



ENI Spa

***Direzione Generale Energy Evolution
Green/Traditional Refinery and Marketing***

Raffineria di Venezia

Progetto “Steam Reforming”

per la produzione di idrogeno a supporto del ciclo produttivo di
Bioraffineria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Appendice C.2

***Studio di Impatto Atmosferico – Fase di Cantiere –
Demolizione***

Data: maggio 2022

Progetto: n° 2206245

Identificatore: SIA_BioRaVe_SR_C.2



Preparato	R. Urbani HPC Italia s.r.l.	Revisionato	M. Pellegatta HPC Italia s.r.l.	Approvato	A. Cappellini HPC Italia s.r.l.
-----------	--------------------------------	-------------	------------------------------------	-----------	------------------------------------



HPC Italia Srl – via Francesco Ferrucci 17/A – Milano



Tea Sistemi S.p.A. – via Ponte A. Paglieri 8 – Pisa



SOMMARIO

SOMMARIO	2
TABELLE	3
FIGURE	4
ACRONIMI.....	5
1 PREMESSA	6
2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	7
3 STIMA DELLE EMISSIONI E INPUT CALPUFF	9
3.1 Stima delle Emissioni.....	9
3.1.1 Emissioni dei mezzi di cantiere	10
3.1.2 Emissioni dovute al trasporto del personale e del materiale di cantiere	12
3.1.3 Emissioni dovute alla movimentazione, manipolazione e deposito di materiali polverulenti.....	14
3.1.4 Emissioni totali stimate	22
3.1.5 Emissioni gas climalteranti.....	23
3.1.6 Andamento emissioni da cronoprogramma	24
3.2 Caratterizzazione delle sorgenti emissive	29
3.2.1 Sorgente di emissione	29
3.2.2 Ratei emissivi degli inquinanti	29
4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	32
4.1.1 Ricadute stimate presso i recettori discreti	35
5 CONCLUSIONI	38
ALLEGATO A – MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE.....	39

TABELLE

Tabella 2-1 Sequenza delle attività di demolizione	8
Tabella 2-2 Aree e volumi interessati dal cantiere	9
Tabella 3-1 Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere	10
Tabella 3-2 Fattori emissivi utilizzati in g/kWh (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery)	11
Tabella 3-3 Emissioni totali stimate per l'utilizzo dei mezzi meccanici nella fase di cantiere.....	12
Tabella 3-4 Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere e relativo impiego.....	13
Tabella 3-5 Fattori emissivi utilizzati in g/km per i mezzi di trasporto, Euro V	13
Tabella 3-6 Emissioni totali derivanti dal transito dei mezzi	14
Tabella 3-7 Fattori emissivi utilizzati per le operazioni di demolizione e riduzione volumetrica	15
Tabella 3-8 Emissioni stimate di PM ₁₀ (kg) e PM _{2.5} (kg) per le operazioni di demolizione e riduzione volumetrica	16
Tabella 3-9 Fattori emissivi utilizzati per le operazioni di movimentazione del materiale	17
Tabella 3-10 Emissioni stimate di PM ₁₀ (kg) e PM _{2,5} (kg) per le operazioni di movimentazione del materiale	17
Tabella 3-11 Costante k in funzione delle dimensioni del particolato	18
Tabella 3-12 Ipotetica forma del cumulo e direzione del vento (Fonte: EPA AP42 13.2.5)	19
Tabella 3-13 Erosione totale stimata del vento dai cumuli	19
Tabella 3-14 Emissioni da attività polverulente per area di lavoro.....	20
Tabella 3-15 Emissioni totali stimate	22
Tabella 3-16 Emissioni per settore	23
Tabella 3-17 Stima CO ₂ equivalente	23
Tabella 4-1 Elenco delle mappe di isoconcentrazione	33
Tabella 4-2 Concentrazioni massime di dominio	33
Tabella 4-3 worst case concentrazione inquinanti	34
Tabella 4-4 Stima del massimo livello di inquinamento medio annuo finale	34
Tabella 4-5 Recettori individuati	35
Tabella 4-6 Concentrazioni stimate presso i recettori più prossimi all'area di cantiere	37

FIGURE

Figura 2–1 Mappatura strutture e impianti area ex-APL.....	8
Figura 3–1 Valori soglia di riferimento per alcuni tipi di materiali (Fonte: EPA AP42 13.2.5).....	18
Figura 3–2 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente.....	21
Figura 3–3 Cronoprogramma settimanale delle attività di cantiere.....	24
Figura 3–4 Emissioni totali settimanali in kg di NOx.....	25
Figura 3–5 Emissioni totali settimanali in kg di PM ₁₀	25
Figura 3–6 Emissioni totali settimanali in kg di PM _{2,5}	26
Figura 3–7 Emissioni totali settimanali in kg di CO	26
Figura 3–8 Emissioni totali settimanali in kg di SO ₂	27
Figura 3–9 Emissioni totali settimanali in tonnellate di CO ₂	27
Figura 3–10 Emissioni totali settimanali in kg di N ₂ O	28
Figura 3–11 Emissioni totali settimanali in kg di CH ₄	28
Figura 3-12 – Modellizzazione spaziale dell’area di Cantiere.....	29
Figura 3–13 Input in g/s di NOx	30
Figura 3–14 Input in g/s di PM ₁₀	30
Figura 3–15 Input in g/s di PM _{2,5}	31
Figura 3–16 Input in g/s di CO	31
Figura 3–17 Input in g/s di SO ₂	32
Figura 4–1 Localizzazione dei recettori	36

ACRONIMI

A/R	Andata/Ritorno
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente
CA	Contributo Aggiuntivo
CALPUFF	California Puff Model
CE	Comunità Europea
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.M.	Decreto Ministeriale
EEA	European Environment Agency
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EPA	Environmental Protection Agency
Ex-APL	Area precedentemente dedicata alla produzione e confezionamento di oli lubrificanti e grassi
GWP	Global Warming Potentials
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
LF	Livello finale d’inquinamento
SCC	Source Classification Codes
SIA	Studi di Impatto Ambientale
SINAnet	Sistema Informativo Nazionale Ambientale
SQA	Standard di Qualità Ambientale
U.S. EPA	Environmental Protection Agency
VE	Venezia
WRF	Weather Research and Forecasting



1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Steam Reforming" è prevista una prima fase di demolizione delle strutture presenti nell'area denominata ex-APL per proseguire poi con la realizzazione e la messa in esercizio dell'impianto di Steam Reforming, la cui funzione di produzione di idrogeno è sopperita attualmente dal mantenimento in funzione dalle unità di Reforming Catalitico del ciclo benzine tradizionale.

L'esercizio della Bioraffineria nel suo assetto Post-Operam prevede un diverso assetto emissivo rispetto all'assetto attuale, dovuto alla disattivazione del suddetto ciclo benzine e dei camini ad esso afferenti e l'introduzione di un nuovo camino dedicato al nuovo impianto Steam Reformer.

Il presente studio è volto a verificare gli effetti delle emissioni in aria legate al progetto "Steam Reformer" sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

Lo studio è strutturato nelle seguenti sezioni:

- C.1 Approccio Metodologico
- **C.2 Studio di Impatto Atmosferico – Fase di Cantiere – Demolizioni (il presente documento)**
- C.3 Studio di Impatto Atmosferico – Fase di Cantiere - Costruzione
- C.4 Studio di Impatto Atmosferico – Fase di Esercizio

Il presente documento riporta la valutazione modellistica dell'impatto sulla qualità dell'aria delle attività di decommissioning del Complesso ex-APL.

Per la definizione dell'input meteorologico e delle altre impostazioni modellistiche adottate si rimanda alla sezione C.1 Approccio Metodologico.

2 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Le attività di rimozione degli impianti e demolizione degli edifici seguiranno i seguenti step, ognuno caratterizzato da specifici item oggetto di intervento:

- Step 1 - Rimozione mediante smontaggio delle tubazioni bonificate.
- Step 2 - Rimozione mediante smontaggio degli item bonificati, per i quali non è richiesto titolo abilitativo.
- Step 3 - Demolizione edifici, a seguito del rilascio di titolo abilitativo.

Gli interventi, in generale, comprenderanno tutti i sistemi di trasporto dei flussi in ingresso e in uscita dalle apparecchiature quali tubazioni, nastri trasportatori, condotti, cavi, passerelle, conduit, etc., le strutture di supporto e i basamenti, fino a piano campagna. Gli edifici da demolire attualmente presenti sono:

- palazzina uffici;
- fabbricato spogliatoi e servizi;
- fabbricato guardiania;
- fabbricato grassi;
- centrale termica;
- fabbricato lavorazione olii;
- magazzino prodotti finiti;
- fabbricato officina;
- centrale elettrica;
- magazzino prodotti speciali;
- magazzino materie prime;
- fabbricato ex gruppo elettrogeno.

Sono inoltre presenti n. 30 serbatoi fuori terra, cilindrici, verticali, a tetto fisso così raggruppati:

- gruppo I (n. 15 serbatoi) ubicato nell'area di stoccaggio, destinati al contenimento di olii lubrificanti (n. 11 serbatoi), glicole etilenico (n. 3 serbatoi) e acque reflue (n. 1 serbatoio);
- gruppo IV (n. 9 serbatoi) ubicato in prossimità dell'impianto di "Blender olio", adibiti allo stoccaggio di acque reflue (n. 3 serbatoi) e olio lubrificante (n. 6 serbatoi);
- gruppo VII (n. 6 serbatoi) ubicato in prossimità dell'impianto di "Blender olio", adibito allo stoccaggio di olio lubrificante (n. 3 serbatoi), glicole etilenico (n. 2 serbatoi) e additivo per miscelazione olii (n. 1 serbatoio);
- n. 46 cassoni/recipienti che facevano parte del processo di produzione di olii e grassi.

Infine, risultano presenti n. 2 serbatoi interrati posizionati a nord della centrale termica, un tempo verosimilmente adibiti allo stoccaggio di gasolio, di capacità e tipologia non nota.

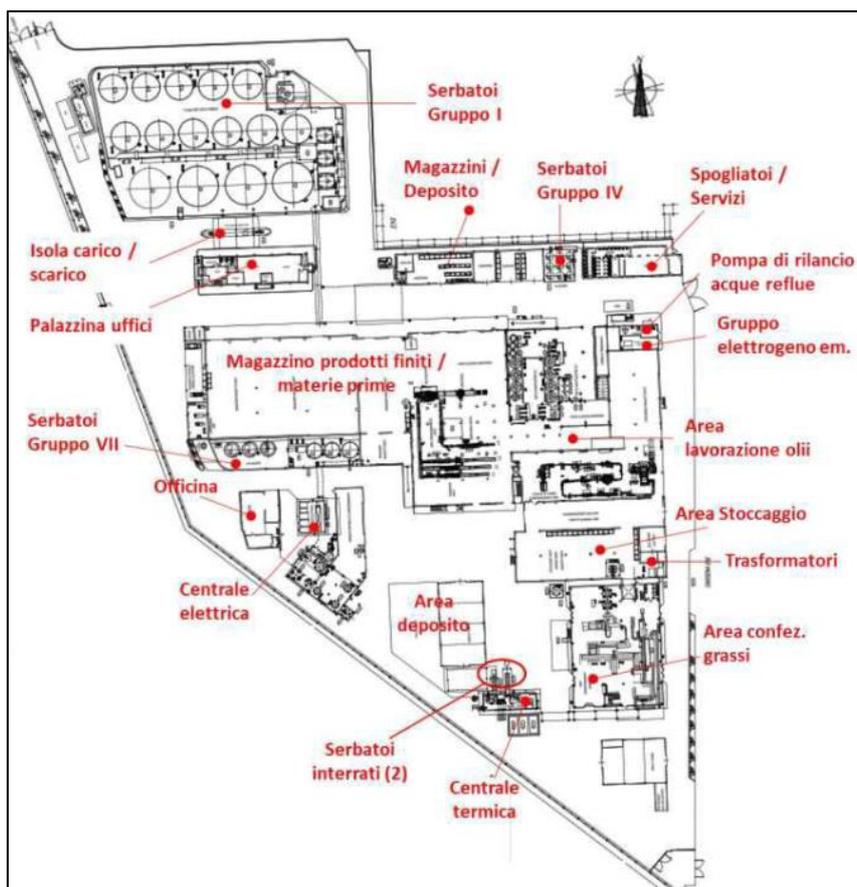


Figura 2-1 Mappatura strutture e impianti area ex-APL

Le aree di intervento sono state già oggetto di sezionamento sia meccanico che elettro-strumentale.

In Tabella 2-1 viene riportata una sintesi della sequenza di demolizione prevista. Tali attività avranno inizio durante la nona settimana di lavoro. Nelle settimane precedenti si provvederà all'allestimento del cantiere e all'inizio delle attività di bonifica (propedeutiche per la demolizione) che continueranno in parallelo con la demolizione stessa.

Tabella 2-1 Sequenza delle attività di demolizione

Arco settimanale da cronoprogramma	Durata in settimane	Attività
9-11	3	Demolizione Serbatoi Gruppo VII
12-14	3	Demolizione Serbatoi Gruppo IV
15-17	3	Demolizione Serbatoi Gruppo I (1° fase)
18-21	4	Demolizione Area Confezionamento Grassi
19-20	2	Demolizione Ex C.T. e serbatoi metallici interrati

21-22	2	Demolizione Serbatoi Gruppo I (2° fase)
23-28	6	Demolizione Area Lavorazione Olii
28-29	2	Demolizione Area Prodotti Speciali-C.E.- Officina
30-34	5	Demolizione Palazzina Spogliatoi/servizi - Magazzino Deposito - Palazzina Uffici

La tabella che segue riporta in sintesi la consistenza degli interventi di demolizione per le strutture e l'area interessata dal cantiere.

Tabella 2-2 Aree e volumi interessati dal cantiere

Area interessata dall'intervento in progetto "ex-APL"	Circa 24'000 m ²
Area occupata dai fabbricati presenti	Circa 9'000 m ²
Volumetria complessiva delle strutture civili oggetto di demolizione	Circa 73188 m ³ (vuoto per pieno)

Preliminarmente alle attività di demolizione saranno eseguite le attività di svuotamento dei fluidi di processo, lavaggio interno e bonifica degli impianti, delle linee e dei serbatoi

La demolizione potrà avvenire mediante l'utilizzo di escavatori idraulici (cingolati e/o gommati) muniti di bracci speciali ed attrezzati con pinze idrauliche frantumatrici o martelli demolitori. Tale attività verrà portata avanti fino a piano campagna, in modo tale da garantire la completa rimozione di eventuali ferri di armatura sporgenti che possano essere causa di pericolo, inciampi, etc.

Durante le operazioni, Sarà installato idoneo sistema di abbattimento polveri nella zona di lavoro dell'attrezzatura e per il cumulo di materiali a terra.

Le strutture in c.a. demolite verranno ulteriormente ridotte di pezzatura mediante frantumatore meccanico, al fine di separare il ferro di armatura dal conglomerato cementizio.

La movimentazione dei materiali risultanti dalle demolizioni all'interno delle aree di cantiere verrà eseguita mediante pale meccaniche e idonei autocarri.

3 STIMA DELLE EMISSIONI E INPUT CALPUFF

La simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata effettuata mediante il modello CALPUFF. Nei capitoli successivi sono presentati la stima delle emissioni della fase di cantiere e i risultati ottenuti grazie alle simulazioni modellistiche.

3.1 Stima delle Emissioni

Di seguito vengono analizzate le emissioni relative alle attività di cantiere del progetto di demolizione dell'"ex-APL". Le principali fonti emissive sono:

- Emissioni dei mezzi meccanici e delle apparecchiature di cantiere;
- Emissioni generate dai mezzi per il trasporto del personale, del materiale di cantiere e dei rifiuti prodotti;
- Produzione e sollevamento di polveri provenienti da attività di manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti.

Nei paragrafi seguenti vengono dettagliate le operazioni previste per ogni attività, i riferimenti utilizzati per individuare i fattori emissivi e i calcoli effettuati per la stima delle emissioni totali.

3.1.1 Emissioni dei mezzi di cantiere

Per effettuare la stima delle emissioni generate dai mezzi meccanici a combustione, si è proceduto con ragionevoli assunzioni circa le specifiche tecnologie dei macchinari, la loro potenza e le tempistiche di utilizzo degli stessi. Sulla base del cronoprogramma preliminare di cantiere, nella tabella seguente vengono elencati il numero e la tipologia dei mezzi impiegati con una stima delle ore e ratei di utilizzo medio.

Tabella 3-1 Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere

Mezzi	Numero	kW	Giorni	Ore/giorno	Percentuale di utilizzo	Totale ore
Escavatore 1	1	150	130	8	40%	1040
Escavatore 2	1	150	125	8	40%	1000
Escavatore 3	1	150	80	8	40%	640
Escavatore 4	1	150	25	8	40%	200
Escavatore 5	1	150	5	8	40%	40
Pompa Alta Pressione 1	1	150	95	8	20%	760
Pompa Alta Pressione 2	1	150	70	8	20%	560
Autocarro	1	150	125	8	20%	1000
Sollevatore telescopico 1	1	187,5	125	8	10%	1000
Sollevatore telescopico 2	1	187,5	100	8	10%	800
Sollevatore telescopico 3	1	187,5	85	8	10%	680
Sollevatore telescopico 4	1	187,5	50	8	10%	400
Autospurgo 1	1	150	95	8	20%	760
Autospurgo 2	1	150	70	8	20%	560

Per il calcolo delle emissioni sono state utilizzate le indicazioni fornite dall'Agenda Europea per l'Ambiente per la stima degli inventari emissivi (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery). Tale documento riporta i fattori emissivi (per kWh) delle singole macchine utilizzate (Tabella 3-1) suddivisi secondo gli standard legislativi di immatricolazione. I valori utilizzati per la stima delle emissioni sono stati calcolati assumendo che il parco veicoli utilizzato sia conforme alle specifiche tecniche relative allo Stage IIIB, anno 2011.

Si sottolinea che tale assunzione risulta cautelativa in quanto si può ragionevolmente supporre che al momento dell'inizio dei lavori il ricambio funzionale dei veicoli sarà fortemente spinto verso mezzi con prestazioni migliori.

Tabella 3-2 Fattori emissivi utilizzati in g/kWh (Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery)

Engine Power (kW)	Technology Level	NOx (g/kWh)	PM ₁₀ (g/kWh)	PM _{2,5} (g/kWh)	CO (g/kWh)	N ₂ O (g/kWh)	CH ₄ (g/kWh)	FC (g/kWh)
56<=P<75	Stage IIIB	2,97	0,025	0,025	2,2	0,035	0,007	260
75<=P<130	Stage IIIB	2,97	0,025	0,025	1,5	0,035	0,003	255
130<=P<560	Stage IIIB	1,8	0,025	0,025	1,5	0,035	0,003	250

Per quanto riguarda il fattore emissivo di SO₂, il documento EMEP/EEA suggerisce il calcolo a partire dal contenuto di zolfo del combustibile. I valori indicati nella tabella precedente sono quindi stati stimati attraverso il consumo di combustibile (in g/kWh) presente nel documento EMEP/EEA e considerando un contenuto di zolfo massimo nel combustibile pari a 10 ppm (come prescritto dalla Direttiva 2009/30/CE).

Il dato di base del fattore emissivo della CO₂ è stato fornito sempre dal documento EMEP/EEA. Tale fattore non è legato alla tecnologia del motore ma al tipo di carburante che viene combusto, presentando un valore quantitativo di CO₂ direttamente correlato al carburante utilizzato. In questo caso è stato preso in considerazione il fattore di emissione riferito al diesel, pari a 3160 kg CO₂/t fuel. Il valore finale utilizzato viene espresso sotto forma di g/kWh.

Di seguito la stima delle emissioni totali relative a ciascun mezzo meccanico impiegato nella fase di cantiere ottenuta utilizzando i fattori emissivi sopra riportati (Tabella 3-2) e considerando la l'impiego di ciascuno (Tabella 3-1).

Tabella 3-3 Emissioni totali stimate per l'utilizzo dei mezzi meccanici nella fase di cantiere

Mezzi operativi di cantiere	NOx (kg)	PM ₁₀ (kg)	PM _{2,5} (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	CO ₂ (kg)	N ₂ O (kg)	CH ₄ (kg)
Escavatore 1	112,32	1,56	1,56	93,60	0,47	49296	2,18	0,19
Escavatore 2	108,00	1,50	1,50	90,00	0,45	47400	2,10	0,18
Escavatore 3	69,12	0,96	0,96	57,60	0,29	30336	1,34	0,12
Escavatore 4	21,60	0,30	0,30	18,00	0,09	9480	0,42	0,04
Escavatore 5	4,32	0,06	0,06	3,60	0,02	1896	0,08	0,01
Pompa Alta Pressione 1	41,04	0,57	0,57	34,20	0,17	18012	0,80	0,07
Pompa Alta Pressione 2	30,24	0,42	0,42	25,20	0,13	13272	0,59	0,05
Autocarro	54,00	0,75	0,75	45,00	0,22	23700	1,05	0,09
Sollevatore telescopico 1	33,75	0,47	0,47	28,13	0,14	14813	0,66	0,06
Sollevatore telescopico 2	27,00	0,38	0,38	22,50	0,11	11850	0,53	0,05
Sollevatore telescopico 3	22,95	0,32	0,32	19,13	0,10	10073	0,45	0,04
Sollevatore telescopico 4	13,50	0,19	0,19	11,25	0,06	5925	0,26	0,02
Autospurgo 1	41,04	0,57	0,57	34,20	0,17	18012	0,80	0,07
Autospurgo 2	30,24	0,42	0,42	25,20	0,13	13272	0,59	0,05
TOTALE	609,12	8,46	8,46	507,60	2,53	267336	11,84	1,02

3.1.2 Emissioni dovute al trasporto del personale e del materiale di cantiere

Per stimare le emissioni dei mezzi utilizzati sono stati considerati i viaggi totali necessari per il trasporto del personale, per l'approvvigionamento di tutte le materie prime e/o per lo smaltimento dei rifiuti prodotti. È stata inoltre valutata la distanza percorsa da tali mezzi all'esterno del confine dell'area di cantiere dell'ex-APL (Tabella 3-4).

Per i mezzi di trasporto del personale è stato considerato un parco vetture costituito per metà da furgoni e per il resto da automobili (Tabella 3-4).

I mezzi considerati sono:

- Autocarri adibiti al trasporto dei materiali inerti derivanti dalle demolizioni;
- Autocarri per il trasporto di rifiuti diversi da macerie verso le aree di smaltimento;
- Autocarri adibiti ad altri tipi di trasporto
- Furgoni per il trasporto personale
- Automobili per il trasporto del personale

Cautelativamente sono state considerate per i mezzi che compiono tali viaggi distanze medie pari a 8 km (16 km A/R).

Per ottenere una stima complessiva delle emissioni è stata effettuata una media matematica dei viaggi/giorno sulla base di quanto previsto dal cronoprogramma.

Tabella 3-4 Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere e relativo impiego

Attività	Mezzi	Media dei Viaggi/giorno	km/viaggio _{A/R}	Giorni
Trasporto rifiuti (diversi da macerie)	Heavy Duty Trucks – Diesel > 32 t	1	16	140
Trasporto demolizioni macerie	Heavy Duty Trucks – Diesel > 32 t	3,6	16	135
Trasporti vari	Heavy Duty Trucks – Diesel > 32 t	1	16	170
Trasporto personale	Light Commercial Vehicles – Diesel N1-II	2,4	16	170
Trasporto personale	Passenger Cars – Diesel Large-SUV-Executive	2,4	16	170

Per il calcolo delle emissioni sono stati considerati i fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale presenti nella Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINAnet¹) di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Si evidenzia che nel momento in cui si effettueranno le attività di cantiere le emissioni risulteranno inferiori rispetto a quelle considerate per la presenza di mezzi di cantiere elettrici o con prestazioni ambientali migliori. In Tabella 5 sono riportati i fattori emissivi adottati per le categorie: “Heavy Duty Trucks – Diesel > 32 t” (autocarri), “Light Commercial Vehicles – Diesel N1-II” (furgoni) e “Passenger Cars – Diesel Large-SUV-Executive” (auto).

Tabella 3-5 Fattori emissivi utilizzati in g/km per i mezzi di trasporto, Euro V

Mezzi	NO _x (g/km)	PM ₁₀ (g/km)	PM _{2.5} (g/km)	CO (g/km)	SO ₂ (g/km)	CO ₂ (g/km)	N ₂ O (g/km)	CH ₄ (g/km)
HDT Diesel >32 t	2,512	0,126	0,087	1,355	0,003	747,5165	0,0533	0,004533
LCV Diesel N1-II	1,40659	0,03217	0,01828	0,00032	0,00093	241,31146	0,00701	0,000002
PC Diesel LSE	0,53644	0,02333	0,01405	0,03003	0,00089	231,30408	0,00697	0,00002

Di seguito vengono presentate le emissioni totali stimate.

¹ <https://fetransp.isprambiente.it/#/>

Tabella 3-6 Emissioni totali derivanti dal transito dei mezzi

Mezzi	NOx (kg)	PM ₁₀ (kg)	PM _{2,5} (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	CO ₂ (kg)	N ₂ O (kg)	CH ₄ (kg)
Autocarri trasporto rifiuti diversi da macerie	5,83	0,29	0,20	3,14	0,01	1734	0,12	0,01
Autocarri trasporto macerie da demolizione	19,29	0,97	0,67	10,41	0,02	5741	0,41	0,03
Autocarro trasporti vari	6,83	0,34	0,24	3,69	0,01	2033	0,14	0,01
Furgoni trasporto personale	18,06	0,41	0,23	0,00	0,01	3098	0,09	0,00003
Automobili trasporto personale	6,89	0,30	0,18	0,39	0,01	2970	0,09	0,0003
TOTALE	56,90	2,32	1,52	17,63	0,06	15577	0,86	0,06

3.1.3 Emissioni dovute alla movimentazione, manipolazione e deposito di materiali polverulenti

Le attività individuate che contribuiscono alle emissioni di particolato in atmosfera sono:

- Demolizione degli edifici;
- Frantumazione dei materiali derivanti dalle demolizioni;
- Movimentazione dei materiali e stoccaggio di cumuli;
- Sollevamento delle polveri da parte del vento.

Per la stima delle emissioni sono state consultate le metodologie proposte dall'Environment Protection Agency (EPA) che ha pubblicato nel 1987², una serie di documenti sotto la sigla AP-42 in cui sono dettagliatamente descritte le procedure per il calcolo dei fattori di emissione delle polveri dovute alla movimentazione e lavorazione di materiale fine. Gli stessi metodi di stima sono riportati anche nel documento "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" rilasciate dalla Provincia di Firenze in collaborazione con ARPA Toscana³.

La stima delle emissioni si basa sull'equazione:

$$E = A \times F$$

Dove:

E = emissione

A = tasso di attività

² I documenti sono stati aggiornati e validati negli anni successivi. Per maggiori informazioni: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emission-factors>

³ <http://www.provincia.fi.it/ambiente/documenti/#c925>

F = fattore di emissione

In relazione all'attività indagata sono stati calcolati sperimentalmente i diversi fattori di emissione in kg/t prodotta e, attraverso il tasso di attività cioè i volumi di materiale movimentato, il valore dell'emissione totale [kg].

Per quanto riguarda le polveri prodotte dalle attività, è lecito attendersi oltre alla frazione fine anche una granulometria più grossolana che comporterà una deposizione a minor distanza dal cantiere. Nelle successive analisi sono state pertanto quantificate le emissioni di polveri sia in termini di PM10 (particelle con diametro inferiore a 10 µm) che di PM_{2.5} (particelle con diametro inferiore a 2,5 µm), ciò permette di confrontare le concentrazioni stimate dal modello di trasporto e dispersione con le soglie di qualità dell'aria vigenti.

3.1.3.1 Demolizione degli edifici e riduzione volumetrica

In Tabella 3-7 sono indicati i fattori emissivi per le fasi di demolizione, frantumazione e vagliatura degli inerti, con il relativo codice identificativo SCC (Source Classification Codes) dell'EPA. Per quanto riguarda la fase di demolizione l'EPA non indica un fattore emissivo specifico ed è quindi stato considerato cautelativamente quello relativo alla frantumazione secondaria.

Nella tabella seguente vengono i fattori di emissioni utilizzati.

Tabella 3-7 Fattori emissivi utilizzati per le operazioni di demolizione e riduzione volumetrica

Processo	Codice SCC	FE PM ₁₀ (kg/t prodotta)	FE PM _{2.5} (kg/t prodotta)
Demolizione degli edifici	Secondary Crushing (SCC 3-05020-02)	0,00037	0,00005
Riduzione volumetrica	Secondary Crushing (SCC 3-05020-02)	0,00037	0,00005

Considerando i volumi di materiali riportati in Tabella 3-8 e una densità dei materiali pari di 190 kg/m³, sono state calcolate le emissioni totali relative alle operazioni di demolizione e riduzione volumetrica. I valori sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 3-8 Emissioni stimate di PM₁₀ (kg) e PM_{2,5} (kg) per le operazioni di demolizione e riduzione volumetrica

Attività	Volumi coinvolti (m ³)	Densità materiale (kg/m ³)	Materiale movimentato (t)	Emissioni PM ₁₀ (kg)	Emissioni PM _{2,5} (kg)
Demolizione degli edifici					
Demolizione Area Confezionamento Grassi	12364,11	190	2348	0,87	0,12
Demolizione Ex C.T. e serbatoi metallici interrati	365,1	190	69	0,03	0,00
Demolizione Area Lavorazione Olii	49039,9	190	9314	3,45	0,47
Demolizione Area Prodotti Speciali-C.E.-Officina	4688,62	190	891	0,33	0,04
Demolizione Palazzina Spogliatoi/servizi Magazzino Deposito - Palazzina Uffici	6729,78	190	1278	0,47	0,06
Totale parziale relativo all'attività	73187,51	-	13901	5,14	0,70
Riduzione volumetrica					
Demolizione Area Confezionamento Grassi	12364,11	190	2348	0,87	0,12
Demolizione Ex C.T. e serbatoi metallici interrati	365,1	190	69	0,03	0,00
Demolizione Area Lavorazione Olii	49039,9	190	9314	3,45	0,47
Demolizione Area Prodotti Speciali-C.E.-Officina	4688,62	190	891	0,33	0,04
Demolizione Palazzina Spogliatoi/servizi Magazzino Deposito - Palazzina Uffici	6729,78	190	1278	0,47	0,06
Totale parziale relativo all'attività	73187,51	-	13901	5,14	0,70
TOTALE	146375	-	27802	10,29	1,39

3.1.3.2 Movimentazione dei materiali e stoccaggio di cumuli

Il fattore di emissione è stato calcolato secondo la formula riportata nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42:

$$EF_i (kg/Mg) = k_i (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

i = particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5})

EF_i = fattore di emissione

k_i = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato

u = velocità del vento (m/s)

M = contenuto in percentuale di umidità (%)

In Tabella 3-9 e Tabella 3-10 vengono indicati rispettivamente il fattore di emissione calcolato e le emissioni totali stimate relative alla movimentazione del materiale. Per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti valori:

- $k = 0,35$ – Coefficiente specifico per il calcolo delle emissioni di PM_{10} ;
- $k = 0,11$ – Coefficiente specifico per il calcolo delle emissioni di $PM_{2,5}$;
- $M = 2,1\%$ – Valore suggerito da EPA nel documento AP42-13.2.4 per il materiale "Various limestone products";
- $U = 2,7$ m/s – Velocità media misurata presso la stazione di AGIP-RAFFINERIA (valore medio annuo relativo all'anno 2019).

Tabella 3-9 Fattori emissivi utilizzati per le operazioni di movimentazione del materiale

Processo	PM_{10} (kg/t prodotta)	$PM_{2,5}$ (kg/t prodotta)
Formazione e stoccaggio dei cumuli	0,00068	0,00021

Tabella 3-10 Emissioni stimate di PM_{10} (kg) e $PM_{2,5}$ (kg) per le operazioni di movimentazione del materiale

Attività	Volumi coinvolti (m^3)	Densità materiale (kg/m^3)	Materiale movimentato (t)	Emissioni PM_{10} (kg)	Emissioni $PM_{2,5}$ (kg)
Carico del materiale (area demolizioni)	73188	190	13901	9,49	2,98
Scarico del materiale (area frantumazione)	73188	190	13901	9,49	2,98
Carico del materiale (per sistemazione aree)	73188	190	13901	9,49	2,98
TOTALE	-	-	-	28,46	8,95

3.1.3.3 Erosione del vento dai cumuli

Le linee guida EPA (AP42 Capitolo 13.2.5) forniscono le relazioni per la stima del fattore di emissione associato all'erosione dei cumuli da parte del vento. Tale fattore (denominato P ed espresso in g/m^2) è correlato ai seguenti parametri:

- u^* (velocità di attrito), funzione dell'azione tangenziale del vento sulle superfici esposte;
- u^*t (velocità di soglia) corrispondente alla minima velocità di attrito per l'innesto dei fenomeni erosivi.
- k , indicatore rappresentativo della classe granulometrica del materiale eroso (valori di k forniti dall'EPA sono riportati nella seguente Tabella

Tabella 3-11 Costante k in funzione delle dimensioni del particolato

Parametro di distribuzione granulometrica k	
$\leq 10 \mu\text{m}$ (PM ₁₀)	$\leq 2.5 \mu\text{m}$ (PM _{2,5})
0,35	0,11

Le seguenti espressioni forniscono la stima del fattore di emissione P (g/m²) in funzione dei parametri indicati in precedenza.

$$P = k (58 (u^* - u^{*t})^2 + 25 (u^* - u^{*t})) \quad \text{se } u^* > u^{*t}$$

$$P = 0 \quad \text{se } u^* \leq u^{*t}$$

Per il calcolo della velocità di soglia u^{*t} l'EPA suggerisce di effettuare delle prove granulometriche in campo utilizzando setacci di diverse dimensioni in modo da individuare il valore limite di sollevamento delle particelle in base alla loro dimensione. Per alcuni tipi di materiali l'EPA fornisce un valore medio di velocità di soglia u^{*c} (Figura 4-2). Cautelativamente è stato considerato il valore di soglia più basso tra quelli presenti in Figura 3-1 pari a 0,54 m/s che corrisponde a una velocità del vento a 10 m dal suolo di 10,2 m/s.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			$z_o = \text{Act}$	$z_o = 0.5 \text{ cm}$
Overburden ^a	1.02	0.3	21	19
Scoria (roadbed material) ^a	1.33	0.3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile) ^a	0.55	0.01	16	10
Uncrusted coal pile ^a	1.12	0.3	23	21
Scraper tracks on coal pile ^{a,b}	0.62	0.06	15	12
Fine coal dust on concrete pad ^c	0.54	0.2	11	10

^a Western surface coal mine. Reference 2.

^b Lightly crusted.

^c Eastern power plant. Reference 3.

Figura 3-1 Valori soglia di riferimento per alcuni tipi di materiali (Fonte: EPA AP42 13.2.5)

Seguendo quanto riportato nelle linee guida EPA è stata identificata una possibile forma e dimensione del cumulo di macerie. Si è ipotizzato che esso avrà un rapporto altezza/diametro maggiore di 0,2. Conseguentemente a tale assunzione si rende necessaria la sua divisione in diverse sub-aree in base al diverso grado di esposizione al vento.

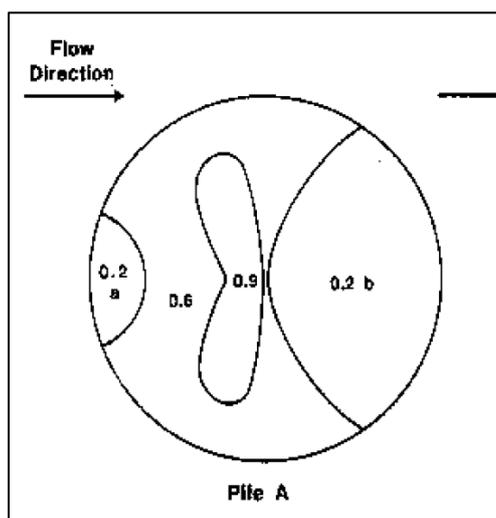
Per il calcolo del valore di velocità del vento relativo alla singola sub-unità (u_s^+) è stata utilizzata la seguente equazione estrapolata dalle linee guida EPA:

$$u_s^+ = \frac{(u_s)}{u_r} u_{10m}$$

I valori di velocità del vento misurati a 10 m di altezza (u_{10m}) sono relativi all'anno 2019.

All'interno del Capitolo 13.2.5 dell'AP42 vengono presentate differenti tipologie di cumuli, distinte in base alla forma. Nella figura seguente viene mostrato il modello a base circolare utilizzato, dove per ciascuna area viene indicato un differente valore di u_s/u_r :

Tabella 3-12 Ipotetica forma del cumulo e direzione del vento (Fonte: EPA AP42 13.2.5)



Per ciascuna sub-area viene suggerita sempre da EPA la seguente formula per calcolare la relativa velocità di attrito u^* :

$$u^* = 0.10 u_s^+$$

Considerando la somma delle emissioni calcolate per ciascuna sub-unità, nella Tabella 3-13 viene riportato il valore totale stimato del PM_{10} e del $PM_{2.5}$ che vengono erosi dalla superficie del cumulo.

Tabella 3-13 Erosione totale stimata del vento dai cumuli

Emissioni PM_{10} (kg)	Emissioni $PM_{2.5}$ (kg)
9,38	2,95

3.1.3.4 Totale stimato delle emissioni di polveri dovute alla movimentazione e manipolazione di materiali polverulenti

Nella tabella seguente vengono presentati i valori delle emissioni di polveri causate da attività quali movimentazione e manipolazione di materiale polverulento. Sono presenti anche le stime dei ratei emissivi medi per attività.

Le attività presentate sono talvolta cronologicamente sovrapposte, pertanto la stima del totale è stata effettuata sull'arco delle 18 settimane previste per il loro completamento.

Tabella 3-14 Emissioni da attività polverulente per area di lavoro

Emissione polveri per area	Settimane	Giorni	Ore	PM ₁₀ (kg)	PM _{2.5} (kg)	Rateo emissivo medio PM ₁₀ (g/h)	Rateo emissivo medio PM _{2.5} (g/h)
Area Confezionamento Grassi	4	20	160	5,80	1,63	36,22	10,18
Ex C.T. e serbatoi metallici interrati	2	10	80	0,17	0,02	2,14	0,23
Area Lavorazione Olii	6	30	240	22,99	6,46	95,77	26,92
Area Prodotti Speciali-C.E.-Officina	2	10	80	2,20	0,62	27,47	7,72
Palazzina Spogliatoi/servizi Magazzino Deposito - Palazzina Uffici	5	25	200	3,15	0,89	15,77	4,43
Cumulo eroso dal vento	36	180	1440	9,38	2,95	6,52	2,05
Totale*							
Attività polverulente	18	90	720	43,69	12,56	60,68	17,44

*Esclusa l'erosione del vento dai cumuli

Si fa presente che l'erosione del vento dai cumuli non è realmente costante nel tempo ma risulta essere presente solamente quando le raffiche di vento superano una determinata soglia di velocità. Per tale parametro è stata cautelativamente presa in considerazione l'intera durata del cantiere (36 settimane). Il totale espresso in Tabella 3-14 è quindi calcolato sulla sola durata delle attività di demolizione (18 settimane) per ciascuna area di lavoro, mentre il rateo emissivo medio comprende anche l'erosione dei cumuli da parte del vento.

Nella Figura seguente viene mostrata una tabella estratta dalle Linee guida ARPAT 2019 per la valutazione delle emissioni di polveri. Vengono presentati dei valori soglia di emissioni di PM₁₀ al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorni all'anno.

Tenuto conto che il primo recettore sensibile è situato ampiamente oltre la distanza massima indicata in Figura 3-2 si può osservare che le emissioni medie stimate in g/h in Tabella 3-14 non superano il livello soglia indicato dalle Linee guida ARPAT 2019.

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Figura 3–2 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente

3.1.4 Emissioni totali stimate

Nella tabella successiva vengono riassunte le emissioni totali stimate per ogni fonte/attività emissiva individuata.

Tabella 3-15 Emissioni totali stimate

Fonte/attività emissiva	NOx (kg)	PM ₁₀ (kg)	PM _{2,5} (kg)	CO (kg)	SO ₂ (kg)	CO ₂ (kg)	N ₂ O (kg)	CH ₄ (kg)
Escavatori	315,36	4,38	4,38	262,80	1,31	138408	6,13	0,53
Pompa ad alta pressione	71,28	0,99	0,99	59,40	0,30	31284	1,39	0,12
Autocarro	54,00	0,75	0,75	45,00	0,22	23700	1,05	0,09
Sollevatori telescopici	97,20	1,35	1,35	81,00	0,40	42660	1,89	0,16
Autospurgo	71,28	0,99	0,99	59,40	0,30	31284	1,39	0,12
Autocarri trasporto rifiuti diversi da macerie	5,83	0,29	0,20	3,14	0,0070	1734	0,12	0,011
Autocarri trasporto demolizioni macerie	19,29	0,97	0,67	10,41	0,023	5741	0,41	0,035
Autocarro trasporti vari	6,83	0,34	0,24	3,69	0,008	2033	0,14	0,012
Furgoni trasporto personale	18,06	0,41	0,23	0,004	0,01	3098,44	0,09	0,00003
Automobili trasporto personale	6,89	0,30	0,18	0,39	0,01	2969,94	0,09	0,0003
Demolizione	-	5,14	0,70	-	-	-	-	-
Riduzione volumetrica	-	5,14	0,70	-	-	-	-	-
Carico del materiale (area demolizioni)	-	9,49	2,98	-	-	-	-	-
Scarico del materiale (area frantumazione)	-	9,49	2,98	-	-	-	-	-
Carico del materiale (per sistemazione aree)	-	9,49	2,98	-	-	-	-	-
Erosione del vento dai cumuli	-	9,38	2,95	-	-	-	-	-
TOTALE	666,02	58,91	23,27	525,23	2,60	282913	12,70	1,07

Di seguito viene riportata una tabella in cui le emissioni vengono suddivise per settore. Si può notare come l'attività di trasporto abbia un peso molto basso sul totale delle emissioni generate. Per questo motivo e considerando che la maggior parte del tragitto effettuato dai mezzi di trasporto si svilupperà all'esterno del cantiere si è deciso di non includere questa fonte all'interno del modello CALPUFF.

Tabella 3-16 Emissioni per settore

Settore	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Emissioni in kg								
Demolizione	-	10,29	1,39	-	-	-	-	-
Formazione e stoccaggio di cumuli	-	28,46	8,95	-	-	-	-	-
Erosione del vento dai cumuli	-	9,38	2,95	-	-	-	-	-
Mezzi operativi di cantiere	609,12	8,46	8,46	507,60	2,53	267336	11,84	1,02
Mezzi di trasporto	56,90	2,32	1,52	17,63	0,06	15577	0,86	0,06
Peso percentuale delle emissioni								
Demolizione	-	17,5%	6,0%	-	-	-	-	-
Formazione e stoccaggio di cumuli	-	48,3%	38,4%	-	-	-	-	-
Erosione del vento dai cumuli	-	15,9%	12,7%	-	-	-	-	-
Mezzi operativi di cantiere	91,5%	14,4%	36,4%	96,6%	97,6%	94,5%	93,2%	94,6%
Mezzi di trasporto	8,5%	3,9%	6,5%	3,4%	2,4%	5,5%	6,8%	5,4%

3.1.5 Emissioni gas climalteranti

In Tabella 3-17 vengono presentati le stime relative alla CO₂ equivalente calcolate a partire dai Global Warming Potentials (GWP). Tale valore prende come riferimento la CO₂, permettendo quindi di stimare proporzionalmente il peso, in termini di anidride carbonica, di un determinato gas serra. Il valore che viene restituito indica a quante unità di CO₂ corrisponde quel determinato inquinante.

Tali parametri sono stati elaborati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In questo caso vengono presi in considerazione ciò che viene presentato nel sesto report IPCC⁴. Per il valore di CH₄ presente in Tabella 3-17 si è fatto riferimento al "Fossil origin" indicato nel medesimo rapporto.

Tabella 3-17 Stima CO₂ equivalente

Inquinante climalterante	Emissione (kg)	GWP	CO ₂ equivalente (t)
CO ₂	282913	1	282,91
CH ₄	1,07	29,8	0,03
N ₂ O	12,70	273	3,47
TOTALE	-	-	286,41

⁴ IPCC, 2021. Climate Change 2021 The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter 7 -The Earth's energy budget, climate feedbacks, and climate sensitivity.

3.1.6 Andamento emissioni da cronoprogramma

Di seguito il cronoprogramma settimanale dei lavori previsti per la bonifica e demolizione dell'area denominata ex-APL, dove troviamo: in azzurro le fasi di allestimento/ripiegamento cantiere, in blu le attività di bonifica, in verde le attività di rimozione apparecchiature/impianti e in giallo le attività di demolizione.

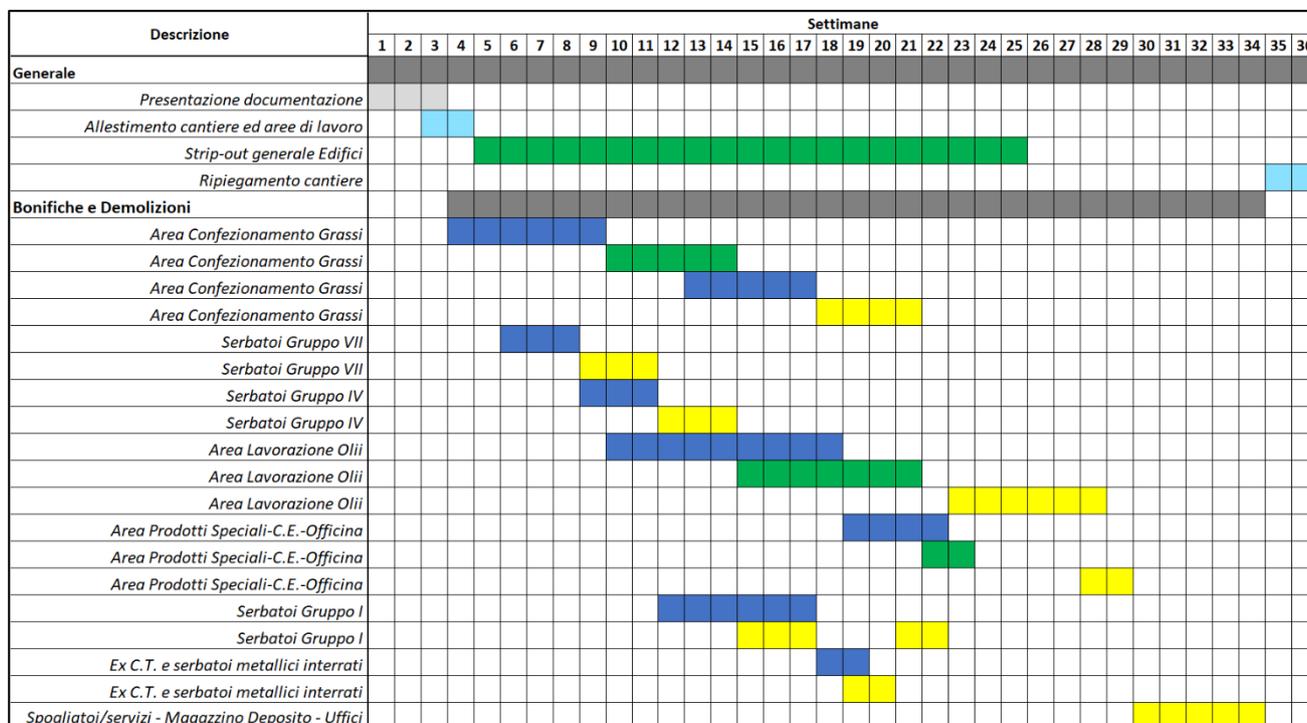


Figura 3–3 Cronoprogramma settimanale delle attività di cantiere

Nelle figure seguenti, sulla base del cronoprogramma delle attività di cantiere, vengono riportate le quantità di emissioni stimate per ciascuna settimana di lavoro.

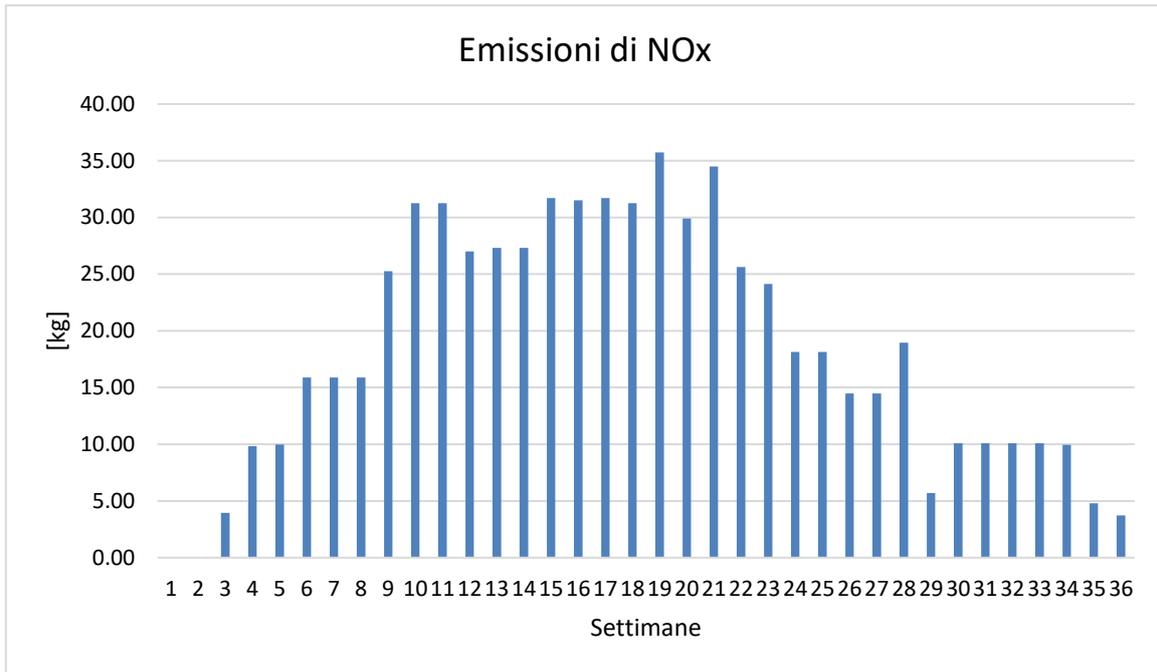


Figura 3-4 Emissioni totali settimanali in kg di NOx

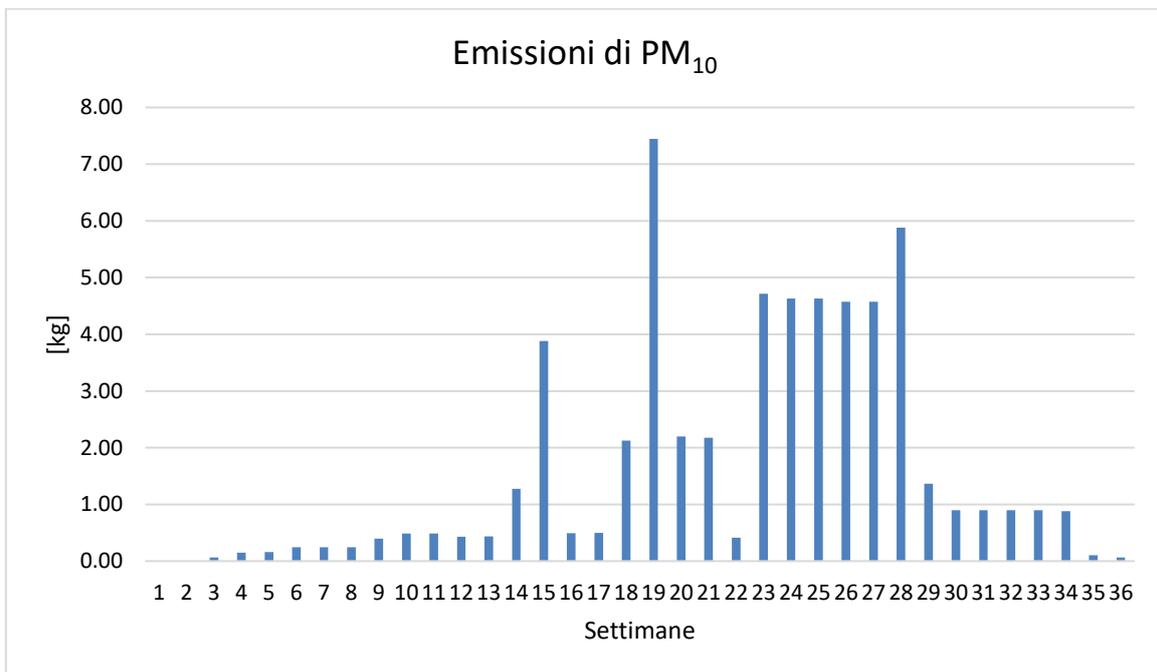


Figura 3-5 Emissioni totali settimanali in kg di PM₁₀

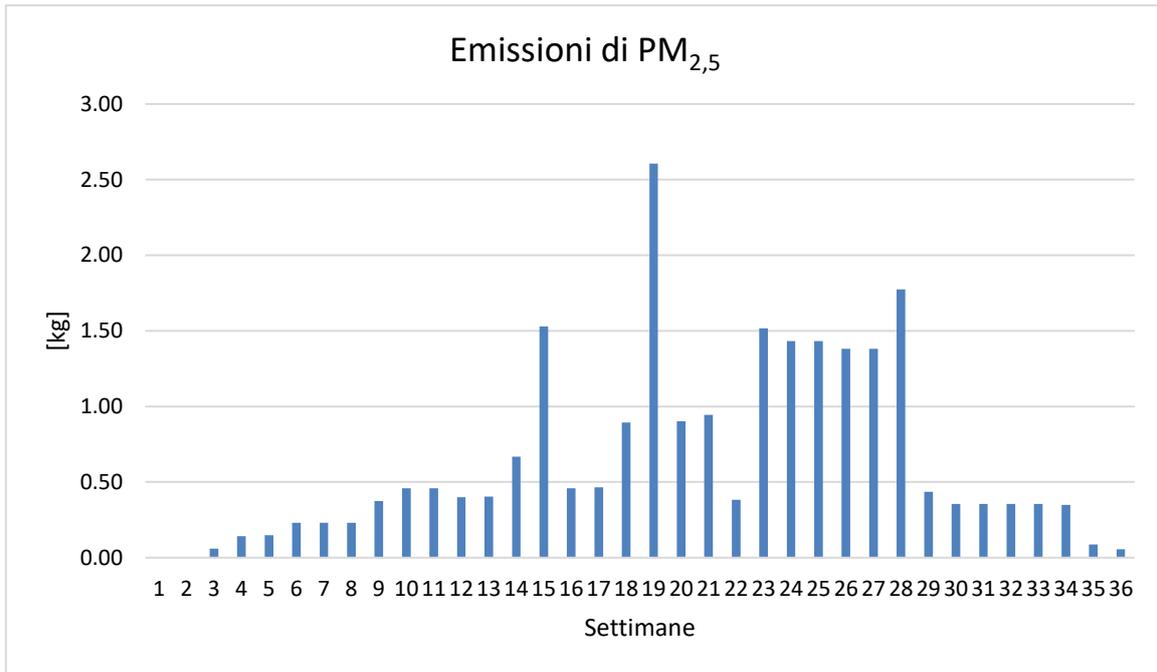


Figura 3–6 Emissioni totali settimanali in kg di PM_{2,5}

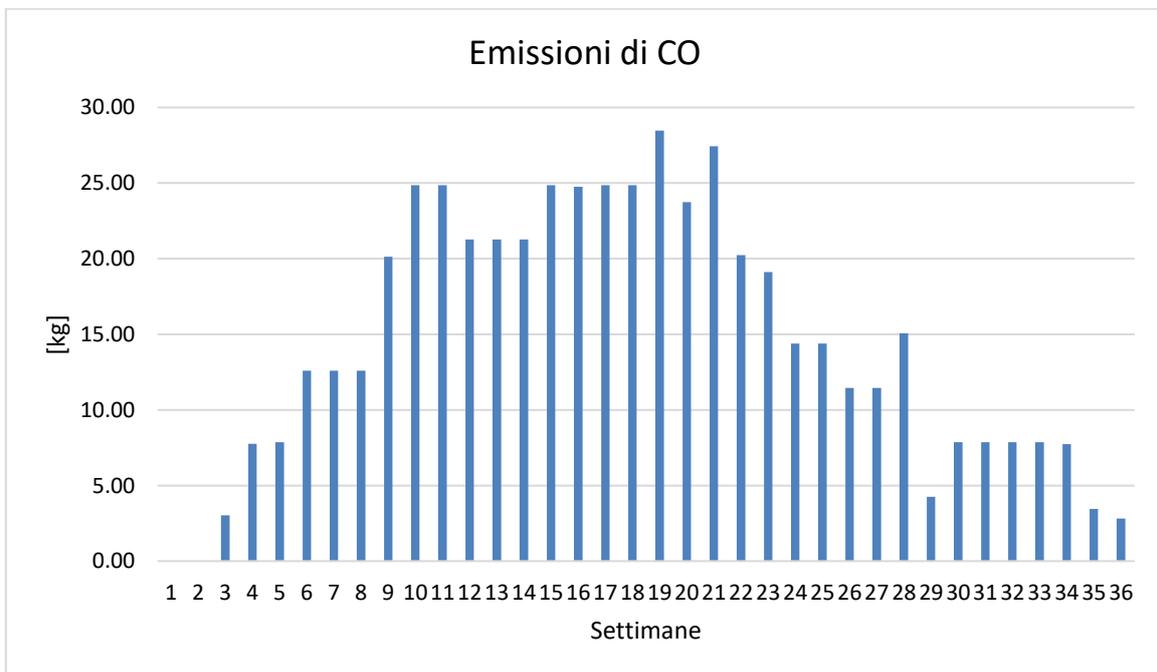


Figura 3–7 Emissioni totali settimanali in kg di CO

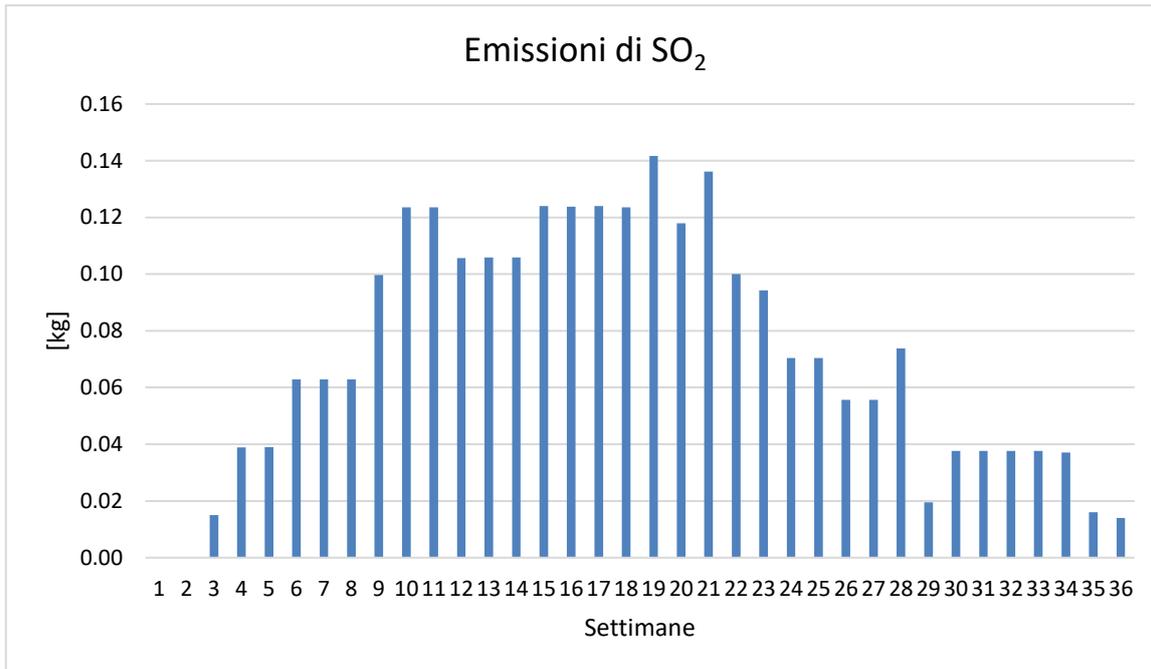


Figura 3–8 Emissioni totali settimanali in kg di SO₂

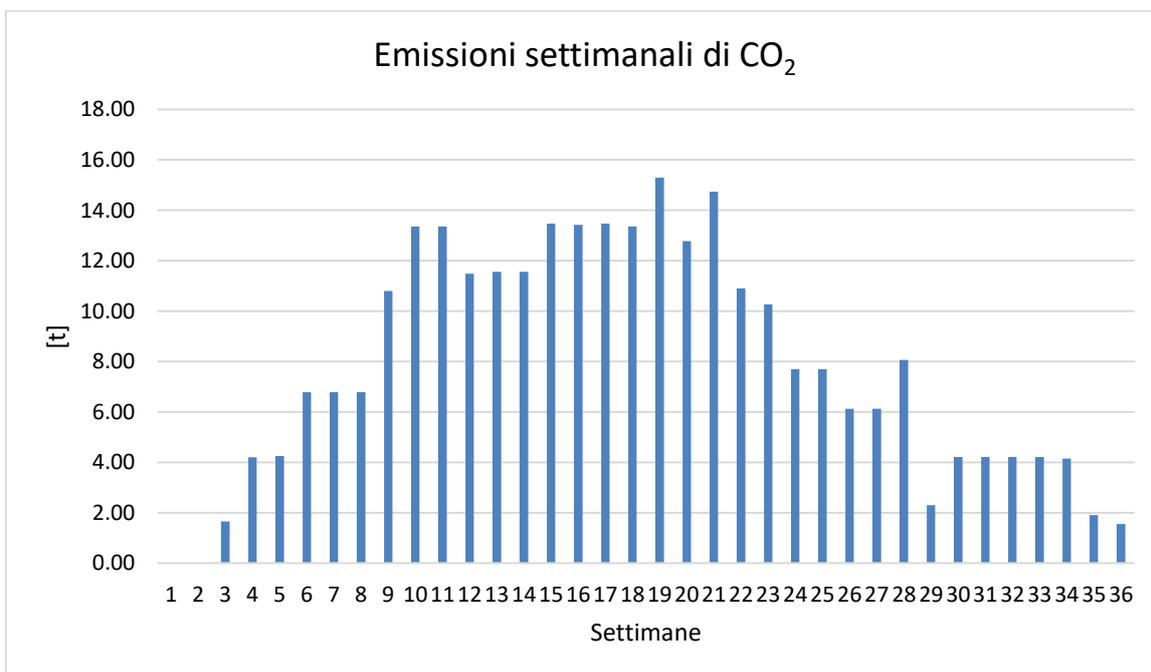


Figura 3–9 Emissioni totali settimanali in tonnellate di CO₂

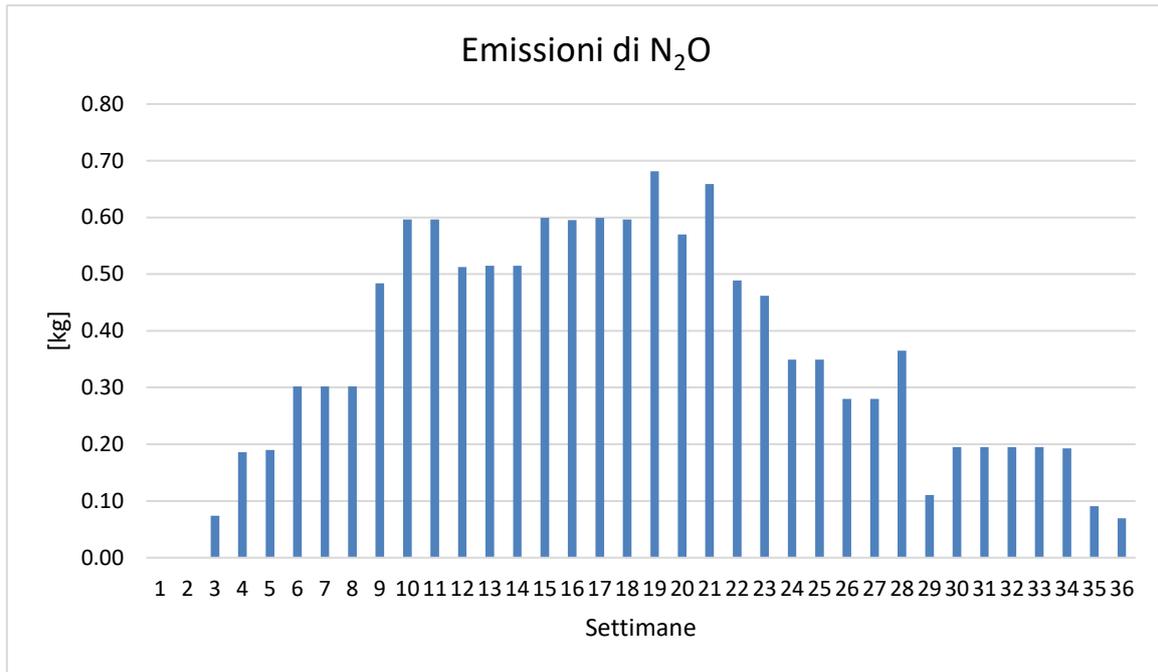


Figura 3–10 Emissioni totali settimanali in kg di N₂O

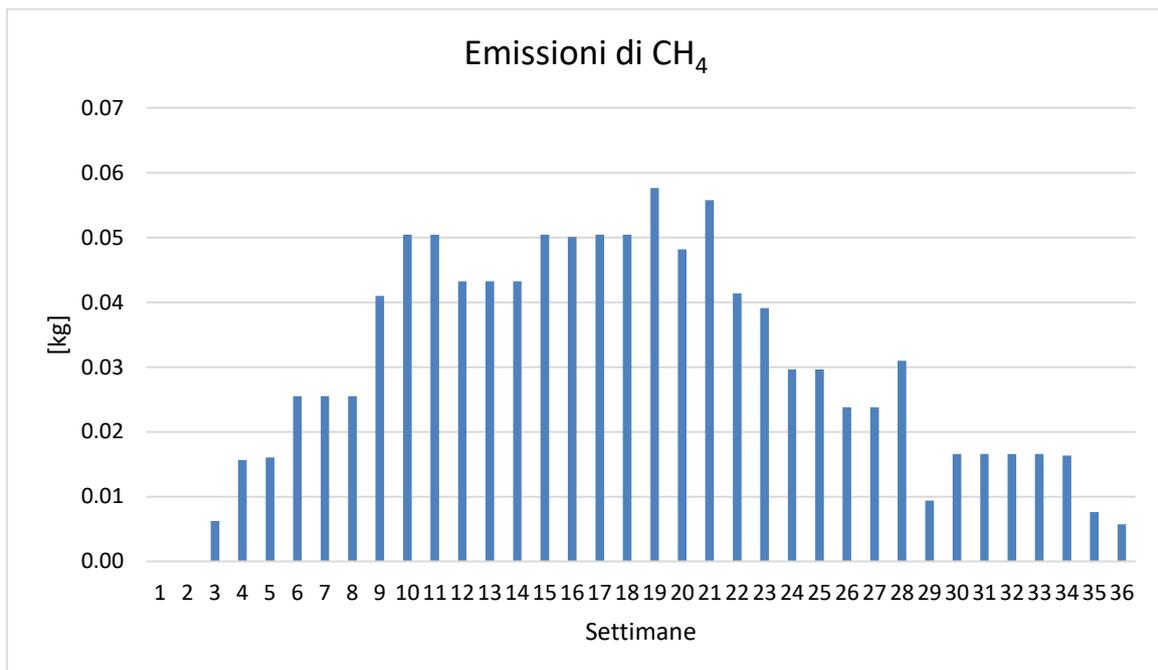


Figura 3–11 Emissioni totali settimanali in kg di CH₄

Dalle figure precedenti si può notare che la maggior parte delle emissioni di inquinanti in atmosfera si concentra fra la nona e la ventitreesima settimana di lavoro, periodo in cui vengono svolte la maggior parte delle attività di bonifica e di demolizione.

Per il particolato invece il periodo più “gravoso” in termini di emissioni in atmosfera ricade nel lasso di tempo compreso fra la ventitreesima e la ventottesima settimana, in tale periodo infatti viene demolita la struttura più ampia presente nella zona (Area Lavorazione Olii). Si possono inoltre notare tre picchi isolati che corrispondono ai giorni in cui le raffiche di vento risolleivano polvere dai cumuli di materiale presenti in cantiere.

3.2 Caratterizzazione delle sorgenti emissive

3.2.1 Sorgente di emissione

Il cantiere è stato modellizzato tramite una sorgente areale ad emissione variabile corrispondente all'area di cantiere interessata dalle demolizioni degli edifici esistenti, come riportato nella figura seguente.



Figura 3-12 – Modellizzazione spaziale dell'area di Cantiere

3.2.2 Ratei emissivi degli inquinanti

Per valutare il rispetto dei limiti legislativi è necessario simulare un periodo temporale di un anno solare.

Le attività di cantiere sono state simulate tenendo conto della durata stimata dei lavori, entro l'anno di riferimento. Si è considerata una giornata lavorativa compresa dalle ore 08:00 alle ore 17:00, con uno stop di 1 ora alle 12:00.

Nelle figure seguenti sono indicati i ratei emissivi in [g/s] utilizzati in input al modello. Il calcolo è stato effettuato considerando 8 ore al giorno di lavoro con delle variazioni degli input (g/s) in base al periodo di attività (come evidenziato nel paragrafo precedente le emissioni variano in relazione alle attività in esecuzione).

Pollutant: NOx

01

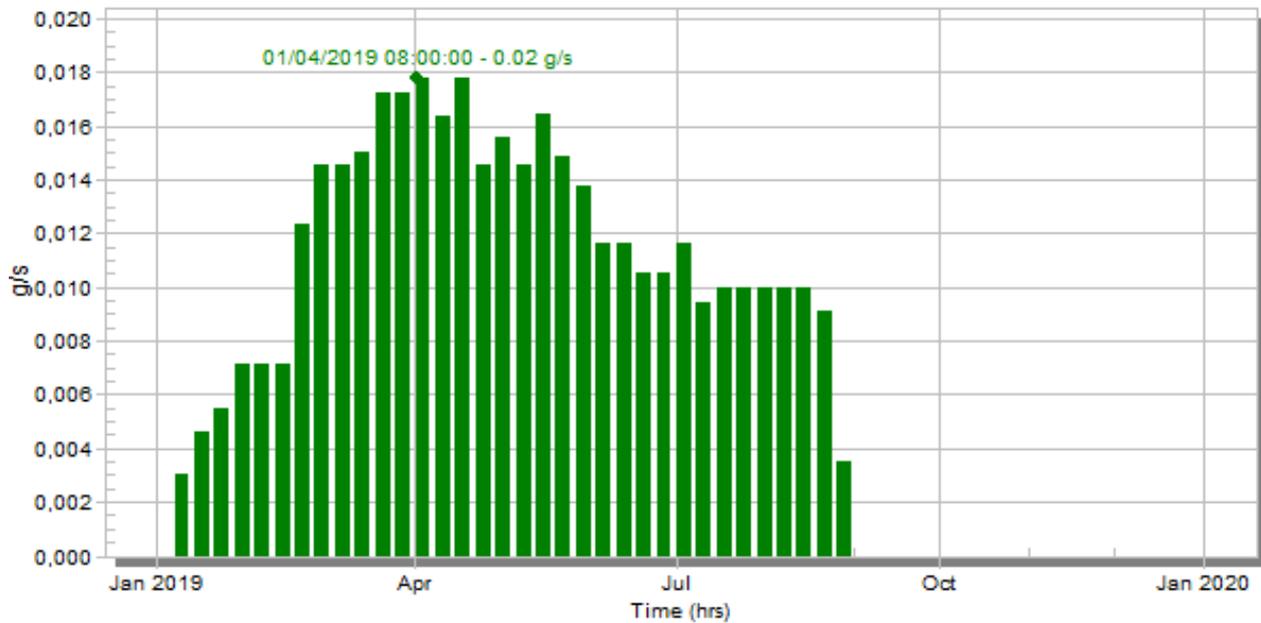


Figura 3-13 Input in g/s di NOx

Pollutant: PM10

01

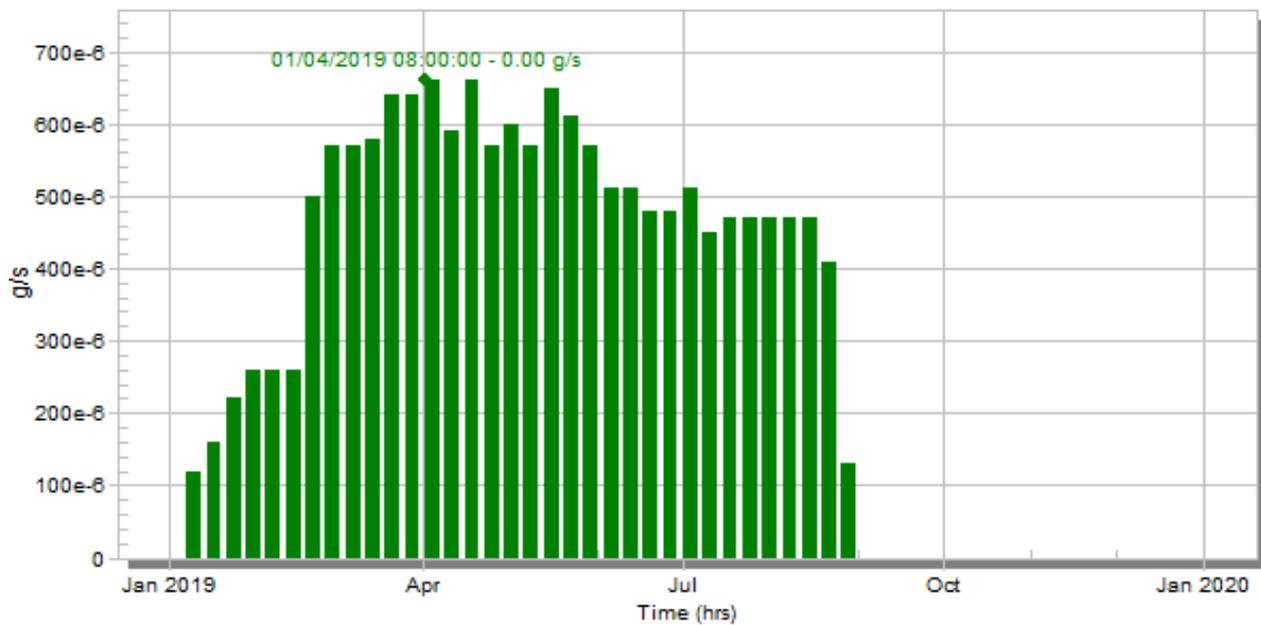


Figura 3-14 Input in g/s di PM₁₀

Pollutant: PM2.5
01

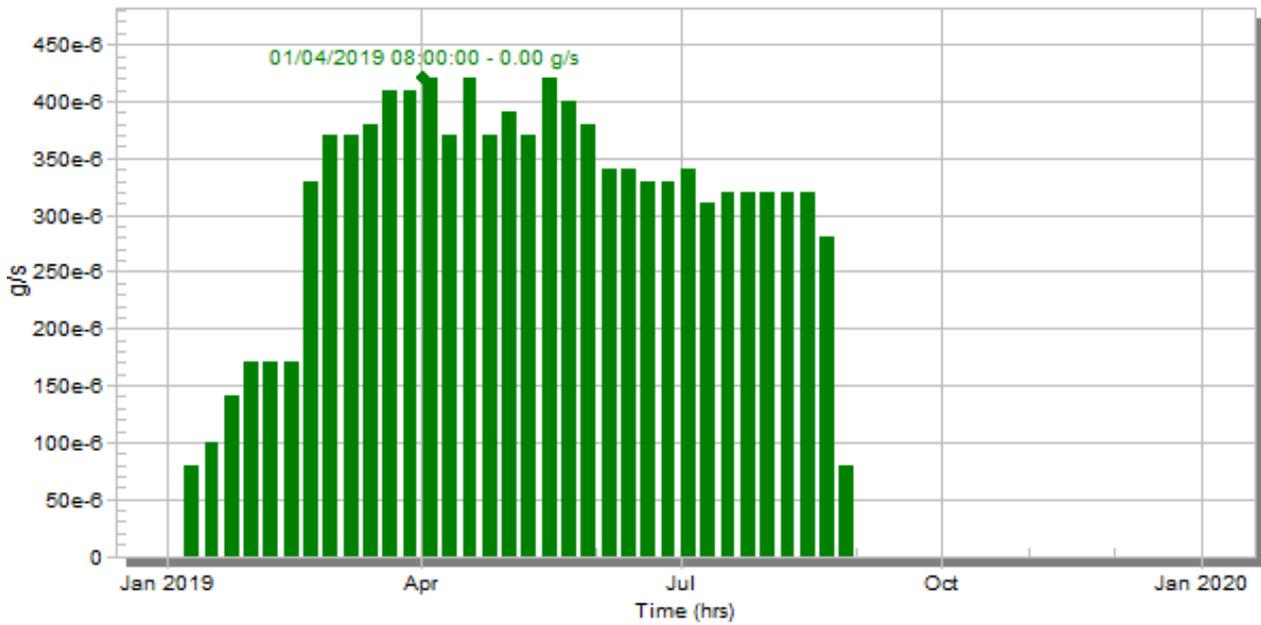


Figura 3–15 Input in g/s di PM_{2,5}

Pollutant: CO
01

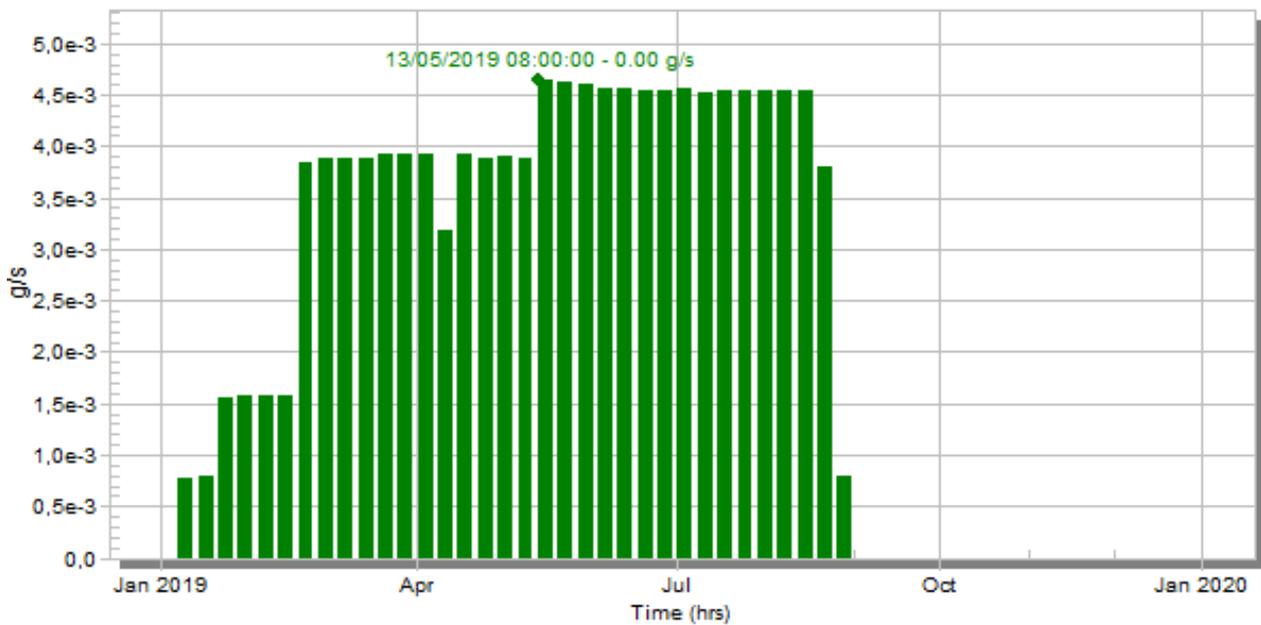


Figura 3–16 Input in g/s di CO

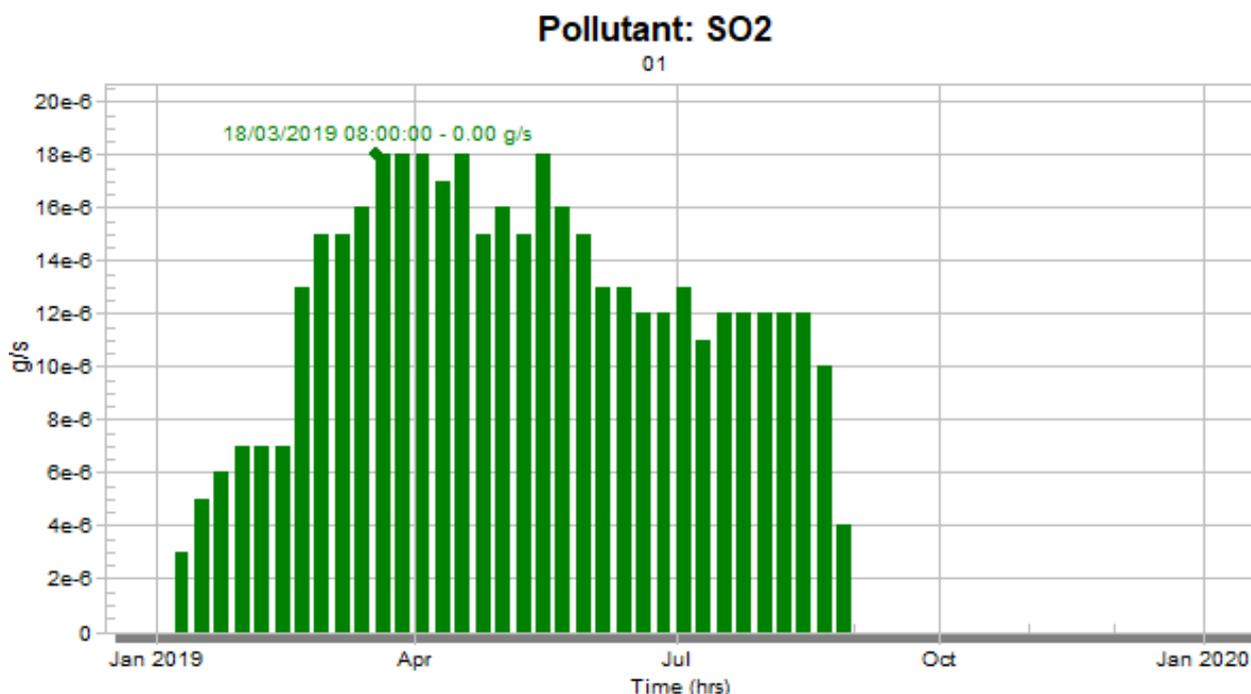


Figura 3–17 Input in g/s di SO₂

4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nelle simulazioni sono stati considerati gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO), le polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}) e il biossido di zolfo (SO₂): tutti inquinanti normati dal D.Lgs. 155/2010. Tale decreto impone una concentrazione limite per la protezione della salute umana sul biossido di azoto (NO₂). Per la stima delle medie orarie di quest'ultimo è stato considerato un quantitativo in proporzione agli NO_x pari a NO₂/NO_x = 0,8 mentre per quelle annuali 0,75.

I risultati delle simulazioni effettuate con il modello CALPUFF sono riassunte mediante mappe di isoconcentrazione che rappresentano la distribuzione dei valori di concentrazione degli inquinanti al suolo. Sono riportate le mappe relative alle concentrazioni atmosferiche mediate su differenti periodi temporali (secondo quanto indicato dal Decreto Legislativo 155 del 2010), al fine di verificare che la concentrazione di inquinanti rispetti i limiti di qualità dell'aria vigenti e per identificare eventuali episodi di criticità.

Per alcuni degli inquinanti considerati, la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati prodotti rappresentano quindi i corrispondenti i-esimi valori di superamento delle concentrazioni previste. I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo.

Vengono inoltre prese in considerazione le concentrazioni massime di ciascun inquinante (orarie e/o giornaliere) per valutare il *worst case* che si verrà a palesare durante il periodo di lavoro.

In Tabella 4-1 vengono illustrate tutte le mappe di isoconcentrazione presenti (Allegato A).

Tabella 4-1 Elenco delle mappe di isoconcentrazione

Inquinante	Periodo di mediazione
NO ₂	Anno
	Ora (Valore massimo e 19°)
NO _x	Anno
	Ora (Valore massimo)
PM ₁₀	Anno
	Giorno (Valore massimo e 36°)
PM _{2,5}	Anno
	Giorno (Valore massimo)
CO	8 ore (Valore massimo)
SO ₂	Anno
	Giorno (Valore massimo e 4°)
	Ora (Valore massimo e 25°)

Nel seguito sono riassunti i valori massimi stimati dal modello di dispersione: dalla tabella si evince che le concentrazioni massime stimate sono conformi ai parametri normativi vigenti.

Tabella 4-2 Concentrazioni massime di dominio

Inquinante (µg/m ³)	NO _x	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	SO ₂		
		Media annuale	19° valore massimo orario	Media annuale	36° valore massimo giornaliero			Media annuale	Max media giornaliera su 8 ore	Media annuale
Limite di legge	30	40	200	40	50	25	10'000	20	125	350
Max Dominio di calcolo	0,5	0,4	8,7	0,02	0,05	0,01	2,6	0,001	0,002	0,01
Max al perimetro del cantiere	0,4	0,3	7,6	0,02	0,04	0,01	1,9	0,0004	0,002	0,009

Nella tabella seguente vengono indicati i valori corrispondenti al *worst case* registrato per ciascun inquinante.

Tabella 4-3 worst case concentrazione inquinanti

Inquinante (µg/m ³)	NO _x	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	SO ₂	
Periodo di mediazione	Valore massimo orario	Valore massimo orario	Valore massimo giornaliero	Valore massimo giornaliero	Valore massimo giornaliero su 8 ore	Valore massimo giornaliero	Valore massimo orario
Concentrazione massima	30,6	24,5	0,1	0,09	2,6	0,004	0,03

Le ricadute in termini di polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}), CO e SO₂ risultano essere molto contenute, mentre sono più apprezzabili quelle di NO₂, associate quindi al funzionamento dei motori diesel dei mezzi di cantiere, nonostante ciò, considerando che presso il sito non sono rilevate concentrazioni di NO₂ elevate l'apporto di emissioni dovuto al cantiere può considerarsi non critico anche per questo composto.

Nella tabella seguente sono stimati i livelli di inquinamento medi annui finali ottenuti sommando i valori massimi stimati dal modello di dispersione alle concentrazioni di fondo misurate presso le centraline della Rete di Qualità dell'Aria gestita da ARPAV, cui si integra, per l'area del polo industriale la rete dedicata gestita dell'Ente Zona Porto Marghera.

Tabella 4-4 Stima del massimo livello di inquinamento medio annuo finale

Inquinante (µg/m ³)	NO _x	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂
Periodo di mediazione	Media annuale				
Max Ricadute dominio di calcolo	0,5	0,36	0,02	0,01	0,0005
Fondo ⁽¹⁾	54,6	28,2	31,8	24,6	2
Stima del livello futuro	55,1	28,6	31,8	24,6	2
Limite di legge	30	40	40	25	20
Note					
⁽¹⁾ Concentrazione media nell'ultimo quinquennio disponibile rilevata dalla Stazione ARPAV di background urbano di Parco Bissuola - Mestre					

Le ricadute stimate al suolo evidenziano il rispetto della legislazione vigente per tutti i parametri considerati.

In particolare, gli apporti di NO_x nella nuova configurazione risultano non significativi, mentre il limite normativo risulta essere già superato dal valore di fondo. Il peso in percentuale aggiuntivo di NO_x dato dalle attività di cantiere (rispetto al valore di fondo) risulta essere comunque trascurabile (0,87%). Si fa presente che tale limite rappresenta il livello critico per la protezione della vegetazione.

4.1.1 Ricadute stimate presso i recettori discreti

Oltre ai massimi di dominio sono state valutate le concentrazioni stimate presso i recettori più vicini presenti nell'area di studio, In Figura 4-8 e riportati in tabella sono presenti i ricettori individuati.

Tabella 4-5 Recettori individuati

Recettore	Nome	Tipo	Longitudine (m)	Latitudine (m)	Elevazione (m)
R1	HOTEL ALVERI'	Alberghi diffusi	285102	5039622	2,35
R2	Ristorante	Ristorante	285278	5039157	2,05
R3	La Dispensa del Forte	Ristorante	285969	5039481	1,03
R4	Ristorante	Ristorante	284394	5037957	1,55
R5	ALLOGGI LAGUNA	Alloggi turistici	284160	5034185	0,35
R6	Ca' Foscari: Marghera VEGA	Scuole	285281	5039223	2,11
R7	CAMPING FUSINA	Campeggi	285335	5033222	-0,18
R8	Stazione di Porto Marghera	Stazione ferroviaria	285522	5039113	1,85
R9	Campo calcio Parco san Giuliano	Strutture sportive	286596	5039237	-0,29
R10	Pista di Pattinaggio San Giuliano	Strutture sportive	287143	5038830	-0,27
R11	Centro nautico	Strutture sportive	287508	5038296	-0,26
R12	VE - Malcontenta	Centralina ARPAV	281442	5035444	-0,22
R13	VE - Via Beccaria	Centralina ARPAV	282689	5039418	1,52
R14	VE - Parco Bissuola	Centralina ARPAV	286019	5042084	2,29
R15	VE - Sacca Fisola	Centralina ARPAV	289813	5034047	0,9
R16	VE - Via Tagliamento	Centralina ARPAV	282573	5041090	2,09
R17	VE - Rio Novo	Centralina ARPAV	290628	5034824	3,25
R18	Fincantieri - Breda	Centralina EZI	284987	5039368	2,55
R19	AGIP Raffineria	Centralina EZI	286291	5038318	0,72
R20	ENEL Fusina	Centralina EZI	284893	5034584	1,19
R21	C,E,D, Ente Zona	Centralina EZI	284401	5036194	1,08
R22	Pagnan	Centralina EZI	282637	5034809	-0,67
R23	Marghera	Centralina EZI	282882	5040124	2,26
R24	Tronchetto	Centralina EZI	289332	5035597	0,36
R25	Giudecca	Centralina EZI	290835	5033541	0,95
R26	Moranzani	Centralina EZI	282000	5034200	-1,72



Figura 4-1 Localizzazione dei recettori

In Tabella 4-6 sono riportati i corrispettivi valori di concentrazione stimati,

Tabella 4-6 Concentrazioni stimate presso i recettori più prossimi all'area di cantiere

Inquinante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NOx		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	SO ₂		
	Media annuale	Media annuale	19° valore massimo orario	Media annuale	36° valore massimo giornaliero	Media annuale	Max media giornaliera su 8 ore	Media annuale	4° valore massimo giornaliero	25° valore massimo orario
Limite di legge	30	40	200	40	50	25	10'000	20	125	350
Recettore R1	3,3E-04	2,5E-04	1,3E-02	1,4E-05	5,9E-05	9,1E-06	3,9E-03	3,6E-07	3,0E-05	1,5E-05
Recettore R2	5,1E-04	3,8E-04	1,8E-02	2,1E-05	8,6E-05	1,4E-05	4,3E-03	5,5E-07	4,4E-05	2,2E-05
Recettore R3	3,0E-04	2,2E-04	1,3E-02	1,2E-05	3,9E-05	7,8E-06	8,1E-03	3,1E-07	1,1E-04	1,5E-05
Recettore R4	5,6E-04	4,2E-04	2,1E-02	2,3E-05	8,4E-05	1,5E-05	4,0E-03	6,0E-07	4,0E-05	2,6E-05
Recettore R5	5,9E-05	4,4E-05	4,2E-03	2,3E-06	6,6E-06	1,5E-06	1,3E-03	6,2E-08	1,1E-05	4,8E-06
Recettore R6	4,8E-04	3,6E-04	1,8E-02	2,0E-05	8,1E-05	1,3E-05	4,6E-03	5,2E-07	4,1E-05	2,1E-05
Recettore R7	4,8E-05	3,6E-05	3,4E-03	1,9E-06	1,1E-06	1,3E-06	2,9E-03	5,1E-08	2,1E-05	3,4E-06
Recettore R8	5,0E-04	3,8E-04	1,8E-02	2,0E-05	8,1E-05	1,4E-05	7,4E-03	5,4E-07	5,4E-05	2,2E-05
Recettore R9	2,2E-04	1,7E-04	1,5E-02	8,9E-06	3,8E-05	5,8E-06	5,2E-03	2,3E-07	4,1E-05	1,8E-05
Recettore R10	2,2E-04	1,6E-04	1,6E-02	8,4E-06	2,3E-05	5,5E-06	3,9E-03	2,3E-07	4,1E-05	1,9E-05
Recettore R11	2,5E-04	1,9E-04	1,9E-02	9,7E-06	2,6E-05	6,4E-06	4,4E-03	2,6E-07	5,5E-05	2,1E-05
Recettore R12	6,1E-05	4,6E-05	2,5E-03	2,5E-06	8,9E-06	1,6E-06	6,6E-04	6,6E-08	7,2E-06	3,2E-06
Recettore R13	1,2E-04	8,6E-05	4,8E-03	4,8E-06	1,9E-05	3,2E-06	1,1E-03	1,3E-07	9,0E-06	5,6E-06
Recettore R14	5,8E-05	4,3E-05	3,2E-03	2,3E-06	1,1E-05	1,5E-06	1,1E-03	6,2E-08	7,4E-06	3,9E-06
Recettore R15	4,8E-05	3,6E-05	2,5E-03	1,9E-06	5,9E-07	1,2E-06	4,7E-03	5,1E-08	2,5E-05	2,4E-06
Recettore R16	9,4E-05	7,1E-05	3,2E-03	3,9E-06	1,8E-05	2,6E-06	7,7E-04	1,0E-07	5,4E-06	4,0E-06
Recettore R17	2,8E-05	2,1E-05	2,4E-03	1,1E-06	4,5E-07	7,2E-07	2,3E-03	3,0E-08	1,4E-05	2,3E-06
Recettore R18	4,3E-04	3,2E-04	1,6E-02	1,8E-05	8,0E-05	1,2E-05	2,9E-03	4,7E-07	3,4E-05	1,8E-05
Recettore R19	8,3E-04	6,2E-04	4,9E-02	3,3E-05	1,3E-04	2,1E-05	1,9E-02	8,6E-07	1,7E-04	5,8E-05
Recettore R20	6,5E-05	4,9E-05	5,6E-03	2,5E-06	5,6E-06	1,7E-06	1,9E-03	6,8E-08	1,7E-05	5,5E-06
Recettore R21	2,8E-04	2,1E-04	1,2E-02	1,1E-05	4,4E-05	7,4E-06	3,2E-03	3,0E-07	3,4E-05	1,5E-05
Recettore R22	8,7E-05	6,5E-05	4,3E-03	3,5E-06	1,3E-05	2,3E-06	1,3E-03	9,3E-08	1,2E-05	5,3E-06
Recettore R23	1,2E-04	9,2E-05	4,7E-03	5,1E-06	2,2E-05	3,4E-06	9,8E-04	1,3E-07	8,3E-06	5,8E-06
Recettore R24	1,1E-04	8,2E-05	4,2E-03	4,2E-06	1,2E-06	2,7E-06	1,1E-02	1,1E-07	8,0E-05	4,5E-06
Recettore R25	2,4E-05	1,8E-05	1,6E-03	9,3E-07	3,5E-07	6,1E-07	2,6E-03	2,5E-08	8,2E-06	1,2E-06
Recettore R26	6,2E-05	4,7E-05	3,1E-03	2,5E-06	1,0E-05	1,6E-06	1,0E-03	6,7E-08	8,1E-06	3,8E-06
Concentrazione massima	8,3E-04	6,2E-04	4,9E-02	3,3E-05	1,3E-04	2,1E-05	1,9E-02	8,6E-07	1,7E-04	5,8E-05
Peso % rispetto al valore limite	0,0028%	0,0015%	0,0245%	0,0001%	0,0003%	0,0001%	<0,0001%	<0,0001%	0,0001%	<0,0001%

Si evidenzia quindi che presso i diversi ricettori presi in considerazione i valori di concentrazione risultano essere molto contenuti, gli inquinanti hanno infatti una dispersione limitata nell'intorno dell'area di localizzazione dell'ex-APL a causa della natura delle emissioni associate alle attività di cantiere e alle caratteristiche dei mezzi di lavoro.

5 CONCLUSIONI

In questo studio sono state valutate le ricadute delle emissioni in atmosfera associate alle attività di cantiere del progetto di bonifica e demolizione nell'area ex-APL nel comune di Venezia (VE),

La valutazione è stata effettuata attraverso il modello di dispersione CALPUFF, a partire dalle emissioni derivanti dalle operazioni di cantiere, dalle condizioni meteorologiche monitorate dalle centraline presenti nel sito di ricerca e dai dati in quota ricavati da simulazioni condotte con il modello WRF,

I valori delle concentrazioni degli inquinanti al suolo sono stati stimati in corrispondenza dei baricentri di griglia di calcolo con una risoluzione spaziale minima pari a 500 m su tutto il dominio di calcolo (avente dimensione di 14 x 16 km). Inoltre, per incrementare la definizione dei risultati in prossimità delle sorgenti emmissive, sono state inserite 2 griglie innestate centrate nell'impianto, aventi: un passo di 100 m fino a 1000 m dall'impianto e un passo di 250 m fino a 2500 m dall'impianto.

Le ricadute stimate al suolo evidenziano il rispetto della legislazione vigente per tutti i parametri considerati, con valori inferiori di oltre quattro ordini di grandezza rispetto agli standard vigenti nei pressi dei recettori sensibili individuati.

Gli effetti delle attività di cantiere si esauriscono a breve distanza dallo stesso, risultando non significativi in tutto il dominio di calcolo.

ALLEGATO A – MAPPE DI ISOCONCENTRAZIONE

Figura A 1 - Ricadute medie annue di NOx	40
Figura A 2 - Ricadute medie annue di NO ₂	41
Figura A 3 - 19° valori massimi orari di ricaduta di NO ₂	42
Figura A 4 - Ricadute medie annue di PM ₁₀	43
Figura A 5 - 36° valori massimi giornalieri di ricaduta di PM ₁₀	44
Figura A 6 - Ricadute medie annue di PM _{2,5}	45
Figura A 7 - Ricadute medie giornaliere su 8 ore di CO	46
Figura A 8 - Ricadute medie annue di SO ₂	47
Figura A 9 - 4° valori massimi giornalieri di ricaduta di SO ₂	48
Figura A 10 - 25° valori massimi orari di ricaduta di SO ₂	49
Figura A 11 - Worst case orario NOx	50
Figura A 12 - Worst case orario NO ₂	51
Figura A 13 - Worst case giornaliero PM ₁₀	52
Figura A 14 - Worst case giornaliero PM _{2,5}	53
Figura A 15 - Worst case giornaliero SO ₂	54
Figura A 16 - Worst case orario SO ₂	55

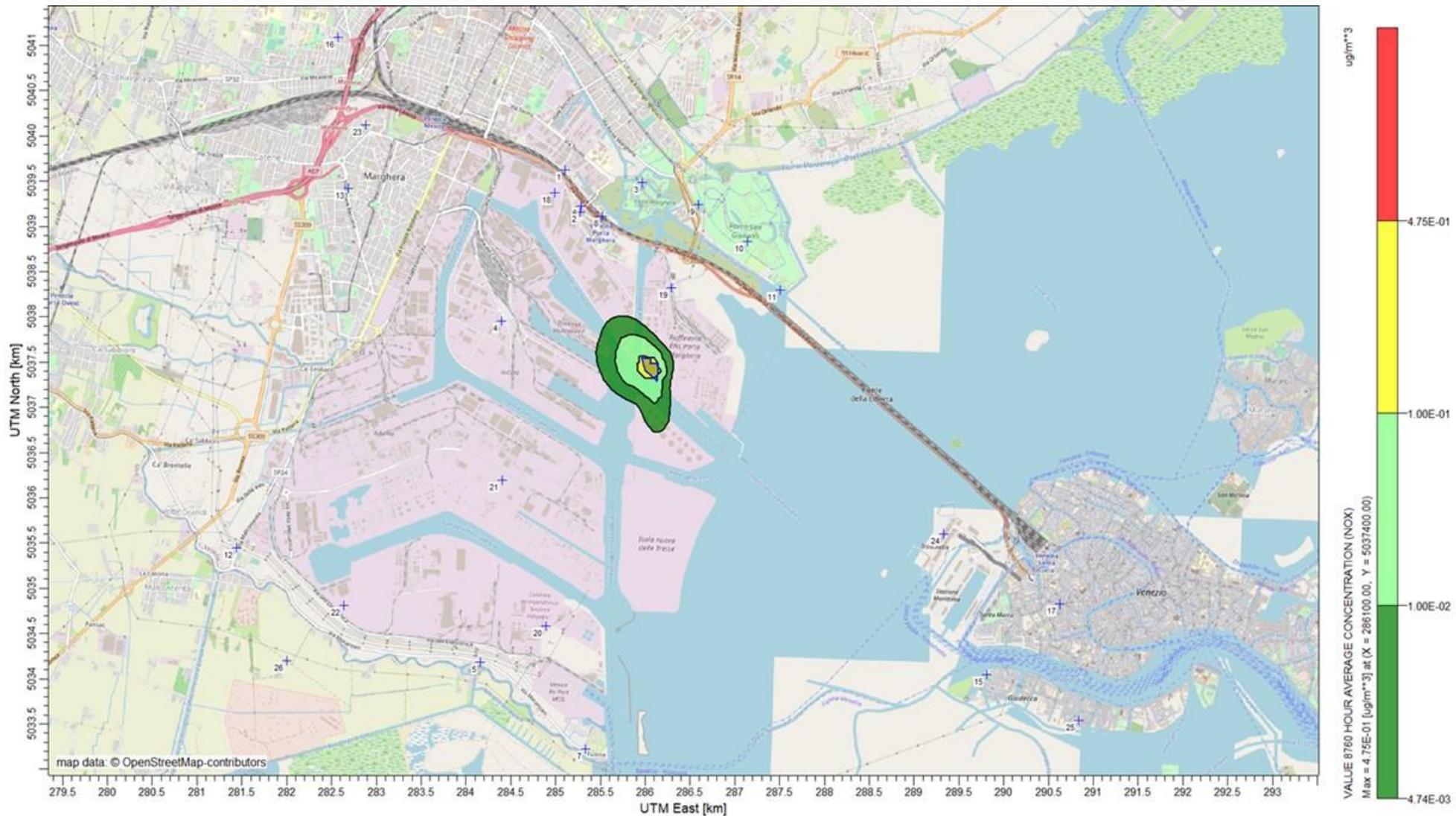


Figura A 1 - Ricadute medie annue di NOx

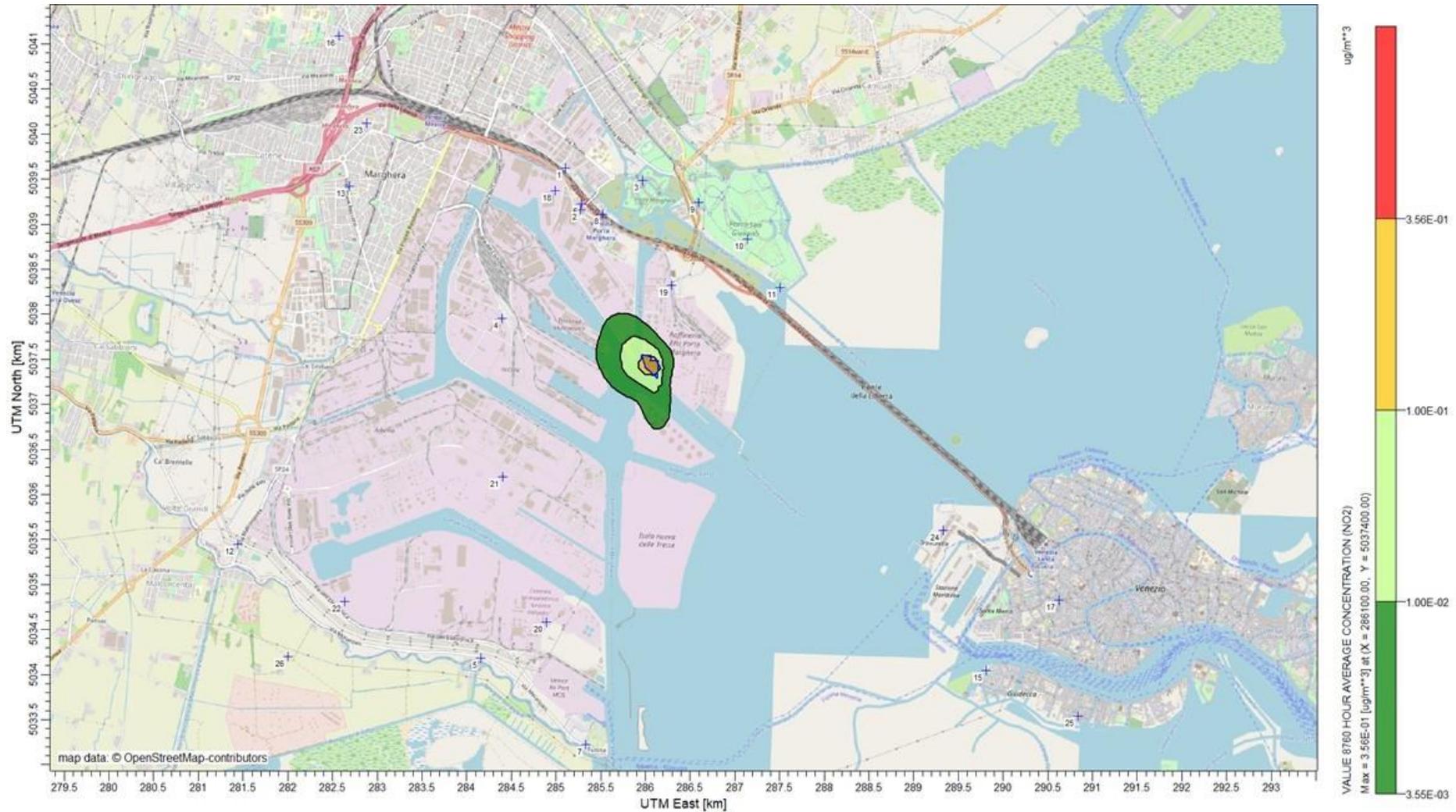


Figura A 2 - Ricadute medie annue di NO₂

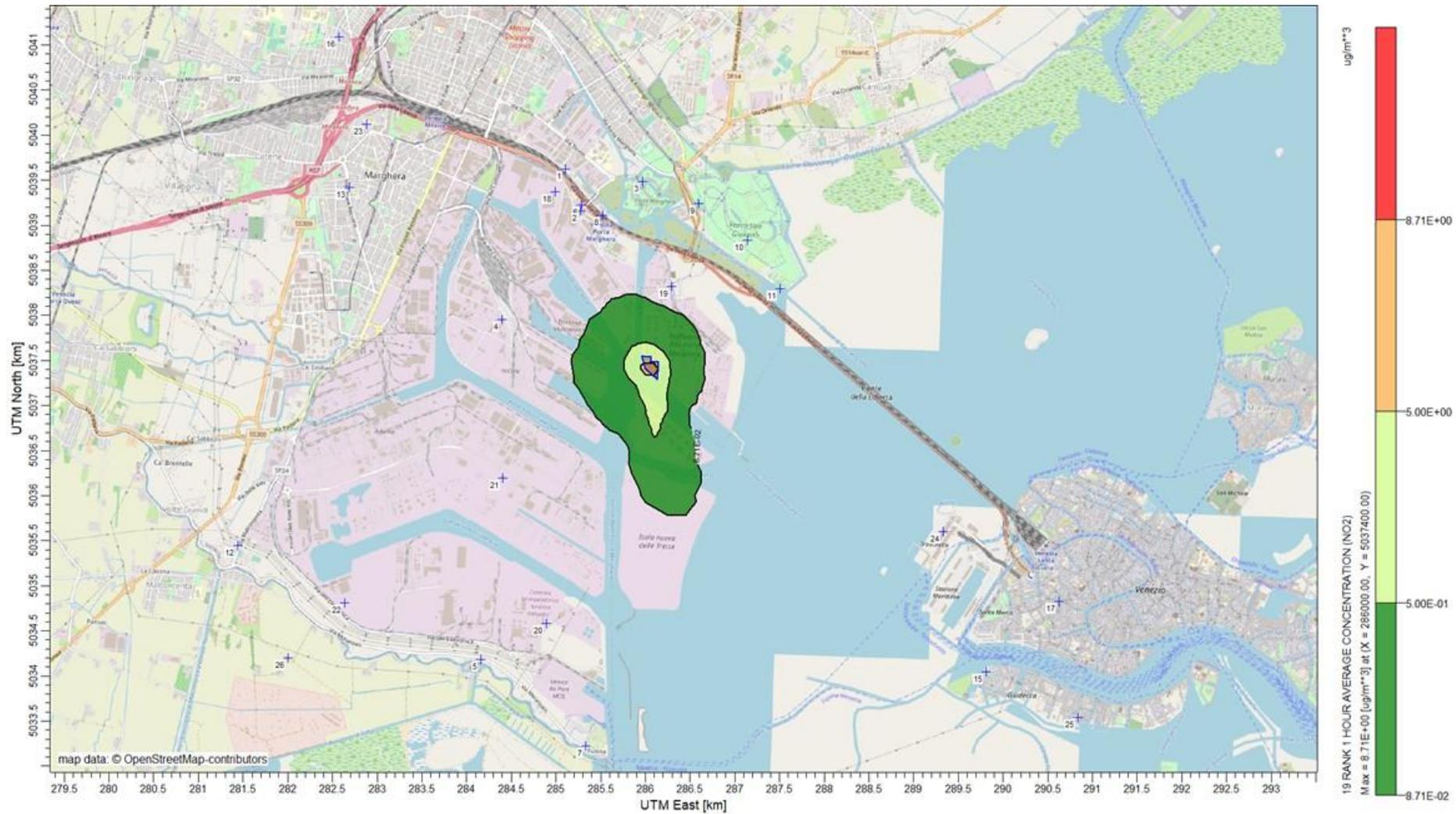


Figura A 3 - 19° valori massimi orari di ricaduta di NO₂

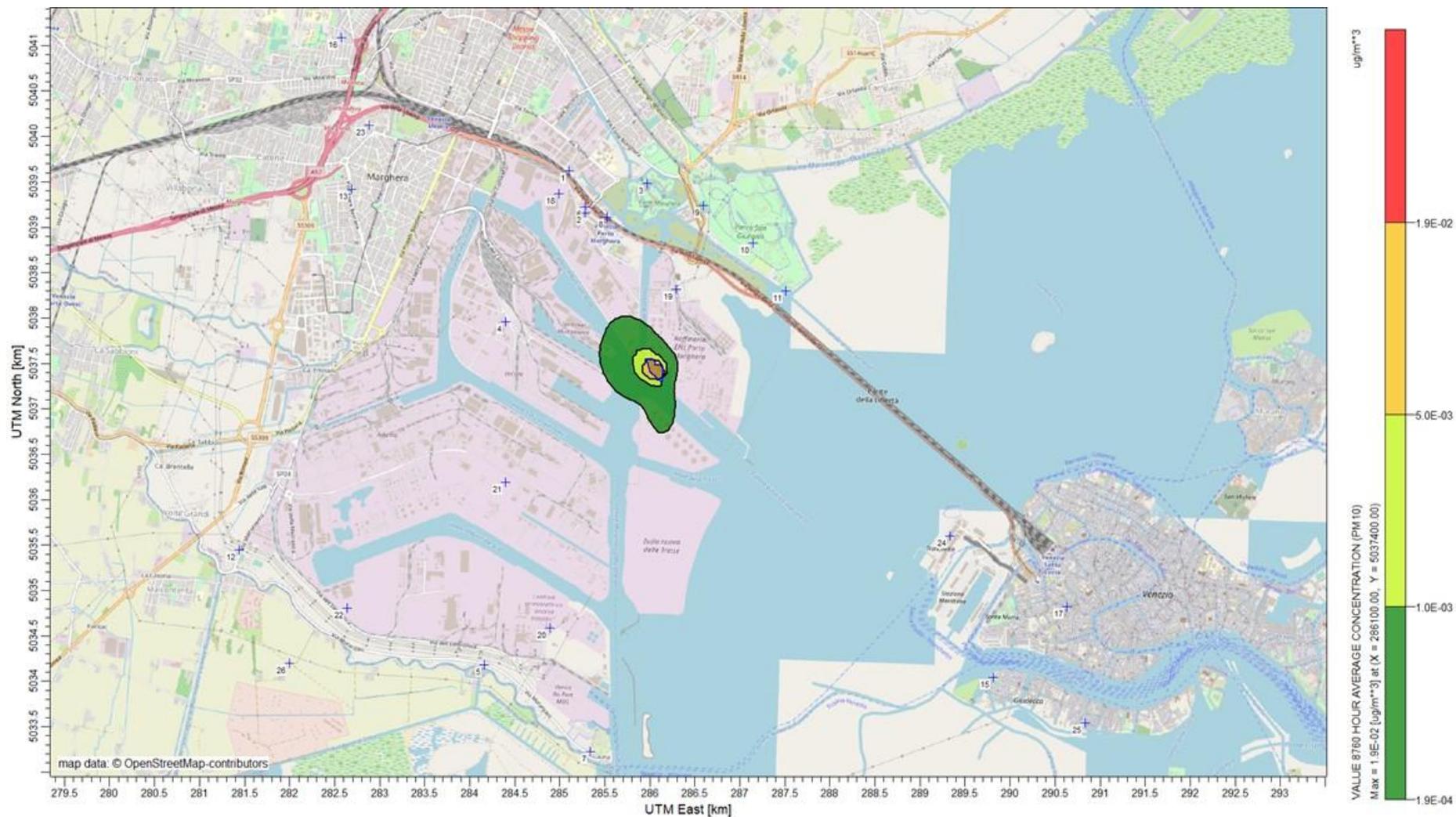


Figura A 4 - Ricadute medie annue di PM₁₀

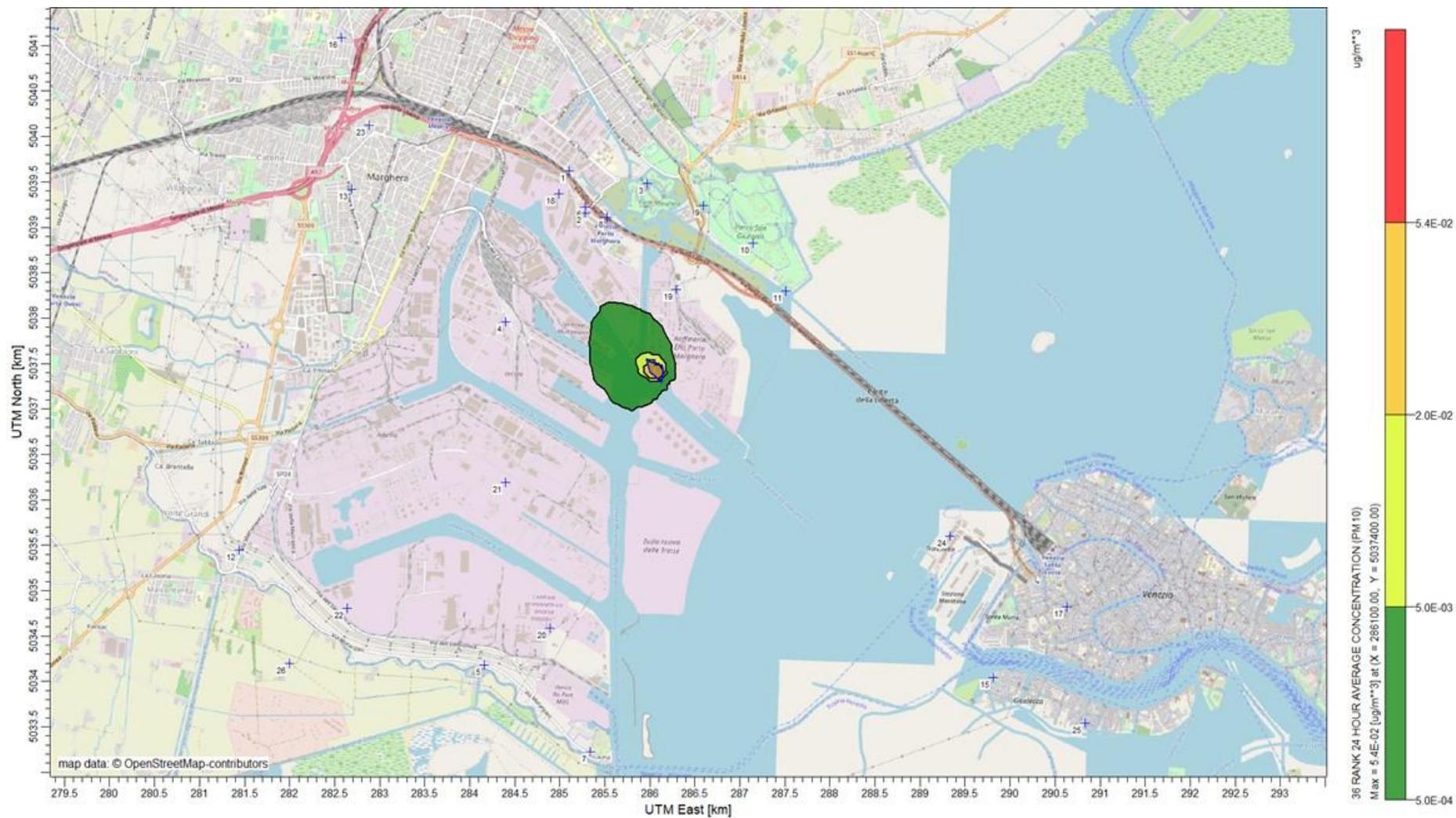


Figura A 5 - 36° valori massimi giornalieri di ricaduta di PM₁₀

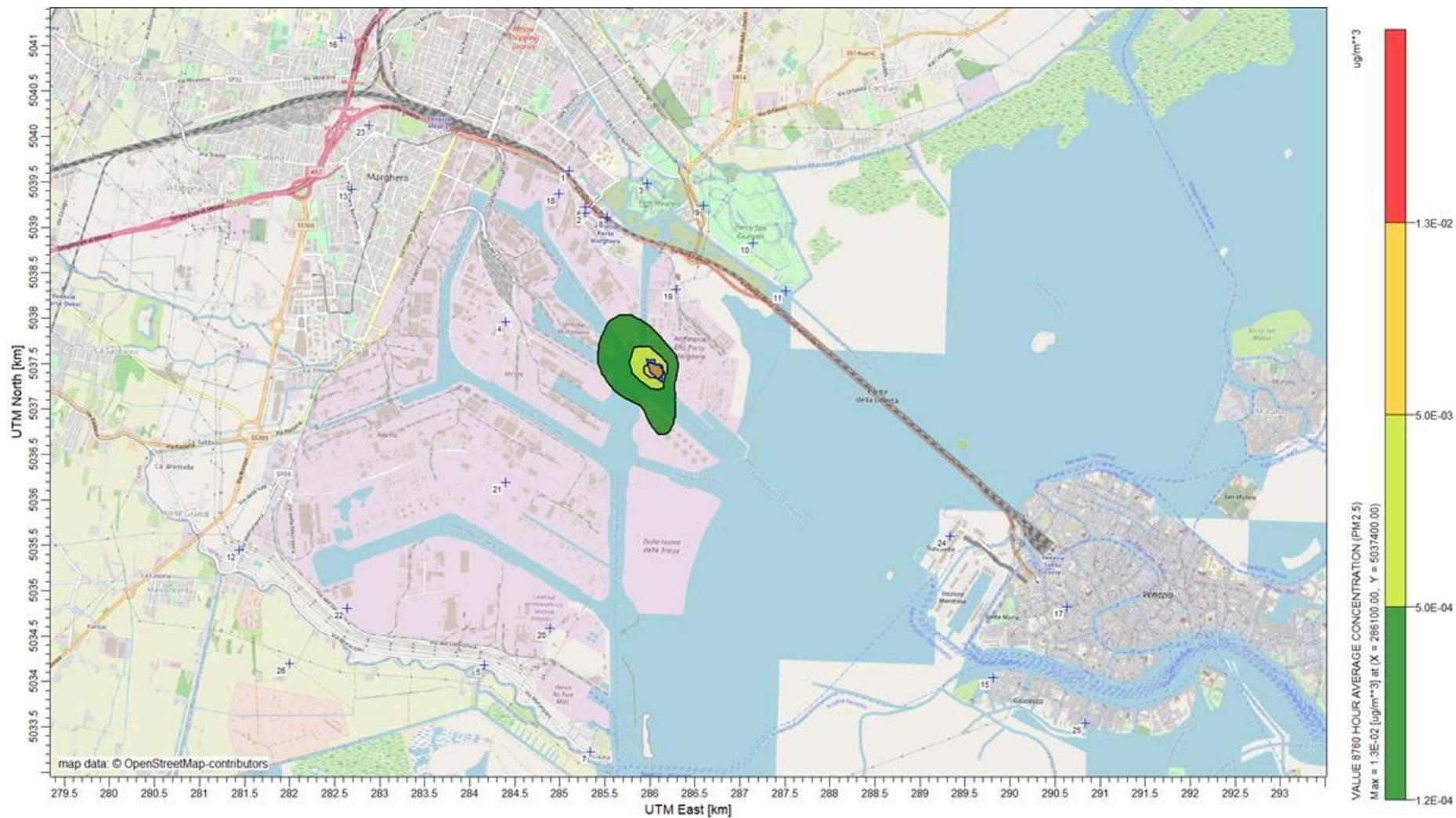


Figura A 6 - Ricadute medie annue di $PM_{2,5}$



Figura A 7 - Ricadute medie giornaliere su 8 ore di CO

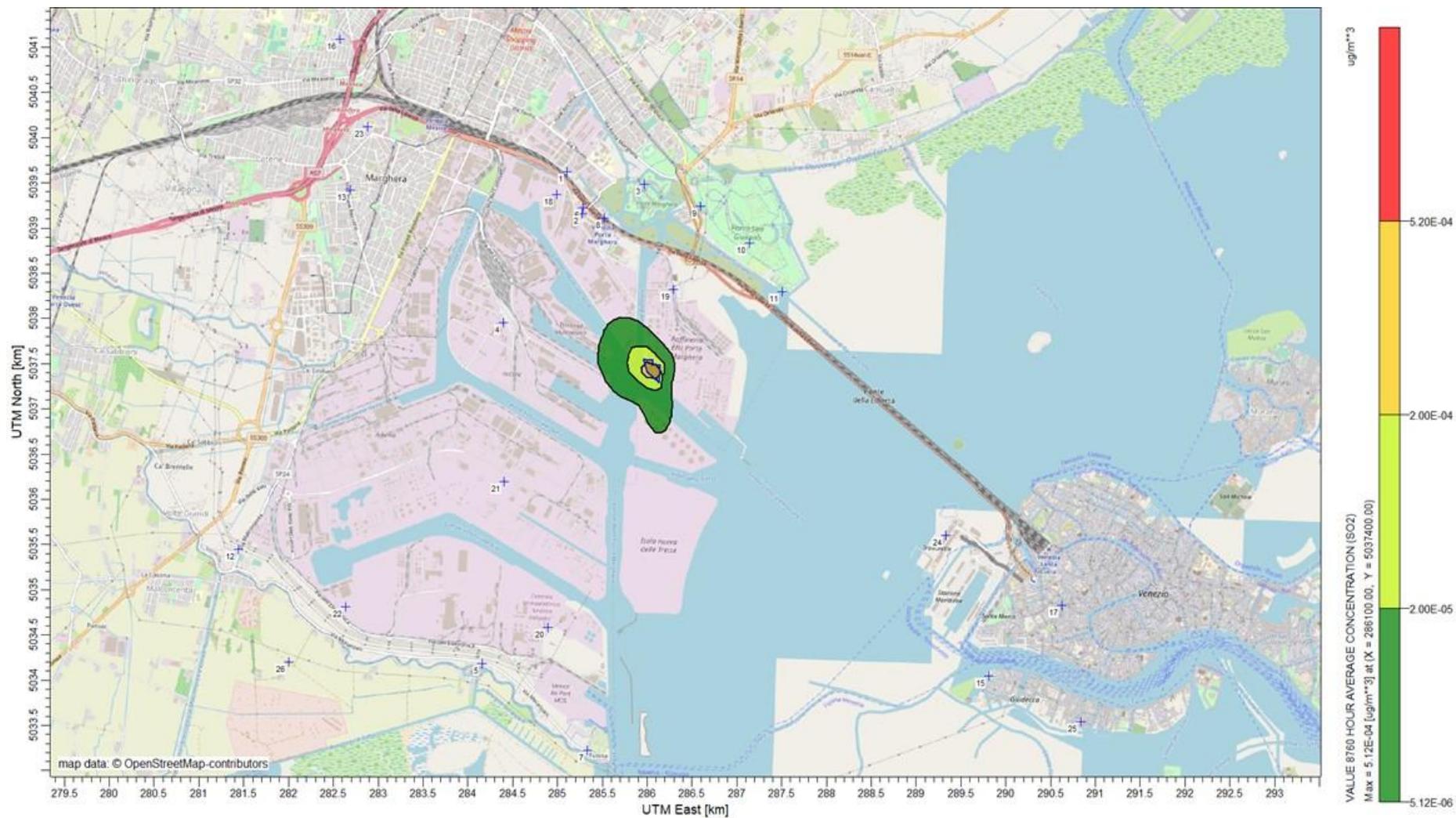


Figura A 8 - Ricadute medie annue di SO₂

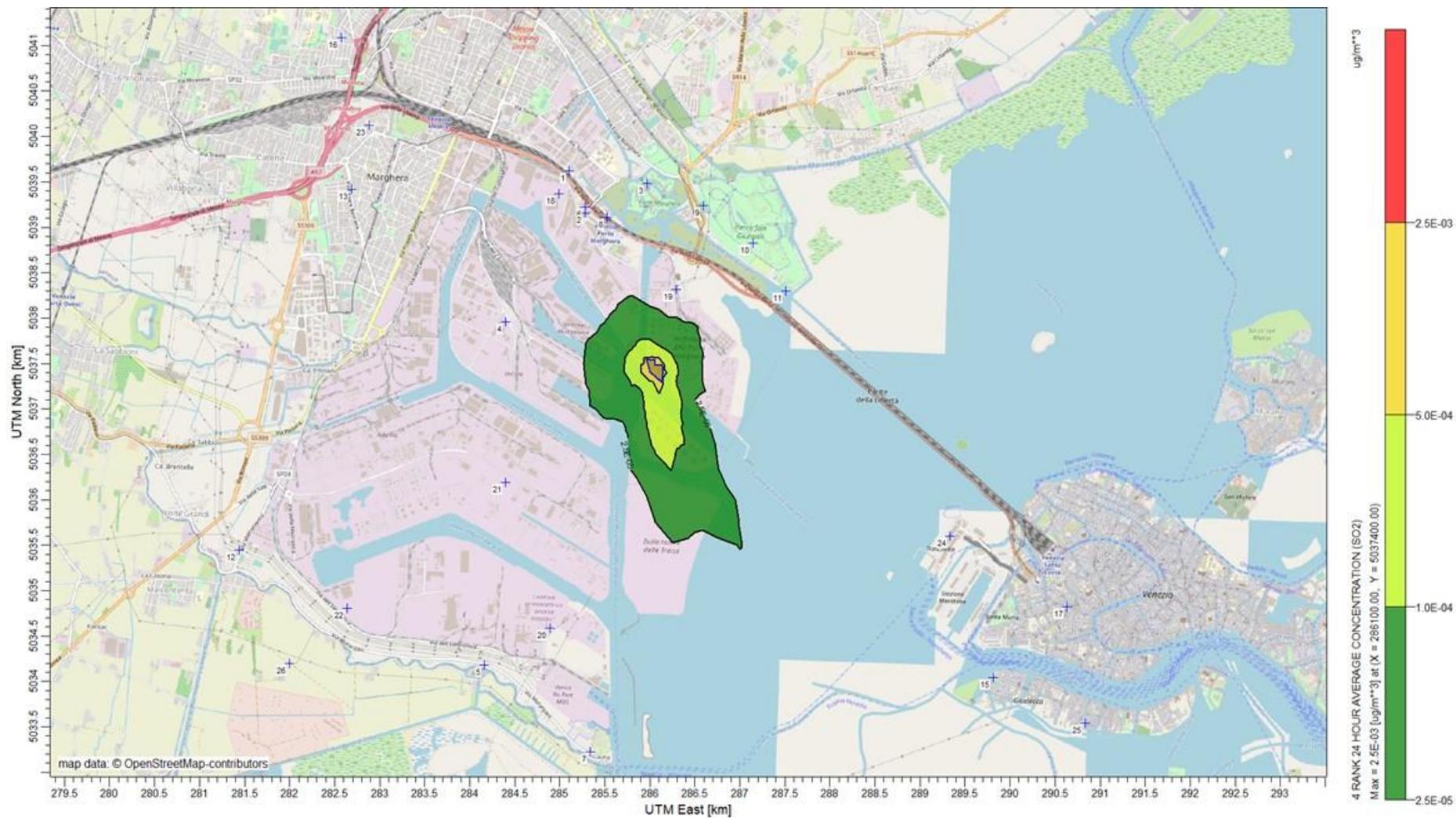


Figura A 9 - 4° valori massimi giornalieri di ricaduta di SO₂

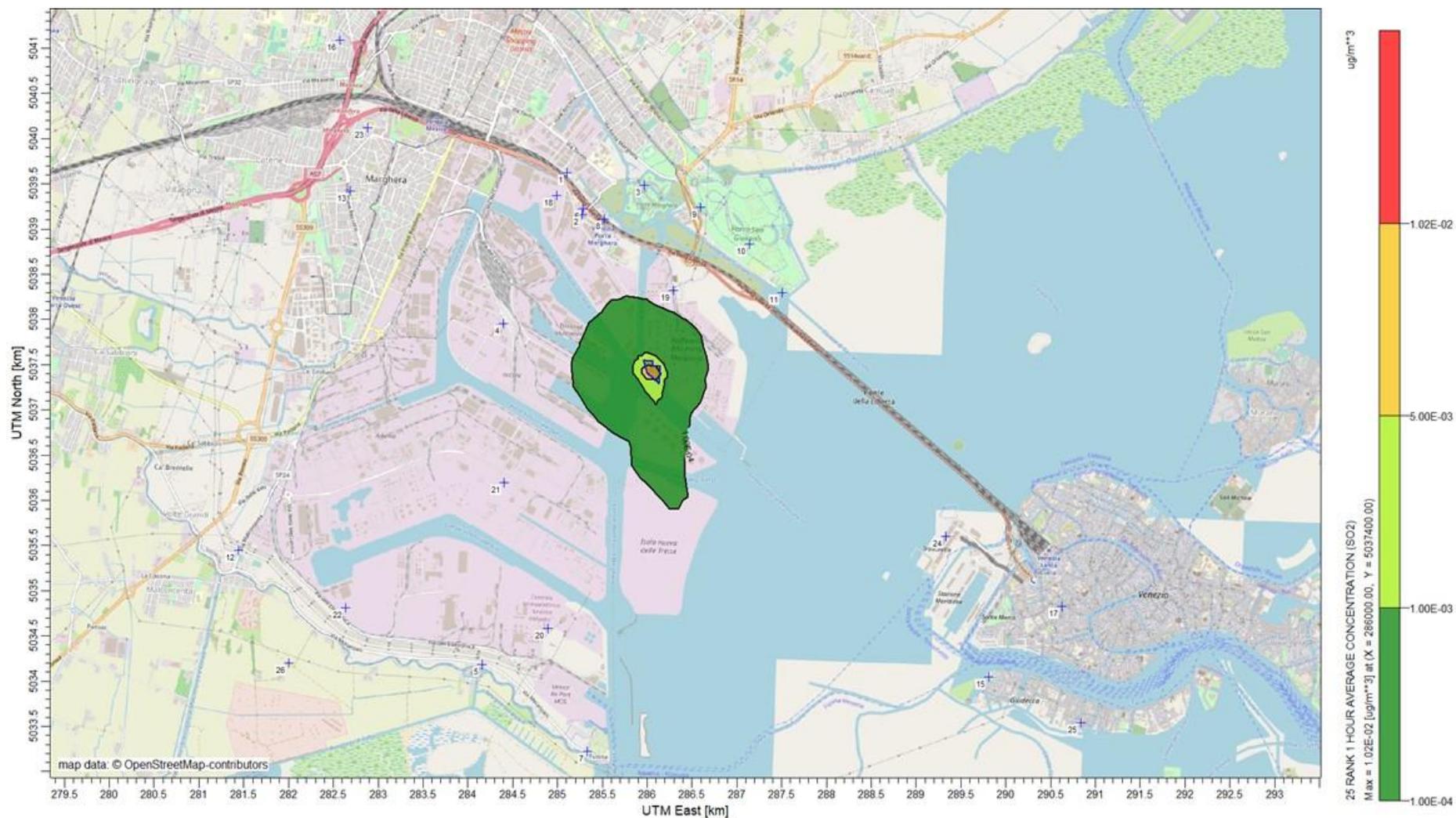


Figura A 10 - 25° valori massimi orari di ricaduta di SO₂

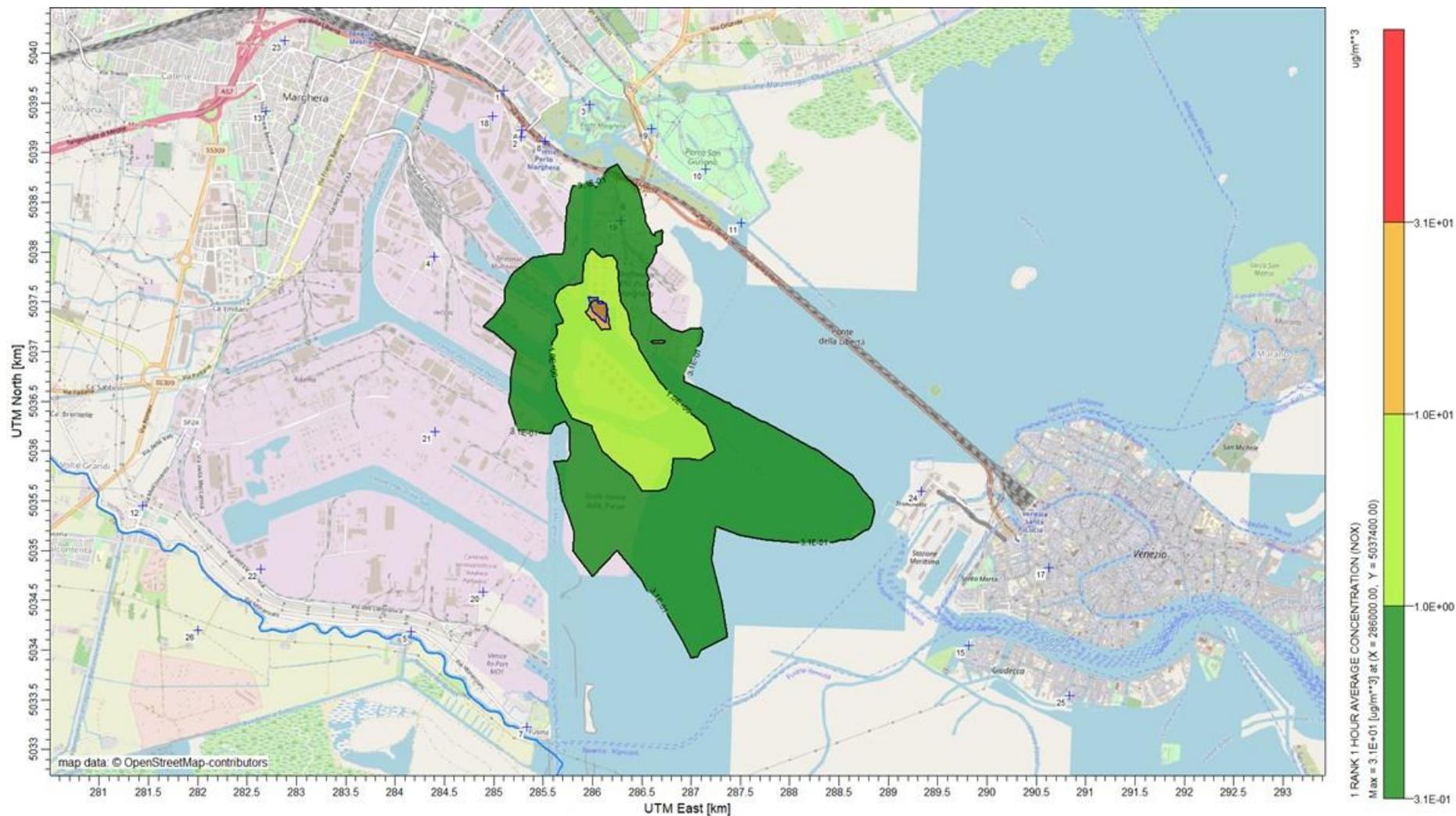


Figura A 11 - Worst case orario NOx

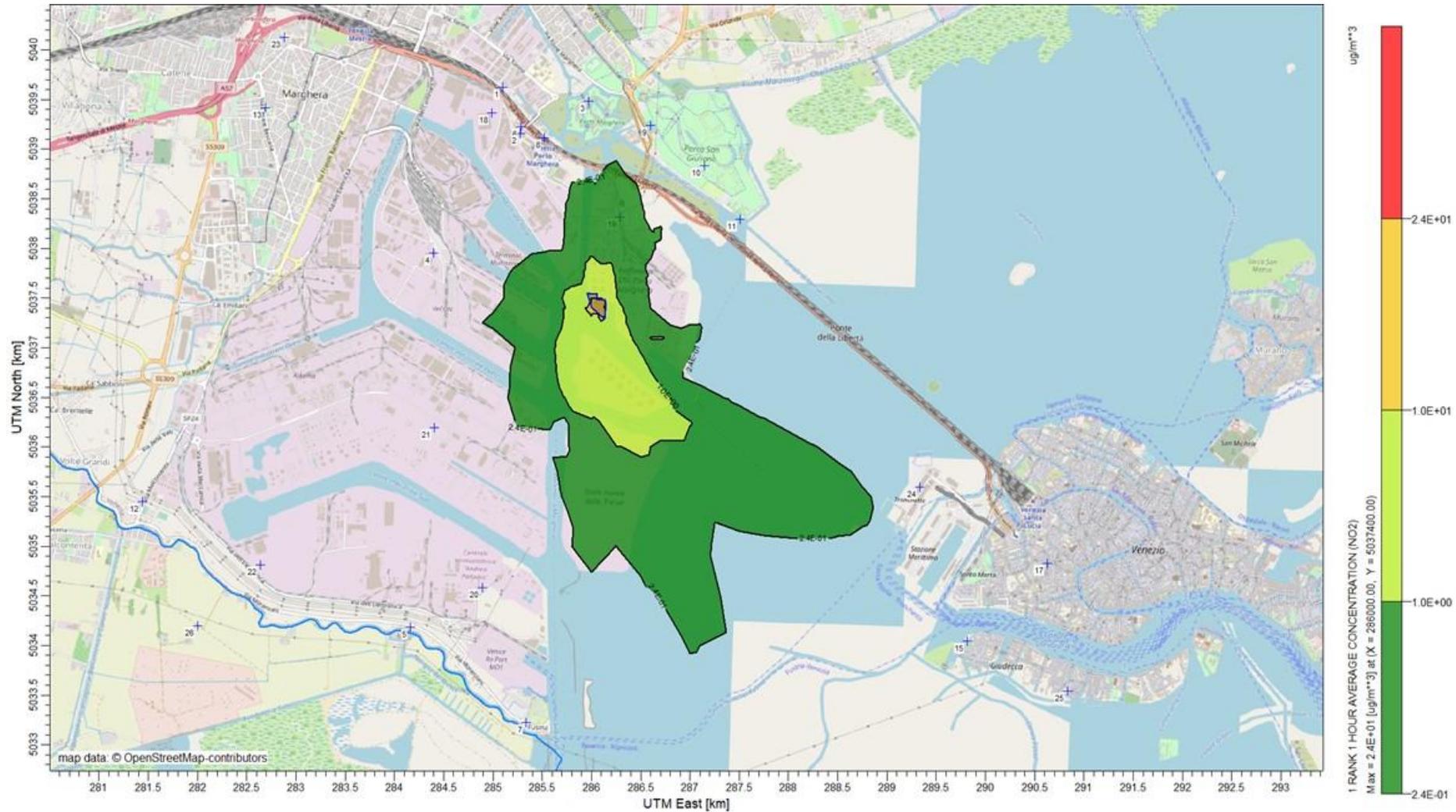


Figura A 12 - Worst case orario NO₂

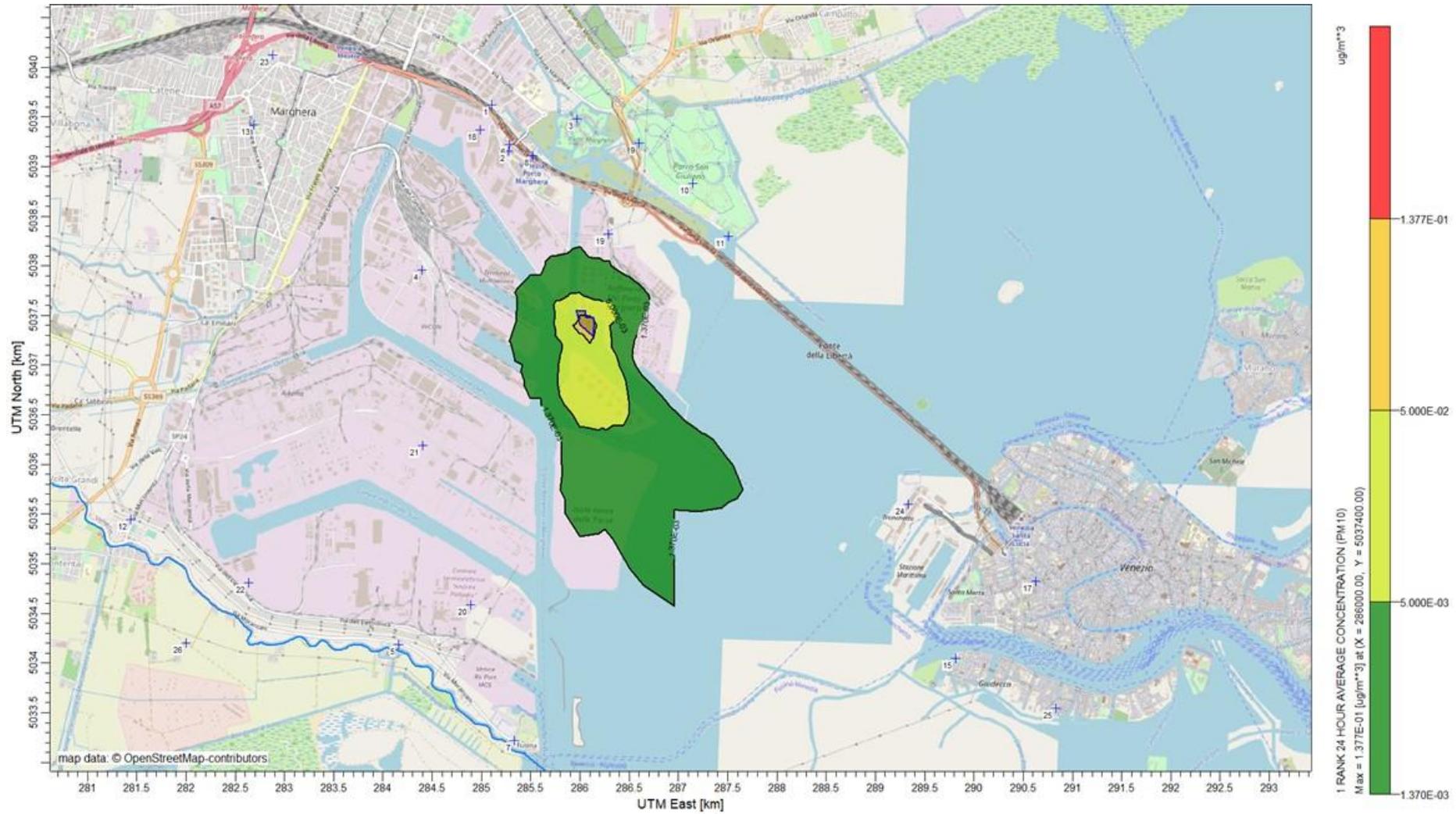


Figura A 13 - Worst case giornaliero PM₁₀

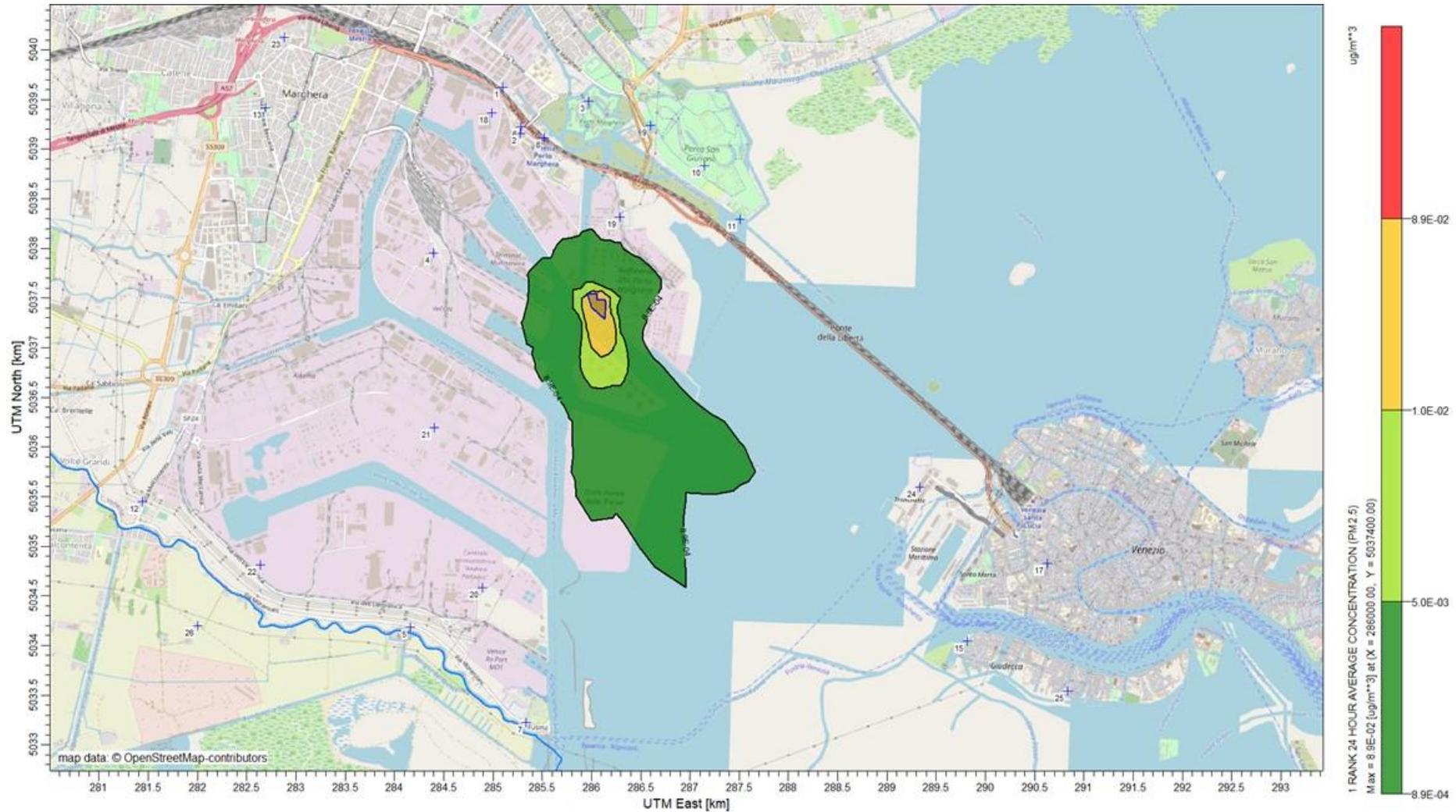


Figura A 14 - Worst case giornaliero $PM_{2,5}$

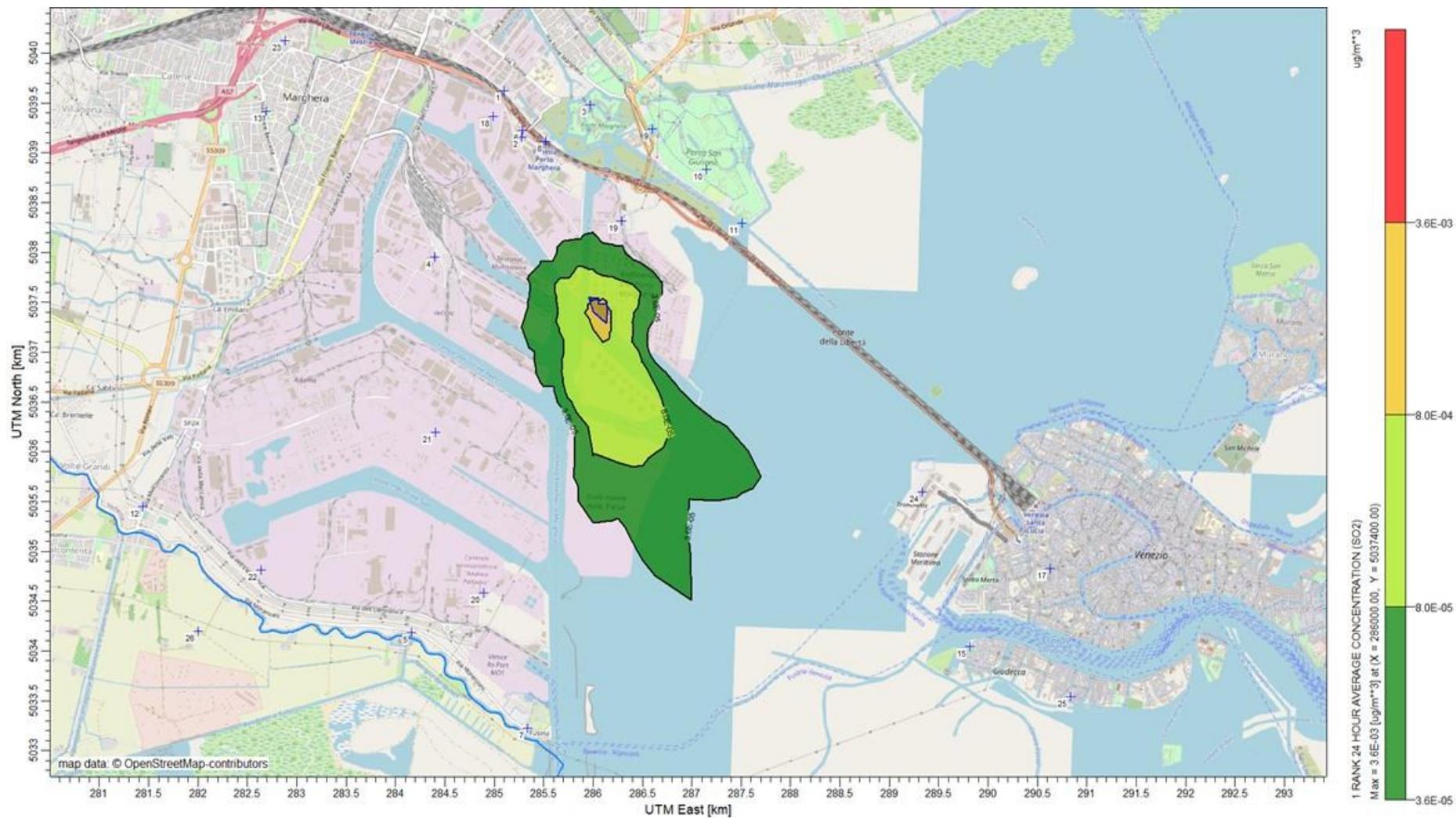


Figura A 15 - Worst case giornaliero SO₂

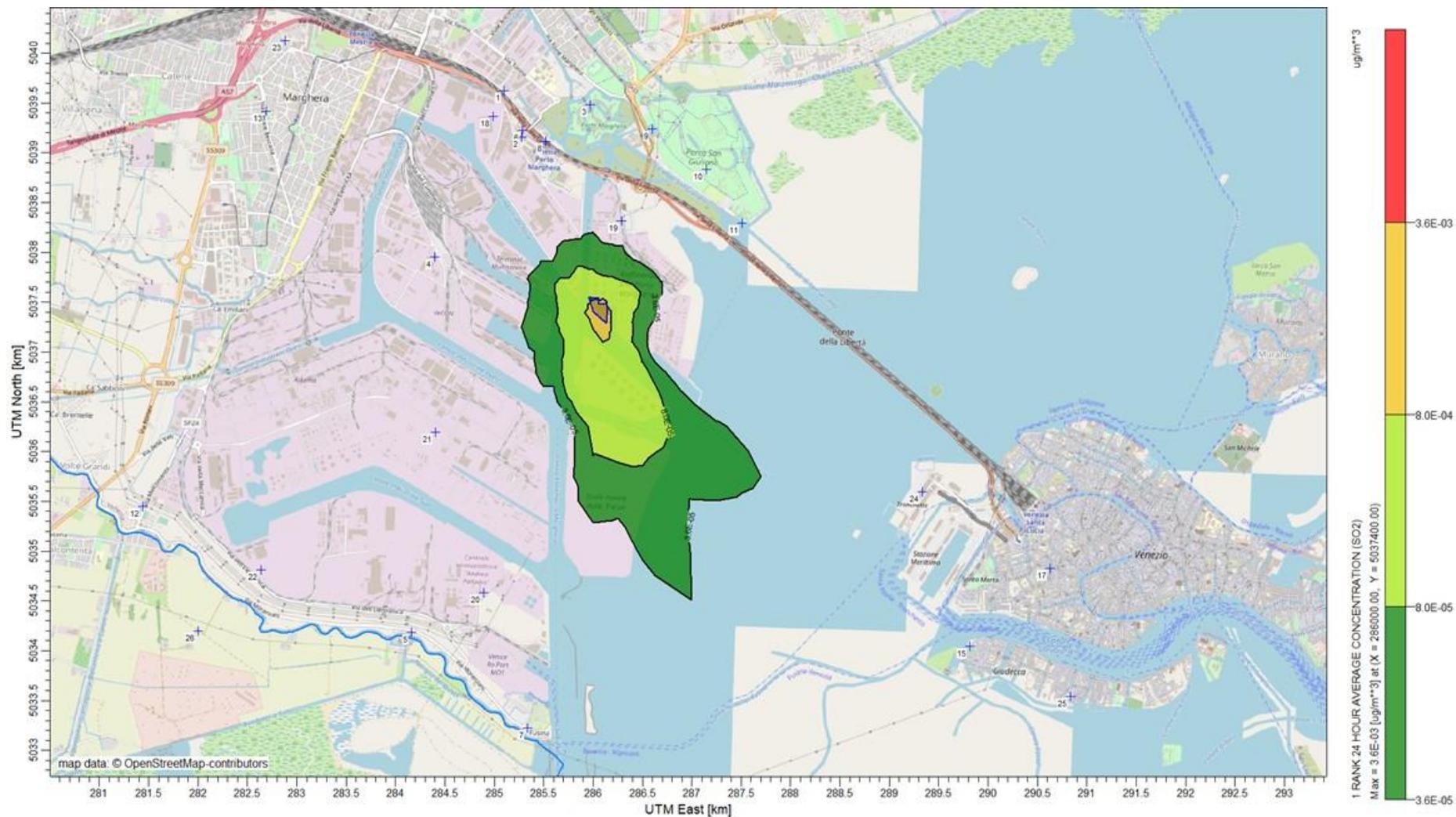


Figura A 16 - Worst case orario SO₂