



**AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE  
ALLEGATO D7: IDENTIFICAZIONE E  
QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI  
DELLE EMISSIONI IN ACQUA E  
CONFRONTO CON STANDARD DI  
QUALITA' AMBIENTALE PER LA  
PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA  
QUALE SI RICHIEDE  
L'AUTORIZZAZIONE**

*EniPower Mantova*

*STABILIMENTO DI MANTOVA*

## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>5</b>
2.1 IDENTIFICAZIONE DELLO SCARICO.....	6
2.2 VERIFICA DEL CRITERIO DI SODDISFAZIONE .....	7
<b>3. CARATTERISTICHE DEL MODELLO .....</b>	<b>8</b>
3.1 INTRODUZIONE MODELLO .....	8
3.2 VALIDAZIONE DEL MODELLO .....	8
3.3 I SOTTOSISTEMI DI CORMIX.....	9
3.4 GEOMETRIA DEL BACINO .....	9
3.5 VENTO E CORRENTE.....	10
3.6 TEMPERATURA .....	10
3.7 DATI SULLA SORGENTE DI EMISSIONE .....	11
<b>4. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....</b>	<b>16</b>
4.1 AVVERTENZE SULLA RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	16
4.2 RISULTATI NUMERICI .....	16
4.3 COMMENTI AI RISULTATI .....	19
<b>5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....</b>	<b>20</b>
5.1 VERIFICA DEL PRIMO CRITERIO .....	20
5.2 VERIFICA DEL SECONDO CRITERIO .....	20
<b>ALLEGATO 1 .....</b>	<b>22</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 2-1: Posizione degli scarichi P1 e P2 (evidenziati in rosso) all'interno del canale Ex Sisma e punto di immissione di quest'ultimo nel fiume Mincio (evidenziato in giallo) .....	7
Figura 3-1: Geometria del bacino di simulazione .....	10

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Selezione valori SQA del D.Lgs 152/06.....	5
Tabella 2-2: Valori di Concentrazione per una qualità delle acque idonea alla vita dei pesci indicate dal D.Lgs 152/06.....	6
Tabella 3-1: Portate medie annue degli scarichi parziali e del canale Ex Sisma simulato .....	11
Tabella 3-2: Concentrazione degli inquinanti e flusso di massa allo scarico Ex Sisma alla Massima Capacità Produttiva .....	13
Tabella 4-1: Concentrazione di inquinanti, per i quali è stato individuato un SQA, calcolata a 10, 50 e 100 m dal punto di scarico (MCP).....	17
Tabella 4-2: Distanza dal punto di scarico in cui viene raggiunto l'SQA (MCP) .....	17
Tabella 4-3: Concentrazione di inquinanti calcolata a 10, 50 e 100 m dal punto di scarico (MCP).....	18
Tabella 5-1: Distanza dal punto di scarico in cui viene raggiunto l'SQA aggiungendo ai valori calcolati dal modello la concentrazione del fondo .....	21

## **1. INTRODUZIONE**

La presente scheda raccoglie i risultati delle simulazioni effettuate per la verifica del criterio di soddisfazione relativo all'assenza di fenomeni di inquinamento significativi in relazione all'ambiente idrico, come richiesto dalla scheda D della Linea Guida di compilazione AIA, dovuti alle emissioni in acqua degli scarichi idrici dello stabilimento EniPower Mantova.

Lo studio ha come obiettivo l'identificazione e la quantificazione degli effetti delle emissioni in acqua dello stabilimento, per poter poi valutare se queste vadano ad alterare o meno lo stato di qualità delle acque del corpo idrico recettore finale, rappresentato dal fiume Mincio.

Le seguenti valutazioni si riferiscono alla configurazione di impianto descritta nell'istanza di rinnovo Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) presentata dallo stabilimento EniPower Mantova.

## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Ai fini della tutela delle acque superficiali dall'inquinamento provocato dalle sostanze pericolose, il D.Lgs. 152/06 ("Testo Unico Ambientale") ha introdotto degli obiettivi di qualità (SQA) operativi su tutto il territorio Nazionale, in particolare ha individuato una serie di concentrazioni limite per alcune sostanze di riferimento al fine di identificare obiettivi di qualità quantitativi dei corpi idrici regolamentati.

Tali valori di riferimento sono elencati nella Tabella 1/A, Allegato 1 alla parte terza del Testo Unico Ambientale e rappresentano i valori di riferimento per il monitoraggio e i piani di miglioramento che le Regioni dovranno perseguire al fine di preservare la qualità dei corpi idrici.

Le emissioni in acqua dello stabilimento EniPower Mantova rispettano i limiti allo scarico imposti dal Testo Unico Ambientale ed elencati nell'Allegato 5 alla parte terza del Decreto.

Al fine di verificare il grado di rilevanza delle immissioni dello stabilimento nelle acque superficiali interessate, rappresentate in questo caso dal fiume Mincio, il presente documento ha adottato come standard di qualità ambientale gli SQA identificati dal Testo Unico Ambientale.

In Tabella 2-1 vengono indicati, per gli inquinanti presenti negli scarichi in acqua dello stabilimento EniPower Mantova, gli SQA regolamentati.

La determinazione degli analiti viene eseguita da un laboratorio esterno accreditato, ed i metodi utilizzati sono equivalenti e migliorativi di quelli stabiliti dal D.lgs 152/06.

Inquinante	Obiettivo di Qualità ( $\mu\text{g/l}$ )	Metodo APAT-IRSA per la determinazione degli analiti	Data entro la quale le Regioni devono rispettare l'obiettivo
ARSENICO	10	3080	31 dicembre 2008
CROMO e composti	50	3150	
IPA	0.2	5080	
MERCURIO	1	3200	
NICHEL	20	3220	
PIOMBO	10	3230	
BENZENE	1	5140	
SOLVENTI CLORURATI	12*	5150	

\* Valore di concentrazione del cloroformio, composto potenzialmente presente nelle acque.

**Tabella 2-1: Selezione valori SQA del D.Lgs 152/06**

Al fine di effettuare una valutazione più approfondita degli effetti delle emissioni in acqua sono stati individuati alcuni parametri di riferimento aggiuntivi.

La selezione di tali analiti è stata effettuata con riferimento alla Tabella 1/B Allegato 2 alla parte terza del Testo Unico Ambientale ed è riportata in Tabella 2-2.

Le concentrazioni, stabilite dal Testo Unico Ambientale, si riferiscono a valori di concentrazione di sostanze inquinanti ammissibili per una qualità delle acque idonee alla vita dei pesci. Tali valori sono stati inseriti al fine di confrontare i risultati dello studio con limiti quantitativi riconosciuti a livello Nazionale, anche se non esplicitamente regolamentati dal Testo Unico Ambientale quali standard di qualità delle acque superficiali.

Inquinante	Concentrazioni di riferimento (µg/l)
RAME	40
ZINCO	300
BOD5	5000
SST	60000
AMMONIACA TOTALE	1000

**Tabella 2-2: Valori di Concentrazione per una qualità delle acque idonea alla vita dei pesci indicate dal D.Lgs 152/06**

## 2.1 Identificazione dello scarico

All'interno dello stabilimento di Mantova sono operativi 3 scarichi in cui confluiscono i reflui di tutte le società coinsediate nel sito: Polimeri Europa, SOL ed EniPower Mantova.

I tre punti di scarico finale, dei quali EniPower Mantova risulta essere cointestatario insieme a Polimeri Europa e SOL, sono:

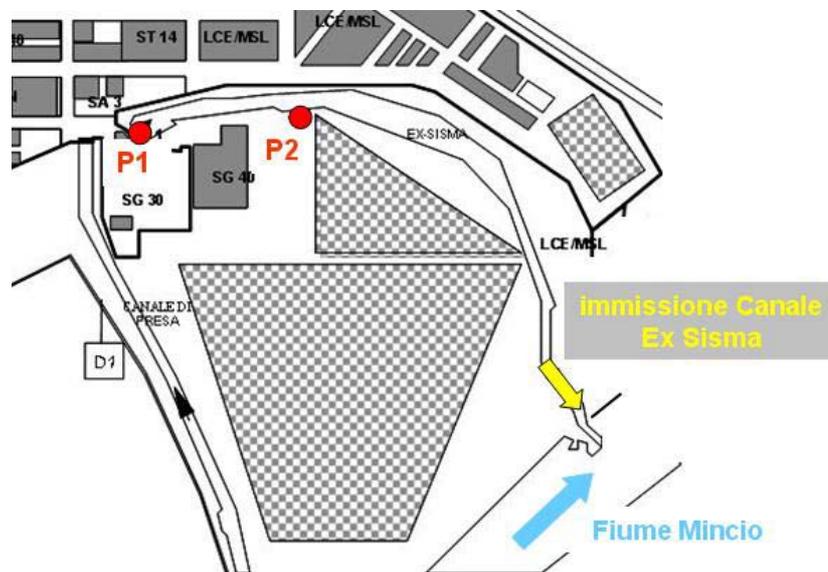
- Scarico R1: raccoglie le acque di raffreddamento provenienti dalla parte ovest dello stabilimento (in particolare il contributo di EniPower Mantova a questo scarico è costituito da acque provenienti dai cicli combinati CC1 e CC2, dal ciclo convenzionale B6 e da teleriscaldamento);
- Scarico R2: raccoglie le acque di raffreddamento provenienti dalla parte est dello stabilimento (non esiste alcuna immissione parziale di acque reflue di EniPower che recapitano a questo scarico finale);
- Scarico P2: raccoglie le acque industriali generate dallo stabilimento (in particolare il contributo di EniPower Mantova a questo scarico è costituito da acque provenienti dai cicli combinati CC1 e CC2 e dal ciclo convenzionale B6).

Lo scarico R1 e lo scarico R2 confluiscono insieme e si immettono, costituendo lo scarico P1, nel canale artificiale di collettamento di tutte le società coinsediate nel sito denominato Ex Sisma, che raccoglie circa 400 metri più a valle anche le acque provenienti dallo scarico P2. Il canale Ex Sisma, lungo complessivamente circa 1 km, sfocia nel fiume Mincio, circa due chilometri a valle del lago inferiore.

Le acque in ingresso ed in uscita dall'insediamento sono controllate in continuo da Polimeri Europa: i parametri SOA, TOC, portata, pH e conducibilità sono registrati e giornalmente trasmessi all'ARPA di Mantova.

L'obiettivo del presente studio è valutare se gli inquinanti presenti negli scarichi dell'intera area industriale vadano o meno ad influire sulla qualità delle acque superficiali del corpo recettore finale, rappresentato dal Mincio. A tal fine, l'analisi

della dispersione degli inquinanti è stata condotta per le emissioni valutate allo scarico finale del canale Ex Sisma.



**Figura 2-1: Posizione degli scarichi P1 e P2 (evidenziati in rosso) all'interno del canale Ex Sisma e punto di immissione di quest'ultimo nel fiume Mincio (evidenziato in giallo)**

## 2.2 Verifica del criterio di soddisfazione

La verifica del criterio di soddisfazione relativo all'assenza di fenomeni di inquinamento significativi in relazione all'ambiente idrico, come richiesto dalla scheda D della Linea Guida di compilazione AIA, è stata condotta in base alle immissioni di inquinanti idrici generati dagli scarichi di stabilimento e al confronto con gli SQA introdotti dalla normativa.

Più specificatamente il criterio di soddisfazione prevede che per ciascuna matrice ambientale d'interesse (in questo caso il comparto idrico) e per ciascun inquinante significativo del processo in analisi, la valutazione sia basata, in genere, sul confronto tra il contributo aggiuntivo che il processo in esame determina al livello di inquinamento nell'area geografica interessata (CA), il livello finale d'inquinamento nell'area (LF) ed il corrispondente requisito di qualità ambientale (SQA). I criteri di soddisfazione saranno pertanto i seguenti:

$$CA \ll SQA$$

$$LF < SQA$$

La direttiva IPPC persegue infatti un principio di prevenzione che richiede di ridurre al minimo il contributo all'inquinamento dell'area geografica coinvolta.

### 3. CARATTERISTICHE DEL MODELLO

#### 3.1 Introduzione modello

Il modello applicato per la simulazione della dispersione degli inquinanti nelle acque superficiali è CORMIX, un software per la previsione, l'analisi e la progettazione di scarichi inquinanti in diverse tipologie di corpi idrici.

Nonostante il software in origine sia stato concepito per prevedere la forma ed i valori di diluizione dell'inquinante nella zona iniziale di mescolamento (near-field), in seguito il sistema è stato utilizzato efficacemente per simulare anche il comportamento della plume di scarico a distanze maggiori (far-field).

La metodologia con cui opera CORMIX si basa sul presupposto di condizioni ambientali stabili (valori di vento e corrente costanti).

Il programma permette la previsione sia delle caratteristiche qualitative (ad esempio classificazione del flusso) sia gli aspetti quantitativi (rapporto di diluizione, traiettoria della plume) nei processi di miscelazione idrodinamica.

#### 3.2 Validazione del modello

U.S. EPA ha condotto una revisione scientifica su CORMIX. Il rapporto finale ha concluso che il modello ha la capacità di prevedere la qualità delle acque nella zona di mescolamento durante lo scarico di sedimenti e che tale metodologia garantisce una implementazione per indagini successive.

Lo Stato dell'Idaho (USA) ha condotto uno studio nella mixing zone all'interno di uno scarico superficiale minerario. Il rapporto finale ha concluso che esiste un buon accordo tra i risultati di CORMIX e i valori di campo.

Il Dipartimento di Ecologia dello Stato di Washington ha condotto uno studio sulla valutazione della mixing zone nel fiume Spokane in relazione ad uno scarico di una cartiera. Il rapporto ha concluso che le simulazioni effettuate da CORMIX ben si adattano ai dati di campo nel caso in cui i dati di ingresso (profondità del bacino, geometria dello scarico, temperature e velocità del flusso) rappresentano le condizioni reali del sito.

Nell'articolo "Comparisons of Remotely Sensed Observations with Modeling Predictions for the Behaviour of Wastewater Plumes from Coastal Discharges" International Journal of Remote Sensing, 1997, Vol. 18, No. 9, PP. 1987-2019, P.A. Davies, L.A. Mofor e M.J. Neves riferiscono del sostanziale accordo tra le previsioni di CORMIX con i dati di campo in uno studio su uno scarico termico.

I.K. Tsanis, C. Valeo e Y. Diao riportano un buon accordo nei valori previsti da CORMIX all'interno del near-field con i dati di campo in un articolo intitolato "Comparison of Near-Field Mixing Models for Multiport Diffusers in the Great Lakes" in the Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 21. Feb. 1994.

All'interno dell'articolo "Near-Field Mixing Characteristics of Submerged Effluent Discharges into Masan Bay" di S.W. Kang e al. si sottolinea il buon accordo tra i risultati di CORMIX con i dati di campo sui valori di diluizione per un effluente rappresentato da uno scarico all'interno di un estuario in Corea. E' stata realizzata inoltre una comparazione con valori di campo raccolti nell'ambito del Southeast

Florida Ocean Outfall Experiment II (SEFLOE), in Ocean Research, Vol. 22 No. 1. pp. 45-56, 2000.

In una panoramica sui rischi ambientali associati agli scarichi delle industrie petrolifere e del gas R. Sadiq e al., trovano un buon accordo tra CORMIX e il modello idrodinamico nel far-field in un articolo intitolato "An Integrated Approach to Environmental Decision-making", presentato al Canada-Brazil Oil & Gas HSE Seminar and Workshop, March 11-12, 2002.

### **3.3 I sottosistemi di CORMIX**

CORMIX, attraverso i suoi sottosistemi, permette di simulare le caratteristiche geometriche e di diluizione del flusso dell'effluente.

I principali aspetti metodologici sono i seguenti:

- l'effettiva sezione trasversale del corpo idrico è descritta come un canale di forma rettangolare rettilineo uniforme che può essere delimitato lateralmente o essere illimitato. Il flusso ambientale si presuppone sia uniforme all'interno di questa sezione.
- oltre alla possibilità di un ambiente a densità uniforme, CORMIX consente tre tipi generici di profili di stratificazione che possono essere utilizzati per l'approssimazione della effettiva distribuzione di densità verticale. I sottosistemi utilizzati sono tutti stazionari.
- tutti i sottosistemi CORMIX simulano il mescolamento sia per i processi conservativi che per quelli con decadimento del primo ordine.

### **3.4 Geometria del bacino**

La geometria del bacino utilizzata nelle simulazioni è mostrata in Figura 3 1. Il fiume Mincio, in prossimità dell'immissione del canale Ex Sisma, è descritto come un canale largo 85 m nel quale il collettore finale di tutti gli scarichi dello stabilimento si immette con un angolo di 90° rispetto alla direzione di flusso del fiume stesso.

La profondità del Mincio è stata considerata costante e pari a 2.4 m ("Progetto di riqualificazione integrata e partecipata del fiume Mincio", Massari, 2008) , senza slope del fondo.

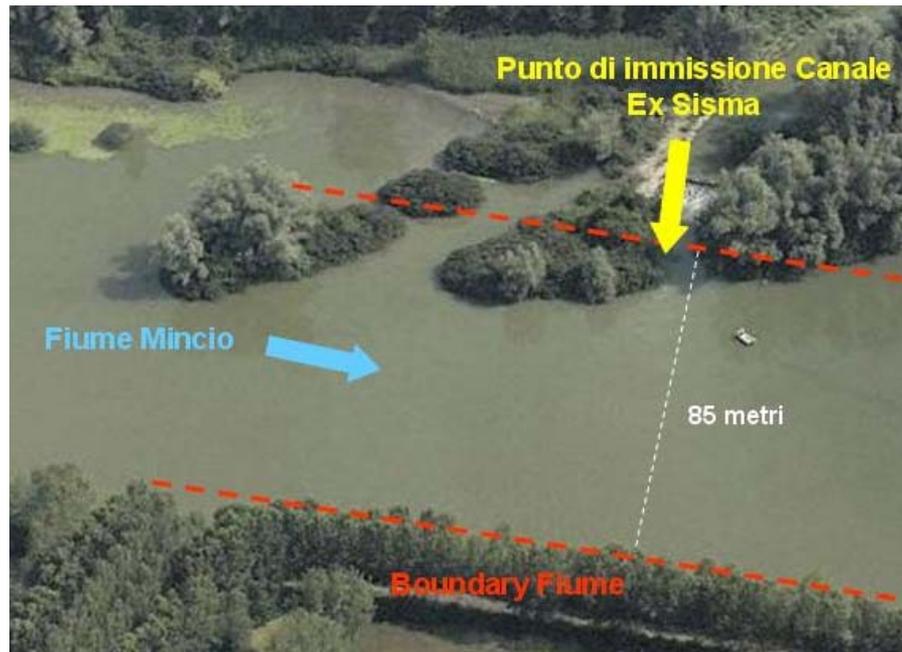


Figura 3-1: Geometria del bacino di simulazione

### 3.5 Vento e corrente

Per quanto riguarda le velocità del vento, si nota come l'anemologia del sito (come descritto in dettaglio nell'Allegato D.5 all'istanza di Autorizzazione Integrata Ambientale) sia dominata da venti non intensi, con una forte predominanza di venti inferiori ai 2 m/s. E' invece molto ridotta la percentuale di venti caratterizzati da velocità superiori a 5 m/s, come d'altronde lecito aspettarsi in aree piuttosto pianeggianti e non caratterizzate da significativi regimi di brezza. La media aritmetica su tutto l'anno, utilizzata nelle simulazioni, risulta pari a 1.4 m/s.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche idrauliche, il Mincio risulta caratterizzato da un regime assai regolare in virtù del fondamentale ruolo di volano idraulico che costituisce il Lago di Garda e, in misura minore, anche i tre laghi mantovani. Dai dati recenti messi a disposizione dall' AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po), la portata media annua riferita al periodo che va dal 2002 al 2005 in prossimità della sezione Formigosa (meno di 1 km a valle dell'immissione del canale Ex Sisma) risulta pari a 20.8 m<sup>3</sup>/s. Date le caratteristiche geometriche precedentemente illustrate, ne consegue che nelle simulazioni la velocità della corrente del fiume è stata posta pari a 0.1 m/s.

### 3.6 Temperatura

Il parametro temperatura è stato definito sulla base dei dati misurati relativi alle acque di sollevamento prelevate dal fiume Mincio durante l'anno completo più recente (2007).

La temperatura oscilla da un valore minimo di 7.0°C nel mese di novembre ad un valore massimo di 28.0°C nel mese di luglio. La temperatura del fiume Mincio utilizzata per le simulazioni è stata posta pari a 17.5°C che è la media tra la massima e la minima raccolte dai dati relativi alle acque di sollevamento.

**3.7 Dati sulla sorgente di emissione**

I parametri principali dello scarico analizzati e considerati nella simulazione sono:

- Portata;
- Concentrazione inquinanti;
- Temperatura allo scarico;
- Geometria scarico;
- Indice di decadimento sostanze inquinanti.

**Portata**

I valori di portata media annua relativi al canale ex Sisma sono stati calcolati, per la Massima Capacità Produttiva, come somma delle portate medie annue misurate in corrispondenza di tutti gli scarichi parziali che si immettono nel canale stesso, ovvero gli scarichi R1, R2 (che confluiscono insieme e costituiscono lo scarico P1) e P2.

Le portate di ciascuno scarico, già riportate nella Scheda B.9.2 dell’ istanza di rinnovo di Autorizzazione Integrata Ambientale, sono riepilogate nella seguente Tabella 3-1 insieme al valore di portata calcolato per il canale Ex Sisma simulato (evidenziato in grassetto).

Scarico	Portata media annua alla massima capacità produttiva (m <sup>3</sup> )
R1	30418515
R2	36150211
P2	59167599
<b>CANALE EX SISMA</b>	<b>125736325</b>

**Tabella 3-1: Portate medie annue degli scarichi parziali e del canale Ex Sisma simulato**

Le portate del canale Ex Sisma per la Massima Capacità Produttiva sono dunque le seguenti:

- Massima Capacità Produttiva (MCP): 125736325 m<sup>3</sup>.

I valori della portata dell’effluente al secondo risultano:

- Massima Capacità Produttiva (MCP): 3.99 m<sup>3</sup>/s.

**Concentrazioni**

I valori di concentrazione per ogni inquinante, in corrispondenza dell’immissione del canale Ex Sisma nel fiume Mincio, sono stati calcolati come media pesata in funzione delle portate e concentrazioni di ciascuno scarico parziale (R1, R2 e P2), avendo il canale la funzione essenzialmente di collettore. Per la determinazione dei parametri di input al modello sono stati utilizzati i valori di concentrazione dichiarati nella sezione B.10.2 della Scheda B (relativa alla Massima Capacità Produttiva) dell’ istanza di rinnovo Autorizzazione Integrata Ambientale.

E' stato dunque adoperato un approccio di tipo cautelativo, in quanto non si tiene conto di alcun fenomeno di decadimento, degradazione e deposizione di carico inquinante che può avvenire dal punto in cui gli scarichi P1 (originato dalla confluenza di R1 ed R2) e P2 si immettono nel canale Ex Sisma prima che questo confluisca nel corpo recettore finale rappresentato dal Mincio.

Le simulazioni sono state effettivamente condotte solo per la situazione più conservativa, ovvero la Massima Capacità Produttiva. La verifica dei criteri di soddisfazione (Paragrafo 2.2) in tali condizioni garantisce infatti automaticamente anche la verifica dei criteri per l'anno di riferimento storico.

La Tabella 3-2 mostra i diversi valori di scarico in termini di concentrazione e flusso di massa per tutti i parametri di studio selezionati.

Si osserva come le simulazioni siano state eseguite praticamente per la totalità degli inquinanti monitorati agli scarichi R1, R2 e P2 e l'indagine non sia stata limitata agli inquinanti per i quali è definito un SQA dalla normativa. Questo in modo da fornire una stima qualitativa e quantitativa esaustiva dell'apporto inquinante al corpo recettore finale da parte dello stabilimento.

Inoltre è da sottolineare come il contributo agli scarichi effettivamente riconducibile alle attività dell'impianto EniPower Mantova sia pari, alla massima capacità produttiva, a circa lo 0.2% in volume del totale delle acque scaricate nel recettore finale dal canale Ex Sisma simulato.

Inquinante	Conc. MCP Ex-Sisma (mg/l)	Portata MCP Ex-Sisma (m <sup>3</sup> /s)	Flusso di massa (g/h)
Arsenico	0.00274	3.99	39.3
Cromo Totale	0.00321	3.99	46.2
Mercurio	0.00010	3.99	1.4
Nichel	0.00084	3.99	12.1
Piombo	0.00111	3.99	15.9
Rame	0.00465	3.99	66.8
Zinco	0.00734	3.99	105.4
Benzene	0,00033	3.99	4.7
SOA (Benzene + Toluene+Etilbenzene+ Xileni+Cumene+Stirene)	0.00137	3.99	19.7
Nonilfenolo	0.000345	3.99	4.9
PCB	0.00010	3.99	1.4
Antracene	0.00004	3.99	0.5
Naftalene	0.00011	3.99	1.6
IPA Totali	0.00018	3.99	2.5
Azoto Totale	2.30721	3.99	33140.8
Solfati	67.77540	3.99	973525.9
Cloruri	29.44512	3.99	422949.7
Fosforo	0.24706	3.99	3548.7
BOD5	5.00000	3.99	71820.0
COD	15.47057	3.99	222219.3
COT	3.82351	3.99	54920.9
Fenoli	0.00500	3.99	71.8
SST	27.26848	3.99	391684.4
Alluminio	0.09000	3.99	1292.8
Ferro	0.20229	3.99	2905.6
Manganese	0.04640	3.99	666.6
Cianuri	0.01000	3.99	143.6
Azoto ammoniacale	0.24706	3.99	3548.7
Azoto nitrico	1.98435	3.99	28503.2
Azoto nitroso	0.05438	3.99	781.2
Idrocarburi totali	0.01000	3.99	143.6
Tensioattivi totali	0.20000	3.99	2872.8
Solventi clorurati	0.00553	3.99	79.4
Acrlonitrile	0.00100	3.99	10.9
Tossic.Equivalente PCDD/PCDF	0.001 · 10 <sup>-6</sup>	3.99	14.4 · 10 <sup>-6</sup>

**Tabella 3-2: Concentrazione degli inquinanti e flusso di massa allo scarico Ex Sisma alla Massima Capacità Produttiva**

### Temperatura

Le temperature in corrispondenza degli scarichi R1, R2 e P2, così come avviene per le concentrazioni dei diversi analiti, vengono monitorate. I dati relativi al 2007 mostrano come allo scarico P1 (R1+R2) le temperature varino da un minimo di 13°C ad un massimo di 34°C, mentre allo scarico P2 le temperature misurate variano da un minimo di 12°C ad un massimo di 33°C. Nelle simulazioni la temperatura dell'effluente è stata posta pari a 33°C.

### Geometria scarico

Il canale Ex Sisma, in corrispondenza del punto di immissione nel fiume Mincio, ha una sezione di circa 10 m<sup>2</sup>. Lo scarico nel modello è stato descritto come avente una sezione rettangolare di 10 m x 1 m, e può essere definito a pelo libero.

### Costante di decadimento

Le simulazioni sono state condotte tenendo in considerazione, ove possibile, un coefficiente di decadimento per gli inquinanti considerati.

E' possibile definire il "Tempo di emivita" di un'inquinante come il tempo necessario perché la sua concentrazione iniziale si riduca del 50%.

Il decadimento è espresso dalla seguente equazione differenziale:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

dove N è la quantità e  $\lambda$  è un numero chiamato costante di decadimento.

La soluzione di questa equazione è:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

dove N(t) è la quantità al tempo t, e  $N_0$  è la quantità iniziale, al tempo t=0.

Ne consegue che il tempo di emivita  $t_{1/2}$  è legato alla costante di decadimento  $\lambda$  dalla formula:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{ovvero} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

Nel caso dei metalli la costante di decadimento  $\lambda$  è stata considerata trascurabile, essendo il tempo di emivita dell'ordine delle centinaia di anni.

Tale costante è stata considerata trascurabile, seguendo un approccio di tipo conservativo, anche per tutte le sostanze per le quali il tempo di emivita presenta in letteratura un range ampio che va dai pochi giorni a qualche mese.

Per quanto riguarda gli IPA è stato invece utilizzato un valore di  $\lambda$  pari al risultato del rapporto tra la costante 0.693 (ln 2) ed il tempo di emivita. Dalla bibliografia<sup>1</sup> sull'argomento il tempo di emivita per gli IPA è stato assunto pari a 3 giorni per cui:

$$\text{costante di decadimento } \lambda = 0.693 / 3 = \mathbf{0.231} / \text{d}$$

<sup>1</sup> Świetlik R., Kowalczyk D., Dojlido J, 2002 - Influence of Selected Physicochemical Factors on the Degradation of PAHs in Water. Department of Environmental Protection, Technical University in Radom, Chrobrego 27, 26-600 Radom, Poland.

Per quanto riguarda il tempo di emivita del benzene e dei SOA (Sostanze organiche aromatiche) è stato assunto valido il valore di 2.7 ore riferito al benzene reperibile in letteratura<sup>2</sup>. Pertanto:

$$\text{costante di decadimento } \lambda = 0.693 / 0.113 = \mathbf{6.16 / d}$$

Infine per l'Antracene è stato utilizzato un tempo di emivita pari a 1.7 ore (reperito anche in questo caso da bibliografia sull'argomento<sup>3</sup>) dal quale si ricava:

$$\text{costante di decadimento } \lambda = 0.693 / 0.071 = \mathbf{9.78 / d}$$

---

<sup>2</sup> *National Primary Drinking Water Regulations*, US EPA.

<sup>3</sup> John H. Montgomery, "Groundwater Chemicals", 3<sup>rd</sup> edition, 2008.

## **4. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI**

### **4.1 Avvertenze sulla rappresentazione dei risultati**

In tutto lo studio, nel rappresentare i risultati delle simulazioni si farà uso di tabelle e mappe.

Per quanto riguarda le mappe si sottolinea che i risultati ottenuti vengono visualizzati tramite gradazioni di colore. In tali mappe viene riportata la posizione della sorgente e, per gli analiti per i quali è stato individuato un SQA, viene evidenziata graficamente la distanza dallo scarico alla quale tale valore viene raggiunto (vedi Allegato 1).

Le gradazioni di colore vengono generate a partire dai dati di uscita di CORMIX, mediante l'apposito software di contouring CORVUE.

### **4.2 Risultati numerici**

Le seguenti tabelle riportano i risultati ottenuti al termine delle simulazioni che riproducono la diffusione dei diversi inquinanti considerati.

In Tabella 4-1 sono indicati, per gli analiti per i quali è definito un SQA (Capitolo 2), i valori di concentrazione calcolati dal modello ad una distanza di 10 m, 50 m e 100 m dal punto di immissione del canale Ex Sisma nel fiume Mincio. Questa rappresentazione permette, relativamente alla Massima Capacità Produttiva, una descrizione di tipo quantitativo della dispersione in prossimità dello scarico ("Near field") di ciascuna sostanza considerata.

In Tabella 4-2 vengono riportate invece le distanze alle quali, nel corso dei vari run, vengono raggiunti gli SQA per gli analiti considerati.

Inquinante	Concentrazione (mg/l)			SQA (mg/l)
	Distanza punto di scarico: 10 m	Distanza punto di scarico: 50 m	Distanza punto di scarico: 100 m	
Arsenico	0.00237	0.00185	0.00172	0.01
Cromo Totale	0.00279	0.00218	0.00202	0.05
Mercurio	0.000086	0.000068	0.000063	0.001
Nichel	0.00073	0.00057	0.00053	0.02
Piombo	0.00095	0.00075	0.00069	0.01
Rame	0.00401	0.00315	0.00292	0.04
Zinco	0.00633	0.00498	0.00461	0.3
Benzene	0.000281	0.000216	0.000194	0.001
IPA Totali	0.000153	0.000120	0.000111	0.0002
BOD5	4.31000	3.39000	3.14000	5
SST	23.50000	18.50000	17.10000	60
Azoto ammoniacale	0.21300	0.16700	0.15500	1
Solventi clorurati	0.00477	0.00375	0.00347	0.012

**Tabella 4-1: Concentrazione di inquinanti, per i quali è stato individuato un SQA, calcolata a 10, 50 e 100 m dal punto di scarico (MCP)**

Inquinante	Distanza per il conseguimento dello SQA (m)	SQA (mg/l)
Arsenico	0	0.01
Cromo Totale	0	0.05
Mercurio	0	0.001
Nichel	0	0.02
Piombo	0	0.01
Rame	0	0.04
Zinco	0	0.3
Benzene	0	0.001
IPA Totali	0	0.0002
BOD	0	5
SST	0	60
Azoto ammoniacale	0	1
Solventi clorurati	0	0.012

**Tabella 4-2: Distanza dal punto di scarico in cui viene raggiunto l'SQA (MCP)**

Per consentire una stima qualitativa e quantitativa dell'apporto inquinante al corpo recettore finale da parte dello stabilimento multisocietario, anche per le sostanze per le quali non è definito, secondo la normativa vigente, un valore limite di concentrazione, in Tabella 4-3 sono riportati i valori di concentrazione calcolati dal modello ad una distanza di 10 m, 50 m e 100 m dal punto di immissione anche per

le sostanze per le quali non è definito, secondo la normativa vigente, un valore limite di concentrazione.

Inquinante	Concentrazione (mg/l)		
	Distanza punto di scarico: 10 m	Distanza punto di scarico: 50 m	Distanza punto di scarico: 100 m
Nonilfenolo	0.000298	0.000234	0.000217
PCB	0.000086	0.000068	0.000063
Antracene	0.000031	0.000023	0.000021
Naftalene	0.000096	0.000075	0.000070
Azoto Totale	1.99000	1.56000	1.45000
Solfati	58.50000	45.90000	42.60000
Cloruri	25.40000	20.00000	18.50000
Fosforo	0.21300	0.16700	0.15500
COD	13.30000	10.50000	9.71000
COT	3.30000	2.59000	2.40000
Fenoli	0.00431	0.00339	0.00314
Alluminio	0.07770	0.06100	0.05650
Ferro	0.17500	0.13700	0.12700
Manganese	0.04000	0.03150	0.02910
Cianuri	0.00863	0.00678	0.00628
Azoto nitrico	1.71000	1.35000	1.25000
Azoto nitroso	0.04690	0.03690	0.03410
Idrocarburi totali	0.00863	0.00678	0.00628
Tensioattivi totali	0.17300	0.13600	0.12600
Acrilonitrile	0.00086	0.00068	0.00063
Tossic.Equivalente PCDD/PCDF	$0.00086 \cdot 10^{-6}$	$0.00068 \cdot 10^{-6}$	$0.00063 \cdot 10^{-6}$
SOA (Benzene+Toluene+ Etilbenzene+Xileni+ Cumene+Stirene)	0.00118	0.00090	0.00081

**Tabella 4-3: Concentrazione di inquinanti calcolata a 10, 50 e 100 m dal punto di scarico (MCP)**

### 4.3 Commenti ai risultati

I risultati ottenuti dal modello CORMIX rappresentano una semplificazione della situazione reale e forniscono output di tipo semiquantitativo.

Le immagini e le considerazioni presentate si basano su una geometria semplificata del bacino, su approssimazioni dell'andamento idrodinamico dell'area e su ipotesi generali del comportamento diffusivo ed advettivo delle sostanze chimiche.

Il modello ha permesso di stimare il grado di rilevanza delle emissioni dello stabilimento, in corrispondenza dello scarico finale Ex Sisma, nell'ambiente fluviale interessato rappresentato dal fiume Mincio. I risultati delle simulazioni eseguite sono stati confrontati con gli SQA identificati dal D.Lgs. 152/06 ("Testo Unico Ambientale"), che rappresentano i valori di riferimento che gli enti competenti dovranno considerare al fine di preservare la qualità dei corpi idrici.

Dai risultati evidenziati in Tabella 4-1 e in Tabella 4-2 (Paragrafo 4.2) si osserva come, per le sostanze inquinanti per le quali è stato individuato un SQA, tali valori vengono raggiunti, da tutti gli analiti esaminati, ad una distanza nulla dallo scarico. Ciò è dovuto al fatto che le concentrazioni dei diversi analiti allo scarico, nonostante l'approccio cautelativo adottato nella definizione di tali valori (Paragrafo 3.7), risultano essere al di sotto degli SQA già al punto in cui il canale Ex Sisma si immette nel fiume.

Le mappe con la distribuzione delle concentrazioni di tutti gli analiti simulati sono riportate in Allegato 1.

## **5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI**

Come già descritto al Paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, i due criteri richiesti dalla verifica del criterio di soddisfazione, per le sostanze per le quali è definito un SQA, sono i seguenti:

Livello simulato << Valore limite

Livello finale < Valore limite

### **5.1 Verifica del primo criterio**

Come si evince dai risultati riportati in Tabella 4-1 e in Tabella 4-2 (Paragrafo 4.2) tutti gli analiti considerati nelle simulazioni rispettano gli SQA già al punto di immissione dello scarico nel fiume Mincio. Il primo criterio risulta quindi verificato.

### **5.2 Verifica del secondo criterio**

Per la verifica del secondo criterio è necessario stimare il livello finale di inquinamento nell'area (Livello finale). A tale scopo, ai valori di concentrazione calcolati dal modello, che rappresentano il contributo aggiuntivo determinato dall'attività dello stabilimento multisocietario al livello di inquinamento esistente, è stato sommato per ogni analita il valore di concentrazione rilevato nelle acque di sollevamento in ingresso allo stabilimento nell'anno 2007 (considerato come "valore di fondo" rappresentativo dell'inquinamento del fiume Mincio).

In Tabella 5-1 vengono riportate le concentrazioni degli analiti nelle acque di sollevamento e le distanze alle quali vengono raggiunti gli SQA aggiungendo a tali valori i contributi dello stabilimento risultato delle simulazioni eseguite.

Anche in questo caso gli SQA vengono rispettati da tutti gli analiti considerati (nella maggioranza dei casi addirittura ad una distanza nulla dallo scarico).

Inquinante	Concentrazione degli analiti nelle acque di sollevamento(mg/l)	Distanza per il conseguimento dello SQA (m)	SQA (mg/l)
Arsenico	0.0021	0	0.01
Cromo Totale	0.0030	0	0.05
Mercurio	0.0001	0	0.001
Nichel	0.0034	0	0.02
Piombo	0.0027	0	0.01
Rame	0.0019	0	0.04
Zinco	0.0380	0	0.3
Benzene	0.00019	0	0.001
IPA Totali	0.00008	50	0.0002
BOD <sup>4</sup>	10.0	-	5
SST	41.0	42	60
Azoto ammoniacale	0.36	0	1
Solventi clorurati	0.00043	0	0.012

**Tabella 5-1: Distanza dal punto di scarico in cui viene raggiunto l'SQA aggiungendo ai valori calcolati dal modello la concentrazione del fondo**

In considerazione dei risultati ottenuti, si può dedurre che gli incrementi di concentrazione dovuti all'apporto dell'insieme di tutte le società coinsediate nel sito produttivo, per la configurazione alla massima capacità produttiva, risultano trascurabili. Ne consegue che anche per la configurazione dell'anno di riferimento (caratterizzata da minore portata e dunque, per ogni analita, minor flusso di massa in uscita dallo stabilimento) il contributo dello stabilimento possa essere considerato poco significativo.

Inoltre è da sottolineare come il contributo agli scarichi effettivamente riconducibile alle attività dell'impianto EniPower Mantova sia pari, alla massima capacità produttiva, a circa lo 0.2% in volume del totale delle acque scaricate nel recettore finale dal canale Ex Sisma simulato.

Nel complesso è possibile concludere come le attività dell'impianto EniPower Mantova non vadano ad alterare in maniera sensibile lo stato di qualità dell'ambiente idrico del fiume Mincio.

<sup>4</sup> Per il BOD non è indicata alcuna distanza in quanto la concentrazione degli analiti già nelle acque di sollevamento è superiore all'SQA.

**ALLEGATO 1**

Mappe di concentrazione degli inquinanti considerati