



Raccomandata A/R

Spett.li

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela del
Territorio e del Mare**Direzione Generale Valutazioni Ambientali
via C. Colombo, 44
00147 Roma
c.a. dott. Giuseppe Lo Presti**Commissione AIA**c/o ISPRA
via Curtatone, 3
00185 Roma
c.a. dott. Dario TicaliMilano, 26 gennaio 2011
Rif.: ASEE/Pasq/MD- PU 196**Oggetto: Rinnovo Autorizzazione AIA Simeri Crichi - Documentazione relativa
al parametro Boro nelle acque.**

Come anticipato per le vie brevi, la presente per confermarVi che nel processo di gestione e trattamento chimico della centrale di cogenerazione Edison di Simeri Crichi, non viene aggiunto alcun additivo contenente Boro e quindi non si genera impatto nel bilancio di massa relativamente a tale elemento.

In allegato trasmettiamo per completezza di informazione la documentazione presentata alla Regione Calabria, Dipartimento Politiche dell'Ambiente, in data 2 luglio 2007 e successive integrazioni in data 12 luglio 2007.

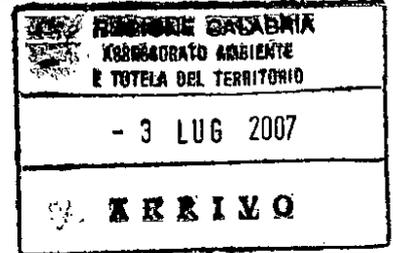
Restando a disposizione per eventuali chiarimenti porgiamo distinti saluti.

Edison S.p.A.
Mauro Dozio

*Allegati: - Documentazione alla Regione Calabria del 2 luglio 2007
- Integrazione Documentazione alla Regione Calabria del 12 luglio 2007*



Milano, 2 Luglio 2007



Alla Regione Calabria
Dipartimento Politiche dell'Ambiente
Via Cosenza, 1
88100 Catanzaro Lido

Oggetto: Centrale Termoelettrica di Simeri Crichi - Definizione delle caratteristiche dello scarico a mare alla luce dell'art.101 e Tabella 3 dell'allegato V al D.Lgs n° 152 del 2006.

PREMESSO CHE

- Edison S.p.A. ha in corso di realizzazione una centrale termoelettrica nel Comune di Simeri Crichi (Catanzaro), raffreddata con acqua prelevata dal mare, di cui al Decreto VIA Ministero dell'Ambiente n.7127 del 10 Maggio 2002 e Decreto MAP n°13 del 8 Novembre 2002 volturato ad Edison in data 13 Gennaio 2004, col n° 002/2004 VL;
- per il ciclo di raffreddamento la centrale è dotata di un dissalatore mediante il quale è prevista anche la fornitura, come stabilito nel citato decreto di autorizzazione, di un considerevole quantitativo di acqua dissalata a beneficio del sistema irriguo regionale, contribuendo così a ridurre il deficit della falda idrica oggetto di significativo emungimento da pozzi nella stagione irrigua;
- le acque di raffreddamento, dopo il loro utilizzo, è previsto vengano restituite a mare;
- i limiti di qualità delle acque di scarico sono stati provvisoriamente definiti - con autorizzazione provvisoria contenuta nella Determinazione Prot. N. 6714 del 27-11-2006 rilasciata dall'Amministrazione Provinciale competente in materia - rinviando ai valori indicati sia nel decreto VIA e nel Decreto MAP sia a quelli stabiliti nel D.Lgs. n°152/2006 e, comunque, entro valori non superiori a quelli rilevabili nelle acque prelevate dal mare;
- è stata rilevata nelle acque marine costiere italiane, in generale, ed, in particolare, in quelle della zona interessata al prelievo, già prima dell'entrata in esercizio del sistema di raffreddamento della centrale, la presenza di una percentuale di Boro più alta rispetto ai valori conosciuti, il cui parametro supera già naturalmente il limite tabellare previsto per le acque scaricate;
- la restituzione delle acque di raffreddamento in mare, a causa dell'evaporazione di un elevato quantitativo di acqua durante il suo utilizzo e della conseguente contrazione a seguito del processo di produzione e cessione di acqua dissalata, determina una maggiore concentrazione di alcuni parametri degli elementi contenuti nell'acqua restituita, rispetto ai valori originari di quelli contenuti nell'acqua prelevata;
- in fase di restituzione delle acque soltanto il parametro Boro, come detto, già presente in fase di prelievo in percentuale superiore al limite tabellare, risulterebbe accresciuto rispetto al valore di fondo presente nell'acque di origine (ciò è riconducibile alle motivazioni indicate nei punti precedenti);

CONSIDERATO CHE

- il ciclo di utilizzo per raffreddamento delle acque di mare non prevede alcuna possibilità che nelle stesse possa prodursi aumento della quantità di Boro e, pertanto, la quantità in massa del Boro, prelevata con l'acqua di mare, è prevista essere restituita senza variazioni di massa nelle acque recipienti;



- da calcoli effettuati , in relazione ai volumi movimentati, nel solo raggio di circa 50 metri dal punto di scarico, il parametro Boro presenterà un valore uguale a quello di fondo;

ATTESO CHE

- il Decreto Legislativo n° 152 del 2006, recante "Norme in materia ambientale" prevede, per gli scarichi industriali, all'art.101, comma 1, che « *tutti gli scarichi sono disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono comunque rispettare i valori limite di emissione previsti nell'allegato 5 alla Parte Terza del presente decreto*»;
- il comma 2, del citato art. 101 D.Lgs n. 152/2006, sancisce il potere delle Regioni di definire valori limite di emissione diversi: «*le Regioni, nell'esercizio della loro autonomia, tenendo conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili, definiscono i valori limite di emissione, diversi da quelli di cui all'allegato 5 alla parte terza del presente decreto*», limitando specificatamente tale possibilità di definizione di valori limite diversi ad alcune sostanze della tabella 3 , allegato 5 (tra cui rientra il Boro);
- le prescrizioni per la restituzione delle acque in mare, che fanno riferimento ai sovramentzionati decreto contenterete il parere favorevole di VIA e Decreto di autorizzazione e costruzione MAP, nonché al D.Lgs. n.152/2006, non possono, evidentemente, escludere il collegamento voluto dalla legge tra la tabella 3 e i poteri di precisazione e adattamento delle condizioni di scarico previste all'art. 101, 2 comma del citato D.lgs. n° 152/2006;
- il Boro rientra fra le sostanze indicate nella tabella 3, allegato 5 , per le quali è possibile, in base all'art.101, comma 6, D.Lgs. 152/06 , in caso che le acque prelevate presentino la fattispecie qui evidenziata di valori superiori ai limiti tabellari, la fissazione di valori limite specifici rispetto a quelli previsti in generale, che tengano conto della natura delle alterazioni e degli obiettivi di qualità del corpo idrico ricettore;
- In diverse altre realtà il valore del Boro è stato oggetto di definizioni specifiche anche per acque finalizzate all'uso potabile;

CHIEDE

che il valore limite di restituzione a mare delle acque provenienti dalla centrale di Simeri Crichi, per le motivazioni sopraesposte e per quanto meglio approfondito e specificato nella allegata relazione tecnica, venga ridefinito per quanto attiene il solo valore limite del Boro, ponendo come limite la quantità in massa di Boro presente nell'acqua prelevata e non già la sua concentrazione allo scarico nel minore volume di acqua scaricato.

Edison S.p.A.

ALLEGATI :

- Relazione Tecnica
- Decreto VIA
- Decreto MAP e voltura ad Edison
- Autorizzazione provvisoria scarico Provincia di Catanzaro

**RELAZIONE TECNICA
ALLEGATA ALLA DOMANDA DI
RIDEFINIZIONE, EX ART.101 DEL D.LGS N°
152/2006 , DEL PARAMETRO BORO,
NELL'AMBITO DELL'AUTORIZZAZIONE ALLO
SCARICO A MARE DELLE ACQUE DELLA
CENTRALE TERMoeLETTRICA EDISON DI
SIMERI CRICHI**

INDICE

1. Generalità
2. Motivazioni della domanda di ridefinizione
3. La presenza di Boro nelle acque marine
4. Descrizione del sistema centrale
5. Posizionamento dello scarico a mare
6. Concentrazione allo scarico

1. GENERALITA'

Edison S.p.A. ha in corso di realizzazione una centrale termoelettrica nel Comune di Simeri Crichi (Catanzaro) , raffreddata con acqua prelevata dal mare, di cui al Decreto VIA Ministero dell'Ambiente 7127 del 10 Maggio 2002 (vedi allegato) e Decreto MAP n°13 del 8 Novembre 2002 (vedi allegato).

Come meglio specificato nel successivo paragrafo n° 4, per il proprio ciclo di raffreddamento, la centrale è dotata di un dissalatore .

Tale dissalatore consente anche la fornitura ,come stabilito nel sopraccitato decreto di autorizzazione, di un considerevole quantitativo di acqua dissalata a beneficio del sistema irriguo regionale, contribuendo così a ridurre il deficit della falda idrica oggetto di forte emungimento da pozzi nella stagione irrigua;

Dopo il loro utilizzo, le acque di raffreddamento sono previste essere restituite in mare, come da autorizzazione provvisoria dalla Provincia di Catanzaro, competente in materia (vedi autorizzazione provvisoria allegata)

I limiti di qualità delle acque di scarico sono stati definiti , nella sopradetta autorizzazione provvisoria , oltre che con riferimento ai valori di cui al sopraccitato VIA e Decreto MAP, con riferimento a quelli del D.Lgs. n°152/2006 e , comunque, precisando che le caratteristiche delle acque scaricate non devono presentare valori peggiori di quelli rilevabili nelle acque prelevate dal mare.

3. LA PRESENZA DI BORO NELLE ACQUE MARINE

La presenza del boro nelle acque superficiali e sotterranee è dovuta a fattori antropici e/o naturali.

Suoli e sottosuoli contenenti minerali del boro possono cedere l'elemento alle acque con cui vengono in contatto.

L'acqua di mare del bacino del mediterraneo contiene circa 5-6 mg/l di boro.

Nel processo di gestione e trattamento chimico delle acque utilizzate dalla centrale a ciclo combinato di cogenerazione della centrale Edison di Simeri Crichi, non viene assolutamente aggiunto alcun additivo contenente Boro e quindi non si genera impatto nel bilancio di massa relativamente a tale elemento.

La Centrale termoelettrica di Simeri Crichi è composta essenzialmente da due turbogas alimentati a gas metano, con bruciatori a bassa emissione di NOx (Dry Low NOx); da due generatori di vapore (ognuno collegato a un solo turbogas) del tipo a circolazione naturale, a sviluppo orizzontale, a tre livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio, in grado di recuperare il calore dei gas di scarico dei turbogas e da una turbina a vapore. La potenza elettrica complessiva della centrale è di circa 840 MWe. Infine, una torre evaporativa a umido raffredda l'acqua di mare utilizzata per la condensazione del vapore.

La Centrale è inoltre dotata di un sistema di dissalazione dell'acqua di mare, in grado di fornire al Consorzio irriguo 250 mc/h di acqua dissalata a scopo irriguo. Il sistema di dissalazione è composto da due impianti aventi differente capacità produttiva: un impianto multieffetto con termocompressione, costituito da due unità (DS1 e DS2) è in grado di produrre circa 270 mc/h di acqua dissalata e verrà utilizzato durante la stagione irrigua, mentre l'altro impianto (DS3), che utilizza la compressione meccanica, produce circa 15 mc/h e sarà utilizzato nel restante periodo dell'anno per gli usi di Centrale.

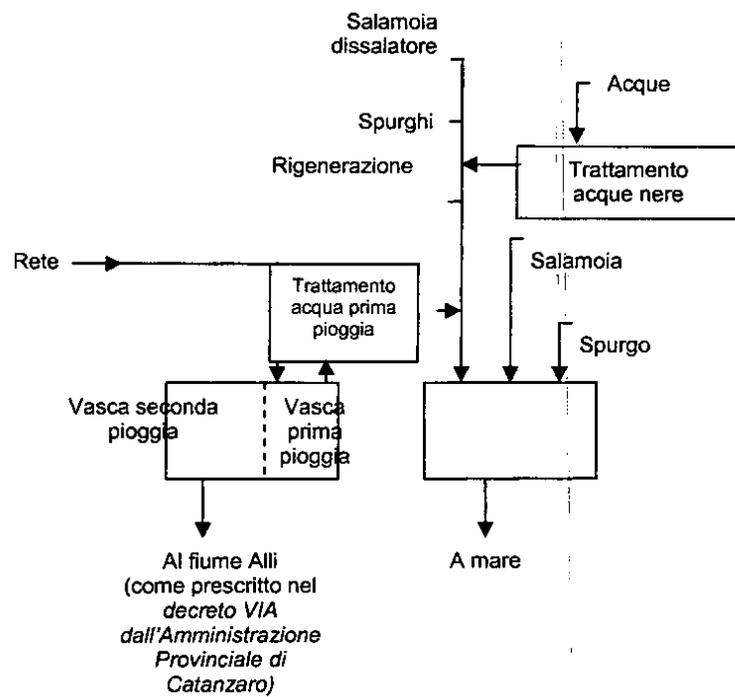
Completa la Centrale, oltre ai sistemi ausiliari, la stazione di pompaggio dell'acqua di mare, ubicata nel Comune di Catanzaro, in località Cantorato; l'acqua prelevata dal mare ha il duplice scopo di alimentare i dissalatori e reintegrare l'acqua persa per evaporazione e quella spurgata dalla torre evaporativa.

La Centrale Termoelettrica di Simeri Crichi è dotata di un sistema fognario di raccolta delle acque, suddiviso in funzione della tipologia di acqua da convogliare ed eventualmente trattare.

Di seguito, nella figura 1, viene illustrato lo schema di massima con cui si originano gli scarichi idrici della centrale evidenziando le acque reflue che verranno scaricate a mare e al fiume Alli.

Figura 1

SCHEMA DEI FLUSSI DELLE ACQUE IN CENTRALE



Dalla vasca di raccolta dei reflui industriali e dell'acqua di prima pioggia una tubazione DN 800 convoglia al mare le acque industriali e le acque di prima pioggia, previa misura in continuo della temperatura, del pH/redox, della portata, della conducibilità.

La portata delle acque scaricate a mare dipende prevalentemente dallo spurgo della torre evaporativa e dagli impianti di dissalazione DS1 e DS2 che hanno un funzionamento stagionale:

- **Spurgo della torre evaporativa:** l'acqua di mare circolante in torre è concentrata con fattore di concentrazione pari a circa 1,5 e additivata con agenti disperdenti e con biocidi per limitare la formazione di biofouling ed eventualmente con bisolfito per neutralizzare il cloro residuo; la portata scaricata è pari a circa 1500 mc/h.
- **Salamoia in uscita dai dissalatori DS1 e DS2:** per produrre i 270 mc/h (totali) di acqua dissalata nominale, i dissalatori scaricano circa 2000 mc/h di salamoia, consistente sostanzialmente in acqua mare concentrata con fattore pari a circa 1.15. Per un corretto funzionamento dell'impianto si utilizzano prodotti chimici come un antincrostante, un antischiuma e il bisolfito per neutralizzare il cloro residuo. Questo impianto di dissalazione viene utilizzato durante la stagione irrigua, quando l'acqua dissalata viene fornita appunto al Consorzio di Bonifica Alli Copanello.

FIGURA 2
SCHEMA DI FLUSSO ESTIVO CON DISSALATORI DS1 E DS2 A PIENO REGIME

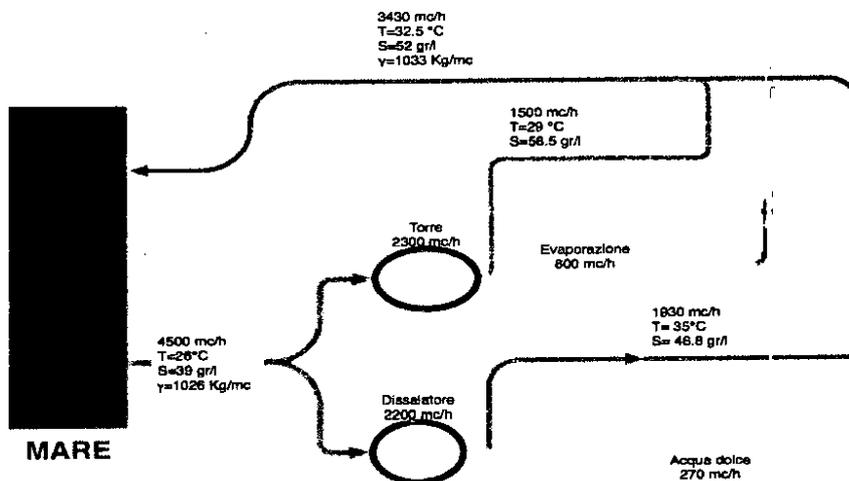
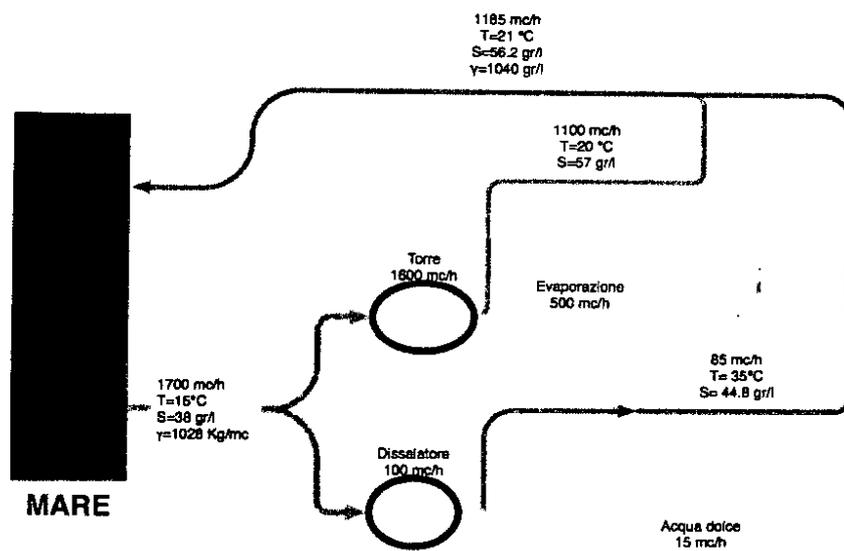
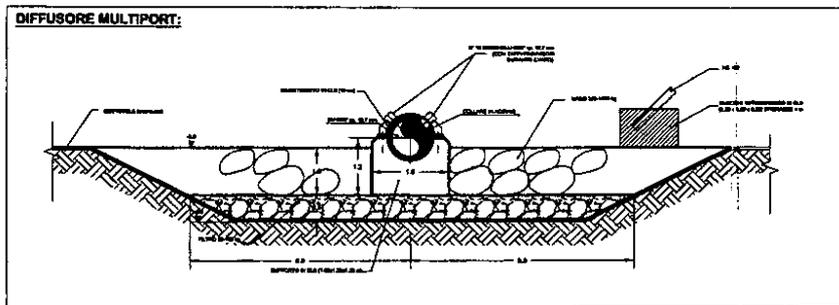
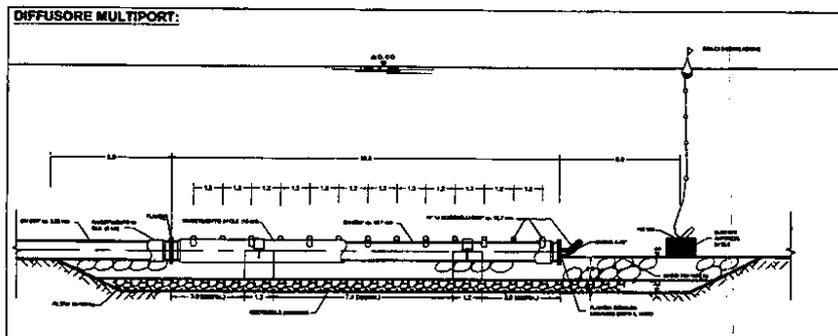


FIGURA 3
SCHEMA DI FLUSSO INVERNALE CON DISSALATORE DS3 IN SERVIZIO E DS1 /DS2 FERMI



5. POSIZIONAMENTO DELLO SCARICO A MARE

Il punto di scarico dista circa 400 m dalla riva ed è posizionato a circa 8 m di profondità. Il tratto finale della tubazione di scarico è stato provvisto di un diffusore "multiport" della lunghezza di 16 m e con 14 ugelli di diametro 0,2 m disposti l'uno dall'altro a distanza di circa 1,2 m su entrambi i lati.



Tale sistema rende molto efficiente la dispersione termica e salina; lo studio predisposto nel 2005 evidenzia che la concentrazione salina torna al valore originale già a una distanza di circa 50 m dal punto di scarico.

6. CONCENTRAZIONE ALLO SCARICO

Per effetto della concentrazione che il processo della centrale termoelettrica comporta, 1,5 volte la concentrazione in ingresso, tutti i sali disciolti nell'acqua mare risulteranno quindi più concentrati.

Tra questi il boro, già presente in acqua mare in concentrazione di gran lunga superiore al limite previsto per lo scarico in acque superficiali previsto dal D.Lgs. n° 152/06, subirà anch'esso pari concentrazione.

Si profila quindi una analogia con altri parametri come cloruri e solfati che anch'essi sono già presenti nell'acqua di mare con concentrazione ben superiore ai limiti della normativa vigente e per i quali però esiste deroga.

Il boro nell'acqua di mare può raggiungere una concentrazione di circa 5-6 mg/l ed è un elemento non pericoloso; è presente nella dieta di molti organismi animali e vegetali, compresa quella dell'uomo.

Il boro in acqua di mare presenta una assoluta inerzia chimica nei confronti di metalli pesanti e composti organici di varia natura alle concentrazioni in cui trovasi o anche maggiori, ovvero non può dar luogo alla formazione di composti pericolosi e tossici nocivi.

In particolare si osserva che:

- la concentrazione del boro allo scarico della centrale risulterà inevitabilmente 1,5 volte maggiore di quella in ingresso, i flussi di massa (kg/h di boro) tra prelievo e scarico resteranno sostanzialmente immutati non essendoci alcuna aggiunta di boro nel processo della centrale come già ricordato in premessa;
- con una concentrazione di boro in acqua mare di 5 mg/l, al punto di scarico sarà 7,5 mg/l per effetto della concentrazione e già a 50 m dal punto di scarico 5,09 mg/l, quindi circa la concentrazione presente originalmente.

Le precedenti normative, in particolare la ex L. n°319/76 e la L. n°650/79 prevedevano una concentrazione limite di boro per lo scarico a mare di 10 mg/l.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. n°152/99 il legislatore ha ridotto la concentrazione del boro a 2 mg/l per lo scarico in acque superficiali (Tabella 3 dell'Allegato 5) senza più distinguere quindi lo scarico a mare dagli altri corpi idrici recettori; Idem il D. Lgs. 152/06.

Allo stato non esistono impianti su scala industriale tali da poter eseguire un trattamento di eliminazione del boro.

Per superare la problematica relativa a questo parametro risulta necessaria una ridefinizione del valore allo scarico, con riferimento al D. Lgs. 152/06, Allegato 5 – punto 1.2.1 “Prescrizioni Generali”, in quanto le acque reflue derivanti dai sistemi di raffreddamento non inducono aumento dei flussi di massa non essendovi alcun apporto esterno di boro.

ALLEGATI

A) DECRETO VIA

B) DECRETO MAP

C) AUTORIZZAZIONE PROVVISORIA PROVINCIA

Edison Spa

Sede legale e operativa
Foro Buonaparte, 31
20121 Milano - MI
Tel. +39 02 6222.1

Uffici
Viale Italia, 590
20099 Sesto san Giovanni MI
Tel +39 02. 6222.1



Milano, 12 Luglio 2007

Alla Regione Calabria
Dipartimento Politiche dell'Ambiente
Via Cosenza, 1
88100 Catanzaro Lido

Oggetto: Centrale Termoelettrica di Simeri Crichi - Definizione delle caratteristiche dello scarico a mare alla luce dell'art.101 e Tabella 3 dell'allegato V al D.Lgs n° 152 del 2006.
Relazione integrativa ed esplicativa

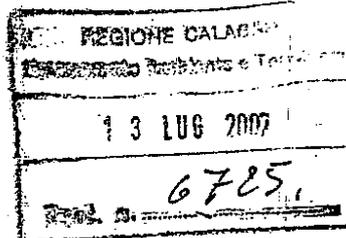
Facendo seguito alla istanza del 2 Luglio u.s. di pari oggetto, si trasmette una relazione tecnica integrativa ed esplicativa delle argomentazioni esposte.

Edison S.p.A.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. P.', written over the printed name 'Edison S.p.A.'.

ALLEGATO:

- Relazione tecnica integrativa ed esplicativa



C.P. 10786 - 20110 MI
Telex 312501 EDISON-I
www.edison.it

Capitale Soc. euro 4.236.974.555,00 i.v.
Reg. Imprese di Milano e C.F. 06722600019
Partita IVA 08263330014 - REA di Milano 1698754

**INTEGRATIVA ED ESPLICATIVA
ALLEGATA ALLA DOMANDA DI RIDEFINIZIONE,
EX ART.101 DEL D.LGS N° 152/2006 , DEL
PARAMETRO BORO,
NELL'AMBITO DELL'AUTORIZZAZIONE ALLO
SCARICO A MARE DELLE ACQUE DELLA
CENTRALE TERMOELETTRICA EDISON DI SIMERI
CRICHI**

Edison S.p.A. ha in corso di realizzazione una centrale termoelettrica nel Comune di Simeri Crichi (Catanzaro) , raffreddata con acqua prelevata dal mare, di cui al Decreto VIA Ministero dell'Ambiente 7127 del 10 Maggio 2002 (vedi allegato) e Decreto MAP n°13 del 8 Novembre 2002 (vedi allegato).

Per il proprio ciclo di raffreddamento, la centrale è dotata di un dissalatore .

Tale dissalatore consente anche la fornitura ,come stabilito nel sopraccitato decreto di autorizzazione, di un considerevole quantitativo di acqua dissalata a beneficio del sistema irriguo regionale, contribuendo così a ridurre il deficit della falda idrica oggetto di forte emungimento da pozzi nella stagione irrigua;

Dopo il loro utilizzo, le acque di raffreddamento sono previste essere restituite in mare, come da autorizzazione provvisoria dalla Provincia di Catanzaro, competente in materia (vedi autorizzazione provvisoria allegata)

I limiti di qualità delle acque di scarico sono stati definiti , nella sopradetta autorizzazione provvisoria , oltre che con riferimento ai valori di cui al sopraccitato VIA e Decreto MAP, con riferimento a quelli del D.Lgs. n°152/2006 e , comunque, precisando che le caratteristiche delle acque scaricate non devono presentare valori peggiori di quelli rilevabili nelle acque prelevate dal mare.

Le considerazioni sugli scarichi idrici che seguono hanno lo scopo di illustrare la possibilità della ridefinizione del valore limite di restituzione a mare delle acque provenienti dalla centrale di Simeri Crichi per quanto attiene il solo valore limite del Boro, rilevato nelle acque prelevate dal mare a valori ben maggiori di quelli tabellari di restituzione.

Edison

**Centrale Termoelettrica di
Simeri Crichi:**
*Considerazioni sugli Scarichi
Idrici*

ERM sede di Milano

Via San Gregorio, 38
I-20124 Milano
T: +39 0267440.1
F: +39 0267078382

www.erm.com/italy



Centrale Termoelettrica di Simeri Crichi: *Considerazioni sugli Scarichi Idrici*

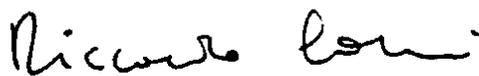
Luglio 2007

Rif. 0069229

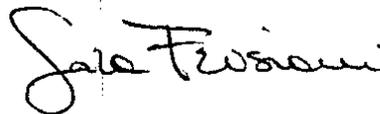
Questo documento è stato preparato da Environmental Resources Management, il nome commerciale di ERM Italia S.r.l., con la necessaria competenza, attenzione e diligenza secondo i termini del contratto stipulato con il Cliente e le nostre condizioni generali di fornitura, utilizzando le risorse concordate.

ERM Italia declina ogni responsabilità verso il Cliente o verso terzi per ogni questione non attinente a quanto sopra esposto.

Questo documento è riservato al Cliente. ERM Italia non si assume alcuna responsabilità nei confronti di terzi che vengano a conoscenza di questo documento o di parte di esso.



ing. Riccardo Corsi
Project Director



ing. Sara Frisiani
Project Manager

1	INTRODUZIONE	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E PRASSI INDUSTRIALE	2
2.1	LA LEGISLAZIONE NAZIONALE	2
2.1.1	<i>Legge Merli</i>	2
2.1.2	<i>Decreto Legislativo n. 152 del 3 Aprile 2006</i>	2
2.2	LA LEGISLAZIONE ESTERA	3
2.3	SCARICHI IDRICI A MARE DA COMPLESSI INDUSTRIALI ED IMPIANTI DI DISSALAZIONE	4
2.3.1	<i>Impianti di Dissalazione Acqua Mare</i>	5
2.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	5
3	CONCENTRAZIONE DI BORO NEL MEDITERRANEO	7
4	EFFETTI DEL BORO	9
4.1	EFFETTI DIRETTI SUGLI ORGANISMI NELL'AMBIENTE ACQUATICO	9
4.2	EFFETTI INDIRETTI SUGLI ORGANISMI NELL'AMBIENTE ACQUATICO	10
4.3	CONCLUSIONI	11
5	DESCRIZIONE DELLA CENTRALE E DEL PROCESSO	12
6	DISPERSIONE DELLA CONCENTRAZIONE	16
6.1	POSIZIONAMENTO DELLO SCARICO A MARE	16
6.2	CONCENTRAZIONE ALLO SCARICO	17
7	TECNICHE DI ABBATTIMENTO DEL BORO	18
8	CONCLUSIONI FINALI	21

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 2A *National Recommended Water Quality Criteria*

ALLEGATO 6A *Studio della Diffusione Termica e Salina*

La presente Relazione Tecnica è stata preparata da *ERM Italia (ERM)* su richiesta pervenuta da *Edison* per la predisposizione di documento tecnico di valutazione sulla concentrazione del Boro nell'acqua di mare e allo scarico della Centrale Termoelettrica a ciclo combinato, ubicata nel territorio comunale di Simeri Crichi.

Le torri della centrale, infatti, utilizzano acqua di mare in circuito chiuso; la concentrazione di Boro nelle acque di scarico (blow down delle torri e blow down dell'impianto di dissalazione) è, per soli effetti dell'evaporazione e della dissalazione, superiore alla concentrazione dell'acqua prelevata dal mare (e peraltro per natura già superiore ai limiti previsti); il processo termoelettrico non genera alcun apporto di boro e la quantità in massa tra le sezioni di ingresso e uscita è inalterata. *Edison* intende, pertanto, richiedere una definizione di limiti specifici diversi da quelli indicati in tabella 3 dell'allegato 5° al D.Lgs n° 152 del 3 Aprile 2006; la presente Relazione Tecnica è stata predisposta a supporto di tale richiesta.

La presente Relazione Tecnica mette in evidenza alcune considerazioni relative alle concentrazioni del parametro Boro allo scarico. In particolare, oltre all'*Introduzione*, il presente documento contiene i seguenti capitoli:

- *Capitolo 2: Riferimenti normativi e prassi industriale*, in cui l'attuale normativa di riferimento italiana viene confrontata con la Legge Merli, che prevedeva una deroga al limite per scarichi a mare; viene inoltre fatto riferimento alla normativa estera. Infine, vengono analizzati gli scarichi idrici a mare da complessi industriali ed impianti di dissalazione;
- *Capitolo 3: Concentrazione di Boro nel Mediterraneo*, in cui viene riportata un'analisi bibliografica a dimostrazione del fatto che il contenuto di Boro nel Mar Mediterraneo è superiore a quello degli altri mari;
- *Capitolo 4: Effetti del Boro*, in cui vengono valutati gli effetti di elevate concentrazioni di Boro per la vita dei pesci e per la salute umana;
- *Capitolo 5: Descrizione della Centrale e del processo*, in cui viene descritto il processo, esclusivamente naturale (senza aggiunta di additivi), che subisce l'acqua di mare nella centrale;
- *Capitolo 6: Dispersione della concentrazione*, in cui viene riportata una dimostrazione del fatto che, considerate le limitate quantità scaricate, le concentrazioni di boro già a pochi metri di distanza dallo scarico ritornano ai livelli naturali;
- *Capitolo 7: Tecniche di abbattimento del Boro*, in cui vengono analizzate le possibili tecniche di abbattimento del boro;
- *Capitolo 8: Conclusioni*, in cui sono riportate le conclusioni della presente Relazione Tecnica.

2.1

LA LEGISLAZIONE NAZIONALE

Nel presente *Paragrafo* viene analizzata l'evoluzione legislativa nazionale relativa alla tutela dall'inquinamento delle acque.

2.1.1

Legge Merli

Con la *Legge n. 319 del 10 maggio 1976, "Norme per la Tutela delle Acque dall'Inquinamento"* (*Legge Merli*), oggi abrogata, e *s.m.i.* l'Italia si era dotata di una serie di norme per la tutela dall'inquinamento delle acque. In particolare, la *Legge Merli* regolamentava le concentrazioni delle sostanze chimiche presenti negli scarichi civili ed industriali, i cui limiti di accettabilità erano riassunti in Tabelle allegate alla legge stessa.

Nello specifico, l'*art. 11* stabiliva che l'immissione diretta nelle acque del mare di rifiuti da lavorazioni industriali, provenienti da servizi pubblici o da insediamenti di qualsiasi specie, fosse subordinata all'osservanza, da parte del richiedente, delle prescrizioni, dei limiti e degli indici di accettabilità previsti dalla normativa. Con riferimento all'oggetto della presente Relazione, la *Tabella A* stabiliva una concentrazione massima ammissibile di boro nelle acque pari a 10 mg/l per gli scarichi a mare (e 2 mg/l per tutte le altre situazioni); tale concentrazione è riferita all'elemento in soluzione come ione, sotto forma di complesso ed in sospensione dopo sedimentazione di due ore.

La *Legge Merli*, però, non prendeva in considerazione altri aspetti fondamentali per garantire la tutela della qualità delle acque, quali il carico complessivo dello scarico e la qualità del corpo idrico ricevente.

2.1.2

Decreto Legislativo n. 152 del 3 Aprile 2006

Con riferimento all'oggetto della presente Relazione, le prescrizioni normative sono stabilite alla *Parte III, Titolo III "Tutela dei Corpi Idrici e Disciplina degli Scarichi", Capo III "Tutela Qualitativa della Risorsa: Disciplina degli Scarichi"* del *D. Lgs 152/2006*.

L'*art.101 comma 1* del *D. Lgs 152/2006 "Criteri generali della disciplina degli scarichi"* stabilisce che tutti gli scarichi devono essere disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, i cui limiti sono riportati in *Allegato 5* alla *Parte III* del Decreto stesso. Nello specifico, il valore limite di emissione fissato per il boro (ed indicato in *Tabella 3* dell'*Allegato 5*) è pari a 2 mg/l e riguarda tutti gli scarichi di acque reflue industriali in acque superficiali (senza distinzione per tipologia di corpo ricettore e deroghe per gli scarichi a mare, come prevedeva invece la *Legge Merli*).

definizione di valori limite di emissione diversi da quelli di cui all'Allegato 5, tenendo conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili, sia in concentrazione massima ammissibile sia in quantità massima per unità di tempo in ordine ad ogni sostanza inquinante e per gruppi o famiglie di sostanze affini. Le regioni non possono stabilire valori limite meno restrittivi di quelli fissati nell'Allegato 5 alla parte terza del Decreto:

- a) nella tabella 1, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali;
- b) nella tabella 2, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali ricadenti in aree sensibili;
- c) nella tabella 3/A, per i cicli produttivi ivi indicati;
- d) nelle tabelle 3-4, per quelle sostanze indicate nella Tabella 5 del medesimo Allegato.

Lo scarico di Boro in mare non rientra tra quelli sopra elencati ed è pertanto possibile per le regioni definire valori limite diversi, anche meno restrittivi, in funzione delle specifiche condizioni del ricettore.

2.2

LA LEGISLAZIONE ESTERA

La maggior parte dei paesi, come il nostro, ha sviluppato criteri per proteggere le risorse idriche nazionali e gli ecosistemi in accordo alle caratteristiche naturali tipiche dei paesi di appartenenza.

I criteri possono quindi essere diversi in funzione delle caratteristiche del corpo ricettore.

La maggior parte della normativa internazionale tende a fornire dei criteri di accettabilità per la qualità delle acque con l'individuazione di composti "pericolosi" che non devono essere scaricati nelle acque superficiali, a meno di possedere un'autorizzazione specifica, e per i quali sono forniti limiti di concentrazione alle emissioni e di altri composti per i quali non sono forniti limiti fissi, ma variabili in funzione della qualità e caratteristiche del corpo ricettore.

La recente *Direttiva 2006/11/CE del 15 febbraio 2006* concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità individua ad esempio il boro tra le sostanze (descritte nell'elenco 2) che *"hanno sull'ambiente idrico un effetto nocivo che può tuttavia essere limitato ad una certa zona e che dipende dalle caratteristiche delle acque di ricevimento e dalla loro localizzazione."*

Per queste sostanze si invitano gli stati membri a imporre, per lo scarico di queste acque, un'autorizzazione preventiva, rilasciata dall'autorità *"che ne fissi le norme di emissione. Tali norme vanno fissate in funzione degli standard di qualità ambientale."*

funzione dell'uso che si deve fare delle acque che ricevono lo scarico, rimandando ad autorizzazioni specifiche la definizione della concentrazione allo scarico.

Così ad esempio l'US EPA (Environmental Protection Agency) degli Stati Uniti, così come il canadese CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment), precedentemente Canadian Council of Resource and Environment Ministers (CCREM), hanno stabilito criteri per la qualità delle acque superficiali tanto per la protezione della salute umana (Acque potabili) che per la protezione della vita acquatica e per la protezione delle coltivazioni e del bestiame.

US EPA individua circa 120 composti ritenuti contaminanti primari, per i quali fissa un criterio, sia come concentrazione massima che come media, da rispettare tanto nelle acque salate, che nelle dolci e nelle potabili.

Il boro non è tra gli inquinanti prioritari ma è incluso nei non prioritari. I criteri stabiliti per il Boro sono riportati in *Allegato 2A* e possono essere così riassunti:

- la concentrazione del Boro presente nelle acque superficiali varia da 1 mg/l fino a 5 mg/l in alcuni laghi e nell'acqua del mare;
- il boro può avere effetti sulla vita acquatica con concentrazioni superiori a 10 mg/l;
- la concentrazione massima suggerita per l'irrigazione è circa 0,75 mg/l;
- la concentrazione di boro ammissibile nelle acque utilizzate per il bestiame può essere alta (CCME propone 5 mg/l).

Altre considerazioni sugli effetti del boro nelle acque superficiali sono riportate nel successivo Paragrafo.

2.3

SCARICHI IDRICI A MARE DA COMPLESSI INDUSTRIALI ED IMPIANTI DI DISSALAZIONE

Casi analoghi a quello oggetto della presente Relazione (ossia scarichi industriali a mare con valori di Boro eccedenti il limite) sono presenti anche in altre realtà territoriali. Alcune amministrazioni hanno rilasciato autorizzazioni allo scarico a mare, in particolare per acque provenienti da dissalatori ed acque di raffreddamento con circuiti ad acqua mare, secondo le quali non è previsto il controllo della concentrazione di boro che, in quanto prelevato dal mare e non aggiunto nei processi produttivi, non determina la necessità del controllo. E' chiaro che in tali casi la problematica della concentrazione del boro allo scarico è la medesima di quella di cui all'oggetto della presente relazione.

Tutti gli impianti di dissalazione producono acqua dolce ed acqua salata concentrata che quindi contiene tutte le sostanze presenti nell'acqua di mare. Gli scarichi degli impianti di dissalazione, pur mantenendo un bilancio in massa inalterato tra i parametri in ingresso e scarico, hanno un incremento di concentrazione, in funzione della diversa tipologia impiantistica utilizzata, compreso tra 1,1 e 4 volte i parametri misurati in ingresso; tra essi ovviamente anche il boro che, come detto, è già all'origine superiore al valore limite fissato per lo scarico dalla legislazione italiana (*Tabella 3 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/2006*).

L'acqua salata concentrata è scaricata direttamente a mare attraverso opportune condotte che facilitano il mescolamento dell'acqua più concentrata in vicinanza del punto di scarico. Per accelerare i processi di rimescolamento viene installato un apposito diffusore allo scarico.

Secondo un recente inventario predisposto dall' "International Desalination Association", alla fine del 2003 c'erano oltre 17.000 impianti di dissalazione nel mondo, con una capacità di trattamento installata di circa 37,8 milioni di metri cubi al giorno.

Di questi circa 2/3 sono collocati in Arabia Saudita, Kuwait, Nord Africa ed Australia, con un notevole impulso anche in California e Florida. Più recentemente si è avuto un notevole impulso con nuove installazioni in Israele, Singapore e Sud Africa.

Tutti gli impianti hanno ottenuto autorizzazioni allo scarico in considerazione del fatto che l'acqua concentrata contiene gli stessi elementi dell'acqua di mare da cui è stata estratta e che a brevi distanze dal punto di scarico la concentrazione dei Sali si riduce rapidamente.

2.4

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'Allegato 1 alla Parte Terza "Monitoraggio e Classificazione delle Acque in funzione degli Obiettivi di Qualità Ambientale" del D.Lgs 152/2006 stabilisce i criteri per individuare i corpi idrici significativi e per valutare lo stato di qualità ambientale di ciascuno di essi.

Nell'ambito delle acque superficiali, sono ritenute significative le acque marine costiere comprese entro la distanza di 3.000 metri dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 metri.

Per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici, il sopra citato Allegato 1 definisce una serie di elementi qualitativi, diversi in funzione della categoria di acque e per ogni elemento qualitativo una serie di parametri sensibili, per la classificazione dello stato ecologico (elevato, buono e sufficiente) delle acque costiere; **il Boro non rientra tra i parametri utilizzati per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici.**

Boro, inoltre, non rientra neppure tra i parametri da valutare per il calcolo della conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi. Infatti, per le acque costiere e salmastre, sedi di banchi e popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi designate come richiedenti protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo dei molluschi e per contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluschicoltura destinati al consumo umano, sono previste le seguenti analisi: pH, temperatura, colorazione (dopo filtrazione), materiali in sospensione, salinità, ossigeno disciolto, idrocarburi di origine petrolifera, sostanze organo-alogenate, metalli (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), coliformi fecali, sostanze che influiscono sul sapore dei molluschi, sassitossina (prodotta dai dinoflagellati).

Alla luce di quanto sopra riportato si può concludere che il Boro, non rientra tra le sostanze considerate dannose per la vita acquatica.

Nell'area in esame il boro è presente nell'acqua di mare in concentrazione pari a circa 4-6 mg/l, superiore quindi al limite previsto per lo scarico in acque superficiali dal D.Lgs. n° 152/06 (pari a 2 mg/l).

Sulla base dell'analisi legislativa e in considerazione del fatto che il processo termoelettrico non genera alcun apporto di boro e che la quantità in massa tra le sezioni di ingresso e uscita dall'impianto termoelettrico è inalterata, la richiesta di Edison di **stabilire un valore limite per il Boro nello scarico diverso da quello contenuto nella Tabella 3 dell'Allegato 5** appare motivata anche in considerazione del fatto che, come meglio dettagliato nel seguito del presente documento, la concentrazione di boro a pochi metri dallo scarico ritorna quella dell'acqua mare e che pertanto non si possono prevedere impatti sulla vita acquatica.

La presenza del Boro nelle acque superficiali e sotterranee è dovuta principalmente a fattori naturali, quali la degradazione delle rocce (si rilevano concentrazioni di boro comprese tra 5 mg/kg per le rocce basaltiche e 100 mg/kg nelle scisti) e l'attività vulcanica, e secondariamente ad attività antropiche, sia industriali che agricole.

Negli oceani è stata rilevata una concentrazione media di Boro di circa 4,5 mg/l (4,5 ppm) (Goldberg, 1963, Weast et al., 1985 e Mance et al., 1988, H. Hyung & J.H. Kim, 2006), mentre nel Mar mediterraneo diversi studi hanno rilevato una concentrazione naturalmente maggiore di Boro, che risulta superiore a 5 mg/l. In particolare P.Glurckstern, M. Priel (2003) riportano una concentrazione pari a 5 - 6 ppm, che equivale a circa 5 - 6 mg/l; D.Vial e G. Doussau, per i loro esperimenti sulla disalinificazione delle acque, hanno utilizzato acqua del Mediterraneo, caratterizzata da una concentrazione di Boro pari 5,3 mg/l. J Leparc et al. (2007) riportano nel loro studio un valore di concentrazione di Boro pari a 5,1 mg/l, per le acque superficiali campionate al largo di Gibilterra; concentrazioni di Boro pari a 5,5 mg/l, per l'acqua del mar mediterraneo, sono riportate nello studio condotto da N. Delio et al. (2004). Concentrazioni di Boro pari a 6 mg/l sono invece indicate per il Mar Mediterraneo orientale (Turchia) nel documento "Kazanli Environmental Pollution in March 2001, Report on the chemical analysis of samples".

Sostanziali differenze nella concentrazione di Boro tra gli oceani ed il Mar Mediterraneo sono evidenziate anche nel documento "Desalination Guidelines Development for Drinking Water" (J.A. Cotruvo, WHO, 2004), in cui vengono riportate le concentrazioni dell'acido borico negli oceani e nel Mar Mediterraneo orientale, rispettivamente pari a 26 mg/l e 72 mg/l.

In acqua il Boro è presente sotto forma di ioni borati e acido borico indissociato (acido debolissimo pK_a di 9,15). Gli ioni borato presenti nelle soluzioni acquose sono essenzialmente nel loro stato pienamente ossidato, risultano molto stabili e chimicamente poco reattivi (i borati non reagiscono né con l'ossigeno né con altri composti chimici presenti nell'acqua di mare). Comunque il Boro disciolto nell'acqua può essere adsorbito nelle particelle del suolo e nei sedimenti e le reazioni di adsorbimento e di rilascio sono i principali processi che determinano la concentrazione di boro nell'acqua (Rai et al., 1986). La quantità di boro adsorbito nelle particelle del suolo dipende dal pH dell'acqua, dalla concentrazione del boro nella soluzione, dal tipo di suolo, dalla salinità dell'acqua, dal contenuto di materia organica, dalla presenza di ossidi e idrossidi di alluminio e ferro (Sprague, 1972). È stato verificato che l'adsorbimento è maggiore in condizioni basiche pH 7,5 - 9,0 (Waggott, 1969; Keren & Mezuman, 1981; Keren et al., 1981).

Quindi il boro, presente naturalmente nell'acqua di mare del bacino del Mediterraneo, presenta una concentrazione di circa 4-6 mg/l (concentrazione di gran lunga superiore al limite previsto per lo scarico in acque superficiali

dal D.Lgs. n° 152/06 che è di 2 mg/l) ed ha inerzia chimica nei confronti di metalli pesanti e composti organici di varia natura alle concentrazioni in cui trovasi o anche maggiori, ovvero **non può dar luogo alla formazione di composti pericolosi e tossico nocivi.**

Si segnala che altre alte concentrazioni di Boro sono rilevabili anche nelle acque di falda di alcune regioni quali l'Italia, Cipro e Grecia, dove si rilevano concentrazioni anche superiori a 8 mg/l (*H.Polat et al., 2004*).

Il boro nell'acqua di mare del bacino del mediterraneo raggiunge una concentrazione di circa 4-6 mg/l (concentrazione di gran lunga superiore al limite previsto per lo scarico in acque superficiali dal D.Lgs. n° 152/06) ed è un elemento non pericoloso; è presente nella dieta di molti organismi animali e vegetali, compresa quella dell'uomo.

Gli effetti della presenza del Boro nell'ambiente acquatico sugli organismi sono diretti o indiretti. Effetti diretti sono tutte quelle reazioni che si possono verificare direttamente sull'organismo a seguito della sua esposizione a una certa concentrazione dell'elemento. Effetti indiretti sono legati ai processi di bioaccumulo e biomagnificazione. Nei successivi paragrafi vengono analizzati i possibili effetti (diretti ed indiretti).

4.1

EFFETTI DIRETTI SUGLI ORGANISMI NELL'AMBIENTE ACQUATICO

Gli effetti del Boro sono stati determinati per diverse tipologie di organismi acquatici, dai batteri ai pesci.

I batteri mostrano effetti in seguito ad esposizioni acute e croniche con una concentrazione di Boro variabile tra 8 e 340 mg/l, con prevalenza per valori superiori a 18 mg/l. Per i cianobatteri e le diatomee il boro risulta uno dei nutrimenti essenziali, mentre dai risultati di test standard sulle alghe blu-verdi si rileva che non ci sono effetti quando le alghe sono sottoposte a concentrazioni comprese tra i 10 ed i 24 mg/l di Boro.

Gli invertebrati presentano una bassa sensibilità all'esposizione di Boro, infatti si rileva che diverse specie, sottoposte al test di tossicità acuta EC_{50} a 24 e 48 ore, presentano effetti con valori di concentrazione compresi tra 95 e 1.376 mg/l, con prevalenza per il range compreso tra 100 e 200 mg/l. Esperimenti e studi svolti su *Daphnia magna* hanno rilevato che non ci sono effetti fino a concentrazioni comprese tra 6 e 10 mg di Boro/l.

Dai test di tossicità acuta, a cui sono state sottoposte diverse specie di pesci, sono stati rilevati effetti sui pesci a concentrazioni comprese tra 10 a 300 mg Boro/l. Le specie più sensibili sono risultate la Trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) ed il Danio sebrato (*Brachydanio Rerio*), **che sono specie di acqua dolce.**

Una sintesi degli effetti del Boro sugli organismi è riportata in *Tabella 4.1a*.

Organismo	Effetti Verificati	Concentrazione del Boro nell'Acqua
Batteri	Effetti sia acuti che cronici per diverse specie di batteri	8 - 340 mg/l (principalmente sopra i 18 mg/l)
Protozoi	Effetti lievi	0,3 a 18 mg/l
Alghe verdi di acqua dolce	La più alta concentrazione senza effetti (NOEC)	10 - 24 mg/l
Alghe blu-verdi	Effetti lievi	20 mg/l
Invertebrati	Effetti acuti	95 a 1376 mg/l (principalmente 100 - 200 mg/l)
Daphnia magna	La più alta concentrazione senza effetti (NOEC)	6 - 10 mg/l
Fish	Effetti acuti	10 - 300 mg/l
Rainbow trout	Test tossicità cronica con acqua di laboratorio (NOEC)	0,009 - 0,103 mg/litro
Rainbow trout	Test tossicità cronica con acqua naturale (NOEC)	0,75 - >18 mg/l

4.2

EFFETTI INDIRETTI SUGLI ORGANISMI NELL'AMBIENTE ACQUATICO

Studi sulle potenzialità di bioaccumulo e biomagnificazione del Boro sono stati condotti su diversi tipi di organismi, sia animali che vegetali.

Il coefficiente di ripartizione acqua/ottanolo ($\log P_{ow}$) dell'acido borico è pari a 0,175 e indica un basso potenziale di bioaccumulo (*Allegato 6, I. 225/263, 2001*). Esperimenti effettuati in laboratorio con organismi acquatici hanno confermato il basso potenziale di bioaccumulo. I risultati degli studi effettuati sul bioaccumulo del boro in piante, insetti e pesci hanno evidenziato che il boro si bioaccumula nelle piante, ma non c'è biomagnificazione nella catena trofica acquatica. Le concentrazioni di boro rilevate nelle piante acquatiche variano da 26 a 382 mg/kg, mentre la concentrazione di boro (peso umido) negli organismi marini (invertebrati e pesci) risulta simile alla concentrazione media a cui sono esposti, circa 0,5 - 4 mg/kg.

Thompson et al. (1976) hanno studiato il grado di assorbimento del boro in due specie marine, l'ostrica *Crassostrea gigas* ed il salmone *Oncorhynchus nerka*, in un sistema a flusso continuo di acqua di mare con il 95% della soluzione sostituita ogni 6 ore. Le ostriche (30 per vasca) sono state sottoposte a due livelli di concentrazione del boro (1mg/l e 10 mg/l oltre alla concentrazione di base) per 47 giorni ed i salmoni (3 per vasca) sono stati sottoposti alla concentrazione di 10 mg/l, oltre alla concentrazione di boro presente nella soluzione di base, per 21 giorni. La concentrazione di boro nell'acqua di mare utilizzata è pari a 3,98 mg/l. I campioni di ostrica sono stati campionati dopo giorni 0, 8, 16, 36 e 47 di esposizione. Le ostriche rimaste sono rimaste nelle vasche di studio per altri 24 giorni senza aggiunta di altro boro. Dopo 21 giorni furono analizzate la concentrazione di boro nei tessuti dei salmoni. I livelli di concentrazione di boro rilevati in entrambe le specie erano approssimativamente i medesimi di quelli presenti nella acqua del test,

Nelle ostriche lasciate per altri 24 giorni in sola acqua di mare è stata rilevata una concentrazione nei tessuti pari a 2,67 - 4,13 µg/g, che era la concentrazione rilevata all'inizio. Ciò ha rilevato che il boro ha una bassa capacità di ritenzione.

Le concentrazioni di boro rilevate nei tessuti dei salmoni testati hanno mostrato valori compresi tra 5.9 - 17 µg/g di peso secco nei tessuti ossei e di 4,5 - 11,9 µg/g di peso secco nei reni, mentre, nei tessuti dei pesci non sottoposti a trattamento si rilevano concentrazioni pari a 0,5 - 1,5 µg/g. Tuttavia i risultati mostrano che non ci sono sostanziali differenze con le concentrazioni di boro diluite nell'acqua utilizzate nei test. Da ciò si deduce che non c'è una evidente attività di bioaccumulo del boro in queste specie.

Altri studi, condotti da *Suloway et al.* (1983) sul bioaccumulo potenziale del boro su due specie di pesci (*Pimephales promelas* e *Lepomis cyanellus*), hanno confermato che il boro non si bioaccumula significativamente nei tessuti dei pesci (nell'esperimento è stato rilevato un fattore di bioconcentrazione pari a 0,3 per entrambe le specie).

Taylor et al. (1985) ha studiato la tossicità del boro nei confronti di alcuni pesci di mare (*Limanda limanda*). I test sono stati eseguiti in accordo a procedure standard in acqua di mare ricostruita. Pesci adulti furono esposti a 5 diverse concentrazioni per 96 ore. Fu trovato che LC₅₀ cioè la concentrazione che provocava il 50% della mortalità era di 74.0 mg boro/litro.

Altri test eseguiti su altri pesci hanno mostrato risultati simili mentre le anguille mostravano una resistenza decisamente superiore.

4.3

CONCLUSIONI

Il Boro è un elemento naturalmente presente in natura e considerato il fatto che la concentrazione attesa allo scarico della centrale termoelettrica di Simeri Crichi sarà circa 7,5 mg/l ipotizzando una concentrazione in ingresso pari a 5 mg/l, che già a 5 metri dallo scarico l'incremento di concentrazione sarà inferiore al 3% di quella in ingresso e che a circa 50 metri la concentrazione sarà pari a quella in ingresso, considerando il quasi nullo tasso di bioaccumulo, l'assenza di biomagnificazione del Boro, i valori limite entro cui si sono verificati effetti sugli organismi indagati (*Tabella 4.1a*) e considerando che l'ambiente in cui viene immesso lo scarico presenta una concentrazione pari a 4 - 6 mg/l, è possibile affermare che non si verificheranno impatti sul biota marino che popola l'area.

La Centrale termoelettrica di Simeri Crichi, caratterizzata da una potenza elettrica complessiva di circa 840 MWe, è composta essenzialmente da:

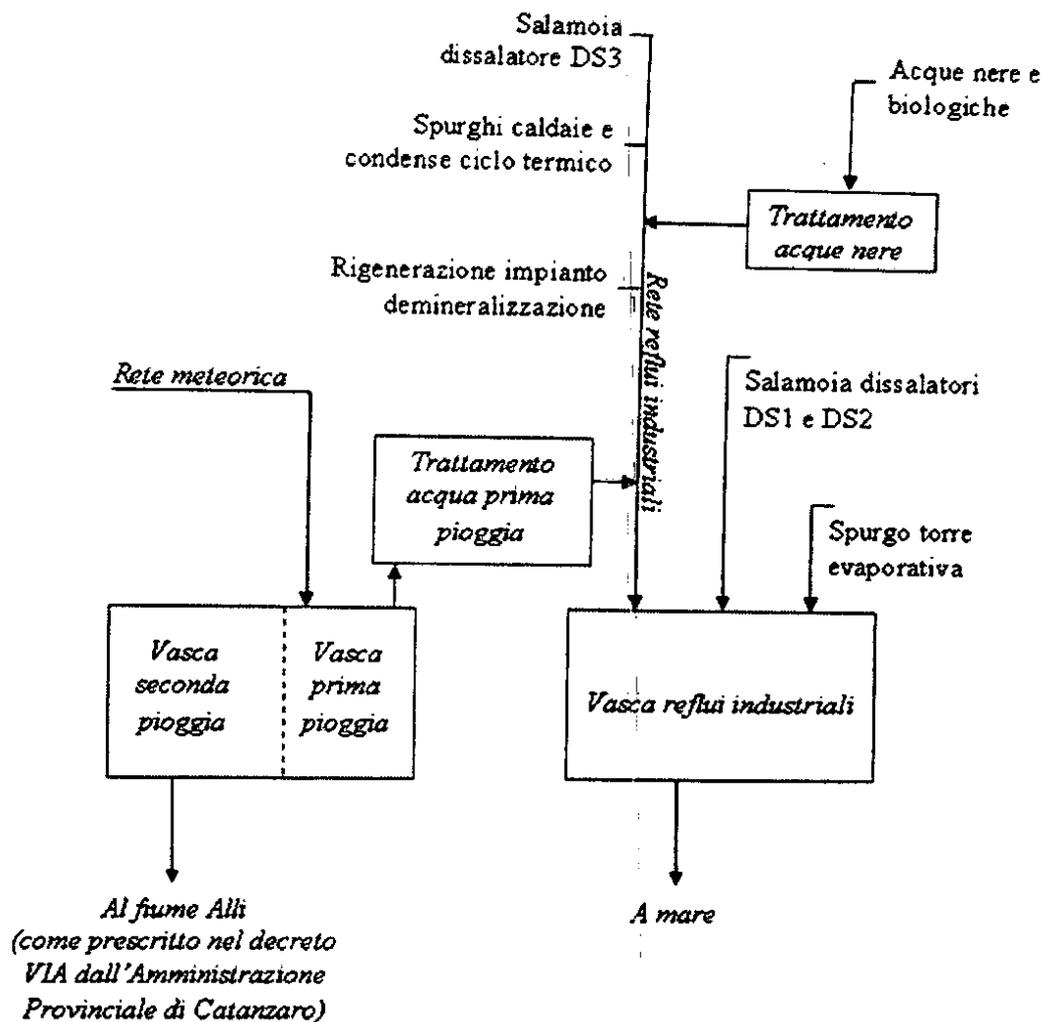
- due turbogas alimentati a gas metano, con bruciatori a bassa emissione di NOx (Dry Low NOx);
- due generatori di vapore (ognuno collegato a un solo turbogas) del tipo a circolazione naturale, a sviluppo orizzontale, a tre livelli di pressione con risurriscaldamento intermedio, in grado di recuperare il calore dei gas di scarico dei turbogas;
- una turbina a vapore.

Una torre evaporativa a umido raffredda l'acqua di mare utilizzata per la condensazione del vapore.

Inoltre, la Centrale è dotata di un sistema di dissalazione dell'acqua di mare, in grado di fornire al Consorzio irriguo 250 m³/h di acqua dissalata a scopo irriguo. Il sistema di dissalazione è composto da due impianti aventi differente capacità produttiva: un impianto multieffetto con termocompressione, costituito da due unità (DS1 e DS2), in grado di produrre circa 270 m³/h di acqua dissalata, che verrà utilizzato durante la stagione irrigua, ed un impianto (DS3) che utilizza la compressione meccanica, che produce circa 15 m³/h e sarà utilizzato nel restante periodo dell'anno per gli usi di Centrale.

Completa la Centrale, oltre ai sistemi ausiliari, la stazione di pompaggio dell'acqua di mare, ubicata nel Comune di Catanzaro, in località Cantorato; l'acqua prelevata dal mare ha il duplice scopo di alimentare i dissalatori e reintegrare l'acqua persa per evaporazione e quella spurgata dalla torre evaporativa.

La Centrale Termoelettrica di Simeri Crichi è dotata di un sistema fognario di raccolta delle acque, suddiviso in funzione della tipologia di acqua da convogliare ed eventualmente trattare. In *Figura 5a* viene illustrato lo schema di massima con cui si originano gli scarichi idrici della centrale; lo schema evidenzia, inoltre, quali acque reflue verranno scaricate a mare e quali al fiume Alli.



Dalla vasca di raccolta dei reflui industriali e dell'acqua di prima pioggia una tubazione DN 800 convoglia al mare le acque industriali e le acque di prima pioggia, previa misura in continuo della temperatura, del pH/redox, della portata, della conducibilità.

La portata delle acque scaricate a mare dipende prevalentemente dallo spurgo della torre evaporativa e dagli impianti di dissalazione DS1 e DS2 che hanno un funzionamento stagionale:

- **Spurgo della torre evaporativa:** l'acqua di mare circolante in torre è concentrata con fattore di concentrazione pari a circa 1.5 e additivata con agenti disperdenti e con biocidi per limitare la formazione di biofouling ed eventualmente con bisolfito per neutralizzare il cloro residuo; la portata scaricata è pari a circa 1.500 m³/h;

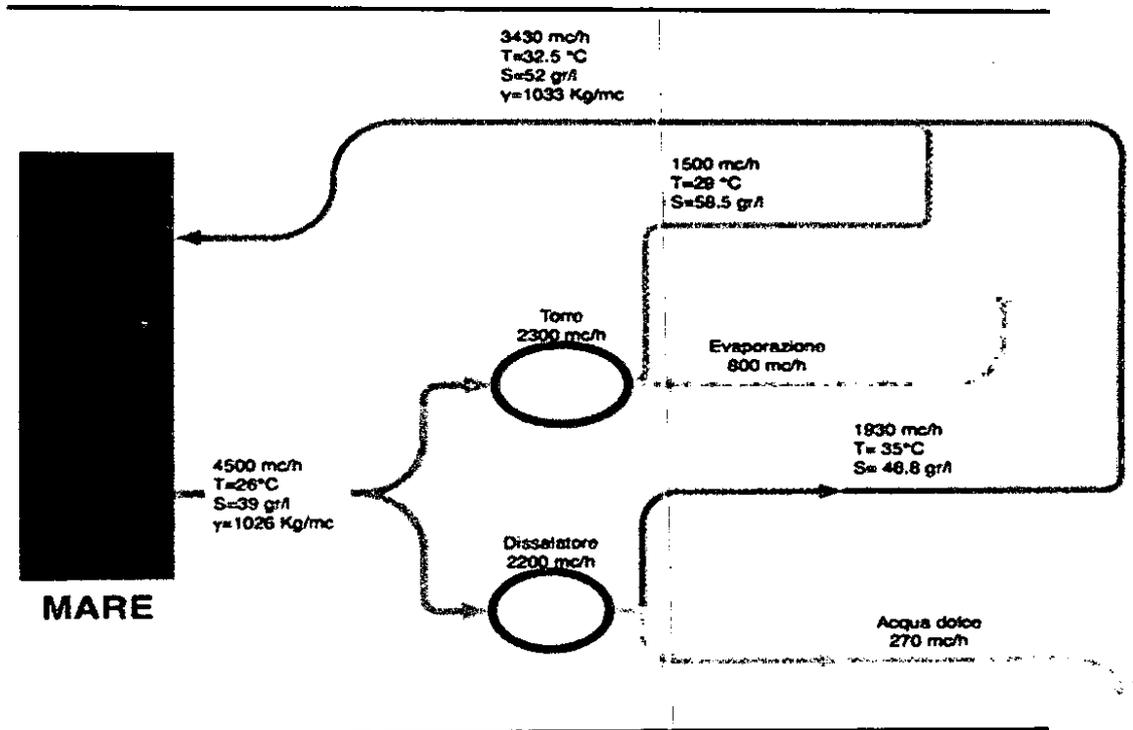
di acqua dissalata nominale, i dissalatori scaricano circa 2.000 m³/h di salamoia, consistente sostanzialmente in acqua mare concentrata con fattore pari a circa 1.15. Per un corretto funzionamento dell'impianto si utilizzano prodotti chimici come un antincrostante, un antischiuma e il bisolfito per neutralizzare il cloro residuo. Questo impianto di dissalazione viene utilizzato durante la stagione irrigua, quando l'acqua dissalata viene fornita appunto al Consorzio di Bonifica Alli Copanello.

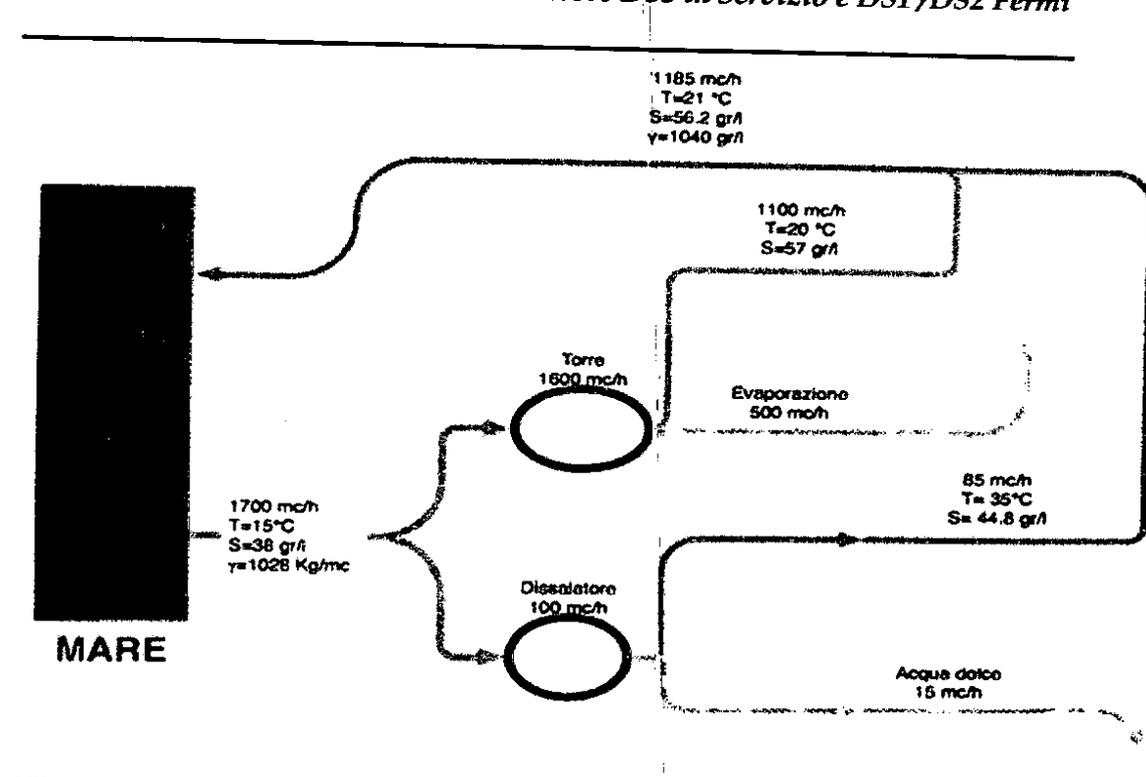
Si sottolinea che nel processo di gestione e trattamento chimico delle acque utilizzate dalla Centrale a ciclo combinato di cogenerazione Edison di Simeri Crichi non viene assolutamente aggiunto alcun additivo contenente Boro e quindi non si genera impatto nel bilancio di massa relativamente a tale elemento.

Le Figure 5b e 5c mostrano rispettivamente lo schema di flusso estivo (dissalatori DS1 e DS2 a pieno regime) e quello invernale (dissalatore DS3 in servizio).

Figura 5b

Schema di Flusso Estivo con Dissalatori DS1 e DS2 a Pieno Regime





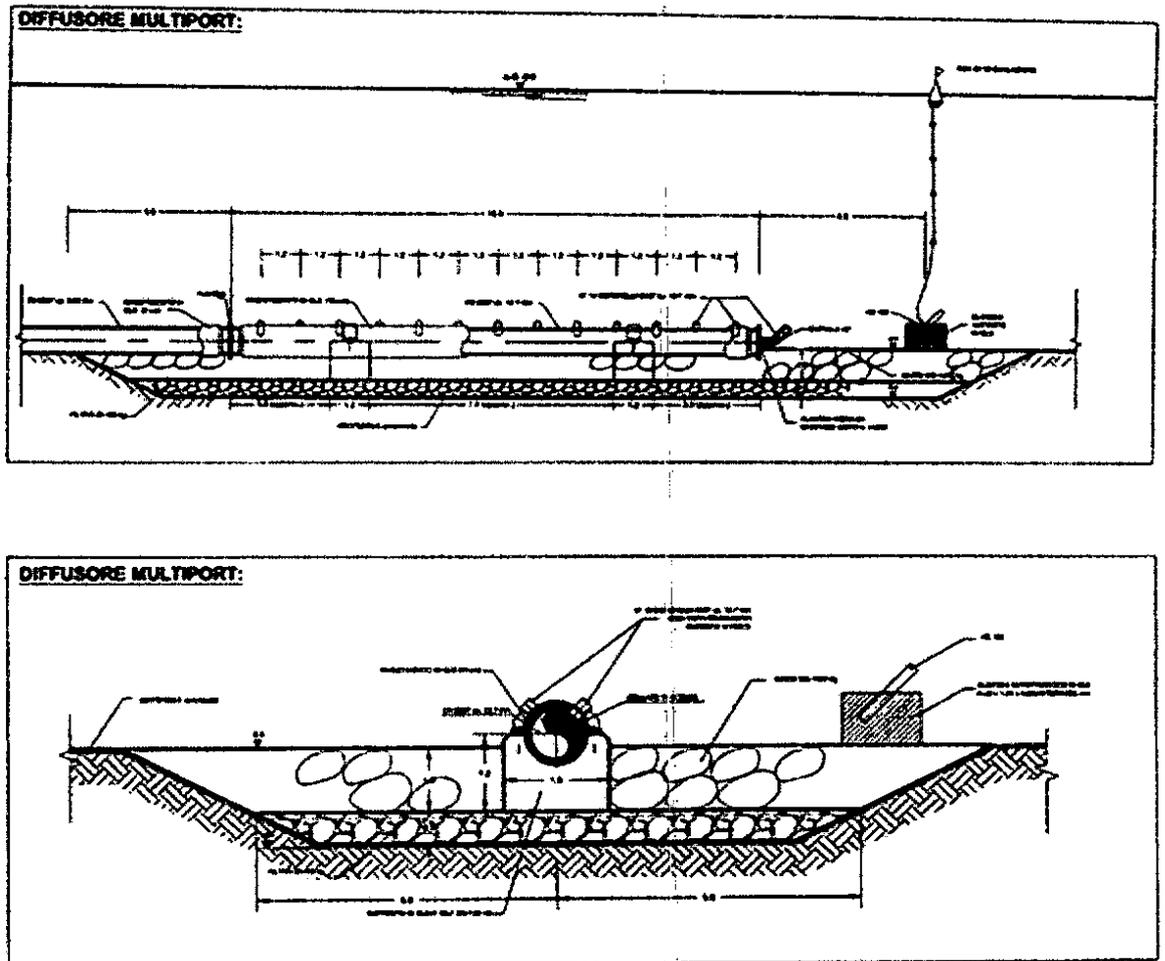
6.1

POSIZIONAMENTO DELLO SCARICO A MARE

Il punto di scarico a mare dei reflui provenienti dalla Centrale dista circa 400 m dalla riva ed è posizionato a circa 8 m di profondità. Il tratto finale della tubazione di scarico è provvisto di un diffusore "multiport" della lunghezza di 16 m (vedi Figura 6.1a) e di 14 ugelli di diametro 0,2 m disposti l'uno dall'altro a distanza di circa 1,2 m su entrambi i lati.

Figura 6.1a

Diffusore Multiport



Tale sistema rende molto efficiente la dispersione termica e salina; lo studio predisposto nel 2005 (vedi Paragrafo 6.2) evidenzia che l'incremento di concentrazione salina rispetto all'ambiente è inferiore al 3% già a pochi metri dallo scarico e torna al valore originale già a una distanza di circa 50 m dal punto di scarico.

CONCENTRAZIONE ALLO SCARICO

Tutti i sali disciolti nell'acqua mare, per effetto della concentrazione che il processo della centrale termoelettrica comporta, risultano più concentrati allo scarico (1,5 volte la concentrazione in ingresso). Tra questi anche il boro, che è già presente in acqua mare in concentrazione (circa 4-6 mg/l) superiore al limite previsto per lo scarico in acque superficiali dal D.Lgs. n° 152/06 (vedi *Capitolo 2*).

A tal proposito si osserva che:

- la concentrazione del boro nello scarico della Centrale risulterà inevitabilmente 1,5 volte maggiore di quella in ingresso, ma i flussi di massa (kg/h di boro) tra prelievo e scarico resteranno immutati, non essendoci alcuna aggiunta di boro nel processo della Centrale, come già ricordato. Il marginale aumento di concentrazione dello scarico è dovuto esclusivamente all'evaporazione di parte dell'acqua attinta nella fase di raffreddamento ed alla produzione di acqua dissalata;
- ipotizzando una concentrazione di boro in acqua mare al prelievo di 5 mg/l, la concentrazione allo scarico sarà di 7,5 mg/l, ma già a circa 5 m dal punto di scarico la concentrazione si riduce a 5,14 mg/l e a 50 m dal punto di scarico nuovamente a 5,09 mg/l, pari a circa la concentrazione presente originalmente.

Queste ultime valutazioni sono derivate da uno studio che Edison, per rispondere ad alcune prescrizioni relative allo scarico, richieste dal Ministero Marina Mercantile, Capitaneria di Porto di Crotona, nell'ambito dell'atto di concessione delle aree interessate dalle opere a mare della Centrale di Simeri Crichi, ha commissionato alla società specializzata Idrotec.

Lo studio, riportato per comodità in *Allegato 6A*, era rivolto a verificare come le caratteristiche dello scarico fossero conformi ai requisiti di legge ed ha compreso le seguenti attività:

- la caratterizzazione dei parametri fisici dell'acqua di mare nell'area della presa e dello scarico durante l'anno;
- la caratterizzazione dello scarico nelle diverse possibili condizioni di funzionamento in termini di portata, temperatura e salinità;
- lo studio con il modello matematico CORMIX della diffusione termica e salina per diversi scenari di condizioni allo scarico e di condizioni ambientali.

Oltre a quanto riportato precedentemente, la conclusione dello studio inerente l'oggetto della presente relazione è che in tutti i casi esaminati l'incremento di salinità rispetto all'ambiente è comunque inferiore al 3% già a pochi metri dallo scarico ed è quindi tale da escludere effetti nocivi sulla flora e fauna esistenti.

Nel seguito si descrivono brevemente alcune metodologie (P. Glueckestern e M. Priel intitolato "Optimization in boron removal in old and new SWRO system") di possibile trattamento della risorsa idrica per rimuovere il boro:

- Resine a Scambio Ionico;
- Sistemi ad Osmosi Inversa.

Si trascurano in questa fase sistemi apparentemente più favorevoli come l'assorbimento su idrossidi di calcio, magnesio e ferro in quanto non hanno mai superato la fase di laboratorio con abbattimento di boro non superiori al 50%.

Si ritiene inoltre del tutto inattuabile l'altre tecnica di rimozione del boro testata in laboratorio: l'estrazione con solvente. In questo caso il boro sarebbe estratto con l'uso di un solvente organico che dovrebbe essere poi separato e smaltito, creando molti più problemi ambientali di quelli che andrebbe a risolvere.

Anche il trattamento di coagulazione e flocculazione non si presenta adatto sebbene sia il trattamento preliminare per eccellenza nella potabilizzazione delle acque consentendo di trasformare - con l'uso di adatti coagulanti - le particelle colloidali o, comunque, non sedimentabili presenti nell'acqua in fiocchi sedimentabili.

Questo tipo di impianto, si presenta del tutto inefficace in quanto la coagulazione dei solfati di calcio, alluminio e ferro è inefficace per la rimozione del boro ed inoltre la salinità dell'acqua intereferisce troppo pesantemente con i principi fisici che stanno alla base del metodo rendendolo del tutto inefficace.

Resine a Scambio Ionico

Nel processo con resine a scambio ionico, chiamate anche resine sintetiche a carattere adsorbente, l'acqua attraversa un letto di resine, che interagiscono con le componenti ioniche saline presenti in soluzione, fissandole sul supporto polimerico con efficienza maggiore a seconda della selettività specifica del supporto.

La resina da utilizzare, selettiva per l'acido borico, è a composizione anionica debole e la tolleranza è così elevata che non si ha interferenza di alcun altro sale. Queste resine sono utilizzate ad oggi in Italia solo in impianti di acque industriali per il trattamento di acque di processo e per la produzione di acqua ultrapura.

Una volta che le resine hanno scambiato tutti i loro ioni con i contaminanti ionici presenti nell'acqua, devono essere rigenerate (ovvero sostituire gli ioni attraverso una soluzione ad alto contenuto degli stessi). La rigenerazione

inverte il processo di purificazione della risorsa idrica rimpiazzando i contaminanti legati alle resine con ioni idrogeno ed ossidrilici. Per questo motivo gli impianti a scambio ionico devono essere dotati di un dispositivo per la rigenerazione automatica, che deve venire effettuata con periodicità in funzione del quantitativo di contaminante da abbattere: rese alte di abbattimento comportano rigenerazioni frequenti.

La rigenerazione viene quindi ottenuta mediante spiazzamento del borato con NaOH e ripristino delle condizioni di partenza con acido cloridrico o acido solforico. Tale resina in fase di rigenerazione determina uno scarto di acqua nell'ordine del 2% dell'acqua prodotta.

L'efficienza di abbattimento dichiarata è piuttosto alta permettendo di ottenere abbattimenti fino a 0,15 ppm di boro. Valori di abbattimento inferiori sono ottenuti attraverso la gestione del blending al passaggio in colonna.

L'efficienza di rigenerazione dichiarata dovrebbe permettere diminuzioni di efficienza di pochi punti percentuali nell'arco di un anno di lavoro delle resine.

I punti deboli di questi trattamenti sono la necessità dello stoccaggio delle sostanze acide e basiche forti necessarie per la rigenerazione (e quindi i dispositivi di sicurezza da approntare), il loro costo d'acquisto ed i volumi continui di salamoia contaminata prodotta da smaltire.

Si deve infine aggiungere che l'elevata salinità dell'acqua di mare esaurirebbe rapidamente le resine rendendo necessarie continue sostituzioni che aggraverebbero l'economia complessiva del sistema che si presenta pertanto totalmente inadatto allo scopo.

Sistemi ad Osmosi Inversa

La tecnologia a osmosi inversa è di fatto una tecnologia di dissalazione, più diffusa al mondo e si basa sull'utilizzo di membrane semipermeabili con un'adatta selettività, che vengono impiegate in tecnologie di separazione - a livello molecolare - dei componenti delle soluzioni. Il processo di variazione della quantità di soluto (ovvero il contenuto di una matrice di solvente, con la quale forma una soluzione) attraverso una membrana è detto osmosi.

Il fenomeno dell'osmosi è reversibile, nel senso che se si applica ad una soluzione in contatto con una membrana semipermeabile una pressione meccanica superiore alla sua pressione osmotica (quella pressione che si instaura naturalmente) si provoca il passaggio del solo solvente attraverso la membrana, trattenendo le altre molecole, anche di piccole dimensioni: si ha cioè osmosi inversa.

Lo sfruttamento di questo processo non può però essere utilizzato per il solo abbattimento del boro su uno scarico di acqua mare in quanto produrrebbe una aliquota quasi esente da boro ma anche di tutti gli altri Sali ed un'altra in cui sarebbero presenti tutti i sali totali compreso il boro ma in concentrazione

comunque andrebbe smaltita a mare.

Si deve infine menzionare che, nell'ambito del progetto *Boremed* sono stati tentati alcuni test su scala prototipo per la rimozione del boro nell'acqua salmastra per osmosi inversa mediante nuovi tipi di membrane accoppiate con resine selettive del boro, in sistemi ibridi con osmosi inversa nello stadio secondario. Il progetto ha incluso esperimenti di laboratorio, prove del prototipo su impianti esistenti per osmosi inversa di acqua marina e salmastra in Israele e la valutazione economica dello sviluppo di un sistema ibrido.

Questo tipo di progetto è tuttavia rivolto alla produzione di acqua potabile e non alla purificazioni di scarichi e tuttavia non ha raggiunto un livello industriale.

In sostanza, in base alle considerazioni sulle possibilità di rimozione del Boro mediante trattamenti tecnologico, risulta che nessuna tecnologia è applicabile al caso specifico.

In relazione agli argomenti trattati nella relazione allegata alla istanza presentata, nonché alla presente relazione integrativa, si può concludere che, nella restituzione a mare delle acque, poiché:

- il processo termoelettrico non genera alcun apporto di boro;
- la quantità in massa di boro restituita in mare è uguale a quella prelevata;
- l'aumento del valore percentuale del boro è dovuto alla sola evaporazione dell'acqua durante il ciclo di utilizzo per il raffreddamento dell'impianto ed alla produzione di acqua dissalata;
- a soli pochi metri dal punto di scarico in mare le acque riprendono la medesima qualità di quelle prelevate, senza che si possa rilevare alcun accumulo di boro;

L'aumento di concentrazione del parametro boro non risulta significativo né per quanto riguarda la qualità delle acque di balneazione, né per la flora e per la fauna marina.

Quanto sopra consente di affermare, pertanto, che una ridefinizione del limite dello scarico in oggetto, stabilendo che tale limite faccia riferimento alla quantità in massa del boro scaricato pari a quella prelevata, si muove nel pieno rispetto del dettato dell'art. 101 comma 1 del D. Lgs 152/2006, "Criteri generali della disciplina degli scarichi", che stabilisce che tutti gli scarichi devono essere disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, e nel pieno rispetto del successivo comma 2 che consente la definizione di valori limite di emissione che tengano conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili, sia in concentrazione massima ammissibile sia in quantità massima per unità di tempo in ordine ad ogni sostanza inquinante e per gruppi o famiglie di sostanze affini.

Allegato 2A

National Recommended Water Quality Criteria

National Recommended Water Quality Criteria

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/Source
		CMC	CCC	CMC	CCC	Water + Organism Only	Organism Only	
		(•g/L)	(•g/L)	(•g/L)	(•g/L)	(•g/L)	(•g/L)	
1 Antimony	7440360					5.6 B	640 B	65FR66443
2 Arsenic	7440382	340 A,D,K	150 A,D,K	69 A,D,bb	36 A,D,bb			65FR31682 57FR60848
3 Beryllium	7440417					Z	Z	65FR31682
4 Cadmium	7440439	2.0 D,E,K,bb	0.25 D,E,K,bb	40 D,bb	8.8 D,bb	Z	Z	EPA-822-R-01-001 65FR31682
5a Chromium (III)	16063831	570 D,E,K	74 D,E,K			Z Total		EPA820/B-96-001 65FR31682
5b Chromium (VI)	18540299	16 D,K	11 D,K	1,100 D,bb	50 D,bb	Z Total		65FR31682
6 Copper	7440508	13 D,E,K,cc	9.0 D,E,K,cc	4.8 D,cc,ff	3.1 D,cc,ff	1,300 U		65FR31682
7 Lead	7439921	65 D,E,bb,gg	2.5 D,E,bb,gg	210 D,bb	8.1 D,bb			65FR31682
8a Mercury	7439976	1.4 D,K,hh	0.77 D,K,hh	1.8 D,cc,hh	0.94 D,cc,hh			62FR42160
8b Methylmercury	22967926						0.3 mg/kg J	EPA823-R-01-001
9 Nickel	7440020	470 D,E,K	52 D,E,K	74 D,bb	8.2 D,bb	610 B	4,600 B	65FR31682
10 Selenium	7782492	L,R,T	5.0 T	290 D,bb,dd	71 D,bb,dd	170 Z	4200	62FR42160 65FR31682 65FR66443
11 Silver	7440224	3.2 D,E,G	1.9 D,G					65FR31682

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater			Saltwater			Human Health For Consumption of:		FR Cite/ Source
		CMC (• g/L)	CCC (• g/L)	CMC (• g/L)	CCC (• g/L)	Water + Organism	Organism Only	Organism (• g/L)	Organism (• g/L)	
		DEK	DEK	DEK	DEK	U	U	U	U	
12	Thallium	7440280				0.24		0.47		68FR75510
13	Zinc	7440666	120 DEK	120 DEK	90 Dbb	81 Dbb	7,400 U	26,000 U		65FR31682 65FR66443
14	Cyanide	57125	22 K,Q	5.2 K,Q	1 Q,bb	1 Q,bb	140 j	140 j		EPA820/B-96-001 57FR60848 68FR75510
15	Asbestos	1332214					7 million fibers/L			57FR60848
16	2,3,7,8-TCDD (Dioxin)	1746016					5.0E-9 C	5.1E-9 C		65FR66443
17	Acrolein	107028					190	290		65FR66443
18	Acrylonitrile	107131					0.051 B,C	0.25 B,C		65FR66443
19	Benzene	71432					2.2 B,C	51 B,C		IRIS 01/19/00 &65FR66443
20	Bromoform	75252					4.3 B,C	140 B,C		65FR66443
21	Carbon Tetrachloride	56235					0.23 B,C	1.6 B,C		65FR66443
22	Chlorobenzene	108907					130 Z,U	1,600 U		68FR75510
23	Chlorodibromomethane	124481					0.40 B,C	13 B,C		65FR66443
24	Chloroethane	75003								

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism Only (•g/L)	Organism Only (•g/L)	
25 2-Chloroethylvinyl Ether	110758							
26 Chloroform	67663					5.7 CP	470 CP	62FR42160
27 Dichlorobromomethane	75274					0.55 B,C	17 B,C	65FR66443
28 1,1-Dichloroethane	75343							
29 1,2-Dichloroethane	107062					0.38 B,C	37 B,C	65FR66443
30 1,1-Dichloroethylene	75354					330	7,100	68FR75510
31 1,2-Dichloropropane	78875					0.50 B,C	15 B,C	65FR66443
32 1,3-Dichloropropene	542756					0.34 c	21 c	68FR75510
33 Ethylbenzene	100414					530	2,100	68FR75510
34 Methyl Bromide	74839					47 B	1,500 B	65FR66443
35 Methyl Chloride	74873							65FR31682
36 Methylene Chloride	75092					4.6 B,C	590 B,C	65FR66443
37 1,1,2,2-Tetrachloroethane	79345					0.17 B,C	4.0 B,C	65FR66443
38 Tetrachloroethylene	127184					0.69 c	3.3 c	65FR66443
39 Toluene	108883					1,300 z	15,000	68FR75510
40 1,2-Trans-Dichloroethylene	156605					140z	10,000	68FR75510

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/ Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism (•g/L)	Organism Only (•g/L)	
41 1,1,1-Trichloroethane	71556					Z		65FR31682
42 1,1,2-Trichloroethane	79005					0.59 B,C	16 B,C	65FR66443
43 Trichloroethylene	79016					2.5 C	30 C	65FR66443
44 Vinyl Chloride	75014					0.025 C,K	2.4 C,K	68FR75510
45 2-Chlorophenol	95578					81 B,U	150 B,U	65FR66443
46 2,4-Dichlorophenol	120832					77 B,U	290 B,U	65FR66443
47 2,4-Dimethylphenol	105679					380 B	850 B,U	65FR66443
48 2-Methyl-4,6-Dinitrophenol	534521					13	280	65FR66443
49 2,4-Dinitrophenol	51285					69 B	5,300 B	65FR66443
50 2-Nitrophenol	88755							
51 4-Nitrophenol	100027							
52 3-Methyl-4-Chlorophenol	59507					U	U	
53 Pentachlorophenol	87865	19 F,K	15 F,K	13 bb	7.9 bb			65FR31682 65FR66443
54 Phenol	108952					0.27 B,C	3.0 B,C,H	65FR66443
55 2,4,6-Trichlorophenol	88062					21,000 B,U	1,700,000 B,U	65FR66443
56 Acenaphthene	83329					1.4 B,C	2.4 B,C,U	65FR66443
						670 B,U	990 B,U	65FR66443

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of: Water + Organism Only		FR Cite/Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Organism (•g/L)	Only (•g/L)	
57 Acenaphthylene	208968							
58 Anthracene	120127					8,300 B	40,000 B	65FR66443
59 Benzidine	92875					0.00086 B,C	0.00020 B,C	65FR66443
60 Benzo(a)Anthracene	56533					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
61 Benzo(a)Pyrene	50328					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
62 Benzo(b)Fluoranthene	205992					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
63 Benzo(ghi)Perylene	191242							
64 Benzo(k)Fluoranthene	207089					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
65 Bis(2-Chloroethoxy)Methane	111911							
66 Bis(2-Chloroethyl)Ether	111444					0.030 B,C	0.53 B,C	65FR66443
67 Bis(2-Chloroisopropyl)Ether	108601					1,400 B	65,000 B	65FR66443
68 Bis(2-Ethylhexyl)Phthalate ^x	117817					1.2 B,C	2.2 B,C	65FR66443
69 4-Bromophenyl Phenyl Ether	101553							
70 Butylbenzyl Phthalate ^w	85687					1,500 B	1,900 B	65FR66443
71 2-Chloronaphthalene	91587					1,000 B	1,600 B	65FR66443
72 4-Chlorophenyl Phenyl Ether	7005723							

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism (•g/L)	Organism Only (•g/L)	
73 Chrysene	218019					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
74 Dibenzo(a,h)Anthracene	53703					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
75 1,2-Dichlorobenzene	95501					420	1,300	68FR75510
76 1,3-Dichlorobenzene	541731					320	960	65FR66443
77 1,4-Dichlorobenzene	106467					63	190	68FR75510
78 3,3'-Dichlorobenzidine	91941					0.021 B,C	0.028 B,C	65FR66443
79 Diethyl Phthalate ^w	84662					17,000 B	44,000 B	65FR66443
80 Dimethyl Phthalate ^w	131113					270,000	1,100,000	65FR66443
81 Di-n-Butyl Phthalate ^w	84742					2,000 B	4,500 B	65FR66443
82 2,4-Dinitrotoluene	121142					0.11 C	3.4 C	65FR66443
83 2,6-Dinitrotoluene	606202							
84 Di-n-Octyl Phthalate	117840							
85 1,2-Diphenylhydrazine	122667					0.036 B,C	0.20 B,C	65FR66443
86 Fluoranthene	206440					130 B	140 B	65FR66443
87 Fluorene	86737					1,100 B	5,300 B	65FR66443
88 Hexachlorobenzene	118741					0.00028 B,C	0.00029 B,C	65FR66443

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism Only (•g/L)	Organism Only (•g/L)	
89 Hexachlorobutadiene	87683					0.44 B,C	18 B,C	65FR66443
90 Hexachlorocyclopentadiene	77474					40 U	1,100 U	68FR75510
91 Hexachloroethane	67721					1.4 B,C	3.3 B,C	65FR66443
92 Ideno(1,2,3-cd)Pyrene	193395					0.0038 B,C	0.018 B,C	65FR66443
93 Isophorone	78591					35 B,C	960 B,C	65FR66443
94 Naphthalene	91203							
95 Nitrobenzene	98953					17 B	690 B,H,U	65FR66443
96 N-Nitrosodimethylamine	62759					0.00069 B,C	3.0 B,C	65FR66443
97 N-Nitrosodi-n-Propylamine	621647					0.0050 B,C	0.51 B,C	65FR66443
98 N-Nitrosodiphenylamine	86306					3.3 B,C	6.0 B,C	65FR66443
99 Phenanthrene	85018							
100 Pyrene	129000					830 B	4,000 B	65FR66443
101 1,2,4-Trichlorobenzene	120821					35	70	68FR75510
102 Aldrin	309002	3.0 G		1.3 G		0.000049 B,C	0.000050 B,C	65FR31682 65FR66443
103 alpha-BHC	319846					0.0026 B,C	0.0049 B,C	65FR66443
104 beta-BHC	319857					0.0091 B,C	0.017 B,C	65FR66443

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/ Source
		CMC	CCC	CMC	CCC	Water + Organism	Organism Only	
		($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)					
105 gamma-BHC (Lindane)	58899	0.95 K		0.16 G		0.98	1.8	65FR31682 68FR75510
106 delta-BHC	319868							
107 Chlordane	57749	2.4 G	0.0043 G.aa	0.09 G	0.004 G.aa	0.00080 B,C	0.00081 B,C	65FR31682 65FR66443
108 4,4'-DDT	50293	1.1 G.ii	0.001 G.aa,ii	0.13 G.ii	0.001 G.aa,ii	0.00022 B,C	0.00022 B,C	65FR31682 65FR66443
109 4,4'-DDE	72559					0.00022 B,C	0.00022 B,C	65FR66443
110 4,4'-DDD	72548					0.00031 B,C	0.00031 B,C	65FR66443
111 Dieldrin	60571	0.24 K	0.056 K.O	0.71 G	0.0019 G.aa	0.000052 B,C	0.000054 B,C	65FR31682 65FR66443
112 alpha-Endosulfan	959988	0.22 G.Y	0.056 G.Y	0.034 G.Y	0.0087 G.Y	62 B	89 B	65FR31682 65FR66443
113 beta-Endosulfan	33213659	0.22 G.Y	0.056 G.Y	0.034 G.Y	0.0087 G.Y	62 B	89 B	65FR31682 65FR66443
114 Endosulfan Sulfate	1031078					62 B	89 B	65FR66443
115 Endrin	72208	0.086 K	0.036 K.O	0.037 G	0.0023 G.aa	0.059	0.060	65FR31682 68FR75510
116 Endrin Aldehyde	7421934					0.29 B	0.30 B.H	65FR66443

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR Cite/ Source
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism	Organism Only	
117 Heptachlor	76448	0.52 G	0.0038 G,aa	0.053 G	0.0036 G,aa	0.000079 B,C	0.000079 B,C	65FR31682 65FR66443
118 Heptachlor Epoxide	1024573	0.52 G,V	0.0038 G,V,aa	0.053 G,V	0.0036 G,V,aa	0.000039 B,C	0.000039 B,C	65FR31682 65FR66443
119 Polychlorinated Biphenyls PCBs:			0.014 N,aa		0.03 N,aa			65FR31682 65FR66443
120 Toxaphene	8001352	0.73	0.002 aa	0.21	0.002 aa	0.000064 B,C,N	0.000064 B,C,N	65FR31682 65FR66443

Footnotes:

- A This recommended water quality criterion was derived from data for arsenic (III), but is applied here to total arsenic, which might imply that arsenic (III) and arsenic (V) are equally toxic to aquatic life and that their toxicities are additive. In the arsenic criteria document (EPA 440/5-84-033, January 1985), Species Mean Acute Values are given for both arsenic (III) and arsenic (V) for five species and the ratios of the SMAVs for each species range from 0.6 to 1.7. Chronic values are available for both arsenic (III) and arsenic (V) for one species; for the fathead minnow, the chronic value for arsenic (V) is 0.29 times the chronic value for arsenic (III). No data are known to be available concerning whether the toxicities of the forms of arsenic to aquatic organisms are additive.
- B This criterion has been revised to reflect The Environmental Protection Agency's q1* or RfD, as contained in the Integrated Risk Information System (IRIS) as of May 17, 2002. The fish tissue bioconcentration factor (BCF) from the 1980 Ambient Water Quality Criteria document was retained in each case.
- C This criterion is based on carcinogenicity of 10⁻⁶ risk. Alternate risk levels may be obtained by moving the decimal point (e.g., for a risk level of 10⁻⁵, move the decimal point in the recommended criterion one place to the right).
- D Freshwater and saltwater criteria for metals are expressed in terms of the dissolved metal in the water column. The recommended water quality criteria value was calculated by using the previous 304(a) aquatic life criteria expressed in terms of total recoverable metal, and multiplying it by a conversion factor (CF). The term "Conversion Factor" (CF) represents the recommended conversion factor for converting a metal criterion expressed as the total recoverable fraction in the water column to a criterion expressed as the dissolved fraction in the water column. (Conversion Factors for saltwater CCCs are not currently available. Conversion factors derived for saltwater CMCs have been used for both saltwater CMCs and CCCs). See "Office of Water Policy and Technical Guidance on Interpretation and Implementation of Aquatic Life Metals Criteria," October 1, 1993, by Martha G. Prothro, Acting Assistant Administrator for

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

- Water, available from the Water Resource center, USEPA, 401 M St., SW, mail code RC4100, Washington, DC 20460; and 40CFR§131.36(b)(1). Conversion Factors applied in the table can be found in Appendix A to the Preamble- Conversion Factors for Dissolved Metals.
- The freshwater criterion for this metal is expressed as a function of hardness (mg/L) in the water column. The value given here corresponds to a hardness of 100 mg/L. Criteria values for other hardness may be calculated from the following: $CMC \text{ (dissolved)} = \exp\{m_A [\ln(\text{hardness})] + b_A\}$ (CF), or $CCC \text{ (dissolved)} = \exp\{m_C [\ln(\text{hardness})] + b_C\}$ (CF) and the parameters specified in Appendix B- Parameters for Calculating Freshwater Dissolved Metals Criteria That Are Hardness-Dependent.
- F Freshwater aquatic life values for pentachlorophenol are expressed as a function of pH, and are calculated as follows: $CMC = \exp(1.005(\text{pH}) - 4.869)$; $CCC = \exp(1.005(\text{pH}) - 5.134)$. Values displayed in table correspond to a pH of 7.8.
- G This Criterion is based on 304(a) aquatic life criterion issued in 1980, and was issued in one of the following documents: Aldrin/Dieldrin (EPA 440/5-80-019), Chlordane (EPA 440/5-80-027), DDT (EPA 440/5-80-038), Endosulfan (EPA 440/5-80-046), Endrin (EPA 440/5-80-047), Heptachlor (EPA 440/5-80-052), Hexachlorocyclohexane (EPA 440/5-80-054), Silver (EPA 440/5-80-071). The Minimum Data Requirements and derivation procedures were different in the 1980 Guidelines than in the 1985 Guidelines. For example, a "CMC" derived using the 1980 Guidelines was derived to be used as an instantaneous maximum. If assessment is to be done using an averaging period, the values given should be divided by 2 to obtain a value that is more comparable to a CMC derived using the 1985 Guidelines.
- H No criterion for protection of human health from consumption of aquatic organisms excluding water was presented in the 1980 criteria document or in the 1986 *Quality Criteria for Water*. Nevertheless, sufficient information was presented in the 1980 document to allow the calculation of a criterion, even though the results of such a calculation were not shown in the document.
- I This criterion for asbestos is the Maximum Contaminant Level (MCL) developed under the Safe Drinking Water Act (SDWA).
- J This fish tissue residue criterion for methylmercury is based on a total fish consumption rate of 0.0175 kg/day.
- K This recommended criterion is based on a 304(a) aquatic life criterion that was issued in the 1995 *Updates: Water Quality Criteria Documents for the Protection of Aquatic Life in Ambient Water*, (EPA-820-B-96-001, September 1996). This value was derived using the GLI Guidelines (60FR15393-15399, March 23, 1995; 40CFR132 Appendix A); the difference between the 1985 Guidelines and the GLI Guidelines are explained on page iv of the 1995 Updates. None of the decisions concerning the derivation of this criterion were affected by any considerations that are specific to the Great Lakes.
- L The $CMC = 1/[(f1/CMC1) + (f2/CMC2)]$ where f1 and f2 are the fractions of total selenium that are treated as selenite and selenate, respectively, and CMC1 and CMC2 are 185.9 • g/l and 12.82 • g/l, respectively.
- M EPA is currently reassessing the criteria for arsenic.
- N This criterion applies to total PCBs, (e.g., the sum of all congener or all isomer or homolog or Aroclor analyses.)
- O The derivation of the CCC for this pollutant (Endrin) did not consider exposure through the diet, which is probably important for aquatic life occupying upper trophic levels.
- P Although a new RfD is available in IRIS, the surface water criteria will not be revised until the National Primary Drinking Water Regulations: Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule (Stage 2 DBPR) is completed, since public comment on the relative source contribution (RSC) for chloroform is anticipated.
- Q This recommended water quality criterion is expressed as • g free cyanide (as CN)/L.
- R This value for selenium was announced (61FR58444-58449, November 14, 1996) as a proposed GLI 303(c) aquatic life criterion. EPA is currently working on this criterion and so this value might change substantially in the near future.
- S This recommended water quality criterion for arsenic refers to the inorganic form only.

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

- T This recommended water quality criterion for selenium is expressed in terms of total recoverable metal in the water column. It is scientifically acceptable to use the conversion factor (0.996- CMC or 0.922- CCC) that was used in the GLI to convert this to a value that is expressed in terms of dissolved metal.
- U The organoleptic effect criterion is more stringent than the value for priority toxic pollutants.
- V This value was derived from data for heptachlor and the criteria document provides insufficient data to estimate the relative toxicities of heptachlor and heptachlor epoxide.
- W Although EPA has not published a completed criteria document for butylbenzyl phthalate it is EPA's understanding that sufficient data exist to allow calculation of aquatic criteria. It is anticipated that industry intends to publish in the peer reviewed literature draft aquatic life criteria generated in accordance with EPA Guidelines. EPA will review such criteria for possible issuance as national WQC.
- X There is a full set of aquatic life toxicity data that show that DEHP is not toxic to aquatic organisms at or below its solubility limit.
- Y This value was derived from data for endosulfan and is most appropriately applied to the sum of alpha-endosulfan and beta-endosulfan.
- Z A more stringent MCL has been issued by EPA. Refer to drinking water regulations (40 CFR 141) or Safe Drinking Water Hotline (1-800-426-4791) for values.
- aa This criterion is based on a 304(a) aquatic life criterion issued in 1980 or 1986, and was issued in one of the following documents: Aldrin/Dieldrin (EPA 440/5-80-019), Chlordane (EPA 440/5-80-027), DDT (EPA 440/5-80-038), Endrin (EPA 440/5-80-047), Heptachlor (EPA 440/5-80-052), Polychlorinated biphenyls (EPA 440/5-80-068), Toxaphene (EPA 440/5-86-006). This CCC is currently based on the Final Residue Value (FRV) procedure. Since the publication of the Great Lakes Aquatic Life Criteria Guidelines in 1995 (60FR15393-15399, March 23, 1995), the Agency no longer uses the Final Residue Value procedure for deriving CCCs for new or revised 304(a) aquatic life criteria. Therefore, the Agency anticipates that future revisions of this CCC will not be based on the FRV procedure.
- bb This water quality criterion is based on a 304(a) aquatic life criterion that was derived using the 1985 Guidelines (*Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and Their Uses*, PB85-227049, January 1985) and was issued in one of the following criteria documents: Arsenic (EPA 440/5-84-033), Cadmium (EPA-822-R-01-001), Chromium (EPA 440/5-84-029), Copper (EPA 440/5-84-031), Cyanide (EPA 440/5-84-028), Lead (EPA 440/5-84-027), Nickel (EPA 440/5-86-004), Pentachlorophenol (EPA 440/5-86-009), Toxaphene, (EPA 440/5-86-006), Zinc (EPA 440/5-87-003).
- cc When the concentration of dissolved organic carbon is elevated, copper is substantially less toxic and use of Water-Effect Ratios might be appropriate.
- dd The selenium criteria document (EPA 440/5-87-006, September 1987) provides that if selenium is as toxic to saltwater fishes in the field as it is to freshwater fishes in the field, the status of the fish community should be monitored whenever the concentration of selenium exceeds 5.0 • g/L in salt water because the saltwater CCC does not take into account uptake via the food chain.
- ee This recommended water quality criterion was derived on page 43 of the mercury criteria document (EPA 440/5-84-026, January 1985). The saltwater CCC of 0.025 ug/L given on page 23 of the criteria document is based on the Final Residue Value procedure in the 1985 Guidelines. Since the publication of the Great Lakes Aquatic Life Criteria Guidelines in 1995 (60FR15393-15399, March 23, 1995), the Agency no longer uses the Final Residue Value procedure for deriving CCCs for new or revised 304(a) aquatic life criteria.
- ff This recommended water quality criterion was derived in *Ambient Water Quality Criteria Saltwater Copper Addendum* (Draft, April 14, 1995) and was promulgated in the Interim final National Toxics Rule (60FR22228-22237, May 4, 1995).
- gg EPA is actively working on this criterion and so this recommended water quality criterion may change substantially in the near future.
- hh This recommended water quality criterion was derived from data for inorganic mercury (II), but is applied here to total mercury. If a substantial portion of the mercury in the water column is methylmercury, this criterion will probably be under protective. In addition, even though inorganic mercury is converted to

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR PRIORITY TOXIC POLLUTANTS

methylmercury and methylmercury bioaccumulates to a great extent, this criterion does not account for uptake via the food chain because sufficient data were not available when the criterion was derived.

- ii This criterion applies to DDT and its metabolites (i.e., the total concentration of DDT and its metabolites should not exceed this value).
- jj This recommended water quality criterion is expressed as total cyanide, even though the IRIS RFD we used to derive the criterion is based on free cyanide. The multiple forms of cyanide that are present in ambient water have significant differences in toxicity due to their differing abilities to liberate the CN-moiety. Some complex cyanides require even more extreme conditions than refluxing with sulfuric acid to liberate the CN-moiety. Thus, these complex cyanides are expected to have little or no 'bioavailability' to humans. If a substantial fraction of the cyanide present in a water body is present in a complexed form (e.g., $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), this criterion may be over conservative.
- kk This recommended water quality criterion was derived using the cancer slope factor of 1.4 (LMS exposure from birth).

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR NON PRIORITY POLLUTANTS

Non Priority Pollutant	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		Cite/Source
	CAS Number	CMC (• g/L)	CCC (• g/L)	CMC (• g/L)	Water + Organism (• g/L)	Organism (• g/L)	
1 Alkalinity		20000 F					Gold Book
2 Aluminum pH 6.5 - 9.0	7429905	750 G,I	87 G,I,L				53FR33178
3 Ammonia	7664417	FRESHWATER CRITERIA ARE pH, Temperature and Life-stage DEPENDENT -- SEE DOCUMENT D					EPA822-R-99-014
		SALTWATER CRITERIA ARE pH AND TEMPERATURE DEPENDENT					EPA440/5-88-004
4 Aesthetic Qualities				NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT			Gold Book
5 Bacteria				FOR PRIMARY RECREATION AND SHELLFISH USES -- SEE DOCUMENT			Gold Book
6 Barium	7440393			1,000 A			Gold Book
7 Boron				NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT			Gold Book
8 Chloride	16887006	860000 G	230000 G				53FR19028
9 Chlorine	7782505	19	11	13	7.5	C	Gold Book
10 Chlorophenoxy Herbicide (2,4,5,-TP)	93721					10 A	Gold Book
11 Chlorophenoxy Herbicide (2,4-D)	94757					100 A,C	Gold Book
12 Chlorpyrifos	2921882	0.083 G	0.041 G	0.011 G	0.0056 G		Gold Book
13 Color				NARRATIVE STATEMENT-- SEE DOCUMENT F			Gold Book

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR NON PRIORITY POLLUTANTS

Non Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		FR
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism (•g/L)	Only (•g/L)	
14 Demeton	8065483		0.1 F		0.1 F			Gold Book
15 Ether, Bis(Chloromethyl)	542881					0.00010 E, H	0.00029 E, H	65FR66443
16 Gases, Total Dissolved	--		NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT F					Gold Book
17 Guthion	86500		0.01 F		0.01 F			Gold Book
18 Hardness	--		NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT					Gold Book
19 Hexachlorocyclo-hexane-Technical	319868					0.0123	0.0414	Gold Book
20 Iron	7439896		1000 F		300 A			Gold Book
21 Malathion	121755		0.1 F		0.1 F			Gold Book
22 Manganese	7439965				50 A, O		100 A	Gold Book
23 Methoxychlor	72435		0.03 F		100 A, C			Gold Book
24 Mirex	238585		0.001 F					Gold Book
25 Nitrates	14797558				10,000 A			Gold Book
26 Nitrosamines	--				0.0008		1.24	Gold Book
27 Dinitrophenols	2550587				69		5300	65FR66443
28 Nonylphenol	1044051		28	6.6	7.0			71FR9337
29 Nitrosodibutylamine, N	924163				0.0063 A, H		0.22 A, H	65FR66443
30 Nitrosodiethylamine, N	55185				0.0008 A, H		1.24 A, H	Gold Book

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR NON PRIORITY POLLUTANTS

Non Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		Cite/Source
		CMC (• g/L)	CCC (• g/L)	CMC (• g/L)	CCC (• g/L)	Water + Organism (• g/L)	Organism Only (• g/L)	
31 Nitrosopyrrolidine,N	930552					0.016 H	34 H	65FR66443
32 Oil and Grease	--			NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT		F		Gold Book
33 Oxygen, Dissolved Freshwater	7782447			WARMWATER AND COLDWATER MATRIX -- SEE DOCUMENT		N		Gold Book
34 Diazinon	333415	0.17	0.17	0.82				EPA-822R-00-012
35 Parathion	56382	0.065 J	0.013 J					71FR9336
36 Pentachlorobenzene	608935					1.4 E	1.5 E	Gold Book
37 pH	--		6.5 - 9 F	6.5 - 8.5 F,K		5 - 9		65FR66443
38 Phosphorus Elemental	7723140			0.1 F,K				Gold Book
39 Nutrients	--			See EPA's Ecoregional criteria for Total Phosphorus, Total Nitrogen, Chlorophyll a and Water Clarity (Secchi depth for lakes; turbidity for streams and rivers) (# & Level III Ecoregional criteria)				P
40 Solids Dissolved and Salinity	--				250,000 A			Gold Book
41 Solids Suspended and Turbidity	--			NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT		F		Gold Book
42 Sulfide-Hydrogen Sulfide	7783064		2.0 F		2.0 F			Gold Book
43 Tainting Substances	--			NARRATIVE STATEMENT -- SEE DOCUMENT				Gold Book
44 Temperature	--			SPECIES DEPENDENT CRITERIA -- SEE DOCUMENT		M		Gold Book

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR NON PRIORITY POLLUTANTS

Non Priority Pollutant	CAS Number	Freshwater		Saltwater		Human Health For Consumption of:		
		CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	CMC (•g/L)	CCC (•g/L)	Water + Organism (•g/L)	FR Only (•g/L)	Cite/Source
45 Tetrachlorobenzene,1,2,4,5-	95943					0.97 E	1.1 E	65FR6644
46 Tributyltin (TBT)	--	0.46 Q	0.072 Q	0.42 Q	0.0074 Q			EPA 822-F 00-008
47 Trichlorophenol,2,4,5-	95954					1,800 B,E	3,600 B,E	65FR6644

Footnotes:

- A This human health criterion is the same as originally published in the Red Book which predates the 1980 methodology and did not utilize the fish ingestion BCF approach. This same criterion value is now published in the Gold Book.
- B The organoleptic effect criterion is more stringent than the value presented in the non priority pollutants table.
- C A more stringent Maximum Contaminant Level (MCL) has been issued by EPA under the Safe Drinking Water Act. Refer to drinking water regulations 40CFR141 or Safe Drinking Water Hotline (1-800-426-4791) for values.
- D According to the procedures described in the *Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and Their Uses*, except possibly where a very sensitive species is important at a site, freshwater aquatic life should be protected if both conditions specified in Appendix C to the Preamble- Calculation of Freshwater Ammonia Criterion are satisfied.
- E This criterion has been revised to reflect EPA's q1* or RfD, as contained in the Integrated Risk Information System (IRIS) as of May 17, 2002. The fish tissue bioconcentration factor (BCF) used to derive the original criterion was retained in each case.
- F The derivation of this value is presented in the Red Book (EPA 440/9-76-023, July, 1976).
- G This value is based on a 304(a) aquatic life criterion that was derived using the 1985 *Guidelines for Deriving Numerical National Water Quality Criteria for the Protection of Aquatic Organisms and Their Uses*, PB85-227049, January 1985) and was issued in one of the following criteria documents: Aluminum (EPA 440/5-86-008); Chloride (EPA 440/5-88-001); Chloropyrifos (EPA 440/5-86-005).
- H This criterion is based on carcinogenicity of 10⁻⁶ risk. Alternate risk levels may be obtained by moving the decimal point (e.g., for a risk level of 10⁻⁵, move the decimal point in the recommended criterion one place to the right).
- I This value for aluminum is expressed in terms of total recoverable metal in the water column.
- J This value is based on a 304(a) aquatic life criterion that was issued in the *1995 Updates: Water Quality Criteria Documents for the Protection of Aquatic Life in Ambient Water* (EPA-820-B-96-001). This value was derived using the GLI Guidelines (60FR15393-15399, March 23, 1995; 40CFR132 Appendix A); the differences between the 1985 Guidelines and the GLI Guidelines are explained on page iv of the 1995 Updates. No decision concerning this criterion was affected by any considerations that are specific to the Great Lakes.
- K According to page 181 of the Red Book:

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR NON PRIORITY POLLUTANTS

For open ocean waters where the depth is substantially greater than the euphotic zone, the pH should not be changed more than 0.2 units from the naturally occurring variation or any case outside the range of 6.5 to 8.5. For shallow, highly productive coastal and estuarine areas where naturally occurring pH variations approach the lethal limits of some species, changes in pH should be avoided but in any case should not exceed the limits established for fresh water, i.e., 6.5-9.0.

- L There are three major reasons why the use of Water-Effect Ratios might be appropriate. (1) The value of $87 \cdot \text{g/l}$ is based on a toxicity test with the striped bass in water with $\text{pH} = 6.5-6.6$ and hardness $< 10 \text{ mg/L}$. Data in "Aluminum Water-Effect Ratio for the 3M Plant Effluent Discharge, Middleway, West Virginia" (May 1994) indicate that aluminum is substantially less toxic at higher pH and hardness, but the effects of pH and hardness are not well quantified at this time. (2) In tests with the brook trout at low pH and hardness, effects increased with increasing concentrations of total aluminum even though the concentration of dissolved aluminum was constant, indicating that total recoverable is a more appropriate measurement than dissolved, at least when particulate aluminum is primarily aluminum hydroxide particles. In surface waters, however, the total recoverable procedure might measure aluminum associated with clay particles, which might be less toxic than aluminum associated with aluminum hydroxide. (3) EPA is aware of field data indicating that many high quality waters in the U.S. contain more than $87 \cdot \text{g}$ aluminum/L, when either total recoverable or dissolved is measured.
- M U.S. EPA. 1973. Water Quality Criteria 1972. EPA-R3-73-033. National Technical Information Service, Springfield, VA.; U.S. EPA. 1977. Temperature Criteria for Freshwater Fish: Protocol and Procedures. EPA-600/3-77-061. National Technical Information Service, Springfield, VA.
- N U.S. EPA. 1986. Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen. EPA 440/5-86-003. National Technical Information Service, Springfield, VA.
- O This criterion for manganese is not based on toxic effects, but rather is intended to minimize objectionable qualities such as laundry stains and objectionable tastes in beverages.
- P Lakes and Reservoirs in Nutrient Ecoregion: II EPA 822-B-00-007, III EPA 822-B-01-008, IV EPA 822-B-01-009, V EPA 822-B-01-010, VI EPA 822-B-00-008, VII EPA 822-B-00-009, VIII EPA 822-B-01-015, IX EPA 822-B-00-011, XI EPA 822-B-00-012, XII EPA 822-B-00-013, XIII EPA 822-B-00-014, XIV EPA 822-B-01-011; Rivers and Streams in Nutrient Ecoregion: I EPA 822-B-01-012, II EPA 822-B-00-015, III EPA 822-B-00-016, IV EPA 822-B-01-013, V EPA 822-B-01-014, VI EPA 822-B-00-017, VII EPA 822-B-00-018, VIII EPA 822-B-01-015, IX EPA 822-B-00-019, X EPA 822-B-01-016, XI EPA 822-B-00-020, XII EPA 822-B-00-021, XIV EPA 822-B-00-022; and Wetlands in Nutrient Ecoregion XIII EPA 822-B-00-023.
- Q EPA announced the availability of a draft updated tributary/in (TBT) document on August 7, 1997 (62FR42554). The Agency has reevaluated this document and anticipates releasing an updated document for public comment in the near future.

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR ORGANOLEPTIC EFFECTS

Pollutant	CAS Number	Organoleptic Effect Criteria		FR Cite/Source
		($\mu\text{g/L}$)	(g/L)	
1 Acenaphthene	83329	20		Gold Book
2 Monochlorobenzene	108907	20		Gold Book
3 3-Chlorophenol		0.1		Gold Book
4 4-Chlorophenol	106489	0.1		Gold Book
5 2,3-Dichlorophenol		0.04		Gold Book
6 2,5-Dichlorophenol	--	0.5		Gold Book
7 2,6-Dichlorophenol		0.2		Gold Book
8 3,4-Dichlorophenol	--	0.3		Gold Book
9 2,4,5-Trichlorophenol	95954	1		Gold Book
10 2,4,6-Trichlorophenol	88062	2		Gold Book
11 2,3,4,6-Tetrachlorophenol		1		Gold Book
12 2-Methyl-4-Chlorophenol	--	1800		Gold Book
13 3-Methyl-4-Chlorophenol	59507	3000		Gold Book
14 3-Methyl-6-Chlorophenol	--	20		Gold Book
15 2-Chlorophenol	95578	0.1		Gold Book
16 Copper	7440508	1000		Gold Book
17 2,4-Dichlorophenol	120832	0.3		Gold Book
18 2,4-Dimethylphenol	105679	400		Gold Book

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA FOR ORGANOLEPTIC EFFECTS

Pollutant	CAS Number	Organoleptic Effect Criteria (•g/L)	FR Cite/Source
19 Hexachlorocyclopentadiene	77474	1	Gold Book
20 Nitrobenzene	98953	30	Gold Book
21 Pentachlorophenol	87865	30	Gold Book
22 Phenol	108952	300	Gold Book
23 Zinc	7440666	5000	45 FR79341

General notes:

1. These criteria are based on organoleptic (taste and odor) effects. Because of variations in chemical nomenclature systems, this listing of pollutants does not duplicate the listing in Appendix A of 40 CFR Part 423. Also listed are the Chemical Abstracts Service (CAS) registry numbers, which provide a unique identification for each chemical.

NATIONAL RECOMMENDED WATER QUALITY CRITERIA

Additional Notes:

1. Criteria Maximum Concentration and Criterion Continuous Concentration

The Criteria Maximum Concentration (CMC) is an estimate of the highest concentration of a material in surface water to which an aquatic community can be exposed briefly without resulting in an unacceptable effect. The Criterion Continuous Concentration (CCC) is an estimate of the highest concentration of a material in surface water to which an aquatic community can be exposed indefinitely without resulting in an unacceptable effect. The CMC and CCC are just two of the six parts of an aquatic life criterion; the other four parts are the acute averaging period, chronic averaging period, acute frequency of allowed exceedence, and chronic frequency of allowed exceedence. Because 304(a) aquatic life criteria are national guidance, they are intended to be protective of the vast majority of the aquatic communities in the United States.

2. Criteria Recommendations for Priority Pollutants, Non Priority Pollutants and Organoleptic Effects

This compilation lists all priority toxic pollutants and some non priority toxic pollutants, and both human health effect and organoleptic effect criteria issued pursuant to CWA §304(a). Blank spaces indicate that EPA has no CWA §304(a) criteria recommendations. For a number of non-priority toxic pollutants not listed, CWA §304(a) "water + organism" human health criteria are not available, but EPA has published MCLs under the SDWA that may be used in establishing water quality standards to protect water supply designated uses. Because of variations in chemical nomenclature systems, this listing of toxic pollutants does not duplicate the listing in Appendix A of 40 CFR Part 423. Also listed are the Chemical Abstracts Service CAS registry numbers, which provide a unique identification for each chemical.

3. Human Health Risk

The human health criteria for the priority and non priority pollutants are based on carcinogenicity of 10^{-6} risk. Alternate risk levels may be obtained by moving the decimal point (e.g., for a risk level of 10^{-5} , move the decimal point in the recommended criterion one place to the right).

4. Water Quality Criteria published pursuant to Section 304(a) or Section 303(c) of the CWA

Many of the values in the compilation were published in the California Toxics Rule. Although such values were published pursuant to Section 303(c) of the CWA, they represent the Agency's most recent calculation of water quality criteria and are thus the Agency's 304(a) criteria.

5. Calculation of Dissolved Metals Criteria

The 304(a) criteria for metals, shown as dissolved metals, are calculated in one of two ways. For freshwater metals criteria that are hardness-dependent, the dissolved metal criteria were calculated using a hardness of 100 mg/l as CaCO₃ for illustrative purposes only. Saltwater and freshwater metals' criteria that are not hardness-dependent are calculated by multiplying the total recoverable criteria before rounding by the appropriate conversion factors. The final dissolved metals' criteria in the table are rounded to two significant figures. Information regarding the calculation of hardness dependent conversion factors are included in the footnotes.

6. Maximum Contaminant Levels

The compilation includes footnotes for pollutants with Maximum Contaminant Levels (MCLs) more stringent than the recommended water quality criteria in the compilation. MCLs for these pollutants are not included in the compilation, but can be found in the appropriate drinking water regulations (40 CFR 141.11-16 and 141.60-63), or can be accessed through the Safe Drinking Water Hotline (800-426-4791) or the Internet

(<http://www.epa.gov/waterscience/drinking/standards/dwstandards.pdf>).

7. Organoleptic Effects

The compilation contains 304(a) criteria for pollutants with toxicity-based criteria as well as non-toxicity based criteria. The basis for the non-toxicity based criteria are organoleptic effects (e.g., taste and odor) which would make water and edible aquatic life unpalatable but not toxic to humans. The table includes criteria for organoleptic effects for 23 pollutants. Pollutants with organoleptic effect criteria more stringent than the criteria based on toxicity (e.g., included in both the priority and non-priority pollutant tables) are footnoted as such.

8. Gold Book

The "Gold Book" is Quality Criteria for Water: 1986. EPA 440/5-86-001.

9. Correction of Chemical Abstract Services Number

The Chemical Abstract Services number (CAS) for Bis(2-Chlorisopropyl) Ether, has been revised in IRIS and in the table. The correct CAS number for this chemical is 108-60-1. The previous CAS number for this pollutant was 39638-32-9.

10. Contaminants with Blanks

EPA has not calculated criteria for contaminants with blanks. However, permit authorities should address these contaminants in NPDES permit actions using the States' existing narrative criteria for toxics.

11. Specific Chemical Calculations

A. Selenium Aquatic Life

This compilation contains aquatic life criteria for selenium that are the same as those published in the proposed CTR. In the CTR, EPA proposed an acute criterion for selenium based on the criterion proposed for selenium in the Water Quality Guidance for the Great Lakes System (61 FR 58444). The GLJ and CTR proposals take into account data showing that selenium's two prevalent oxidation states in water, selenite and selenate, present differing potentials for aquatic toxicity, as well as new data indicating that various forms of selenium are additive. The new approach produces a different selenium acute criterion concentration, or CMC, depending upon the relative proportions of selenite, selenate, and other forms of selenium that are present.

EPA is currently undertaking a reassessment of selenium, and expects the 304(a) criteria for selenium will be revised based on the final reassessment (63FR26186). However, until such time as revised water quality criteria for selenium are published by the Agency, the recommended water quality criteria in this compilation are EPA's current 304(a) criteria.

Appendices

Appendix A - Conversion Factors for Dissolved Metals

Metal	Conversion Factor freshwater CMC	Conversion Factor freshwater CCC	Conversion Factor saltwater CMC	Conversion Factor saltwater CCC
Arsenic	1.000	1.000	1.000	1.000
Cadmium	$1.136672 \cdot [\ln(\text{hardness}) + 0.041838]$	$1.101672 \cdot [\ln(\text{hardness}) + 0.041838]$	0.994	0.994
Chromium III	0.316	0.860	--	--
Chromium VI	0.982	0.962	0.993	0.993
Copper	0.960	0.960	0.83	0.83
Lead	$1.46203 \cdot [\ln(\text{hardness}) + 0.145712]$	$1.46203 \cdot [\ln(\text{hardness}) + 0.145712]$	0.951	0.951
Mercury	0.85	0.85	0.85	0.85
Nickel	0.998	0.997	0.990	0.990
Selenium	--	--	0.998	0.998
Silver	0.85	--	0.85	--
Zinc	0.978	0.986	0.946	0.946

Appendix B - Parameters for Calculating Freshwater Dissolved Metals Criteria That Are Hardness-Dependent

Chemical	m _A	b _A	m _C	b _C	Freshwater Conversion Factors (CF)	
					CMC	CCC
Cadmium	1.0166	-3.924	0.7409	-4.719	$1.136672 - [\ln(\text{hardness})(0.041838)]$	$1.101672 - [\ln(\text{hardness})(0.041838)]$
Chromium III	0.8190	3.7256	0.8190	0.6848	0.316	0.860
Copper	0.9422	-1.700	0.8545	-1.702	0.960	0.960
Lead	1.273	-1.460	1.273	-4.705	$1.46203 - [\ln(\text{hardness})(0.145712)]$	$1.46203 - [\ln(\text{hardness})(0.145712)]$
Nickel	0.8460	2.255	0.8460	0.0584	0.998	0.997
Silver	1.72	-6.59	--	--	0.85	--
Zinc	0.8473	0.884	0.8473	0.884	0.978	0.986

Hardness-dependant metals' criteria may be calculated from the following:

$$\text{CMC (dissolved)} = \exp\{m_A [\ln(\text{hardness})] + b_A\} \text{ (CF)}$$

$$\text{CCC (dissolved)} = \exp\{m_C [\ln(\text{hardness})] + b_C\} \text{ (CF)}$$

Appendix C - Calculation of Freshwater Ammonia Criterion

1. The one-hour average concentration of total ammonia nitrogen (in mg N/L) does not exceed, more than once every three years on the average the CMC (acute criterion) calculated using the following equations.

Where salmonid fish are present:

$$\text{CMC} = \frac{0.275}{\dots} + \frac{39.0}{\dots}$$

Allegato 6A

Studio della Diffusione Termica e Salina

REV	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	APPROVATO
0	EMISSIONE	31/08/05	F. Mantello	A. Citterio
1	EMISSIONE	27/09/05	F. Mantello	A. Citterio

C.T.E. DI SIMERI CRICHI

OPERE DEL CIRCUITO ACQUA DI MARE

STUDIO DELLA DIFFUSIONE TERMICA E SALINA

INDICE

1	INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	4
2	PARAMETRI CHIMICO FISICI DEL CORPO RECETTORE	5
2.1	Fonti di dati	5
2.2	Andamento di parametri di salinità e temperatura.....	6
2.3	Scenari per temperatura e salinità ambientale.....	6
2.4	Dati correntometrici.....	8
3	CARATTERIZZAZIONE DELLO SCARICO	10
3.1	Caratteristiche delle opere di captazione e scarico.....	10
3.2	Caratteristiche dell'acqua di scarico.....	10
3.3	Condizioni di funzionamento dello scarico	14
4	MODELLAZIONE DELLA DIFFUSIONE TERMICA E SALINA	15
4.1	Modello utilizzato	15
4.2	Condizioni riprodotte nel modello.....	15
4.3	Risultati delle simulazioni.....	17
5	CONCLUSIONI.....	24

FIGURE

- Fig. 2.1 Dati di temperature e salinità del litorale
- Fig. 3.1 Schema del diffusore di scarico multiport
- Fig. 3.2 Situazione estiva con dissalatore a pieno regime – Schema di flusso del circuito acqua di mare
- Fig. 3.3 Situazione invernale con dissalatore a regime ridotto – Schema di flusso del circuito acqua di mare
- Fig. 4.1 Effetto della velocità della corrente sul flusso. Planimetria caso E1-1 e caso E1-3
- Fig. 4.2 Effetto della velocità della corrente sul flusso. Sezione longitudinale caso E1-1 e caso E1
- Fig. 4.3 Andamento della temperatura e della salinità lungo il pennello. Caso E1 con $V = 0.05$

TABELLE

- Tab. 2.1 Rilievi correntometrici 2003 (Rif. 1)
- Tab. 2.2 Parametri caratteristici delle correnti rilevate nel 2003
- Tab. 3.1 Condizioni di funzionamento dello scarico
- Tab. 4.1 Casi di calcolo modello CORMIX

ALLEGATI

- All. 1 Documentazione sintetica sul modello CORMIX
- All. 2 Caso E1-1 $V=0.05$ m/s
- All. 3 Caso E1-2 $V=0.15$ m/s
- All. 4 Caso E1-3 $V=0.25$ m/s
- All. 5 Caso E1-4 $V=0.5$ m/s
- All. 6 Caso E1-5
- All. 7 Caso E1-6
- All. 8 Caso E2-1
- All. 9 Caso I3-1

1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

Con la firma dell'atto di concessione delle aree interessate dalle opere a mare della Centrale di Simeri Crichi, la Edison S.p.A. ha assunto l'impegno ad adempiere ad alcune prescrizioni, elencate negli allegati all'atto N. 68/2005 del Ministero Marina Mercantile, Capitaneria di Porto di Crotona.

In particolare l'atto indica le seguenti prescrizioni relative allo scarico:

- *che, con riferimento alla Tab. 3, All. 5, del D. Lgs N. 152 del 1999 e con particolare attenzione al parametro temperatura, siano effettuati una più puntuale caratterizzazione dei reflui scaricati a mare ed uno studio oceanografico dell'area dello scarico ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione provinciale allo scarico prima della messa in esercizio della centrale (D. Lgs. N. 152 del 1999);*
- *per le opere di scarico a mare è necessario che le acque vengano restituite con temperatura non superiore a 3.5 °C rispetto alla temperatura dell'acqua di mare (Parere ARPA – CAL), distanza 1 km e comunque alla battigia non deve superare 3.5 °C;*
- *la salamoia che viene riversata a mare non deve incidere sulla flora e sulla fauna marina.*

Per rispondere alle richieste di approfondimento sopra elencate ed in particolare verificare la rispondenza dello scarico ai requisiti di legge, Edison ha commissionato ad Idrotec il presente studio.

Le attività eseguite comprendono:

- la caratterizzazione dei parametri fisici dell'acqua di mare nell'area della presa e dello scarico durante l'anno. Sono stati utilizzati i risultati dello studio oceanografico già eseguito per il progetto, nonché delle indagini locali eseguite per conto di Edison e di indagini di monitoraggio a scala regionale (Capitolo 2);
- la caratterizzazione dello scarico nelle diverse possibili condizioni di funzionamento in termini di portata, temperatura e salinità (Capitolo 3);
- lo studio con il modello matematico CORMIX della diffusione termica e salina per diversi scenari di condizioni allo scarico e di condizioni ambientali.

2 PARAMETRI CHIMICO FISICI DEL CORPO RECETTORE

2.1 Fonti di dati

Le informazioni disponibili sulla temperatura, la salinità dell'acqua di mare e le correnti nell'area delle opere derivano dalle seguenti fonti:

- Campagna di rilievi eseguita da Edison nel periodo estivo, luglio/agosto 2003 (Rif. 1)
- Campagna di rilievi eseguita da Edison nel mese di ottobre 2004, giorni 18-22 (Rif. 2)
- Risultati della campagna di rilievi eseguiti nell'ambito del programma di monitoraggio del Ministero dell'Ambiente per la Regione Calabria a partire dal 1998 (Rif. 3).

Nel corso dei rilievi di cui al punto a) sono state investigate 6 verticali, con stazione nei seguenti punti

Punto	Coordinate E	Gauss-Boaga N	Profondità (m)
V ₄	2664972	4300480	- 4.30
V ₁	2665787	4301059	- 7.0
V ₂	2665961	4300814	- 8.10
V ₅	2665145	4300235	- 9.10
V ₃	2666135	4300596	- 15.0
V ₆	2665319	4299991	- 15.0

Lungo la verticale sono stati rilevati profili della salinità e della velocità e direzione della corrente.

Nell'ambito dei rilievi di cui al punto b) sono stati rilevati i parametri di temperatura e salinità a diverse profondità lungo cinque verticali, con stazione nei punti indicati nella tabella seguente:

Stazione	Coordinate E	Gauss-Boaga N	Profondità campione
CA1	2665763	4300368	1,5,10,12.40
CA2	2665806	4300282	1,5,10,14.80
CA3	2665723	4300228	1,5,10,14.50
CA4	2665673	4300313	1,5,10,12.2
CA5	2666518	4300867	1,5,10,14

I campioni sono stati prelevati in corrispondenza di fondali naturali di 13-15 m, a distanza dalla costa dell'ordine di 1.000 m.

Le condizioni meteo nel periodo di prelievo sono state di tempo buono, con temperatura dell'aria nel campo 17-25 °C, mare calmo e fiamara in secca.

I rilievi di monitoraggio di cui al punto c) sono iniziati a fine 98. Di fronte alla fiamara Alli esiste un transetto di controllo. I rilievi sono stati eseguiti a 500 e 1.000 m dalla costa.

Sono disponibili grafici con gli andamenti medi mensili dei parametri per l'area Ionio, avente caratteristiche abbastanza uniformi.

2.2 Andamento di parametri di salinità e temperatura

I dati con maggiore copertura nell'arco dell'anno sono quelli provenienti dai monitoraggi regionali.

La Fig. 2.1 mostra una sintesi dei dati mensili caratteristici per il litorale ionico.

L'esame delle figure consente di individuare i seguenti aspetti caratteristici:

- le temperature medie mensili sono praticamente identiche a 500 ed a 1.000 m dalla costa;
- nel periodo dicembre-aprile si hanno i valori minimi di temperatura, variabili nel campo 14-16 °C;
- le temperature più elevate si hanno nel periodo giugno-settembre, con valori di 24-26 °C;
- la salinità a 1.000 m dalla battigia ha valore abbastanza costante nell'anno, in relazione soprattutto all'apporto delle fiamare;
- nei mesi giugno-settembre i valori superano i 38 gr./litro, mentre nel periodo ottobre-aprile la salinità scende al di sotto dei 37 gr./litro e raggiunge i 35 gr./litro.

Ulteriori elementi sulla salinità possono essere ottenuti utilizzando i risultati delle indagini locali descritte ai punti a) e b) del paragrafo precedente.

I rilievi a) sono relativi al periodo estivo; i rilievi b) sono stati eseguiti in ottobre, con la fiamara in secca e tempo buono e sono quindi anch'essi significativi del periodo estivo. In tutti i punti la salinità è circa costante con la profondità ed ha valori nel campo 38.5 – 39.2 gr./litro, un po' superiori ai massimi rilevati con i monitoraggi regionali.

2.3 Scenari per temperatura e salinità ambientale

In conclusione si possono individuare i seguenti scenari di situazione ambientale:

- Periodo estivo (giugno-ottobre)

Temperatura acqua	26 °C	in tutta la fascia costiera
Salinità	39.0 gr./litro	in tutta la fascia costiera
Densità acqua	1026 kg/m ³	in tutta la fascia costiera

- Periodo invernale (dicembre-aprile)

Temperatura acqua	15 °C	in tutta la fascia costiera
Salinità zona presa	38.0 gr./litro	
Salinità zona scarico	36.0 gr./litro	
Densità acqua	1026/1028 kg/m ³	

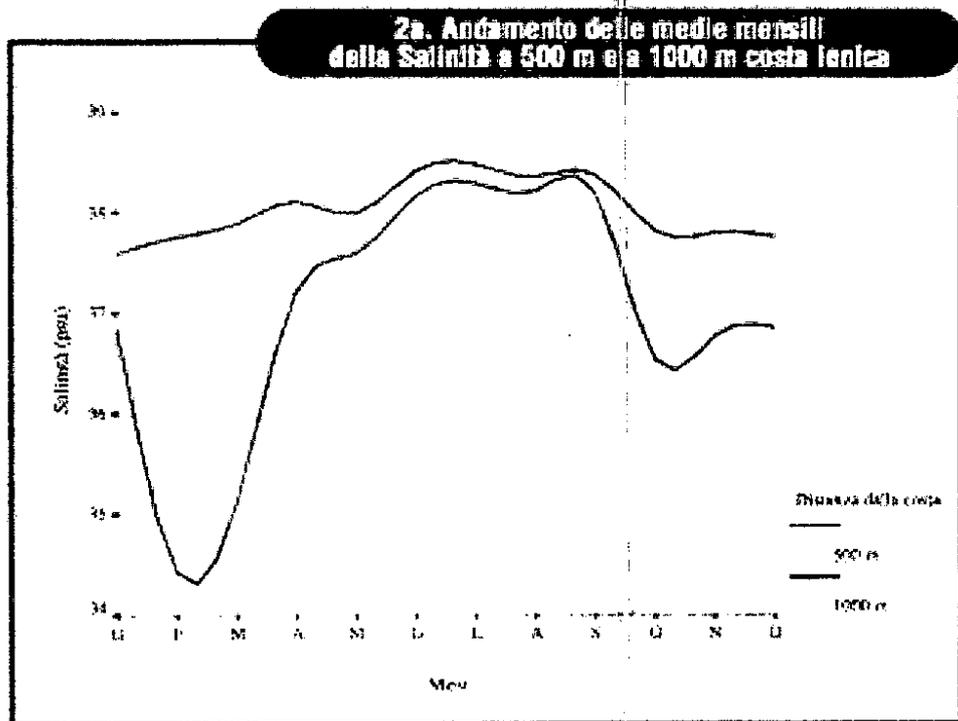
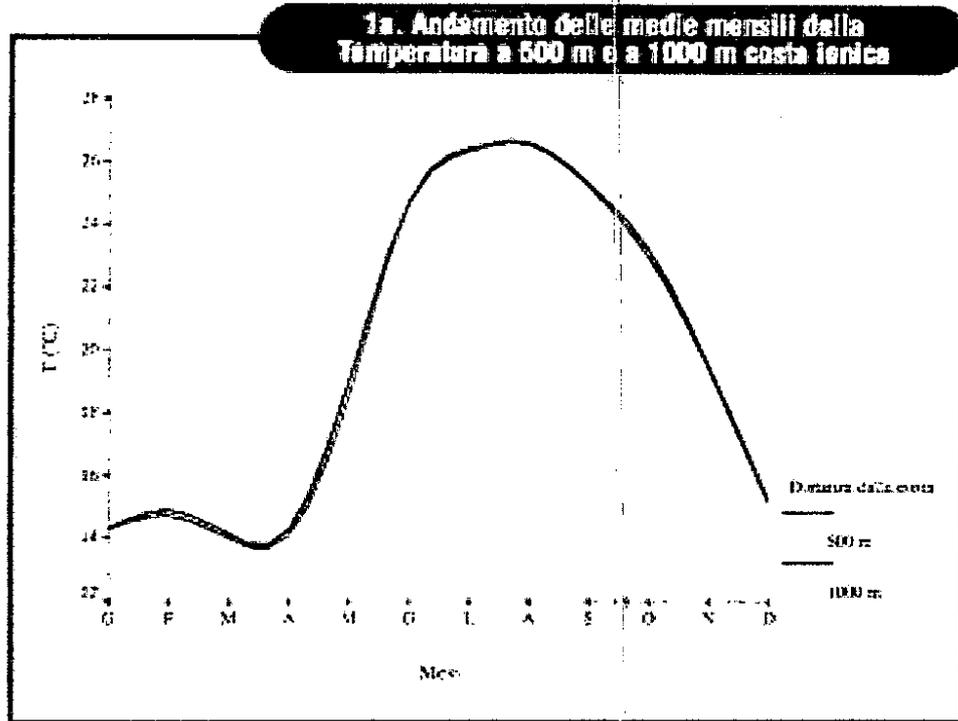


Fig. 2.1 Dati di temperatura e salinità del litorale Ionico (estratto dal Rif. 3)

2.4 Dati correntometrici

Per caratterizzare le correnti marine nell'area in esame è necessario distinguere due tipi di situazioni:

- condizioni con presenza di moto ondoso;
- correnti dovute a marea, vento o gradienti di densità, non associate a moto ondoso.

Le condizioni di mareggiata generano correnti sia in senso longitudinale alla costa che in senso trasversale, estese ad una fascia di ampiezza variabile in relazione alle caratteristiche del moto ondoso.

Nel corso delle mareggiate di maggiore intensità la fascia del fondale soggetta alle correnti litoranee raggiunge i 10 m di profondità.

La zona dello scarico si trova a circa 400 m dalla riva, in corrispondenza di fondali naturali di circa 8 m.

Perché nell'interno di quest'area si abbiano correnti litoranee di una certa entità è necessario che l'altezza d'onda significativa superi i 2.50 m.

Dallo studio meteomarino eseguito per il progetto base delle opere (v. Tab. 4.1 del rapporto) si può valutare che questa condizione si verifichi per circa 5 giorni anno.

Questa incidenza è breve e non ha quindi rilevanza ai fini dello studio della diffusione termica e salina.

Inoltre la presenza di moto ondoso, con elevate velocità orbitali, è favorevole dal punto di vista del mescolamento delle acque di scarico con quelle del corpo recettore e dello scambio termico tra acqua ed aria.

Più critiche possono essere, ai fini delle verifiche ambientali e di ricircolo, le condizioni con mare calmo.

Le informazioni disponibili sulle correnti in tali condizioni derivano dalle indagini eseguite da Edison nel 2003 (Rif. 1); si tratta di informazioni significative per la località, anche se di limitata validità statistica sull'anno.

I risultati della campagna 2003 sono sintetizzati nella tabella 2.1. L'elemento che emerge dai dati è la notevole variabilità della direzione delle correnti sia da punto a punto che lungo la stessa verticale con la profondità.

La variabilità lungo la verticale sembra associata in particolare alla presenza di correnti con velocità molto bassa.

Per ridurre l'incidenza di questo fattore si sono estratti dai dati dei valori significativi (Tab. 2.2).

Per ogni verticale si è considerato un campo di profondità significativo per i fenomeni in esame e si sono riportati valori rappresentativi di velocità e direzione.

Come si può notare la velocità della corrente rilevata nel periodo delle indagini estive 2003 era dell'ordine di 0.15 m/s; la direzione è sub parallela alla costa con orientamento preferenziale verso 240-300°N.

Considerando comunque la variabilità delle condizioni di corrente si è deciso di considerare nella modellazione condizioni parametriche di corrente.

Tab. 2.1 Rilievi correntometrici 2003 (Rif. 1)

Verticale	Profondità fondale (m)	Velocità misurata m/s		Direzione °N
		superficie	fondo	
V4	4.3	0.16	0.1	240-270
V1	7.0	0.1	0.05	330
V2	8.1	0.24	0.14	60 e 270
V5	9.1	0.15	0.15	150 e 280
V3	15.0	0.30	0.10	60 e 270
V6	15.0	0.30	0.10	90

Tab. 2.2 Parametri caratteristici delle correnti rilevate nel 2003

Verticale	Profondità fondale (m)	Quota esaminata (m)	V m/s	Direzione °N
V4	4.30	-1 / -3	0.15	260
V1	7.0	-3 / -6	0.1	330
V2	8.10	-3 / -7	0.15	300
V5	9.1	-5 / -8	0.15	240
V3	15	-8 / -13	0.15	variabile
V6	15	-8 / -13	0.10	variabile

3 CARATTERIZZAZIONE DELLO SCARICO

3.1 Caratteristiche delle opere di captazione e scarico

L'opera di presa è costituita da una pipa, ubicata a circa 700 m dalla costa, in corrispondenza della batimetria naturale -14.50.

La bocca di presa, di forma anulare, è ubicata alla profondità di -11 m.

Il diffusore di scarico è un multiport della lunghezza di 16 m, costituito da un tubo $\varnothing 30''$ con 14 ugelli del diametro di 20 cm disposti a distanza 1,2 m lungo entrambi i lati (schema Fig. 3.1).

Gli ugelli sono orientati verso la superficie con inclinazione di 45° rispetto all'orizzontale. Lo scarico è ubicato a circa 400 m dalla costa, ad una profondità di circa 8 m.

La zona del multiport, su una larghezza di ~ 15 m, è protetta da una mantellata di massi naturali incassata nel fondale.

3.2 Caratteristiche dell'acqua di scarico

Le caratteristiche dell'acqua di scarico e cioè la portata, temperatura e salinità sono variabili con il regime di funzionamento dell'impianto.

Sono identificabili due condizioni di funzionamento principali, illustrate schematicamente nelle Figg. 3.2 e 3.3.

Nella situazione estiva, con dissalatore in funzione a pieno regime, la portata di scarico è pari a $Q = 3430 \text{ m}^3/\text{h}$, di cui $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ provenienti dalla torre di raffreddamento e $1930 \text{ m}^3/\text{h}$ dal dissalatore.

La temperatura allo scarico è $T = 32,5^\circ\text{C}$, con un incremento di $6,5^\circ$ rispetto alla temperatura del mare, ed è determinata soprattutto dal funzionamento del dissalatore.

La salinità è pari a $52,5 \text{ gr/l}$ contro i 39 gr/l dell'ambiente; l'incremento è soprattutto dovuto alla torre.

Nella condizione invernale con dissalatore a portata ridotta (Fig. 3.3) la portata di scarico è sensibilmente inferiore a quella estiva ed è pari a $Q = 1185 \text{ m}^3/\text{h}$; questa portata proviene pressoché per intero dalla torre. La temperatura di scarico è di 21° (con un incremento di 6° rispetto all'acqua di mare prelevata); la salinità è $S = 54,5 \text{ gr/l}$ con un incremento del 50% circa rispetto all'acqua nell'area di mare in prossimità dello scarico.

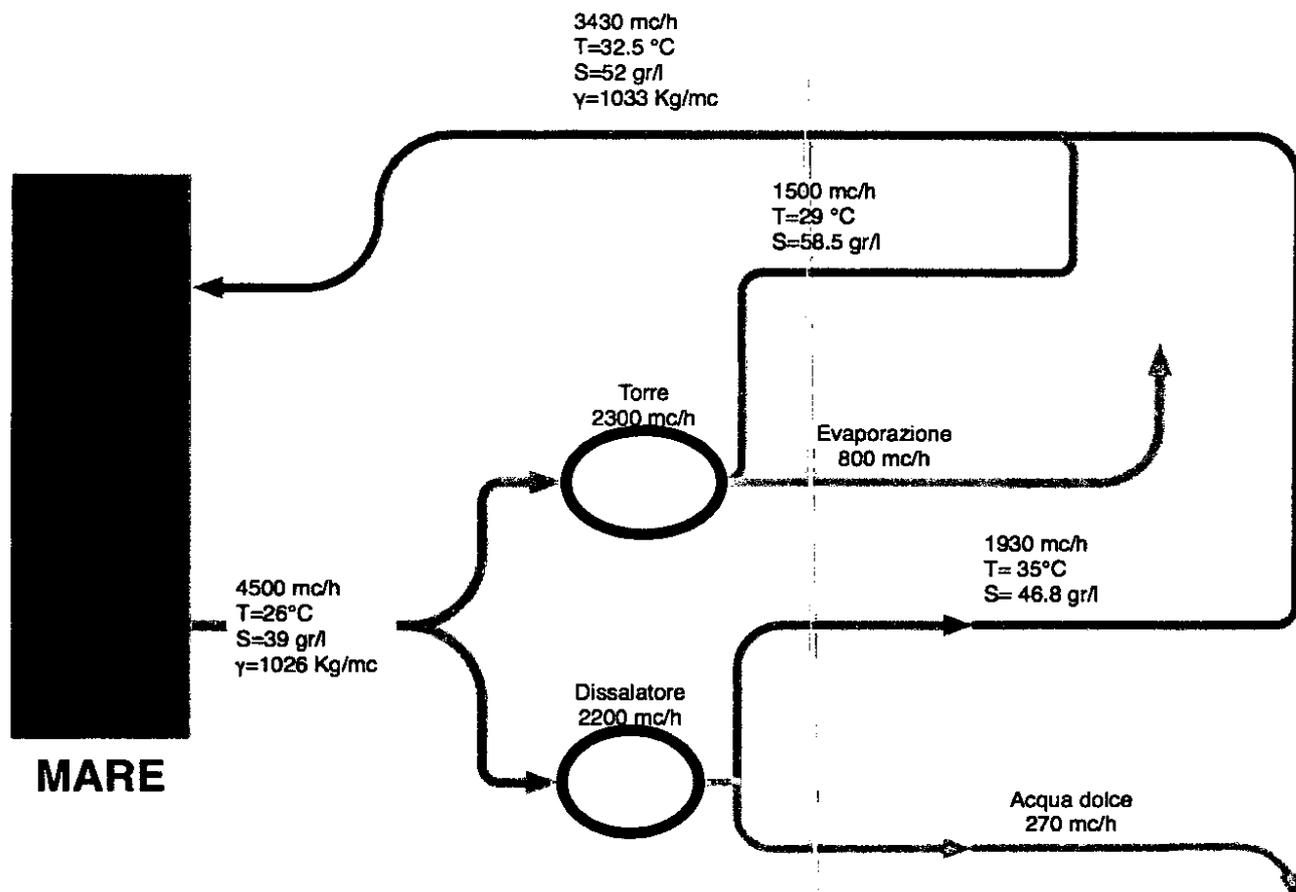


Fig. 3.2 Situazione estiva con dissalatore a pieno regime
 Schema di flusso del circuito acqua di mare

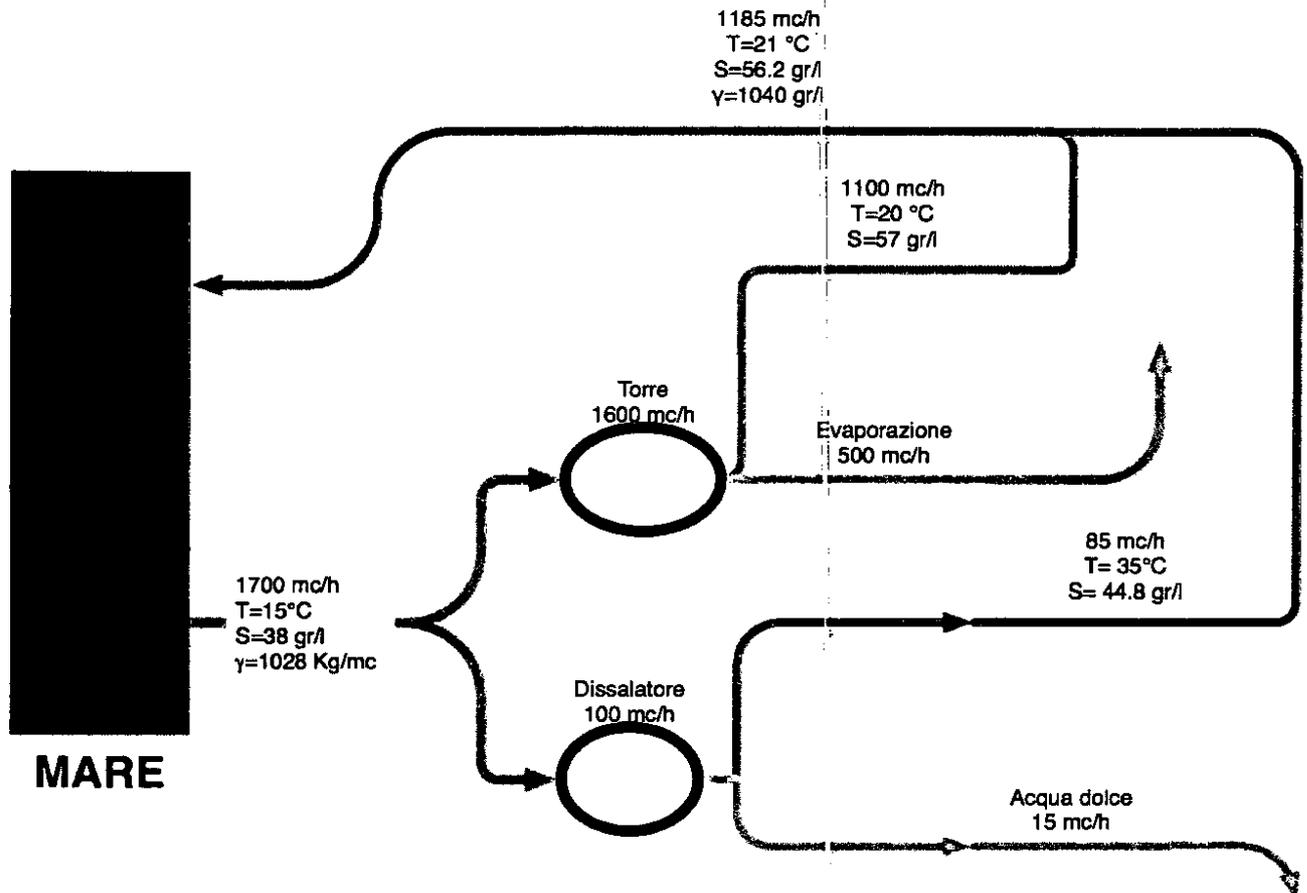


Fig. 3.3 Situazione invernale con dissalatore a regime ridotto
 Schema di flusso del circuito acqua di mare

3.3 Condizioni di funzionamento dello scarico

Nella tabella 3.1 si riassumono i parametri del corpo recettore e dello scarico in diversi scenari di funzionamento significativi per lo studio

Tab. 3.1 Scenari di funzionamento dello scarico

Scenario	Descrizione	Condizioni ambientali zona scarico				Parametri scarico			Incrementi	
		T (°C)	S (gr/l)	γ (kg/m ³)	Q (m ³ /h)	T (°C)	S (gr/l)	γ (kg/m ³)	ΔT (°C)	ΔS (%)
E1	Condizione estiva con dissalatore a pieno regime	26	39	1026	3430	32.5	52	1033	6.5	33
E2	Condizione estiva senza dissalatore	26	39	1026	1500	29	58.50	1040	3.0	50
E3	Condizione estiva con dissalatore a regime ridotto	26	39	1026	1585	29.5	58	1039	3.5	49
I1	Condizione invernale con dissalatore a regime ridotto	15	36	1026	1185	21	56.20	1040	6.0	48
I2	Condizione invernale senza dissalatore	15	36	1026	1100	20	57	1041	5	50
I3	Condizione invernale con dissalatore a pieno regime	15	36	1026	3030	29.60	49.9	1033	14.60	38.6

4 MODELLAZIONE DELLA DIFFUSIONE TERMICA E SALINA

4.1 Modello utilizzato

Lo studio è stato eseguito utilizzando il modello matematico CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System); si tratta di un sistema esperto per l'analisi e la progettazione di scarichi a mare sia termici sia con concentrazione di inquinanti di diversa natura in corpi idrici fluviali, lacustri o marini.

Il codice è stato sviluppato nel periodo 1985-1995 nell'ambito di ricerche congiunte dall'EPA (agenzia americana per la protezione dell'ambiente) e della Cornell University ed è divenuto uno standard negli Stati Uniti ed in altri paesi per l'analisi dei requisiti di legge sugli scarichi.

Questo modello è stato utilizzato sia per queste caratteristiche, sia per il fatto che consente di tener conto dei fenomeni locali in prossimità dello scarico (near field) in funzione delle caratteristiche di progetto dello scarico stesso. Inoltre è adatto a simulare il comportamento anche a distanza (far field) di flussi con galleggiamento negativo, quale quello in esame.

In All. 1 si presenta una documentazione sintetica sulle caratteristiche e le validazioni del modello.

4.2 Condizioni riprodotte nel modello

Il modello CORMIX G I V 4.3 è stato applicato per esaminare la diffusione della temperatura e salinità dello scarico in diverse combinazioni dei parametri ambientali e di funzionamento dell'impianto.

I casi di calcolo sono riassunti nella tabella 4.1.

Tab. 4.1 Casi di calcolo modello CORMIX

CODICE	SCENARIO (Rif. Tab.)	DESCRIZIONE	CORRENTE	PARAMETRO	ALLEGATI
E1-1	E1	Condizione estiva con dissalatore a pieno regime. ΔT aumentato cautelativamente a $+9^{\circ}\text{C}$	$V = 0.05 \text{ m/s}$	temperatura	All. 2
E1-2	E1	c.s.	$V = 0.15 \text{ m/s}$	temperatura	All. 3
E1-3	E1	c.s.	$V = 0.25 \text{ m/s}$	temperatura	All. 4
E1-4	E1	c.s.	$V = 0.50 \text{ m/s}$	temperatura	All. 5
E1-5	E1	c.s.	$V = 0.05$	salinità	All. 6
E1-6	E1	c.s.	$V = 0.25$	salinità	All. 7
E2-1	E2	Condizione estiva senza dissalatore	$V = 0.15$	salinità	All. 8
I3-1	I3	Condizione invernale con dissalatore a pieno regime	$V = 0.15$	temperatura	All. 9

I casi E1-1, E1-2, E1-3 ED E1-4 hanno lo scopo di esplorare le caratteristiche del flusso e della diffusione termica in corrispondenza della massima portata dello scarico ed al variare della velocità della corrente.

La direzione della corrente è stata assunta parallela alla costa; le componenti delle correnti trasversali alla riva possono infatti esistere localmente, ma non possono fisicamente avere uniformità ed estensione tali da essere significative per i fenomeni di diffusione a grande scala.

I casi E1-5 ed E1-6 esplorano la diffusione salina sempre nel caso estivo con portata massima.

Poiché la salinità dello scarico dipende sostanzialmente della torre di raffreddamento si è considerato il caso E2-1, in cui il dissalatore non funziona e la salinità dell'acqua di scarico è elevata. Si tratta di un caso estremo, dato che il dissalatore funziona comunque ad una portata ridotta (scenario E3). I parametri dello scenario E3 sono comunque simili ed il caso E2-2 è rappresentativo e cautelativo.

Infine il caso I3-1 è quello in cui si ha massima differenza di temperatura tra acqua di scarico ed acqua di mare e portata vicina a quella massima dell'impianto.

4.3 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni vengono presentati nel seguito, raggruppando casi significativi ed individuando:

- Le caratteristiche del flusso e cioè le caratteristiche del campo prossimo al diffusore (near field) e del campo dove dominano gli effetti di diffusione e la temperatura o la salinità possono considerarsi pressoché uniformi nella sezione del pennello (far field).
- I valori di temperatura in funzione della distanza dallo scarico.
- I valori di salinità in funzione della distanza dallo scarico

Condizione estiva con dissalatore a pieno regime (casi E1-1 ÷ E1-6)

Le caratteristiche del flusso sono determinate dalla velocità della corrente longitudinale, come si evidenzia dai risultati dei casi di calcolo E1-1 / E1-4, riportati negli allegati.

Le figg. 4.1 e 4.2 esemplificano graficamente l'effetto della velocità della corrente sul pennello di scarico, effetto più in dettaglio discusso nel seguito.

Con velocità molto basse ($V = 0.05$ m/s caso E1-1. All. 2) si ha in prossimità dello scarico una zona con miscelazione completa su tutto lo spessore dell'acqua (8m).

La zona con miscelazione completa, caratterizzata da un flusso instabile, interessa anche l'area a monte dello scarico.

Procedendo verso valle il flusso dello scarico si stratifica e si mantiene aderente al fondo. Il pennello si allarga in ampiezza e si assottiglia come spessore.

Il contatto con la sponda (ipotizzata a 300m anziché a 400m per tenere conto della riduzione di profondità) avviene a circa 400 m di distanza dalla posizione dello scarico.

Il diffusore di scarico è molto efficiente; già al limite dell'area di instabilità la diluizione è molto elevata. Nel far field la concentrazione di temperatura o salinità è quasi uniforme nel pennello e molto bassa come valori (v. grafici del caso E1-1 allegati).

Alcuni valori numerici per il caso E1-1 sono elencati nel seguito:

- | | |
|--|---|
| - Limite zona near field | $X = 50.37$ m |
| - Larghezza pennello al limite del near field | $B = 200$ m |
| - Spessore pennello al limite del near field | $h = 1,94$ m |
| - Diluizione S | $S = 12,5$ a circa 5 m dallo scarico
$S = 19,5$ al limite near field |
| - Temperatura (differenza rispetto all'ambiente) | $\Delta T = 0,75$ °C a 5 m dallo scarico
$\Delta T = 0,46$ °C al limite near field |
| - Salinità (differenza rispetto all'ambiente) | $\Delta S = (+2,8\%)$ 1,1 gr/l a 5m dallo scarico
$\Delta S = (+1,8\%)$ 0,70 gr/l al limite near field |

Le caratteristiche del far field sono riassunte nella tabella seguente.

X (m) distanza dallo scarico	h (m) spessore pennello	B (m) larghezza pennello	ΔT (°C) temperatura	ΔS (gr/l) salinità
100	1,45	300	0,42	0,62
200	1,10	420	0,38	0,57
300	0,95	530	0,36	0,54
400	0,85	610	0,347	0,52
1000	0,70	760	0,32	0,49

Con l'aumentare della velocità della corrente (v. casi E1-2 ed E1-3) l'ampiezza della zona di ricircolo instabile si riduce. Per $V = 0.25$ m/s (caso E1-3) questa zona scompare in quanto lo scarico è immediatamente deflesso dalla corrente; la miscelazione in questo caso viene ad interessare l'intero strato di acqua in una posizione posta a circa 40m di distanza dallo scarico.

Più oltre il flusso si stratifica; il pennello si allarga e rimane aderente al fondo, riducendosi di spessore.

Non viene interessata la sponda.

Alcuni dati numerici significativi per il caso con $V = 0.25$ m/s sono riportati nel seguito.

- Limite zona near field $X = 40$ m
- Larghezza pennello al limite near field $B = 16.50$ m
- Spessore pennello al limite near field $h = 8.0$ m
- Diluizione $S = 12.3$ a 5 m dallo scarico
 $S = 33.6$ a 40 m dallo scarico
- Temperatura (differenza rispetto all'ambiente) $\Delta T = 0.73$ °C a 5 m dallo scarico
 $\Delta T = 0.27$ °C a 40 m dallo scarico
- Salinità (differenza rispetto all'ambiente) $\Delta S = 1.1$ gr/l a 5 m dallo scarico
 $\Delta S = 0.4$ gr/l a 40 m dallo scarico

Le caratteristiche del far field sono riassunte nella tabella seguente

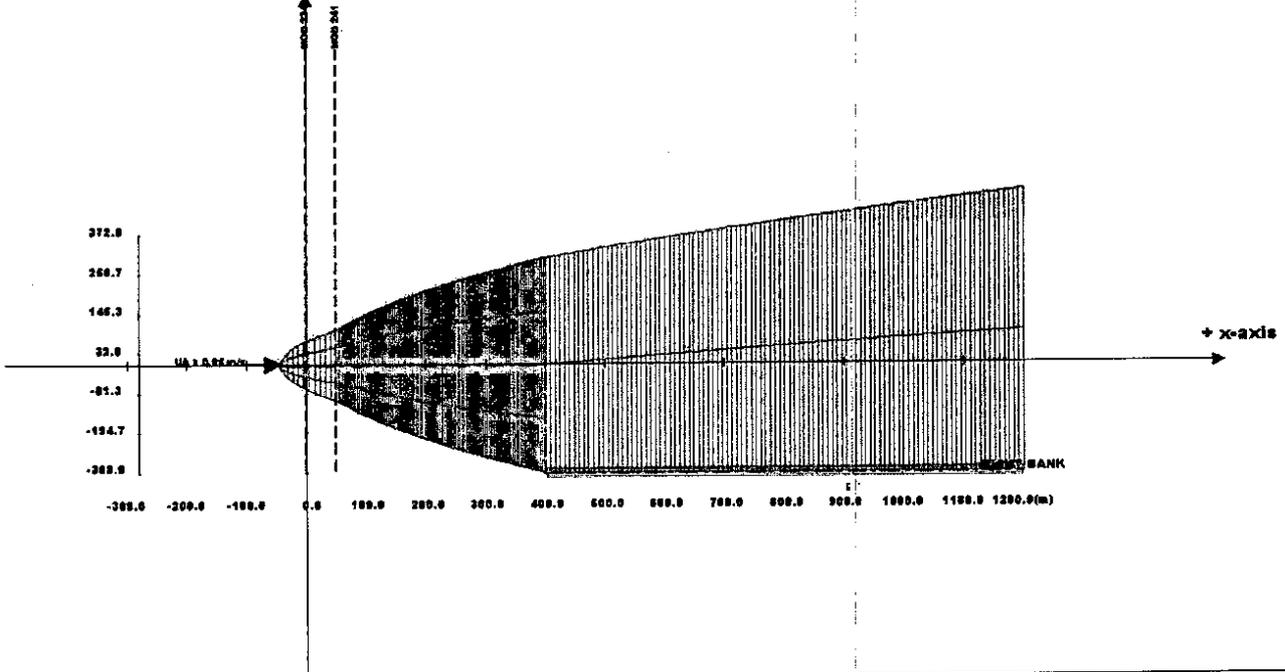
X (m) distanza dallo scarico	h (m) spessore pennello	B (m) larghezza pennello	ΔT (°C) temperatura	ΔS (gr/l) salinità
100	3,70	47	0,21	0,31
200	2,40	84	0,18	0,27
300	1,95	111	0,165	0,25
500	1,50	160	0,15	0,225
1000	1,13	250	0,128	0,19

Con velocità ancora superiore (caso E1-4) la diluizione aumenta e calano quindi i Δ termici o di salinità a parità di distanza dallo scarico. Lo spessore dello strato aderente al fondo su cui si dispone lo scarico è però superiore ($h = 5$ m a 100m, $h = 2,4$ a 500m).

Simeri
E1

Time of Run: Tue Aug 2 11:27:33 2005

Cormix2 Simulation
MyFiles\uno.prd
Flow Class: MNU13



Concentration
deg.C
KS #0.0000427200

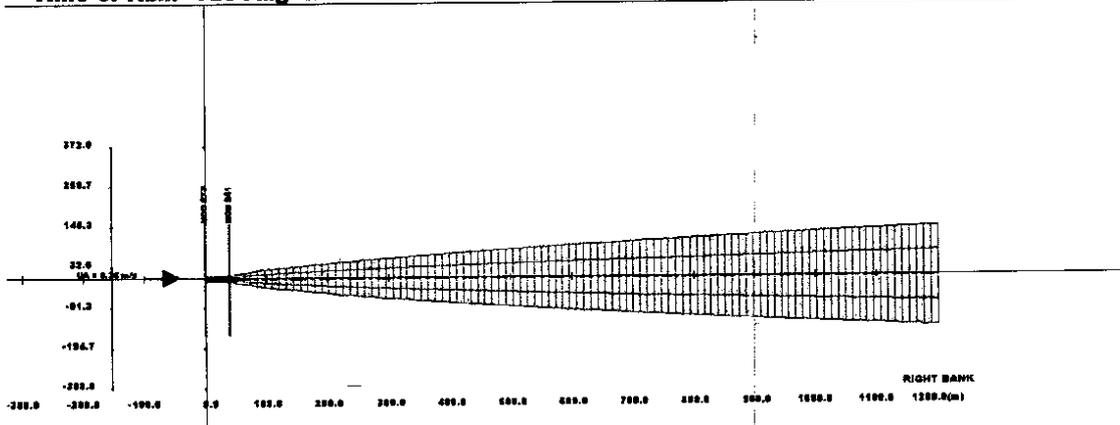
Distortion Scale:
Y:X= 0.600 Z:X= 14.000

YOUR DISTURBANCE ZONE
Regulatory Mixing Zone
Middle boundary
Plume Centerline
Lateral Boundary Interaction

Simeri
E1

Time of Run: Tue Aug 2 15:20:53 2005

Cormix2 Simulation
MyFiles\uno.prd
Flow Class: MNU13



Concentration
deg.C
KS #0.0010477200

Distortion Scale:
Y:X= 0.600 Z:X= 20.000

YOUR DISTURBANCE ZONE
Regulatory Mixing Zone
Middle boundary
Plume Centerline
Lateral Boundary Interaction

Fig. 4.1 Effetto della velocità della corrente sul flusso. Planimetria caso E1-1 (in alto $V = 0.05$ m/s) e caso E1-3 (in basso $V = 0.25$ m/s)

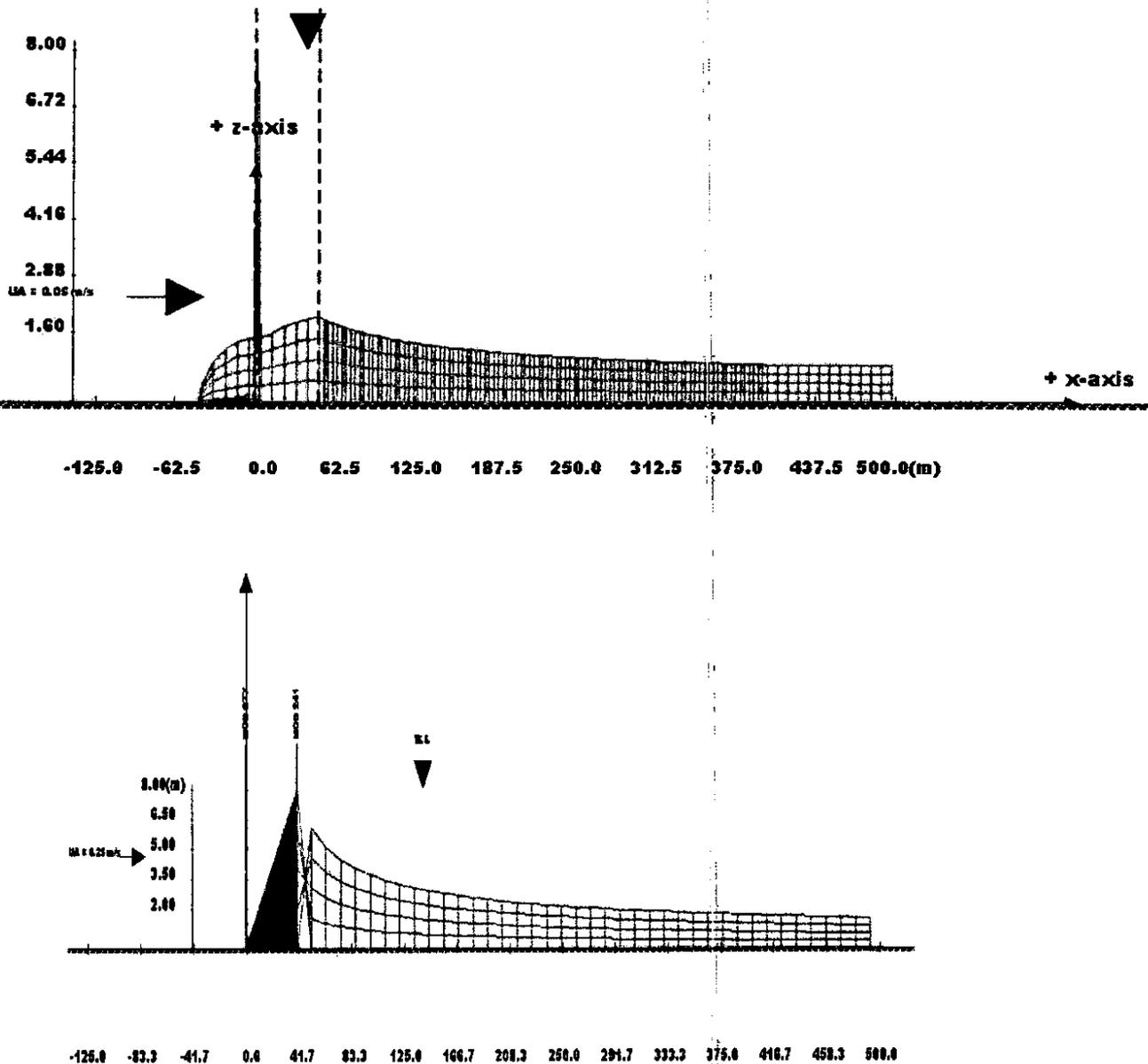


Fig. 4.2 Effetto della velocità della corrente sul flusso. Sezione longitudinale caso E1-1 (in alto $V = 0.05$ m/s) e caso E1-3 (in basso $V = 0.25$ m/s con diversa scala verticale)

Per quanto riguarda l'andamento dei parametri di temperatura e salinità c'è da osservare che il diffusore risulta molto efficiente. Già a pochi metri di distanza dalla posizione dello scarico la differenza di temperatura rispetto all'ambiente è ampiamente inferiore ai 3.5 °C richiesti; l'incremento di salinità è inferiore a 1 gr/l già a poche decine di metri dallo scarico.

La Fig. 4.3 esemplifica i risultati ottenuti nella condizione più critica, con velocità molto bassa della corrente.

**Simeri
 E1
 Time of Run: Tue Aug 2 11:27:33 2005**

**Cormix2 Simulation
 MyFiles\uno.prd
 Flow Class: MNU13**

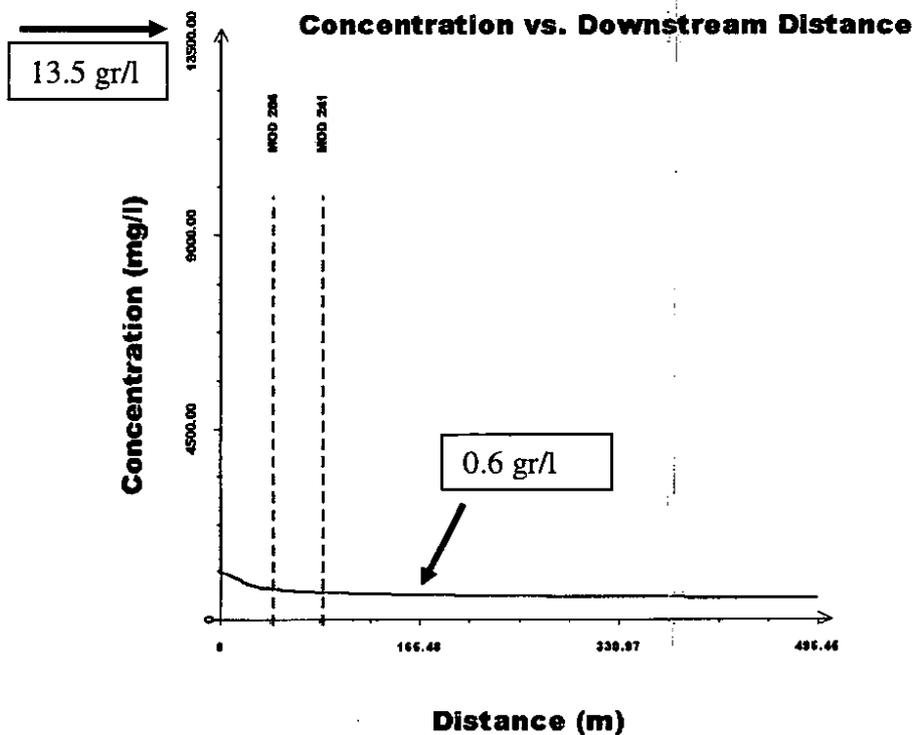
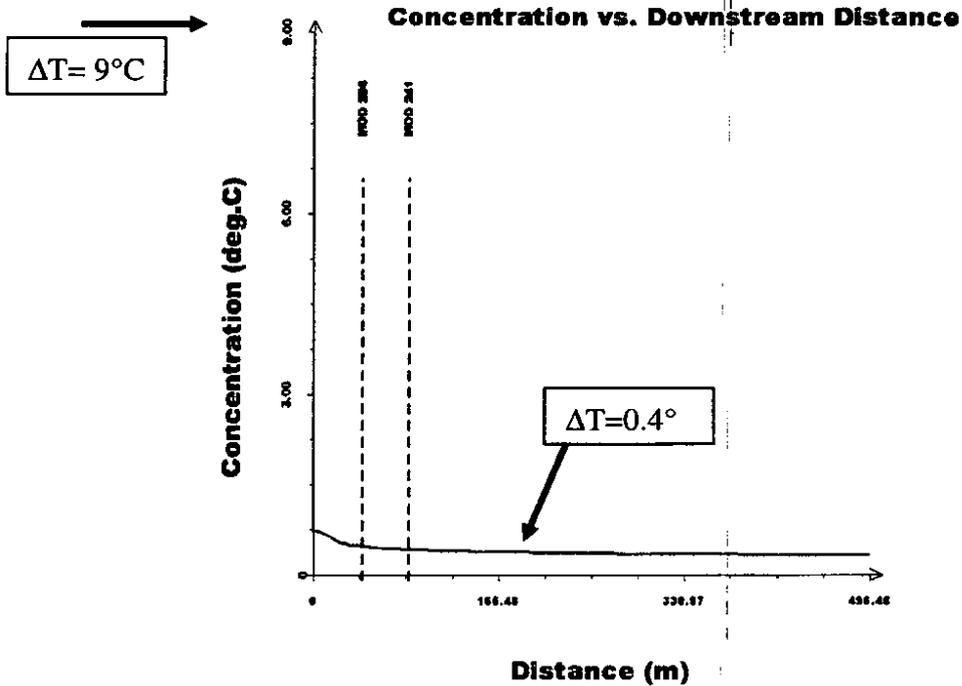


Fig. 4.3 Andamento della temperatura (in alto) e della salinità (in basso) lungo il pennello. Casi E1 con $V = 0.05$

Condizione estiva senza dissalatore (caso E2-1 – All. 8)

In questa condizione la temperatura dell'acqua di scarico è di soli 3°C più elevata della temperatura del mare; non sussistono quindi problemi di rispondenza alla normativa per l'aspetto termico.

L'incremento di salinità dell'acqua di scarico è invece dell'ordine del 50% rispetto all'ambiente.

La portata dello scarico è pari a circa il 40% della portata massima dell'impianto.

I risultati della simulazione sono riportati nell'All. 8.

L'esame del flusso mostra una zona di miscelazione completa sull'intera profondità dell'acqua (8 m) adiacente allo scarico. Questa zona, caratterizzata da flusso instabile, ha estensione molto limitata, inferiore a 10 m nella direzione della corrente. Al limite di questa zona la diluizione è già molto elevata (superiore a 50); il fluido quindi si stratifica e si diffonde mantenendosi aderente al fondale.

Alcuni dati numerici significativi sono riassunti nel seguito:

- Limite zona near field $X = 6.77\text{m}$
- Larghezza pennello al limite near field $B = 27\text{m}$
- Spessore pennello al limite near field $h = 5.86\text{m}$
- Diluizione $S = 55$ a 5 m dallo scarico
- Salinità (differenza rispetto all'ambiente) $\Delta S = 0.32$ gr/l a 6.7 m dallo scarico
 $\Delta S = 0.4$ gr/l a 40 m dallo scarico

Le caratteristiche del far field sono riassunte nella tabella seguente:

X (m) distanza dallo scarico	h (m) spessore pennello	B (m) larghezza pennello	ΔS (gr/l) salinità
100	2.30	95	0.24
200	1.70	140	0.22
300	1.40	180	0.20
500	1.15	250	0.19
1000	0.86	365	0.16

Condizione invernale con dissalatore a pieno regime (caso I3-1)

In questa condizione si ha il massimo Δ termico allo scarico (14.60 °C) con portata prossima alla portata massima dell'impianto.

I risultati sono presentati in All. 9.

Le caratteristiche principali del flusso sono le seguenti:

- una zona con miscelazione completa su tutta la profondità (8 m) caratterizzata da flusso instabile;
- con $V = 0.15$ m/s la zona near field ha un'estensione di circa 6 m nella direzione della corrente, mentre l'intrusione dello scarico a monte della corrente è praticamente nulla;
- al limite della zona near field il pennello di scarico ha larghezza di 26 m ed altezza di 5.85 m;
- nella diffusione a distanza il pennello resta aderente al fondo riducendosi di spessore.

Alcuni risultati numerici sono riassunti nel seguito:

- Limite della zona near field $X = 6.8$ m
- Larghezza pennello al limite near field $B = 26$ m
- Spessore pennello al limite near field $h = 5.8$ m
- Diluizione $S = 28$ a 5 m dallo scarico
- Temperatura (differenza rispetto all'ambiente) $\Delta S = 0.5^\circ\text{C}$ a 6.8 m dallo scarico

Le caratteristiche del far field sono riassunte nella tabella seguente:

X (m) distanza dallo scarico	h (m) spessore pennello	B (m) larghezza pennello	ΔT ($^\circ\text{C}$) temperatura
100	2.35	93	0.38
200	1.80	135	0.34
300	1.55	165	0.31
500	1.30	220	0.28
1000	1.20	320	0.21

5 CONCLUSIONI

Le principali conclusioni dello studio, ai fini della verifica dei requisiti normativi sugli scarichi e delle prescrizioni contenute nell'atto di Concessione, sono nel seguito riassunte:

- La temperatura dell'acqua di scarico è, in tutte le condizioni di funzionamento, inferiore a 35°C.
- La temperatura dello scarico è determinata soprattutto dal dissalatore; la massima differenza tra temperatura dello scarico e temperatura del mare si verifica quindi in situazione invernale con funzionamento a pieno regime del dissalatore. In questa condizione la temperatura dell'acqua di mare è di 15°C e quella dello scarico di 29.6°C.
- In questa condizione, come in tutte le altre situazioni esaminate, la diluizione iniziale è molto elevata ed il Δ termico è inferiore ed 1°C già a pochi metri dallo scarico. Ciò è dovuto alla elevata efficienza del multiport di scarico anche nelle condizioni più critiche, che sono quelle caratterizzate da basse velocità della corrente nel corpo recettore. I requisiti normativi sulla temperatura sono quindi ampiamente verificati.
- Il massimo incremento di salinità dello scarico è pari al 50% e si verifica quando non funziona il dissalatore. In questo caso però la portata è molto più bassa di quella massima dell'impianto e l'effetto sull'ambiente finisce per essere inferiore ai casi con dissalatore a pieno regime.
- In tutti i casi esaminati l'incremento di salinità rispetto all'ambiente è comunque inferiore al 3% già a pochi metri dallo scarico ed è quindi tale da escludere effetti nocivi sulla flora e fauna esistenti. Si ricorda che la normativa vigente richiede un limite del 10% nel caso di acque costiere destinate alla vita dei molluschi. (Allegato 2 sezione C al DLgs. 152/99)

Riferimenti

- 1) Rapporto Edison P05 0 AG KG 003 del 9/9/2003 Rilievi batimetrici e oceanografici.
- 2) Rapporto Edison Q72 O CT K C 970 del 1/12/2004.
- 3) Ministero dell'Ambiente – Monitoraggio Eurosistemi Regione Calabria.