



AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE
ALLEGATO D.7: IDENTIFICAZIONE E
QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE
EMISSIONI IN ACQUA E CONFRONTO CON
SQA PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA
PER LA QUALE SI RICHIEDE
L'AUTORIZZAZIONE

RAFFINERIA DI VENEZIA

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
1.1 IDENTIFICAZIONE DELLO SCARICO.....	6
1.2 VERIFICA DEL CRITERIO DI SODDISFAZIONE	6
2. CARATTERISTICHE DEL MODELLO	7
2.1 INTRODUZIONE MODELLO	7
2.2 VALIDAZIONE DEL MODELLO	7
2.3 I SOTTOSISTEMI DI CORMIX.....	8
2.4 GEOMETRIA DEL BACINO	8
2.5 VENTO.....	9
2.6 CORRENTE E MAREA.....	9
2.7 TEMPERATURA DELL'ACQUA.....	11
2.8 SALINITÀ.....	11
2.9 DATI SULLE SORGENTI DI EMISSIONE	12
3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	15
3.1 AVVERTENZE SULLA RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	15
3.2 RISULTATI NUMERICI	15
3.3 COMMENTI AI RISULTATI.....	16
4. VERIFICA DEL CRITERIO DI SODDISFAZIONE.....	17
4.1 VERIFICA DEL PRIMO CRITERIO	17
4.2 VERIFICA DEL SECONDO CRITERIO	17
ALLEGATO 1	18

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Valori SQA ai sensi del D.M. del 23/04/1998.....	5
Tabella 2 - Valori della temperatura del mare nella Laguna di Venezia	11
Tabella 3 - Valori della salinità nella Laguna di Venezia.....	12
Tabella 4 – Concentrazioni degli inquinanti in termini di flusso di massa.....	13
Tabella 5 – Dati di temperatura	14
Tabella 6 – Distanza a cui vengono raggiunti gli SQA durante le 5 simulazioni	15

INTRODUZIONE

Il presente documento raccoglie i risultati delle simulazioni effettuate per la determinazione degli effetti delle emissioni in acqua dello scarico SM1 della Raffineria di Venezia e il confronto con gli Standard di Qualità ambientale (SQA).

Il modello ha come obiettivo di identificare e quantificare gli effetti delle emissioni in acqua della Raffineria e non intende rappresentare lo stato di qualità della Laguna che è interessata da scarichi in acqua estranei alla Raffineria.

Le seguenti valutazioni si riferiscono alla configurazione della Raffineria descritta nella parte B dell'istanza di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) alla Massima Capacità Produttiva (MCA) e rispondono alle richieste di integrazione avanzate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con protocollo Nota prot. DSA/2008/7553 del 14/3/2008.

1. 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 identificato 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, mentre per la Laguna di Venezia, in particolare, è stato emanato uno specifico decreto per la sua tutela (D.M. del 23/04/1998). Gli SQA rappresentano i valori di riferimento per il monitoraggio e i piani di miglioramento che gli enti competenti dovranno perseguire al fine di preservare la qualità dei corpi idrici.

Le emissioni in acqua della Raffineria di Venezia rispettano i limiti allo scarico imposti in Tabella A del D.M. 30/07/1999 ("Limiti agli scarichi industriali e civili che recapitano nella laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante").

Al fine di verificare il grado di rilevanza delle immissioni di Raffineria nell'ambiente lagunare interessato, il presente documento ha adottato come standard di qualità ambientale gli SQA imperativi identificati dal D.M. 23/04/1998 *"Requisiti di qualità delle acque e caratteristiche degli impianti di depurazione per la tutela della Laguna di Venezia"*.

Prendendo in considerazione la caratterizzazione chimica delle emissioni in acqua della Raffineria e confrontandoli con gli SQA espressi dalla normativa, è stato selezionato un numero di parametri significativi, riportati in Tabella 1.

Tabella 1 - Valori SQA ai sensi del D.M. del 23/04/1998

Inquinante	Obiettivo di Qualità mg/l
Azoto Totale	0,35
Fosforo Totale	0,025
Cloro Residuo	0,001
Fluoruri	0,85
Alluminio	0,005
Arsenico (DT)	0,0016
Cadmio	0,00003
Cobalto	0,0001
Ferro	0,008
Manganese	0,008
Mercurio	0,000003
Nichel	0,0015
Piombo	0,00015
Rame	0,0015
Selenio	0,0005
Vanadio	0,002
Zinco	0,0015
Fenoli Tot	0,005
Pentaclorobenzene	0,00003
Solventi organici aromatici	0,002
Benzene	0,0012
Toluene	0,002
Xileni	0,001

Inquinante	Obiettivo di Qualità mg/l
IPA	0,00006

1.1 Identificazione dello scarico

All'interno della Raffineria di Venezia è operativo lo scarico denominato SM1 che scarica nel canale Vittorio Emanuele III. Lo scarico raccoglie, oltre alle acque di raffreddamento provenienti dalle vasche di calma e ispezione (PV4/5/7/8/9), anche le seguenti acque:

- effluenti dell'impianto di depurazione biologico, che si immette nel collettore SM1 nel punto SM2;
- effluenti dell'impianto di depurazione chimico-fisico, che si immette nel collettore SM1 nel punto SM3.

L'analisi della dispersione degli inquinanti nell'ambiente lagunare è stata condotta per le emissioni valutate allo scarico finale SM1 di Raffineria.

1.2 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 Raffineria e il confronto con gli SQA introdotti dalla normativa.

Più specificatamente il criterio di soddisfazione prevede che per ciascuna matrice ambientale d'interesse e per ciascun inquinante significativo del processo in analisi (in questo caso il comparto idrico), 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 (C_A), il livello finale d'inquinamento nell'area (L_F) ed il corrispondente requisito di qualità ambientale (SQA). I criteri di soddisfazione saranno pertanto i seguenti:

$$C_A \ll SQA$$

$$L_F < SQA$$

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

Per la verifica del criterio di soddisfazione vengono analizzati i dati ottenuti dalle simulazioni di dispersione degli inquinanti nel canale lagunare e confrontati i risultati con i valori di stato di qualità dei corpi idrici introdotti dal D.M. del 23/04/1998.

2. CARATTERISTICHE DEL MODELLO

2.1 Introduzione modello

Il modello applicato per la simulazione della dispersione dell'inquinante nell'ambiente marino 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.

2.2 Validazione del modello

Usepa 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 positive 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 risultati di 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.

2.3 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 rappresentati da:

- l'effettiva sezione trasversale del corpo idrico può essere descritta con una forma geometrica rettangolare (delimitata lateralmente o illimitata). Il flusso ambientale si presuppone sia uniforme all'interno di questa sezione.
- CORMIX consente di simulare un ambiente a densità uniforme oppure considerare tre tipi generici di profili di stratificazione che possono essere utilizzati per l'approssimazione dell'effettiva distribuzione di densità verticale. I sottosistemi utilizzati sono considerati stazionari. Fenomeni non stazionari (es. maree) possono essere ricostruiti con run successivi.
- tutti i sottosistemi CORMIX simulano il mescolamento sia per i processi conservativi che per quelli con decadimento del primo ordine, e possono inoltre simulare trasferimenti di calore.

2.4 Geometria del bacino

La geometria del bacino è presentata in Figura 1.

L'andamento del canale Vittorio Emanuele è stato ricostruito con un canale largo 220 m in cui lo scarico si immette con un angolo di 90° rispetto alla direzione del canale stesso.

La profondità del bacino è stata considerata costante (10 m), senza slope del fondo.

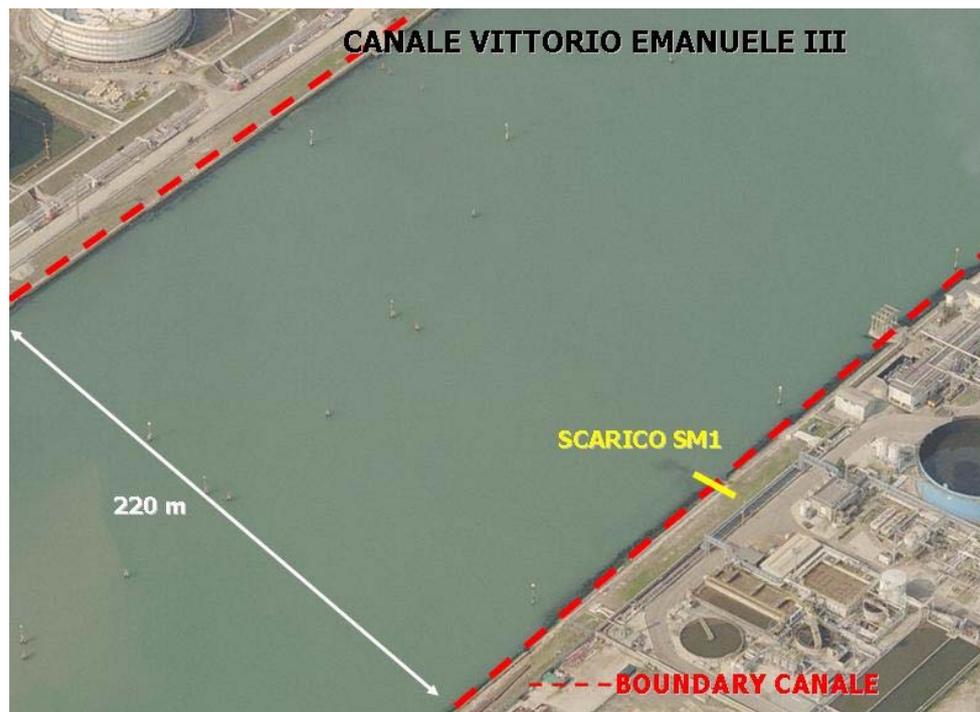


Figura 1 - Geometria dei bacini di simulazione

2.5 Vento

L'area in esame è soggetta, nel periodo di tarda primavera ed inizio autunno, ad un regime di brezza tale che dopo il sorgere del sole e fino alle ore 13.00 circa spirano principalmente venti provenienti da NE (brezza di terra) seguiti, fino al tramonto, da quelli da SE (brezza di mare), tutti di modesta entità (intorno ai 4 m/s).

Intensi venti da NE, NNE e ENE (Bora) interessano principalmente l'Adriatico settentrionale e sono particolarmente forti e frequenti nella stagione fredda, raggiungendo velocità fino a 20 m/s; in estate sono generalmente più deboli e meno frequenti.

Lo Scirocco, che spira da SE, SSE, è un altro vento tipico della zona. Esso si instaura gradualmente, a differenza della Bora, e presenta rispetto a quest'ultimo velocità massime inferiori.

La direzione del vento più frequente è quella da NE (16,2%) e la velocità predominante è compresa tra 1,5 e 3 m/s (40,2%).

Per le simulazioni è stato utilizzato un valore di vento pari a 5 m/s.

2.6 Corrente e marea

Il regime idrodinamico all'interno della Laguna è fortemente influenzato dalla configurazione dei canali, dalla profondità dei fondali, variabile da 15-20 metri alle bocche di porto a pochi centimetri, e dalla presenza delle *barene* che riducono la velocità di propagazione e smorzano l'ampiezza dell'onda di marea.

Il tempo di residenza dell'acqua all'interno della laguna è mediamente di 10 giorni, variando da 1 giorno, per le aree vicine alle bocche di porto, fino a 30 per le zone interne (Flindt e al., 1997).

Lo scavo di canali navigabili profondi per migliorare l'accesso al distretto industriale di Porto Marghera, in particolare il cosiddetto canale dei Petroli (1961-1969) che si diparte da Malamocco, ha fatto in modo che il processo di erosione, precedentemente innescato dalla realizzazione dei pennelli alle bocche di porto di Malamocco, Chioggia e Lido, si accentuasse anche alla parte più interna della Laguna, dove, tra l'altro, il fondo è composto da sedimenti più fini e risulta quindi più esposto alle azioni idrodinamiche. Con la loro rilevante profondità, il canale Vittorio Emanuele III (scavato tra il 1919 ed il 1930) ed il canale dei Petroli hanno costituito una via preferenziale per la penetrazione della marea, modificando rispetto al passato la distribuzione delle differenze di livello tra punto e punto e, di conseguenza, la distribuzione e l'entità della velocità.

L'impiego di un modelli matematico introduce l'esigenza di considerare anche la marea nelle simulazioni. Le maree infatti assumono caratteristiche sempre diverse per il sovrapporsi in modo casuale dei fenomeni astronomici e dei fenomeni meteorologici le cui caratteristiche, come è noto, sono tanto variabili che devono essere considerate come casuali.

A livello teorico, sarebbe opportuno utilizzare tutte le gamme di maree disponibili, rappresentative del fenomeno in termini statistici. In pratica, all'interno del modello è necessario effettuare semplificazioni.

Due sono i principali aspetti dell'idrodinamica all'interno della Laguna di Venezia: la corrente ha sempre un valore positivo, per cui la sua direzione non si inverte, ed inoltre è caratterizzata da due momenti di stanca (*slack*) nell'arco di un periodo di marea semidiurna.

Per simulazioni che tengano conto anche della marea, il software CORMIX prevede l'introduzione di 2 velocità di corrente. La prima, u_{amax} , rappresenta la massima velocità registrata all'interno di un intervallo costituito da un ciclo completo di marea, la seconda che definiremo come u_a , invece, è la velocità di marea registrata ad un determinato istante temporale scelto prima o dopo la fase di stanca (*slack time*).

Nelle simulazioni presentate è stata ipotizzata una marea con periodo 12 ore, u_{amax} pari a 0,5 m/s. La velocità mareale utilizzata è pari a:

$u_a =$	0,27 m/s T= 6 ore prima dello <i>slack</i>
	0,40 m/s T= 3 ore prima dello <i>slack</i>
	0,01 m/s allo <i>slack</i>
	0,32 m/s T= 3 ore dopo lo <i>slack</i>
	0,45 m/s T= 6 ore dopo lo <i>slack</i>

Per questi 5 valori di velocità è stata effettuata una simulazione, in modo da seguire l'andamento della plume nei diversi istanti di un ciclo mareale.

2.7 Temperatura dell'acqua

Il parametro temperatura è stato definito sulla base dei dati raccolti da ARPAV nell'ambito del programma di monitoraggio della Rete SIRAV 06 per le Acque di Transizione (Tabella 2). La stazione della Rete più vicina all'area di interesse è la 030W.

Tabella 2 - Valori della temperatura del mare nella Laguna di Venezia

Temperatura °C			
stazioni	luglio	ottobre	novembre
010W	25,9	21,4	8,6
020W	25,5	20,6	11,1
030W	25,7	21	9,9
040W	25,6	20,6	13
050W	27,4	20,8	9,1
060W	26,7	21	8,6
070W	25,7	21	11
080W	25,8	21,4	12,1
090W	25,3	21	10,6
100W	25,6	21,1	11,3
110W	26,4	20,8	7,7
120W	24,6	19,8	5,3
130W	25,8	20	6,2
140W	26,4	20	6,9
150W	26	20,9	13,1
160W	25,9	20,8	13,5
170W	24,7	20	5,7
180W	25,5	21,2	5,8
190W	25,2	20,2	7,2
200W	25	19,7	6,5

fonte dei dati: ARPAV

La temperatura oscilla da un valore minimo di 5,3°C nel mese di novembre ad un valore massimo di 25,7°C nel mese di luglio.

La temperatura del mare utilizzata per le simulazioni è stata pari a 16,35°C che è la media tra la massima e la minima raccolte dai dati ARPAV.

2.8 Salinità

Anche il valore del parametro relativo alla salinità è stato fornito dai dati raccolti da ARPAV nell'ambito del programma di monitoraggio della Rete SIRAV 06 per le Acque di Transizione (Tabella 3). La stazione della Rete più vicina all'area di nostro interesse è , anche in questo caso, la 030W.

Tabella 3 - Valori della salinità nella Laguna di Venezia

stazioni	Ossigeno disciolto % di sat.			Salinità g/l		
	luglio	ottobre	novembre	luglio	ottobre	novembre
010W	98	100	132	32	29	27
020W	99	99	127	32,5	30	30
030W	97	98	94	33,5	30	29
040W	97	91	126	33,5	30	32,5
050W	94	92	97	29	30	30
060W	85	92	94	28,5	31	28
070W	107	75,1	102	31,5	31,5	31,5
080W	100	83,3	109	32	28	29
090W	96	63,5	96	31,5	32,5	32
100W	96	72,2	109	32,5	32	32
110W	99	77,7	99	32,5	33	32
120W	64	88	97	26	26,5	23,5
130W	75	92	95	26	29	26
140W	77	86	92	27	20,5	27
150W	82	113	89	28	31	32
160W	87	100	88	29	33	33
170W	86	85	93	27	23,5	26
180W	76	81	91	19	5	8,5
190W	78	108	93	27	29	26,5
200W	82	95	90	26,5	28	27

fonte dei dati: ARPAV

La salinità varia tra 29 e 32,5‰ per cui è stato considerato nelle simulazioni un valore medio di 31,25‰.

2.9 Dati sulle sorgenti di emissione

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

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

Quantità emissioni

I valori di portata media oraria in corrispondenza dell'anno di riferimento storico e della Massima Capacità Produttiva sono:

- per l'anno di riferimento (2005): 6.835 m³/h;
- alla Massima Capacità Produttiva (MCA): 8.438 m³/h.

Le simulazioni sono state realizzate considerando il valore della portata dell'effluente al secondo:

- per l'anno di riferimento (2005): 1,89 m³/s;
- per la Massima Capacità Produttiva: 2,34 m³/s.

Concentrazioni

La Tabella 4 mostra i diversi valori di scarico in termini di flusso di massa per i parametri di studio selezionati.

Tabella 4 – Concentrazioni degli inquinanti in termini di flusso di massa

Inquinante	Flusso di massa (g/h)	Conc. MCP (mg/l)	Conc. Anno di riferimento (mg/l)
Azoto Totale	4380,00	0,519080351	0,180087783
Fosforo Totale	438,00	0,051908035	0,006336503
Cloro Residuo	8,76	0,001038161	0,000601317
Fluoruri	2628,00	0,31144821	0,008740307
Alluminio	219,00	0,025954018	0,002668325
Arsenico (DT)	4,38	0,00051908	5,18947E-05
Cadmio	2,19	0,00025954	1,98976E-06
Cobalto	9,85	0,0011678	7,75421E-06
Ferro	219,00	0,025954018	0,005750988
Manganese	219,00	0,025954018	0,000537089
Mercurio	0,26	0,00003114	1,06803E-06
Nichel	43,80	0,005190804	0,000365618
Piombo	10,94	0,0012975	1,38698E-05
Rame	21,90	0,002595402	0,000106218
Selenio	4,38	0,00051908	1,37527E-05
Vanadio	21,90	0,002595402	0,000240527
Zinco	109,50	0,012977009	0,000773519
Fenoli Tot	21,90	0,002595402	0,000100366
Pentaclorobenzene	2,62	0,0003114	2,00439E-05
Solventi organici aromatici	43,80	0,005190804	1,27286E-05
Benzene	43,80	0,005190804	6,14484E-07
Toluene	43,80	0,005190804	1,68252E-06
Xileni	43,80	0,005190804	7,02268E-06
IPA	4,38	0,00051908	4,68178E-07

Fonte: Scheda B10.1. e B 10.2

E' da notare che le concentrazioni allo scarico rilevate nell'anno di riferimento (2005) risultano tutte essere al di sotto degli SQA riportati in Tabella 1. Quindi, al fine della verifica dei criteri di soddisfazione, le simulazioni sono state condotte solo per i valori di concentrazione allo scarico nello scenario alla Massima Capacità Produttiva.

Anche alla Massima Capacità Produttiva, alcuni valori delle concentrazioni registrate allo scarico sono risultate inferiori agli SQA. Le simulazioni sono state quindi effettivamente realizzate solo per gli analiti i cui valori di concentrazione alla MCP sono risultati superiori agli SQA e riportati in Tabella 4 in grassetto (21 su 24 analiti).

Inoltre poiché i valori di concentrazione allo scarico per l'anno di riferimento sono trascurabili rispetto ai valori di concentrazione alla Massima Capacità Produttiva, si è assunto $C_A = L_F$ e la verifica di soddisfazione è stata condotta solo nella condizione più conservativa

$$L_F < SQA$$

Indice di decadimento

Le simulazioni sono state condotte tenendo in considerazione un coefficiente di decadimento per tutte le sostanze identificate. Nel caso dei metalli, il coefficiente è stato considerato trascurabile, essendo il tempo di decadimento dell'ordine delle centinaia di anni.

Per quanto riguarda gli IPA ed i BTEX (benzene, toluene, etilbenzene e xileni) è stato invece utilizzato un coefficiente pari al risultato del rapporto tra la costante 0.693 ed il tempo di emivita.

Dalla bibliografia¹ sull'argomento il tempo di emivita per gli IPA è pari a 3 giorni per cui:

$$\text{coefficiente di decadimento IPA} = 0.693 / 3 = \mathbf{0,231 / d}$$

Per quanto riguarda il tempo di emivita dei BTEX i valori in letteratura variano dai 48 giorni dalle osservazioni di campo dei Baker e al 1985 ai 120 giorni dei test di biodegradazione di Zoeteman e al. 1981, agli stimati "10 giorni fino a 2 anni" di Howard e al. 1985 per cui è stato assunto valido il valore di 365 giorni. Pertanto:

$$\text{coefficiente di decadimento BTEX} = 0.693 / 365 = \mathbf{0,0019 / d}$$

Temperatura

I dati di temperatura in Tabella 5 si riferiscono ai valori misurati al pozzetto di campionamento interno alla Raffineria, posto a circa 100 m dallo scarico sulla stessa direttrice (punto gabellato) nell'anno di riferimento (2005). I rilievi sono effettuati anche dal Magistrato alle Acque di Venezia (MAV) in occasione dei campionamenti periodici.

Tabella 5 – Dati di temperatura

Data	Temp. °C	Note
24.01.05	15,5	
22.03.05	13,0	Raffineria ferma
23.05.05	28,7	
29.08.05	31,3	
24.10.05	24,3	
T media	23,4	
<i>Fonte: Raffineria</i>		

Geometria scarico reale

La condotta di scarico SM1 ha una sezione rettangolare di 2,200 mx1,250 m. Lo scarico si può definire a pelo libero; la profondità tuttavia è influenzata dalla marea che in alcune condizioni particolari può rifluire verso lo scarico stesso. Non essendo possibile inserire una profondità pari a zero all'interno del modello, il valore di profondità del diffusore (misurata rispetto all'asse della tubazione) è stato posto pari a 0,5 m.

¹ 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.

3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

3.1 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 anche riportata la posizione della sorgente (vedi Allegato 1).

Le gradazioni di colore vengono generate a partire dai dati di uscita di CORMIX, mediante l'apposito software di contouring CORVUE e poi riportati su GIS per l'elaborazione cartografica finale.

3.2 Risultati numerici

La Tabella 6 riporta i risultati ottenuti al termine delle cinque simulazioni che riproducono la diffusione dell'inquinante nelle varie fasi di un ciclo mareale (si veda §2.6).

Viene riportato il range di distanze alle quali, nel corso dei vari *run*, vengono raggiunti gli SQA per l'analita considerato.

Tabella 6 – Distanza a cui vengono raggiunti gli SQA durante le 5 simulazioni

Analita	Distanza dallo scarico (m)	SQA (mg/l)
Azoto Totale	<5 m	0,35
Fosforo Totale	<5 m	0,025
Cloro Residuo	<5 m	0,001
Alluminio	tra 150 m e 590 m	0,005
Cadmio	tra 485 m e 880 m	0,00003
Cobalto	tra 645 m e 1630 m	0,0001
Ferro	tra 10 m e 18 m	0,008
Manganese	tra 10 m e 18 m	0,008
Mercurio	tra 585 e 1010 m	0,000003
Nichel	tra 13 m e 30 m	0,0015
Piombo	tra 470 m e 880 m	0,00015
Rame	<5 m	0,0015
Selenio	<5 m	0,0005
Vanadio	<5 m	0,002
Zinco	tra 470 m ed 880 m	0,0015
Pentaclorobenzene	tra 585 m e 980 m	0,00003
Solventi organici aromatici	<5 m	0,002
Benzene	<5 m	0,0012
Toluene	<5 m	0,002
Xileni	<5 m	0,001
IPA	tra 470 m ed 880 m	0,00006
<i>(*) 2 km: massima distanza di simulazione di CORMIX</i>		

3.3 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 immissioni di Raffineria allo scarico finale SM1 nell'ambiente lagunare interessato, confrontando le stesse con gli SQA imperativi identificati dal D.M. del 23/04/1998 che rappresentano i valori di riferimento che gli enti competenti dovranno considerare al fine di preservare la qualità dei corpi idrici.

Il modello semplificato del bacino comporta un andamento del plume inquinante diretto verso l'uscita del canale Vittorio Emanuele III in cui è attivo lo scarico SM1.

Gli SQA vengono raggiunti da tutti gli analiti esaminati (Azoto Totale, Fosforo Totale, Cloro Residuo, Cobalto, Mercurio, Piombo, Alluminio, Cadmio, Ferro, Manganese, Nichel, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco, Pentaclorbenzene, Solventi organici aromatici, Benzene, Toluene, Xileni e IPA) nei 5 scenari di ricostruzione del ciclo mareale. Le mappe con la distribuzione delle concentrazioni degli analiti sono riportate in Allegato 1.

In Tabella 6 è riportato il range di distanze entro cui, nell'ambito del ciclo di marea completo, la concentrazione della sostanza scende al di sotto del valore di riferimento.

Si sottolinea comunque che le emissioni in acqua della Raffineria di Venezia rispettano i limiti allo scarico imposti in Tabella A del D.M. 30/07/1999 (*"Limiti agli scarichi industriali e civili che recapitano nella laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante"*).

Risultati più accurati della modellazione di dispersione degli inquinanti nell'ambiente lagunare potrebbero essere raggiunti conducendo campagne periodiche di monitoraggio al fine di una calibrazione del modello di calcolo utilizzato.

4. VERIFICA DEL CRITERIO DI SODDISFAZIONE

Come già descritto al § 1.1, i due criteri richiesti dalla verifica del criterio di soddisfazione sono i seguenti:

Livello simulato << Valore limite

Livello finale < Valore limite

Nel caso in esame gli scarichi relativi agli analiti considerati sono stati assunti trascurabili nell'anno di riferimento (2005) in quanto le concentrazioni rilevate nell'acqua scaricata sono al di sotto degli SQA previsti dal D.M. del 23/04/1998 per la tutela della Laguna di Venezia.

4.1 Verifica del primo criterio

I valori delle concentrazioni degli analiti per lo storico nell'acqua di mare sono già al di sotto degli SQA la verifica è stata condotta solo per il secondo criterio.

4.2 Verifica del secondo criterio

Come si evince dai risultati riportati nella Tabella 5 del § 3.2 gli standard di qualità sono rispettati da tutti gli analiti nel range indicato in Tabella 6.

ALLEGATO 1

Mappe delle concentrazioni degli inquinanti per gli analiti considerati