

Allegato D7

IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI DEI RILASCI NELLE
ACQUE



IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI IMPATTI IN ACQUA

La centrale dispone di uno scarico idrico in fognatura ed uno, di acque di raffreddamento, nel Fiume Po.

In questo allegato è quindi analizzato l'impatto dello scarico termico nel Fiume. L'allegato analizza sia la situazione attuale, descritta nelle Schede B, sia quella descritta nelle Schede C, con impianto di postcombustione in esercizio.

La presente sezione è tratta dallo Studio di Impatto Ambientale, predisposto dalla società D'Appolonia, per conto di Edipower, per l'ottenimento dell'autorizzazione alla gestione dell'impianto in assetto di post combustione non vincolata al teleriscaldamento.

Obiettivo della caratterizzazione delle condizioni idrografiche, idrologiche ed idrauliche, dello stato di qualità e degli usi dei corpi idrici è:

- stabilire la compatibilità ambientale, secondo la normativa vigente, delle variazioni quantitative (prelievi, scarichi) indotte dall'intervento proposto;
- stabilire la compatibilità delle modificazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte dall'intervento proposto, con gli usi attuali, previsti e potenziali, e con il mantenimento degli equilibri interni a ciascun corpo idrico, anche in rapporto alle altre componenti ambientali.

La descrizione e la caratterizzazione della componente è presentata nel paragrafo seguente, mentre l'identificazione e la valutazione degli impatti sulla componente è condotta ai paragrafi successivi. In particolare, al fine di stimare l'impatto sul Fiume Po dello scarico delle acque di raffreddamento della Centrale in assetto di post-combustione, sono state effettuate alcune simulazioni con il codice di calcolo Cormix.

Disciplina degli Scarichi Idrici

Per quanto di interesse in questa sede, il nuovo D.Lgs 152/06 non ha apportato sostanziali cambiamenti al precedente D.Lgs 152/99.

Il decreto differenzia lo scarico in relazione al luogo di immissione: acque superficiali, suolo, sottosuolo, reti fognarie. Tutti gli scarichi sono dunque disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici in funzione dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche di depurazione disponibili.

Relativamente allo scarico termico nei corsi d'acqua, in particolare, è stabilito che *“la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3°C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1°C”*.



Idrografia

L'elemento principale del reticolo idrografico locale è costituito dal Fiume Po, che attraversa l'area indagata da Ovest verso Est, con andamento meandriforme, dividendo la parte emiliana della pianura da quella lombarda. Esso costituisce l'asse idrologico della zona e ne riceve tutti gli apporti idrici superficiali.

Nel presente paragrafo sono riportate una descrizione generale del reticolo idrografico del bacino del Fiume Po ed una descrizione dell'idrografia a livello locale.

Caratteristiche Generali del Reticolo Idrografico

Il bacino del Fiume Po è il più grande d'Italia, sia per lunghezza dell'asta principale (650 km) che per entità dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10.300 m³/s). La superficie del bacino idrografico, alla sezione di Pontelagoscuro, è pari a circa 70.700 km²; ad essa vanno aggiunte le aree costituenti il sottobacino di Burana-Po di Volano e il Delta (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2001).

Il reticolo principale, costituito dai corsi d'acqua di lunghezza superiore a 20 km, ha un'estensione circa nove volte inferiore a quello secondario; consistente è pure la dimensione del reticolo artificiale (bonifica e irrigazione), strettamente integrato e interagente con quello naturale.

Il corso idrografico principale del Po è alimentato da numerosi grandi affluenti provenienti sia dalle Alpi che dagli Appennini. Poiché le caratteristiche di queste due catene montuose differiscono notevolmente, le modalità del drenaggio danno forma a corsi d'acqua molto diversi. I corsi d'acqua alpini sono alimentati in gran parte dallo scioglimento delle nevi e mostrano un picco stagionale di deflusso durante l'estate, mentre i corsi d'acqua appenninici sono in larga misura alimentati dal flusso superficiale e sotterraneo prodotto dalle precipitazioni e, di conseguenza, in estate mostrano un minimo stagionale di deflusso, spesso con siccità assoluta.

L'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee nella pianura alluvionale del Po segue un modello molto variabile, per il quale alcuni corsi cedono acqua alle falde sotterranee, mentre altri ne ricevono. Negli Appennini, i tratti montani sono tendenzialmente più costanti per quanto riguarda la portata rispetto ai tratti a valle, perché questi cedono grandi quantità di acqua agli acquiferi una volta raggiunto il margine della pianura alluvionale del Po.

Oltre ai corsi d'acqua, la rete idrografica superficiale del bacino del Po comprende molti laghi, i più importanti dei quali sono situati in Lombardia e sono alimentati dai corsi d'acqua montani alpini (Garda, Como, Maggiore, Lugano e Iseo).

Altrettanto mutevole nell'ambito del bacino del Po è la permeabilità del suolo, che varia dalla geologia fortemente impermeabile delle Alpi alle zone di alta permeabilità della pianura alluvionale. Questa situazione genera un forte ruscellamento superficiale nelle



aree montane e una percolazione molto più intensa verso gli acquiferi sottostanti nella zona pianeggiante.

Tra lo sbocco dai bacini montani o dai laghi e l'immissione nel Po, i corsi d'acqua sono interessati da una serie di interferenze, tra le quali prevalgono i prelievi dei grandi canali di irrigazione, gli scambi con l'acquifero sotterraneo particolarmente attivi per tutti gli affluenti di sinistra, l'azione delle grandi sommersioni risicole e delle colature irrigue, nonché le perdite della rete irrigua.

Fiume Po

Il Fiume Po nasce dal Monviso a quota 2.100 m s.l.m. Il bacino montano, di superficie modesta, termina poco a valle di Sanfront. L'asta fluviale principale è lunga circa 650 km ed è alimentata da 141 affluenti (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2001).

Il corso del fiume si dirige dapprima verso Nord, fino a Chivasso, dove converge a Est fino a Casale Monferrato, per poi ripiegare a Sud verso Valenza e, infine, nuovamente per rivolgersi a Est.

Tra Moncalieri e Valenza l'alveo scorre ai piedi delle colline torinesi e del Monferrato, in ragione dei grandi accumuli alluvionali formati dagli affluenti di sinistra; a Isola S. Antonio (in corrispondenza della confluenza con il Tanaro) ha percorso circa 270 km ed il bacino sotteso è di 25,320 km².

Dalla confluenza del Tanaro all'incile del Po di Goro, per circa 375 km, l'asta fluviale ha una connotazione prevalentemente artificiale, con regime di deflusso influenzato dalle condizioni idrologiche e di sistemazione idraulica dell'insieme degli affluenti, oltre che dalle opere di difesa e di sistemazione direttamente realizzate sull'asta stessa.

Nel primo tratto, tra il Tanaro e il Ticino, conserva ancora caratteri di tipo sostanzialmente torrentizio, con una pendenza di fondo dell'ordine di 0,35‰. La confluenza del Ticino comporta una trasformazione del regime del corso d'acqua in senso decisamente fluviale, in ragione dell'apporto idrico regolato, con un notevole contributo glaciale e assenza di trasporto solido; la pendenza media si riduce allo 0,18‰, per poi decrescere regolarmente e gradualmente verso valle fino a circa lo 0,14‰ all'altezza di Revere-Ostiglia.

Da valle di Revere-Ostiglia all'incile del Delta, l'alveo diventa canalizzato tra le arginature, in alcuni tratti a distanze inferiori ai 500 m, e non riceve più apporti, a eccezione del Panaro.

Sino alla fine del secolo scorso il sistema arginale a partire da Becca non era completamente chiuso e il Po, e più ancora i suoi affluenti, occupavano con le acque di piena la pianura circostante; il tratto terminale funzionava in sostanza più come scaricatore di un lago che non come un corso d'acqua naturale. La situazione attuale, con gli argini di Po quasi completati e con l'estensione degli stessi a numerosi affluenti, costituisce, nonostante i numerosi interventi attuati, una condizione molto più critica e di delicata gestione.



Analisi di Dettaglio

La Centrale è localizzata in prossimità della sponda meridionale del Fiume Po, nel tratto in cui il corso d'acqua costituisce il confine regionale tra Emilia Romagna e Lombardia.

Per quanto riguarda la sponda lombarda, entro l'area considerata non si rilevano corsi d'acqua naturali sfocianti in Po; il corpo idrico più prossimo è il **Canale della Mortizza** lodigiano, che confluisce a Nord-Est del sito, a circa 7 km da esso.

Alla sponda destra raggiungono il Po corsi d'acqua appenninici, caratterizzati da un regime idrologico prettamente torrentizio ed interessati, tra l'altro da sensibili prelievi idrici, che possono mantenere praticamente in secca alcuni dei loro tratti durante i periodi di maggior richiesta. Tra di essi, i corsi d'acqua naturali più vicini al sito sono il Fiume Trebbia ed il Torrente Nure.

Il **Fiume Trebbia** sfocia in Po circa 2,5 km a monte del sito. I centri abitati principali i cui scarichi gravano sul suo bacino idrografico sono, procedendo da monte a valle, Ottone, Marsaglia, Bobbio, Travo e Rivergaro; nella parte bassa del suo corso riceve anche il drenaggio della zona situata a Sud Ovest di Piacenza, attraverso il Canale Diversivo Ovest.

La confluenza del **Fiume Nure** in Po è situata a valle del sito, circa 9 km ad Est. Procedendo da monte verso valle, il suo bacino idrografico raccoglie gli scarichi di Ferriere, Farini d'Olmo, Bettola, Ponte dell'Olio, S. Giorgio Piacentino e Pontenure; al suo tratto finale, attraverso il Canale di Bonifica Riello ed il Canale Diversivo Est, giunge il drenaggio superficiale delle zone rurali situate a Sud e ad Est di Piacenza, che, indirettamente, convoglia anche gli apporti provenienti da Podenzano.

L'area considerata, inoltre, è caratterizzata anche dalla presenza di un reticolo relativamente fitto di canali artificiali, che hanno per la maggior parte la funzione di scolatori di bonifica agricoli e che confluiscono in alcuni collettori comuni, prima dello sversamento nel corpo idrico naturale. Esiste inoltre una rete di canali artificiali, in parte interrati, che svolgono la funzione di raccolta delle acque di scarico derivanti dagli usi civili della città, convogliandole verso il depuratore cittadino sito in località Borgoforte.

Idrologia del Fiume Po

La precipitazione annua media sull'intero bacino padano chiuso a Pontelagoscuro è di 1.106 mm ed equivale ad un afflusso annuo di circa 78 miliardi di m³ (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2001). Di essi il Po ne convoglia al mare poco meno dei due terzi e cioè 47 miliardi di m³; i restanti 31 miliardi rappresentano il consumo per l'evaporazione e per la vita vegetale.

Dall'esame dell'andamento mensile degli afflussi e dei deflussi del Po e dei suoi affluenti si nota come i bacini alpini si comportino in modo diverso da quelli appenninici. I primi, a quota più elevata, risentono maggiormente dell'influenza della temperatura: gran parte delle precipitazioni nevose invernali si fondono nella tarda primavera e



nell'estate; i ghiacciai, poi, danno un altissimo contributo estivo. Inoltre, nei bacini a carattere alpino può accadere che il volume degli afflussi sia minore di quello dei deflussi. Ciò dipende dal fatto che gli afflussi meteorici non costituiscono l'intero volume di afflusso: una parte di essi sfugge alla misura dei pluviometri, sotto forma di condensazioni dell'umidità atmosferica sulle superfici fredde nivali o glaciali.

Nei bacini appenninici a carattere eminentemente pluviale, risulta invece evidente la cosiddetta "perdita apparente", cioè la differenza fra afflussi e deflussi dovuta in gran parte alla evaporazione. In altri casi, il regime dei deflussi segue più da vicino quello degli afflussi ed allora si mette in evidenza l'effetto della permeabilità dei terreni che smorza le oscillazioni delle portate conferendo ai corsi d'acqua indici di perennità sensibili.

L'analisi dei dati rilevati dalle stazioni idrometriche nel bacino padano mostra una distribuzione dei deflussi medi mensili con andamenti abbastanza regolari per gruppi di stazioni; tale analisi ha consentito di suddividere il bacino in 12 aree geografiche omogenee per forma del regime mensile di deflusso. Per l'area in esame, facente parte dell'area "Medio Po", il regime di deflusso è caratterizzato da due massimi e due minimi del fiume, caratterizzato, procedendo verso valle, da un attenuarsi del massimo primaverile (Autorità di Bacino del Fiume Po, 2001).

Caratteristiche Idrologiche del Po nel Tratto in Esame

Dopo la confluenza con il Trebbia, che avviene a monte del sito della Centrale, a circa 2,5 km, il corso del Po, spinto verso sinistra dagli argini predisposti a difesa di Piacenza, scorre sotto il ponte stradale e quello ferroviario alla periferia Nord della città, formando due grandi isole.

A valle di tali ponti, in sponda destra, è ubicata la Centrale Termoelettrica di Piacenza, la cui acqua di raffreddamento è prelevata dal Po mediante pompaggio. La restituzione avviene mediante un canale di scarico posto a circa 100 m a valle dell'opera di presa. Circa 350 m a valle di tale scarico, sfocia, sempre in sponda destra, il canale che, tramite un impianto idrovoro, scarica i reflui della bonifica urbana e suburbana di Piacenza. Il Fiume Po prosegue poi verso Est formando un'ampia curva in direzione dell'abitato di Mortizza.

Per la caratterizzazione idrologica del sito di interesse è stata presa in considerazione la stazione di misura delle portate che si trova a Piacenza sulla prima pila in sponda destra del ponte ferroviario della linea Milano-Bologna, gestita inizialmente dal Magistrato del Po di Parma e successivamente dall'ENEL, per la quale si dispone di una lunga serie di misure (Edipower S.p.A, 2001).

Di seguito sono elencate le caratteristiche della stazione idrografica di riferimento:



Stazione Idrometeorografica	Piacenza-Ponte della Ferrovia
Periodo con osservazioni di portata	1924 – 1997
Bacino imbrifero	42.030 km ² praticamente impermeabili
Aree glaciali	0,7 %
Distanza dalla sorgente	320 km
Distanza dalla foce	335 km

Nella tabella seguente sono riportati i dati idrologici caratteristici del Fiume Po in tale stazione, ricavati dagli annali del Servizio Idrografico e dalle elaborazioni di ENEL PIN CIV Unità di Idrologia di Mestre:

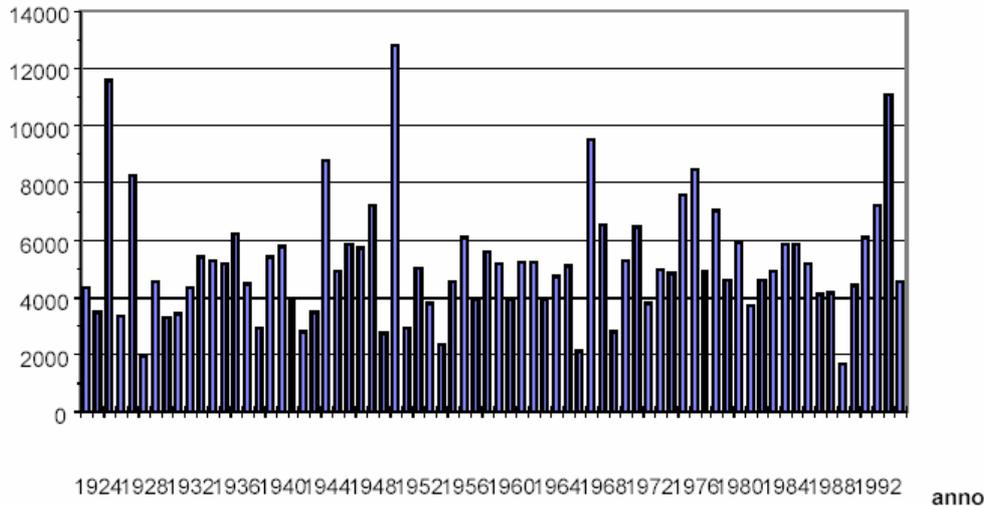
Portata di massima piena del periodo	12.800 m ³ /s (13 Novembre 1951)
Portata massima giornaliera (Q _{max})	12.600 m ³ /s
Portata con durata 10 giorni	2.890 m ³ /s
Portata media	937 m ³ /s
Portata con durata 355 giorni	294 m ³ /s
Portata minima	125 m ³ /s (12 Maggio 1945)
Afflusso meteorico annuo	1.134,2 m ³ /s
Coefficiente di deflusso medio	0,62

Dalle statistiche ricavabili attraverso i dati rilevati dalla stazione di Piacenza (1924-1997), risulta che la portata annuale media del periodo esaminato si colloca intorno ai 950 m³/s, con minime mensili di circa 220-390 m³/s e massime mensili di circa 1.680-4.240 m³/s. La Q₃₅₅ (portata che viene superata per 355 giorni all'anno) è di 294 m³/s, mentre la Q₁₀ (portata superata per 10 giorni all'anno) è di 2.890 m³/s.

Nel grafico seguente sono riportati, per la stazione di Piacenza, i colmi di maggiore importanza, che sono, oltre al 1951, quelli del 1926 (11.600 m³/s), del 1968 (9.500 m³/s) e del 1994 (10.500 m³/s).



**Fiume Po a Piacenza: Portate Massime al Colmo (m³/s)
(Autorità di Bacino del Fiume Po, 1999)**



Assetto Morfologico e Idraulico del Fiume Po

Nel tratto fluviale che va dalla confluenza del Trebbia alla confluenza dell'Adda l'alveo del fiume Po presenta un andamento prevalentemente sinuoso, a ridosso delle arginature maestre in tutti i tratti in curva; la larghezza tra le sponde è continuamente variabile e si hanno isole stabili di dimensioni rilevanti in fase di ricollegamento con una delle due sponde (Autorità di Bacino del Fiume Po, 1999).

Vi è la quasi generalizzata assenza di fenomeni erosivi significativi a carico delle sponde; si osserva invece una lieve ma generalizzata tendenza al deposito, a cui è corrisposto un modesto innalzamento del fondo alveo nell'ultimo decennio. Tale tendenza si manifesta presumibilmente per effetto del rigurgito dello sbarramento idroelettrico di Isola Serafini.

A conferma dell'assetto indicato, nel periodo 1954-88 si è avuta l'assenza di variazioni significative dell'alveo di magra (se si esclude la zona di Isola Serafini), con sostanziale stabilità dell'asse dei meandri. Non vi è presenza di lanche e paleoalvei recenti, se non in forma di rami di divagazione dell'alveo per livelli idrici elevati. I pochissimi ambienti di lanca presenti nel 1954 (inferiori a 1/20 della lunghezza dell'alveo inciso), hanno subito un più o meno totale interrimento, in particolare nel periodo 1966-88.

Le arginature sono continue e racchiudono ampie zone golenali, alternativamente in sinistra e in destra; è presente una sola golena chiusa di grandi dimensioni, in prossimità di Piacenza.

Le difese di sponda svolgono generalmente una funzione di contenimento dell'alveo inciso e di protezione dei rilevati arginali nei tratti in curva.



In ordine all'abbassamento di fondo alveo, dopo un periodo di continua erosione (1969-1979), si rileva una leggera e generalizzata tendenza al deposito; il fondo medio attuale risulta tuttavia inferiore alle quote riferibili all'anno 1954.

Le principali caratteristiche geometriche del tratto fluviale che va dalla confluenza del Trebbia alla confluenza dell'Adda sono di seguito indicate (Autorità di Bacino del Fiume Po, 1999):

- lunghezza in asse 28,45 km;
- distanza media tra le arginature 1.450 m;
- altezza media arginature su piano golenale 6÷6,5 m;
- larghezza media alveo di magra 200÷300 m;
- profondità media alveo inciso 7,5÷8 m;
- superficie alveo inciso per km di asta fluviale 0,41 km²/km;
- superficie golena aperta per km di asta fluviale 0,89 km²/km;
- superficie golena chiusa per km di asta fluviale 0,15 km²/km;
- sviluppo complessivo difese spondali 31,91 km;
- sviluppo difese sponda sx rispetto a lunghezza tratto 55,2%;
- sviluppo difese sponda dx rispetto a lunghezza tratto 56,9%;
- indice di sinuosità 2,10.

Nel tratto di Po compreso tra lo sbocco del Fiume Trebbia e l'abitato di Mortizza, gli argini per la protezione dell'area di interesse si collocano in riva destra; essi sono stati realizzati anteriormente agli anni '60 e, attualmente, sono in buono stato di conservazione e vengono regolarmente tenuti in efficienza (Edipower S.p.A, 2001) .

Tale tratto arginale, avente lo scopo principale di difendere la città di Piacenza dalle esondazioni del Po, è ricoperto da leggera vegetazione ed è quasi completamente non rivestito; ha un'altezza media sul piano campagna nella zona di interesse di circa 5 m, con una quota minima di 52,4 m s.l.m. Si evidenzia che, agli inizi del 1999, a cura del Magistrato del Po (ora AIPO) di Parma, è stato realizzato, in corrispondenza del sito, un innalzamento della quota degli argini sopraelevando, dal lato fiume, l'attuale muretto di protezione della carreggiata.

Caratteristiche di Qualità delle Acque Superficiali

Di seguito si riportano, a scopo di inquadramento generale, i risultati delle campagne di monitoraggio chimico e biologico eseguite dal 2000 al 2002 per le stazioni, facenti parte della rete di monitoraggio regionale, relative al Fiume Po. I risultati sono espressi come trend su base annuale rispettivamente del Livello Inquinamento Macrodescrittori (LIM) e dell'Indice Biotico Esteso (IBE) (Regione Emilia Romagna, 2004).

La rete di monitoraggio comprende stazioni di tipo A, di rilevanza nazionale, e stazioni di tipo B, ritenute utili per completare il quadro delle conoscenze in relazione agli obiettivi regionali. Al tipo A appartengono le stazioni denominate AS, situate su corpi idrici identificati come significativi ai sensi del D.Lgs. 152/99, ed AI, ubicate su loro affluenti ritenuti di rilevante interesse in quanto possono influenzarne la qualità.



**Qualità Chimico-Microbiologica del Fiume Po
Livello Inquinamento Macrodescrittori (LIM)**

CORPO IDRICO	STAZIONE	CODICE	TIPO	2000	2001	2002
F. PO	C.S. Giovanni S.P. ex S.S.412	01000100	AS	200	240	190
F. PO	S.S. 9 Piacenza – Lodi	01000200	AS	140	200	200
F. PO	Ragazzola – Roccabianca	01000300	B	115	170	140
F. PO	Ponte di Casalmaggiore	01000400	AS	150	150	120
F. PO	Loc. Boretto	01000500	AS	160	220	240
F. PO	Stellata – Bondeno	01000600	B	170	260	160
F. PO	Pontelagoscuo – Ferrara	01000700	AS	240	260	220
F. PO	Polesella – Rovigo	01000800	B	180	200	190
F. PO	Serravalle – Berra	01000900	B	260	180	240

**Qualità Biologica del Fiume Po
Indice Biotico Esteso (IBE)**

CORPO IDRICO	STAZIONE	CODICE	TIPO	2000	2001	2002
F. PO	C.S. Giovanni S.P. ex S.S.412	01000100	AS	6	7	8-7
F. PO	S.S. 9 Piacenza – Lodi	01000200	AS	7	7	7
F. PO	Ragazzola – Roccabianca	01000300	B	4	4	5
F. PO	Ponte di Casalmaggiore	01000400	AS	4	4-5	5-6
F. PO	Loc. Boretto	01000500	AS	6	6	5
F. PO	Stellata – Bondeno **	01000600	B			
F. PO	Pontelagoscuo – Ferrara	01000700	AS	4	4	5
F. PO	Polesella – Rovigo **	01000800	B			
F. PO	Serravalle – Berra **	01000900	B			

La determinazione dello Stato Ecologico (SECA) è effettuata sul biennio 2001-2002, per le stazioni di tipo A, a partire dai risultati biennali degli indici LIM e IBE.

La valutazione dello Stato Ambientale (SACA) è eseguita sulla base della presenza delle sostanze chimiche pericolose determinate nel periodo di riferimento.



**Stato Ecologico (SECA) ed Ambientale (SACA) del Fiume Po
Biennio 2001-2002**

BACINO DEL PO								
CORPO IDRICO	STAZIONE	CODICE	TIPO	N/A	LIM	IBE	SECA 01-02	SACA 01-02
F. Po	C.S. Giovanni S.P. ex S.S.412	01000100	AS	N	230	7-8	Classe 3	SUFFICIENTE
F. Po	S.S. 9 Piacenza – Lodi	01000200	AS	N	220	7	Classe 3	SUFFICIENTE
F. Po	Ragazzola – Roccabianca	01000300	B	N	150	5		
F. Po	Ponte di Casalmaggiore	01000400	AS	N	130	5	Classe 4	SCADENTE
F. Po	Loc. Boretto	01000500	AS	N	240	6	Classe 3	SUFFICIENTE
F. Po	Stellata – Bondeno	01000600	B	N	170			
F. Po	Pontelagoscuro – Ferrara	01000700	AS	N	220	5	Classe 4	SCADENTE
F. Po	Polesella – Rovigo	01000800	B	N	200			
F. Po	Serravalle – Berra	01000900	B	N	220			

Come si può notare dai valori riportati in tabella lo Stato Ecologico del Fiume Po nel periodo considerato risulta compreso tra la classe 3 - classe 4 e lo Stato Ambientale è classificato tra sufficiente - scadente.

Per quanto concerne in particolare la stazione più vicina alla Centrale Termoelettrica, situata a Piacenza capoluogo, presso il ponte ferroviario sulla Strada Statale No. 9, lo Stato Ecologico è classificato come classe 3 e lo Stato Ambientale come sufficiente.

Esaminando inoltre i valori di COD e BOD₅ si nota che i primi sono relativamente più elevati, a testimonianza del fatto che il carico organico degli scarichi civili comincia ad essere degradato appena dopo l'immissione del Lambro e arriva a Piacenza materia organica non biodegradabile come solventi, IPA, pesticidi o composti in grado di inibire l'attività di degradazione dei microrganismi (Provincia di Piacenza, 2003).

Esaminando l'andamento del parametro Escherichia Coli per le stazioni sopra citate si nota un crollo dei valori subito dopo la stazione di Piacenza capoluogo, il cui contributo come realtà insediativa è del tutto paragonabile, se non inferiore, a quella di Parma (stazione di Ragazzola e Casalmaggiore): il picco dei valori di Escherichia Coli misurato a Castel San Giovanni e a Piacenza è dovuto a contributi extra-regionali.

Per la caratterizzazione della qualità dell'acqua del Fiume Po in prossimità del sito di interesse sono stati considerati i risultati dei controlli svolti periodicamente dall'Amministrazione Provinciale di Piacenza agli inizi degli anni '90 in corrispondenza del ponte stradale tra Piacenza e S. Rocco al Porto (Strada Statale No. 9), poche centinaia di metri a monte dell'opera di presa della Centrale (Edipower S.p.A, 2001).

Ai fini del presente studio, in particolare, sono state considerate le registrazioni relative alla temperatura ed all'ossigeno disciolto.

L'andamento della temperatura dell'acqua (registrazioni relative al biennio 1993-94) mostra un tipico ciclo stagionale, con minimi in Gennaio-Febbraio e massimi in Luglio. I



valori più bassi si attestano su 3-4°C circa, mentre quelli più alti raggiungono i 22-24,5°C circa. Il valore medio annuo si colloca nel campo tra 14 e 15°C, con una certa variabilità interannuale (13,7°C nel 1993, 16,0°C nel 1994).

La concentrazione dell'ossigeno disciolto (dati 1993-94) è generalmente superiore ai 7 mg/l, con un valore medio intorno ai 9 mg/l e massimi fino a 11-13 mg/l. Le acque del Po risultano quindi ben ossigenate, anche se in rare occasioni la concentrazione di ossigeno è scesa fino a circa 4 mg/l. Due casi limite, con 4,1-4,7 mg/l, si sono infatti verificati nel corso del 1993, in regime idrologico di magra.

La diminuzione dell'ossigeno è stata attribuita agli apporti nel Po degli inquinanti del Fiume Lambro, le cui acque nel punto di confluenza presentano frequentemente una concentrazione di ossigeno disciolto estremamente bassa (<2,5 mg/l), non di rado con valori prossimi allo zero. Di norma questi apporti vengono rapidamente diluiti dalle acque del Po dopo l'immissione; nei casi in cui invece la portata del fiume ricevente è bassa, l'effetto di questi contributi influisce in modo significativo a valle della confluenza sulla concentrazione dell'ossigeno disciolto e sulle altre caratteristiche di qualità dell'acqua.

L'acqua di raffreddamento dei condensatori della Centrale è derivata dal Fiume Po e restituita allo stesso senza alterazioni chimiche. La localizzazione dei punti di presa e di scarico è riportata negli Allegati di Scheda A ed in *Figura 1*.

Si evidenzia che i controlli periodici eseguiti da Edipower hanno verificato il pieno rispetto dei limiti normativi. A titolo esemplificativo in *Figura 2* è riportata un'elaborazione grafica della campagna di misura svolta nel mese di Luglio 2004. Le condizioni di esercizio dell'impianto erano le seguenti (CESI, 2004):

- gruppi in servizio: 2 (carico elevato, circa 450 MWe);
- portata di scarico delle acque di raffreddamento della Centrale: circa 20 m³/s;
- portata del Fiume Po: circa 600 m³/s (portata di magra relativa rilevata all'idrometro installato in prossimità dell'opera di presa della Centrale).

I risultati delle misure effettuate mostrano un incremento termico di circa 0,3 °C sull'intera sezione e di circa 0,1 °C su metà sezione. Tali valori sono di molto inferiori ai limiti normativi fissati dal D. Lgs No. 152/06 (3 °C sull'intera sezione ed 1 °C sulla metà di essa).

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO TERMICO DELLE ACQUE DI RAFFREDDAMENTO DEL CICLO TERMICO SUL FIUME PO

Al fine di valutare l'impatto dello scarico delle acque di raffreddamento della Centrale nel Fiume Po, sono state condotte simulazioni numeriche previsionali che hanno consentito di valutare gli effetti ambientali derivanti dall'esercizio della Centrale, anche in assetto di post-combustione.

I valori numerici ottenuti sono stati confermati da misure condotte nel corso del 2004 (con centrale in assetto convenzionale) e nel 2006, con centrale nell'assetto esistente.



Il presente paragrafo è quindi strutturato come segue:

- descrizione del codice di calcolo;
- geometria dei corpi idrici;
- taratura del modello;
- simulazioni effettuate;
- risultati delle simulazioni;
- risultati delle misure effettuate nel corso del 2006.

Descrizione del Codice di Calcolo

Il codice di calcolo CORMIX, utilizzato per le analisi di dispersione termica nel Fiume Po, è in grado di determinare:

- la geometria del pennacchio;
- la diluizione e la temperatura lungo la linea mediana del pennacchio stesso:
 - nella zona di miscelamento iniziale del getto (campo vicino),
 - a grandi distanze dallo scarico (campo lontano).

In generale il modello consente:

- la simulazione in condizioni ambientali diversificate;
- di effettuare simulazioni con diverse configurazioni dello scarico e in diverse condizioni operative.

In particolare è stato utilizzato il sottosistema CORMIX 3, che consente di modellare scarichi superficiali provenienti da un canale o da un tubo posto in prossimità della superficie.

Il modello si basa sulle seguenti ipotesi:

- il flusso immesso nella corrente idrica non interferisce in alcun modo con il campo di moto;
- il trasporto avviene sia per moto convettivo che per effetto della dispersione turbolenta e della diffusione molecolare;
- in corrispondenza delle immissioni si verifica una miscelazione totale e istantanea delle diverse sostanze trasportate lungo il corso d'acqua, lungo il quale si considerano costanti la geometria della sezione, la pendenza e la portata.

La seconda ipotesi si basa sull'osservazione che nei canali in cui esiste un moto medio dell'acqua risultano predominanti i fenomeni convettivi rispetto ai rimanenti due, mentre la terza ipotesi è quella comunemente adottata in tutti i modelli esistenti.

Con il modello utilizzato, i processi tenuti in considerazione sono i seguenti:

- trasporto convettivo, indotto dal moto medio del fluido ambiente;
- trasporto dispersivo, causato dall'agitazione turbolenta del fluido ambiente;
- trasporto diffusivo, determinato dai gradienti di concentrazione esistenti lungo i canali.



Il modello matematico è di tipo lagrangiano ed è basato su una serie di equazioni di tipo diffusivo-convettivo, ciascuna capace di descrivere le modalità con cui avviene il trasporto unidirezionale di una generica sostanza.

I dati in input possono essere suddivisi in:

dati relativi al corpo recettore:

- profondità media,
- profondità dello scarico,
- portata,
- presenza di sponde,
- coefficiente di Manning,
- velocità del vento,
- temperatura o densità,
- stratificazione;

descrizione dello scarico:

- tipologia di scarico (a filo con le sponde, sporgente o parallelo al flusso),
- identificazione della sponda più vicina (destra o sinistra),
- larghezza e profondità del canale di scarico,
- profondità del corpo recettore nel punto dello scarico,
- inclinazione del fondo,
- angolo tra la direzione del flusso di scarico e quella del corpo recettore,
- portata dello scarico,
- temperatura o densità dell'effluente,
- gradiente di temperature tra lo scarico e l'ambiente.

Geometria dei Corpi Idrici

Le informazioni relative alla geometria del canale di scarico sono state ricavate dai disegni di progetto, quelle relative alla morfologia del Fiume Po sono state ricavate da carte topografiche e da precedenti campagne condotte in sito; tutte le informazioni raccolte sono state verificate nel corso di rilievi speditivi in sito.

Per quanto riguarda la sezione del Fiume Po, in corrispondenza del punto di scarico è da rilevare la presenza di un isolotto che divide in due rami il corso del fiume. Il ramo principale è quello posto dal lato della Centrale ed ha una larghezza compresa tra 100 e 150 m circa. Dopo circa 1 km dal punto di scarico i rami si riuniscono: da questo tratto in avanti la larghezza dell'alveo fluviale è di circa 250 m.

In *Figura 2* sono riportate due sezioni del Fiume Po rilevate nel Luglio 2004. Si può osservare come in prossimità del punto di scarico (sezione 1) l'alveo del fiume presenti una profondità di circa -2,5 m e la forma della sezione risulti approssimativamente rettangolare; più a valle (sezione 2) l'alveo si approfondisce in prossimità della sponda destra, raggiungendo una profondità massima di -6,4 m a 25 m dalla sponda, per poi risalire fino a -1,0 m a 90 m dalla sponda destra. Gli ultimi 40 m della sezione sono caratterizzati da una profondità d'acqua inferiore a 1 m.



Di seguito sono riassunti i parametri considerati nelle analisi.

<i>Parametro</i>	<i>Fiume Po</i>	<i>Canale di Scarico</i>
Larghezza	Fino a 250 m	6,8 m
Profondità allo scarico	4,3 m	4,3 m
Pendenza fondo	0,02%	0,5%
Coeff. di Manning	0,03 m ^{-2/3} s	0,02 m ^{-2/3} s

Si evidenzia che il programma di calcolo considera il corpo recettore quale un alveo fluviale cilindrico a sezione rettangolare; per il calcolo della profondità della sezione si è fatto quindi riferimento alla formula valida per alvei rettangolari infinitamente larghi in moto stazionario.

Taratura del Modello

Nel Luglio 2004 è stata condotta da CESI una campagna di misura della temperatura delle acque del Fiume Po a monte e a valle della Centrale di Piacenza, al fine di valutare l'impatto termico prodotto dallo scarico termico della Centrale (CESI, 2004).

Sono state prese in considerazione tre differenti sezioni:

- una sezione fredda, ubicata a monte del punto di prelievo delle acque a servizio della Centrale, avente larghezza di circa 220 m;
- una sezione calda situata immediatamente a valle del punto di rilascio delle acque di raffreddamento ("sezione calda 1"); tale sezione presenta una larghezza di circa 140 m;
- una seconda sezione, situata a circa 300 m a valle dal punto di scarico ("sezione calda 2"), di larghezza pari a 130 m.

In *Figura 2* è riportata la variazione termica rilevata in corrispondenza delle sue sezioni a valle della Centrale, nonché l'ubicazione delle due sezioni monitorate; dall'analisi della Figura si osserva che:

- nella sezione calda immediatamente a valle dello scarico (sezione calda 1), la variazione termica prodotta risulta confinata in corrispondenza della sponda destra dell'alveo del Po. Entro i primi 15 m dalla sponda la sezione risente in modo più significativo dello scarico termico, in particolare nei primi 2 m della colonna d'acqua. Nei successivi 20 m (da 15 m a 35 m dalla sponda) l'influenza dello scarico è minima, con valori di incremento di temperatura ovunque inferiori a 0,5 °C. Oltre i 35 m dalla sponda la sezione è indisturbata;
- nella "sezione calda 2" si assiste ad una distribuzione del calore in una sezione più ampia del fiume, di larghezza pari a circa 20 m, caratterizzata da profondità maggiori del corso d'acqua (oltre 6 m). La parte superficiale è più calda, ma tutta la colonna registra un rialzo termico. A distanza maggiori di 30 m dalla sponda la sezione si presenta pressoché indisturbata, con incrementi termici di circa 0,1 °C. Da rilevare, presso la sponda opposta, caratterizzata da basse profondità, un leggero riscaldamento dello strato superficiale presumibilmente dovuto all'insolazione.



Sulla base dei risultati della campagna che è stata condotta in sito sono state effettuate alcune analisi modellistiche per valutare l'affidabilità del modello.

I parametri utilizzati nelle analisi sono i seguenti.

<i>Parametro</i>	<i>Fiume Po</i>	<i>Canale di Scarico</i>
Larghezza	70 m	6,8 m
Portata	600 m ³ /s	20 m ³ /s
Temperatura	24,3 °C	33,3 °C

I risultati della simulazione sono sintetizzati nella seguente tabella e confrontati con le misure effettuate in sito (sezione posta 300 m a valle del punto di scarico).

<i>Parametro</i>	<i>Simulazioni</i>	<i>Rilievi in Sito</i>
Larghezza del Pennacchio	28 m	27,5 m ($\Delta T > 0,5^\circ\text{C}$) 32,5 m ($\Delta T > 0,2^\circ\text{C}$)
Profondità Pennacchio	2,2 m	2,5 m ($\Delta T > 1^\circ\text{C}$) 6 m ($\Delta T > 0,5^\circ\text{C}$)
Delta T Massimo	1,52 °C	1,5 °C

Dall'esame della tabella si può rilevare come i risultati della simulazione costituiscano un'ottima rappresentazione del fenomeno.

Simulazioni Effettuate e Dati di Input

Al fine di valutare l'impatto sul Fiume Po sono stati considerati due assetti di esercizio:

- assetto senza post-combustione;
- assetto con post-combustione.

Le simulazioni sono state condotte con riferimento alle condizioni di massimo carico della Centrale, sintetizzate nella seguente tabella.

Condizione di Esercizio	MWt dissipati in corpo idrico	Q canale [m³/s]	T acqua canale [C°]
Assetto senza post-combustione	480,4	11,1	34,6
Assetto con post-combustione	562,8	11,1	36,4

Gli altri parametri utilizzati nelle analisi sono i seguenti.



<i>Parametro</i>	<i>Fiume Po</i>
Larghezza	70 m (entro i 1000 m dallo scarico) 250 m (oltre i 1000 m dal punto di scarico)
Portata	500 m ³ /s
Profondità media	4,3 m
Temperatura	24,3 °C

Si noti che in corrispondenza della Centrale l'alveo del Fiume Po è caratterizzato da una larghezza ridotta, a causa della ramificazione dovuta alla presenza dell'isolotto. Più a valle il fiume è invece caratterizzato da una larghezza sostanzialmente costante, pari a circa 250 m.

Risultati delle Simulazioni

I risultati delle simulazioni sono riportati nelle *Figure 3 e 4*, con riferimento all'assetto senza post-combustione e all'assetto con post-combustione. In tali figure sono riportati:

- l'andamento del gradiente termico lungo la mediana del pennacchio;
- l'ampiezza del pennacchio;
- la profondità del pennacchio.

In *Figura 5* sono inoltre presentati gli andamenti dei pennacchi termici lungo il corso del Fiume Po nei due assetti considerati.

Assetto senza Post-combustione

Nell'attuale assetto di Centrale il pennacchio termico, a valle della sezione di sbocco, occupa una minima parte dell'alveo del Fiume Po, interessando meno di 30 m della sezione fluviale fino a quasi 1 km circa dallo scarico. A 1,5 km la larghezza interessata si amplia fino a circa 110 m, quando l'incremento di temperatura lungo la mediana del pennacchio è di 0,36 °C, per occupare completamente la sezione a circa 2,5 km di distanza dal punto di scarico, con un incremento termico inferiore a 0,3 °C.

Si rileva inoltre che il pennacchio termico, nel tratto iniziale, occupa la parte più superficiale del corpo idrico, mentre quella più prossima al fondo rimane sostanzialmente indisturbata; successivamente, la stratificazione si annulla e l'aumento di temperatura interessa il fiume in tutta la sua profondità.

La verifica del rispetto dei limiti normativi è sintetizzato nella seguente tabella.

<i>Parametro</i>	<i>Assetto senza Post-Comb.</i>	<i>Limiti di Legge</i>
Incremento Termico sull'intera sezione	0,22	3 °C
Incremento Termico Massimo sul 50% della sezione	0,35	1 °C



Assetto in Post-Combustione

Le simulazioni relative all'assetto in post-combustione sono riportate in *Figura 4*. I risultati di tale simulazione devono essere confrontati con quelli riportati in *Figura 5*, relativi all'assetto senza post-combustione.

Come si rileva dall'esame della *Figura 5*, il pennacchio termico nei due assetti presenta un andamento molto simile, con riferimento sia alla larghezza sia alla profondità della sezione interessata dai processi di scambio termico.

La verifica del rispetto dei limiti normativi e il confronto con l'assetto senza post-combustione sono sintetizzati nella seguente tabella.

<i>Parametro</i>	<i>Assetto senza Post-Comb.</i>	<i>Assetto con Post-Comb.</i>	<i>Limiti di Legge</i>
Incremento Termico sull'intera sezione	0,22	0,26	3 °C
Incremento Termico Massimo sul 50% della sezione	0,35	0,36	1 °C

L'esame della tabella consente le seguenti valutazioni:

- sono ampiamente rispettati i limiti di legge;
- la nuova configurazione proposta presenta variazioni minime rispetto all'attuale configurazione, stimabili come segue:
 - + 0,04 °C sull'intera sezione,
 - + 0,01 °C sul 50 % della sezione.

RISULTATI DELLE MISURE

Il giorno 23 Luglio 2006 sono state effettuate di verifica, in corrispondenza ad un periodo di magra del Fiume (portata 454 m³/s) e di esercizio prossimo alla massima potenza delle Centrale (711 MW). Si ricordi che le simulazioni sono state effettuate assumendo una portata di 500 m³/s. I risultati delle misure sono integralmente riportati in allegato. Sono nel seguito sintetizzati i risultati relativi alla "Sezione Calda 2", posta 300 metri a valle dello scarico termico. La Sezione coincide con quelle presso la quale sono già state effettuate le misure nel corso del 2004 e utilizzate per la taratura del modello.

L'incremento massimo di temperatura risulta di 0,6°C, mentre l'incremento medio sul 50% della sezione (sezione fredda) è di 0,12°C. I limiti di legge sono quindi ampiamente rispettati, essendo essi pari a 3 e 1° C, rispettivamente. I valori sembrano inoltre essere inferiori a quanto previsto dal modello di calcolo realizzato ai fini del procedimento VIA in corso (per l'autorizzazione alla post combustione svincolata dal teleriscaldamento), tenendo conto delle leggere differenze tra condizioni simulate quelle che si sono verificate il 23 Luglio, durante le misure.

