiche locali, in grado di evidenziare le caratteristiche del sito dal punto di vista della ventosità, della radiazione solare, della stabilità atmosferica, ed in generale delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera. Sulla base dei risultati forniti dall'analisi meteorologica del sito è poi possibile effettuare delle simulazioni numeriche di emissione, dispersione e ricaduta al suolo degli inquinanti.

Il destino delle sostanze inquinanti emesse in un determinato punto è governato da molteplici fattori: le caratteristiche fisiche degli strati d'aria sovrastanti che ne determinano la diffusione, i processi di rimozione che ne influenzano il tempo di permanenza in atmosfera, le trasformazioni chimiche che generano, a loro volta, altre sostanze. La qualità del risultato delle simulazioni dipende sia dalla bontà dell'analisi della situazione meteorologica e quindi della qualità dei dati meteo, sia dal tipo di modello utilizzato, ovvero dalla sua capacità di rappresentare i fenomeni atmosferici, termodinamici e chimici che coinvolgono l'inquinante.

Le simulazioni sono state condotte mediante **modello ISC3** (Industrial Source Complex dispersion model), modello sviluppato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (EPA). ISC è un modello gaussiano tridimensionale stazionario che fornisce i valori di concentrazione in aria a livello del suolo su base media annua, giornaliera ed oraria dovuti alle emissioni di sorgenti puntiformi, lineari ed areali. Il modello è fondato sulla soluzione dell'equazione della convezione-diffusione, con opportune modifiche che consentono di tenere conto in maniera approssimata di condizioni meteorologiche ed orografiche complesse (variazione dell'altimetria e della direzione dei flussi d'aria da punto a punto). Il modello, che utilizza i dati meteorologici provenienti da campagne di misura ed i dati relativi alla sorgente emissiva, considera la soluzione stazionaria dell'equazione: si ipotizza quindi che le scale temporali di variazione delle condizioni meteorologiche e dei parametri chimico-fisici caratteristici delle emissioni risultino sufficientemente lente e che sia dunque lecito assumere che il campo di concentrazione si adatti istantaneamente alle diverse condizioni meteorologiche che si susseguono nel tempo. Tale ipotesi viene usualmente adottata nei modelli di dispersione di inquinanti e pare del tutto giustificata quando l'obiettivo dello studio, come nel caso in esame, è quello di fornire una valutazione delle concentrazioni su base annua.

Una descrizione del modello ISC e delle diverse parametrizzazioni utilizzate nelle simulazioni è riportata in appendice alla presente.

4.1 DOMINIO DI CALCOLO

Il dominio di calcolo, scelto in base alle caratteristiche del sito ed al tipo di emissione, è costituito da un'area quadrata di lato pari a 10 km per la fase di cantiere e 20 km per la fase di esercizio. I punti recettori sono disposti su una griglia a maglia quadrata con passo regolare pari a 200 m.

4.2 CARATTERISTICHE DELLA SORGENTE

4.2.1 FASE DI CANTIERE

La caratterizzazione della sorgente emissiva per la fase di cantiere è stata effettuata applicando la metodologia europea per la compilazione dell'inventario delle emissioni, documentata in *EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook* (EMEP/EEA, 2013). Il macrosettore di riferimento è il n. 8 (altre fonti mobili), di cui in particolare sono state considerate le attività con codice SNAP (*Selected Nomenclature for sources of Air Pollution*) 080800 (emissioni da mezzi off-road utilizzati nell'industria).

La metodologia prevede due approcci: uno semplificato che, in mancanza di informazioni specifiche sui mezzi e veicoli utilizzati, ricostruisce l'emissione annua in base alle stime del consumo di carburante, e uno più dettagliato che associa un fattore di emissione specifico per tipologia di mezzo di cantiere. Secondo quest'ultimo approccio, l'emissione dovuta al singolo mezzo impiegato viene stimata attraverso l'equazione:

$$E_{ij} = N_j \times HRS_j \times HP_j \times LF_j \times EF_{ij}$$

dove:

- E_{ij} emissione dell'i-esimo inquinante dovuta al j-esima tipologia di mezzo di cantiere;
- N_j numero di mezzi della j-esima tipologia;
- HRS_j numero di ore di attività dei mezzi della j-esima tipologia;
- HP_j potenza nominale dei mezzi della j-esima tipologia;
- LF_j *typical load factor* dei mezzi della j-esima tipologia;
- EF_{ij} fattore di emissione dell'i-esimo inquinante per la j-esima tipologia di mezzi di cantiere.

Il fattore di emissione è riferito alle condizioni di operatività del motore a regime stazionario alla massima potenza.

Il fattore di perdita LF (tipicamente minore di 1) rappresenta la frazione di potenza disponibile (differenza tra il tasso di consumo reale e quello alla massima potenza) riferita alle condizioni medie di operatività del motore. Tale parametro è stato cautelativamente posto pari a 1.

I fattori di emissione considerati nella presente analisi sono riportati nella Tabella 4.1.

Tabella 4.1. Fattori di emissione dei mezzi impiegati nella fase di cantiere, espressi in g/kWh (fonte EMEP/CORINAIR, 2013)

Mezzo	Potenza nominale (kWh)	NO _x (g/kWh)	PM ₁₀ (g/kWh)
Escavatore	150	3,50	0,20
Pontone con gru (battipalo)	200	3,50	0,20
Pontone con vibroinfissore	270	3,50	0,20
Motopontone di assistenza	300	3,50	0,20
Draga	300	3,50	0,20

Per tener conto dell'incremento progressivo del fattore di emissione per alcuni composti in relazione alla diminuzione delle prestazioni del motore con l'età del mezzo, è stato applicato un fattore di degradazione che incrementa percentualmente l'emissione annua, secondo quanto indicato dal CORINAIR (cfr. Tabella 4.2).

Tabella 4.2. Incremento percentuale del fattore di emissione per degradazione dei motori (fonte EMEP/CORINAIR, 2013)

Inquinante	Aumento fattore di emissione (%)
NO _x	0,0
PM ₁₀	3,0

Come scenario emissivo è stato considerato l'anno n.2 del cronoprogramma degli interventi di progetto (cfr. Tabella 4.3), scenario più gravoso per quanto riguarda le emissioni complessive annue.

Tabella 4.3. Cronoprogramma degli interventi di progetto

[illegible]

Nella Tabella 4.5 sono riportati i macchinari utilizzati nelle attività di progetto previste nel secondo anno di cantiere, mentre in Tabella 4.6 sono riepilogate le emissioni annue di NO_x e PM_{10} .

In tale studio non sono state valutate le ricadute legate alle attività di predisposizione delle barene che interesseranno porzioni della laguna sud, quindi esterne all'area di cantiere.

Come previsto nell'ambito del Piano Morfologico della Laguna di Venezia, tali attività saranno opportunamente concordate con il Magistrato alle Acque prima dell'inizio dei lavori.

Le barene inoltre rappresentano una soluzione comune a tutte le alternative progettuali considerate.

Tabella 4.4. Durata delle fasi di cantiere previste nel secondo anno

n. fase	Descrizione	Durata (mesi)
1	Scavo e refluimento in barena – Fase 2	2,75
2	Scavo e refluimento in barena – Fase 3	3,75
3	Predisposizione sentiero luminoso	6,50

Tabella 4.5. Macchinari utilizzati nell'area di cantiere durante il secondo anno

Fase	Escavatore	Pontone con gru (battipalo)	Pontone con vibroinfissore	Motopontone di assistenza	Draga
1	-	-	-	12	6
2	-	-	-	12	6
3	4	2	4	-	-

Tabella 4.6. Emissioni annue di NO_x e PM_{10}

Inquinante	Emissione annua (t)
NO_x	55,8
PM_{10}	3,2

Date le caratteristiche dell'attività in oggetto, l'area interessata dal cantiere è stata rappresentata da una sorgente emissiva di tipo **areale** avente larghezza pari alla larghezza complessiva del canale nella sua configurazione finale (250 m) e lunghezza pari alla lunghezza del canale Contorta S. Angelo (circa 5 km).

Ai fini modellistici, il canale è stato inoltre suddiviso in tre segmenti rettangolari di lunghezza variabile, altezza pari a 10 m e larghezza pari alla larghezza complessiva del canale, 250 m.

Il periodo di attività del cantiere è stato considerato pari a 10 ore giornaliere, con orario 8:00-18:00.

Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 4.7, mentre nella Tabella 4.8 sono riportate le coordinate geografiche dell'angolo sud-ovest degli stessi. Il flusso di massa è stato determinato suddividendo l'emissione annua di inquinante per 365 giorni, 10 ore, e per la superficie complessiva del cantiere (ottenuta moltiplicando la lunghezza complessiva del cantiere, per la larghezza del canale, pari a 250 m). Infine, dividendo il valore ottenuto per 3.600 secondi si ottiene il flusso di massa espresso in g/s m^2 .

Tabella 4.7. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto C1	10	250	864	34	NO _x 3,37 · 10 ⁻⁶ PM ₁₀ 1,92 · 10 ⁻⁷
Tratto C2			2.256	54	
Tratto C3			1.927	27	

Tabella 4.8. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto C1	1.755.406	5.032.439
Tratto C2	1.755.892	5.033.152
Tratto C3	1.757.720	5.034.475

4.2.2 FASE DI ESERCIZIO

L'impatto dell'attività di trasporto passeggeri in oggetto sulla qualità dell'aria è dato dalle emissioni in atmosfera dei fumi di scarico prodotti dai punti di emissione delle navi da crociera in transito, che rappresentano le sorgenti emissive.

Nel modello non è stato considerato l'utilizzo di rimorchiatori a supporto delle navi da crociera nei canali Malamocco - Marghera e Contorta - S. Angelo.

Le ordinanze della Capitaneria di Porto prevedono l'obbligatorietà di due rimorchiatori per navi con stazza maggiore di 40.000 tonnellate solo per esigenze di sicurezza della navigazione in transito nel Canale S. Marco - Giudecca. Le ordinanze riprendono infatti quanto stabilito dal D.M. 2/3/2012 (cd. Decreto "Passera-Clini") a tutela del patrimonio artistico della Città di Venezia.

Anche per la fase di esercizio è stata applicata la metodologia europea per la compilazione dell'inventario delle emissioni, documentata in *EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook* (EMEP/EEA, 2013), relativamente al macrosettore della navigazione (*International navigation, national navigation, national fishing*).

Di seguito si riporta l'espressione generale utilizzata per determinare l'emissione complessiva relativa alla circolazione marittima in oggetto:

$$E_{\text{Trip},i,j,m} = \sum_p \left(FC_{j,m,p} \times EF_{i,j,m,p} \right)$$

dove:

- E_{Trip} emissione complessiva del transito (ton)
- FC consumo di combustibile (ton);
- EF fattore emissivo (kg/ton);
- i inquinante considerato;
- m tipo di combustibile (olio combustibile, MDO/MGO, benzina);
- J tipo di motore (diesel a bassa, media o alta velocità, turbina a gas, turbina a vapore);
- p fase del tragitto (manovra o stazionamento).

Il dato relativo al consumo di combustibile è stato reperito dal documento “Le emissioni da attività portuale” (ARPAV, 2007). Si evidenzia che tale dato di consumo risulta cautelativo rispetto a quello che si otterrebbe secondo l’approccio previsto da EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook (EMEP/EEA, 2013).

Nella stima delle emissioni di SO_x è stato considerato un tenore di zolfo nel combustibile pari al 2,7%. Nella Tabella 4.9 sono riportati i flussi di massa annui di NO_x e PM₁₀ ed SO_x in tonnellate/anno, calcolati considerando il numero di navi da crociera di stazza superiore alle 40.000 tonnellate in transito nella tratta considerata, pari a 396 toccate. Tale valore è stato cautelativamente calcolato come media delle toccate rilevate negli anni 2011 e 2012, in quanto nel 2013 si è riscontrata una diminuzione delle toccate.

Tabella 4.9. Emissioni annue di NO_x, PM₁₀ ed SO_x

Imbarcazione	NO _x (t/anno)	PM ₁₀ (t/anno)	SO _x (t/anno)
Nave da crociera	40,5	6,8	46,2

Per ciascuna nave è stato considerato un unico punto di emissione, di altezza pari a 60 m e diametro pari a 1,5 m. La temperatura dell’effluente gassoso è stata posta pari a 180°C.

La larghezza della nave è stata assunta pari a 40 m.

Nelle simulazioni modellistiche è stata inserita una sorgente **areale** costituita dalla tratta percorsa dalla nave tra la Bocca di Malamocco ed il terminal passeggeri S. Basilio.

Ai fini modellistici, la tratta è stata rappresentata attraverso n. 7 segmenti rettangolari di lunghezza variabile, altezza pari a 60 m e larghezza pari alla larghezza della nave, 40 m.

Si è tenuto conto della stagionalità dell’attività crocieristica, escludendo dall’analisi i mesi nei quali non vi è transito di navi (dicembre, gennaio e febbraio). I transiti sono previsti tra le ore 6 e le 12 e tra le ore 16 e le 22. Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 4.10, mentre nella Tabella 4.11 sono riportate le coordinate geografiche dell’angolo sud-ovest degli stessi. Il flusso di massa è stato determinato suddividendo l’emissione annua di inquinante per 275 giorni, 12 ore, e per la superficie complessiva della tratta (ottenuta moltiplicando la lunghezza complessiva della tratta, pari a circa 16,2 km, per la larghezza della nave, pari a 40 m). Infine, dividendo il valore ottenuto per 3.600 secondi si ottiene il flusso di massa espresso in g/s m².

Tabella 4.10. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto T1	60	40	5.059	-77	NO _x 5,3 · 10 ⁻⁶
Tratto T2			949	-49	
Tratto T3			910	-13	
Tratto T4			4.268	7	PM ₁₀ 8,8 · 10 ⁻⁷
Tratto T5			864	34	
Tratto T6			2.256	54	SO _x 6,0 · 10 ⁻⁶
Tratto T7			1.927	27	

Tabella 4.11. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto T1	1.760.760	5.025.553
Tratto T2	1.755.830	5.026.690
Tratto T3	1.755.114	5.027.313
Tratto T4	1.754.909	5.028.199
Tratto T5	1.755.406	5.032.439
Tratto T6	1.755.892	5.033.152
Tratto T7	1.757.720	5.034.475

4.3 DATI METEOREOLOGICI

I dati meteorologici utilizzati nelle simulazioni modellistiche sono stati acquistati da Maind S.r.l. e sono relativi al sito di indagine; si riferiscono all'anno 2013 e consistono in valori medi orari dei parametri meteoroclimatici direzione e velocità del vento, temperatura, classe di stabilità atmosferica e altezza di mescolamento.

Tali dati sono stati determinati mediante modello climatologico globale WRF-NOAA, inizializzato con i dati meteo delle stazioni sinottiche nazionali.

L'applicazione del modello climatologico WRF rappresenta la parte finale di un processo generale di *downscaling* che, a partire dai risultati dei modelli matematici di circolazione a scala globale inizializzati con i dati meteorologici rilevati dalle stazioni SYNOP-ICAO mondiali, permette di riportare l'informazione meteorologica a scala locale.

I dati meteorologici di un intero anno si ritengono rappresentativi delle diverse condizioni che si possono verificare in un determinato sito e che lo caratterizzano dal punto di vista meteoroclimatico.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche meteoroclimatiche dell'area relativamente ad intensità del vento, direzione del vento e stabilità atmosferica.

Nella Tabella 4.12 sono riassunti i valori mensili medio e massimo orario della velocità del vento. La velocità media si è mantenuta nell'intervallo 2,4-3,8 m/s, con velocità massima oraria superiore ai 12 m/s (mese di marzo), mentre la velocità media annuale è risultata pari a 3,2 m/s.

Le condizioni di calma di vento, caratterizzate da velocità inferiori a 0,5 m/s, costituiscono solamente l'1,8% delle frequenze annue.

Nella Figura 4.1 è rappresentata la distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità. I venti prevalenti sono quelli di intensità compresa tra 2 e 3 m/s, con frequenza annua pari al 27%.

Tabella 4.12. Valori mensili medio e massimo della velocità del vento (Venezia, 2013)

VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)												
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
V _{media}	3,1	3,1	3,8	3,0	3,3	3,3	3,1	3,0	3,3	3,5	3,4	2,4
V _{max}	9,8	8,5	12,8	9,6	11,0	10,2	10,6	8,9	10,8	11,9	9,9	8,6

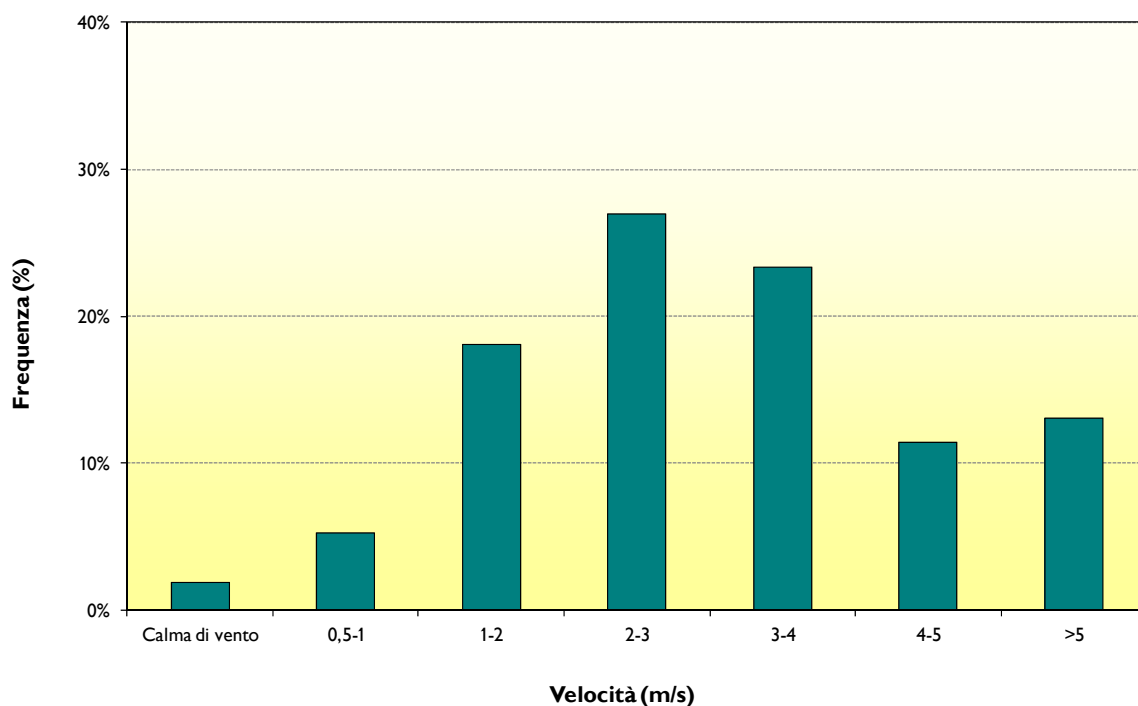


Figura 4.1. Distribuzione annuale di frequenza delle classi di velocità (Venezia, 2013)

In Figura 4.2 è riportata la rosa dei venti per classe di velocità, dove si osserva una prevalenza nelle direzioni di provenienza del vento dal settore nord-orientale, in particolare da nord-est e nord nord-est, con frequenze annue rispettivamente del 19% e del 18%.

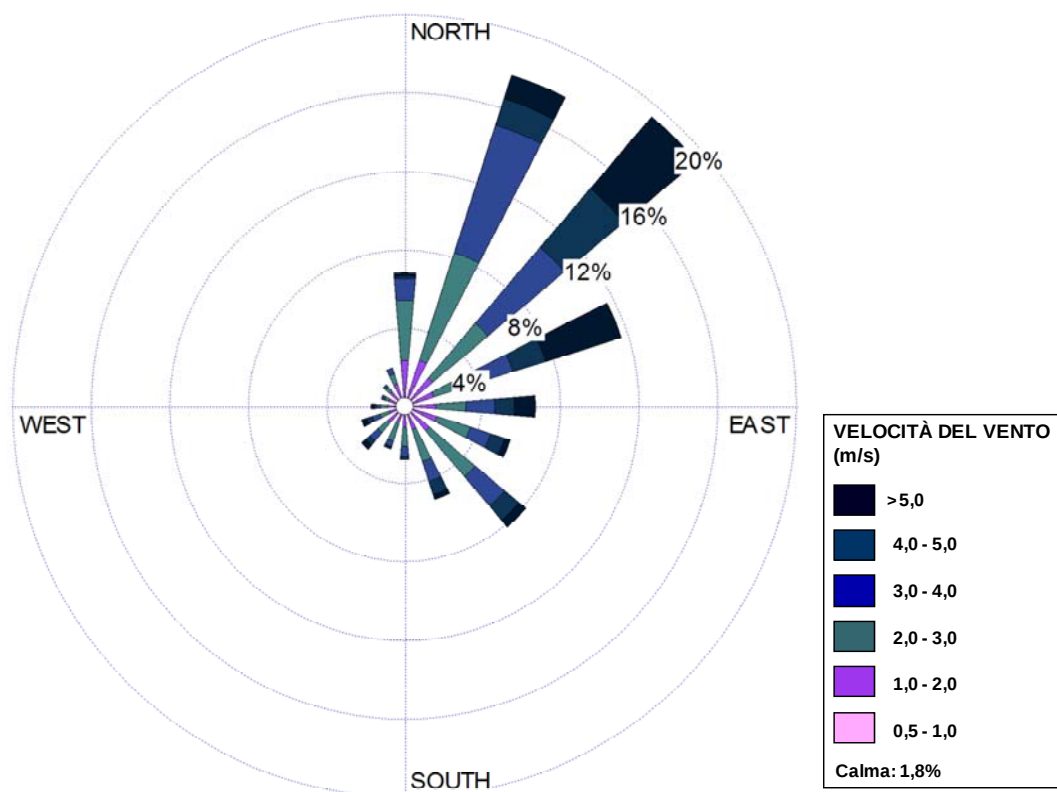


Figura 4.2. Rosa dei venti per le classi di velocità (Venezia, 2013)

In Figura 4.3 è riportata la rosa dei venti per classe di stabilità atmosferica, dove si osserva una prevalenza di condizioni atmosferiche neutre o stabili (classi D, E ed F). Tali condizioni sono tipicamente più sfavorevoli alla diffusione di inquinanti in atmosfera in quanto favoriscono la stagnazione del contaminante in prossimità della sorgente emissiva. Di contro, condizioni climatiche caratterizzate da instabilità atmosferica (classi A, B e C) rappresentano condizioni favorevoli alla dispersione dei contaminanti in atmosfera.

Nello specifico, la classe prevalente è la F (*atmosfera stabile*) con frequenza annua delle occorrenze pari al 26%. Seguono le classi D (*atmosfera neutra*) e B (*atmosfera instabile*) con frequenze rispettivamente del 19% e del 18%. Minori sono le situazioni estremamente instabili caratterizzate da elevata turbolenza (classe A, frequenza del 7%).

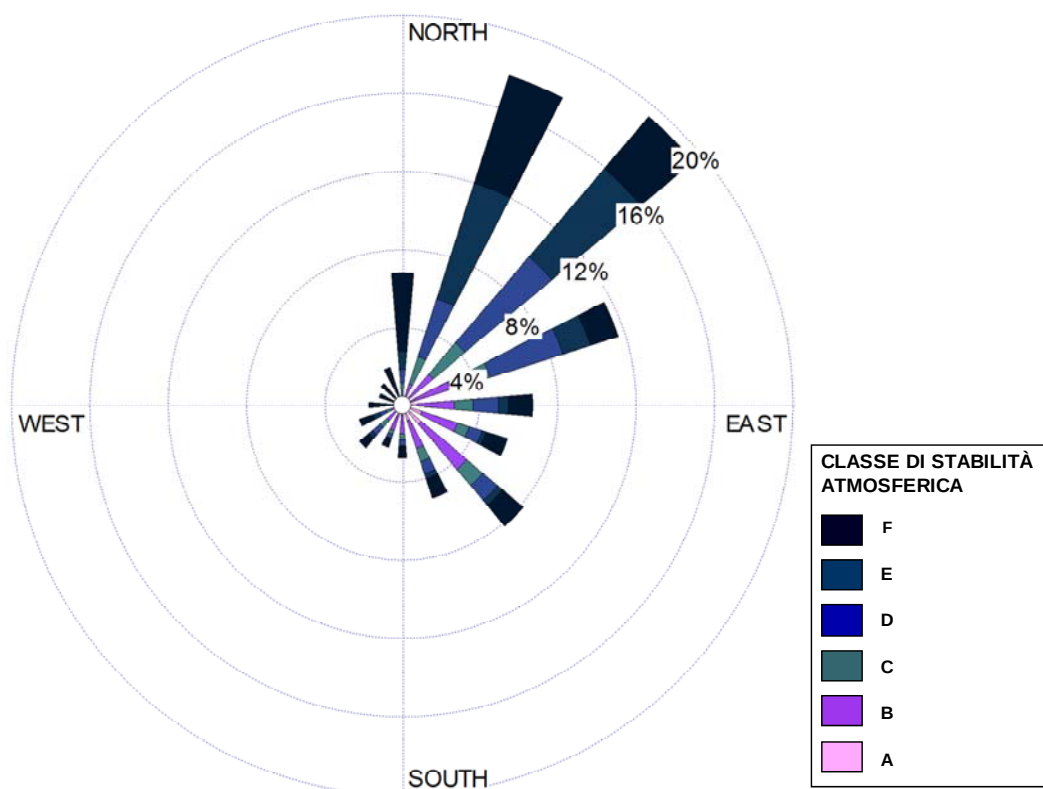


Figura 4.3. Rosa dei venti per le classi di stabilità atmosferica (Venezia, 2013)

4.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Nell'Annesso I sono riportate le mappe riassuntive relative alla distribuzione delle concentrazioni medie annue al livello del suolo degli inquinanti oggetto di studio. Le simulazioni sono state svolte sia per la fase di cantiere, sia per la fase di esercizio, consistente nell'attività di transito delle navi da crociera all'interno della laguna di Venezia.

Date le differenti dimensioni dei domini di calcolo dei due scenari, le mappe relative alla dispersione nella fase di cantiere sono state redatte in scala 1:50.000 con dominio 10x10 km, quelle relative alla dispersione nella fase di esercizio in scala 1:100.000 con dominio 20x20 km.

Al fine di paragonare le concentrazioni simulate al livello del suolo con gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA, definiti dal D.lgs. 155/2010) e con i valori di fondo che caratterizzano l'area di studio, si è ipotizzato **in via cautelativa** che le polveri siano assimilabili a particolato con granulometria inferiore a 10 µm (PM₁₀) e che gli ossidi di azoto (NO_x) siano trasformati interamente in biossido di azoto (NO₂).

4.4.1 CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA

4.4.1.1 Fase di cantiere

Dall'analisi delle mappe di distribuzione si osserva come i valori massimi di concentrazione ricadano all'interno dell'area di cantiere stessa, per effetto della tipologia di sorgente e dell'altezza stimata dell'emissione. Si tratta, comunque, di valori che rispettano i corrispondenti standard di qualità dell'aria, come di seguito argomentato.

In Tabella 4.13 sono riportati i valori massimi delle concentrazioni dei contaminanti nell'aria al livello del suolo risultanti dall'applicazione modellistica, valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 4.14 tali valori sono confrontati con gli SQA, al fine di evidenziare i contributi del cantiere in oggetto sull'impatto massimo consentito.

Allo scopo di ottenere valori statisticamente significativi della concentrazione massima oraria, visti la sovrastima e l'errore intrinseco del modello quando l'intervallo di mediazione della concentrazione coincide con quello del dato meteorologico rilevato, questa è stata calcolata come 99° percentile delle concentrazioni orarie relative al recettore in cui si verifica la massima ricaduta.

Come emerge dalla Tabella 4.14, le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria (**C_i < SQA**), con contributi dell'ordine del centesimo per le polveri (0,9%) e superiore al decimo per il biossido di azoto (15,1%).

Estendendo l'analisi al valore massimo giornaliero (polveri), il contributo risulta sostanzialmente in linea con il precedente, con concentrazioni, rispetto allo Standard di Qualità, dell'ordine del centesimo (3%).

Con riferimento al valore massimo orario (biossido di azoto), il contributo risulta significativo (28,5%), ma comunque inferiore rispetto al corrispondente SQA.

Tabella 4.13. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annuale (µg/m ³)	Concentrazione massima giornaliera (µg/m ³)	Concentrazione massima oraria (µg/m ³)
NO ₂	6,05	-	57,08
PM ₁₀	0,35	1,49	-

Tabella 4.14. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuale (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (15,1%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (28,5%)
PM ₁₀	40 (0,9%)	50 (3,0%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario

SQA: Standard di Qualità dell'Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

4.4.1.2 Fase di esercizio

Dall'analisi delle mappe di distribuzione si osserva come la massima ricaduta si verifichi lungo il tratto nord-sud del percorso, quindi parallelamente al margine ovest della Laguna verso l'entroterra, rappresentato nella fattispecie dalle casse di colmata. Si tratta comunque di valori ampiamente al di sotto rispetto ai corrispondenti standard di qualità, come documentato di seguito.

In Tabella 4.15 sono riportati i valori massimi spaziali delle concentrazioni dei contaminanti nell'aria al livello del suolo risultanti dall'applicazione modellistica, valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 4.16 tali valori sono confrontati con gli SQA, al fine di evidenziare i contributi della sorgente in oggetto sull'impatto massimo consentito.

Come emerge dalla Tabella 4.16, le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano ampiamente inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria ($C_i \ll SQA$), con contributi inferiori al centesimo per polveri e biossido di azoto (rispettivamente pari a 0,1% e 0,6%) e dell'ordine del centesimo per il biossido di zolfo (1,4%).

Estendendo l'analisi ai valori massimi giornalieri ed orari, i contributi risultano sostanzialmente in linea con i precedenti, con concentrazioni dell'ordine del centesimo o inferiori rispetto ai relativi Standard di Qualità.

Tabella 4.15. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	0,25	-	3,33
PM ₁₀	0,04	0,22	-
SO ₂	0,29	1,47	3,79

Tabella 4.16. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuo (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (0,6%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (1,7%)
PM ₁₀	40 (0,1%)	50 (0,4%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario
SO ₂	20 (1,4%)	125 (1,2%)	350 (1,1%)

SQA: Standard di Qualità dell'Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

4.4.2 CONFRONTO CON I DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

Nel presente paragrafo vengono confrontati i risultati delle simulazioni modellistiche con i dati di qualità dell'aria della Provincia di Venezia relativi all'anno 2013 (cfr. paragrafo 3.2). Nello specifico, vengono stimati gli effetti sull'atmosfera dei diversi inquinanti analizzati in termini di impatto percentuale sulla media annua.

Nella Tabella 4.17 sono riportati i valori di concentrazione medi della Provincia di Venezia, mentre nei successivi paragrafi tali valori sono confrontati con i risultati delle simulazioni per i due scenari considerati.

Per il biossido di zolfo, non essendo un contaminante critico a livello ambientale, le relazioni ARPAV non riportano i valori di concentrazione media annua; pertanto, non è stato considerato nella presente analisi.

Tabella 4.17. Concentrazioni medie annue degli inquinanti in Provincia di Venezia, anno 2013 (fonte ARPAV)

Stazione	NO ₂	PM ₁₀
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Provincia di Venezia	32,0	32,5

4.4.2.1 Fase di cantiere

Come si può osservare nella Tabella 4.18, gli impatti percentuali sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Pertanto, confrontando le concentrazioni dei contaminanti al livello del suolo dovute alle emissioni in oggetto con i valori di fondo dell'area, si può affermare che l'impatto del cantiere sul comparto ambientale aria risulta poco significativo per le polveri, accettabile per il biossido di azoto, anche in virtù del fatto che la durata delle emissioni è limitata alla fase temporanea di cantiere.

Tabella 4.18. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	6,05	15,9%
PM ₁₀	32,5	0,35	1,1%

4.4.2.2 Fase di esercizio

Come si può osservare nella Tabella 4.19, gli impatti percentuali risultano modesti (inferiori all'1%) e sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Pertanto, confrontando le concentrazioni dei contaminanti al livello del suolo dovute alle emissioni in oggetto con i valori di fondo dell'area, si può affermare che l'impatto dell'attività crocieristica sul comparto ambientale aria risulta poco significativo.

Tabella 4.19. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	0,25	0,8%
PM ₁₀	32,5	0,04	0,1%

4.5 DIPENDENZA DEI RISULTATI DAI PARAMETRI

Un aspetto significativo da sottolineare è la dipendenza dei risultati dai parametri. È importante ricordare che gli output del modello sono il risultato della combinazione globale di vari parametri, in particolare delle condizioni meteorologiche dell'area e dei valori di emissione degli inquinanti alla sorgente. Sinteticamente si possono fare le seguenti osservazioni di carattere qualitativo:

- L'aumento della temperatura dei fumi implica un incremento delle azioni di galleggiamento e quindi una maggiore risalita del pennacchio; la sorgente virtuale risulta localizzata più in alto e di conseguenza i valori massimi della concentrazione al livello del suolo diminuiscono e la zona di influenza risulta più estesa e più lontana dal punto sorgente.
- Una diminuzione della stabilità atmosferica (elevata turbolenza) disperde la massa di contaminante su un'area più vasta a parità di tempo; quindi, nel caso di sorgente in quota, il massimo di concentrazione si localizza più in prossimità della sorgente rispetto al caso di atmosfera stabile (turbolenza contenuta).
- Un'elevata velocità del vento implica da una parte un trasporto dell'inquinante a distanze maggiori, dall'altra, come effetto contrario, un abbassamento dell'asse del pennacchio e quindi un aumento della concentrazione massima al suolo, con punto di massimo localizzato più distante rispetto alla sorgente.

- La quota di inversione termica fa da “tetto” al processo di dispersione verso l’alto; uno strato di inversione ridotto mantiene il contaminante confinato vicino al suolo. Questo parametro risulta importante nel caso di sorgenti in quota (fumi caldi da ciminiera), mentre non incide particolarmente nel caso di sorgenti al suolo.
- La tipologia di sorgente influenza in maniera significativa il risultato al suolo: ad esempio sorgenti lineari come gli assi stradali hanno un’influenza relativamente limitata dal punto di vista spaziale, e sono meno influenzate dalle condizioni meteorologiche complessive rispetto alle sorgenti calde puntuali.

5. ANALISI DEI TRACCIATI ALTERNATIVI

Nel presente capitolo vengono valutati gli impatti sulla componente atmosfera delle alternative progettuali individuate.

I percorsi alternativi al transito attraverso il Canale Contorta S. Angelo sono visualizzabili nella seguente figura con linea di colore rosso e verde.



Figura 5.1. Tracciati alternativi al Canale Contorta S. Angelo

5.1 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI

Nei successivi paragrafi sono descritte le caratteristiche emissive delle sorgenti relative ai tracciati alternativi di cui sopra, determinate secondo la metodologia illustrata nel precedente capitolo.

5.1.1 ALTERNATIVA n.1 – PERCORSO “RETRO GIUDECCA”

L'Alternativa n.1 prevede il transito delle navi da crociera di stazza superiore alle 40.000 tonnellate attraverso il nuovo canale di accesso retro isola della Giudecca.

5.1.1.1 Fase di cantiere

Come scenario emissivo è stato considerato l'anno n.3 del cronoprogramma degli interventi di progetto (cfr. Tabella 5.1), scenario più gravoso per quanto riguarda le emissioni complessive annue.

Tabella 5.1. Cronoprogramma degli interventi di progetto

	Anno 1						Anno 2												Anno 3												Anno 4					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
CONSOLIDAMENTO SPONDE E FONDAMENTA ISOLE																																				
IMPIANTO DI CANTIERE																																				
RICERCA MASSE FERROSE																																				
PREDISPOSIZIONE BARENE																																				
SCAVO E REFLUIMENTO BARENE																																				
SENTIERO LUMINOSO, BRICCOLE, MEDE																																				
RILIEVO FINALE, COLLAUDI, ORDINANZE																																				

Nella Tabella 5.2 sono riportati i macchinari utilizzati nelle attività di progetto previste nel terzo anno di cantiere, mentre in Tabella 5.3 sono riepilogate le emissioni annue di NO_x e PM₁₀.

Tabella 5.2. Macchinari utilizzati nelle attività svolte nel terzo anno di cantiere

Tipologia mezzo	Scavo e refluimento barene	Sentiero luminoso, briccole, mede
Durata fase	12 mesi	5 mesi
Escavatore		4
Pontone con gru (battipalo)		2
Pontone con vibroinfissore		4
Motopontone di assistenza	8	
Draga	8	

Tabella 5.3. Emissioni annue di NO_x e PM₁₀

Inquinante	Emissione annua (t)
NO _x	48,3
PM ₁₀	2,8

L'area interessata dal cantiere è stata rappresentata da una sorgente emissiva di tipo **areale** avente larghezza pari alla larghezza complessiva del canale nella sua configurazione finale (180 m) e lunghezza pari alla lunghezza del canale retro isola della Giudecca (circa 5 km).

Ai fini modellistici, il canale è stato inoltre suddiviso in tre segmenti rettangolari di lunghezza variabile, altezza pari a 10 m e larghezza pari alla larghezza complessiva del canale, 180 m.

Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 5.4, mentre nella Tabella 5.5 sono riportate le coordinate geografiche dell'angolo sud-ovest degli stessi.

Tabella 5.4. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto C1	10	180	3.179	-94	NO _x 4,22 · 10 ⁻⁶ PM ₁₀ 2,41 · 10 ⁻⁷
Tratto C2			823	-64	
Tratto C3			842	4	

Tabella 5.5. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto C1	1.762.558	5.035.359
Tratto C2	1.759.387	5.035.135
Tratto C3	1.758.645	5.035.491

5.1.1.2 Fase di esercizio

Nella Tabella 5.6 sono riportati i flussi di massa annui di NO_x e PM₁₀ ed SO_x in tonnellate/anno, calcolati considerando il numero di navi in transito nella tratta considerata.

 Tabella 5.6. Emissioni annue di NO_x, PM₁₀ ed SO_x

Imbarcazione	NO _x (t/anno)	PM ₁₀ (t/anno)	SO _x (t/anno)
Nave da crociera	27,5	4,6	31,3

Nelle simulazioni modellistiche è stata inserita una sorgente **areale** costituita dalla tratta percorsa dalla nave tra la Bocca di Lido ed il terminal passeggeri S. Basilio; la tratta è stata rappresentata attraverso n. 6 segmenti rettangolari di lunghezza variabile.

Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 5.7, mentre nella Tabella 5.8 sono riportate le coordinate geografiche dell'angolo sud-ovest degli stessi.

Tabella 5.7. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto T1	60	40	3.095	-69	NO _x 5,3 · 10 ⁻⁶ PM ₁₀ 8,8 · 10 ⁻⁷ SO _x 6,0 · 10 ⁻⁶
Tratto T2			1.628	-138	
Tratto T3			1.455	-109	
Tratto T4			3.179	-94	
Tratto T5			823	-64	
Tratto T6			842	4	

Tabella 5.8. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto T1	1.767.911	5.035.954
Tratto T2	1.765.018	5.037.052
Tratto T3	1.763.931	5.035.839
Tratto T4	1.762.558	5.035.359
Tratto T5	1.759.387	5.035.135
Tratto T6	1.758.645	5.035.491

5.1.2 ALTERNATIVA n.2 – PERCORSO “VITTORIO EMANUELE III DAL BACINO DI EVOLUZIONE 3”

L'Alternativa n.2 prevede il transito delle navi da crociera di stazza superiore alle 40.000 tonnellate attraverso l'innesto del canale Vittorio Emanuele III da bacino di evoluzione 3.

5.1.2.1 Fase di cantiere

Come scenario emissivo è stato considerato l'anno n.3 del cronoprogramma degli interventi di progetto (cfr. Tabella 5.9), scenario più gravoso per quanto riguarda le emissioni complessive annue.

Tabella 5.9. Cronoprogramma degli interventi di progetto

	Anno 1						Anno 2												Anno 3												Anno 4					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
ADEGUAMENTO ISOLA DELLE TRESSE E ISOLA DEI PETROLI																																				
IMPIANTO DI CANTIERE																																				
RICERCA MASSE FERROSE																																				
PREDISPOSIZIONE BARENE																																				
SCAVO E REFLUIMENTO BARENE E TRESSE																																				
SENTIERO LUMINOSO, BRICCOLE, MEDE																																				
RILIEVO FINALE, COLLAUDI, ORDINANZE																																				

Nella Tabella 5.10 sono riportati i macchinari utilizzati nelle attività di progetto previste nel terzo anno di cantiere, mentre in Tabella 5.11 sono riepilogate le emissioni annue di NO_x e PM₁₀.

Tabella 5.10. Macchinari utilizzati nelle attività svolte nel terzo anno di cantiere

Tipologia mezzo	Adeguamento isola delle Tresse e isola dei Petroli	Scavo e refluimento barene e Tresse	Sentiero luminoso, briccole, mede
Durata fase	6 mesi	12 mesi	5 mesi
Escavatore	2		4
Pontone con gru (battipalo)			2
Pontone con vibroinfissore	1		4
Motopontone di assistenza		8	
Draga		8	

Tabella 5.11. Emissioni annue di NO_x e PM₁₀

Inquinante	Emissione annua (t)
NO _x	50,5
PM ₁₀	2,9

L'area interessata dal cantiere è stata rappresentata da una sorgente emissiva di tipo **areale** avente larghezza pari alla larghezza complessiva del canale nella sua configurazione finale (170 m, valore medio) e lunghezza pari alla lunghezza del canale oggetto dell'intervento (circa 3,5 km).

Ai fini modellistici, il canale è stato inoltre suddiviso in due segmenti rettangolari di lunghezza variabile, altezza pari a 10 m e larghezza pari alla larghezza complessiva del canale, 170 m.

Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 5.12, mentre nella Tabella 5.13 sono riportate le coordinate geografiche dell'angolo sud-ovest degli stessi.

Tabella 5.12. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (cantiere)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto C1	10	170	1.870	102	NO _x 6,48 · 10 ⁻⁶
Tratto C2			1.620	125	PM ₁₀ 3,70 · 10 ⁻⁷

Tabella 5.13. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto C1	1.755.042	5.037.971
Tratto C2	1.756.848	5.037.483

5.1.2.2 Fase di esercizio

Nella Tabella 5.14 sono riportati i flussi di massa annui di NO_x e PM₁₀ ed SO_x in tonnellate/anno, calcolati considerando il numero di navi in transito nella tratta considerata.

 Tabella 5.14. Emissioni annue di NO_x, PM₁₀ ed SO_x

Imbarcazione	NO _x (t/anno)	PM ₁₀ (t/anno)	SO _x (t/anno)
Nave da crociera	52,8	8,8	60,1

Nelle simulazioni modellistiche è stata inserita una sorgente **areale** costituita dalla tratta percorsa dalla nave tra la Bocca di Malamocco ed il terminal passeggeri S. Basilio; la tratta è stata rappresentata attraverso n. 7 segmenti rettangolari di lunghezza variabile.

Le caratteristiche geometriche ed emissive dei segmenti (sorgenti areali) sono riassunte in Tabella 5.15, mentre nella Tabella 5.16 sono riportate le coordinate geografiche dell'angolo sud-ovest degli stessi.

Tabella 5.15. Caratteristiche delle sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche (esercizio)

Sorgente	Altezza (m)	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Angolo (°N)	Flusso di massa (g/s m ²)
Tratto T1	60	40	5.059	-77	NO _x 5,3 · 10 ⁻⁶
Tratto T2			949	-49	
Tratto T3			910	-13	
Tratto T4			4.255	7	PM ₁₀ 8,8 · 10 ⁻⁷
Tratto T5			5.632	-5	SO _x 6,0 · 10 ⁻⁶
Tratto T6			2.050	102	
Tratto T7			2.270	125	

Tabella 5.16. Coordinate dell'angolo sud-ovest delle sorgenti areali considerate (coordinate Gauss-Boaga)

Sorgente	X (m)	Y (m)
Tratto T1	1.760.760	5.025.553
Tratto T2	1.755.830	5.026.690
Tratto T3	1.755.114	5.027.313
Tratto T4	1.754.909	5.028.199
Tratto T5	1.755.316	5.032.435
Tratto T6	1.754.830	5.038.046
Tratto T7	1.756.837	5.037.626

5.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE – FASE DI CANTIERE

5.2.1 CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA

5.2.1.1 Alternativa n.1 – Percorso “retro Giudecca”

Nella Tabella 5.17 sono riportati i valori di concentrazione massima dei contaminanti valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 5.18 tali valori sono confrontati con gli SQA.

Le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria ($C_i < SQA$), con contributi dell'ordine del centesimo per le polveri (1,1%) e superiore al decimo per il biossido di azoto (19,1%).

Estendendo l'analisi al valore massimo giornaliero (polveri), il contributo risulta sostanzialmente in linea con il precedente, con concentrazioni, rispetto allo Standard di Qualità, dell'ordine del centesimo (4%).

Con riferimento al valore massimo orario (biossido di azoto), il contributo risulta significativo (41,3%), ma comunque inferiore rispetto al corrispondente SQA.

Tabella 5.17. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	7,64	-	82,52
PM ₁₀	0,44	2,01	-

Tabella 5.18. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuale (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (19,1%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (41,3%)
PM ₁₀	40 (1,1%)	50 (4,0%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario

SQA: Standard di Qualità dell'Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

5.2.1.2 Alternativa n.2 – Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di evoluzione 3”

Nella Tabella 5.19 sono riportati i valori di concentrazione massima dei contaminanti valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 5.20 tali valori sono confrontati con gli SQA.

Le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria ($C_i < SQA$), con contributi dell'ordine del centesimo per le polveri (1%) e superiore al decimo per il biossido di azoto (17%).

Estendendo l'analisi al valore massimo giornaliero (polveri), il contributo risulta sostanzialmente in linea con il precedente, con concentrazioni, rispetto allo Standard di Qualità, dell'ordine del centesimo (4,7%). Con riferimento al valore massimo orario (biossido di azoto), il contributo risulta significativo (39,1%), ma comunque inferiore rispetto al corrispondente SQA.

Tabella 5.19. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	6,79	-	78,27
PM ₁₀	0,39	2,37	-

Tabella 5.20. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuale (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (17,0%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (39,1%)
PM ₁₀	40 (1,0%)	50 (4,7%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario

SQA: Standard di Qualità dell'Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

5.2.2 CONFRONTO CON I DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

Analogamente a quanto visto nel precedente capitolo, di seguito si riporta il confronto dei risultati delle simulazioni con i valori di fondo di qualità dell'aria.

5.2.2.1 Alternativa n.1 – Percorso “retro Giudecca”

L'impatto percentuale risulta poco significativo per le polveri (dell'ordine del centesimo) e superiore al decimo per l'ossido di azoto; gli impatti sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Tabella 5.21. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	7,64	19,3%
PM ₁₀	32,5	0,44	1,3%

5.2.2.2 Alternativa n.2 – Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di evoluzione 3”

L'impatto percentuale risulta poco significativo per le polveri (dell'ordine del centesimo) e superiore al decimo per l'ossido di azoto; gli impatti sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Tabella 5.22. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	6,79	17,5%
PM ₁₀	32,5	0,39	1,2%

5.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE – FASE DI ESERCIZIO

5.3.1 CONFRONTO CON GLI STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA

5.3.1.1 Alternativa n.1 – Percorso “retro Giudecca”

Nella Tabella 5.23 sono riportati i valori di concentrazione massima dei contaminanti valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 5.24 tali valori sono confrontati con gli SQA.

Le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano ampiamente inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria (**C_i << SQA**), con contributi inferiori al centesimo per polveri e biossido di azoto (rispettivamente pari a 0,1% e 0,4%) e dell'ordine del centesimo per il biossido di zolfo (1%). Estendendo l'analisi ai valori massimi giornalieri ed orari, i contributi risultano sostanzialmente in linea con i precedenti, con concentrazioni dell'ordine del centesimo o inferiori rispetto ai relativi Standard di Qualità.

Tabella 5.23. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	0,18	-	2,60
PM ₁₀	0,03	0,17	-
SO ₂	0,20	1,15	2,62

Tabella 5.24. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuo (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (0,4%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (1,2%)
PM ₁₀	40 (0,1%)	50 (0,3%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario
SO ₂	20 (1,0%)	125 (0,9%)	350 (0,7%)

SQA: Standard di Qualità dell'Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

5.3.1.2 Alternativa n.2 – Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di evoluzione 3”

Nella Tabella 5.25 sono riportati i valori di concentrazione massima dei contaminanti valutati su base media annua, giornaliera ed oraria, mentre in Tabella 5.26 tali valori sono confrontati con gli SQA.

Le concentrazioni massime annue dei contaminanti risultano ampiamente inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell’Aria ($C_i \ll SQA$), con contributi inferiori al centesimo per polveri e biossido di azoto (rispettivamente pari a 0,1% e 0,7%) e dell’ordine del centesimo per il biossido di zolfo (1,5%).

Estendendo l’analisi ai valori massimi giornalieri ed orari, i contributi risultano sostanzialmente in linea con i precedenti, con concentrazioni dell’ordine del centesimo rispetto ai relativi Standard di Qualità.

Tabella 5.25. Risultati delle simulazioni: valore di concentrazione massimo annuo, giornaliero ed orario per i diversi contaminanti oggetto di studio

Inquinante	Concentrazione massima annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	0,26	-	3,44
PM ₁₀	0,04	0,27	-
SO ₂	0,30	1,82	3,91

Tabella 5.26. Confronto con gli Standard di Qualità nel punto di massima concentrazione

Inquinante	SQA annuo (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA giornaliero (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SQA orario (% di contributo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NO ₂	40 (0,7%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA giornaliero	200 (1,7%)
PM ₁₀	40 (0,1%)	50 (0,5%)	D.lgs. 155/2010 non prevede SQA orario
SO ₂	20 (1,5%)	125 (1,5%)	350 (1,1%)

SQA: Standard di Qualità dell’Aria, definito dal D.lgs. 155/2010.

5.3.2 CONFRONTO CON I DATI DI QUALITÀ DELL’ARIA

Analogamente a quanto visto nel precedente capitolo, di seguito si riporta il confronto dei risultati delle simulazioni con i valori di fondo di qualità dell’aria.

5.3.2.1 Alternativa n.1 – Percorso “retro Giudecca”

Come si può notare nella tabella seguente, gli impatti percentuali risultano modesti (inferiori all’1%) e sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Tabella 5.27. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	0,18	0,6%
PM ₁₀	32,5	0,03	0,1%

5.3.2.2 Alternativa n.2 – Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di evoluzione 3”

Come si può notare nella tabella seguente, gli impatti percentuali risultano modesti (inferiori all'1%) e sono in linea con quelli determinati nel confronto con gli SQA.

Tabella 5.28. Confronto della concentrazioni massima annua con i dati di qualità dell'aria rilevati nell'anno 2013

Contaminante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo annuo (da simulazione) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo
NO ₂	32,0	0,26	0,8%
PM ₁₀	32,5	0,04	0,1%

5.4 CONFRONTO DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Nel presente paragrafo sono confrontati i risultati delle simulazioni modellistiche eseguite per le diverse alternative progettuali individuate.

Nello specifico sono stati considerati i seguenti scenari:

- PROG: progetto in esame, transito attraverso il Canale Contorta S. Angelo;
- A1: transito attraverso il nuovo canale di accesso retro isola della Giudecca;
- A2: transito attraverso l'innesto del Canale Vittorio Emanuele III da bacino di evoluzione 3.

5.4.1 FASE DI CANTIERE

Nelle seguenti tabelle sono riportati, per gli scenari di cui sopra, rispettivamente i valori di concentrazione massima in aria al livello del suolo, i contributi rispetto agli Standard di Qualità dell'aria ed i contributi rispetto ai valori di concentrazione di fondo.

Come emerge dalle tabelle non si riscontrano differenze di rilievo tra i vari scenari per quanto riguarda le concentrazioni massime al suolo delle polveri con riferimento al valore medio annuo (contributi rispetto agli SQA dell'ordine del centesimo o inferiori).

Per quanto riguarda invece le polveri con riferimento alla media giornaliera e gli ossidi di azoto il progetto in esame presenta concentrazioni inferiori rispetto alle alternative analizzate, in particolare per quanto concerne il valore medio orario di questi ultimi.

Varia infine l'area interessata dalle ricadute delle emissioni gassose, in quando strettamente correlata alla localizzazione del cantiere.

Tabella 5.29. Concentrazioni massime al suolo: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	Concentrazione massima annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2
NO ₂	6,05	7,64	6,79	-			57,08	82,52	78,27
PM ₁₀	0,35	0,44	0,39	1,49	2,01	2,37	-		

Tabella 5.30. Contributo rispetto agli SQA: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	%contributo SQA annuo			%contributo SQA giornaliero			%contributo SQA orario		
	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2
NO ₂	15,1%	19,1%	17,0%	-			28,5%	41,3%	39,1%
PM ₁₀	0,9%	1,1%	1,0%	3,0%	4,0%	4,7%	-		

Tabella 5.31. Contributo rispetto ai valori di fondo: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo		
		PROG	A1	A2
NO ₂	32,0	15,9%	19,3%	17,5%
PM ₁₀	32,5	1,1%	1,3%	1,2%

5.4.2 FASE DI ESERCIZIO

Nelle seguenti tabelle sono riportati, per gli scenari di cui sopra, rispettivamente i valori di concentrazione massima in aria al livello del suolo, i contributi rispetto agli Standard di Qualità dell'aria ed i contributi rispetto ai valori di concentrazione di fondo.

Come emerge dalle tabelle non si riscontrano differenze di rilievo tra i vari scenari per quanto riguarda le concentrazioni massime al suolo, con contributi rispetto agli SQA dell'ordine del centesimo o inferiori, mentre varia l'area interessata dalle ricadute delle emissioni gassose, in quando strettamente correlata alla tratta considerata.

Tabella 5.32. Concentrazioni massime al suolo: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	Concentrazione massima annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Concentrazione massima giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Concentrazione massima oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2
NO ₂	0,25	0,18	0,26	-			3,33	2,30	3,44
PM ₁₀	0,04	0,03	0,04	0,22	0,17	0,27	-		
SO ₂	0,29	0,20	0,30	1,47	1,15	1,82	3,79	2,62	3,91

Tabella 5.33. Contributo rispetto agli SQA: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	%contributo SQA annuo			%contributo SQA giornaliero			%contributo SQA orario		
	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2	PROG	A1	A2
NO ₂	0,6%	0,4%	0,7%	-			1,7%	1,2%	1,7%
PM ₁₀	0,1%			0,4%	0,3%	0,5%	-		
SO ₂	1,4%	1,0%	1,5%	1,2%	0,9%	1,5%	1,1%	0,7%	1,1%

Tabella 5.34. Contributo rispetto ai valori di fondo: confronto tra le alternative progettuali individuate

Inquinante	Concentrazione media annua 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impatto percentuale su valore di fondo		
		PROG	A1	A2
NO ₂	32,0	0,8%	0,6%	0,8%
PM ₁₀	32,5	0,1%		

Allo scopo di valutare l'estensione delle superfici dei siti di Rete Natura 2000 afferenti all'area di progetto interessati dalle emissioni degli inquinanti, nella seguente tabella sono riportate le superfici SIC e ZPS, espresse in ettari, sulle quali si manifestano le maggiori ricadute delle emissioni in atmosfera legate al transito delle navi. Come zona di influenza degli effetti delle ricadute è stata considerata l'area all'interno della quale le concentrazioni degli inquinanti oggetto di studio sono comprese tra il 50% del valore massimo annuo ed il valore massimo annuo stesso.

Come si può osservare, l'alternativa "retro Giudecca" interessa in maniera minore le aree SIC e ZPS, mentre l'alternativa che prevede il transito lungo il Canale Vittorio Emanuele III interessa le superfici maggiori.

Tabella 5.35. Aree SIC e ZPS interessate dalle ricadute delle emissioni in atmosfera

	PROG	A1	A2
Area ZPS (cod.)	Laguna di Venezia (IT3250046)	Laguna di Venezia (IT3250046) Lido di Venezia: biotopi litoranei (IT3250023)	Laguna di Venezia (IT3250046)
Superficie (ha)	2.288	1.445	2.905
Area SIC (cod.)	Laguna medio inferiore di Venezia (IT3250030)	Laguna superiore di Venezia (IT3250031) Lido di Venezia: biotopi litoranei (IT3250023)	Laguna medio inferiore di Venezia (IT3250030)
Superficie (ha)	1.882	157	2.925

Allo scopo di valutare l'estensione delle differenti tipologie di aree interessate dalle emissioni degli inquinanti, nella seguente tabella sono riportate le superfici individuate secondo la classificazione Corine "Land-cover" (2007) sulle quali si manifestano le maggiori ricadute delle emissioni in atmosfera legate al transito delle navi.

Come si può osservare, la ricaduta per l'alternativa "retro-Giudecca" coinvolge la maggiore superficie urbana. Le aree industriali sono invece maggiormente interessate dall'alternativa che prevede il transito attraverso il Canale Vittorio Emanuele III.

Tabella 5.36. Tipologia di aree interessate dalle ricadute delle emissioni in atmosfera

Tipologia area	Superficie (ha)		
	PROG	A1	A2
Aree urbane	0,6	239,1	7,3
Aree industriali	1,6	66,0	509,2
Aree portuali	1,5	18,8	19,5
Aree agricole	0,0	14,5	142,4
Foreste ed aree seminaturali	89,0	62,6	116,6
Terre umide	794,5	2,5	1.742,6
Acque esterne (laguna)	1.400,5	1.718,0	1.541,1

6. CONCLUSIONI

Il presente elaborato è stato redatto allo scopo di valutare la ricaduta al suolo delle emissioni gassose generate dal progetto di *Adeguamento via acqua di accesso alla stazione marittima di Venezia e riqualificazione delle aree limitrofe al Canale Contorta S. Angelo*. In particolare si sono valutate le ricadute al suolo delle emissioni prodotte dall'attività di cantiere per la risagomatura e approfondimento del canale Contorta S. Angelo e della successiva fase di esercizio, consistente nel transito di navi da crociera all'interno della laguna di Venezia attraverso una via alternativa rispetto a quella attualmente utilizzata.

Nel presente elaborato sono state inoltre valutate le ricadute delle emissioni gassose prodotte nelle fasi di cantiere e di esercizio relative alle alternative progettuali considerate.

6.1 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI VENEZIA

Nella presente valutazione sono stati considerati i dati tratti dai rapporti sulla qualità dell'aria pubblicati da ARPAV relativi al periodo 2006-2013.

Dalla documentazione analizzata si può concludere che:

1. Biossido di zolfo (SO_2) e monossido di carbonio (CO) non rappresentano inquinanti problematici per la qualità dell'aria, in quanto nel periodo considerato (2006-2013) non si sono verificati superamenti dei limiti legislativi della qualità dell'aria.
2. Con riferimento al biossido di azoto (NO_2), nel 2013 non si sono rilevati superamenti dei limiti di qualità in tutte le stazioni della rete provinciale.
3. Riguardo alle polveri sottili (PM_{10}), nell'anno 2013 il valore di qualità annuale è stato rispettato in tutte le stazioni della Provincia. Il monitoraggio rileva una situazione di criticità in relazione ai superamenti del limite giornaliero ed appare difficile ipotizzare, in tempi brevi, una diminuzione al disotto dei 35 superamenti/anno consentiti dal D.lgs. 155/2010.

6.2 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

I dati meteorologici utilizzati nel presente studio sono stati acquistati da Maind S.r.l. e sono relativi all'area di indagine, anno 2013. Dall'analisi di tali dati si osserva che nell'area in esame i venti soffiano prevalentemente dal settore nord-orientale, in particolare da nord-est e nord nord-est, e sono caratterizzati da un'intensità media annua di 3,2 m/s, con valore massimo orario superiore ai 12 m/s.

6.3 CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI

Con riferimento alla **fase di realizzazione** dell'opera, dall'analisi delle mappe di dispersione riportate nell'Annesso I si osserva come la massima ricaduta dei contaminanti si verifichi all'interno dell'area di cantiere stessa, con valori di concentrazione massimi annui, giornalieri ed orari degli inquinanti inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria ($C_i < \text{SQA}$), definiti dal D.lgs. 155/2010. Confrontando i risultati delle simulazioni con i valori di fondo dell'area (fonte ARPAV), l'impatto della sorgente in oggetto sul comparto ambientale aria risulta accettabile.

Relativamente alla **fase di esercizio**, l'analisi delle mappe mostra come la massima ricaduta si verifichi lungo il tratto nord-sud del percorso, quindi parallelamente al margine ovest della Laguna verso l'entroterra, rappresentato nella fattispecie dalle casse di colmata, con valori di concentrazione massimi annui, giornalieri ed orari degli inquinanti ampiamente inferiori rispetto ai corrispondenti Standard di Qualità dell'Aria ($C_i \ll SQA$).

Confrontando i risultati delle simulazioni con i valori di fondo dell'area (fonte ARPAV), l'impatto sul comparto ambientale aria risulta poco significativo e non comporta un peggioramento significativo della qualità dell'aria.

In conclusione, si ritiene l'impatto sia nella fase di cantiere, sia in quella di esercizio, compatibile con la componente ambientale atmosfera.

APPENDICE: IL MODELLO DISPERSIONE E RICADUTA AL SUOLO DI INQUINANTI ISC3

Il modello ISC3 è fondato sulla soluzione dell'equazione di convezione-diffusione stazionaria:

$$u \frac{\partial C}{\partial x} = D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \quad (1)$$

dove (x, y, z) rappresenta la terna cartesiana di riferimento, $C(x,y,z)$ la concentrazione, D_y e D_z le diffusività turbolente rispettivamente nelle direzioni y e z . Nella (1) si è trascurato, come è lecito nel caso stazionario, il contributo della diffusione longitudinale e si è assunto un campo di vento u unidirezionale e uniforme diretto lungo x . Nonostante il carattere unidirezionale del campo di moto, è possibile tenere conto in maniera approssimata degli effetti dispersivi indotti dalla componente trasversale della velocità, modificando opportunamente la diffusività trasversale D_y . La soluzione analitica della (1) nel caso di terreno piano ed omogeneo e di diffusività costanti si scrive:

$$C(x, y, z) = \frac{\dot{M}}{2\pi u \sigma_y(x) \sigma_z(x)} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2(x)}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z-h_s)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] + \exp\left[-\frac{(z+h_s)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] \right\} \quad (2)$$

dove $\sigma_y = \sqrt{2D_y x/u}$ e $\sigma_z = \sqrt{2D_z x/u}$ sono le deviazioni standard del pennacchio rispettivamente nelle direzioni y e z , h_s la quota della sorgente ed $\dot{M}$ la portata di massa di inquinante.

Per introdurre l'effetto della condizione al contorno in corrispondenza dello strato di inversione termica, che si comporta come una parete rigida che riflette verso il basso il contaminante, è necessario introdurre opportune sorgenti immagine che garantiscano la condizione di flusso nullo attraverso tale contorno. La soluzione assume quindi la forma:

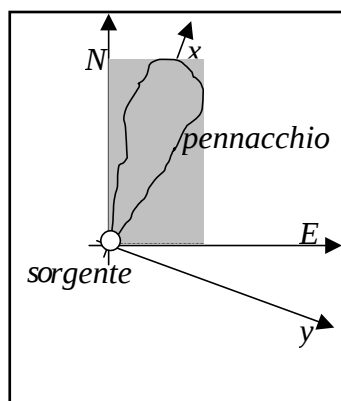
$$C(x, y, z) = \frac{\dot{M}}{2\pi u \sigma_y(x) \sigma_z(x)} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2(x)}\right] \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ \exp\left[-\frac{(z-h_s+2nh_i)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] + \exp\left[-\frac{(z+h_s+2nh_i)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] \right\} \quad (3)$$

L'applicazione del modello viene effettuata attraverso il riconoscimento di diverse condizioni di intensità e direzione del vento e di stabilità atmosferica. In particolare, si definiscono diversi scenari meteorologici caratterizzati da una coppia di valori di intensità del vento e di turbolenza atmosferica. Gli scenari sono dati, secondo la classificazione proposta dall'EPA come combinazione di 6 classi di vento e 6 classi di stabilità atmosferica (Pasquill, 1964).

Le classi di vento sono relative alle seguenti intensità del vento (m/s): 0,5, 1, 2, 3, 5, 7. Le classi di stabilità sono individuate dalle lettere dell'alfabeto dalla A alla F (A la più instabile, F la più stabile).

Il campo di vento: intensità e direzione

Per la stima di velocità e direzione del vento il modello utilizza valori misurati nelle campagne di misura o derivanti da serie storiche. Le coordinate assolute utilizzate all'interno del dominio di calcolo sono: E crescente da ovest verso est ed N crescente da sud verso nord; il sistema di riferimento è in metri. La direzione del vento, *dir*, può essere qualsiasi valore misurato; è quindi necessario operare una rotazione del sistema di riferimento prima di calcolare la concentrazione con l'equazione (3): nel modello viene pertanto utilizzato un sistema di assi ruotato x-y, con origine nella sorgente; le coordinate longitudinale e trasversale del pennacchio sono quindi calcolate attraverso le relazioni:



$$\begin{cases} x = -E \sin(dir) - N \cos(dir) \\ y = -E \cos(dir) + N \sin(dir) \end{cases} \quad (4)$$

Figura A.1. Sistema di riferimento del programma ISC3

La coordinata longitudinale *x* assume valori positivi se sottovento, negativi se sopravvento; la coordinata trasversale *y* presenta valori positivi a destra, negativi a sinistra (nel verso delle *x* positive).

Il dato di intensità del vento misurato dall'anemometro deve essere riportato al valore che assume alla quota della sorgente. Per estrapolare questo dato nel modello si fa uso di una legge di potenza:

$$u_s = u_0 \left(\frac{h_s}{h_0} \right)^p \quad (5)$$

dove u_0 è la velocità del vento misurato alla quota h_0 . L'esponente p è funzione della classe di stabilità; i valori cor

rispondenti sono riportati in Tabella A.1.

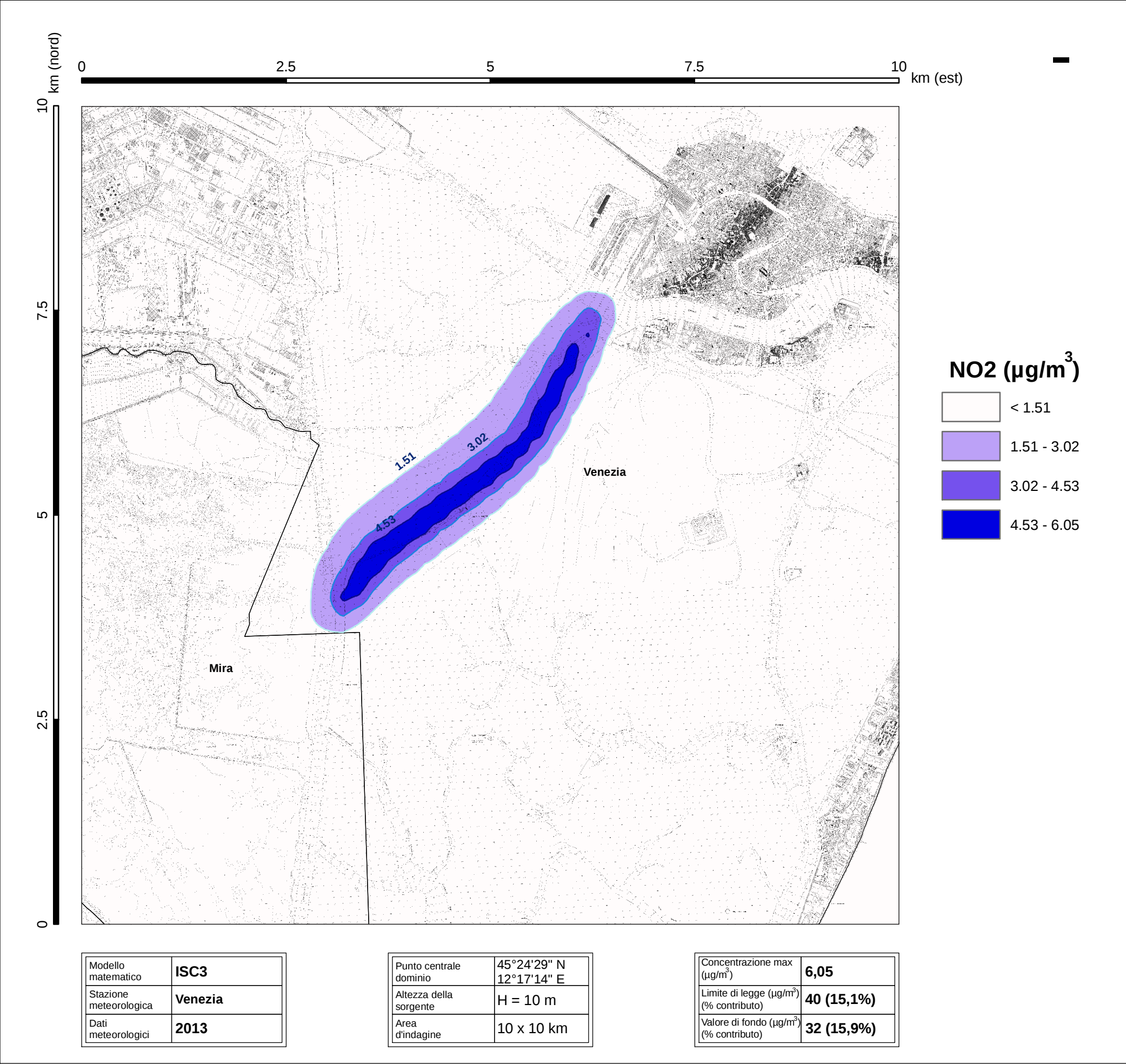
Tabella A.1. Valori del parametro p in funzione della classe di stabilità

Classe di stabilità	A	B	C	D	E	F
p area urbana	0,15	0,15	0,20	0,25	0,30	0,30
p area rurale	0,07	0,07	0,10	0,15	0,35	0,55

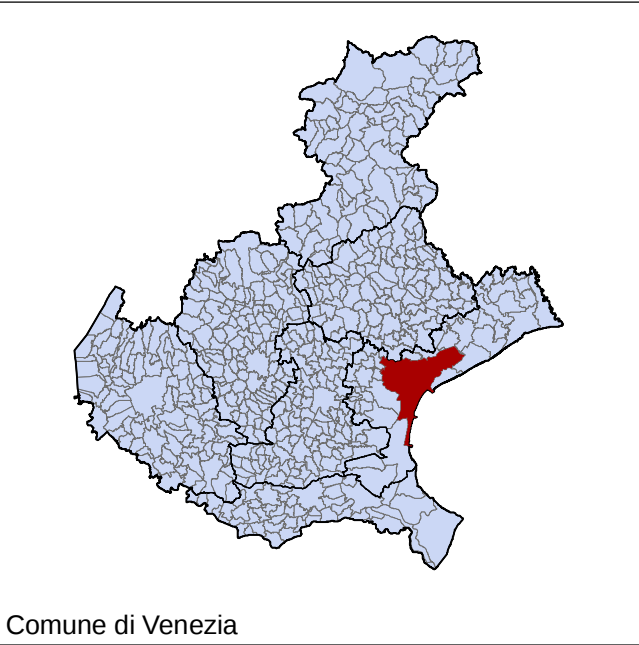
ANNESSO I

Mappe di distribuzione della concentrazione media annua dei contaminanti

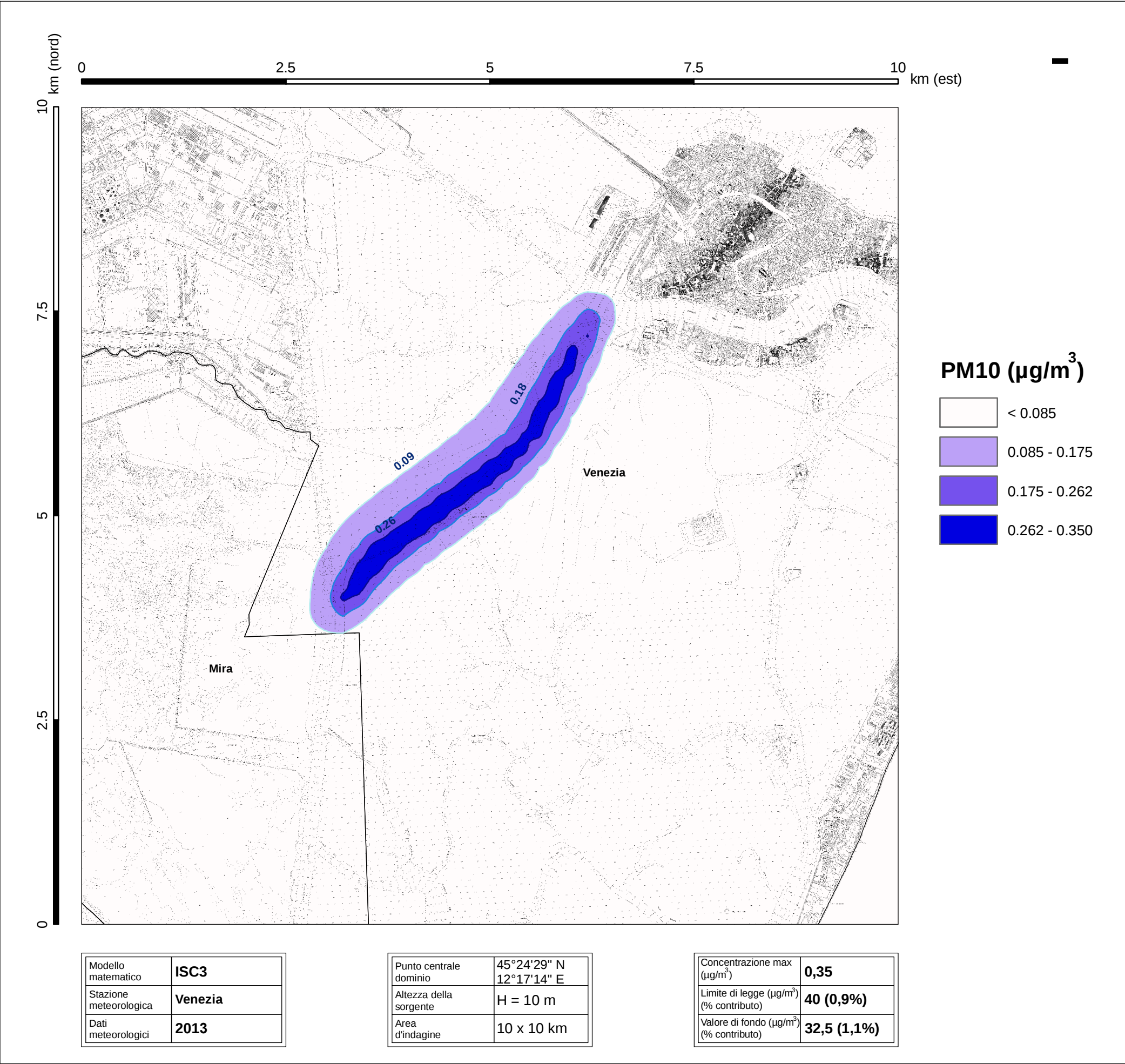
Fase di cantiere



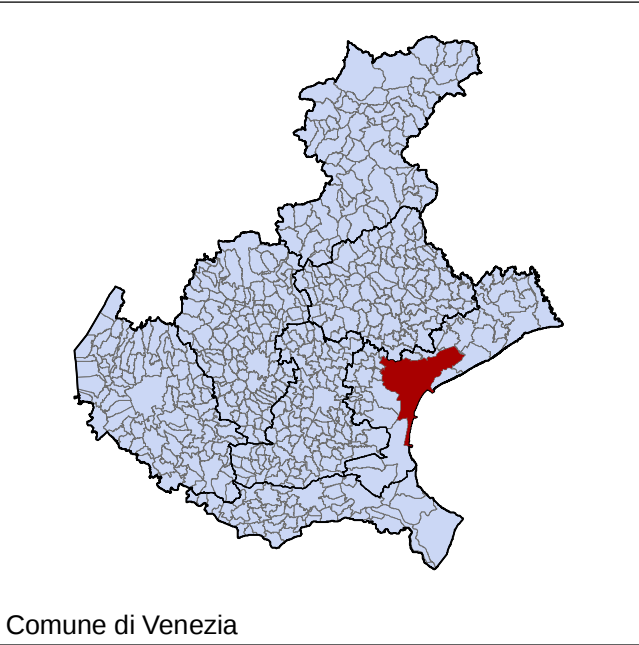
Scala	1:50000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI - Fase di cantiere		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico	Verifica	Approvazione	
M. ZANE	E. ZANOTTO	G. CHIELLINO	
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

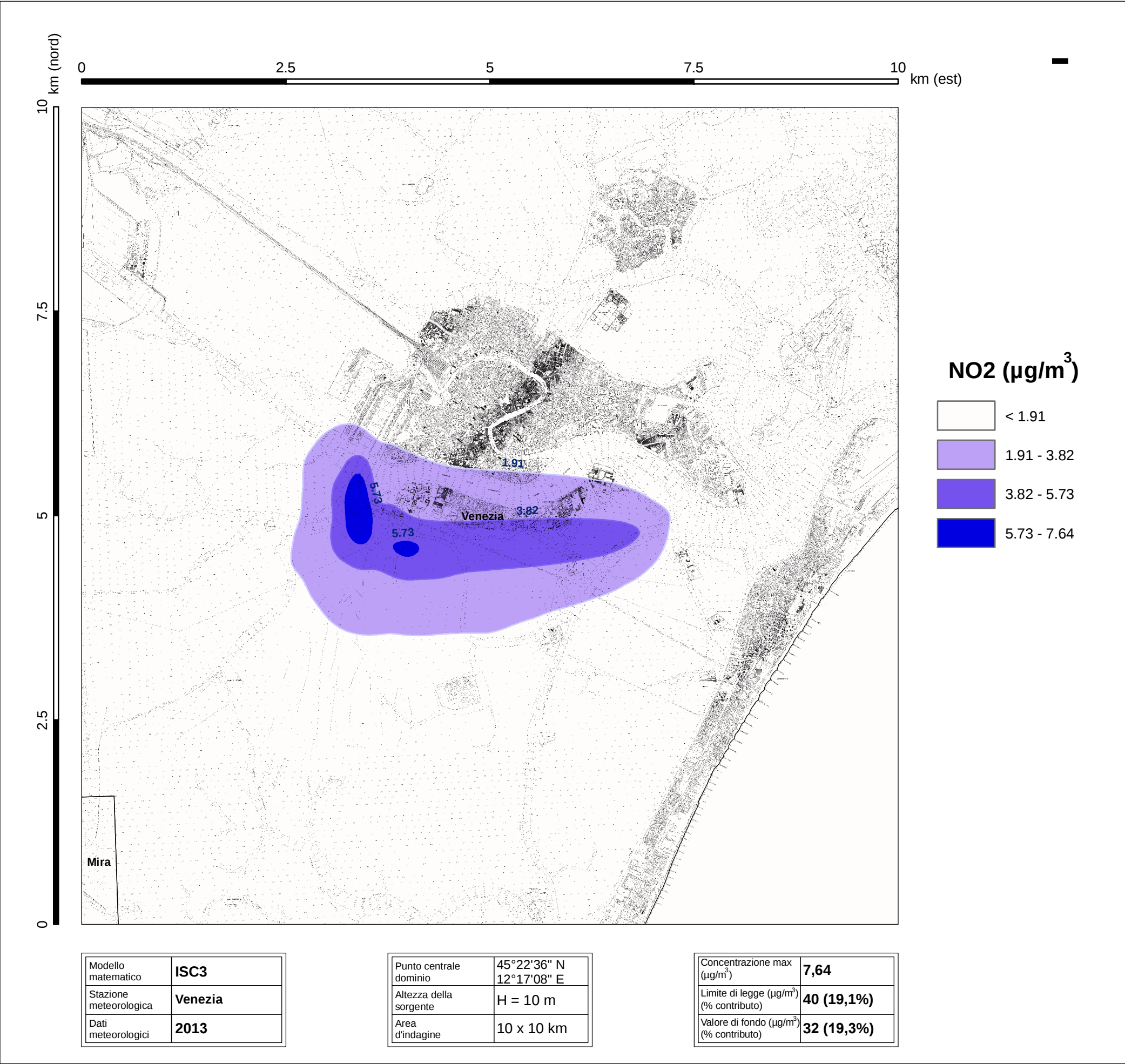


Scala	1:50000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000

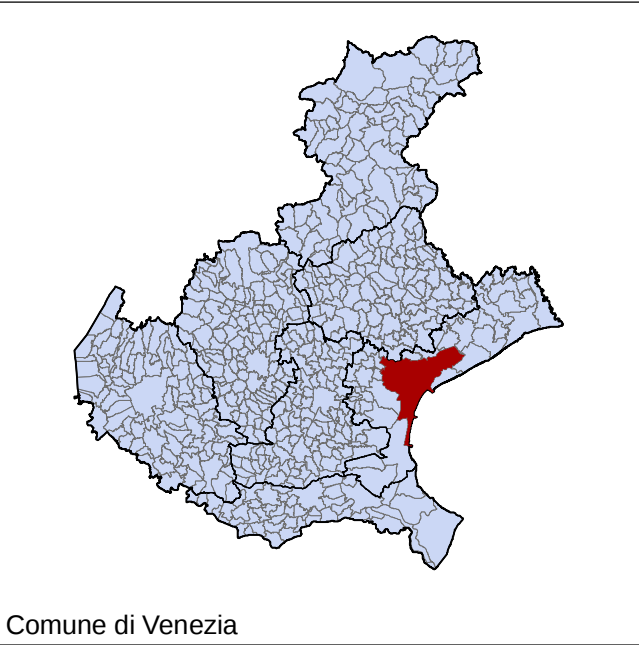


Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI - Fase di cantiere		
Tavola	Polveri sottili (PM10) - Fase di cantiere		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

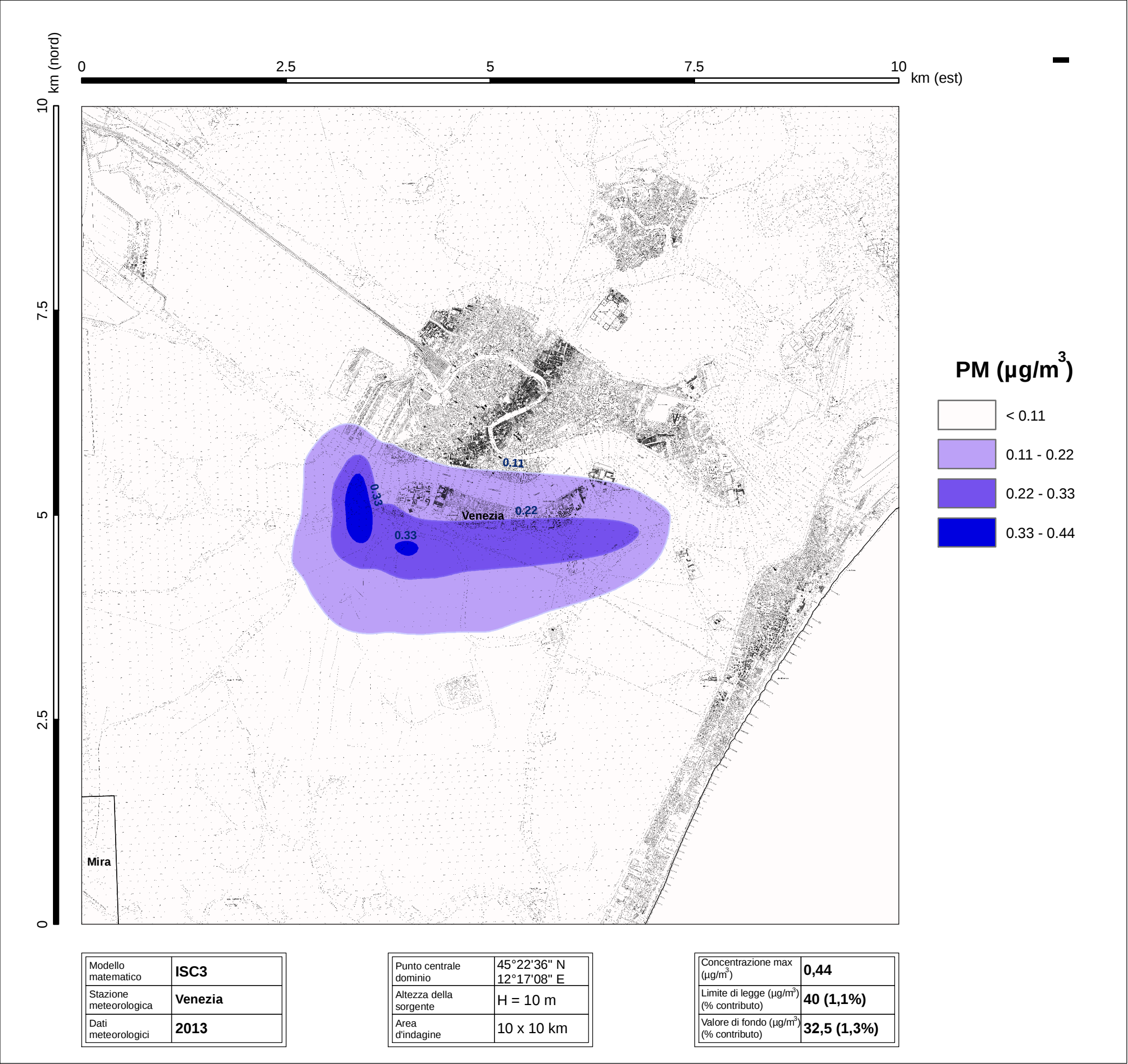
Alternativa n.1
Percorso “retro Giudecca”



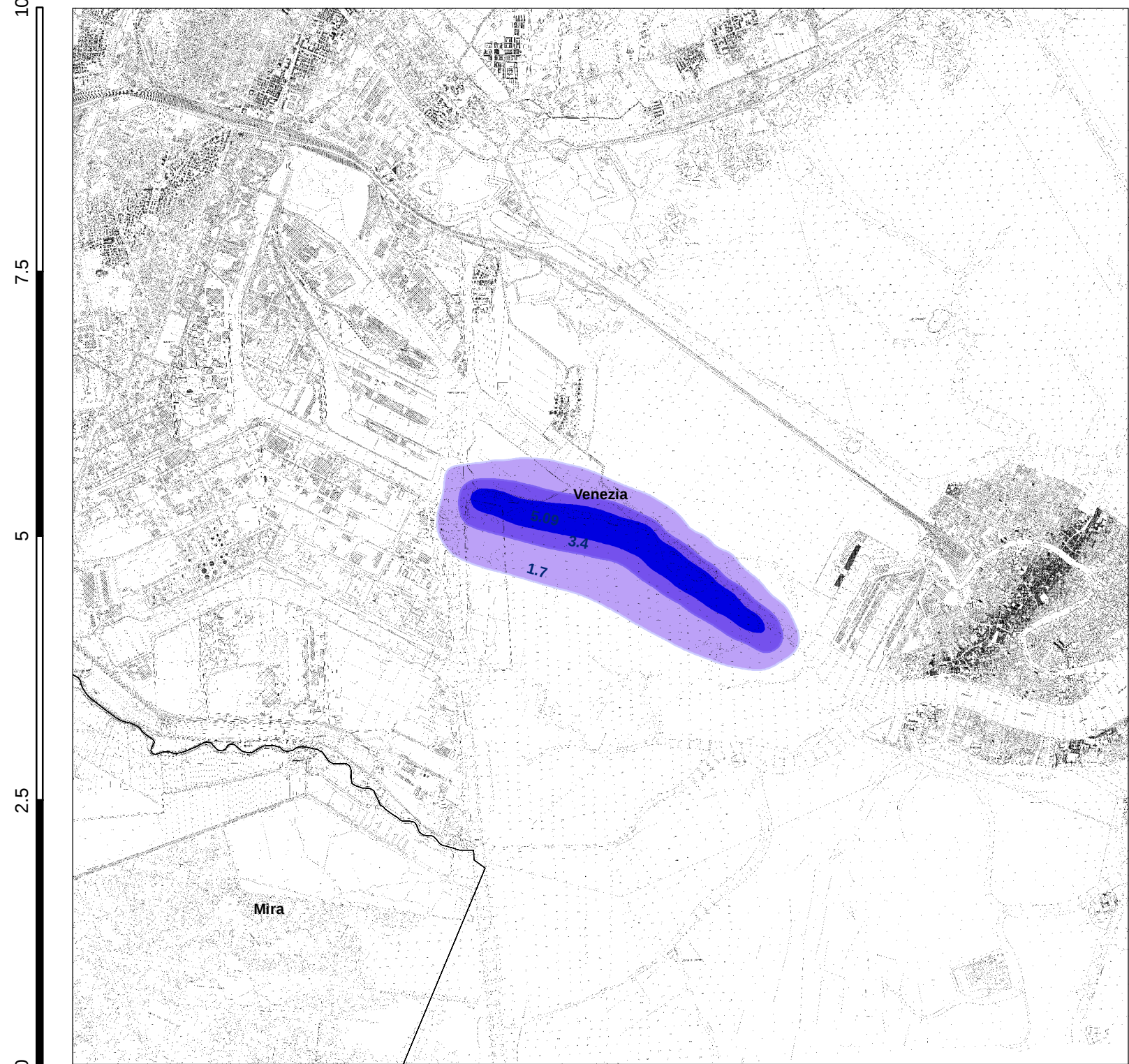
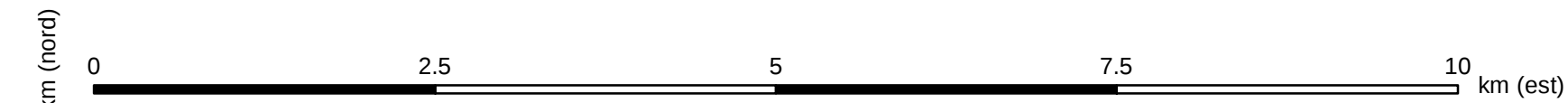
Scala	1:50000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



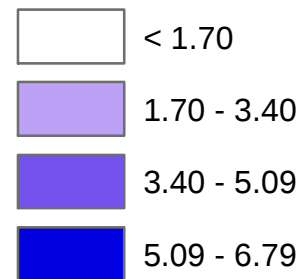
Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI - Fase di cantiere		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			



Alternativa n.2
Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di
evoluzione 3”



NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

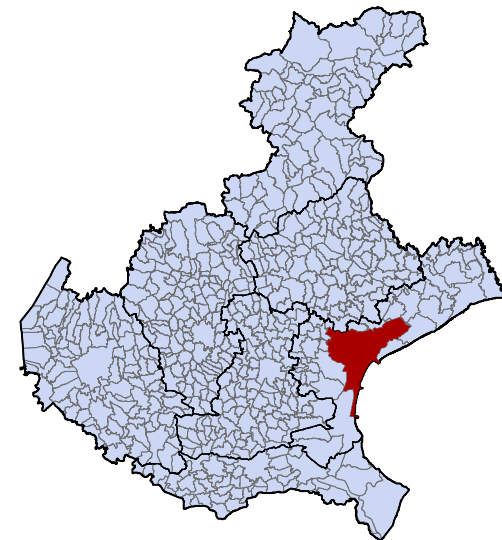


Modello matematico	ISC3
Stazione meteorologica	Venezia
Dati meteorologici	2013

Punto centrale dominio	45°22'36" N 12°17'08" E
Altezza della sorgente	H = 10 m
Area d'indagine	10 x 10 km

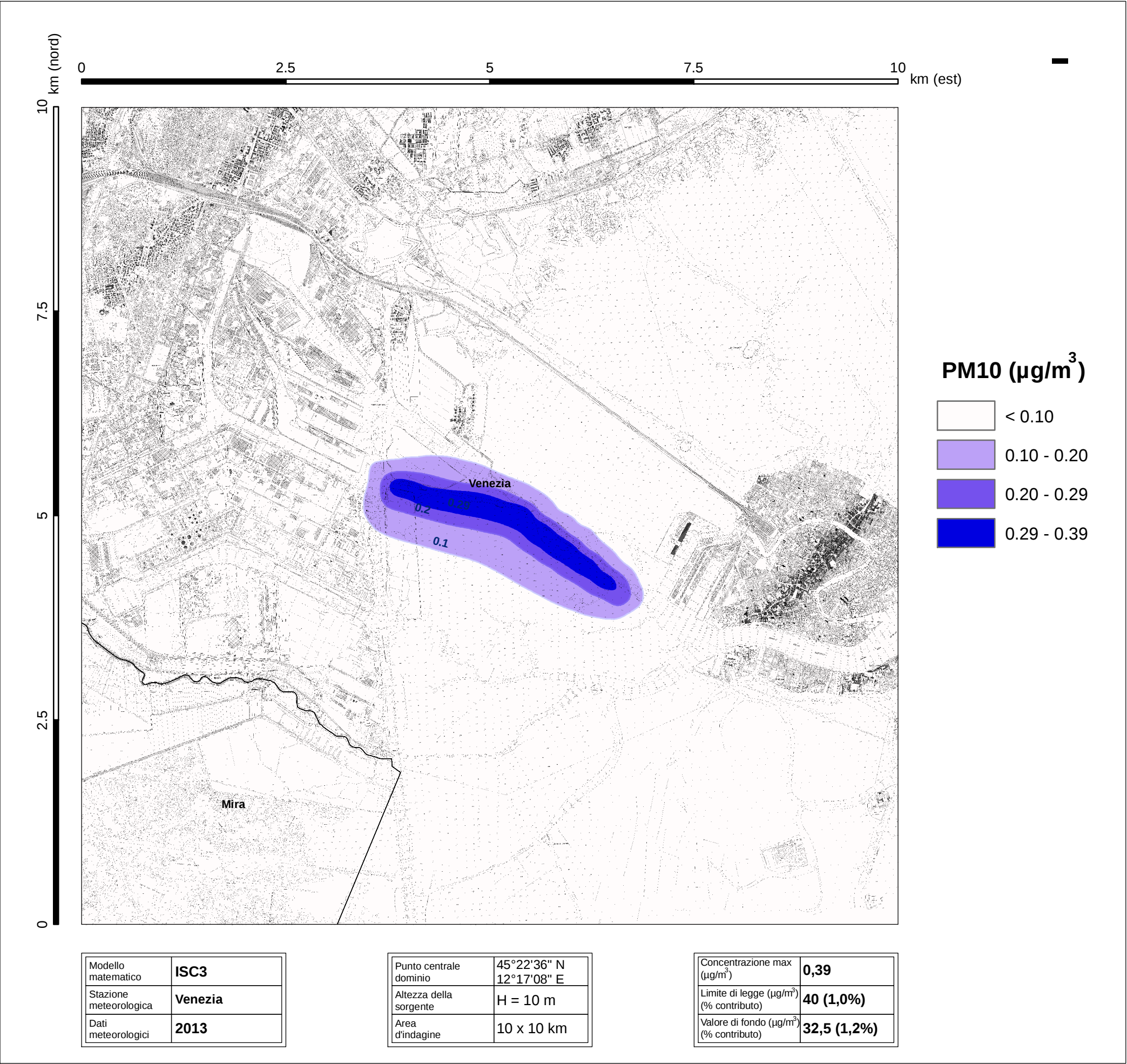
Concentrazione max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	6,79
Limite di legge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (% contributo)	40 (17%)
Valore di fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (% contributo)	32 (17,5%)

Scala	1:50000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000

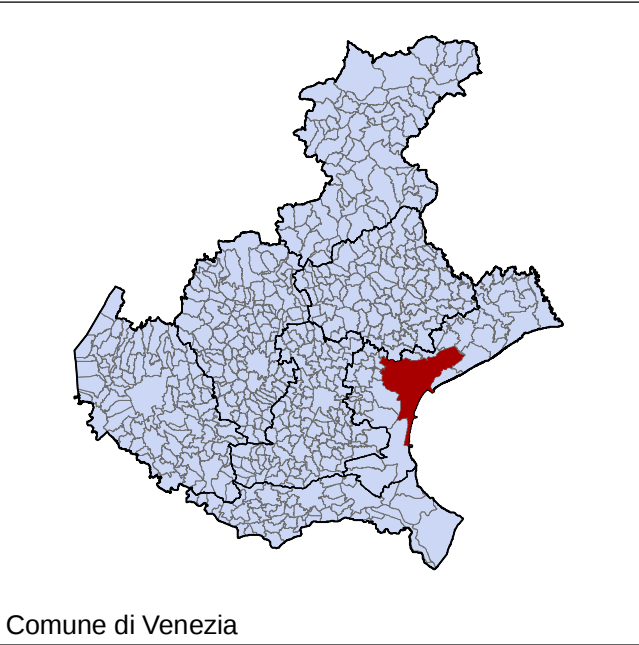


Comune di Venezia

Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI - Fase di cantiere		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico	Verifica	Approvazione	
M. ZANE	E. ZANOTTO	G. CHIELLINO	
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

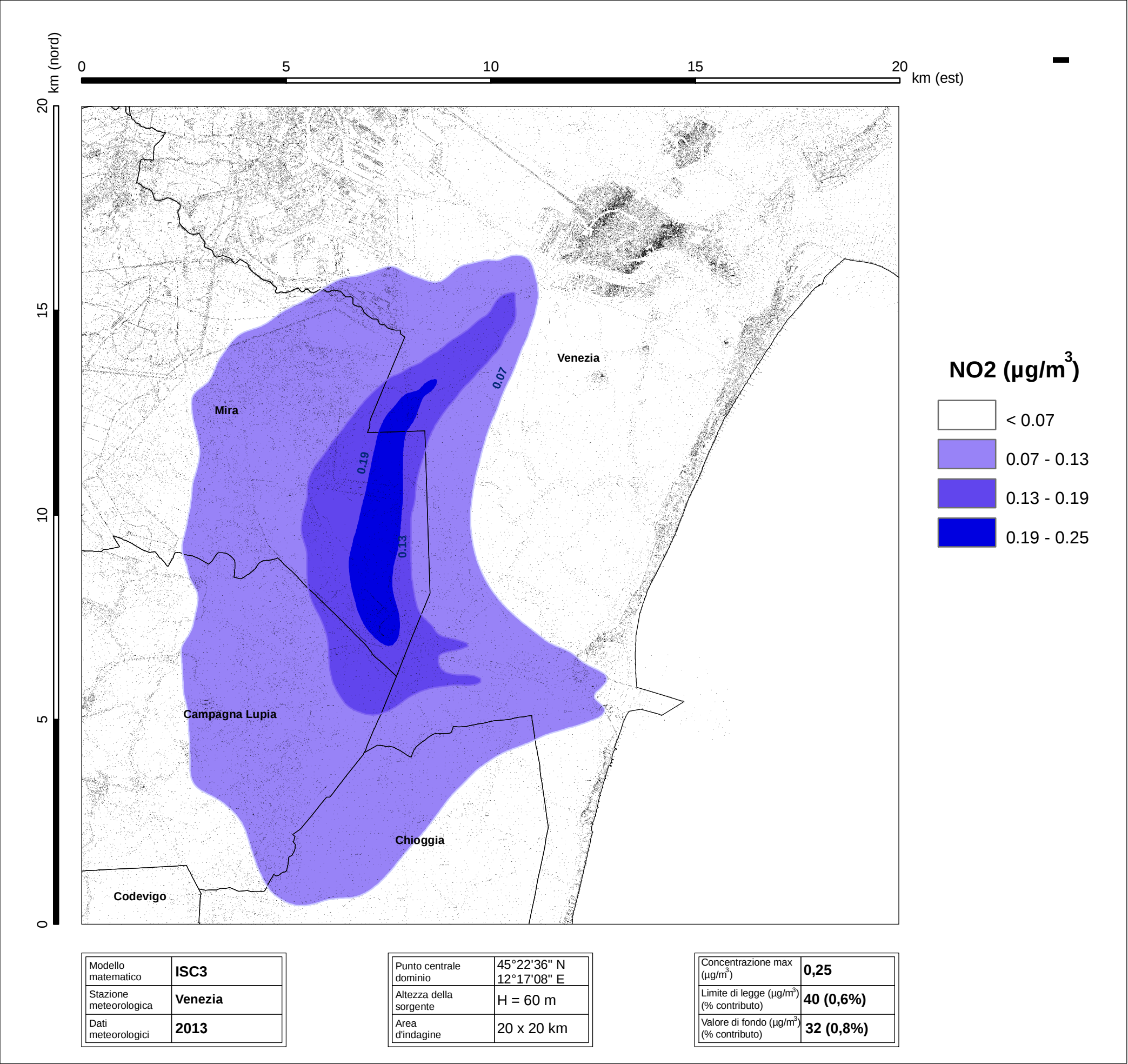


Scala	1:50000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000

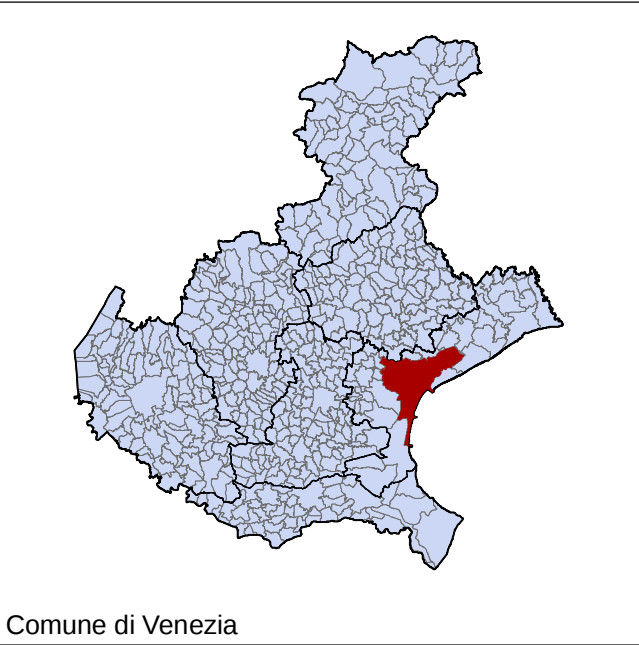


Redazione	eAmbiente c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
	APV Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI - Fase di cantiere		
Tavola	Polveri sottili (PM10)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

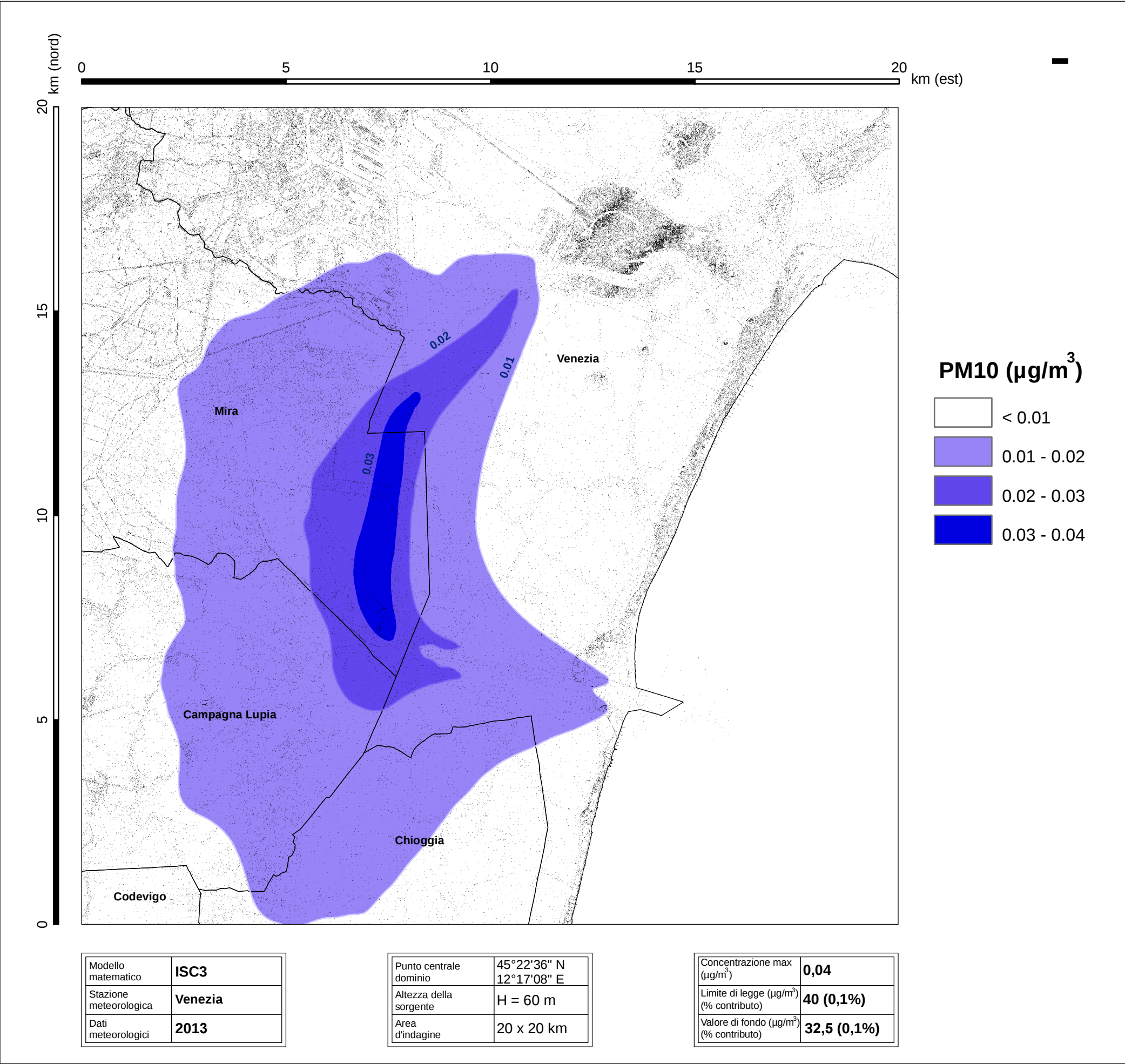
Fase di esercizio



Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



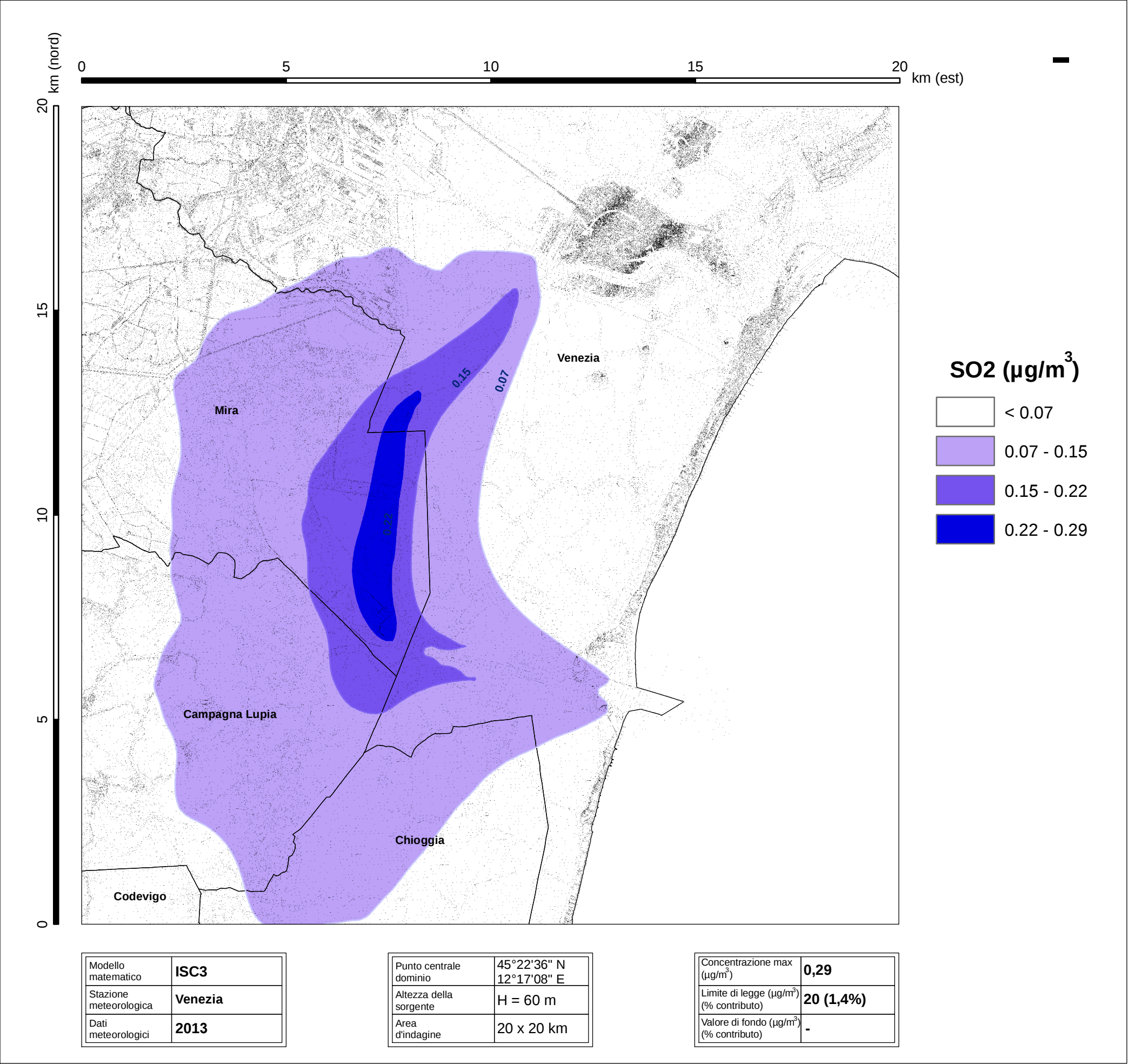
Redazione	eAmbiente c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico	Verifica	Approvazione	
M. ZANE	E. ZANOTTO	G. CHIELLINO	
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			



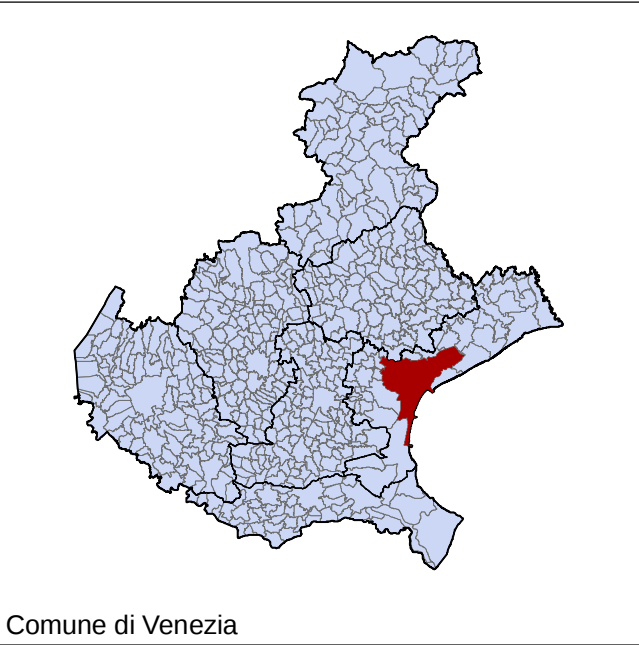
Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Polveri sottili (PM10)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

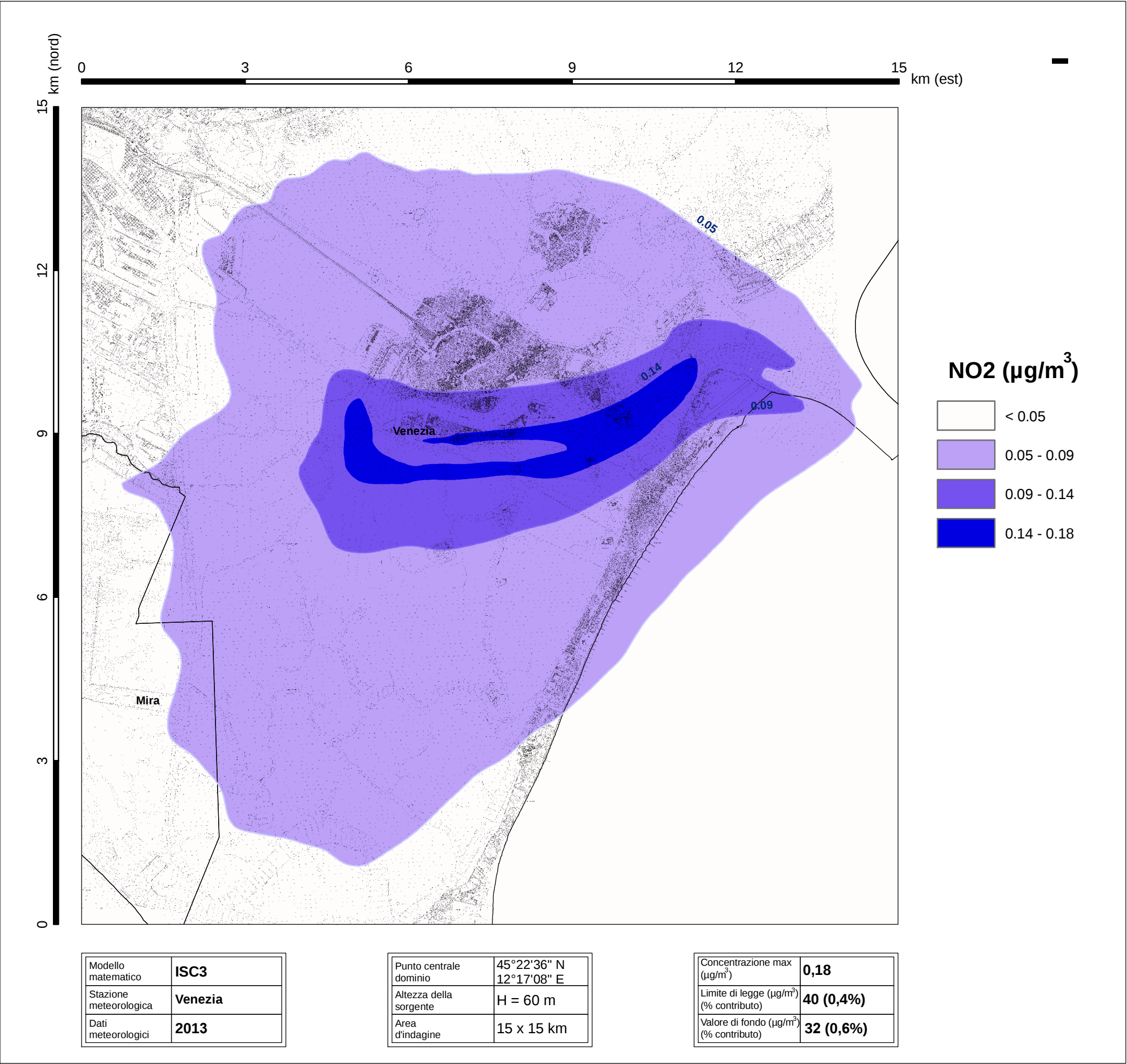


Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000

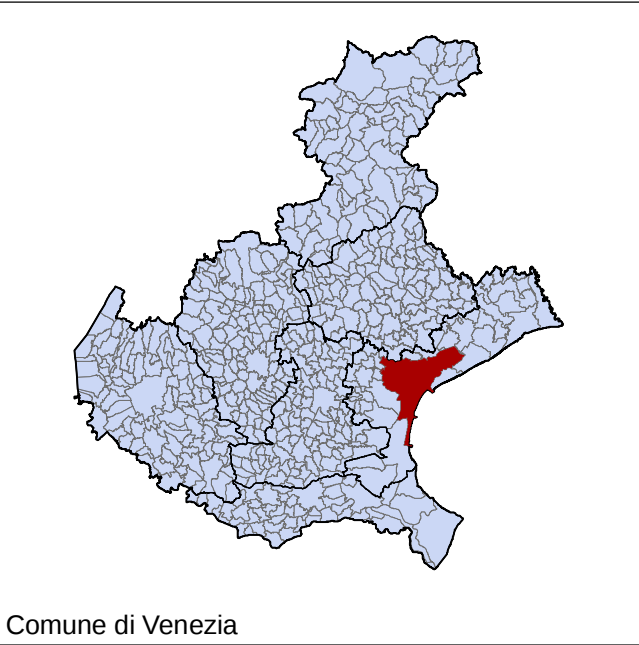


Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di zolfo (SO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

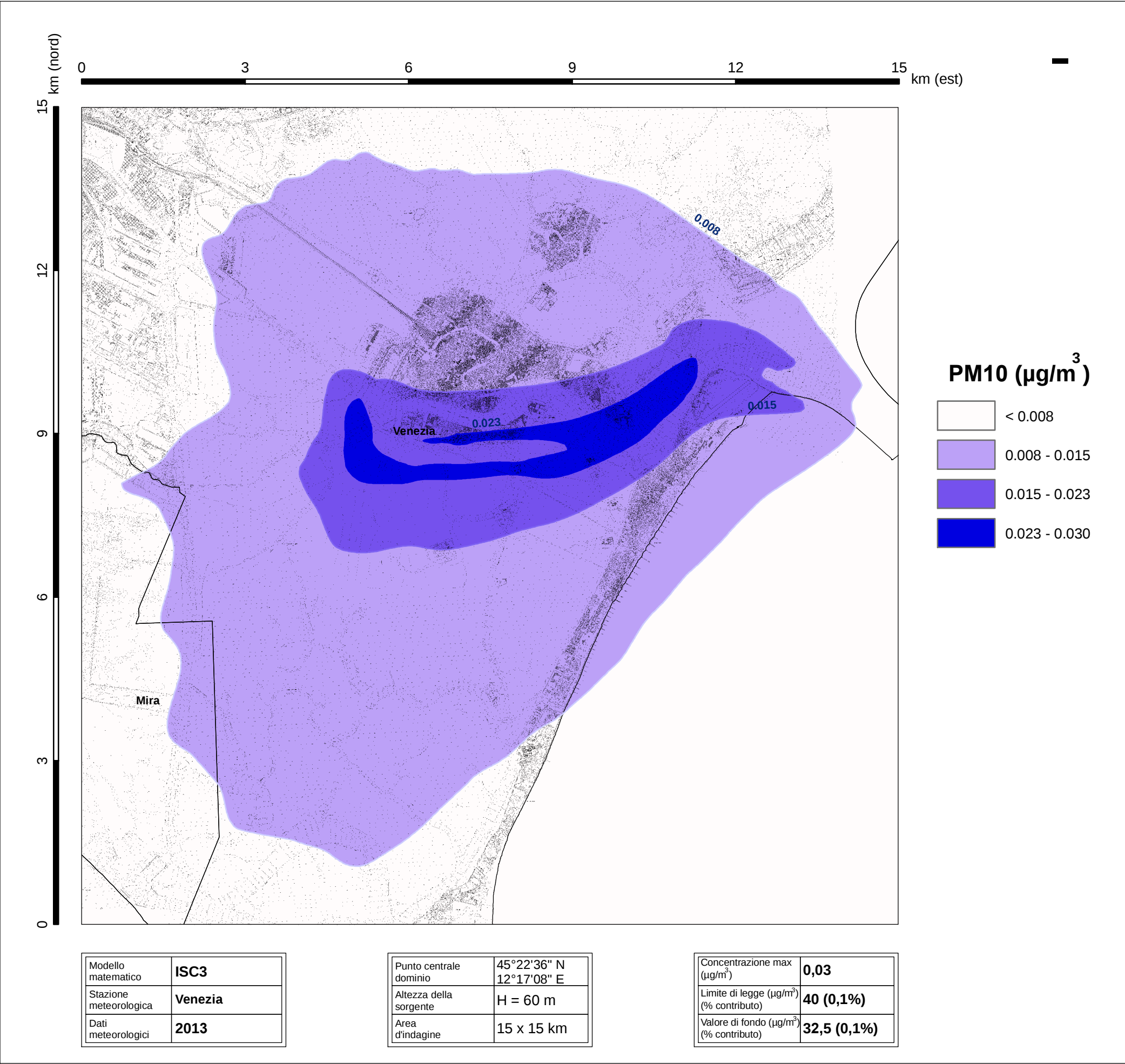
Alternativa n.1
Percorso “retro Giudecca”



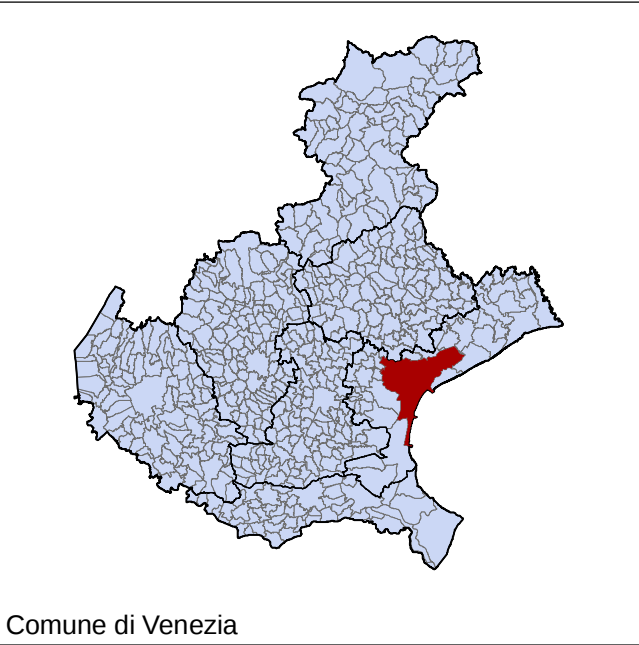
Scala	1:75000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



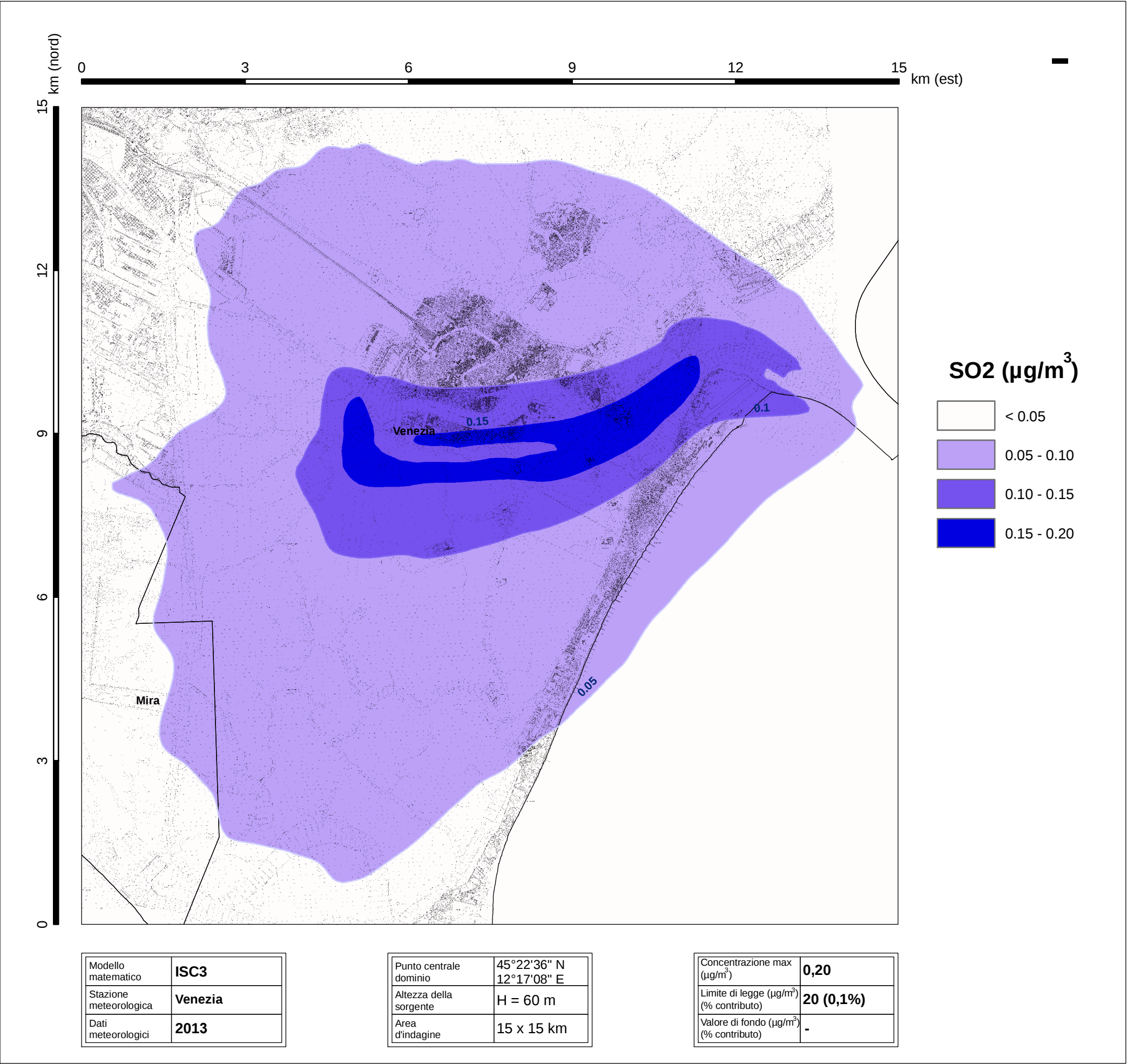
Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			



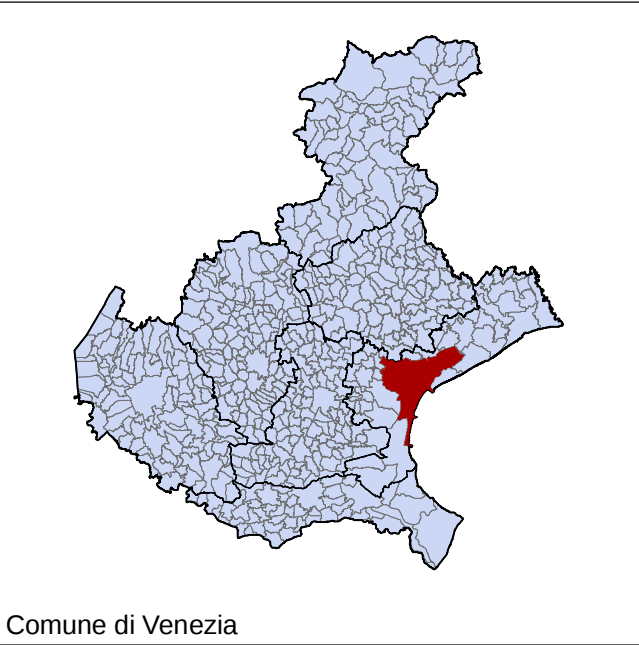
Scala	1:75000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

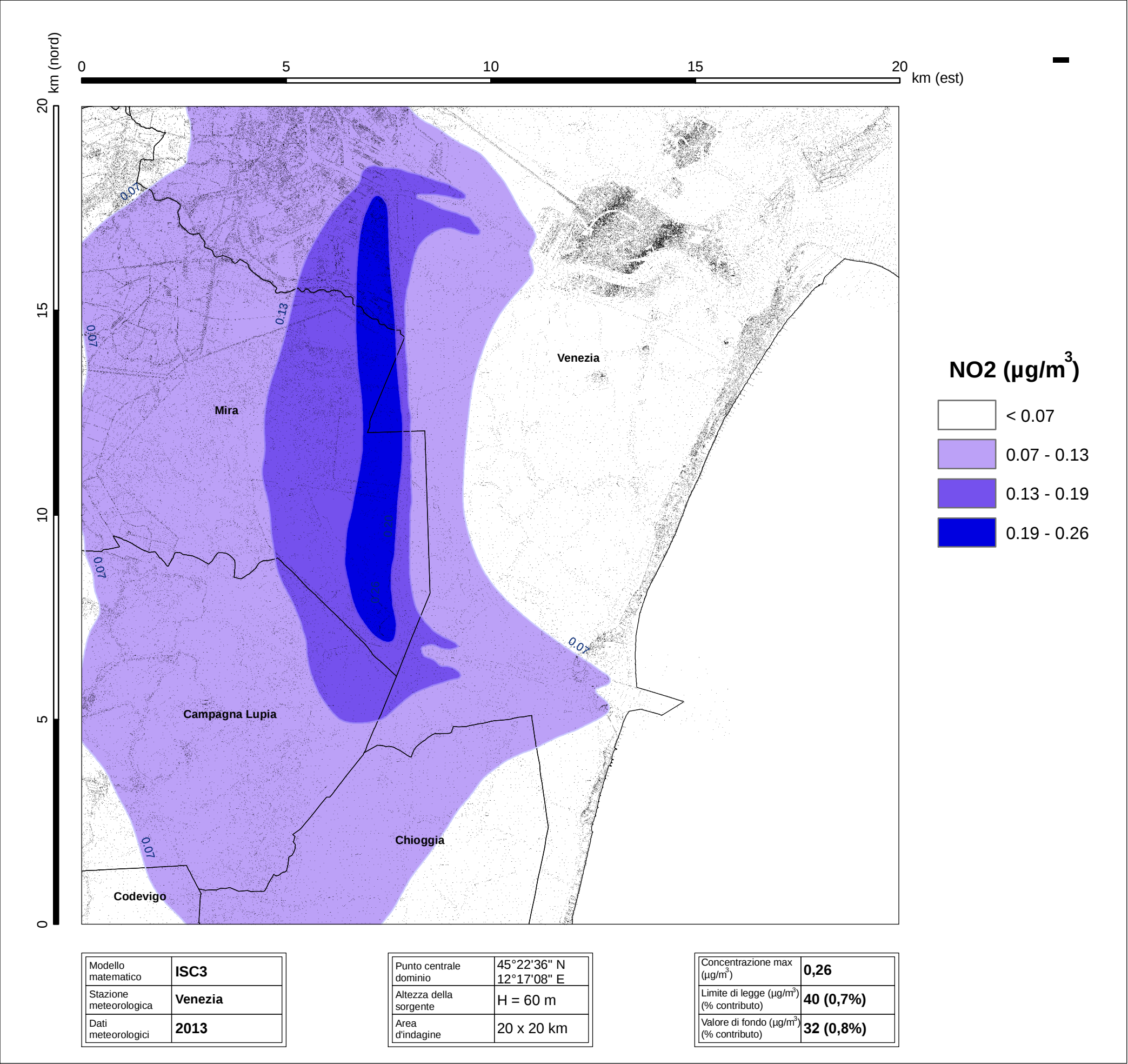


Scala	1:75000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000

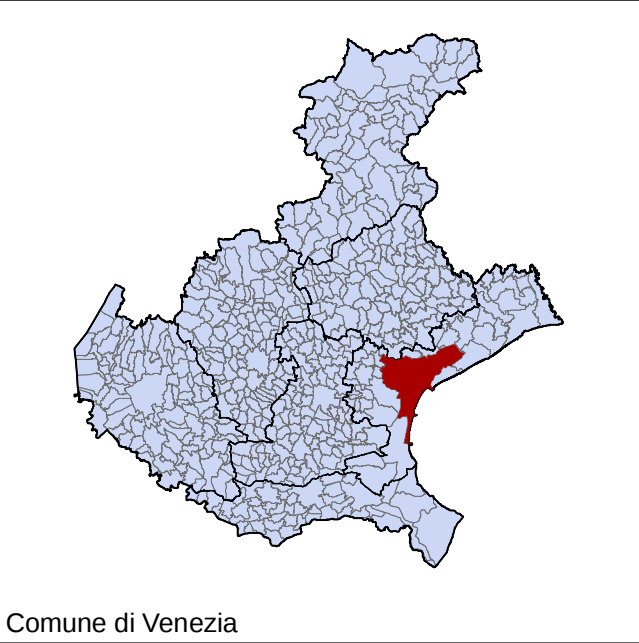


Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			

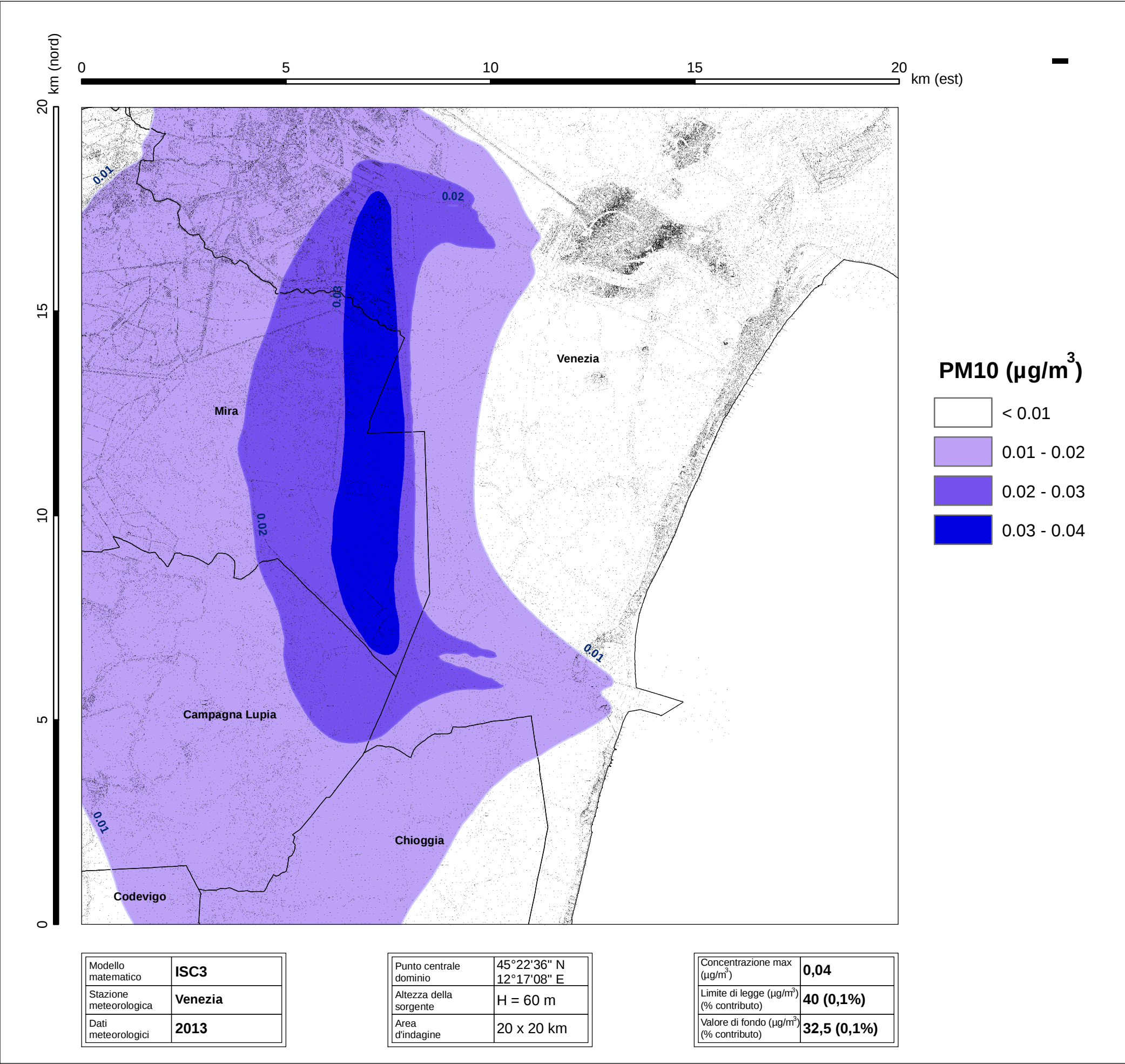
Alternativa n.2
Percorso “Vittorio Emanuele III dal bacino di
evoluzione 3”



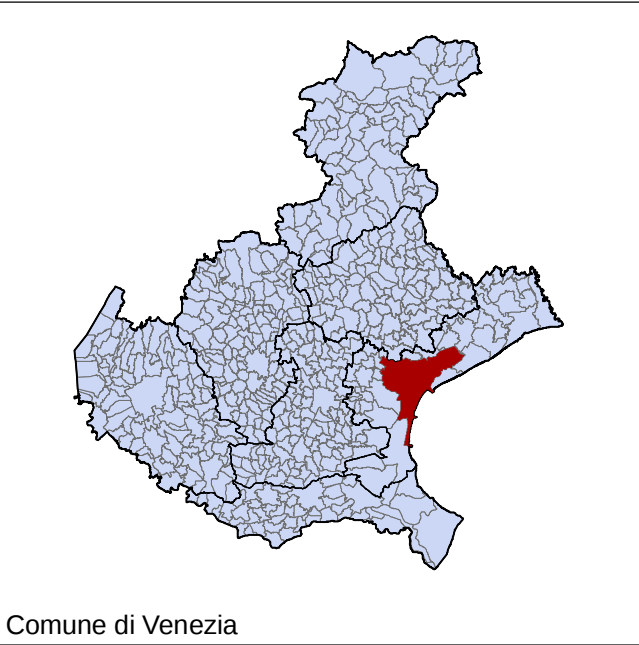
Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



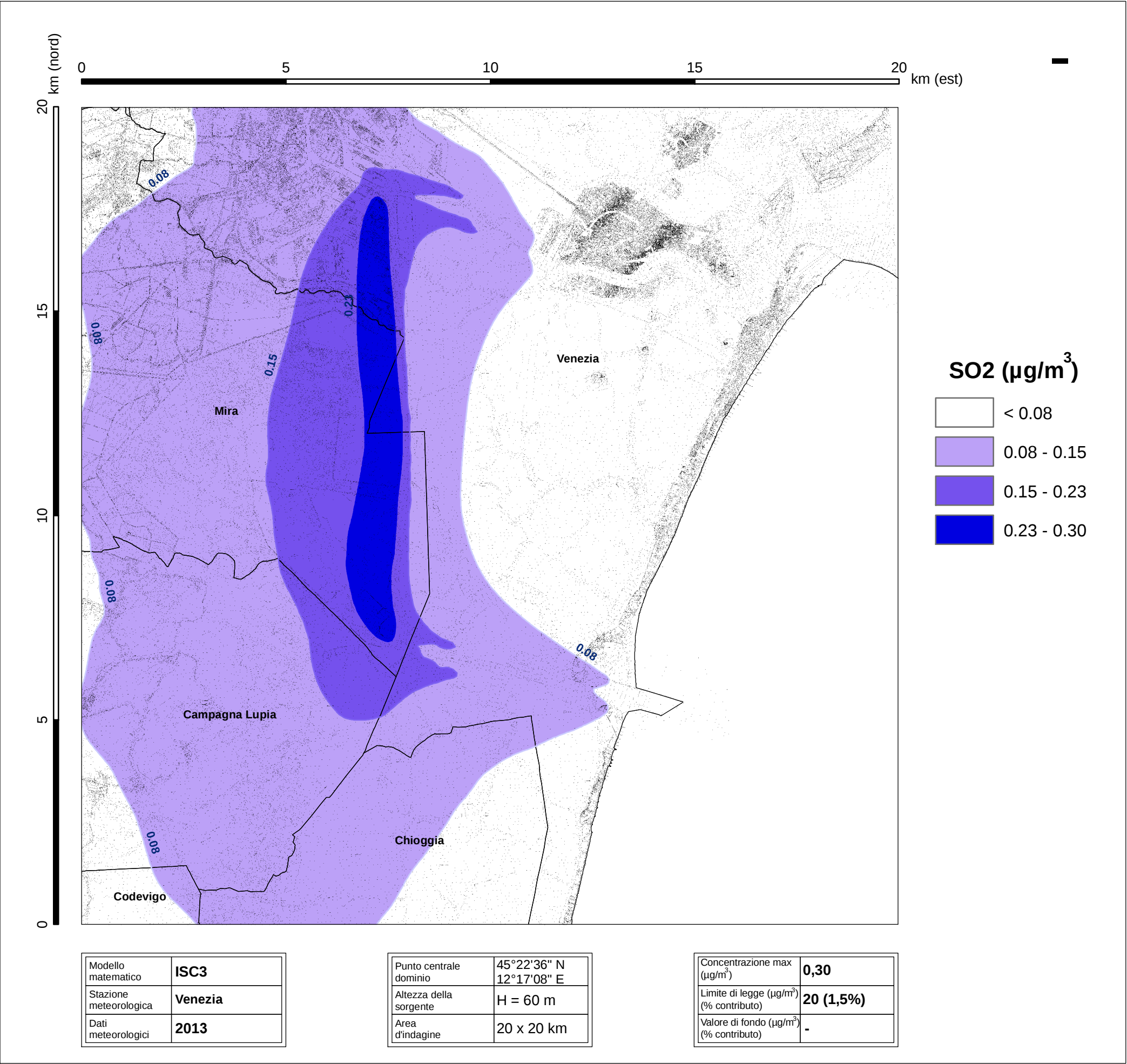
Redazione	c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di azoto (NO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			



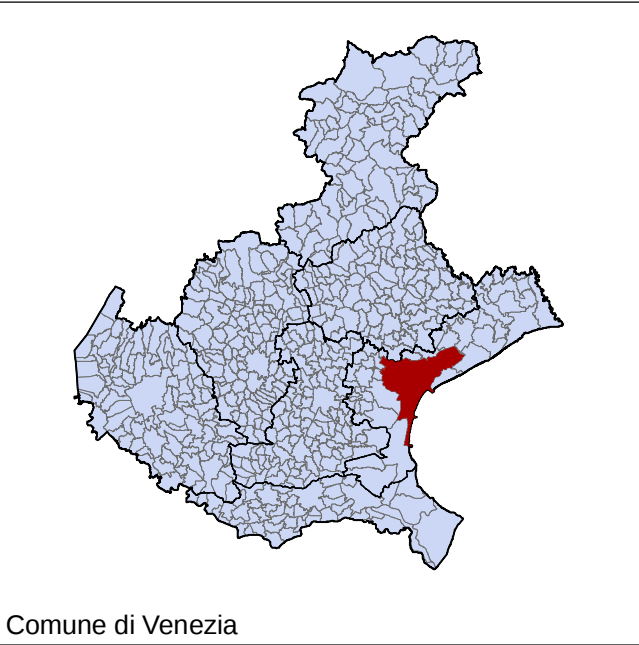
Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Polveri sottili (PM10)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico		Verifica	Approvazione
M. ZANE		E. ZANOTTO	G. CHIELLINO
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			



Scala	1:100000
Datum	ED 1950
Ellissoide	INTERNAZIONALE 1924
Sistema di riferimento	UTM
Base cartografica	CTR 1:10.000



Redazione	 c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA ed. Auriga - via delle Industrie, 9 30175 Marghera (VE) Tel. 041 5093820 Fax 041 5093886		
Committente	 Santa Marta, Fabbricato 13 30123 Venezia Tel. 041 5334111		
Progetto	SCAVO NUOVO CANALE DI ACCESSO AL PORTO DI VENEZIA ATTRAVERSO IL CANALE CONTORTA S.ANGELO		
Oggetto	MAPPA RICADUTA INQUINANTI		
Tavola	Biossido di zolfo (SO2)		
Rev.		Data	
Rev.	02	Data	Luglio 2014
Formato	UNI A3		
Modello matematico	Verifica	Approvazione	
M. ZANE	E. ZANOTTO	G. CHIELLINO	
È vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione di eAmbiente S.r.l.			