



YARA - Ravenna
AN GRANULATION UNIT - FEED
Ravenna - Italy

APS Ref.	APS Document N.	Client Ref.	Client Document N.	Rev.	Sheet
P1556	0000-RT-6200-001	16216		00	1 di 1

Studio Preliminare Ambientale – Appendice 5

**RAVENNA “AN GRANULATION UNIT”
STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE**

**APPENDICE 5
STUDIO DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI IN ATMOSFERA**



Yara Italia S.p.A.
Stabilimento di RAVENNA

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

Revisione e data:	Rev. 0	8 febbraio 2018
Proponente:		Yara Italia S.p.A. Via Benigno Crespi, 57 Milano
Supervisione:		APS S.p.A. Via Mosca, 32 00142 Roma
Redazione del presente studio:		NIER Ingegneria S.p.A. Via Clodoveo Bonazzi, 2 Castel Maggiore (BO)
Il tecnico redattore:	Ing. Nicola Mezzadri	



8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 1
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Inquadramento dell'area	3
3. Impostazione dello studio	7
4. Normativa di riferimento	8
5. Caratterizzazione meteorologica	13
5.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO GENERALE	13
5.2 CARATTERIZZAZIONE LOCALE.....	13
6. Caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria	19
7. Metodologia: modello e dati di input	25
7.2 IL SISTEMA MODELLISTICO SELEZIONATO	25
7.3 I DATI E LE INFORMAZIONI DI INPUT	29
7.3.1 <i>Il dominio di calcolo</i>	29
7.3.2 <i>I dati meteorologici</i>	30
7.3.3 <i>Orografia ed uso del suolo</i>	35
7.3.4 <i>Griglia dei recettori</i>	37
7.3.5 <i>Caratteristiche delle sorgenti</i>	37
8. Risultati delle studio	44
8.1 BILANCIO EMISSIVO	44
8.1.1 <i>Assetto impiantistico attuale</i>	44
8.1.2 <i>Progetto di modifica</i>	44
8.1.3 <i>Confronto</i>	44
8.2 STUDIO DELLA DISPERSIONE DI INQUINANTI IN ATMOSFERA (RICADUTE AL SUOLO).....	45
8.2.1 <i>Assetto impiantistico attuale</i>	45
8.2.2 <i>Progetto di modifica</i>	49
8.2.3 <i>Confronto</i>	52
9. Considerazioni conclusive	53

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 2
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

1. Premessa

Il presente documento contiene i risultati dello studio delle dispersioni di inquinanti in atmosfera con riferimento al progetto 'AN Granulation Unit presso lo stabilimento Yara di Ravenna; lo scopo di tale progetto consiste nella sostituzione del processo di prilling nell'impianto di produzione fertilizzanti dello stabilimento.

Lo studio, in particolare, intende caratterizzare e quantificare gli impatti atmosferici dell'impianto in progetto, valutando l'incidenza delle ricadute al suolo delle emissioni generate dai nuovi impianti rispetto a quelle dell'attuale assetto impiantistico.

Lo studio è stato elaborato su incarico di Yara Italia da NIER Ingegneria nella persona dell'Ing. Nicola Mezzadri, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ferrara al n. 1335.

2. Inquadramento dell'area

Lo stabilimento Yara di Ravenna è collocato all'interno del sito multisocietario 'ex petrolchimico Enichem', sito in Via Baiona n. 107/111 a nord-est della città di Ravenna, facente parte dell'Ambito Produttivo Omogeneo di Ravenna, caratterizzato da specifici settori di attività che hanno la chimica come principale denominatore comune, oltre alla produzione di energia e alla fornitura di servizi ambientali in gran parte asserviti alle stesse attività produttive.

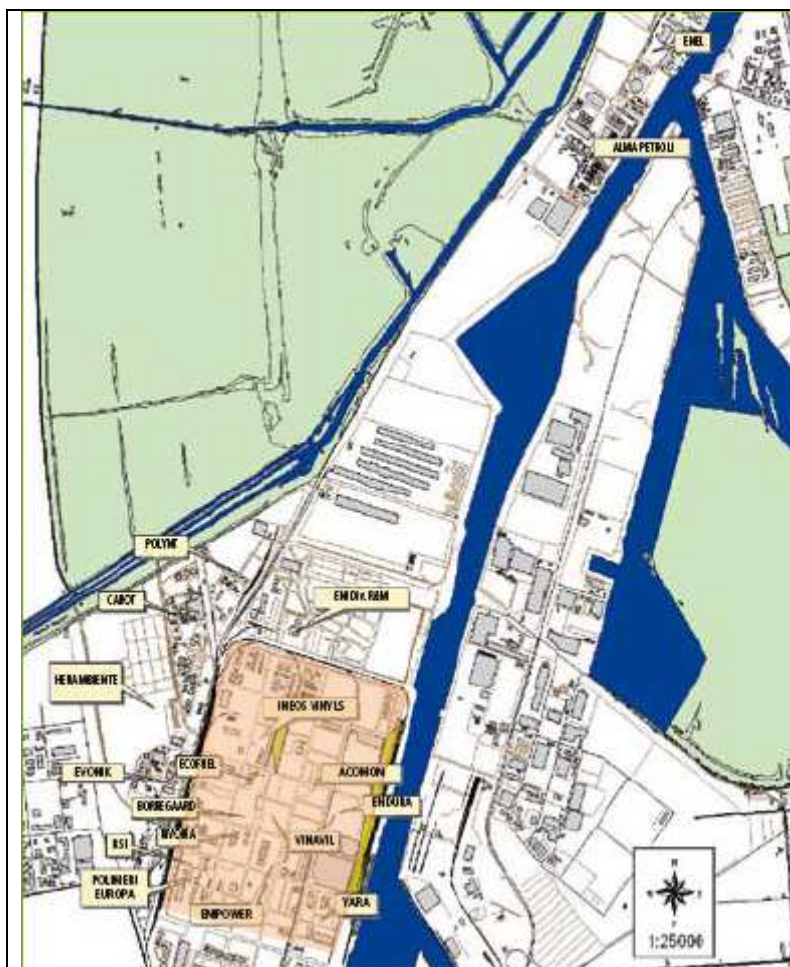


Figura 1 - Localizzazione delle aziende dell'APO Ravenna. In arancio è evidenziato il sito multisocietario (ex Enichem) (fonte: Rapporto ambientale d'area, Ambito Produttivo Omogeneo Ravenna, ottobre 2009)

Il complesso dello stabilimento Yara Italia Spa di Ravenna comprende le isole 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8 all'interno del sito multisocietario "Ex Enichem" (Figura 2).

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

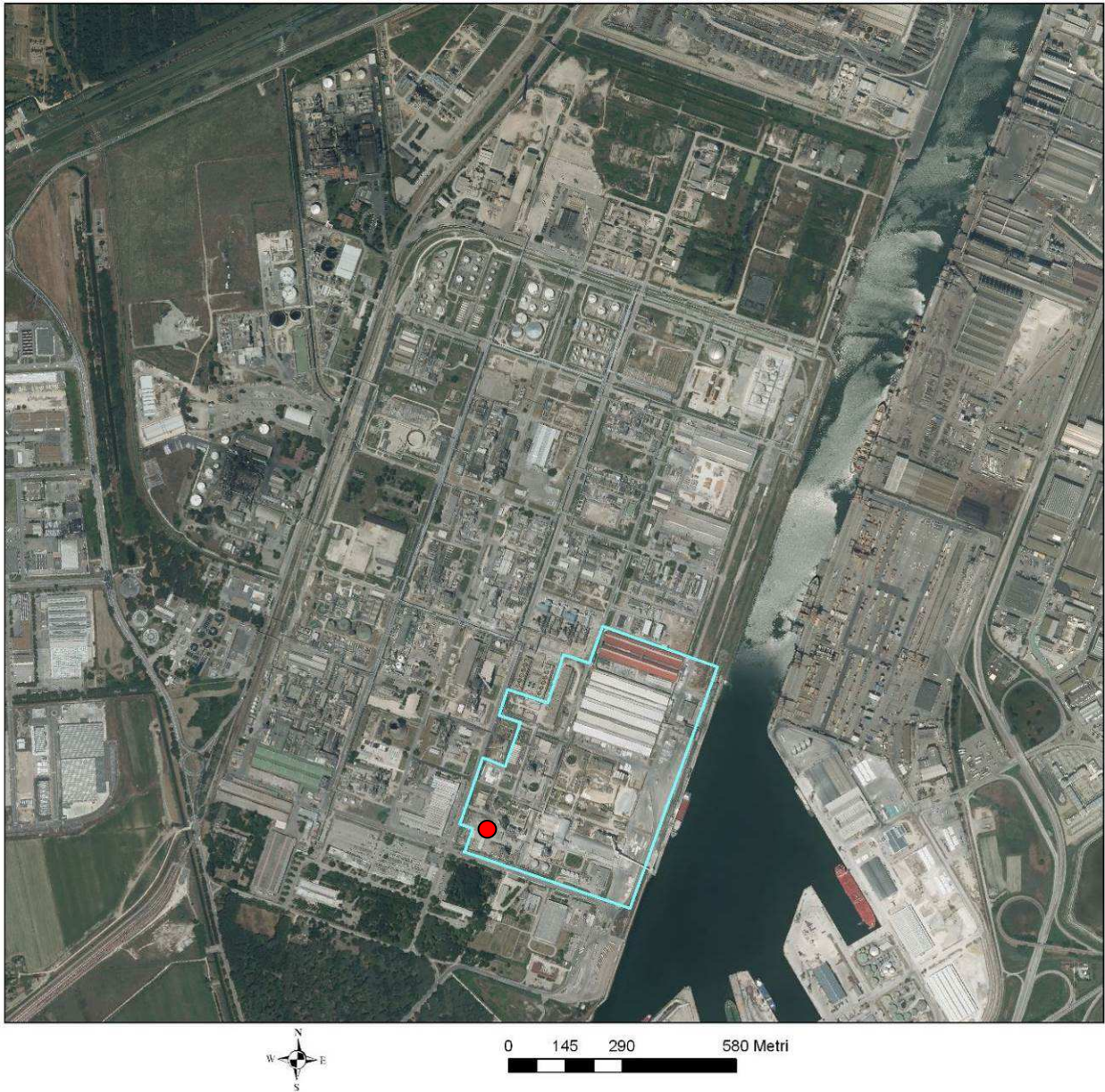


Figura 2 – Posizione dello stabilimento Yara Italia all'interno del comparto "ex Enichem" del sito multi societario di Ravenna (in rosso l'area di intervento)

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna



Tabella 1 – Foto aerea dello stabilimento Yara

Lo stabilimento Yara Italia Spa di Ravenna presenta oltre i suoi confini i seguenti insediamenti industriali:

Lato	Insedimento industriale confinante	Tipo di attività svolta
Nord	Endura	Produzione di sinergici ed insetticidi ad uso domestico
	Enipower	Produzione di vapore ed energia elettrica
Est	Banchina sul canale "Candiano"	Carico/scarico prodotti da navi
Sud	Versalis	Magazzino generale
Ovest	Versalis	Officine centrali ed uffici
	Enipower	Produzione di vapore ed energia elettrica
	Rivoira	Produzione di gas tecnici (ossigeno, idrogeno, azoto, ecc.)

Tabella 2 – Aziende confinanti con lo stabilimento Yara

L'area di intervento per il progetto in esame è collocata in prossimità dell'impianto NAS (Nitrato Ammonico Stamicarbon), nella porzione sud-occidentale del sito Yara, in prossimità della torre di prilling (posizione indicata nella precedente Figura 2).

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

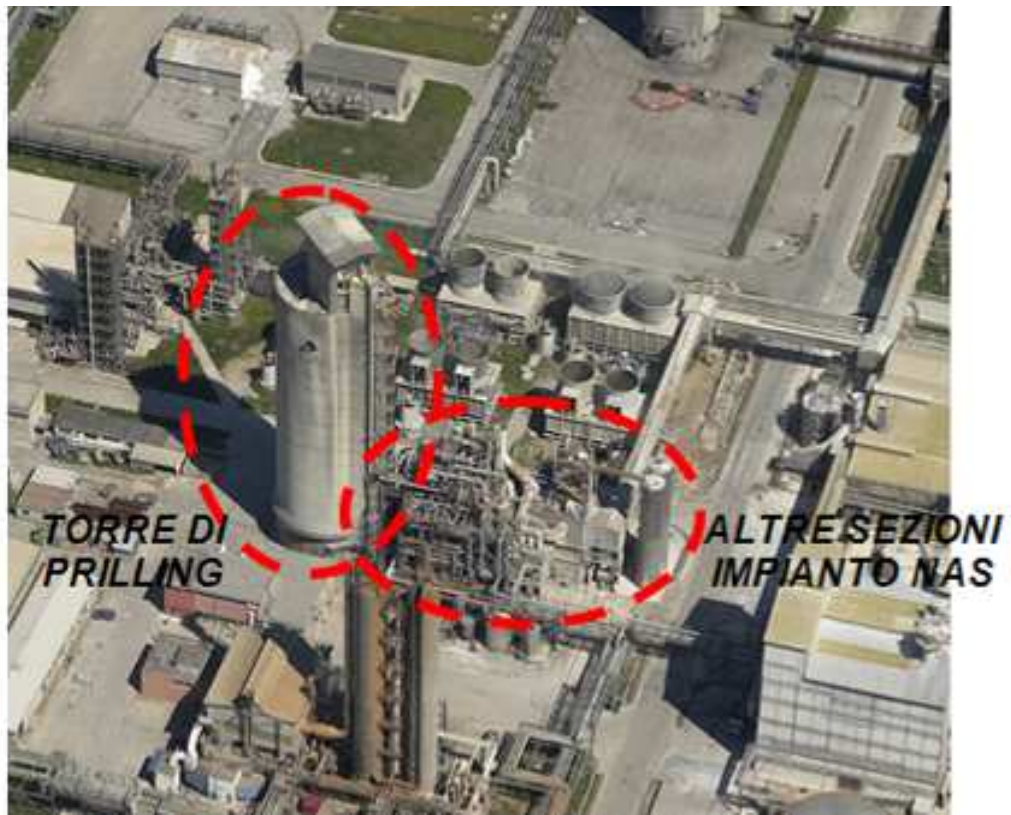


Figura 3 - Foto dell'impianto NAS con evidenziata la torre di prilling

3. Impostazione dello studio

Le scelte di base adottate nell'impostazione dello studio modellistico sono di seguito indicate.

- Obiettivo finale dello studio è quello di determinare i valori di ricaduta al suolo delle emissioni del progetto 'AN Granulation Unit' da realizzarsi presso lo stabilimento Yara di Ravenna e di confrontare tali valori con quelli derivanti dalle emissioni dell'attuale assetto impiantistico nonché con i limiti di legge.
- Si è optato, tra le diverse alternative disponibili, per l'utilizzo di un modello matematico riconosciuto e idoneo a trattare gli scenari di interesse, caratterizzati da situazioni meteo-diffusive particolari (es. frequenti calme di vento e in generale basse velocità del vento, vicinanza alla linea di costa) e inoltre tale da consentire valutazioni in scenari sia a breve termine (fino a 24 ore) che a lungo termine (valori medi annui).

Nello specifico si è scelta la catena modellistica CALMET + CALPUFF (Scire et al., 2000), di seguito descritta.

- L'area di studio (dominio di calcolo) è stata impostata in modo tale da circoscrivere i principali effetti diretti sulla componente atmosferica. Nello specifico le dimensioni del dominio di calcolo del modulo CALPUFF sono pari a 6x6 km con una risoluzione della griglia orizzontale di calcolo di 100 m.
- Utilizzo di dati meteo rappresentativi della specifica situazione locale; in particolare si è optato per un set di dati prognostici 3D elaborati con modello meteorologico MM5 con risoluzione 4 km relativi all'anno 2014, forniti da Maind S.r.l.¹; l'utilizzo di tale tipologia di dato come input in CALMET, ampiamente diffusa anche a livello di ARPA e Centri di Ricerca, è la modalità preferibile per ottenere le migliori prestazioni del pre-processor CALMET.
- È stato adottato un approccio cautelativo nella determinazione delle emissioni delle sorgenti; ad esempio adozione dei massimi valori di emissione e ipotesi di funzionamento continuo per 24 ore/giorno e 365 giorni/anno in tale regime emissivo.
- Focalizzazione sulle emissioni, e relative ricadute al suolo, degli inquinanti significativi rispetto al progetto di modifica: polveri (primarie) e Ammoniaca.

Non sono state effettuate simulazioni modellistiche relative a formazione di inquinanti secondari.

¹ http://www.maind.it/contents/servizi.aspx?page=maind_data

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 8
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

4. Normativa di riferimento

La principale normativa di riferimento è di seguito indicata:

Normativa nazionale

- D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 “Norme in materia ambientale” e successive modifiche e integrazioni;

Normativa regionale

- Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 11 aprile 2017, n. 115 “Decisione sulle osservazioni pervenute e di approvazione del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR2020). (Proposta della Giunta regionale in data 21 dicembre 2016 n. 2314)”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 1180 del 21/07/2014 “Adozione della Proposta di Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) di cui al D. Lgs. n. 155/2010”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 23 dicembre 2013, n. 1998 “Modifiche al progetto di zonizzazione della Regione Emilia-Romagna approvato con DGR n. 2001 del 27 dicembre 2011 - Recepimento del Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della Direttiva 2008/50/ce relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento ed indirizzi per la gestione della qualità dell'aria”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 26 marzo 2012, n. 362 “Attuazione della D.A.L. 51 del 26 luglio 2011 - Approvazione dei criteri per l'elaborazione del computo emissivo per gli impianti di produzione di energia a biomasse”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 2001 del 27/12/2011 “Recepimento del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” - Approvazione della nuova zonizzazione e della nuova configurazione della rete di rilevamento e indirizzi per la gestione della qualità dell'aria”.
- Deliberazione di Giunta Regionale Emilia-Romagna 14 marzo 2011, n. 344 “Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, attuata con DLgs 13 agosto 2010, n. 155. Richiesta di proroga del termine per il conseguimento e deroga all'obbligo di applicare determinati valori limite per il biossido di azoto e per il PM10”.

Per quanto riguarda la disciplina delle emissioni in atmosfera, la normativa di riferimento principale è rappresentata dal D.Lgs. 152/2006.

Per la qualità dell'aria ambiente i limiti di riferimento per i principali inquinanti sono quelli fissati dal D.Lgs. 155/2010. La normativa è articolata su diverse scale di “valori”, così definiti dal D.Lgs. 155/2010:

- **VALORE LIMITE**, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.
- **MARGINE DI TOLLERANZA**, percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal presente decreto.

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 9
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

- SOGLIA DI ALLARME, livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.
- SOGLIA DI INFORMAZIONE, livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- OBIETTIVO A LUNGO TERMINE, livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

La seguente tabella illustra i limiti di cui al D.Lgs 155/2010 per gli inquinanti di interesse e in particolare per PM10, in quanto per l'Ammoniaca non sono fissati standard di qualità dell'aria dalla normativa europea, nazionale o regionale.

Tipo di valore	Periodo di mediazione	Valore
PM10		
Valore limite	1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile
Valore limite	Anno civile	40 µg/m ³

Tabella 3 – Tabella riassuntiva dei valori di riferimento per la qualità dell'aria per gli inquinanti di interesse (D.Lgs. 155/2010)

Oltre alla normativa, sono stati presi in considerazione i contenuti degli strumenti regionali di pianificazione in materia di tutela della qualità dell'aria.

Tralasciando la prima zonizzazione regionale e la prima fase di pianificazione delegata alle Province (il Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (PRQA) della Provincia di Ravenna era stato approvato nel 2006), antecedente il D.Lgs. 155/2010 e superata, sono di seguito evidenziati i principali provvedimenti successivi al 2010.

La Regione Emilia-Romagna con DGR n. 344 del 14 marzo 2011 ha approvato la cartografia delle aree di superamento dei valori limite di PM10 e NO₂, individuate ai fini della richiesta alla Commissione Europea di deroga al rispetto dei valori limite nei termini previsti dalle norme in vigore. Tali aree vengono indicate quali zone di intervento prioritario per il risanamento della qualità dell'aria, stabilendo che al conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente devono contribuire anche gli strumenti di pianificazione regionale settoriale, in particolare nei settori dei trasporti, energia, industria, agricoltura, edilizia ed urbanistica, e che pertanto nella redazione di detti strumenti e delle loro revisioni la Regione debba tenere conto, nell'individuazione delle misure e degli interventi che li caratterizzano, anche della necessità del conseguimento dei valori limite per il biossido di azoto ed il PM10 nei termini previsti dalla normativa comunitaria.

La cartografia delle aree di superamento è stata successivamente integrata con valutazioni di carattere modellistico, ai fini di individuare le aree di superamento, su base comunale, dei valori limite del PM10 e NO₂ con riferimento all'anno 2009, e approvata con DAL 51/2011 e DGR 362/2012. Queste aree rappresentano le zone più critiche del territorio regionale ed il Piano deve pertanto prevedere criteri di localizzazione e condizioni di esercizio delle attività e delle sorgenti emmissive ivi localizzate al fine di

rientrare negli standard di qualità dell'aria. Il territorio comunale di Ravenna ricade in zona "area superamento PM10".

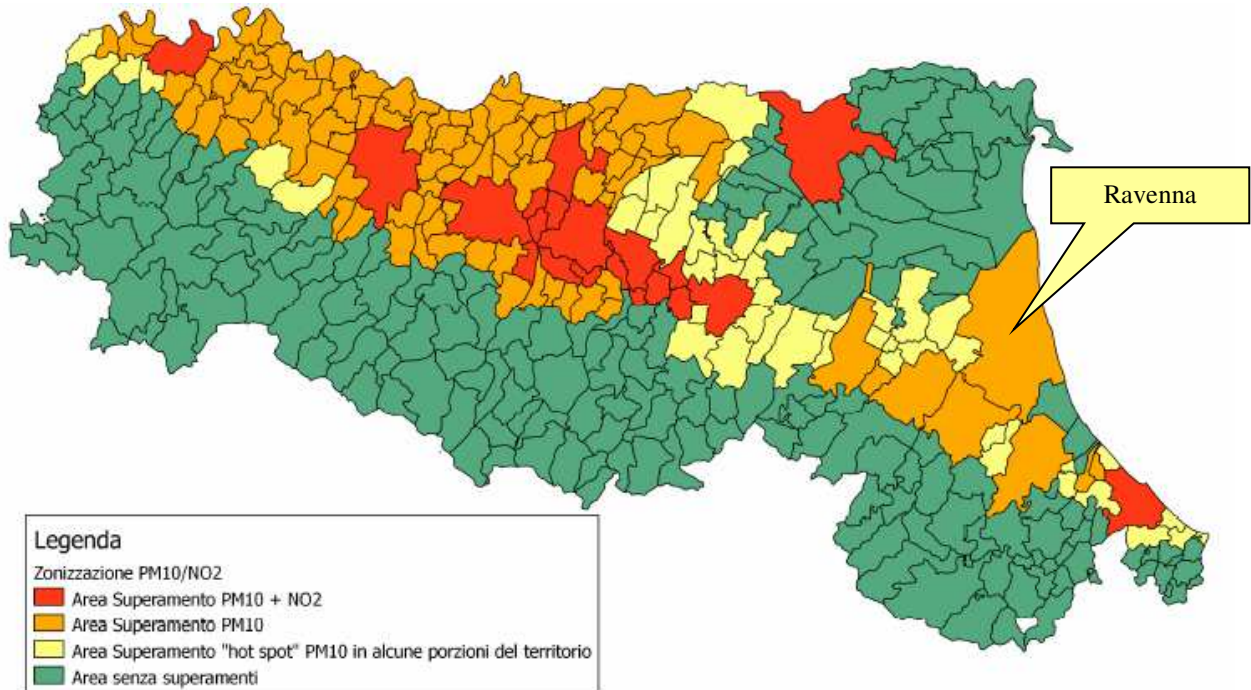


Figura 4 - Cartografia delle aree di superamento (DAL 51/2011, DGR 362/2012) - anno di riferimento 2009

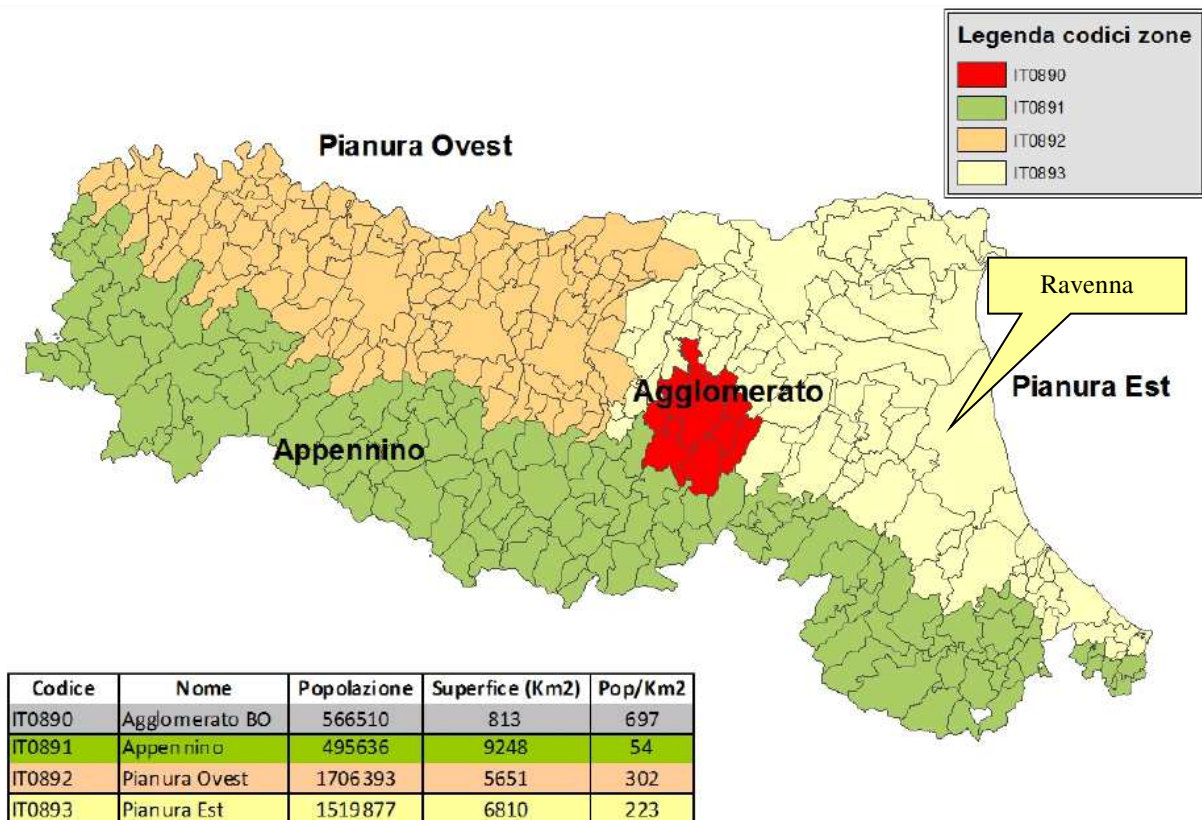


Figura 5 - Zonizzazione dell'Emilia-Romagna ai sensi del D.Lgs. 155/2010

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 11
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

Sempre nel 2011, in attuazione del D.Lgs. 155/2010, articoli 3 e 4, la Regione Emilia-Romagna ha approvato, con DGR n. 2001 del 27 dicembre 2011, la nuova zonizzazione del territorio, classificando le diverse aree secondo i livelli di qualità dell'aria, e la revisione della configurazione della rete di monitoraggio regionale, ottimizzando la distribuzione delle stazioni e dei sensori, in modo da evitare la ridondanza delle centraline e assicurare nel contempo una copertura significativa su tutto il territorio.

La zonizzazione regionale individua un agglomerato relativo a Bologna ed ai comuni limitrofi e tre macroaree caratterizzate da uno stato di qualità dell'aria omogeneo (Appennino, Pianura Est, Pianura Ovest) identificate sulla base dei valori rilevati dalla rete di monitoraggio, dell'orografia del territorio e della meteorologia (Figura 5, dove sono riportati i codici identificativi alfanumerici aggiornati, modificati con DGR 1998/2013). Il territorio comunale di Ravenna ricade nell'area IT0893 "Pianura Est".

La Regione ha adottato con delibera n. 1180 del 21/7/2014 la proposta di Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020), comprendente anche il Quadro conoscitivo, le Norme Tecniche di Attuazione e il Rapporto Ambientale contenente la sintesi non tecnica e lo studio di incidenza. Il Piano è stato approvato con Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna 11 aprile 2017, n. 115.

Il Piano contiene le misure per il risanamento della qualità dell'aria al fine di ridurre i livelli degli inquinanti sul territorio regionale e rientrare nei valori limite fissati dalla Direttiva 2008/50/CE e dal D.Lgs 155/2010. Il PAIR 2020 si caratterizza per un orizzonte temporale strategico di riferimento al 2020. Con l'approvazione del Piano Aria Integrato Regionale la Regione Emilia-Romagna dà attuazione agli articoli 9, 10 e 13 del D.Lgs. n. 155/2010.

Il PAIR è il primo piano di livello regionale elaborato in Emilia-Romagna per il risanamento e la gestione della qualità dell'aria. Per intervenire con maggiore efficacia sui complessi processi che portano al superamento dei valori limite e dei valori obiettivo, è stato ritenuto necessario ricondurre la pianificazione in materia alla scala territoriale più appropriata, quella regionale, fermo rimanendo il ruolo strategico svolto dagli enti locali nell'attuazione delle misure. Inoltre va ricordato che la qualità dell'aria in Emilia-Romagna, come noto, è fortemente influenzata dalle caratteristiche orografiche e meteorologiche dell'intera pianura padana e risente di sorgenti emissive che risiedono anche all'esterno del territorio regionale. La conseguenza è che per realizzare misure efficaci, è necessario intervenire in modo coordinato tra le regioni e province autonome del bacino. La collaborazione tra le regioni e province autonome è ormai attiva da anni attraverso una convenzioni per la gestione di strumenti comuni e l'individuazione di misure coordinate. Le specificità del Bacino Padano sono del resto ben note anche a livello nazionale, come dimostra l'Accordo per l'adozione di misure coordinate nel Bacino Padano (il più recente è stato sottoscritto nell'estate 2017), accordo che costituisce un passaggio fondamentale verso la risoluzione di una problematica complessa che richiede l'azione congiunta di tutti i livelli istituzionali e la realizzazione di misure di carattere nazionale.

Tra le disposizioni delle Norme Tecniche di Attuazione del PAIR 2020 si evidenziano le seguenti:

- obiettivi di riduzione, rispetto ai valori emissivi del 2010, dei livelli degli inquinanti di seguito elencati:
 - a) riduzione del 47 per cento delle emissioni di PM10 al 2020;
 - b) riduzione del 36 per cento delle emissioni di ossidi di azoto (NOx) al 2020;
 - c) riduzione del 27 per cento delle emissioni di ammoniaca (NH₃) al 2020;
 - d) riduzione del 27 per cento delle emissioni di composti organici volatili (COV) al 2020;

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

- e) riduzione del 7 per cento delle emissioni di biossido di zolfo (SO₂) al 2020;
- nella aree di superamento, fissazione, nell'ambito di rilascio dell'AIA, dei valori limite di emissione più bassi fra quelli previsti nei documenti di riferimento sulle BAT (BREF) (in particolare nella sezione 'BAT Conclusions') elaborati ai sensi della direttiva 2010/75/UE, con riferimento alle polveri totali, agli NOx (ossidi di azoto) e a SO₂ (ossidi di zolfo) nel caso di nuove installazioni e modifiche sostanziali con incrementi di capacità produttiva superiori alla soglia AIA, nei limiti in cui sia tecnicamente possibile e non comporti costi sproporzionati;
 - la VIA relativa a progetti ubicati in aree di superamento si può concludere positivamente qualora il progetto presentato preveda le misure idonee a compensare o mitigare l'effetto delle emissioni introdotte, con la finalità di raggiungere un impatto sulle emissioni dei nuovi interventi ridotto al minimo, così come specificato al paragrafo 9.7.1 del Piano.

Sono di seguito evidenziate le misure attuate da Yara, alcune di carattere generale e altre specificatamente relative al progetto di modifica, orientate al contenimento e controllo delle emissioni in atmosfera e del relativo impatto sulla qualità dell'aria in linea con le misure di risanamento previste dal PRQA e PAIR2020, e che attestano quindi la compatibilità dell'intervento rispetto alle previsioni di questi strumenti:

- adozione (volontaria) di Sistema di Gestione Ambientale certificato in accordo alla norma UNI EN ISO 14001 con piano di azione orientato al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali;
- partecipazione all'accordo volontario con le Pubbliche Amministrazioni orientato al conseguimento della Certificazione EMAS dell'Ambito Produttivo Omogeneo (APO);
- adesione da parte di Yara del protocollo per la gestione della rete privata di monitoraggio della qualità dell'aria con pubblicazione di report periodici con i dati di qualità dell'aria rilevati;
- il progetto non prevede impianti di combustione ed emissioni di ossidi di azoto (NOx);
- il progetto di modifica permette una significativa riduzione delle emissioni annuali di polveri e di Ammoniaca (NH₃) dall'impianto NAS (Nitrato Ammonico Stamicarbon);
- applicazione, sia all'intera installazione che al progetto di modifica, delle migliori tecniche disponibili (BAT) in accordo alle disposizioni riguardanti l'Autorizzazione Integrata Ambientale; per il progetto di modifica è prevista la presentazione di domanda di riesame della Autorizzazione Integrata Ambientale.

5. Caratterizzazione meteorologica

5.1 Inquadramento climatico generale

La provincia di Ravenna, compresa fra la costa adriatica ad est e i rilievi appenninici a sud-ovest è costituita in gran parte da territorio pianeggiante; circa un quinto del territorio è costituito da rilievi di bassa, media ed alta collina.

In generale durante l'inverno è frequente l'afflusso di aria fredda continentale per l'azione esercitata dall'anticiclone Est-europeo che favorisce condizioni di tempo stabile con cielo in prevalenza sereno, frequenti gelate notturne, particolarmente intense nelle ampie valli prossime alla pianura, dove con una notevole frequenza si manifestano formazioni nebbiose. In autunno ed in primavera, si assiste alla presenza di masse d'aria di origine mediterranea provenienti da ovest, che, dopo essersi incanalate nel bacino del mediterraneo, fluiscono sui rilievi appenninici; in tali condizioni si verificano condizioni di tempo perturbato con precipitazioni irregolari che assumono maggiore intensità in coincidenza con l'instaurarsi di una zona ciclonica sul golfo di Genova. Durante l'estate il territorio della provincia è interessato da flussi occidentali di provenienza atlantica associati all'anticiclone delle Azzorre che estende la sua azione su tutto il bacino del Mediterraneo. In questo periodo, in coincidenza con tempo stabile, scarsa ventilazione, intenso riscaldamento pomeridiano, si producono formazioni nuvolose che spesso danno luogo a intensi e locali fenomeni temporaleschi.

Caratteristiche più simili al clima continentale, di tipo padano (clima continentale in parte modificato dall'azione del mare Adriatico), si delineano nella vasta area pianeggiante. In particolare nella zona di pianura interna si verificano inverni piuttosto freddi ed estati calde ed afose, nebbie frequenti nei mesi invernali, piogge comprese fra i 500 e 850 mm, con i valori più scarsi nella stagione estiva, scarsa ventilazione, frequenti fenomeni temporaleschi nel periodo aprile-settembre. Tali caratteristiche vanno gradualmente modificandosi passando dalla pianura interna a quella costiera, in particolare a causa dell'azione mitigatrice del mare riguardo alla temperatura. In inverno la zona di pianura più interna è caratterizzata da una spessa e persistente coltre di aria fredda con sistematiche inversioni termiche associate ad intense formazioni di nebbia. In genere, dal punto di vista della circolazione, si alternano l'anticiclone siberiano con aria fredda e relativamente secca e le formazioni cicloniche atlantiche, portatrici di aria più umida e temperata, che inducono precipitazioni anche abbondanti. In primavera le precipitazioni sono associate a depressioni sul Golfo di Genova e a depressioni mediterranee che non sempre superano in intensità quelle invernali. Ad aprile-maggio tendono ad assumere un carattere temporalesco. In estate prevale l'anticiclone delle Azzorre. In questo periodo sono presenti le brezze di monte e di valle nella fascia di pianura pedecollinare, le brezze di mare e di terra, nella zona costiera, mentre nella zona di pianura interna prevalgono condizioni di calma di vento. A causa dell'intenso riscaldamento del suolo sono frequenti depressioni di origine termica che possono dar luogo a fenomeni temporaleschi. L'autunno è caratterizzato da abbondanti e frequenti piogge e tipicamente in novembre in molte località si verifica il massimo pluviometrico dell'anno. I venti sono prevalentemente occidentali.

5.2 Caratterizzazione locale

Nel presente paragrafo si fornisce una caratterizzazione della situazione meteorologica locale con riferimento principalmente al regime termico, delle precipitazioni e dei venti.

I dati e le informazioni sono tratti dai Rapporti sulla qualità dell'aria della Provincia di Ravenna relativi agli anni 2015 e 2016.

Temperature

In Figura 6 e in Figura 7 sono riportate le temperature medie, minime e massime mensili rispettivamente per l'anno 2016 e per l'anno 2015 presso la stazione di Ravenna.

Il grafico 2016 mostra temperature medie mensili comprese tra circa 5 e 25°C, mentre per il 2015 le temperature medie mensili risultano comprese tra circa 5 e 28°C.

I valori medi orari 2016 della stazione Ravenna Urbana, estratti dalla banca dati Dext3r di ARPAE Emilia-Romagna, sono compresi tra -2,5 e 34,4°C, mentre il valore medio annuo è pari a 14,9°C. Per il 2015 invece i valori medi orari sono compresi tra -2,6 e 35,9°C e il valore medio annuo è pari a 15,2°C.

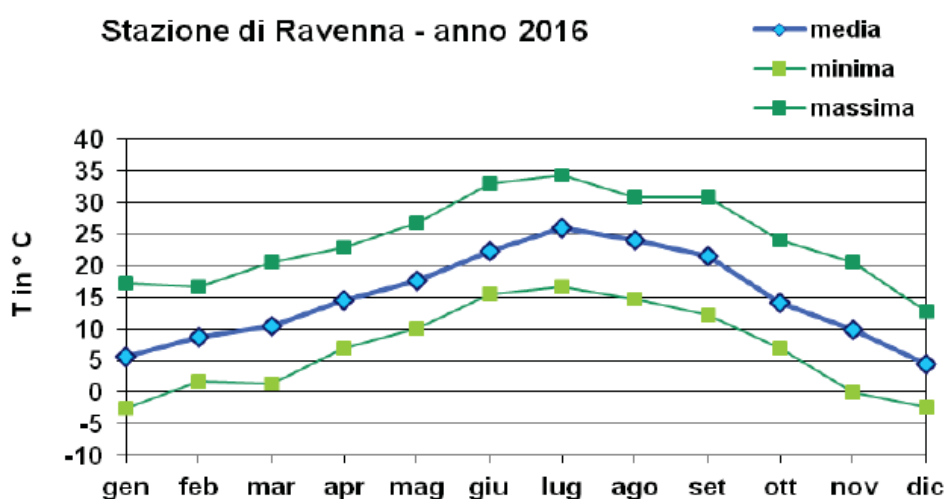


Figura 6 – Medie, minimi e massimi mensili delle temperature presso la stazione Ravenna (°C) – Anno 2016 (fonte ARPAE)

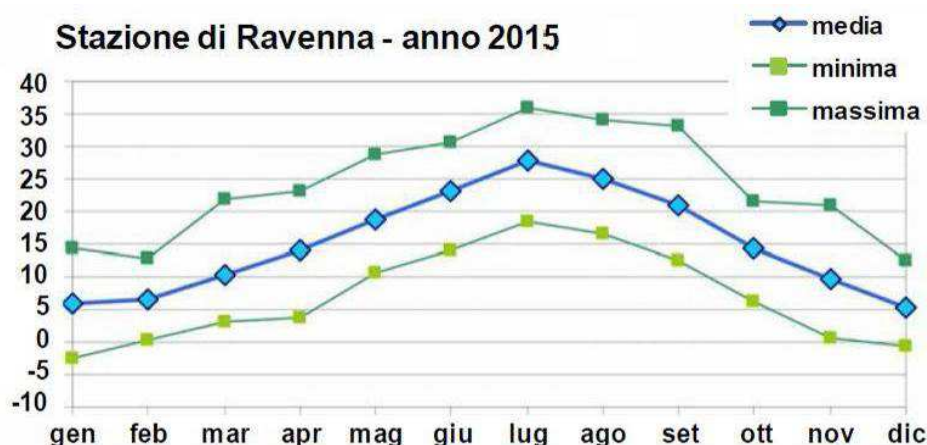


Figura 7 – Medie, minimi e massimi mensili delle temperature presso la stazione di Ravenna (°C) – Anno 2015 (fonte ARPAE)

Precipitazioni

Nei grafici di Figura 8 e Figura 9 è rappresentata la precipitazione cumulata mensile ed il numero di giorni con precipitazione superiore a 0,3 mm nella stazione meteo di Ravenna rispettivamente per gli anni 2016 e 2015.

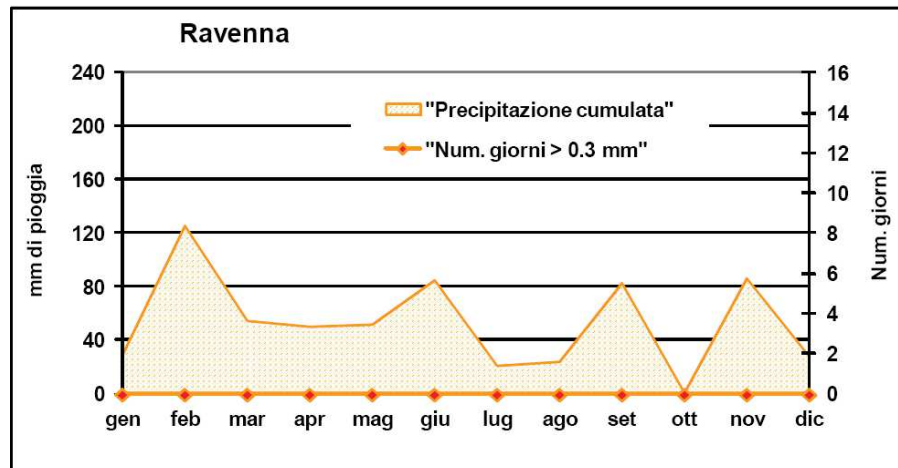


Figura 8 – Precipitazione cumulata mensile (mm) e numero di giorni con precipitazione superiore a 0,3 mm presso la stazione meteo Ravenna – Anno 2016 (fonte: ARPAE)

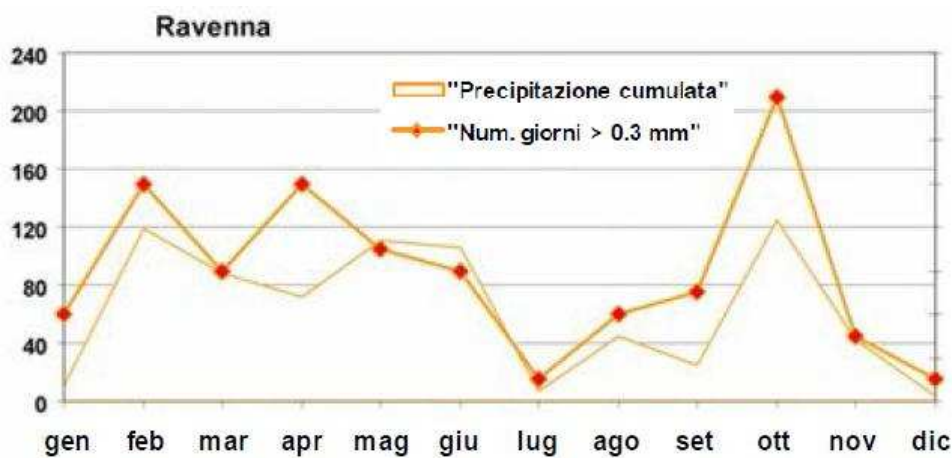


Figura 9 – Precipitazione cumulata mensile (mm) e numero di giorni con precipitazione superiore a 0,3 mm – Anno 2015 (fonte: ARPAE)

In entrambi gli anni la precipitazione cumulata mensile è risultata compresa tra 0 e circa 120 mm.

La precipitazione totale annua rilevata presso la stazione di Ravenna, secondo i dati della banca dati Dext3r di ARPAE, è risultata pari a 651 mm nel 2016 e 773 mm nel 2015.

Regime anemologico

A causa di un malfunzionamento della stazione meteorologica urbana di Ravenna (Piazza Caduti) la maggior parte dei dati 2016 non sono attendibili. Per tale anno la rosa dei venti è stata elaborata utilizzando i dati forniti dal modello LAMA in corrispondenza dell'area urbana di Ravenna (Figura 10).

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

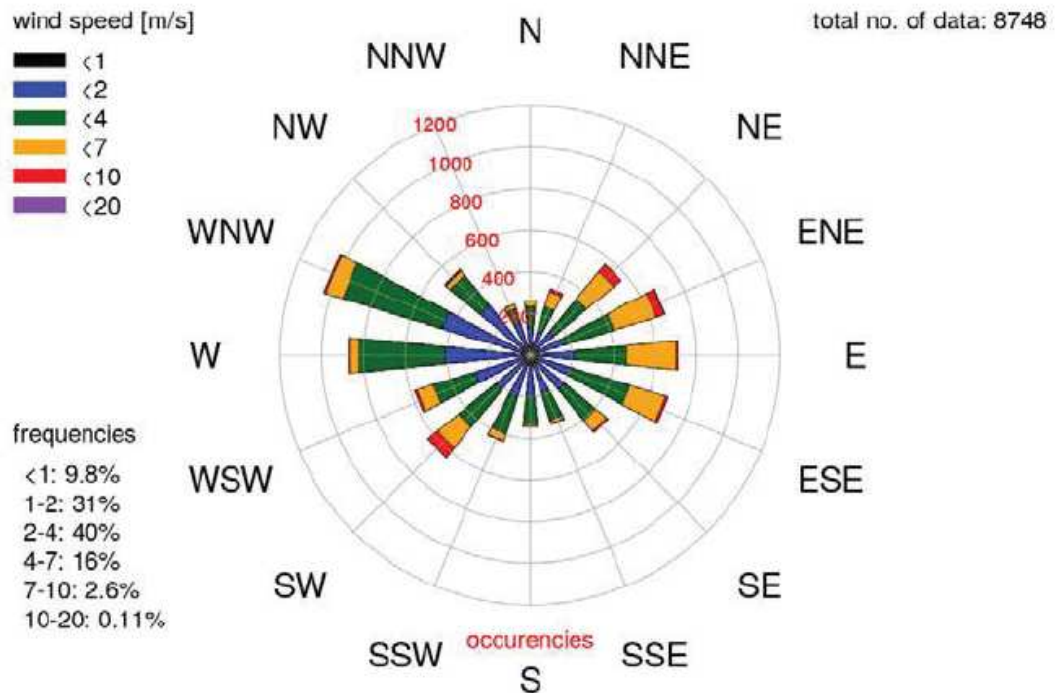


Figura 10 – Rosa dei venti – modello LAMA – Ravenna, anno 2016 (ARPAE)

In Figura 11 è rappresentata la rosa dei venti, in termini di direzione ed intensità, relativa alla stazione urbana di Ravenna (Piazza Caduti) per l'anno 2015.

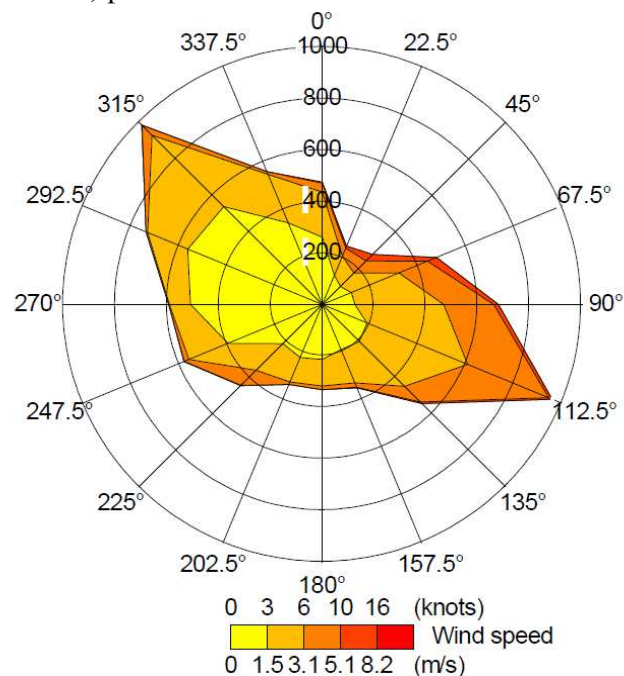


Figura 11 - Rosa dei venti di Ravenna - stazione urbana, anno 2015 (ARPAE)

Con qualche differenza (dovute principalmente alla diversa origine del dato, presumibilmente), le direzioni di provenienza del vento più frequenti sono NO/ONO e E/ESE; la rosa dei venti è

rappresentativa delle caratteristiche anemologiche del territorio, in cui la circolazione dell'aria è influenzata, oltre che dal passaggio ricorrente di perturbazione occidentali, dalla presenza del mare, in particolar modo nella fascia costiera della provincia. Durante le ore notturne il vento proviene prevalentemente da sud-ovest (in inverno da ovest-nord-ovest), cioè da terra verso mare, e sia ha la "brezza di terra"; alle ore 14 la direzione del vento ha già compiuto una rotazione di 180° in senso orario ed il vento spira prevalentemente da est-sud-est, cioè dal mare verso la pianura (brezza di mare).

Nella maggioranza dei casi la velocità del vento è inferiore a 3-4 m/s.

In Figura 12 sono rappresentate le direzioni prevalenti e le intensità medie dei venti stagionali per l'anno 2015 (per l'anno 2016 sono disponibili solo i dati ricavati dal modello LAMA, che non sono stati qui riportati).

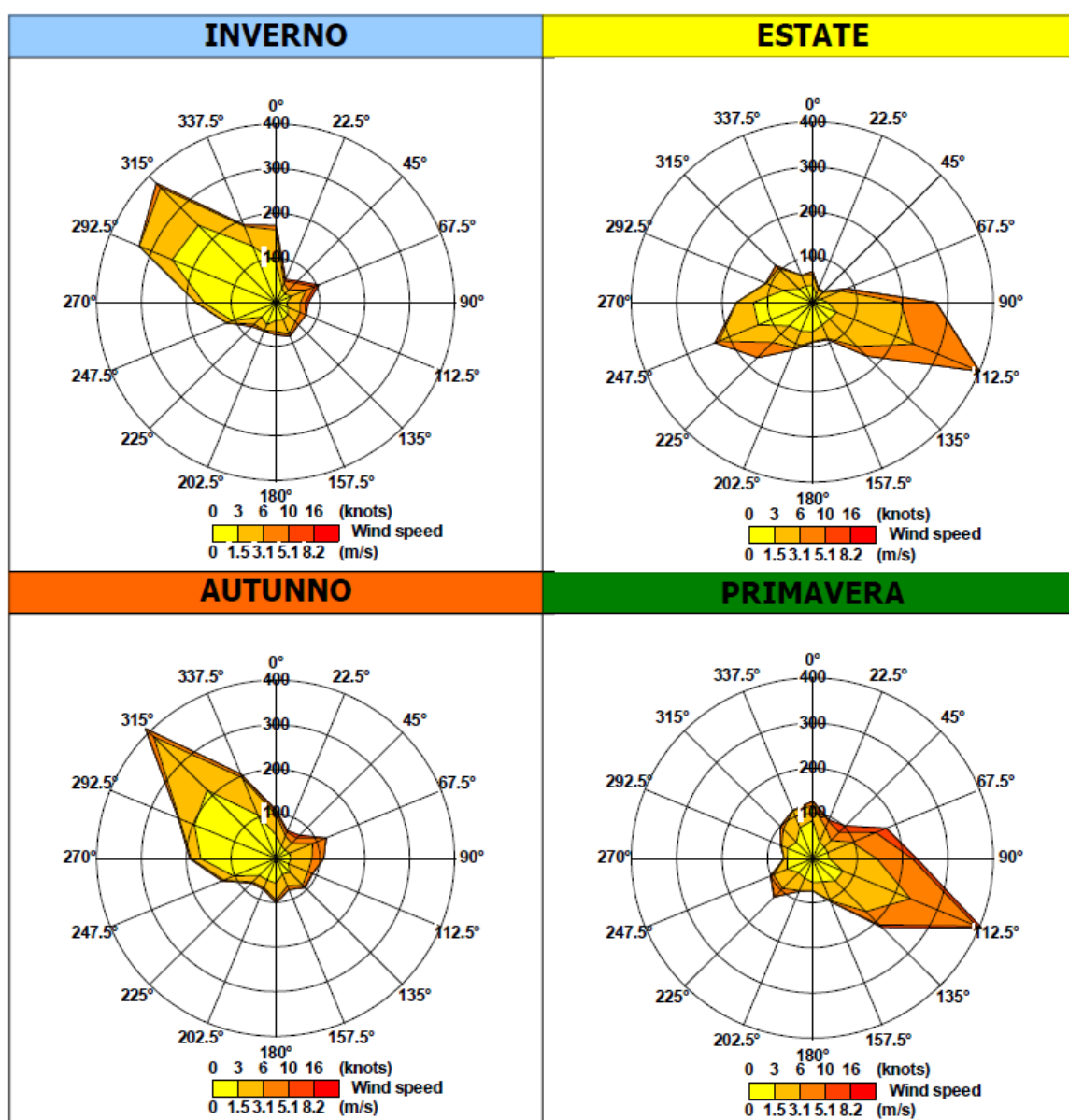


Figura 12 - Rose del vento stagionali per la stazione meteorologica di Ravenna - anno 2015 (fonte: ARPAE)

Stabilità

Nella provincia di Ravenna la condizione più frequente in tutte le stagioni è quella di stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica e debole variazione del vento con la quota. Ciò comporta che anche in primavera ed in estate, nonostante in questi periodi dell'anno si verificano il maggior numero di condizioni di instabilità, vi siano spesso condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.

Durante la giornata le maggiori condizioni di stabilità si verificano tra le ore 22 e le 2 mentre la percentuale più alta di condizioni instabili si ha tra le ore 10 e le 14 in corrispondenza dell'innalzarsi dell'altezza di rimescolamento.

Altezza di rimescolamento

L'altezza di rimescolamento, cioè dello strato d'aria all'interno del quale l'aria stessa, grazie ai fenomeni turbolenti, è caratterizzata da una buona capacità di diluizione degli inquinanti, varia notevolmente nel corso dell'anno e nel corso della giornata; vi è una tendenza all'innalzamento a partire dal mattino, fino a raggiungere il valore massimo verso le ore 14. Tale andamento è più evidente in periodo estivo durante il quale, nella zona costiera, si passa da circa 70 metri (ore 2) a 1200 – 1400 metri (ore 14).

Per quanto riguarda la distribuzione territoriale, in generale si riscontrano altezze di rimescolamento più basse man mano che ci si avvicina alla fascia costiera.

6. Caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria

Nel territorio della provincia di Ravenna la rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà delle pubbliche amministrazioni e gestita da ARPAE, è attualmente costituita da sette stazioni fisse ed un laboratorio mobile; di queste, cinque sono dislocate nel territorio del Comune di Ravenna e due in zona industriale.

La posizione e le caratteristiche delle due stazioni in zona industriale sono indicate in Figura 13 e in Tabella 4.

Stazione	Zona e tipo	Inquinanti monitorati
Rocca Brancaleone	Industriale - Urbana	PM10, NO _x , CO, SO ₂ , O ₃
Porto San Vitale ²	Industriale	PM10, PM2,5, NO _x , CO, BTX, SO ₂ , O ₃

Tabella 4 – Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete regionale

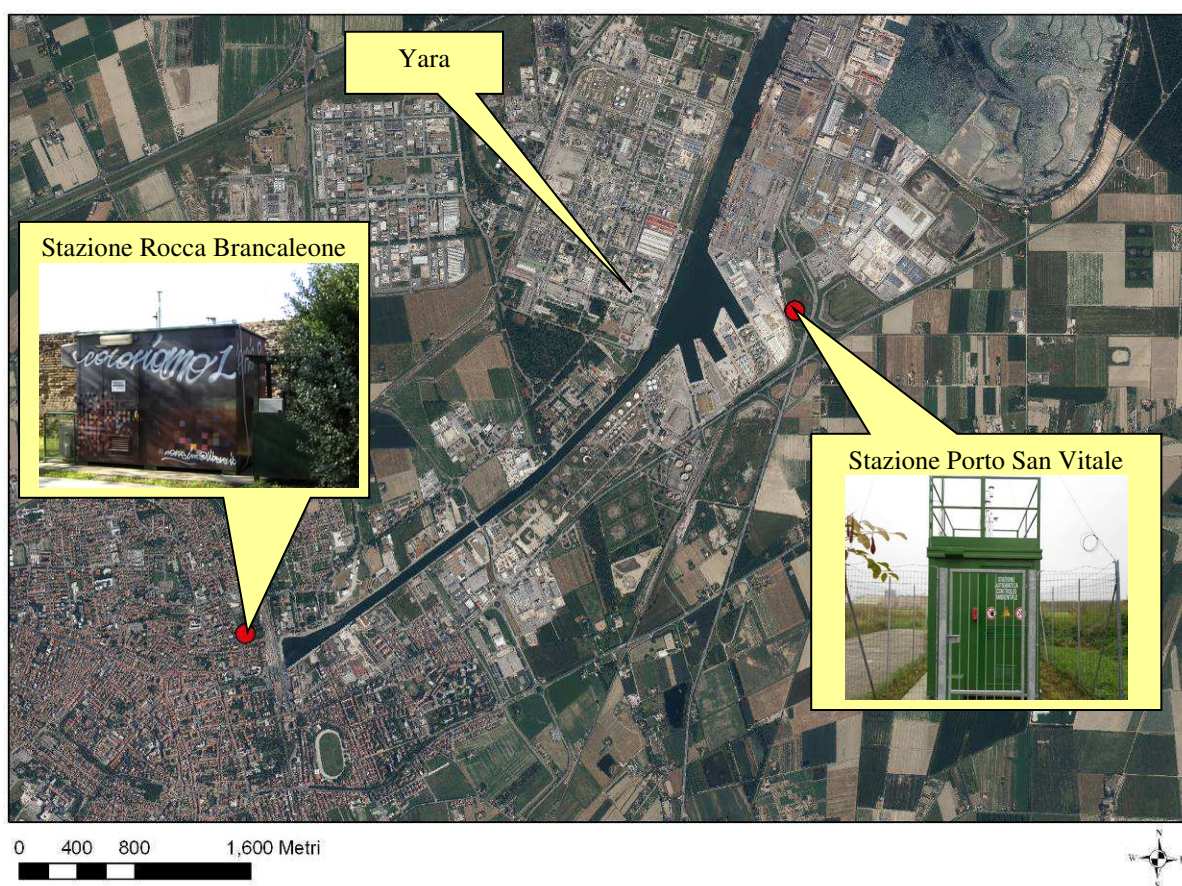


Figura 13 – Localizzazione delle stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria della rete ARPAE collocate in zona industriale (base ortofoto AGEA 2014 - servizio WMS Geoportale Regione Emilia-Romagna)

Nel territorio del comune di Ravenna, in prossimità della zona industriale, è operante anche la rete privata costituita da sei stazioni gestite da società RSI per conto di un consorzio a cui partecipano numerose

² La stazione locale denominata «Porto San Vitale» ha sostituito dal 2014 la stazione SAPIR

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 20
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

industrie del polo industriale. I dati rilevati dalla rete privata sono inviati in tempo reale al centro di calcolo della Sezione Arpa di Ravenna, mentre la gestione e la validazione sono a carico del gestore.

Stazione	Zona e tipo	Inquinanti monitorati
Germani	Industriale	PM10, PM2,5, NO _x , SO ₂
Marani	Industriale	PM10, NO _x , SO ₂
AGIP 29	Industriale	PM10, PM2,5
Marina di Ravenna	Industriale	NO _x , O ₃
Zorabini	Industriale	NO _x , SO ₂ , O ₃
Sant'Alberto	Industriale	NO _x

Tabella 5 - Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete privata

Sono di seguito riportati dati e elaborazioni, estratti dal Rapporto 2016 sulla qualità dell'aria nella provincia di Ravenna elaborato da ARPAE Ravenna, relativi all'inquinante monitorato di interesse (PM10) e alle due stazioni della zona industriale (Rocca Brancaleone, Porto San Vitale).

Nel 2016 il limite della media annuale del PM10 (40 µg/m³) e il limite giornaliero (media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno) sono stati rispettati in tutte le stazioni, tranne Porto San Vitale.

	Limiti di legge (D.Lgs. 155/2010)	Stazione	
		Rocca Brancaleone	Porto San Vitale
Media annuale	40 µg/m ³	26 µg/m ³	46 µg/m ³
N. sup. media giornaliera di 50 µg/m ³	max 35 volte/anno	29	108
Valore massimo giornaliero	/	123 µg/m ³	174 µg/m ³

Tabella 6 – Dati di qualità dell'aria relativi a PM10 per il 2016 e confronto con i limiti (ARPAE)

In Figura 14 viene riportato il trend degli ultimi anni della media annuale e in Figura 15 il numero di superamenti rilevati nelle stazioni urbane e suburbane della rete, compresa la stazione locale industriale urbana di Rocca Brancaleone.

Nel 2016 la media annuale è inferiore ai due anni precedenti, così come il numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m³. Nel 2015 la media annuale è superiore ai due anni precedenti, così come il numero di giorni con concentrazioni superiori a 50 µg/m³.

Un andamento opposto si registra invece in area industriale/portuale (stazione locale SAPIR fino al 2013 e Stazione Porto San Vitale dal 2014 - Figura 16), dove i valori della media annuale e del numero di superamenti per il 2016 sono maggiori di quelli dei tre anni precedenti.

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

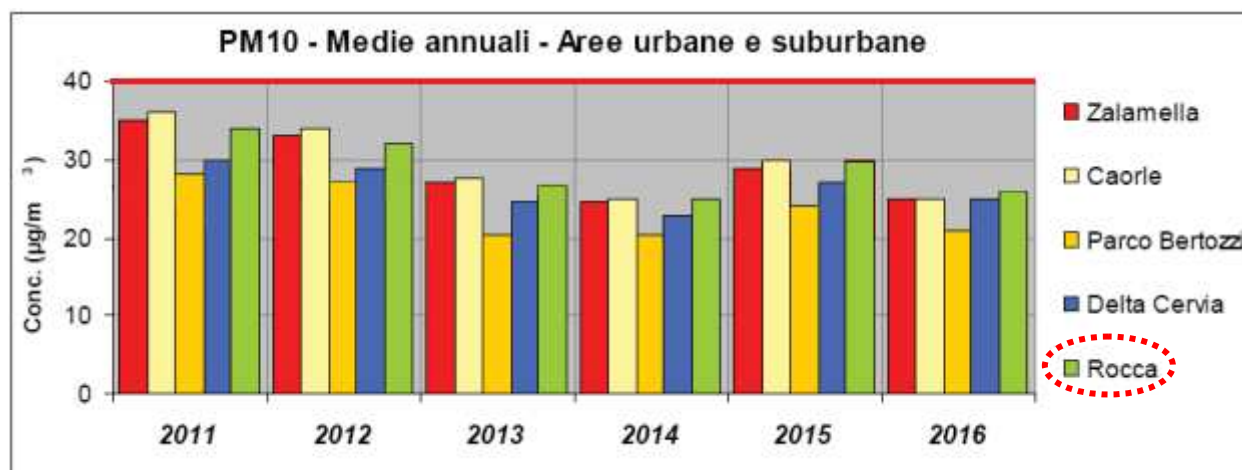


Figura 14 – Medie annue di PM10 – Aree urbane e suburbane, compresa stazione Rocca Brancaleone (ARPAE)

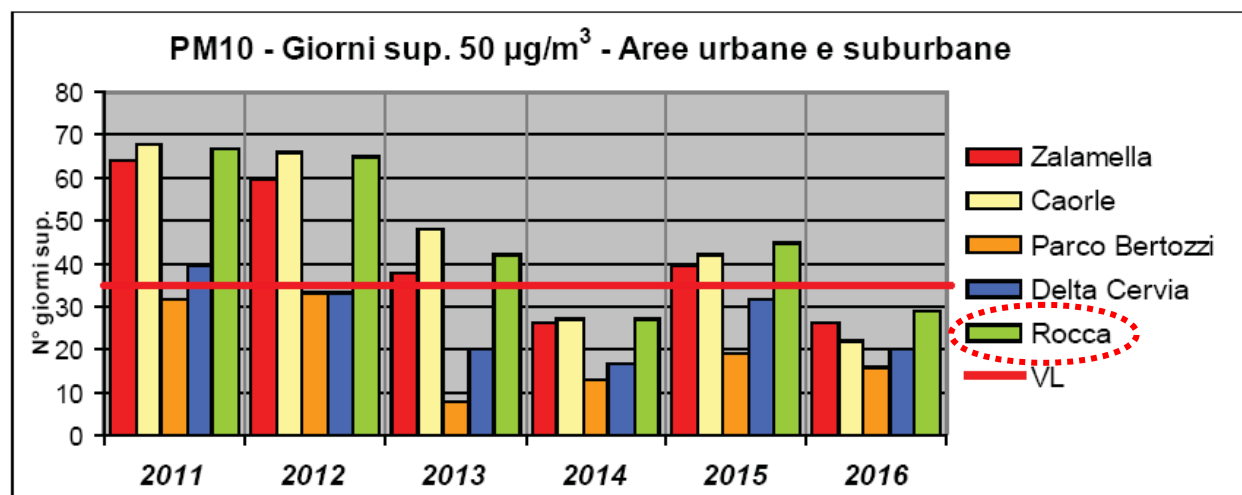


Figura 15 – PM10 – N. giorni con superamento di 50 µg/m³ – Aree urbane e suburbane, compresa stazione Rocca Brancaleone (ARPAE)

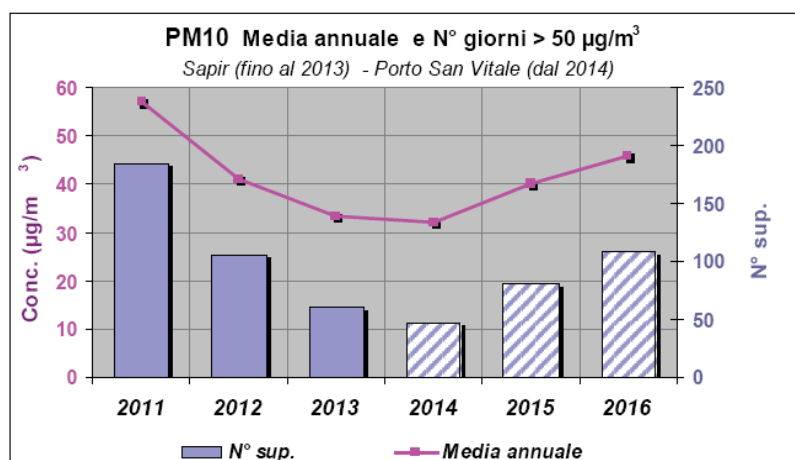


Figura 16 – Media annue di PM10 e giorni con superamento di 50 µg/m³ - Area industriale – Stazione SAPIR (fino a 2013) e Porto San Vitale (dal 2014) (ARPAE)

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

Il grafico con i valori medi mensili di PM10 delle stazioni locali industriali (Figura 17) mostra la stagionalità tipica di questo inquinante (valori più elevati nei mesi invernali e minimi in estate), anche se risulta meno evidente di altre stazioni poiché la postazione risente delle emissioni legate alle attività insediate al porto, il cui contributo si sovrappone alla variabilità legata alla meteorologia.

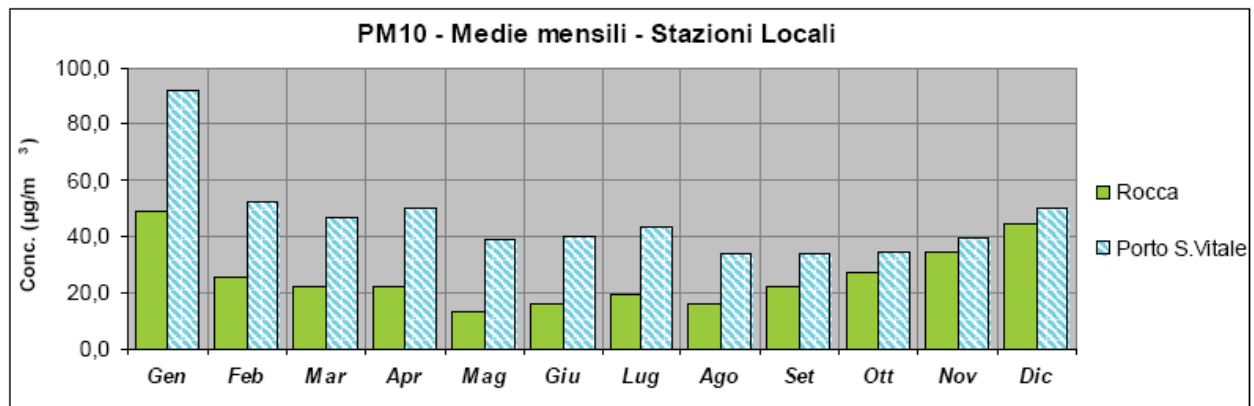


Figura 17 – Medie mensili di PM10 (2016) – Stazioni locali industriali (ARPAE)

Nelle tabelle di Figura 18 si riportano gli andamenti temporali dal 2011 al 2016 di alcuni parametri statistici relativi al PM10 per le due stazioni locali industriali (Rocca Brancaleone e SAPIR (fino a 2013) e Porto San Vitale (dal 2014)).

Stazione: Rocca Brancaleone

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Media	34	32	26	25	30	26
50°Percentile	28	24	21	19	25	22
90°Percentile	-	-	-	46	55	46
95°Percentile	-	-	-	58	78	62
98°Percentile	91	89	69	68	93	75
Max	117	186	82	85	113	123
> 50 µg/m ³	67	65	42	27	45	29
% dati validi	99	99	99	98	98	98

Stazione: SAPIR e Porto San Vitale (dal 2014)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Media	57	41	33	32	40	46
50°Percentile	51	37	28	27	35	41
90°Percentile	-	-	-	55	69	74
95°Percentile	-	-	-	67	92	85
98°Percentile	152	95	84	75	106	130
Max	177	143	111	104	114	174
> 50 µg/m ³	184	105	60	47	80	108
% dati validi	98	100	99	96	99	97

Figura 18 - Andamenti temporali dal 2011 al 2016 di alcuni parametri statistici relativi al PM10 per le due stazioni locali industriali (ARPAE)

L'Ammoniaca (NH_3) non è inquinante monitorato dalle stazioni della rete regionale e inoltre, dall'analisi dei rapporti pubblicati dalla sezione provinciale di ARPAE, non risultano eseguite in anni recenti campagne di monitoraggio con laboratorio mobile.

Sono disponibili dati di una campagna di breve durata realizzata da ARPA Ravenna nel periodo 16-29 maggio 2002 con laboratorio mobile posizionato all'interno dell'area portuale TCR (ex SAPIR) a Ravenna, sulla banchina del Canale Candiano di fronte al polo chimico. I risultati delle analisi, riferite a campionamenti della durata di 6 e 12 ore, si collocano nell'intervallo 22,6-76,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una concentrazione media del periodo pari a 39,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per una caratterizzazione più ampia dei livelli di concentrazione di tale inquinante si è ritenuto utile fare riferimento anche ai dati del monitoraggio effettuato a Ferrara, presso la stazione di Mizzana-Via Traversagno; tale stazione, di tipo industriale, è collocata in posizione non lontana dal polo chimico dove sono attivi impianti per la produzione e la lavorazione di ammoniaca di Yara.

Dal 2008 la misura viene realizzata mediante campionatori passivi e determinazione di valori di concentrazione medi mensili; da agosto 2015 si è resa necessaria un'ulteriore variazione delle modalità operative del monitoraggio in conseguenza dell'evoluzione delle disponibilità analitiche. La nuova metodologia prevede l'utilizzo di un tipo diverso di campionatori passivi anch'essi effettuati con campionamenti medi mensili.

Si riportano i risultati delle misure svolte nel corso del 2016 e i dati storici del periodo 2008-2016 tratti da Rapporto annuale 2016 sulla qualità dell'aria della provincia di Ferrara elaborato dalla sezione provinciale di ARPAE.

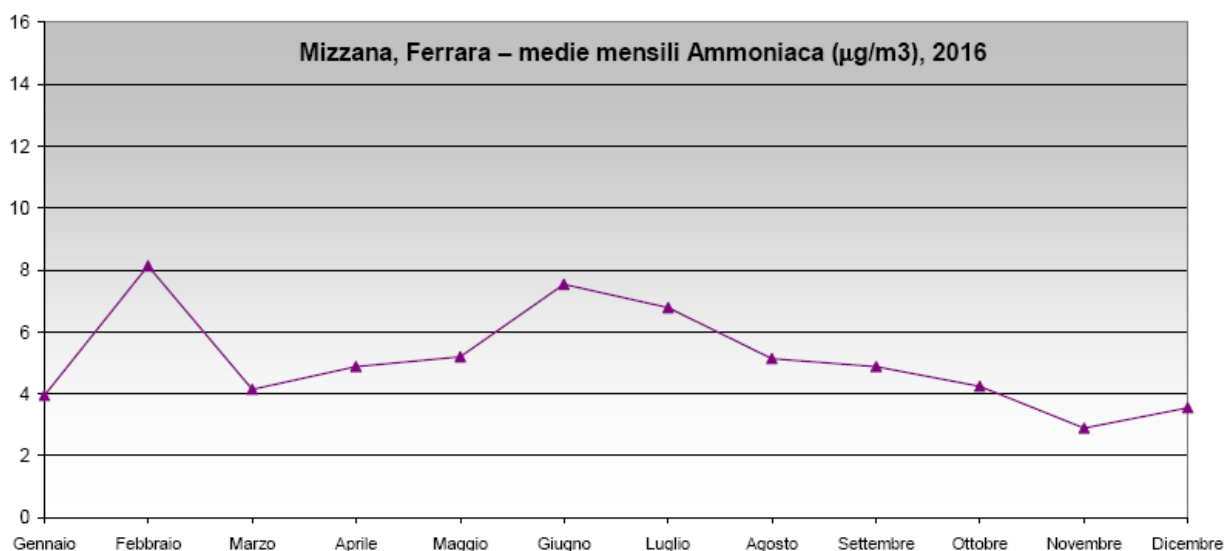


Figura 19 – Medie mensili Ammoniaca del 2016 (ARPAE)

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

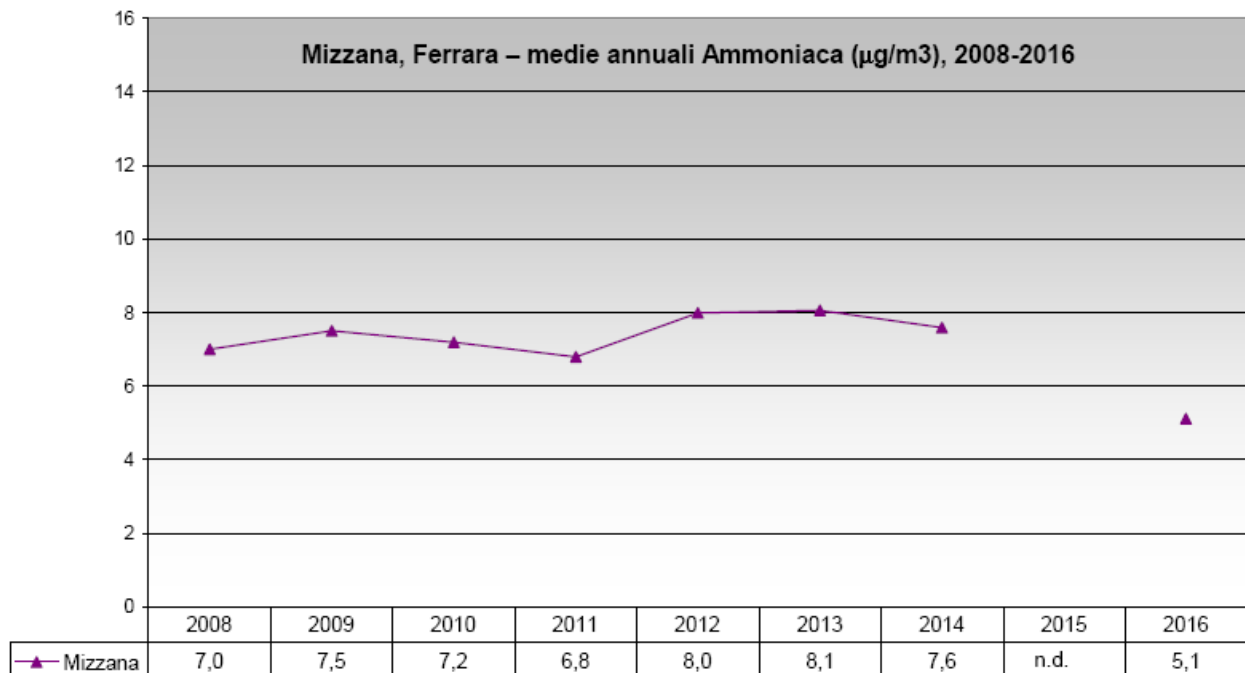


Figura 20 - Medie annuali Ammoniaca 2008-2016 (ARPAE)

Complessivamente nel 2016 si è registrato un decremento rispetto agli anni precedenti: la media annuale 2016 è pari a $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di una media annuale 2014 pari a $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analogamente agli anni precedenti, le concentrazioni medie mensili non rilevano una spiccata dipendenza stagionale. Alla luce dell'analisi delle medie mensili si può ipotizzare che le concentrazioni di ammoniaca risentono sia di fonti di inquinamento diversificate presenti nell'intorno della postazione di monitoraggio, sia di origine industriale, sia da traffico (l'ammoniaca è prodotta dalle emissioni dei veicoli, soprattutto quelli di più recente costruzione), nonché dell'influenza delle emissioni di ammoniaca derivanti dalle pratiche agrozootecniche (uso di fertilizzanti ed emissioni da allevamenti), tutte emissioni variamente modulate dalla meteorologia.

7. Metodologia: modello e dati di input

Lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera è stato effettuato mediante utilizzo di un modello matematico; la scelta del modello è stata operata sulla base dei criteri di riferimento (tra gli altri: US EPA, 2005; US EPA, 2017; norma UNI 10796:2000; norma UNI 10964:2001; Guida ipertestuale alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell'aria del Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima Emissioni in Aria di APAT³) in considerazione dello scenario di applicazione del modello stesso (scala spaziale, intervallo temporale, ambito territoriale, tipo di sorgenti, tipo di inquinanti).

7.2 Il sistema modellistico selezionato

Per il presente studio è stato scelto il sistema modellistico CALPUFF (Scire et al., 2000); tale sistema include 3 diverse componenti principali: CALMET, CALPUFF e CALPOST e un set di pre-processor messi a punto per consentire di interfacciare il modello con dataset standard di tipo meteorologico o geofisico e post-processor per l'elaborazione dei risultati (vedi Figura 21).

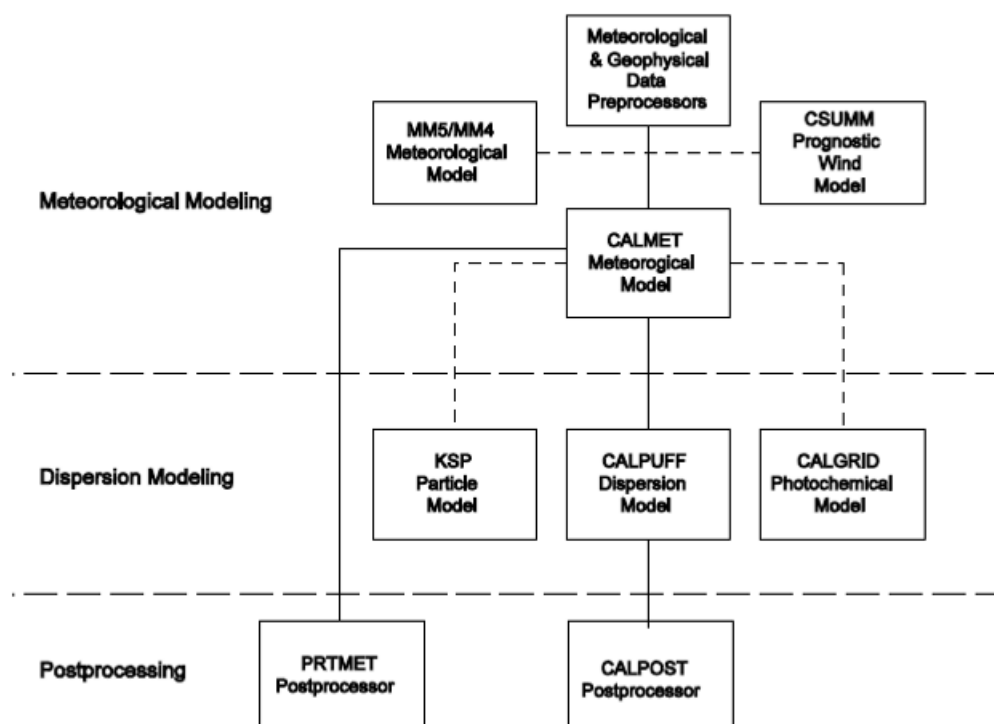


Figura 21 – Visione di insieme del sistema modellistico CALPUFF (Scire et al., 2000)

CALMET è un modello meteorologico che sviluppa campi orari tridimensionali delle variabili meteorologiche di interesse sul dominio di calcolo. CALPUFF è un modello di trasporto e dispersione in atmosfera degli inquinanti "a puff" che usa tipicamente (quando possibile, come nel caso in esame) i campi tridimensionali di dati meteorologici e diffusivi prodotti dal pre-processor CALMET. I file di output primari prodotti da CALPUFF contengono dati orari di concentrazione o flussi di deposizione degli inquinanti in corrispondenza della griglia dei recettori. CALPOST è utilizzato per elaborare tali dati,

³ <http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 26
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

per produrre tabelle con valori statistici significati (massimi, medie su diversi intervalli temporali, numero di superamenti, ecc).

Il sistema modellistico CALPUFF è stato scelto tra gli strumenti esistenti in base alle seguenti motivazioni:

- Referenze. È indicato dalla US-EPA (2005) come preferito per la simulazione del trasporto degli inquinanti su lunghe distanze (da 50 km a diverse centinaia di km) e suggerito anche per la simulazione su distanze relativamente brevi quando le condizioni di orografia complessa possono generare situazioni di stagnazione, di ricircolo dei venti e variazioni spazio temporali delle condizioni meteorologiche⁴. A livello statunitense è raccomandato dalla Federal Land Managers' Air Quality Related Values Work Group (FLAG) e dalla Interagency Workgroup On Air Quality Modeling (IWAQM), mentre a livello Internazionale è stato adottato dalla United Nations International Atomic Energy Agency (IAEA) per applicazioni in tutto il mondo. CALPUFF è ampiamente utilizzato in molti paesi (oltre 100) e in numerose nazioni è stato inserito tra i modelli regolamentari. Esso è inoltre ampiamente utilizzato anche in Italia da parte di centri di ricerca e Agenzie ARPA ed è indicato in diversi documenti di riferimento come ad esempio le "Linee Guida per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dei punti di emissione di un impianto" di cui alla Procedura Tecnica N. 2, Allegato 2 alle Norme di Attuazione del PRQA della Regione Lazio.
- Scala spaziale. Il modello prescelto è in grado di riprodurre efficacemente i fenomeni sia alla scala locale e nelle immediate vicinanze della sorgente, sia di trasporto a lunga distanza.
- Scala temporale. Il modello CALPUFF è in grado di simulare valori di concentrazione di inquinanti su diversi intervalli temporali da 1 ora all'intero intervallo temporale di calcolo (1 o più anni) e permette di determinare i parametri di interesse per la normativa vigente (numero di superamenti, percentili, ecc.).
- Complessità dell'area di studio. Il modello meteorologico diagnostico CALMET permette di riprodurre gli effetti dovuti all'orografia del territorio (presenza di rilievi), alle disomogeneità superficiali (presenza di discontinuità terra-mare, città campagna, presenza grandi masse di acqua interne) e alle condizioni meteo diffusive non omogenee (regimi di brezza di monte-valle, brezze di mare, inversioni termiche, calme di vento a bassa quota).
- Tipologia di inquinante. Tutti gli inquinanti di interesse per il presente studio sono prevalentemente di origine primaria, quindi possono essere efficacemente simulati dal modello di dispersione CALPUFF. Il modello è inoltre in grado di descrivere processi di rimozione (deposizione secca e deposizione umida) specifici per ciascun inquinante e processi di trasformazione chimica secondo determinati schemi incorporati nel modello stesso o definiti dall'utente.
- Tipologia delle sorgenti. Il modello CALPUFF permette di considerare le emissioni da diverse tipologie di sorgenti: puntuali (o puntiformi), areale, volumetriche. Il modello inoltre descrive fenomeni tipici di queste sorgenti, quali il *plume rise*, lo *stack tip downwash* ed altri. Il flusso di

⁴ Indicazioni per utilizzo di CALPUFF alla scala locale e per distanze al di sotto dei 50 km in accordo a U.S. EPA *Revision to the Guideline on Air Quality Models* (2005) si possono trovare in:

- EPA, 2008. Clarification of Regulatory Status of CALPUFF for Near-field Applications, memorandum from Richard A. Wayland to Regional Air Division Directors, dated August 13, 2008
- EPA, 2008. Technical Issues Related to CALPUFF Near-field Applications, memorandum from Roger W. Brode, Bret Anderson to Tyler Fox, OAQPS (EPA), dated September 26, 2008

massa e gli altri parametri di emissione (velocità dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

Il sistema CALPUFF richiede molti più dati di input rispetto ad un tradizionale modello di tipo Gaussiano. Sono necessarie ad esempio misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria, almeno un radiosondaggio ogni 12 ore, informazioni sull'orografia e sull'uso del suolo. A fronte di questa maggiore necessità di dati, il sistema modellistico fornisce informazioni molto più dettagliate e precise rispetto a modelli più semplici basati su una meteorologia puntuale.

Per il presente studio è stata utilizzata la versione più avanzata (Versione 6) del sistema modellistico CALPUFF.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione dei modelli CALMET e CALPUFF.

CALMET

CALMET (Scire et al., 2000) è un modello meteorologico diagnostico, cioè in grado di ricostruire il campo di vento 3D su un dominio di calcolo con orografia complessa a partire da misure al suolo, da almeno un profilo verticale e dai dati di orografia e uso del suolo.

Esso contiene inoltre degli algoritmi per il calcolo di parametri micrometeorologici 2D fondamentali nell'applicazione di modelli di dispersione in atmosfera, come, ad esempio, l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, la velocità di frizione e la velocità convettiva.

Il modulo per la ricostruzione del campo di vento utilizza un approccio costituito da due passi successivi. Nel primo passo modifica il vento iniziale (Initial Guess Field) in funzione degli effetti cinematici del terreno e dei venti di pendenza e produce un primo campo di vento. Nel secondo passo questo campo di vento viene modificato tramite una analisi oggettiva che introduce i dati misurati ed utilizza l'equazione di continuità.

L'output di CALMET viene utilizzato in modo diretto dal modello di dispersione Lagrangiano "a puff" CALPUFF (Scire et al., 2000) e dal modello di dispersione Euleriano fotochimico CALGRID (Yamartino et al., 1989; Yamartino et al., 1992).

Per approfondimenti si rimanda al manuale tecnico di CALMET (Scire et al., 2000).

CALPUFF

CALPUFF (Scire et al., 2000) è un modello di dispersione Lagrangiano "a puff" non stazionario. Esso è in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

I modelli "a puff" partono dalle equazioni dei modelli gaussiani, ma partendo da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di "nuvolette" di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o "slug"), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani. L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante.

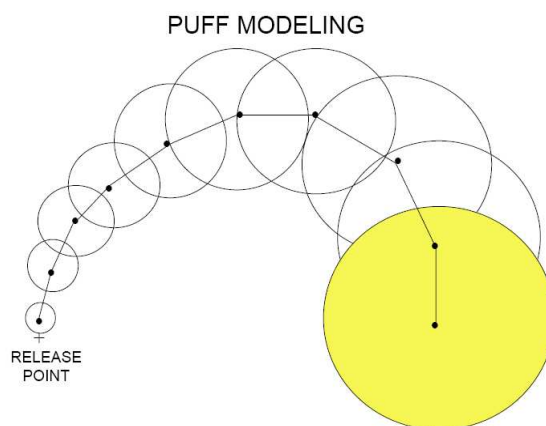


Figura 22 – Schematizzazione del trasporto dei puff nel modello CALPUFF

I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera. Matematicamente ogni singolo puff è una funzione di distribuzione gaussiana in evoluzione nel tempo e nello spazio. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

Il campo meteorologico in input a CALPUFF può essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Il modello CALPUFF utilizza in maniera diretta l'output prodotto dal modello meteorologico diagnostico CALMET (pre-processore). Oltre a un campo meteorologico tridimensionale complesso, CALPUFF può utilizzare in input anche dati meteo riferiti a singolo punto, tuttavia ciò non permette di usufruire pienamente delle sue capacità di trattare campi meteorologici variabili nello spazio.

CALPUFF può essere utilizzato per simulare la dispersione su diverse scale. Esso infatti contiene sia algoritmi per la descrizione di effetti importanti in prossimità della sorgente che algoritmi importanti su scale regionali. Tra i primi ci sono fenomeni come la *building downwash*, legato alla presenza di edifici vicino al camino, il *transitional plume rise* o il *partial plume penetration*, importanti nel caso di emissioni da camini di dimensioni paragonabili a quelle dello strato limite. Tra i secondi invece ci sono fenomeni come la deposizione secca e umida, lo shear verticale del vento che provoca il trasporto dell'inquinante con velocità e direzioni diverse in funzione della quota, o la descrizione della dispersione sul mare o vicino alle zone costiere.

Le sorgenti di emissione simulate dal modello possono essere puntuali, areali, volumetriche o lineari. Il rateo e gli altri parametri di emissione (velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

CALPUFF produce in output per tutte le specie simulate valori orari di concentrazione, deposizione secca e deposizione umida e, per applicazioni in cui la visibilità è un parametro di interesse, coefficienti di estinzione.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2000).

Come già ricordato, grazie alle sue caratteristiche e ai positivi riscontri applicativi, CALPUFF è stato incluso, nel 2003, tra i modelli "raccomandati" dall'US EPA.

CALPOST

È un post-processore per l'elaborazione dei dati di concentrazione o di flussi di deposizione al suolo di inquinanti prodotti dai modelli CALPUFF o CALGRID (modello Euleriano per il trasporto e la dispersione di inquinanti di tipo fotochimico). Esso permette inoltre elaborazione riguardanti l'impatto sulla visibilità secondo standard statunitensi.

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input del sistema modellistico, descritti nei paragrafi che seguono:

- a) dominio di calcolo;
- b) dati meteorologici;
- c) orografia ed uso del suolo;
- d) griglia dei recettori;
- e) caratteristiche delle sorgenti.

7.3 I dati e le informazioni di input

7.3.1 Il dominio di calcolo

Il sistema modellistico CALPUFF prevede utilizzo di 2 tipologie di domini di calcolo:

- il dominio meteorologico, è definito dalla simulazione di CALMET ed è la massima area su cui possono essere effettuate simulazioni di dispersione;
- il dominio computazionale indica il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti tramite modello CALPUFF e può al massimo coincidere con il dominio meteorologico; l'elaborazione dei risultati tramite CALPOST può interessare tutti i recettori presenti nel dominio computazionale oppure una parte di essi.

Il dominio di studio del modello CALMET è stato individuato con l'obiettivo di ricomprendere il dominio CALPUFF, di seguito descritto, e una porzione sufficientemente ampia di territorio, anche in relazione alla risoluzione dei dati meteo in ingresso, per consentire una corretta definizione dei campi di vento.

Nella presente revisione dello studio, il dominio di simulazione di CALMET (Figura 23, rettangolo in colore giallo) ha un'estensione di 10×10 km. Le coordinate UTM (zona 33) del vertice sud ovest del dominio sono X=275100 m, Y=4919900 m. In direzione verticale sono stati utilizzati 10 livelli di calcolo posti alle quote intermedie rispetto alle quote delle celle rispetto al suolo di seguito indicate e inserite come dato di input nel modello: 0, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 m; il primo livello di calcolo ad esempio è posto alla quota di 10 m (intermedia tra 0 e 20 m), il secondo alla quota di 35 m, ecc.

Il dominio computazionale di CALPUFF ricomprende le sorgenti di interesse per lo studio nonché un'area di opportuna estensione attorno alle stesse sorgenti in grado di circoscrivere i principali effetti sulla componente atmosferica, nel caso specifico caratterizzata da raggio pari a 3 km. Tale impostazione è avvalorata dai risultati ottenuti in precedenti studi diffusionali relativi allo stabilimento Yara di Ravenna.

Il dominio computazionale di CALPUFF é rappresentato in Figura 23 (rettangolo in colore verde) e, per quanto appena indicato, ha estensione di 6×6 km; le coordinate UTM (zona 33) del vertice sud ovest del dominio sono X=277100 m, Y=4921900 m.

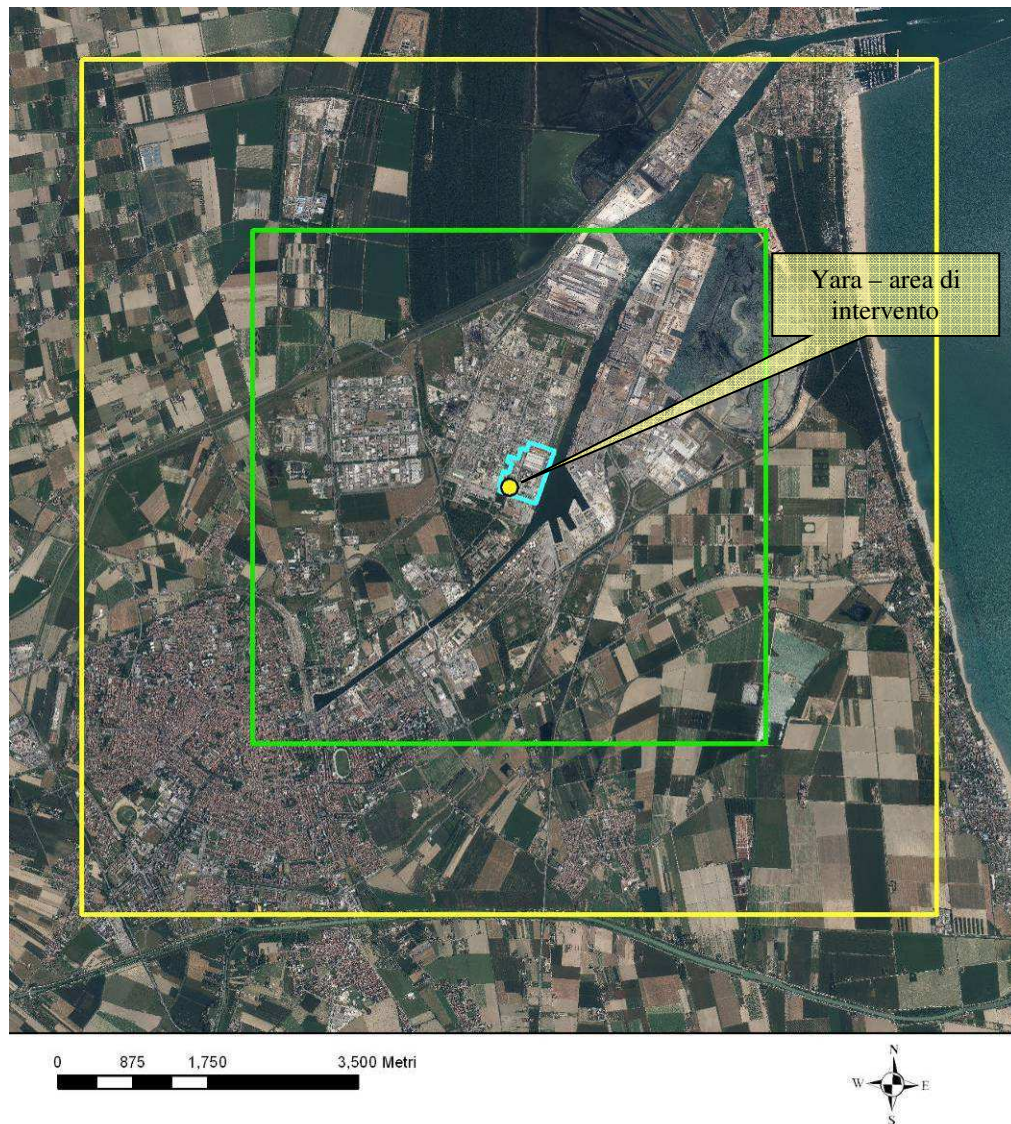


Figura 23 – Domini meteorologico (in giallo) e computazionale (in verde) (base ortofoto AGEA 2014 - servizio WMS Geoportale Regione Emilia-Romagna)

7.3.2 I dati meteorologici

Per quanto riguarda i dati meteorologici, il processore meteorologico CALMET può essere utilizzato in diverse modalità:

- sulla base di sole osservazioni meteorologiche (*observations-only mode*),
- utilizzo di soli dati meteorologici di modello prognostico su griglia (es. dati MM5) (*no-observations mode*),
- modalità ibrida, con utilizzo iniziali di dati prognostici 3D e osservazioni introdotte in una seconda fase (step 2) (*hybrid mode*).

Un modello meteorologico di tipo prognostico è uno strumento che, partendo dallo stato dell'atmosfera in un certo istante, ne descrive l'evoluzione risolvendo numericamente le equazioni fluidodinamiche. In pratica, l'atmosfera o una sua porzione viene suddivisa con una griglia tridimensionale: per ciascuna cella viene stimato il valore medio dei principali parametri atmosferici (temperatura, pressione, vento, umidità e altri) all'istante iniziale, e il modello simula numericamente l'evoluzione di questi parametri.

Uno strumento di questo tipo può essere usato sia per produrre previsioni, sia per ricostruire lo stato dell'atmosfera nel passato (analisi). In questo caso il modello può tenere conto delle osservazioni disponibili e sono state sviluppate tecniche specifiche (assimilazione dati) per mantenere piccole le discrepanze tra i valori osservati e quelli simulati. L'insieme di dati così ottenuto rappresenta quindi un compromesso tra la coerenza interna del modello e la rispondenza con le misure.

Nel presente studio si è optato per utilizzo di CALMET in modalità ibrida che prevede la combinazione sia di dati prognostici 3D (da modello MM5) che di osservazioni sulla base delle seguenti considerazioni:

- MM5 è un modello numerico meteorologico tridimensionale ampiamente utilizzato che contiene algoritmi di fluidodinamica non idrostatica e una varietà di opzioni di fisica atmosferica che lo rendono idoneo a simulare una grande varietà di fenomeni atmosferici (eventi estremi ma anche brezze mare-terra o flussi determinati dall'orografia come in sistemi monte-valle); il dataset MM5 contiene tutte le grandezze meteorologiche necessarie su grigliato 3D a copertura dell'intera area indagata e con passo orario;
- per quanto riguarda il campo di vento, i dati MM5 vengono interpolati su un grigliato a risoluzione più fine da CALMET e utilizzati come campo di vento iniziale (IGF - *Initial Guess Field*), che viene utilizzato dal modulo per la ricostruzione del campo di vento attraverso un approccio che prevede 2 passi (step) (vedi Figura 24): nel primo passo modifica il vento iniziale (IGF) in funzione dell'orografia del terreno e produce un primo campo di vento. Nel secondo passo questo campo di vento viene modificato tramite una analisi oggettiva che introduce i dati misurati (osservazioni) ed utilizza l'equazione di continuità;
- la ricostruzione dei campi di vento e delle variabili meteorologiche sull'intero dominio di calcolo a partire da osservazioni, in alternativa ai dati MM5, risulterebbe fortemente condizionato dal numero delle stazioni meteo, dalla rappresentatività delle misure in relazione all'intero territorio studiato, dalla disponibilità dei dati con il necessario passo temporale, dalla disponibilità di dati su grandezze non comunemente misurate (es: copertura nuvolosa, ceiling height cioè altezza della base dello strato nuvoloso) e dalla disponibilità di profili verticali (di vento, temperatura, pressione, etc.), questi ultimi effettuati in un numero limitato di siti e normalmente solo in alcune ore della giornata. Un quadro dei dati (osservazioni) necessari in caso di funzionamento in modalità *observations-only mode* è riportato in Tabella 7).

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

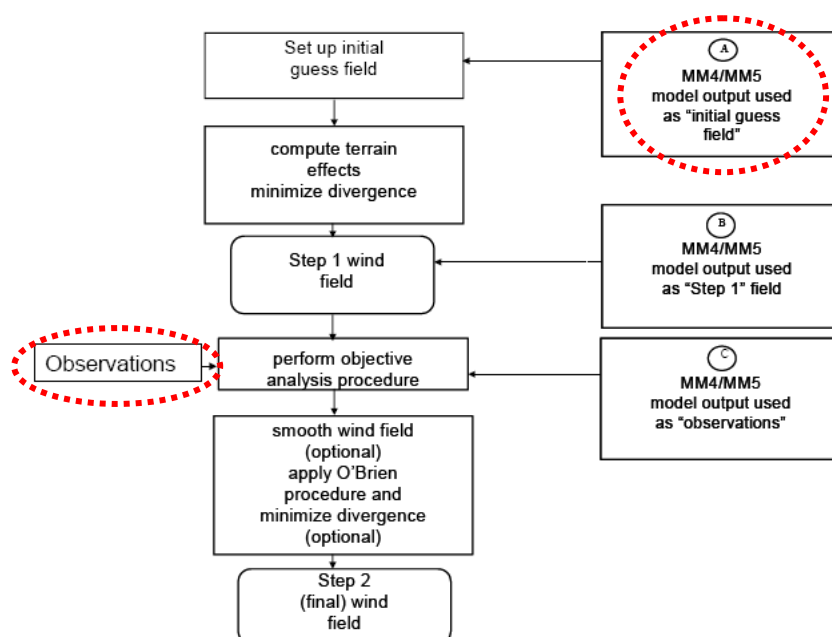


Figura 24 – Diagramma di flusso del modulo di ricostruzione del vento di CALMET

Dati meteorologici di superficie	
Osservazioni orarie di: – velocità del vento – direzione del vento – temperatura – copertura nuvolosa – ceiling height – pressione in superficie – umidità relativa	Osservazioni orarie di (opzionale): – ratei di precipitazione – codice del tipo di precipitazione
Dati meteorologici in quota	
Osservazioni bi-giornaliere relativi e profili verticali di. – velocità del vento – direzione del vento – temperatura – pressione – quota	Campi orari del vento su griglia (opzionali): – output del modello MM4/MM5 – output del modello CSUMM

Tabella 7 – Dati meteorologici necessari per il funzionamento di CALMET in modalità *observations-only mode*

L'utilizzo di modelli prognostici per l'implementazione di dataset idonei a studi di qualità dell'aria è consolidato; numerose agenzie ARPA e centri di ricerca si avvalgono di questo tipo di approccio e di strumenti nella valutazione della qualità dell'aria.

Valutazioni in merito all'applicazione di dati meteorologici prognostici 3D (da modello MM5 o altri) quali dati di ingresso per studi sulla qualità dell'aria sono contenute in numerosi articoli scientifici o pubblicazioni, tra cui si ricordano:

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

- McEwan B. and B. Murphy (2004). *Use of High Resolution Numerical Meteorological Fields with the CALPUFF Modelling System: An Analysis of RAMS and MC2 Fields over Kamloops B.C.* Prepared for the B.C. Ministry of Water, Land and Air Protection by SENES Consultants Ltd.
- A.M. Klausmann, M. Phadnis M., J. Scire (2003), *The Application of MM5/WRF Models to Air Quality Assessments*, 13th PSU /NCAR Mesoscale Model Users' Workshop, 10–11 June 2003;
- A. Chandrasekara, C. R. Philbrickb, R. Clarkc, B. Doddridged and P. Georgopoulos (2003), *Evaluating the performance of a computationally efficient MM5/CALMET system for developing wind field inputs to air quality models*, Atmospheric Environment, Volume 37, Issue 23, July 2003, Pages 3267-3276;
- Schutte A., J. Lundgren. (2002). *Research on the Applicability of Modelled Site Specific Meteorological Data to Well Test Flaring Assessments in B.C.* Prepared for the B.C. Oil and Gas Commission by Levelton Consultants Ltd. OGC File:2000-19.
- F.R. Robe, and J. Scire (1998), *Combining Mesoscale Prognostic and Diagnostic Wind Models: A Practical Approach for Air Quality Applications in Complex Terrain*, Preprints, 10th Conference on the Applications of Air Pollution Meteorology, 11-16 January 1998, Phoenix Arizona;
- Wu, Zhong-X, J.S. Scire and R. O'Neal (1998), *Comparison of One year of MM5 and CALMET Meteorological Fields with Observations in the Western United States*. Preprints Eighth PSU/NCAR Mesoscale Model User's Workshop, 15-16 June 1998, Boulder CO, pp. 131-137.

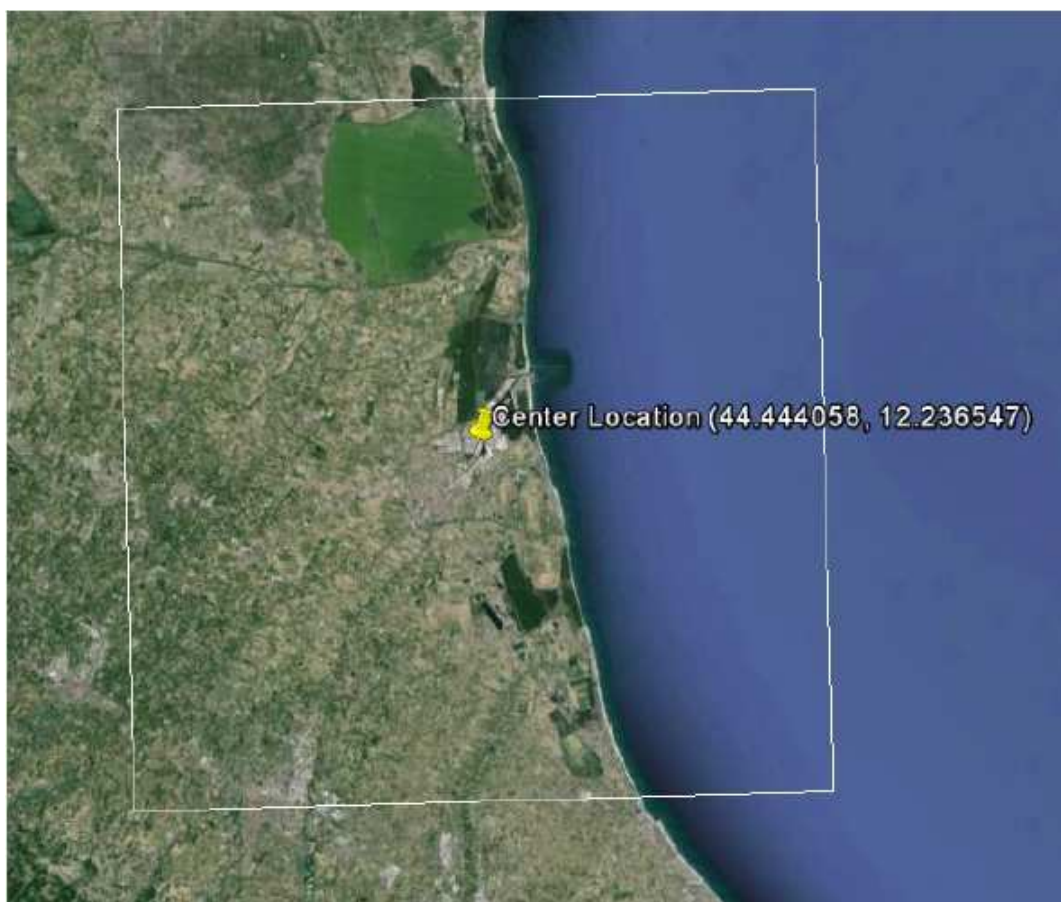


Figura 25 – Dominio dei dati MM5 della fornitura Maind S.r.l.

Per il presente Studio si sono utilizzati i seguenti set di dati:

1. dati MM5 con risoluzione 4 km, 18 livelli verticali, per dominio 50×50 km centrato su punto di coordinate Latitudine: 44,444058 N – Longitudine: 12,236547 E (collocato all'interno dello stabilimento) e riferiti all'anno 2015 (rappresentato in Figura 25); i dati sono stati forniti dalla ditta Maind S.r.l.⁵. L'origine dei dati meteo MM5 è rappresentata dalle misure meteorologiche rilevate nelle stazioni del circuito mondiale SYNOP-ICAO come dati al suolo e profilo metrici; il modello viene poi inizializzato al contorno per l'Europa con i dati GRIB prodotti dalle simulazioni climatologiche del modello di Reading.
2. dati meteorologici orari (per i parametri: intensità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione, precipitazione, radiazione solare globale) relativi all'anno 2015 rilevati presso la stazione Ravenna Urbana di ARPAE (lat. 44,414999, long. 12,200032, alt. 27 m, distante circa 4,3 km in linea d'aria dall'area di intervento - Figura 26), estratti dalla banca dati Dexter di ARPAE. Per necessità computazionali, i dati mancanti nel dataset delle osservazioni sono stati sostituiti con i dati meteo rilevati presso la portineria dello stabilimento multisocietario.

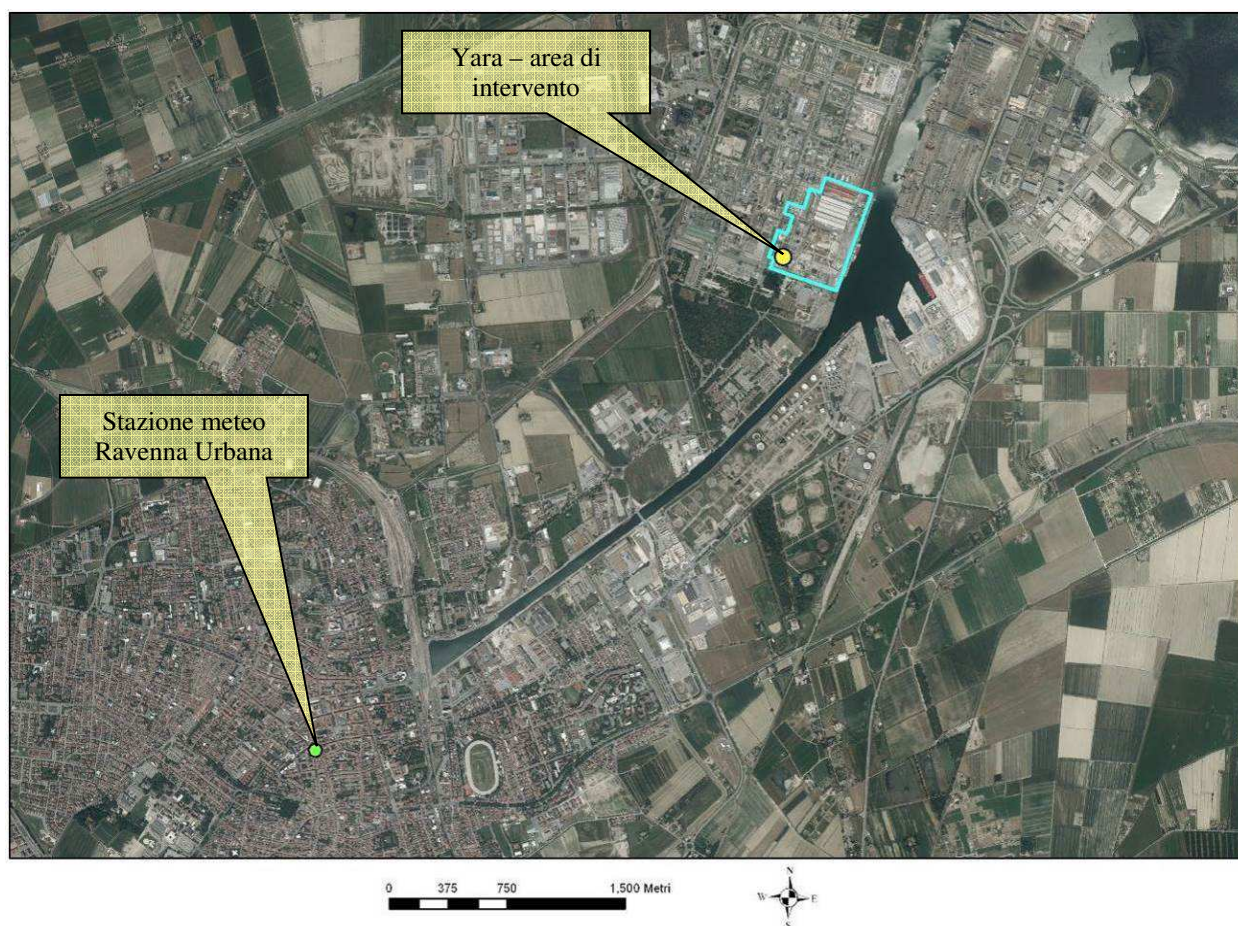


Figura 26 - Posizione della stazione meteo Ravenna Urbana di ARPAE Emilia-Romagna

⁵ <http://www.maind.it/contents/home.aspx?page=home>

La rosa dei venti di elaborata a partire dal file prodotto dal processore metodologico CALMET.DAT in corrispondenza dello stabilimento Yara è riportata in Figura 27; si può osservare la prevalenza dei venti da ovest-nord-ovest/ovest e dalle direzione comprese tra nord-est e sud-est.

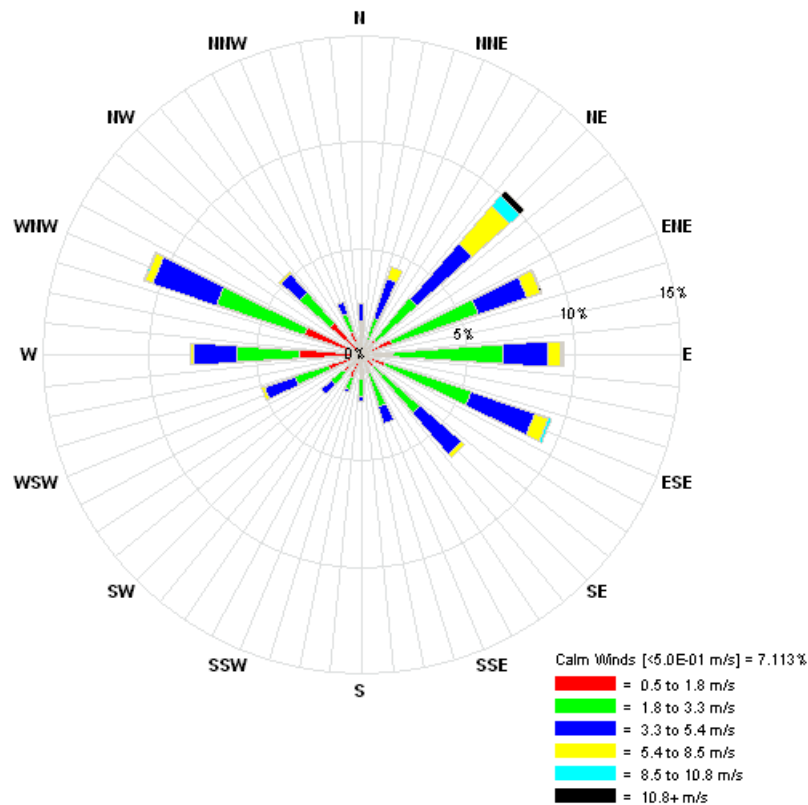


Figura 27 – Rosa dei venti elaborata dal file CALMET.DAT in corrispondenza dello stabilimento Yara (altezza 10 m dal suolo)

7.3.3 Orografia ed uso del suolo

Il pre-processore meteorologico CALMET richiede in ingresso, oltre ai dati meteorologici, anche dati riguardanti l'orografia e l'uso del suolo, elaborati tramite appositi ulteriori pre-processor (TERREL e CTGPROC nella fattispecie).

Per l'orografia è stato utilizzato il database ASTER Global DEM⁶ (2011) con risoluzione di circa 30 m (Figura 28).

La zona di studio è situata all'interno di un'area con orografia sostanzialmente pianeggiante, con modeste variazioni di quota (compre tra 0 e 25 m s.l.m.).

⁶ "ASTER Global DEM è un prodotto di METI e NASA

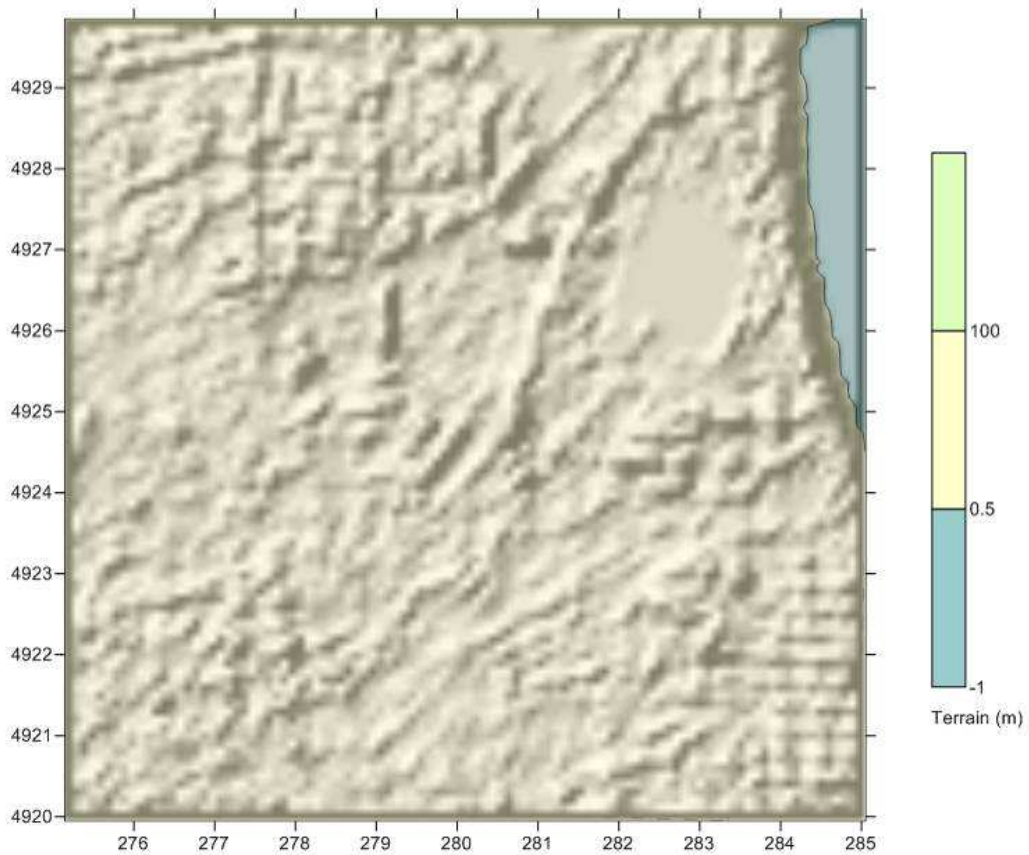


Figura 28 – Rappresentazione dell'orografia dell'area del dominio meteorologico (DTM); l'area di intervento è posizionata al centro del dominio

Per l'uso del suolo si è fatto ricorso al database Global Land Cover Characteristics (GLCC) v. 2.0 avente risoluzione di 1 km, generato da U.S. Geological Survey (USGS), dall'Università di Nebraska-Lincoln (UNL) e dall'European Commission's Joint Research Centre (JRC) (Figura 29).

Tali database dell'uso del suolo è stato preferito ad altri potenzialmente disponibili per ragioni di diretta compatibilità con i pre-processor utilizzati; si ritiene comunque che tale database sia pienamente affidabile per le simulazioni effettuate.

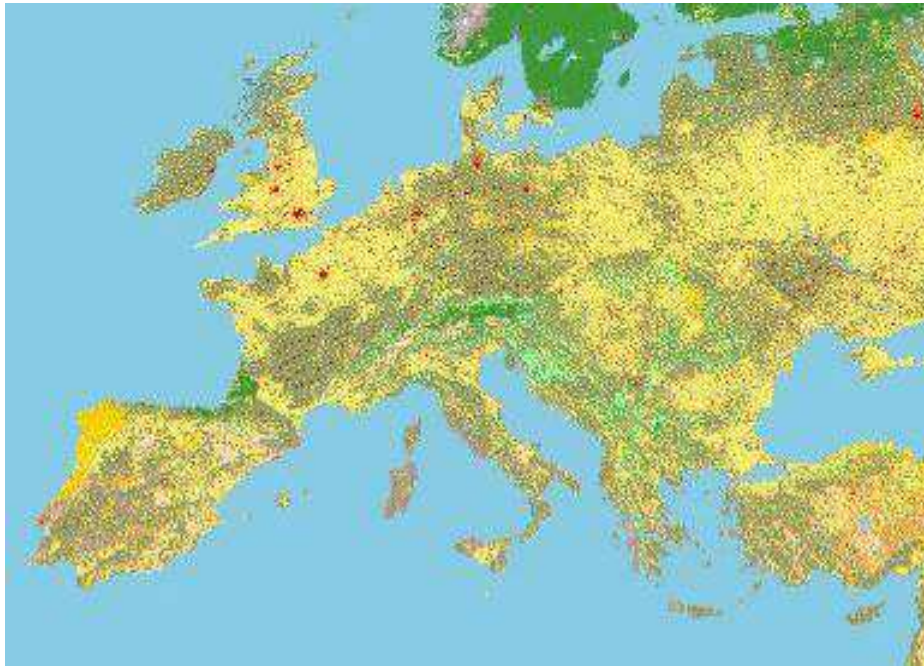


Figura 29 - Global Land Cover Characteristics (GLCC) database (per l'Europa)

7.3.4 Griglia dei recettori

Per i calcoli relativi sia al dominio meteorologico (con CALMET) che al dominio computazionale (con CALPUFF) i recettori sono posizionati ai vertici di una griglia di passo 100 m; il passo della griglia è stato scelto tenendo in considerazione tempi di calcolo da un lato e risoluzione dei risultati in output dall'altro.

7.3.5 Caratteristiche delle sorgenti

7.3.5.1 Assetto impiantistico attuale

Le sorgenti emissive esistenti di interesse corrispondono ai 4 punti di emissione della torre di prilling (E42-7 a/b/c/d).

Non sono prese in considerazioni le altre sorgenti dell'impianto NAS o dello stabilimento, in quanto non interessate dal progetto di modifica; come già evidenziato a proposito dell'impostazione dello studio, il contributo delle altre sorgenti (sia dello stabilimento che più in generale delle altre sorgenti sul territorio) è stato tenuto in considerazione attraverso l'inserimento di un valore di fondo ambientale nel modello.

Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiche ed emissive di tali sorgenti emissivi, facendo riferimento – per gli aspetti emissivi – ai valori autorizzati (A.I.A.). In Figura 30 è indicata la posizione di queste sorgenti.

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

Punto di emissione	Altezza (m)	Diametro (m)	Temp. (K)	Velocità (m/s) (*)	Durata	Inquinanti	Conc. autorizzata (mg/m ³)
E42-7 a	50	2	333	15,6	24 h/giorno 360 gg/anno	Polveri NH ₃	35 10
E42-7 b	50	2	333	15,6	24 h/giorno 360 gg/anno	Polveri NH ₃	35 10
E42-7 c	50	2	333	15,6	24 h/giorno 360 gg/anno	Polveri NH ₃	35 10
E42-7 d	50	2	333	15,6	24 h/giorno 360 gg/anno	Polveri NH ₃	35 10

NOTE:

(*) calcolata in base alla portata volumetrica autorizzata, le dimensioni della sezione di sbocco e la temperatura dei fumi (portata volumetrica autorizzata di ciascuno dei 4 punti di emissione della torre di prilling: 145.000 Nm³/h)

Tabella 8 – Caratteristiche delle sorgenti emissive di interesse nella situazione attuale

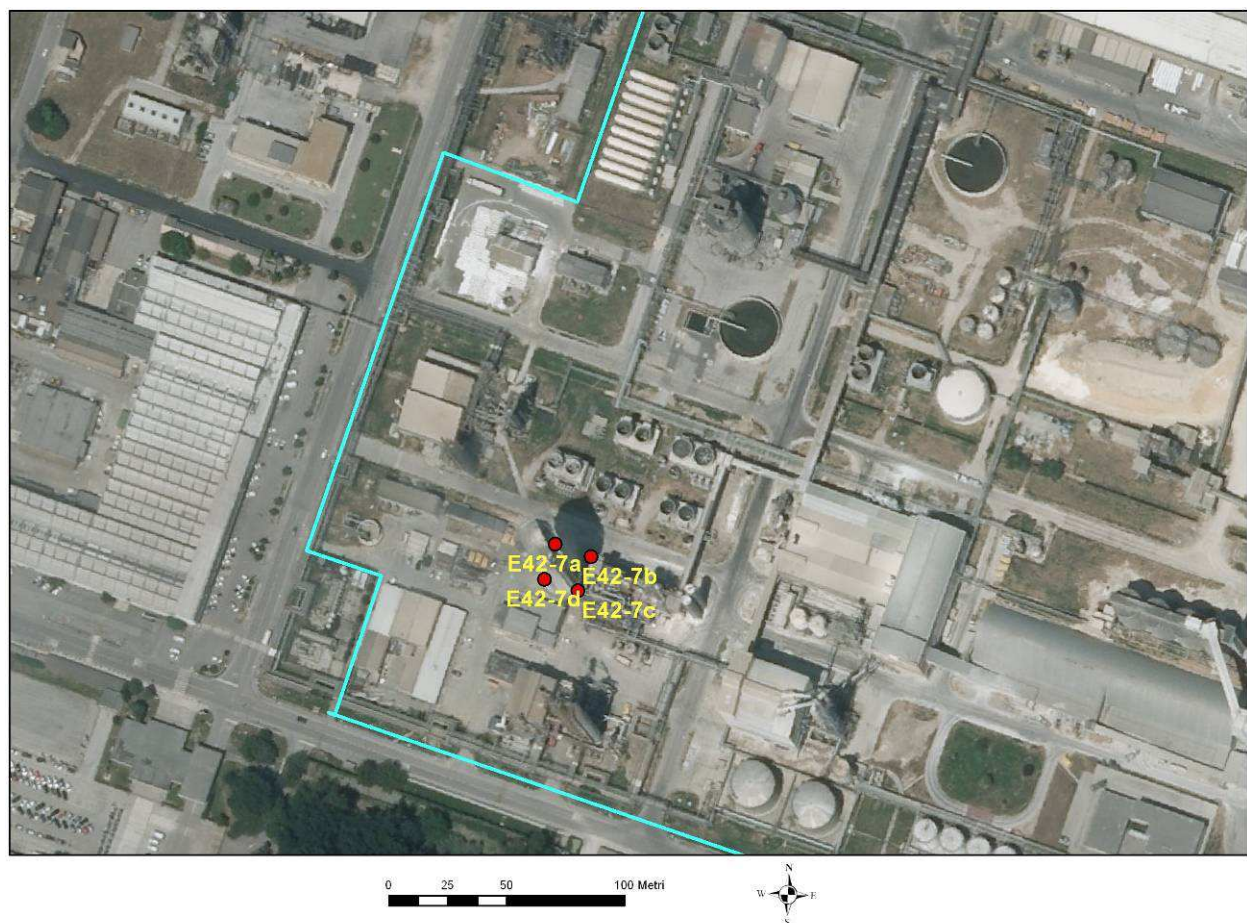


Figura 30 – Posizione delle sorgenti emissive di interesse nella situazione attuale (base ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS Geoportale Regione Emilia-Romagna)

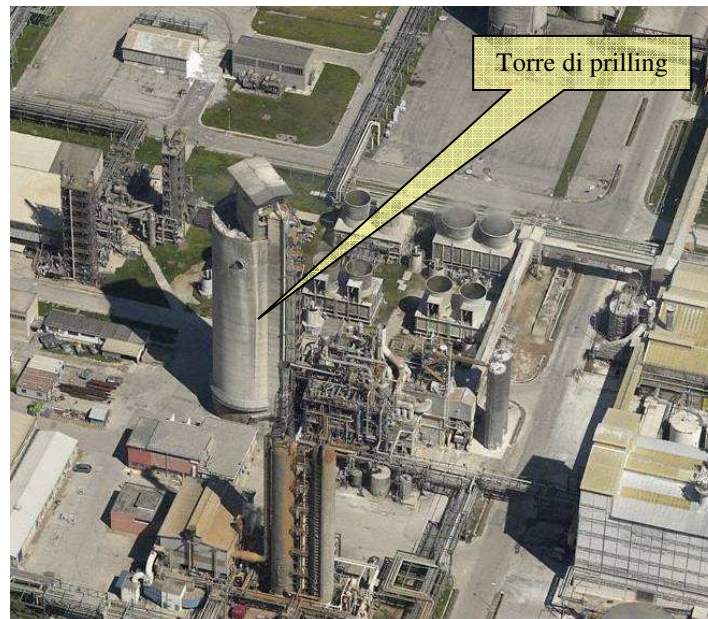


Figura 31 – Vista aerea della torre di prilling

7.3.5.2 Progetto di modifica

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova unità di granulazione con processo di produzione di granuli di nitrato di ammonio basato su granulatore a letto fluido inserita all'interno del processo di produzione del Nitrato di ammonio (NAS). Il progetto di modifica prevede la contemporanea dismissione dei punti di emissione E42-7a/b/c/d della torre di prilling.

La nuova unità in progetto è caratterizzata da un nuovo punto di emissione in condizioni di normale esercizio (identificabile con la sigla E42-11); a tale camino è convogliato il flusso di aria proveniente dal granulatore a letto fluido unito a quelli provenienti dalle aspirazioni di altre apparecchiature; tali flussi sono trattati in un sistema di abbattimento costituito da uno scrubber ad umido in due stati (le soluzioni di lavaggio sono costituite da acqua e acido nitrico); al camino in progetto è convogliata anche l'aspirazione dalle apparecchiature di preparazione della soluzione di nitrato di ammonio, trattata in uno scrubber dedicato. Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature della sezione di trattamento degli effluenti gassosi sono indicate nella documentazione progettuale e nelle relative specifiche tecniche.

Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiche ed emissive del nuovo punto di emissione in progetto; le concentrazioni massime degli inquinanti (polveri e Ammoniaca) sono inferiori ai valori limite indicati nell'allegato I alla Parte Quinta del D.Lgs. 152/2006 e successive modifiche, mentre non ci sono valori 'BAT' di riferimento nei documenti comunitari (BREF Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers, agosto 2007).

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

Punto di emissione	Altezza della sezione di sbocco (m)	Diametro (m)	Temp. (K)	Velocità (m/s) (*)	Durata prevista	Inquinanti	Conc. massima (mg/m ³)
Camino unità di granulazione (E42-11)	45	2,2	322,15	20,0	24 h/giorno 350 giorni/anno (tot. 8.400 ore/anno) (°)	Polveri NH ₃	35 10

NOTE:

(*) calcolata in base alla portata volumetrica, le dimensioni della sezione di sbocco e la temperatura dei fumi. Portata volumetrica al massimo carico: 232.000 Nm³/h (umida, tenore vapor d'acqua 4,4% e tenore ossigeno 20,1%), 222.000 Nm³/h (secca)

(°) è prevista una fermata dell'impianto di durata media di 10 giorni/anno e interruzioni per lavaggio del granulatore di 9 ore ogni 2,5 settimane per complessivi 7,8 giorni/anno

Tabella 9 – Caratteristiche del punto di emissione in progetto E42-11 (camino principale dell'unità di granulazione)

In Figura 32 e Figura 33 è indicata la posizione del nuovo camino (E42-11).

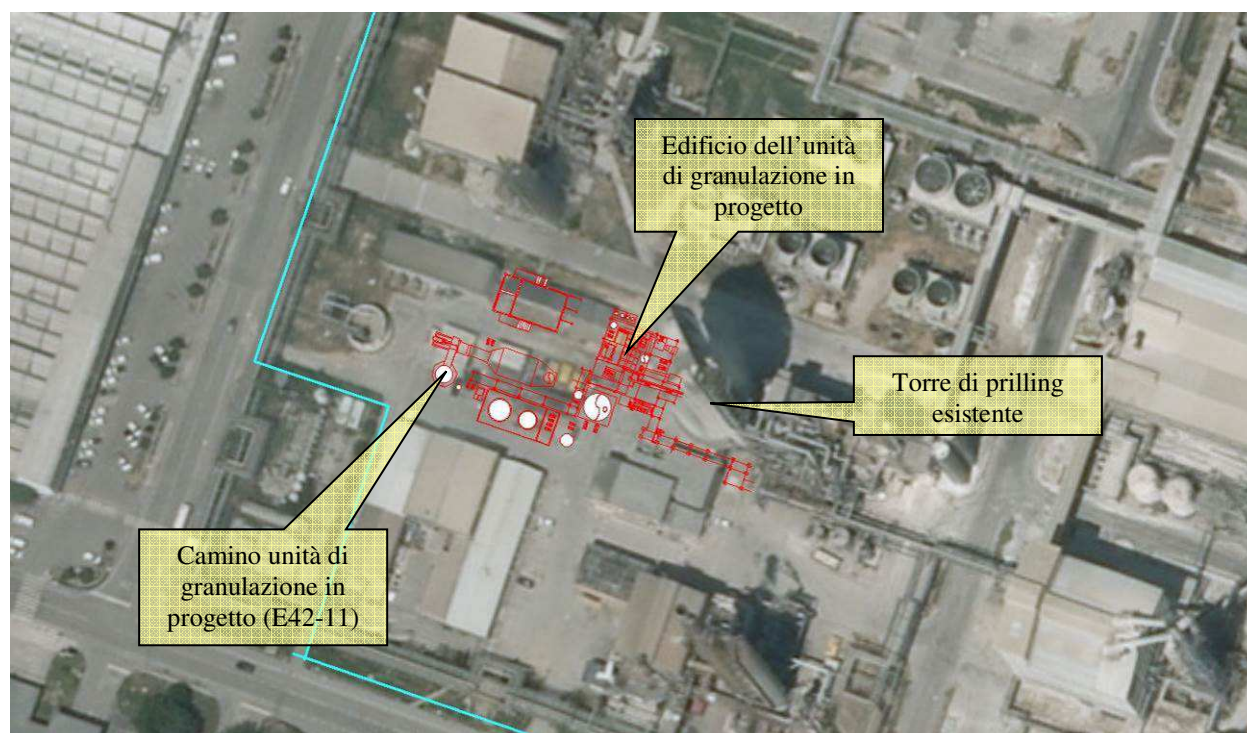


Figura 32 - Posizione dell'impianto in progetto (unità di granulazione) e del nuovo punto emissivo (base ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS Geoportale Regione Emilia-Romagna)

Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna

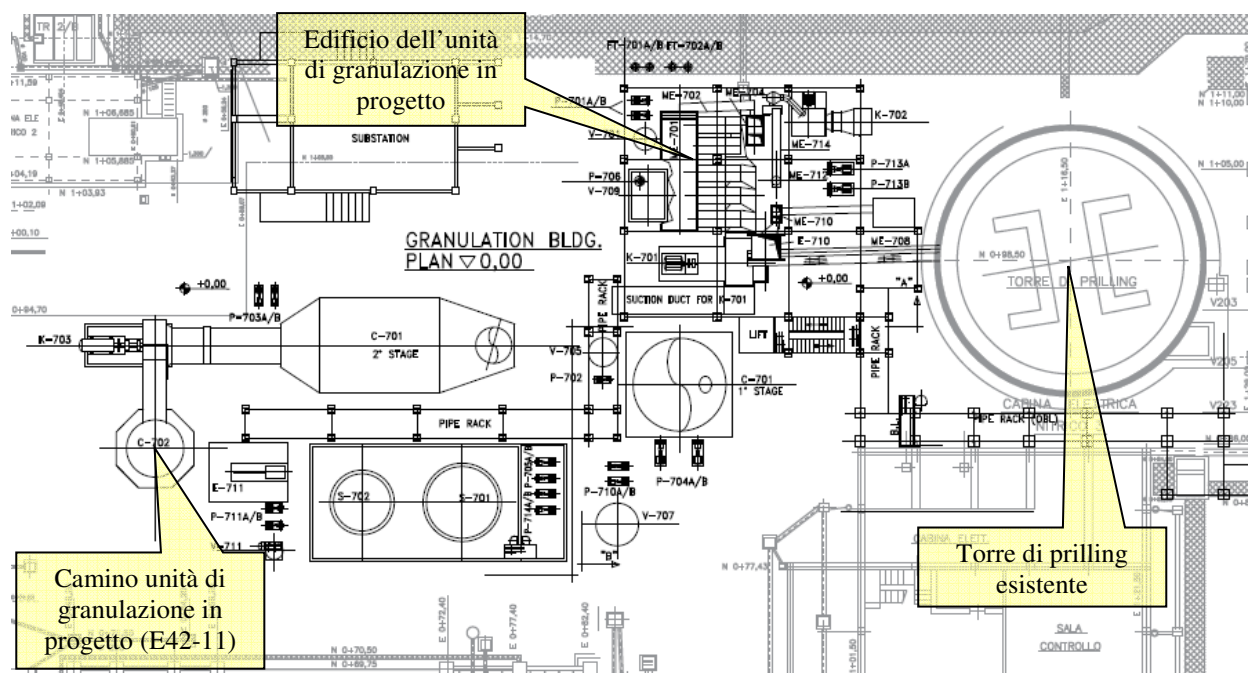


Figura 33 - Planimetria dell'impianto in progetto (unità di granulazione) e nuovo punto emissivo E42-11

Il flusso di massa in emissione degli inquinanti dell'emissione in progetto, inserito come dato di input nel modello di calcolo, è stato determinato moltiplicando la portata volumetrica secca per la concentrazione massima di progetto per i due inquinanti di interesse.

I flussi di massa risultanti sono pari a:

- Polveri: 2,158 g/s;
- Ammoniaca: 0,617 g/s.

Oltre all'emissione in condizioni normali sopra indicata è da rilevare la presenza di un ulteriore punto di emissione, attivo in condizioni di manutenzione (lavaggio) del granulatore o in condizioni anomale / di emergenza in cui lo scrubber e il camino principale (punto E42-11) non risultino in esercizio, provenienti da aspirazione del serbatoio di soluzione di Nitrato di ammonio; le caratteristiche di tale punto di emissione (identificabile con la sigla E42-12 e individuato in Figura 34), sono di seguito indicate:

Punto di emissione	Altezza della sezione di sbocco (m)	Diametro (m)	Temp. (K)	Portata (Nm ³ /h)	Durata prevista	Inquinanti (#)	Flusso (kg/h)
Camino E42-12	43 m	0,254 (10")	327,15	2920	7,8 giorni/anno (187 ore/anno) (\$)	NH ₃	0,1

(#) non è presente emissione di polveri

(\$) il progetto prevede interruzioni per lavaggio del granulatore ogni 2,5 settimane di durata di 9 ore per lavaggio, per un totale di 7,8 giorni/anno

Tabella 10 – Caratteristiche del punto di emissione in progetto E42-12

Tale emissione, in quanto attiva per un ridotto numero di ore all'anno (187), non è stata inclusa nello studio diffusionale anche in considerazione dell'assunzione cautelativa di funzionamento della sorgente principale E42-11 a regime continuo per 24 h/giorno e 365 giorni/anno (tot. 8.760 ore/anno, a fronte di un funzionamento di progetto di 8.400 ore/anno) che compensa ampiamente l'emissione del punto secondario, mentre il suo contributo emissivo è stato computato nel bilancio annuo.

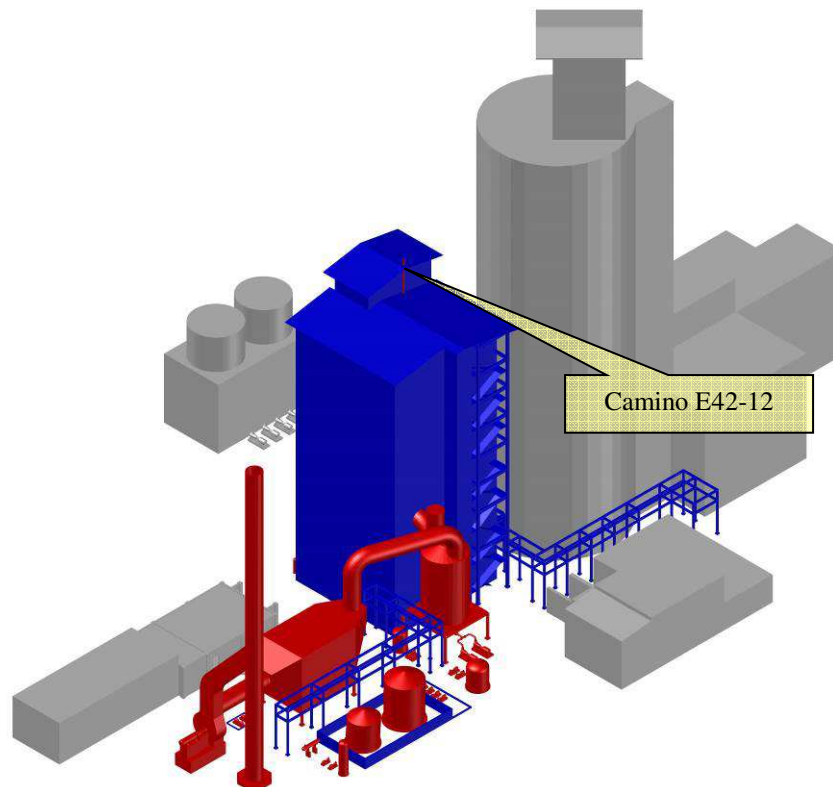


Figura 34 – Posizione del camino E42-12

7.3.5.3 Presenza di edifici che possono determinare fenomeni di building downwash

Nello studio della dispersione di inquinanti sono stati tenuti in considerazione i fenomeni di possibile interferenza aerodinamica del pennacchio delle emissioni studiate, sia nello scenario attuale che in quello di progetto, con i fabbricati limitrofi; il fenomeno fisico, definito come *building downwash*, riguarda gli effetti aerodinamici (Figura 35) che si manifestano a causa della presenza di edifici od ostacoli in prossimità dei camini e che possono determinare un abbassamento del pennacchio con un incremento delle ricadute di inquinante nelle zone limitrofe alla sorgente.

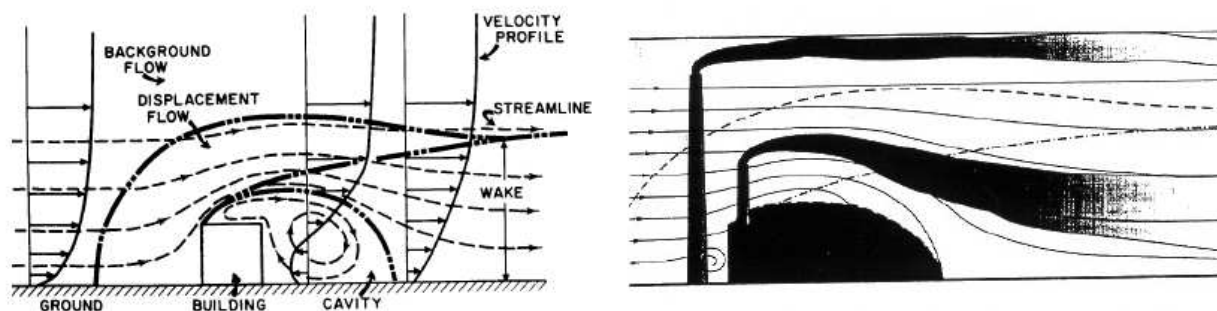


Figura 35 – Effetti aerodinamici dovuti a *building downwash*

Per la simulazione degli effetti di *building downwash* sono stati presi in considerazione i fabbricati più vicini alla sorgente (nuovo camino) e di maggiori dimensioni, comprendenti a due edifici esistenti (torre di prilling e impianto NAS) e, nel solo scenario di progetto, l'edificio dell'impianto in progetto (edificio 'granulation building') e in particolare:

edifici esistenti:

- 1: torre di prilling (H=57 +13,6 m);
- 2: impianto NAS (H=20 m);

edifici in progetto:

- 3: edificio 'granulation building' (H=40,5 m, valore corrispondente all'altezza massima).

La torre di prilling, che ha base circolare, è stata schematizzata come un solido a base ottagonale in quanto il codice di calcolo accetta unicamente forme poligonali; gli altri fabbricati sono stati schematizzati come parallelepipedi, con base corrispondente all'impronta del fabbricato stesso e altezza pari al valore sopra indicato.

La simulazione modellistica è stata realizzata attivando, nel modello, l'opzione di *building downwash* e caricando le dimensioni degli edifici processate con il programma EPA Building Profile Input Program (BPIP) e in particolare tramite l'algoritmo PRIME (Schulman et al., 1998).

Infine è stato considerato anche l'effetto di interferenza tra il pennacchio e il camino stesso, denominato "*stack-tip downwash*" (vedi Figura 36).

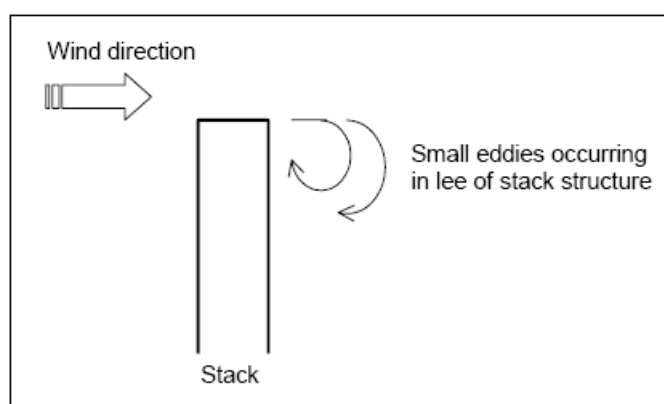


Figura 36 – Rappresentazione schematica del fenomeno di *stack-tip downwash*

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 44
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

8. Risultati dello studio

8.1 Bilancio emissivo

8.1.1 Assetto impiantistico attuale

Sulla base delle caratteristiche delle emissioni delle sorgenti dell'attuale assetto impiantistico incluse nella valutazione (cfr. par. 7.3.5.1) sono stati determinati i flussi di massa e quindi il bilancio emissivo annuo, riferito alle condizioni autorizzate; i risultati sono riportati nella tabella che segue.

Punti di emissione	Provenienza	Flussi di massa complessivi (valori autorizzati)	Numero ore annue	Emissioni annue complessive (aut.)
E42-7 a/b/c/d	Torre di prilling	Polveri: $4 \times 5,075 = 20,3$ kg/h NH ₃ : $4 \times 1,45 = 5,8$ kg/h	360 gg \times 24 h = 8640 ore/anno	Polveri: 175,392 t/anno NH ₃ : 50,112 t/anno

Tabella 11 – Flussi di massa e bilancio emissivo annuo relativo alle condizioni di autorizzazione

8.1.2 Progetto di modifica

Sulla base delle caratteristiche delle emissioni delle sorgenti interessate dal progetto di modifica incluse nella valutazione (cfr. par. 7.3.5.2) sono stati determinati i flussi di massa e quindi il bilancio emissivo annuo; i risultati sono riportati nella tabella che segue.

Punti di emissione	Provenienza	Flussi di massa (valori di progetto)	Numero ore annue	Emissioni annue
E42-11	Unità di granulazione	Polveri: 7,77 kg/h NH ₃ : 2,22 kg/h	350 gg \times 24 h = 8400 ore/anno	Polveri: 65,268 t/anno NH ₃ : 18,648 t/anno
E42-12	Aspirazione serbatoio nitrato di ammonio con E42-11 non attivo	NH ₃ : 0,1 kg/h	187 ore/anno	NH ₃ : 0,019 t/anno
TOTALE				Polveri: 65,268 t/anno NH ₃ : 18,667 t/anno

Tabella 12 – Flussi di massa e bilancio emissivo annuo relativo alle condizioni di progetto

8.1.3 Confronto

Nella tabella seguente sono confrontati i valori emissivi annui nei due scenari temporali (attuale e futuro) sulla base dei dati delle precedenti Tabella 11 e Tabella 12. I dati documentano una riduzione superiore al 60%, rispetto alla situazione autorizzata attuale e alle sorgenti considerate, per entrambi gli inquinanti.

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 45
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

Inquinante	Emissioni annue nello scenario attuale (valori autorizzati) (t/anno) [A]	Emissioni annue nello scenario futuro (valori di progetto) (t/anno) [B]	Differenza [B]-[A] (t/anno e %)
Polveri	175,392	65,268	-110,124 (-62,8%)
Ammoniaca	50,112	18,667	-31,445 (-62,7%)

Tabella 13 – Confronto delle emissioni annue nei due scenari temporali (attuale e future) per le sorgenti di interesse

Tale risultato conferma che il progetto di modifica consente di raggiungere un importante obiettivo ambientale e in particolare una consistente riduzione delle emissioni in atmosfera; va ricordato peraltro che attualmente le emissioni in aria provenienti dai 4 camini della torre di prilling contribuiscono per i due terzi delle emissioni totali in aria di polveri e per circa il 50% delle emissioni totali in aria di ammoniaca dell'intero stabilimento Yara.

La significativa riduzione delle emissioni di polveri e di Ammoniaca raggiungibile con il progetto di modifica consente di ottemperare pienamente alle prescrizioni delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) e del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) comunale orientate al non peggioramento del quadro emissivo nel caso di modifiche riguardanti le attività produttive.

8.2 Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera (ricadute al suolo)

8.2.1 Assetto impiantistico attuale

Per lo scenario relativo all'assetto impiantistico attuale, i punti di emissione considerati nello studio diffusionale corrispondono alle quattro emissioni convogliate della torre di prilling (punti E42-7 a/b/c/d).

Le caratteristiche di tali punti di emissione sono già state riportate al precedente paragrafo 7.3.5.1.

Per tutte quattro i punti è stata considerata, ai fini dello studio diffusionale, una emissione continua per tutto l'anno (24 ore/giorno per 365 giorni/anno pari a 8.760 ore/anno) a fronte di un numero di ore autorizzato di 8.640 ore/anno.

In considerazione della direzione di emissione orizzontale per tutti quattro i punti è stato impostato un valore del parametro Momentum Flux Factor pari a 0.

Le simulazioni hanno riguardato l'intero anno solare 2015 e hanno portato a determinare, per ogni recettore, i valori di concentrazione medi orari sull'intero periodo (1 anno), in base ai quali sono stati poi determinati gli indicatori di interesse per i diversi inquinanti (valori medi su una o su più ore e fino a 1 anno, percentili, ecc.), in considerazione dei limiti eventualmente prevista dalla normativa (D.Lgs. 155/2010).

I valori finali sono derivano della sovrapposizione (somma), ottenuta tramite il post-processore (CALPOST), dei valori di ricaduta risultanti dalle simulazioni (e determinati dalle sorgenti studiate) e di un valore di fondo impostato in base ai dati di qualità dell'aria locali (cfr. par. 6), di seguito indicato. In sostanza per ogni ora e per ogni recettore il valore finale della concentrazione (C) è il risultato della

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 46
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

somma del valore derivante dal modello diffusionale (C_m), dovuto al contributo delle sorgenti studiate, e di un valore di fondo (C_f , fisso):

$$C=C_m+C_f$$

Si sottolinea che l'obiettivo delle simulazioni e della successiva elaborazione non è tanto ricostruire con precisione i livelli di qualità dell'aria per via modellistica (risultato che richiederebbe un approccio molto più complesso, basato sulla completa ricostruzione emissiva di un'ampia porzione di territorio) ma ottenere dei risultati che consentano un corretto confronto degli impatti atmosferici nei due assetti impiantistici (attuale e con nuova unità di granulazione).

Tutti i file delle simulazioni (input, output) sono a disposizione degli Enti.

I risultati sono illustrati nei paragrafi che seguono; le mappe con la distribuzione dei valori di concentrazione al suolo sono riportate in allegato al presente documento; in esse i valori puntuali calcolati in corrispondenza della griglia dei recettori sono stati interpolati tramite tecnica IDW (*Inverse Distance Weighted*) con software GIS per ottenere una distribuzione continua di concentrazione sul dominio di calcolo. I valori massimi evidenziati nelle mappe possono essere talvolta leggermente inferiori ai valori numerici riportati nella tabelle per effetto degli stessi algoritmi di interpolazione che non riproducono necessariamente i valori originari nei punti su cui è basata l'interpolazione.

8.2.1.1 Polveri

I risultati delle simulazioni e delle successive elaborazioni relative alle polveri sono riepilogati di seguito e posti a confronto con i limiti di riferimento applicabili; si è assunto cautelativamente che l'intero flusso emissivo di polveri emesso dalle sorgenti studiate sia di PM10.

Sono in particolare riportati in tabella i valori massimi sul dominio di calcolo di:

- a) concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate;
- b) concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo ambientale, assunto pari a 33,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore corrispondente alla media aritmetica delle concentrazioni medie annue del triennio 2014-2015-2016 per le stazioni Rocca Brancaleone e Porto San Vitale; è evidente che tale somma determina, almeno per le medie annue, un 'doppio conteggio' dei contributi della torre di prilling, ma tale modalità assicura una valutazione conservativa.

Indicatore	Valore massimo delle concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo delle concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori limite di legge PM10 (D.Lgs. 155/2010) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
90,4° percentile delle conc. giornaliere (1)	9,4	42,6	50
Media annua	2,8	36,0	40
NOTE: (1) corrispondente al valore medio giornaliero superato per più di 35 giorni all'anno			

Tabella 14 – Confronto dei risultati delle elaborazioni con i limiti di legge (polveri - scenario attuale)

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 47
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

Il risultati delle simulazioni mostrano che i valori cumulativi (contributo impianti studiati + fondo) sono inferiori ai limiti di legge, sia per il 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (corrispondenti al 36° massimo) sia per la concentrazione media annua; in entrambi i casi il valore cumulativo è determinato in maniera significativa dal valore di fondo assunto.

Le mappe con le distribuzioni al suolo di PM10 (90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere dell'anno e media annua) sono riportate in allegato.

Le mappe mostrano che i valori più elevati si presentano in direzione ovest-sud-ovest, a poche centinaia di metri dall'area di intervento, prevalentemente all'interno del perimetro del sito multisocietario.

8.2.1.2 Ammoniaca

I risultati delle simulazioni e delle successive elaborazioni relative all'Ammoniaca (NH₃) sono riepilogati di seguito e posti a confronto con i limiti di riferimento assunti.

In relazione a tale aspetto si sottolinea che non vi sono limiti nella normativa nazionale in materia di qualità dell'aria riguardanti questo inquinante né vi sono limiti di riferimento suggeriti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS/WHO).

Un riferimento utile è il "Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC)" della banca dati IRIS (Integrated Risk Information System) dell'US EPA; il valore RfC costituisce una stima dell'esposizione inalatoria giornaliera che è probabile non costituisca un rischio di effetti dannosi apprezzabili durante la vita. Il valore RfC per l'ammoniaca (revisione di settembre 2016) è pari a 0,5 mg/m³, cioè 500 µg/m³.

Come limite di esposizione di breve periodo si può fare riferimento al valore obiettivo per la qualità dell'aria dello Stato dell'Alberta (Canada), pari a 1.400 µg/m³ (come media di 1 ora).

Un ulteriore valore da tenere presente è l'Environmental Assessment Level' indicato nelle linee guida dell'Agenza ambientale del Regno Unito come standard di riferimento per gli inquinanti privi di limiti di legge nelle valutazioni di rischio delle emissioni in atmosfera⁷; per l'Ammoniaca sono indicati i valori (orario e annuale) riportati nella tabella seguente.

	Limite annuale (µg/m³)	Limite orario (µg/m³)
Ammoniaca	180	2.500

Tabella 15 – Valori dell'Environmental Assessment Level' per l'Ammoniaca (UK Environment Agency)

Si ricordano in ultimo i valori di riferimento per la protezione dei lavoratori stabiliti dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) (TLV), pari a 25 ppm (pari a circa 17,4 mg/m³) (TLV-TWA⁸) e 35 ppm (pari a circa 24,3 mg/m³) (TLV-STEL⁹), e quelli fissati dalla normativa italiana (D.Lgs. 81/2008 e successive modifiche), riportati nella seguente tabella.

⁷ <https://www.gov.uk/guidance/air-emissions-risk-assessment-for-your-environmental-permit#environmental-standards-for-air-emissions>

⁸ Valore limite di isoglia-media ponderata nel tempo: concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa convenzionale di otto ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa senza effetti negativi

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 48
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

	Valore limite			
	8 ore		Breve termine	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
Ammoniaca anidra	14	20	36	50

Tabella 16 – Valori limite di esposizione professionale per l'Ammoniaca anidra (D.Lgs. 81/2008, All. XXXVIII)

Parallelamente ai limiti per la qualità dell'aria, finalizzati alla protezione della salute, è opportuno considerare anche la soglia olfattiva (OT – Odour Threshold), il cui superamento può portare a disturbo per la popolazione.

In letteratura si trovano numerosi valori, anche molto differenti tra loro (di ordini di grandezza); nel Manuale APAT (ora ISPRA) "Metodi di misura delle emissioni olfattive"¹⁰ sono riportati i valori più bassi e più alti delle soglie olfattive reperibili in letteratura per molte sostanze, compresa l'Ammoniaca (vd. Tabella 17).

	Soglia bassa (mg/m ³)	Soglia alta (mg/m ³)
Ammoniaca	0,0266	39,6

Tabella 17 – Valori di soglia olfattiva di letteratura per l'Ammoniaca (ISPRA)

Sono riportati in tabella i valori massimi sul dominio di calcolo di:

- concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate;
- concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo ambientale, assunto pari a 39,0 µg/m³ (valore corrispondente alla media delle concentrazioni misurate durante la campagna con laboratorio mobile nel periodo 16-29 maggio 2002 con mezzo posizionato all'interno dell'area portuale TCR); è evidente che tale somma determina, almeno per le medie annue, un 'doppio conteggio' dei contributi della torre di prilling, ma tale modalità assicura una valutazione conservativa.

Indicatore	Valore massimo delle concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate (µg/m ³)	Valore massimo delle concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo (µg/m ³)	Valori di riferimento (µg/m ³)
Media oraria	43,0	82,0	1.400 (Alberta Ambient Air Quality Objective)
Media annua	0,81	39,8	500 (RfC EPA IRIS)

Tabella 18 – Confronto dei risultati delle elaborazioni con i limiti di riferimento (ammoniaca – scenario attuale)

⁹ Valore limite di soglia-limite per breve tempo di esposizione: concentrazione TWA di 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa

¹⁰ APAT (2003), Metodi di misura delle emissioni olfattive, Manuali e Linee Guida 19/2003

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 49
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

I valori massimi delle concentrazioni medie orarie e media annua ottenuti con le simulazioni (contributo impianti studiati + fondo) non superano in nessun punto i valori di riferimento, risultando ampiamente inferiori a tali valori; in entrambi i casi (massimo orario e media annua) il valore cumulativo è determinato in maniera significativa dal valore di fondo assunto.

Le mappe con le distribuzioni al suolo di NH₃ (massimo orario e media annua) sono riportate in allegato.

Le mappe mostrano che i valori più elevati delle concentrazioni massime orarie si presentano in direzione nord-nord-ovest mentre i massimi valori delle concentrazioni medie annue di presentano in direzione ovest-sud-ovest, in entrambi i casi a poche centinaia di metri dall'area di intervento, prevalentemente all'interno del perimetro del sito multisocietario.

8.2.2 Progetto di modifica

Per lo scenario relativo all'assetto impiantistico di progetto, il punto di emissione considerato nello studio diffusionale corrisponde al camino della nuova unità di granulazione (punto E42-11). Le caratteristiche di tale punto di emissione sono già state riportate al precedente paragrafo 7.3.5.2.

Per tale punto è stata cautelativamente considerata, ai fini dello studio diffusionale, un'emissione continua per tutto l'anno (24 ore/giorno per 365 giorni/anno, pari a 8.760 ore/anno) a fronte di un numero di ore di funzionamento di progetto di 8.400 ore/anno.

Le simulazioni hanno riguardato l'intero anno solare 2015 e hanno portato a determinare, per ogni recettore, i valori di concentrazione medi orari sull'intero periodo (1 anno), in base ai quali sono stati poi determinati gli indicatori di interesse per i diversi inquinanti (valori medi su una o su più ore e fino a 1 anno, percentili, ecc.), in considerazione dei limiti eventualmente prevista dalla normativa (D.Lgs. 155/2010).

I valori finali sono derivano della sovrapposizione (somma), ottenuta tramite il post-processore (CALPOST), dei valori di ricaduta risultanti dalle simulazioni (e determinati dalle sorgenti studiate) e di un valore di fondo impostato in base ai dati di qualità dell'aria locali (cfr. par. 6), di seguito indicato. In sostanza per ogni ora e per ogni recettore il valore finale della concentrazione (C) è il risultato della somma del valore derivante dal modello diffusionale (C_m), dovuto al contributo delle sorgenti studiate, e di un valore di fondo (C_f, fisso):

$$C=C_m+C_f$$

Si sottolinea nuovamente che l'obiettivo delle simulazioni e della successiva elaborazione non è tanto ricostruire con precisione i livelli di qualità dell'aria per via modellistica (risultato che richiederebbe un approccio molto più complesso, basato sulla completa ricostruzione emissiva di un'ampia porzione di territorio) ma ottenere dei risultati che consentano un corretto confronto degli impatti atmosferici nei due assetti impiantistici (attuale e con nuova unità di granulazione).

I risultati sono illustrati nei paragrafi che seguono. Le mappe con la distribuzione dei valori di concentrazione al suolo sono riportate in allegato al presente documento; in esse i valori puntuali calcolati in corrispondenza della griglia dei recettori sono stati interpolati tramite tecnica IDW (*Inverse Distance Weighted*) con software GIS per ottenere una distribuzione continua di concentrazione sul dominio di calcolo. Nelle mappe sono stati mantenuti gli stessi intervalli di valori per consentire un agevole confronto con la distribuzione delle ricadute al suolo nella scenario attuale.

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 50
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

I valori massimi evidenziati nelle mappe possono essere talvolta leggermente inferiori ai valori numerici riportati nella tabelle per effetto degli stessi algoritmi di interpolazione che non riproducono necessariamente i valori originari nei punti su cui è basata l'interpolazione.

8.2.2.1 Polveri

I risultati delle simulazioni e delle successive elaborazioni relative alle polveri sono riepilogati di seguito e posti a confronto con i limiti di riferimento applicabili; anche per lo scenario post operam si è assunto cautelativamente che l'intero flusso emissivo di polveri emesso dalle sorgenti studiate sia di PM10.

Sono in particolare riportati in tabella i valori massimi sul dominio di calcolo di:

- a) concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate;
- b) concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo ambientale, assunto pari a 33,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore corrispondente alla media aritmetica delle concentrazioni medie annue del triennio 2014-2015-2016 per le stazioni Rocca Brancaleone e Porto San Vitale; è evidente che tale somma assicura una valutazione conservativa in quanto nel fondo ambientale è ricompreso anche il contributo della emissioni della torre di prilling).

Indicatore	Valore massimo delle concentrazioni dovute alla sola sorgente studiata ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo delle concentrazioni della sorgente studiata + fondo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori limite di legge PM10 (D.Lgs. 155/2010) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
90,4° percentile delle conc. giornaliere (1)	3,3	36,5	50
Media annua	1,1	34,3	40
NOTE: (1) corrispondente al valore medio giornaliero superato per più di 35 giorni all'anno			

Tabella 19 – Confronto dei risultati delle elaborazioni con i limiti di legge (polveri – scenario di progetto)

Il risultati delle simulazioni mostrano che i valori cumulativi (contributo impianti studiati + fondo) sono inferiori ai limiti di legge, sia per il 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (corrispondenti al 36° massimo) sia per la concentrazione media annua; in entrambi i casi il valore cumulativo è determinato in maniera significativa dal valore di fondo assunto.

Le mappe con le distribuzioni al suolo di PM10 (90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere dell'anno e media annua) sono riportate in allegato.

Le mappe mostrano, analogamente allo scenario ante operam, che i valori più elevati si presentano in direzione ovest-sud-ovest, a poche centinaia di metri dall'ara di intervento, prevalentemente all'interno del perimetro del sito multisocietario.

8.2.2.2 Ammoniaca

I risultati delle simulazioni e delle successive elaborazioni relative all'Ammoniaca (NH_3) sono riepilogati di seguito e posti a confronto con i limiti di riferimento assunti.

Sono riportati in tabella i valori massimi sul dominio di calcolo di:

- a) concentrazioni dovute alle sole sorgenti studiate;
- b) concentrazioni delle sorgenti studiate + fondo ambientale, assunto pari a 39,0 µg/m³ (valore corrispondente alla media delle concentrazioni misurate durante la campagna con laboratorio mobile nel periodo 16-29 maggio 2002 con mezzo posizionato all'interno dell'area portuale TCR); è evidente che tale somma assicura una valutazione conservativa in quanto nel fondo ambientale è ricompreso anche il contributo della emissioni della torre di prilling.

Indicatore	Valore massimo delle concentrazioni dovute alla sola sorgente studiata (µg/m ³)	Valore massimo delle concentrazioni della sorgente studiata + fondo (µg/m ³)	Valori di riferimento (µg/m ³)
Media oraria	14,7	53,7	1.400 (Alberta Ambient Air Quality Objective)
Media annua	0,3	39,3	500 (RfC EPA IRIS)

Tabella 20 – Confronto dei risultati delle elaborazioni con i limiti di riferimento (ammoniaca – scenario di progetto)

Benché nello studio diffusionale non sia stata considerata l'emissione discontinua (187 ore/anno) da punto di emissione E42-12, l'ipotesi di funzionamento in continuo 24 ore/giorno per 365 giorni/anno per un totale di 8.760 ore/anno a fronte di un numero di ore di funzionamento in progetto di 8.400 compensa ampiamente tale scelta, alla luce di flusso emissivi e delle caratteristiche dei punti di emissione, e i valori di ricaduta ottenuti possono essere ritenuti rappresentativi anche del contributo della sorgente discontinua E42-12.

Anche nello scenario post operam i massimi valori delle concentrazioni orarie e media annua ottenuti con le simulazioni (contributo impianti studiati + fondo) non superano in nessun punto i valori di riferimento, risultando ampiamente inferiori a tali valori; essi risultano inoltre largamente inferiori ai valori TLV di protezione dei lavoratori (circa 3 ordini di grandezza) mentre i valori massimi orari sommati al fondo possono superare il valore inferiore della soglia olfattiva.

In entrambi i casi (massimo orario e media annua) il valore cumulativo è determinato in maniera preponderante dal valore di fondo assunto.

Le mappe con le distribuzioni al suolo di NH₃ (massimo orario e media annua) sono riportate in allegato.

Le mappe mostrano che i valori più elevati delle concentrazioni massime orarie si presentano in direzione nord-nord-ovest mentre i massimi valori delle concentrazioni medie annue di presentano in direzione ovest-sud-ovest, in entrambi i casi a poche centinaia di metri dall'area di intervento, prevalentemente all'interno del perimetro del sito multisocietario.

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 52
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

8.2.3 Confronto

Il confronto dei valori massimi delle ricadute nei due scenari temporali (ante e post operam) (Tabella 21) mostra che a una rilevante riduzione delle emissioni complessive annue, documentata nel paragrafo precedente, si accompagna anche una riduzione dei valori massimi delle ricadute al suolo, in misura diversificata per inquinante e indicatore statistico.

La riduzione più importante interessa i valori massimi orari di concentrazione di Ammoniaca (-34,5%), segue il 90,4° percentile delle concentrazioni giornaliere di polveri (-14,3%); le riduzioni delle concentrazioni medie annue per entrambi gli inquinanti sono inferiori a 5% rappresentando ad ogni modo un risultato positivo.

Inquinante	Indicatore	Val. max delle ricadute nello scenario ante operam (sorgenti + fondo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) [A]	Val. max delle ricadute nello scenario post operam (sorgente + fondo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) [B]	Differenza [B]-[A] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ e %)
Polveri	90,4° percentile delle conc. giornaliere	42,6	36,5	-6,1 (-14,3%)
	Media annua	36,0	34,3	-1,7 (-4,7%)
Ammoniaca	Massimo orario	82,0	53,7	-28,3 (-34,5%)
	Media annua	39,8	39,3	-0,5 (-1,3%)

Tabella 21 - Confronto dei valori massimi delle ricadute al suolo (sorgenti + fondo) nei due scenari temporali (ante e post operam)

La riduzione sui valori massimi di ricaduta al suolo rafforza il giudizio positivo sugli impatti atmosferici del progetto espresso con riferimento al bilancio emissivo; tale risultato risponde pienamente alle indicazioni e/o prescrizioni delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020) e del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) comunale orientate al non peggioramento del quadro emissivo nel caso di modifiche riguardanti le attività produttive.

9. Considerazioni conclusive

Rappresentando uno degli scopi prioritari del progetto, l'attuazione del progetto di modifica determina una significativa riduzione delle emissioni in atmosfera (superiore al 60%) di polveri e ammoniaca rispetto all'assetto attuale per effetto della dismissione dei 4 punti di emissione della torre di prilling e della introduzione di una nuova unità dotata di sistemi di abbattimento delle emissioni.

Lo studio diffusionale ha inoltre attestato anche una significativa riduzione dei massimi valori di ricaduta al suolo di entrambi gli inquinanti per effetto del progetto di modifica e una riduzione degli areali.

É opportuno ricordare, anche in conclusione, l'approccio cautelativo adottato nello studio e in particolare nei dati emissivi utilizzati nelle simulazioni (regime di funzionamento continuo 24 ore/giorno e 365 giorni/anno, emissioni basate sui massimi valori di portata e di concentrazione degli inquinanti).

8 febbraio 2018	Rev. 0	Pagina 54
Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'AN Granulation Unit' presso lo stabilimento Yara di Ravenna		

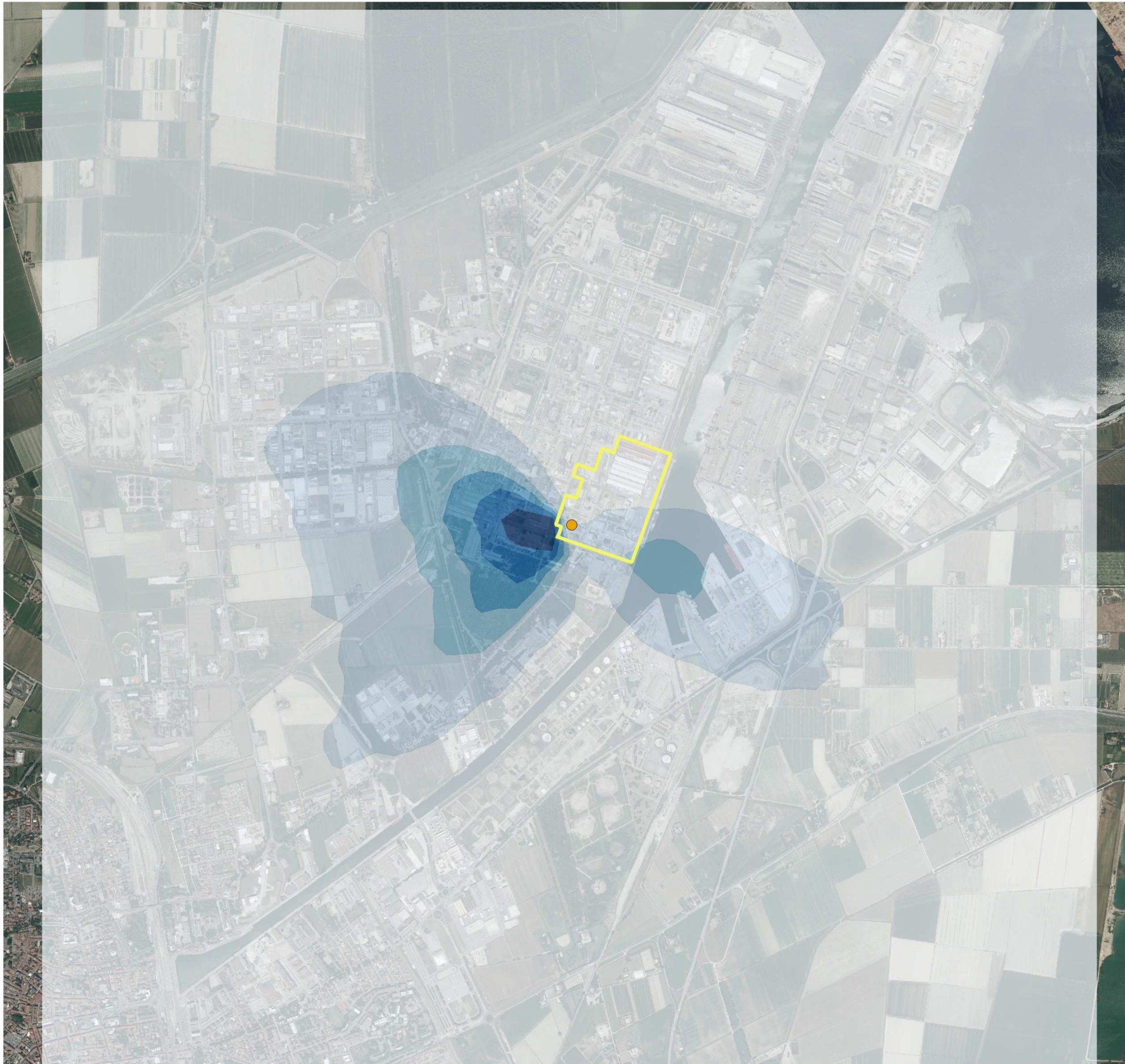
BIBLIOGRAFIA

- ARPAE (2016). Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Ravenna. Anno 2015.
- ARPAE (2017). Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Ravenna. Anno 2016.
- Desiato F., Brusasca G., Deserti M., Zanini G. (2000). I modelli nella valutazione della qualità dell'aria. ANPA, RTI CTN_ ACE 2/2000.
- Escoffier C., Robe F.R., Klausmann A.M., Scire J.S. (2010). Reviewing Issues Associated with Modelling Atmospheric Dispersion in Changing Meteorological Conditions. A report prepared for ADMLC. ADMLC/2010/1.
- Finzi G., Brusasca G. (1991). La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali. Masson.
- Floccia M., Gisotti G., Sanna M. (2003). Dizionario dell'inquinamento. Cause, effetti, rimedi, normativa. Carocci Editore.
- Schulman. L.L., D.G. Strimaitis and J.S. Scire (1998). Development and Evaluation of the Prime Plume Rise and Building Downwash Model. Paper 4B.1, presented at the 10th Joint Conference on the Applications of Air Pollution Meteorology with AWMA, January 1998, Phoenix, AZ.
- Scire, J.S., Strimaitis D. G. e Yamartino, R.J. (2000). A User Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5). Earth Tech, Inc.
- Seinfeld J. (1986). Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution; Wiley Interscience Publication.
- Seinfeld J. e Pandis S. (2006). Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change. 2nd Edition. John Wiley & Sons.
- Sozzi R. (2003). La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria. APAT CTN-ACE 2003.
- UNI 10796 (2000). Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici.
- US EPA (Environmental Protection Agency) (2005). Revision to the Guideline on Air Quality Models.
- US EPA (Environmental Protection Agency) (2008). Clarification of Regulatory Status of CALPUFF for Near-field Applications, memorandum from Richard A. Wayland to Regional Air Division Directors, dated August 13, 2008.
- US EPA (Environmental Protection Agency) (2008). Technical Issues Related to CALPUFF Near-field Applications, memorandum from Roger W. Brode, Bret Anderson to Tyler Fox, OAQPS (EPA), dated September 26, 2008.
- US EPA (Environmental Protection Agency) (2011). Additional Clarification Regarding Application of Appendix W Modeling Guidance for the 1-hour NO₂ NAAQS, US EPA, March 1, 2011.
- US EPA (Environmental Protection Agency) (2017). Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches to Address Ozone and Fine Particulate Matter. 40 CFR Appendix W to Part 51.

Allegato – Mappe di ricaduta al suolo degli inquinanti

Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Ante operam
Inquinante	Polveri
Indicatore	Concentrazione media giornaliera – Valore superato per 35 volte nell'arco dell'anno (36° max)
Sorgenti	E42-7 a / b / c / d – Punti di emissione torre di prilling + fondo 33,2 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS
geoportale Regione Emilia-Romagna



Legenda

● Area intervento

— Confini

PM10_36max24h_AO Valori in µg/m³

33.26 - 34.82

34.82 - 36.52

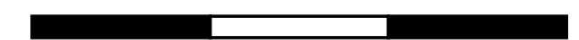
36.52 - 37.94

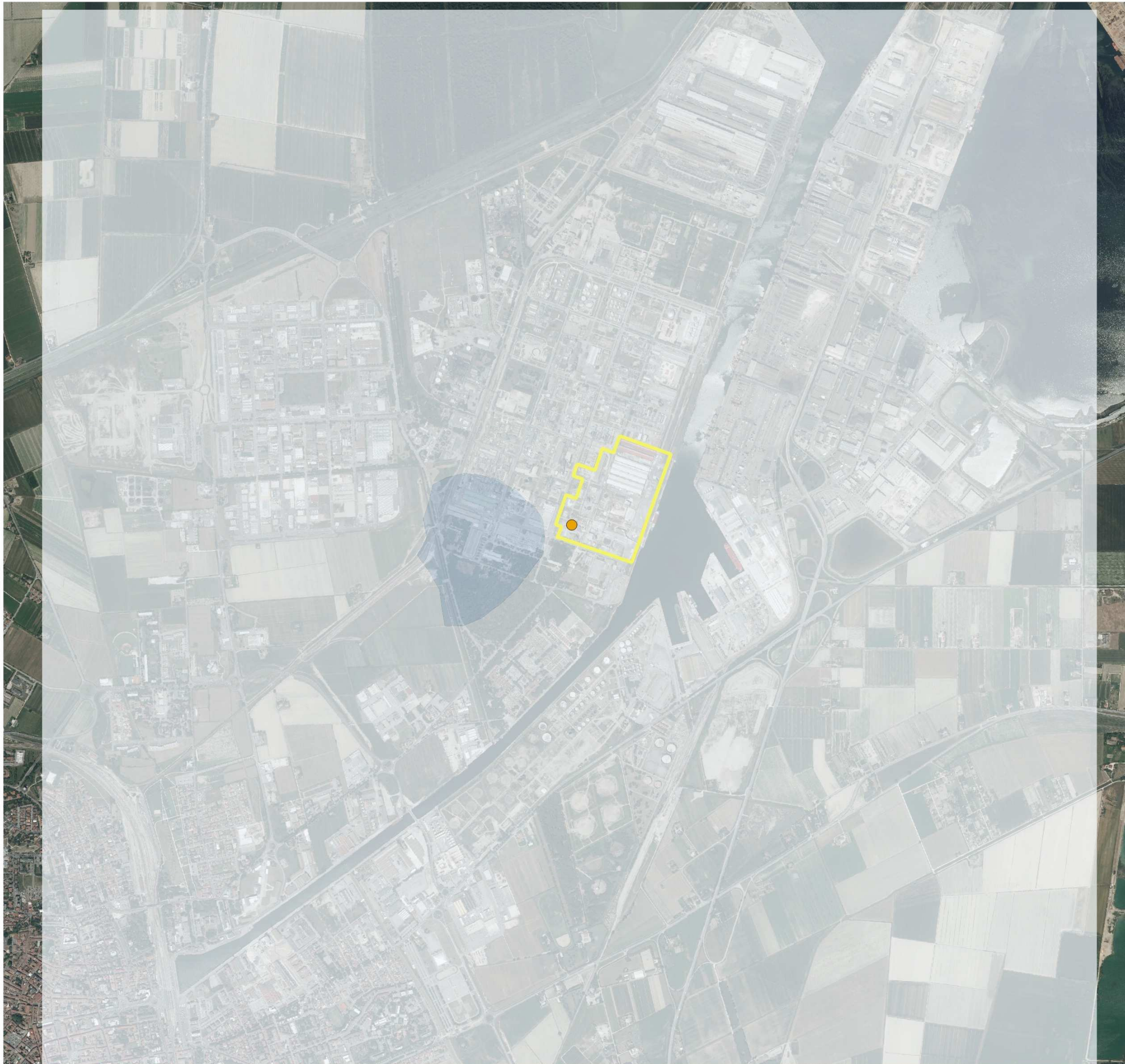
37.94 - 39.50

39.50 - 41.06

41.06 - 42.62

0 500 1000 1500 m



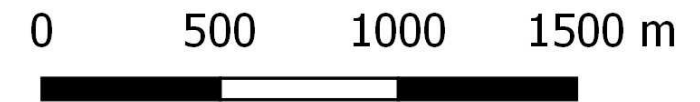


Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Post operam
Inquinante	Polveri
Indicatore	Concentrazione media giornaliera – Valore superato per 35 volte nell'arco dell'anno (36° max)
Sorgenti	Camino dell'unità di granulazione in progetto (E42-11) + fondo 33,2 µg/m³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

- Area intervento
- Confini
- PM10_36max24h_PO Valori in µg/m3
- 33.22 - 34.82
- 34.82 - 36.52



Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Ante operam
Inquinante	Polveri
Indicatore	Concentrazione media annua
Sorgenti	E42-7 a / b / c / d – Punti di emissione torre di prilling + fondo 33,2 µg/m³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

● Area intervento

— Confini

PM10_anno_AO

Valori in µg/m³

33.22 - 33.69

33.69 - 34.29

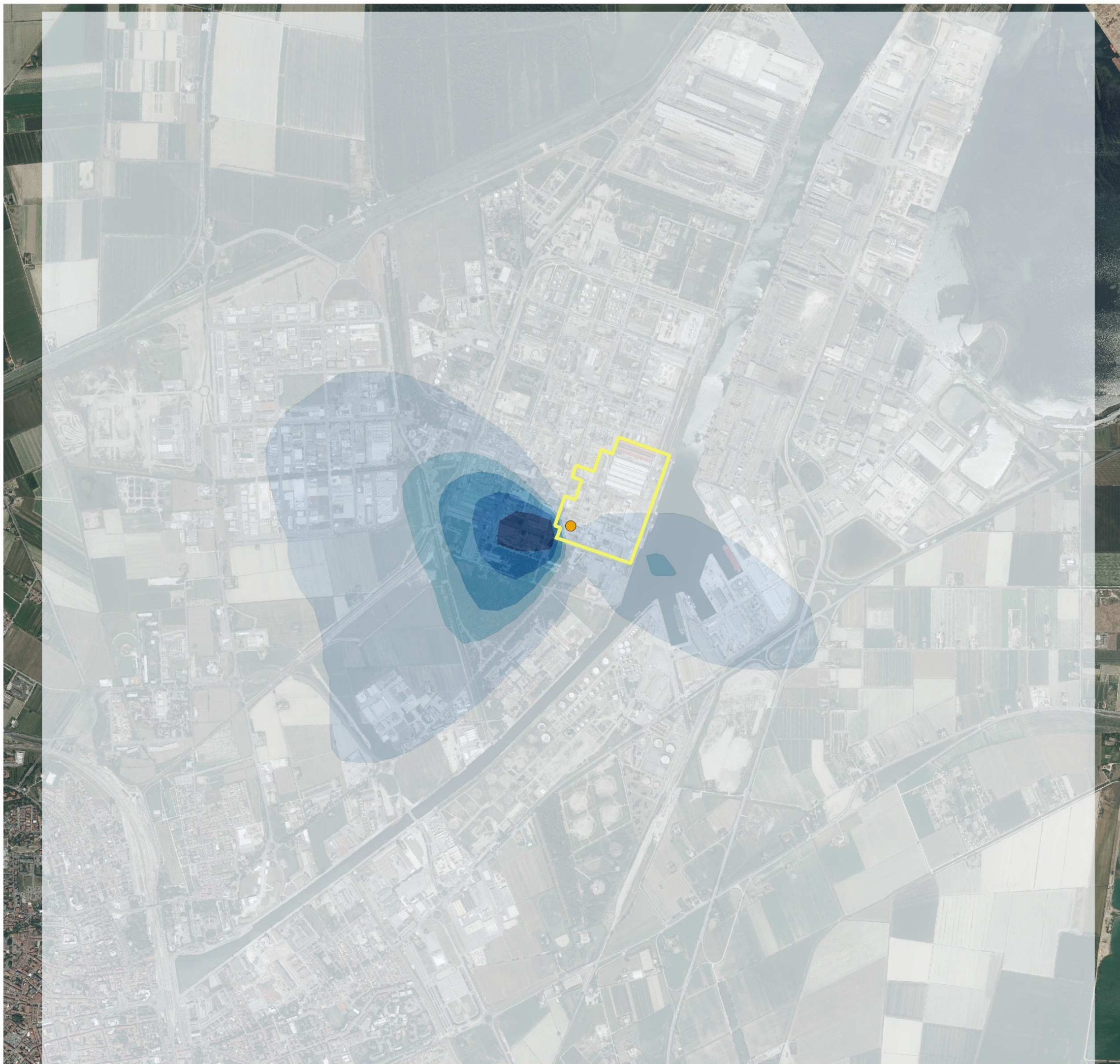
34.29 - 34.62

34.62 - 35.09

35.09 - 35.56

35.56 - 36.03

0 500 1000 1500 m



Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna.
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Post operam
Inquinante	Polveri
Indicatore	Concentrazione media annua
Sorgenti	Camino dell'unità di granulazione in progetto (E42-11) + fondo 33,2 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS
geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

● Area intervento

— Confini

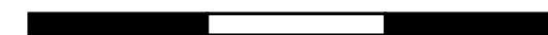
PM10_anno_PO Valori in µg/m³

33.21 - 33.69

33.69 - 34.29



0 500 1000 1500 m



Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Ante operam
Inquinante	Ammoniaca NH ₃
Indicatore	Concentrazione media oraria - Massimo
Sorgenti	E42-7 a / b / c / d – Punti di emissione torre di prilling + fondo 39 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

● Area intervento

— Confini

NH₃_max1h_AO Valori in µg/m³

40.61 - 47.51

47.51 - 53.69

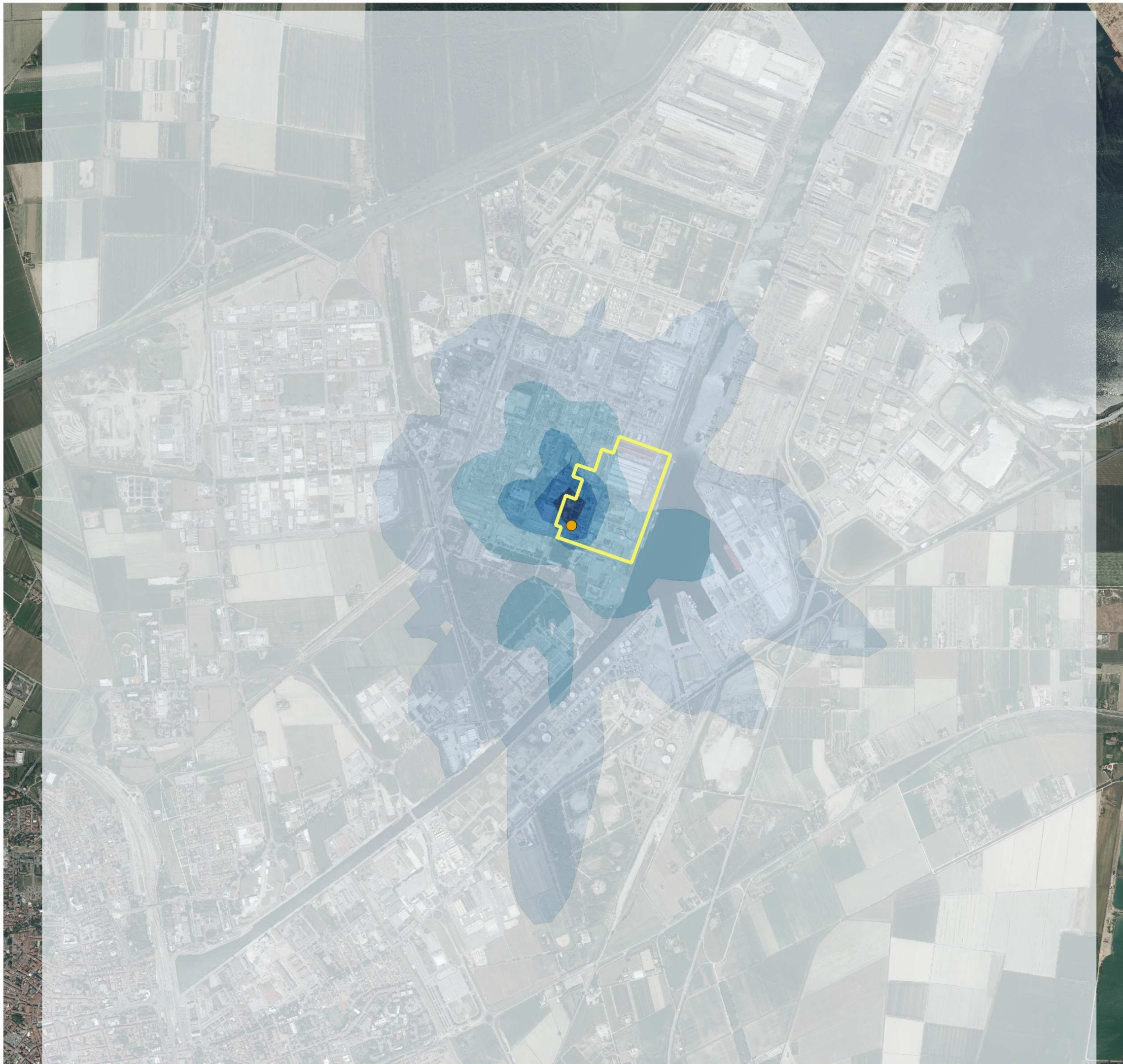
53.69 - 61.32

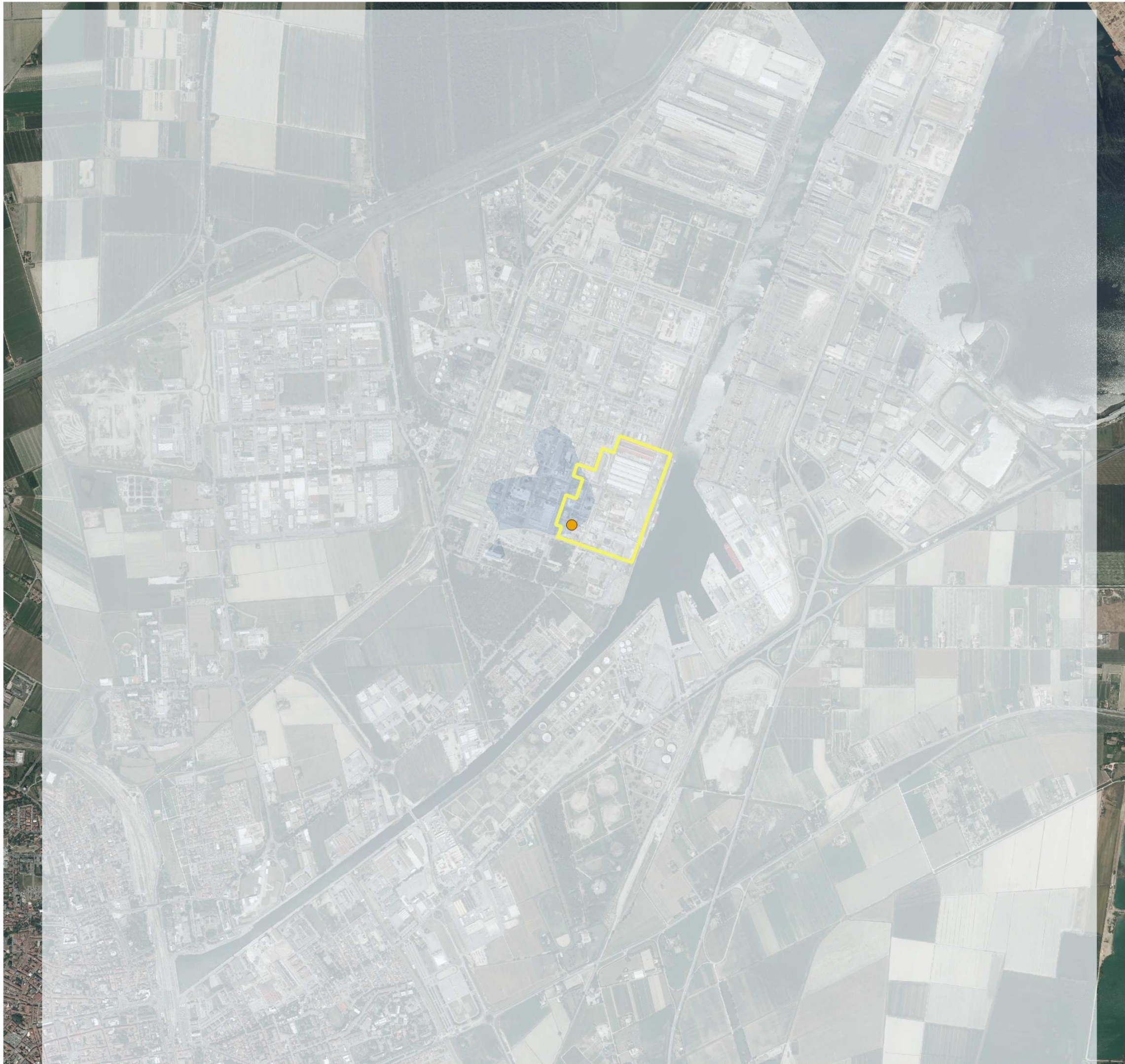
61.32 - 68.22

68.22 - 75.13

75.13 - 82.03

0 500 1000 1500 m



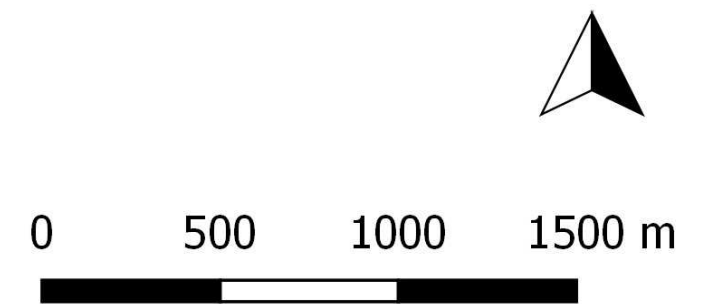


Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Post operam
Inquinante	Ammoniaca NH ₃
Indicatore	Concentrazione media oraria - Massimo
Sorgenti	Camino dell'unità di granulazione in progetto (E42-11) + fondo 39 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS
geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

- Area intervento
 - Confini
- NH₃_max1h_PO Valori in µg/m³
- 39.62 - 47.51
 - 47.51 - 53.69



Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto 'Ravenna Granulation Project' presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Ante operam
Inquinante	Ammoniaca NH ₃
Indicatore	Concentrazione media annua
Sorgenti	E42-7 a / b / c / d – Punti di emissione torre di prilling + fondo 39 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

● Area intervento

— Confini

NH₃_anno_AO Valori in µg/m³

39.01 - 39.14

39.14 - 39.31

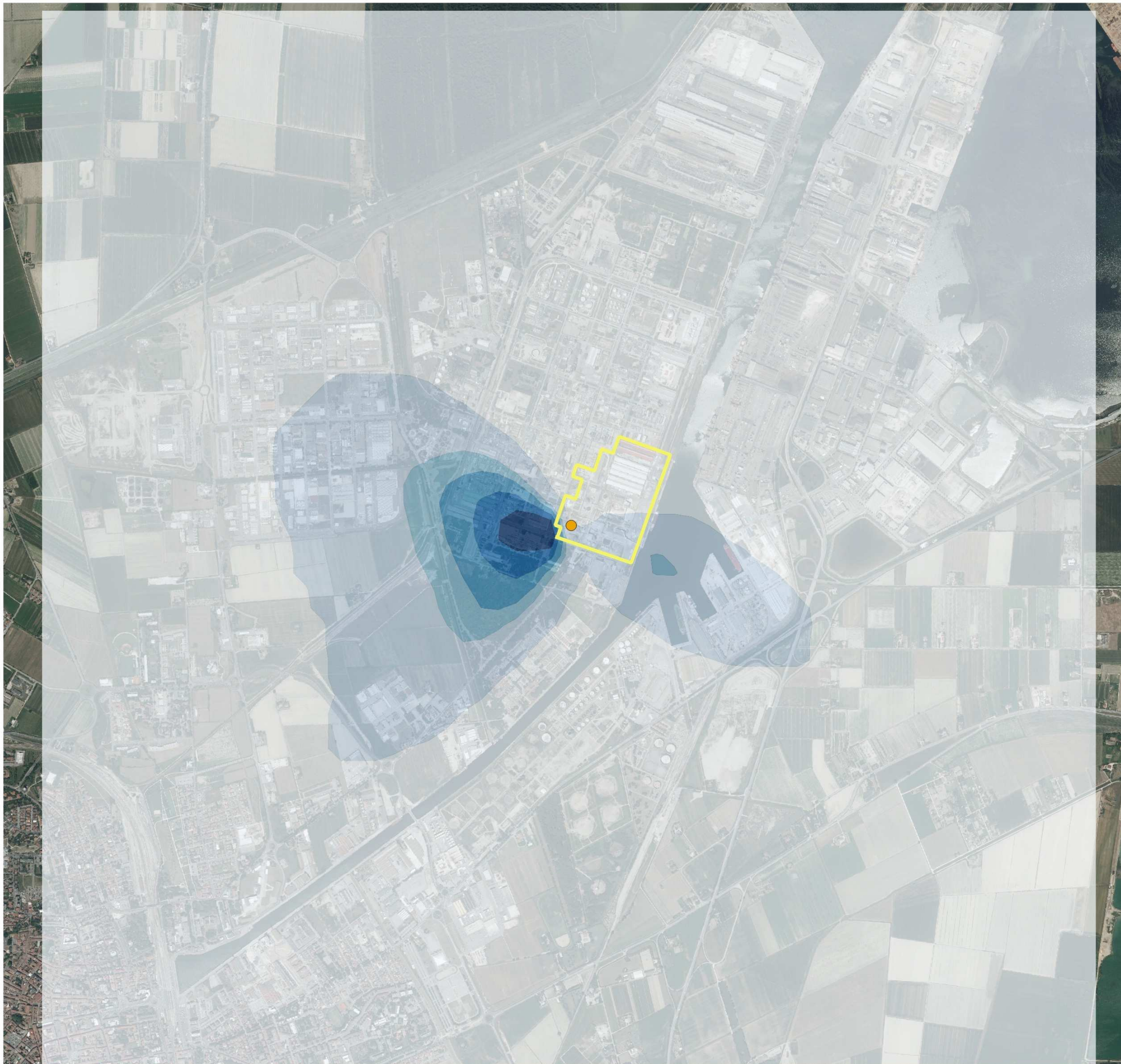
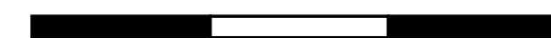
39.31 - 39.41

39.41 - 39.54

39.54 - 39.68

39.68 - 39.81

0 500 1000 1500 m



Proponente	Yara Italia S.p.A. - Stabilimento di Ravenna
Progetto	Progetto di costruzione di unità "AN Granulation Unit" per nitrato ammonico fertilizzante nello stabilimento Yara di Ravenna
Elaborato	Studio della dispersione di inquinanti in atmosfera relativo al progetto "Ravenna Granulation Project" presso lo stabilimento Yara di Ravenna ALLEGATO – Mappe della distribuzione delle ricadute al suolo
Scenario	Post operam
Inquinante	Ammoniaca NH ₃
Indicatore	Concentrazione media annua
Sorgenti	Camino dell'unità di granulazione in progetto (E42-11) + fondo 39 µg/m ³
Redazione	NIER Ingegneria S.p.A.

Base: ortofoto AGEA 2011 - servizio WMS
geoportale Regione Emilia-Romagna

Legenda

● Area intervento

— Confini

NH₃_anno_PO Valori in µg/m³

39.00 - 39.14

39.14 - 39.31



0 500 1000 1500 m

