

Appendice 12

Allegato D6

Identificazione e
Quantificazione degli Effetti
delle Emissioni in Aria e
Confronto con gli Standard
di Qualità dell'Aria

INTRODUZIONE

Nel presente allegato vengono riportati e commentati i risultati delle simulazioni condotte per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria provocati dalle emissioni e dalle conseguenti ricadute al suolo (dette anche immissioni) di inquinanti (NO_x, CO) a seguito di ipotetici eventi quantitativamente rilevanti, che prevedano l'attivazione del Sistema di Torce dello *Stabilimento Basell Poliolefine Italia Srl* (nel seguito BPI) di Ferrara e la conseguente combustione di gas in condizione di normale esercizio.

L'intero sito produttivo di Ferrara è infatti dotato di un sistema di blowdown il quale, in caso di necessità, convoglia al Sistema di Torce composto dalla Torcia B7H e dalla B7G, i gas (idrocarburi leggeri in larga prevalenza propilene, propano, etilene e in quantità minori butene ed esene) che devono essere scaricati dalle apparecchiature per situazioni di emergenza o per bonifica delle stesse.

Per una descrizione dettagliata dello stabilimento produttivo BPI di Ferrara e del Sistema di Torce si rimanda all'*Allegato B18* riportato nell'*Appendice 7*.

In particolare si evidenzia come l'approccio metodologico adottato non ha mirato in alcun modo alla definizione di quello che è il contributo reale dell'impianto alla qualità dell'aria della zona di interesse, ma si è focalizzato sulla realizzazione di uno studio di tipo "worst case", finalizzato invece alla quantificazione delle emissioni, delle immissioni e conseguentemente alla valutazione della qualità dell'aria, nelle peggiori condizioni emissive (eventi rilevanti in termini di gas trattato dalle torce) e meteo diffuse.

I risultati riportati mostrano come nonostante l'approccio estremamente conservativo adottato, le concentrazioni di inquinanti al suolo si attestano sempre su valori ampiamente inferiori rispetto ai rispettivi limiti normativi, non mettendo in luce alcuna criticità in relazione all'esercizio del Sistema di Torce in termini di emissioni e di immissione in atmosfera.

Per l'analisi dello stato della qualità dell'aria presente nell'area circostante il sito produttivo di *Basell* di Ferrara sono stati utilizzati i dati disponibili relativi al quadriennio 2008-2011.

In particolare, lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle centraline della rete di monitoraggio di qualità dell'aria gestita da ARPA Emilia Romagna più prossime al *Polo Chimico* di Ferrara.

L'analisi dello stato di qualità dell'aria è stata condotta considerando i principali inquinanti emessi dall'impianto in condizioni di esercizio; sono quindi stati considerati nello studio gli inquinanti NO₂, CO.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa vigente in materia di qualità dell'aria per gli inquinanti considerati.

1.1

NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

La normativa relativa agli standard di qualità dell'aria in Italia nasce con il *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri, modificati successivamente dal *DPR 203 del 24/05/1988* che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

A queste si sono susseguiti una serie di decreti che hanno definito livelli e limiti.

Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994 (aggiornato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994)

Tale decreto ha introdotto i *livelli di attenzione* (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i *livelli di allarme* (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), valido per gli inquinanti in aree urbane. Il decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

D.Lgs 351 del 04/08/1999

Rappresenta il recepimento della *Direttiva 96/62/CEE* in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.

D.M. 60 del 2 Aprile 2002

Il decreto recepisce rispettivamente la *Direttiva 1999/30/CE*, concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo, e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio. Il decreto ha abrogato le disposizioni della normativa precedente relative a: biossido di zolfo, biossido d'azoto, alle particelle sospese, al PM 10, al piombo, al monossido di carbonio ed al benzene, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

Il DM 60/2002 ha introdotto, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi. Per l'ubicazione su macroscale, ai fini della protezione umana, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano. Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 Km².

L'*Allegato IX del DM 60/2002* riporta, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Ossidi d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀), Piombo, Benzene e Monossido di Carbonio nell'aria ambiente. Per la popolazione umana vengono dati dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base della densità delle emissioni, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Il *Decreto Ministeriale n°60 del 02/04/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, Ossidi di Azoto, PM₁₀, Benzene e Monossido di Carbonio:

- i valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire;
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- i periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

D.Lgs 183 del 21/05/2004

Il Decreto ha recepito la *Direttiva 2002/3/CE* relativa all'ozono nell'aria; con tale decreto vengono abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e vengono fissati i nuovi limiti.

D.Lgs 152 del 03/04/2006

La parte V (Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera) di tale Decreto, noto come Testo Unico Ambientale, abroga il *DPR 203 del 24/05/1988* precedentemente descritto.

Il *D.Lgs 152* è applicato agli impianti (compresi quelli termici civili) e alle attività che producono emissioni in atmosfera stabilendo i valori di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri della conformità dei valori misurati ai valori limite. Il Decreto definisce, inoltre, le caratteristiche merceologiche dei combustibili (precedentemente disciplinate con l'abrogato *DPCM 08/03/2002*) che possono essere utilizzati negli impianti che producono emissioni dando anche indicazioni riguardo i metodi di misura da utilizzare per determinarle.

Si precisa che il *D.Lgs 152 del 2006* non modifica quanto stabilito dai precedenti decreti in materia di qualità dell'aria.

D.Lgs 152 del 03/08/2007

Per quanto riguarda i metalli pesanti e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) si fa riferimento al *D.lgs. n° 152 del 3/8/2007: "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'ambiente"*.

Tale decreto legislativo ha l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono, stabilendo:

- a) i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'arsenico, del cadmio, del nichel e del benzo(a)pirene;
- b) i metodi e criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente dell'arsenico, del cadmio, del mercurio, del nichel e degli idrocarburi policiclici aromatici;
- c) i metodi e criteri per la valutazione della deposizione dell'arsenico, del cadmio, del mercurio, del nichel e degli idrocarburi policiclici aromatici.

D.Lgs 120 del 26/06/2008

Il decreto intitolato "*Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 agosto 2007, n. 152,...*", sostituisce l'allegato I al *D.lgs. 152/2007* mantenendo gli stessi valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Vengono riportati nelle successive *Tabelle 3a-c* i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria per gli inquinanti considerati nel presente studio; i valori limite sono espressi di concentrazione normalizzate ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

D.Lgs. 155 del 13/8/2010

L'emanazione del D.Lgs. 155/2010, recentemente modificato dal Dlgs n. 250 del 24 dicembre 2012 senza alterarne i valori limite proposti, di fatto armonizza la preesistente normativa in materia di qualità dell'aria riportando in un solo atto normativo i limiti di qualità dell'aria per tutti i gli inquinanti.

Tabella 1.1 *Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Acuta*

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
NO ₂	Soglia di allarme*	400 µg/m ³	
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³	

* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesesi

Tabella 1.2 *Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Cronica*

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	40 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria nell'area oggetto del presente studio, sono stati utilizzati i dati registrati da tutte le centraline della rete di monitoraggio dell'ARPA Emilia Romagna più prossime al *Polo Chimico* di Ferrara nel quadriennio 2008-2011.

Per gli inquinanti analizzati sono stati utilizzati i dati monitorati dalle seguenti centraline appartenenti alla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria definite nel PRQA e situate nell'agglomerato urbano di Ferrara:

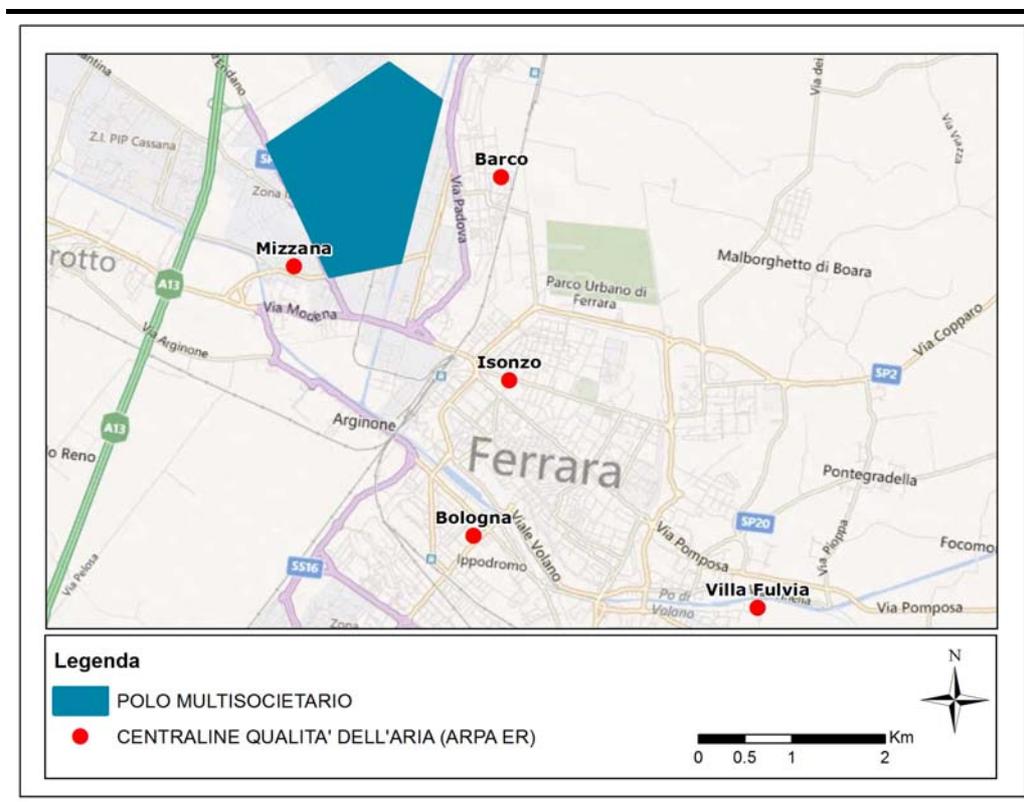
- Corso Isonzo;
- Villa Fulvia;

Inoltre sono stati utilizzati i dati monitorati dalle seguenti centraline locali, sempre gestite da ARPA ER:

- Località Barco;
- Via Bologna;
- Località Mizzana;

L'ubicazione delle centraline sopra citate è riportata nella successiva *Figura 1.1*.

Figura 1.1 Ubicazione delle Centraline di Qualità dell'Aria



Nella successiva *Tabella 1.3* si riporta, per ogni centralina, la tipologia, la classificazione secondo il *D.Lgs. 155/2010*, e le sue caratteristiche.

Tabella 1.3 Descrizione Centraline di Qualità dell'Aria

Centralina	Tipologia	Caratteristiche
Barco	Urbana	Stazione in area ad elevata densità abitativa
Via Bologna	Urbana	Stazione in zona ad elevato traffico
Corso Isonzo	Urbana	Stazione in area ad elevata densità abitativa
Mizzana	Urbana	Stazioni finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici
Villa Fulvia	Fondo	Stazione finalizzata alla misurazione delle concentrazioni di fondo

Fonte: Rapporto sulla Qualità dell'Aria della Provincia di Ferrara anno 2011 - ARPA Emilia Romagna

La centralina di via Bologna è stata sostituita nel 2008 dalla centralina di Villa Fulvia installata il 17/09/2008; i dati registrati da tale centralina non sono stati considerati nelle statistiche del 2008 in quanto lontani dagli standard minimi di efficienza previsti dal *D.Lgs. 155/2010*. Per quanto riguarda la centralina di Barco si precisa che a partire da fine settembre 2009 i dati presentati sono stati rilevati dal Mezzo Mobile posto in prossimità della centralina per sopperire al temporaneo spegnimento della stessa, che necessita di lavori radicali di ristrutturazione della cabina e della sostituzione degli strumenti di misura.

Ossidi di Azoto

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N_2O ;
- ossido di azoto: NO ;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N_2O_3 ;
- biossido di azoto: NO_2 ;
- tetrossido di diazoto: N_2O_4 ;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N_2O_5 .

In termini di inquinamento atmosferico gli ossidi di azoto che destano più preoccupazione sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO_2).

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell' NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO_2 , oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO , dalla velocità di trasformazione di NO in NO_2 e dalla velocità di conversione di NO_2 in altre specie ossidate (nitrati).

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente

dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali.

Per la salute umana l'NO₂ è quattro volte più tossico dell' NO esercitando, ad elevate concentrazioni, una azione irritante sugli occhi e sulle vie respiratorie; entrambi, riescono a penetrare nell'apparato respiratorio ed entrano nella circolazione sanguigna.

La successiva *Tabella 1.4* riporta il rendimento strumentale degli analizzatori di NO₂ nei quattro anni considerati.

Tabella 1.4 Rendimento Strumentale dei Sensori di NO₂ [%]. 2008-2011

Centralina	2008	2009	2010	2011
Loc. Barco	97,2	-	-	-
Via Bologna	97,7	-	-	-
Corso Isonzo	90,9	80,1	93,4	93,4
Loc. Mizzana	91,9	94,2	94,1	93,9
Villa Fulvia	-	74,6	91,5	94,4

NOTA: in grassetto sono riportati i valori inferiori al 90%, valore minimo imposto dal D.Lgs. 155/2010.

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Lo standard minimo di qualità del 90% è stato raggiunto in tutti e quattro gli anni considerati in tutte le centraline che misurano la concentrazione di NO₂ ad eccezione del 2009 nella centralina di villa Fulvia e di Corso Isonzo dove si sono registrati valori di poco inferiori a tale soglia.

Nella successive *Tabella 1.5* è *Tabella 1.6* si presenta il confronto delle concentrazioni di NO₂ con i limiti imposti dal *D.Lgs. 155/2010*, per il quadriennio e le stazioni presi in esame.

Tabella 1.5 NO₂ - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline

Centralina	Concentrazione Media Anno [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
	2008	2009	2010	2011
Loc. Barco	40,8	-	-	-
Via Bologna	39,8	-	-	-
Corso Isonzo	41,9	38,7*	43,9	42,1
Loc. Mizzana	37,3	34,4	33,8	36,8
Villa Fulvia	-	28,4*	26,2	28,8

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

() Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2010) - tempo di mediazione anno civile.*

() La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.*

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Tabella 1.6 *NO₂ - Superamenti del Limite di 200 µg/m³ e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie*

Centralina	Superamenti ⁽¹⁾				99,8° Percentile [µg/m ³]			
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
Loc. Barco	0	-	-	-	134,4	-	-	-
Via Bologna	2	-	-	-	141,1	-	-	-
Corso Isonzo	0	0*	0	0	119,5	115,0*	115,0	112,0
Loc. Mizzana	0	0	0	0	138,0	109,0	115,0	136,0
Villa Fulvia	0	0*	0	0	-	88,0*	101,0	107,0

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

⁽¹⁾ Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di 200 µg/m³ per le concentrazioni medie orarie che non deve essere superato più di 18 volte in un anno

^(*) il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Per la centralina di Corso Isonzo si rilevano 3 anni in cui il valore di media annua ha superato il limite normativo dei 40 µg/m³ (2009, 2010, 2011); nella centralina posizionata in località Barco si ravvisa un lieve superamento di tale limite per l'anno 2008.

Tutti i valori orari riscontrati nel corso del 2005-2006 sono invece sempre al disotto del limite di 200 µg/m³ che, secondo il D.Lgs. 155/2010, non deve essere superato più di 18 volte in un anno.

Nel 2008 si riscontrano 2 superamenti nella stazione di via Bologna, mentre non si riscontrano altri superamenti per le altre centraline nel quadriennio considerato. Pertanto in nessuna centralina si è raggiunto il limite dei 18 superi massimi previsti per tale soglia dal D.Lgs. 155/2010.

Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste, a livello globale, il 90% deriva dal traffico veicolare).

E' un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

Già da diversi anni il monossido di carbonio non è più un inquinante critico poiché le sue concentrazioni in aria ambiente sono molto basse. Esso comunque continua ad essere rilevato in modo sistematico.

Il CO è scarsamente reattivo e permane in atmosfera per circa 3-4 mesi e viene rimosso attraverso reazioni di ossidazione ad anidride carbonica o attraverso reazioni fotochimiche coinvolgenti il metano e i radicali OH.

Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossemoglobina con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.

La successiva *Tabella 1.7* riporta il rendimento strumentale degli analizzatori di CO nei quattro anni considerati.

Tabella 1.7 *Rendimento Strumentale dei Sensori di CO [%]. 2008-2011*

Centralina	2008	2009	2010	2011
Loc. Barco	98,5	81,3	87,0	90,7
Via Bologna	98,3	-	-	-
Corso Isonzo	97,2	93,5	93,3	94,0

NOTA: in grassetto sono riportati i valori inferiori al 90%, valore minimo imposto dal D.Lgs. 155/2010.

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Ad eccezione della centralina di Barco negli anni 2009 e 2010, lo standard minimo di qualità del 90% è stato raggiunto in tutte le centraline che misurano la concentrazione di CO per tutti e quattro gli anni considerati.

Il valore limite previsto dal *D.Lgs. 155/2010* per la protezione della salute umana è pari a 10 mg/m³ inteso come il massimo valore giornaliero delle medie mobili sulle 8 ore. Nella successiva *Tabella 1.8* si riportano i valori massimi di tale parametro riscontrati negli anni 2008-2011 nelle centraline considerate.

Tabella 1.8 *Massima Giornaliera delle Medie Mobili di 8 ore di CO [mg/m³]*

Centralina	Max Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore ⁽¹⁾ [mg/m ³]			
	2008	2009	2010	2011
Loc. Barco	2,9	1,6*	1,6*	2,2
Via Bologna	3,2	-	-	-
Corso Isonzo	2,0	2,8	1,9	2,8

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

Limite previsto dal D.Lgs. 155/2010: 10 mg/m³

()il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010*

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Tutti i valori riscontrati sono ampiamente al disotto del limite di 10 mg/m³ previsto dal *D.Lgs. 155/2010* per la protezione della salute umana inteso come massima giornaliera delle medie mobili sulle 8 ore.

Nel capitolo sono presentati la struttura e i risultati dello studio modellistico condotto al fine di quantificare la ricaduta al suolo dei prodotti di combustione (NO_x, CO) rilasciati a seguito della ipotetica combinazione tra un esercizio delle torce in condizioni rilevanti (scenario "worst case") in termini di quantitativo di gas da trattare e le "peggiori" condizioni meteo-climatiche (dal punto di vista delle ricadute al suolo) verificatesi nel corso dell'intero anno di riferimento (anno 2011). Si precisa che il presente studio modellistico ha investigato scenari emissivi in condizioni classificabili come "normale esercizio" degli impianti senza considerare eventuali condizioni di emergenza.

Lo studio è stato realizzato mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF, meglio descritto nell'*Allegato D5 riportato in Appendice 10*. CALMET-CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. È sviluppato dalla *Sigma Research Corporation*, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di *California Air Resources Board (CARB)*; attualmente è inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "*Guideline on Air Quality Models*".

2.1

PREMESSA METODOLOGICA

Come anticipato nella introduzione, lo studio è stato realizzato al fine di valutare quali possano essere le ricadute al suolo dei prodotti di combustione rilasciati a seguito della ipotetica combinazione tra l'esercizio del Sistema di Torce in condizioni particolarmente gravose in termini di quantitativo di gas da trattare e le "peggiori" condizioni meteo-climatiche (dal punto di vista delle ricadute al suolo) verificatesi nel corso dell'intero anno di riferimento (anno 2011).

Gli eventi ipotizzati per la definizione degli scenari worst case, considerano quindi alcune condizioni tecniche tali per cui si debba provvedere alla depressurizzazione delle attrezzature dell'impianto e all'entrata in attività del sistema di torcia. Sulla base di quanto ipotizzato gli eventi previsti (attività sistema di torce) sono quindi limitati nel tempo.

Si è poi provveduto a simulare tali scenari emissivi considerandoli continui durante tutto l'arco dell'anno (24 ore su 24 ore) e quindi evidentemente sovrastimando enormemente ed intenzionalmente le emissioni.

Tale operazione è stata fatta al fine di identificare con certezza, tra tutte le possibili condizioni meteorologiche (anno 2011), quelle in grado di massimizzare la ricaduta al suolo.

È chiaro che un simile approccio considera, in maniera volutamente non realistica l'attività delle torce come continua durante tutte le ore dell'anno, quando invece, per loro stessa natura, gli eventi simulati sono temporalmente limitati.

In particolare i risultati espressi come massime concentrazioni orarie, riportati in dettaglio di seguito, rappresentano, con modalità estremamente cautelative, le concentrazioni indotte al suolo dall'esercizio del Sistema di Torce ipotizzando che tale esercizio si verifichi esattamente in concomitanza all'instaurarsi delle peggiori condizioni meteo-diffusive, per ogni recettore del dominio di calcolo.

Lo studio modellistico è stato quindi impostato come segue:

- ricostruzione della meteorologia dell'area in esame, con il preprocessore meteorologico CALMET, per l'intero anno 2011 sulla base dei dati meteorologici sito specifici monitorati dalle centraline meteo dell'ARPA Emilia Romagna e NCDC (Allegato D5);
- costruzione di diversi scenari emissivi rappresentativi di differenti situazioni in cui è prevista l'attivazione del Sistema di Torce;
- simulazione dei suddetti scenari mediante il processore CALPUFF considerando le emissioni in atmosfera costanti per tutto l'anno, al fine di individuare nell'intero 2011 le peggiori condizioni meteorologiche che massimizzino le ricadute al suolo. È chiaro che tale simulazione appare come estremamente conservativa dal punto di vista della durata delle emissioni; gli scenari emissivi sono infatti rappresentativi di episodi caratterizzati dall'attività delle torce, ma che per loro natura sono limitati tempo
- elaborazione dei risultati con il postprocessore CALPOST al fine di individuare le aree del dominio di calcolo maggiormente interessate dalle potenziali ricadute, mediante la redazione di mappe di isoconcentrazione degli inquinanti al suolo calcolate dal modello;
- confronto dei risultati con i rispettivi limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono stabiliti dal *D. Lgs. 155/2010*. Tali limiti fanno riferimento sia a condizioni di esposizione cronica, fissando concentrazioni medie annue massime, sia acuta prevedendo concentrazioni medie orarie massime da non superare per un numero definito di episodi (percentili delle concentrazioni medie orarie).

2.2

DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI TORCE

Il Sistema di Torce dello Stabilimento BPI di Ferrara si configura come un **indispensabile presidio** prima di tutto di **sicurezza** per il personale operativo e per la popolazione residente in prossimità dell'area industriale, in secondo luogo di **salvaguardia** ambientale, ed infine di **protezione** delle installazioni industriali stesse e di quelle limitrofe.

Nei paragrafi che seguono viene sinteticamente descritto lo schema impiantistico del Sistema di Torce.

Tutti gli impianti di BPI Ferrara sono connessi ad uno stesso Sistema di Torce gestito operativamente dall'Impianto FXXIV di Polymer Manufacturing. Gli impianti che incidono maggiormente sulla gestione del Sistema di Torce di *Stabilimento*, sulla base dei volumi di produzione, sono gli Impianti di Produzione Polimeri FXXIV e MPX.

Gli scarichi di Emergenza e di Sicurezza provenienti dagli Impianti FXXIV e MPX sono convogliati al Sistema di Torce tramite collettori di opportuno diametro, rispettivamente DN800 per l'alta pressione e DN600 per la bassa pressione.

Al collettore di torcia a bassa pressione sono convogliati anche gli scarichi di emergenza del Centro Ricerche e degli Impianti di Produzione Catalizzatori tramite un collettore DN450. La rete di collettori è pertanto costituita da 2 principali denominati "Alta Pressione" e "bassa Pressione" che convogliano, rispettivamente alle torce B7G e B7H entrambe di tipo ground flare, gli stream destinati alla termossidazione.

La torcia "B7H", sostituisce le torce esistenti B7E (smokeless) e B7D (non smokeless).

Si precisa che le due torce B7E e B7D rimarranno comunque installate, e potranno quindi essere allineate previa comunicazione, in caso di totale indisponibilità della torcia B7H per manutenzione, ma normalmente saranno completamente isolate dal sistema in esercizio mediante valvola di intercetto e cieca.

Un by-pass, dimensionato per una portata di 50 t/h, collega il collettore ad Alta Pressione con quello a Bassa Pressione, determinando confluenza degli stream di alta pressione alla torcia B7H. Sul collettore di by-pass è altresì installata una valvola automatica controllata da un trasmettitore di pressione, PRC8044, installato sul collettore di Bassa Pressione. In caso di valore di pressione inferiore al set-point la valvola viene aperta in modo da garantire il più possibile il travaso del gas dal collettore di Alta a quello di Bassa, riducendo così le attivazioni della B7G.

Sistema Alta Pressione

Il collettore di Alta Pressione è collegato alla torcia B7G "senza fumo" e raccoglie gli scarichi di emergenza ad alta pressione ed alta portata provenienti di apparecchiature, che operano in pressione.

Al collettore a Alta Pressione sono collegati gli impianti FXXIV e MPX.

La torcia B7G è del tipo "torcia a terra" (Ground Flare) fornita dalla ditta John Zink Italy S.r.l. ed è costituita da 110 bruciatori suddivisi in 5 stadi, i quali intervengono automaticamente al variare della pressione sul collettore di adduzione degli scarichi.

Il sistema di gestione automatico opera l'apertura e la chiusura delle valvole pneumatiche di intercettazione dei vari stadi in funzione della pressione esistente nel collettore (a partire da 0.8 barg), in modo da realizzare una suddivisione ottimale del flusso verso i bruciatori ed ottenere una combustione senza fumo.

La portata massima che la torcia B7G è in grado di trattare è pari a 330 t/h (condizioni progettuali), valore ampiamente superiore alla portata di scarico complessiva delle utenze collegate.

Per valori di portata inferiori a 50 t/h tuttavia il Sistema di Torce è stato progettato per far confluire, tramite un by-pass, i suddetti stream dal collettore di Alta Pressione a quello di Bassa e quindi alla torcia B7H. Tale ottimizzazione si traduce in una riduzione degli eventi di accensione della B7G ai soli casi in cui il suddetto valore verrà superato o in caso di malfunzionamento del trasmettitore di pressione, PRC8044.

Sistema Bassa Pressione

Il collettore di Bassa Pressione è collegato alla torcia B7H "smokeless" e raccoglie gli scarichi di emergenza delle apparecchiature che operano in bassa pressione. Al collettore di Bassa Pressione sono collegati gli impianti FXXIV e MPX oltre che gli Impianti di Produzione Catalizzatori e il Centro Ricerche. La torcia B7H è un sistema di combustione termica a bassa emissione di rumore, di tipo "ground flare. La torcia sarà connessa al collettore di Bassa Pressione per una portata massima di progetto pari a 150 t/h.

La combustione avverrà a livello del terreno.

La torcia B7H è equipaggiata con circa 635 bruciatori, in grado di garantire una combustione completamente smokeless, sfruttando l'energia del gas per garantire la miscelazione perfetta con l'aria, questi bruciatori sono raggruppati in cinque stadi per ottimizzare il funzionamento della torcia. Ogni stadio, dal secondo al quinto, sarà equipaggiato con una valvola automatica e un disco di rottura.

L'immissione del gas ai vari stadi è regolata tramite una logica di controllo implementata su un PLC dedicato che al variare della pressione sul collettore apre i diversi stadi in modo da ottimizzare la combustione.

Il primo stadio della torcia è uno stadio a bassa pressione assistito ad aria per garantire il funzionamento smokeless anche a bassissime pressioni di gas scaricato.

Sistema di Recupero Gas dal Collettore di Torcia a Bassa Pressione

Le Società Basell Poliolefine Italia S.r.l. nell'ambito del "Progetto di Razionalizzazione della Rete Torce Polo Chimico" concordato con la Amministrazione Provinciale di Ferrara (vedi comunicazioni Amm. Prov. FE prot. 042688/ss del 21/06/99, prot. 010401/ss del 28/02/2000 e comunicazioni seguenti), ha portato a termine un progetto per la creazione di un sistema di "recupero gas di torcia".

Sul collettore a bassa pressione sono installati due compressorì ad anello liquido, il P801 e il P802 che recuperano il gas direttamente dal collettore e lo convogliano al "sistema di recupero termico del gas di torcia" che consiste in due caldaie a fluido diatermico, B001 e B002, dove è bruciato per produrre vapore

Ciascuna caldaia è dimensionata per una portata di 1.842 kg/h ed una massima potenza termica di 17.5 MW. Nel caso in cui l'off-gas di alimento abbia potere calorifico elevato, la massima portata processabile dalle caldaie potrebbe essere inferiore al limite massimo di 1.842 kg/h.

Sempre sul collettore di Bassa Pressione è installato un gasometro da 2000 m³ di volume utile (D801), che ha la funzione di accumulare gli sfiati a bassa pressione.

In condizioni di normale marcia degli impianti, il sistema di recupero è in grado di recuperare totalmente tutto il gas presente nel collettore di torcia e inviarlo al sistema di Caldaie per la produzione di vapore evitando l'accensione delle torce.

Nel caso in cui la portata sul collettore superi la capacità del sistema di recupero e la capacità di accumulo del gasometro, o in caso di guasti o manutenzioni ai compressori P801 e P802 o alle caldaie di recupero termico, il gas in eccesso sfiorerà verso la torcia B7H.

Processo di combustione in torcia

Le torce garantiscono la combustione degli idrocarburi gassosi convogliati nei collettori (idrocarburi leggeri in larga prevalenza propilene, propano, etilene e in quantità minori butene ed esene), convertendoli in **prodotti di combustione** costituiti in massima parte da *anidride carbonica* (CO₂), *ossidi di azoto* (NO_x), monossido di carbonio (CO) e *vapor d'acqua* (H₂O).

In determinate condizioni, legate alla natura dei combustibili, alle modalità di combustione e alla loro portata di alimentazione, vi può essere presenza di:

- combustibile non combusto;
- sottoprodotti dei processi di combustione quali:
- CO, NO_x;
- Prodotti parzialmente combusti e derivati dall'alterazione termica del combustibile;
- Carbone e/o fuliggine.

Rumore, calore e fumo sono inoltre gli effetti più appariscenti del funzionamento di una fiaccola.

2.3

SCENARI EMISSIVI

Nel presente studio sono stati simulati quattro scenari emissivi corrispondenti alle seguenti tipologie, definite dal MATTM: con la nota DVA - 2011 - 0009754 del 21 Aprile 2011:

3. Stream riconducibili a pre-emergenza e sicurezza;
5. Stream derivante da anomalie e guasti.

I quattro scenari emissivi descrivono il funzionamento del Sistema di Torce (torcia B7H - B7G) in condizioni emissive legate a situazioni di normale esercizio e non di emergenza.

Nella *Tabella 2.1* sono indicati l'ubicazione e le caratteristiche delle torce B7E e B7G.

Tabella 2.1 *Caratteristiche Torce B7H e B7G del BPI di Ferrara*

Sorgente	X UTM	Y UTM	Altezza
	32 N [m]	32 N [m]	
B7H	704661	4971583	-
B7G	703851	4971134	-

2.3.1 *Approccio Modellistico Adottato per la Simulazioni delle Emissioni da Torcia*

Nel presente paragrafo è riportata in dettaglio la metodica adottata al fine di costruire e simulare lo scenario emissivo sopra riportato.

Le formule impiegate, le assunzioni fatte ed i coefficienti utilizzati sono desunti da documentazione tecnica EPA (U.S. Environmental Protection Agency) in particolare dal volume *EPA-454/R-92-024 WORKBOOK OF SCREENING TECHNIQUES FOR ASSESSING IMPACTS OF TOXIC AIR POLLUTANTS (REVISED)* e *EPA-454/B-95-004*.

Le torce sono usualmente impiegate come dispositivi essenziali per la sicurezza ed il controllo ambientale, ove vengono distrutti, tramite ossidazione termica (combustione) potenziali scarichi di gas idrocarburi, indesiderati o in eccesso, oppure generati durante situazioni di emergenza, transitorio, fermata o avviamento degli impianti.

Nel simulare un'emissione gassosa proveniente da una torcia i problemi principali riguardano il calcolo delle emissioni e la modellizzazione della dispersione. Per quanto riguarda la dispersione è necessario considerare una spinta di galleggiamento dovuta alle perdite di calore radiante e tenere in conto la lunghezza della fiamma nella stima dell'altezza del pennacchio.

Per il calcolo del rateo emissivo di un generico prodotto di combustione da una torcia la formula impiegata è la seguente:

$$Q_m (g / s) = \frac{(Vol(\%) / 100) \cdot V (m^3 / s) \cdot M_w (g / g - mole) \cdot 0.02}{0.0224 \cdot (m^3 / g - mole)}$$

Dove:

Vol (%) : è la frazione in volume del prodotto di combustione analizzato;

V (m³/s) : è la portata dei fumi alla torcia;

M_w (g/g-mole) : è il peso molecolare della sostanza rilasciata.

Per calcolare invece il rateo di emissione del calore totale proveniente dalla combustione in torcia, si utilizza la seguente equazione (Lahey & Davis, 1984):

$$H_r = 44.64 \cdot V \sum_{i=1}^n f_i H_i$$

Dove:

H_r (J/s) : è il rateo di rilascio del calore totale;

f_i : è la frazione in volume di ogni componente della miscela di gas convogliata alla torcia;

H_i (J/g-mole) : è il potere calorifico inferiore di ciascun componente;

n : è il numero di componenti della miscela gassosa che convoglia alla torcia.

Il valore 44.6 è stimato per l'aria come:

$$\frac{\rho_{aria} (g / m^3)}{M_w (g / g - mole)} = \frac{1292}{28.97} = 44.6 (g - mole / m^3)$$

Infine l'altezza effettiva di rilascio si ottiene sommando l'altezza della fiamma a quella del camino, come segue (Beychok, 1979):

$$H_{st} = H_s + 4.56 \times 10^{-3} \left(\frac{H_r}{4.1868} \right)^{0.478}$$

Dove:

H_{st} (m) : è l'altezza effettiva di rilascio prima della risalita del pennacchio;

H_s (m) : è l'altezza dal suolo del camino.

Il valore 4.1868 è il fattore di conversione da Joules a calorie.

La risalita del pennacchio ("*plume rise*") viene calcolata in seguito, in base all'effettiva altezza di rilascio, dal modello di dispersione impiegato.

Fattori emissivi Inquinanti

Nel presente studio sono state valutate le emissioni dei macroinquinanti NO_x e CO.

Tipicamente è molto difficile una misura diretta delle concentrazioni delle specie chimiche emesse a seguito della combustione di gas in torcia, poiché a causa delle altissime temperature di combustione dei gas, dell'impossibilità di convogliare i fumi esausti e delle chiare difficoltà logistiche, risulta estremamente complicato installare strumenti di monitoraggio.

Al fine di costruire uno scenario emissivo si è proceduto quindi all'adozione di fattori emissivi quanto più referenziati che correlino la quantità di inquinante emesse a grandezze più facilmente misurabili legate all'esercizio delle torce.

Di seguito sono riportati i fattori emissivi adottati per il calcolo delle emissioni di NO_x e CO, proposti dall'EPA all'interno del documento *Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors* (capitolo 13.5 *Industrial Flares*):

- NO_x = 0,068 [lb/10⁶] BTU (EPA_AP42_13.5 *Industrial Flares*);
- CO = 0,37 [lb/10⁶] BTU (EPA_AP42_13.5 *Industrial Flares*);

In relazione ai fattori emissivi adottati, sono stati costruiti i seguenti scenari emissivi poi simulati con il modello di dispersione CALPUFF.

2.3.2 *Definizione Scenari Emissivi*

Di seguito sono riportati gli scenari emissivi previsti, con una sintetica descrizione dell'evento impiantistico responsabile del conseguente invio del gas alla torcia.

Condizione di Normale esercizio;

Scenario 1 - Torcia B7H

(5.Stream derivante da anomalie e guasti)::

- *Condizione tecnica: indisponibilità del sistema di recupero off-gas (P801, P802 e caldaie,) con conseguente invio del gas normalmente recuperato come fuel gas alla torcia B7H;*
Portata: 3000 kg/h;

Tabella 2.2 Scenario 1 - Composizione del gas

Composto	Vol / Vol [%]
Etano	0,37
Etilene	2,04
Propano	10,09
Ciclo-Propano	0,04
Propilene	19,32
1-Butene	1,31
1-Esene	0,94
>C4	1,43
H2	0,79
Azoto	63,67
Potere calorifico inferiore [kcal/Nm ³]	7198,33

Scenario 2 - Torcia B7H

(5.Stream derivante da anomalie e guasti)

- *Condizione tecnica: fermata del compressore di recupero P301 con conseguente invio alla torcia B7H; questa situazione è esemplificativa del caso in cui risulta fuori servizio uno dei compressori di recupero dei monomeri presenti negli impianti FXXIV e MPX, in particolare è stato considerato il compressore, la cui fermata in emergenza ha l'impatto più gravoso sul sistema di torcia a Bassa Pressione.*
- *Portata: 7200 kg/h;*

Tabella 2.3 Scenario 2 - Composizione del gas

Composto	Vol/Vol [%]
Propano	15
Propilene	85
Potere calorifico inferiore [kcal/Nm ³]	19788,65

Scenario 3 - Torcia B7H

(5.Stream derivante da anomalie e guasti)

- *Condizione tecnica: indisponibilità del sistema di recupero off-gas (P801, P802 e caldaie), fermata contemporanea del compressore P301 e fermata controllata dell'impianto MPX per blocco;*
- *Portata: 20200 kg/h; tale valore è pari alla somma del contributo causato dall'indisponibilità del sistema di recupero off-gas (3000 kg/h), del contributo della fermata del compressore P301 (7200 kg/h) e del contributo della fermata controllata dell'impianto MPX (10000 kg/h).*

Tabella 2.4 Scenario 3 - Composizione del gas inviato alla Torcia B7H

Coposto	Vol/Vol [%]
Etano	1,95
Butano	0,78
Propilene	52,81
Propano	34,04
Etilene	0,30
Butene	0,19
Idrogeno	0,12
Azoto	9,46
Ciclo-Propano	0,01
1-Esene	0,14
>C4	0,21
Potere calorifico inferiore [kcal/Nm ³]	18581,72

Condizione di avviamento, fermata e disservizi degli impianti

Scenario 4 - torcia B7H - B7G.

(3.Stream riconducibili a pre-emergenza e sicurezza)

- *Condizione tecnica: indisponibilità del sistema di recupero off-gas (P801, P802 e caldaie), fermata contemporanea del compressore P301 e fermata controllata dell'impianto MPX per blocco e contemporaneo malfunzionamento del PRC installato sul bypass fra i due collettori;*
- *Portata complessiva: 20200kg/h suddivisa tra le due torce:*
 - *lo stream causato dall'indisponibilità del sistema di recupero off-gas (3000 kg/h) e della fermata del compressore P301 (7200 kg/h), è inviato alla torcia B7H;*
 - *lo stream causato dalla fermata controllata dell'impianto MPX (10000 kg/h) è inviato alla torcia B7G.*

Tabella 2.5 Scenario 4 - Composizione del gas inviato alla Torcia B7H

Coposto	Vol/Vol [%]
Etano	0,11
Butano	0,00
Propilene	65,68
Propano	13,56
Etilene	0,60
Butene	0,39
Idrogeno	0,23
Azoto	18,73
Ciclo-Propano	0,01
1-Esene	0,28
>C4	0,42
Potere calorifico inferiore [kcal/Nm ³]	16085,61

Tabella 2.6 Scenario 4 - Composizione del gas inviato alla Torcia B7G

Coposto	Vol/Vol [%]
Etano	3,83
Butano	1,58
Propilene	39,68
Propano	54,93
Potere calorifico inferiore [kcal/Nm ³]	21127,76

Nella successiva *Tabella 2.7* sono riportati i dati dei quattro scenari emissivi simulati i cui risultati saranno presentati nel successivo Paragrafo 2.4

Tabella 2.7 Scenari Emissivi

Scenario 1 , Torcia B7H				
Sorgente	Temp. Fumi *	Velocità Fumi *	Portata NO _x	Portata CO
	[°C]	[m/s]	[g/s]	[g/s]
B7H	1273	0,118	0,491	2,673

Scenario 2 , Torcia B7H				
Sorgente	Temp. Fumi *	Velocità Fumi *	Portata NO _x	Portata CO
	[°C]	[m/s]	[g/s]	[g/s]
B7H	1273	0,222	2,562	13,940

Scenario 3 , Torcia B7H				
Sorgente	Temp. Fumi *	Velocità Fumi *	Portata NO _x	Portata CO
	[°C]	[m/s]	[g/s]	[g/s]
B7H	1273	0,295	6,916	37,634

Scenario 4 , Torcia B7H - B7G				
Sorgente	Temp. Fumi *	Velocità Fumi *	Portata NO _x	Portata CO
	[°C]	[m/s]	[g/s]	[g/s]
B7H	1273	0,270	3,144	17,107
B7G	1273	0,315	3,746	20,385

* come da specifiche EPA-454/R-92-024 WORKBOOK OF SCREENING TECHNIQUES FOR ASSESSING IMPACTS OF TOXIC AIR POLLUTANTS (REVISED).

2.4

RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati dello studio modellistico in termini di concentrazioni a livello del suolo di NO_x e CO.

I risultati sono presentati coerentemente con i parametri statistici previsti dal *D.Lgs 155/2010* in merito a fenomeni di esposizione acuta, che alla luce della natura limitata nel tempo degli episodi di attivazione delle torce risultano essere i più adeguati per effettuare un confronto.

Oltre alle concentrazioni massime all'interno del dominio di calcolo saranno anche indicate le concentrazioni calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline della rete di monitoraggio dell'ARPA Emilia Romagna che ricadono all'interno dell'agglomerato urbano di Ferrara presentate nel Paragrafo 1.2 del presente allegato.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCGIS (ESRI) specifico per operazioni di interpolazioni geostatistiche.

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive *Figure* le quali riportano le mappe di isocentratura delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati.

2.4.1

NO_x

In *Tabella 2.8* e in *Tabella 2.9* sono riportate rispettivamente le concentrazioni massime orarie calcolate dal modello sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria dell'ARPA ER presenti nel dominio di calcolo; la distribuzione spaziale delle massime concentrazioni è mappata all'interno delle *Figure 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4*.

Tabella 2.8 *NO_x Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo*

Scenario	Concentrazione Massima oraria nel Dominio [µg/m ³]	Limite Normativo <i>D.Lgs 155/2010</i> [µg/m ³]
Scenario 1 , Torcia B7H	45,40	400 (1)
Scenario 2 , Torcia B7H	48,82	
Scenario 3 , Torcia B7H	64,49	
Scenario 4 , Torcia B7H - B7G	46,57	

⁽¹⁾ *Soglia di Allarme della Concentrazione Media Oraria da non superare per tre ore consecutive*

Tabella 2.9 *NO_x, Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello alle Centraline di Qualità dell'Aria di ARPA Emilia Romagna*

Scenario	Corso	Località	Località	Via	Villa	Limite D.Lgs 155/2010 [µg/m ³]
	Isonzo	Barco	Mizzana	Bologna	Fulvia	
	[µg/m ³]					
Scenario 1 , Torcia B7H	3,67	9,92	9,18	2,70	1,57	
Scenario 2 , Torcia B7H	6,46	13,65	14,30	3,70	3,08	
Scenario 3 , Torcia B7H	14,90	21,90	16,71	10,92	9,66	400 ⁽¹⁾
Scenario 4 , Torcia B7H - B7G	11,68	17,14	19,17	10,49	7,19	

⁽¹⁾ Soglia di Allarme della Concentrazione Media Oraria da non superare per tre ore consecutive

Dai dati riportati nella precedenti Tabelle (*Tabella 2.8* e *Tabella 2.9*) si evince che per gli scenari considerati, le massime concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori molto inferiori al rispettivo limite normativo che pur si riferisce ad una concentrazione trioraria. Dall'analisi della mappa di isoconcentrazione si evince inoltre che le massime ricadute al suolo, inferiori di un ordine di grandezza rispetto al limite normativo, sono localizzate all'interno del perimetro del *Polo Chimico*, in prossimità delle torce stesse, mentre le concentrazioni massime calcolate all'esterno sono ampiamente inferiori.

Si precisa inoltre che nel presente studio si è scelto di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.Lgs 155/2010* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂.

L'efficacia di tale conversione dipende, infatti, da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

2.4.2 CO

In *Tabella 2.10* e in *Tabella 2.11* sono riportate rispettivamente le concentrazioni massime orarie calcolate dal modello sull'intero dominio di calcolo, ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria dell'ARPA ER presenti nel dominio di calcolo; la distribuzione spaziale delle massime concentrazioni è mappata all'interno delle *Figure 2.5 - 2.6 - 2.7 - 2.8*.

Tabella 2.10 CO, Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Scenario	Concentrazione Massima oraria nel Domino	Limite Normativo D.Lgs 155/2010
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Scenario 1 , Torcia B7E	247,13	10000 ⁽¹⁾
Scenario 2 , Torcia B7E	265,61	
Scenario 3 , Torcia B7E	350,91	
Scenario 4 , Torcia B7E - B7G	253,43	

⁽¹⁾ Valore Limite per la Massima Media Mobile su 8 Ore delle Concentrazioni Orarie

Tabella 2.11 CO, Massime Concentrazioni Orarie Calcolate dal Modello alle Centraline di Qualità dell'Aria di ARPA Emilia Romagna

Scenario	Corso Isonzo	Località Barco	Località Mizzana	Via Bologna	Villa Fulvia	Limite D.Lgs 155/2010
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					
Scenario 1 , Torcia B7E	19,96	54,03	49,95	14,69	8,57	10000 ⁽¹⁾
Scenario 2 , Torcia B7E	35,15	74,25	77,80	20,16	16,74	
Scenario 3 , Torcia B7E	81,08	119,15	90,93	59,41	52,56	
Scenario 4 , Torcia B7E - B7G	63,56	93,25	104,33	57,09	39,15	

⁽¹⁾ Valore Limite per la Massima Media Mobile su 8 Ore delle Concentrazioni Orarie

Anche in questo caso sulla base dei dati riportati nella precedenti *Tabelle* (Tabella 2.10 e Tabella 2.11) si evince che le concentrazioni calcolate al suolo si attestano su valori molto inferiori ai rispettivi limite di legge. Si precisa che il limite normativo prevede il rispetto della soglia per la concentrazione media mobile sulle otto ore, mentre nella precedente tabella è sono state conservativamente confrontate le massime concentrazione orarie con il suddetto limite.

Le simulazioni effettuate, pur nelle condizioni estremamente conservative in cui sono state eseguite, consentono di concludere che per nessuno dei prodotti di combustione presi in esame (NO_x, CO) si verifica il superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.Lgs. 155/2010* per l'intero dominio di calcolo che comprende un'area intorno allo *Stabilimento* di circa 900 km².