

Cliente Edipower SpA - Centrale Termoelettrica di Piacenza

Oggetto CENTRALE TERMOELETTRICA EDIPOWER DI PIACENZA
Valutazione dell'incremento termico indotto nel fiume Po dallo scarico delle acque di raffreddamento della centrale
13 luglio 2006

Ordine ordine n. 4000016950FE del 29/03/06 (L45160S)

Note Rev. 0

PUBBLICATO A6019306 (PAD - 837276)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 18 **N. pagine fuori testo** 0

Data 03/08/2006

Elaborato Pastori Sergio (CESI-AMB)
A6019306 3812 AUT

Verificato Granata Tommaso (CESI-AMB)
A6019306 3764 VER

Approvato Granata Tommaso (CESI-AMB)
A6019306 3764 APP

Mod. RAPP v. 01

Indice

1	SINTESI	3
2	METODOLOGIA DI ESECUZIONE DEI RILIEVI TERMICI A FIUME	3
2.1	Analisi della legislazione vigente	3
2.2	Determinazione della temperatura media della sezione	3
2.3	Individuazione delle sezioni di misura	4
2.4	Metodologia di misura.....	4
3	RISULTATI DELLE MISURE	5
4	CONCLUSIONI	5
5	FIGURE	6
6	APPENDICE.....	9

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	03/08/06	A6019306	Prima emissione

1 SINTESI

Edipower SpA - Centrale Termoelettrica di Piacenza, ha richiesto a CESI - Laboratorio di Piacenza di eseguire una verifica del rispetto dei limiti di legge dello scarico termico in Po delle acque di raffreddamento dei condensatori della centrale, in condizioni di portata di magra estiva del fiume Po e di elevato carico dei gruppi dell'impianto.

La verifica del rispetto dei limiti di legge (DL 152/06) relativi agli scarichi termici in corsi d'acqua naturali richiede che vengano eseguite, in alcune sezioni fluviali, misure puntuali di temperatura tali da consentire la stima dell'incremento termico medio dell'intera sezione e della metà sezione "più fredda" rispetto a una sezione di riferimento a monte dello scarico.

Il giorno 13 luglio 2006 sono state eseguite le richieste misure di caratterizzazione della perturbazione termica.

Nel presente rapporto vengono riportati, dopo una breve descrizione del sito e delle condizioni di misura, i risultati dettagliati dell'indagine e delle successive elaborazioni eseguite.

2 METODOLOGIA DI ESECUZIONE DEI RILIEVI TERMICI A FIUME

2.1 Analisi della legislazione vigente

In materia di scarichi termici in fiume è vigente il Decreto Legislativo n° 152/06, che, nell'allegato 5 (*Limiti di emissione degli scarichi idrici*), punto 1 (*Scarichi in corpi d'acqua superficiali*), tabella 3 (*Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura*), parametro 2 (*temperatura*), nota 1, recita, tra l'altro:

"Per i corsi d'acqua 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".

2.2 Determinazione della temperatura media della sezione

In una qualunque sezione fluviale a valle dello scarico della Centrale, nota la distribuzione della temperatura in funzione delle coordinate x e y (profondità e distanza dalla riva destra), è possibile calcolare la temperatura media mediante la seguente formula:

$$T_{media} = \frac{1}{A} \int T(x, y) dx dy \quad 1.$$

dove A è l'area della sezione e T(x,y) è la funzione che dà la distribuzione spaziale della temperatura. In pratica la funzione T(x,y) può essere nota solo in un numero finito di punti della sezione in esame e la formula 1. viene approssimata nel seguente modo:

$$T_{media} = \frac{\sum T_i A_i}{\sum A_i} \quad 2.$$

dove T_i sono i valori di temperatura rilevati ai vertici del reticolo di misura, A_i l'area della superficie elementare all'interno della quale si può ritenere costante la temperatura (vedi fig.1).

Per calcolare la temperatura media sulla metà sezione "più fredda", si ordinano le temperature T_i in senso crescente e si esegue il calcolo di

$$T_{media} (50\%) = \frac{\sum_{i=1}^M T_i A_i}{\sum_{i=1}^M A_i} \quad 3.$$

in cui il valore di M è tale che la sommatoria di A_i estesa ai primi M elementi di area risulti pari alla metà dell'area totale della sezione.

Gli incrementi termici medi sono calcolati come differenza tra i valori medi di temperatura nelle sezioni a valle dello scarico ottenuti mediante le formule 2. e 3. e la contemporanea temperatura media della sezione a monte.

2.3 Individuazione delle sezioni di misura

La legislazione vigente richiede che la verifica dei limiti di legge avvenga misurando l'incremento termico tra una qualsiasi sezione a monte e a valle del punto di immissione dello scarico.

Su richiesta del Cliente, per la verifica dell'incremento di temperatura di scarico delle acque di raffreddamento del condensatore della centrale Edipower di Piacenza sono state individuate 3 sezioni di misura:

- una sezione indisturbata (chiamata "*sezione fredda*"), ubicata a monte del canale di scarico della centrale che è quella in cui si può misurare la temperatura naturale del corpo idrico ricettore, non perturbata dallo scarico termico;
- una prima sezione immediatamente a valle dell'immissione in alveo del canale di scarico della centrale (chiamata "*sezione calda 1*");
- una seconda sezione circa 300 m a valle dell'immissione in alveo del canale di scarico della centrale (chiamata "*sezione calda 2*").

In fig.2 è riportata la mappa del sito con indicazione delle due sezioni di misura.

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata secondo la procedura tecnica 700QT00229 "Georeferenziazione assoluta di punti con strumentazione satellitare Trimble", individuando ciascun punto di misura con apparecchiatura GPS differenziale con incertezza sul posizionamento planimetrico migliore di 20 cm.

2.4 Metodologia di misura

Le misure di temperatura sono state eseguite secondo la procedura tecnica 700QT00214 "Misura di temperatura in un punto definito di un corpo idrico superficiale". Per l'indagine in oggetto è stata utilizzata la multisonda Idromar IM 5136, certificata SIT, con un'incertezza migliore di 0.1 °C.

3 RISULTATI DELLE MISURE

Nella giornata dei rilievi (13 luglio 2006) la centrale termoelettrica Edipower di Piacenza ha funzionato con i gruppi in servizio a carico elevato (circa 711 MW_e), scaricando una portata di circa 10 m³/s tramite il canale di scarico; il fiume Po si trovava in condizioni di portata di magra (circa 454 m³/s, rilevata all'idrometro installato in prossimità dell'opera di presa della centrale).

I dati di temperatura relativi ai rilievi termici effettuati sono riportati nel foglio raccolta dati riportato in Appendice al presente rapporto.

In fig.3 è riportato l'andamento dell'incremento termico medio nella sezione di misura in funzione della percentuale di area, calcolato come descritto nel paragrafo 2.2.

Nel seguente prospetto sono riportati i risultati delle misure termiche effettuate:

SEZIONE	T _{media} della sezione [°C]	DT _{100%} [°C] intera sezione	Limite di legge [°C]	DT _{50%} [°C] metà sezione	Limite di legge [°C]
"fredda"	27.72				
"calda 1"		1.80	3	0.17	1
"calda 2"		0.60	3	0.12	1

4 CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati della misura di temperatura eseguita in Po a valle della confluenza con il canale di scarico il giorno 13 luglio 2006, è stato accertato che lo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica Edipower di Piacenza rispetta senz'altro i limiti previsti dal DL 152/06.

In particolare sono risultati rispettati i limiti di 3°C sull'intera sezione e di 1°C sulla metà di essa nelle condizioni indagate di carico dei gruppi, di portata del fiume Po e di portata di scarico delle acque di raffreddamento della centrale.

5 FIGURE

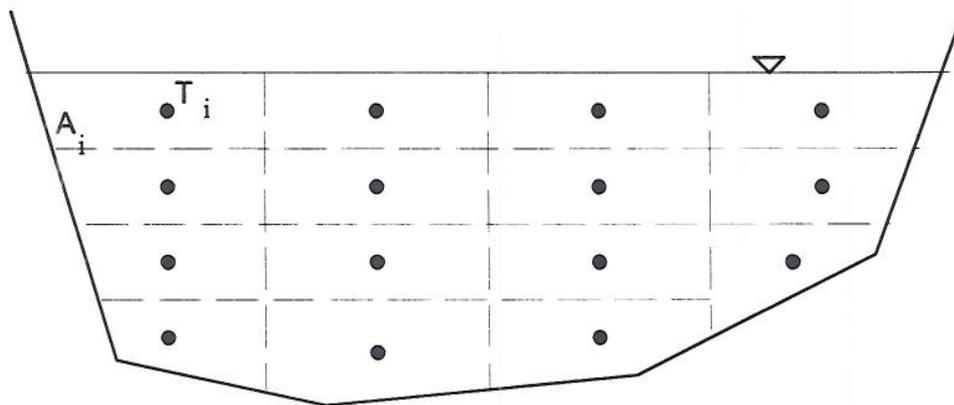


Fig. 1 Schema di una sezione fluviale con reticolo di misura e individuazione delle aree A_i relative a ciascun punto i di misura della temperatura T_i

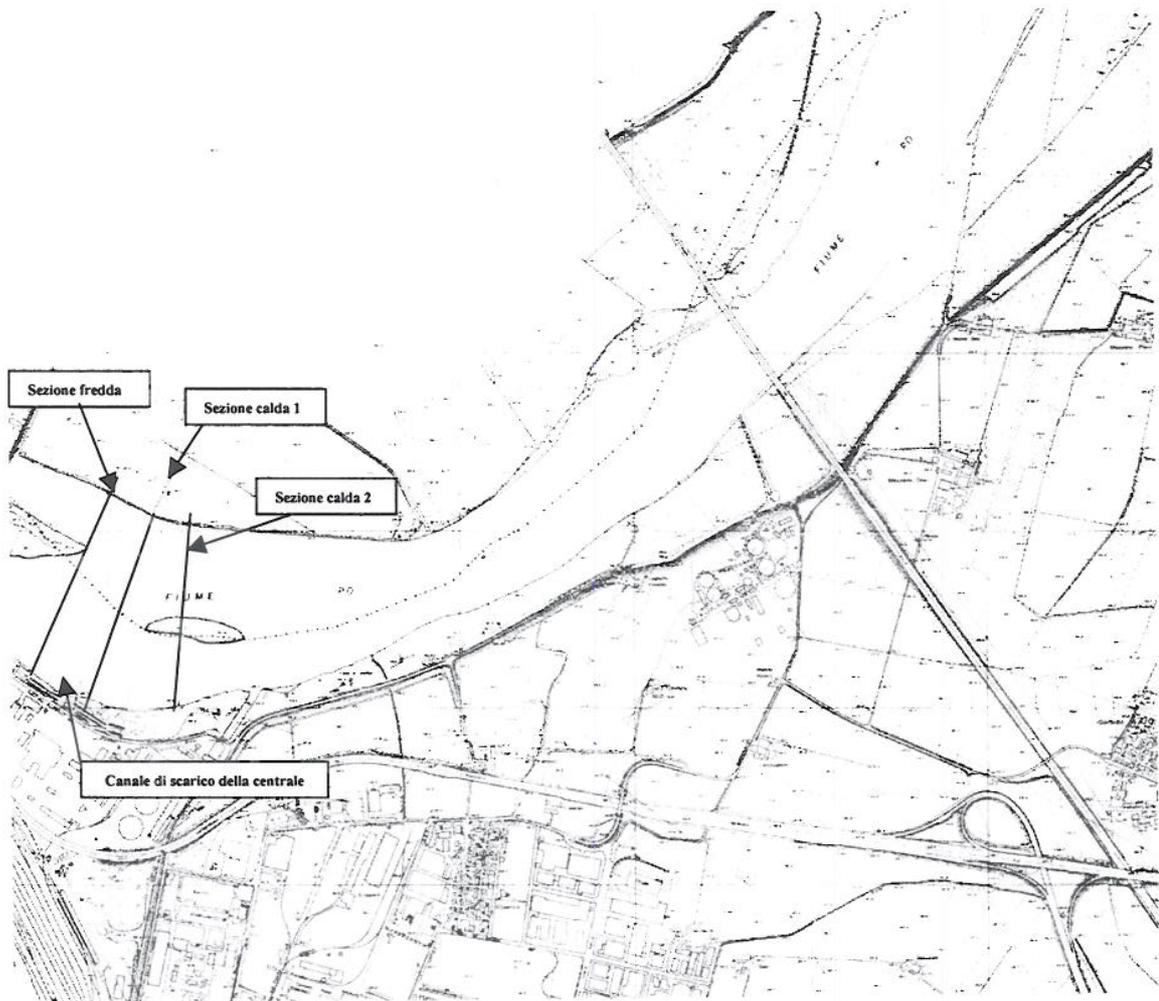
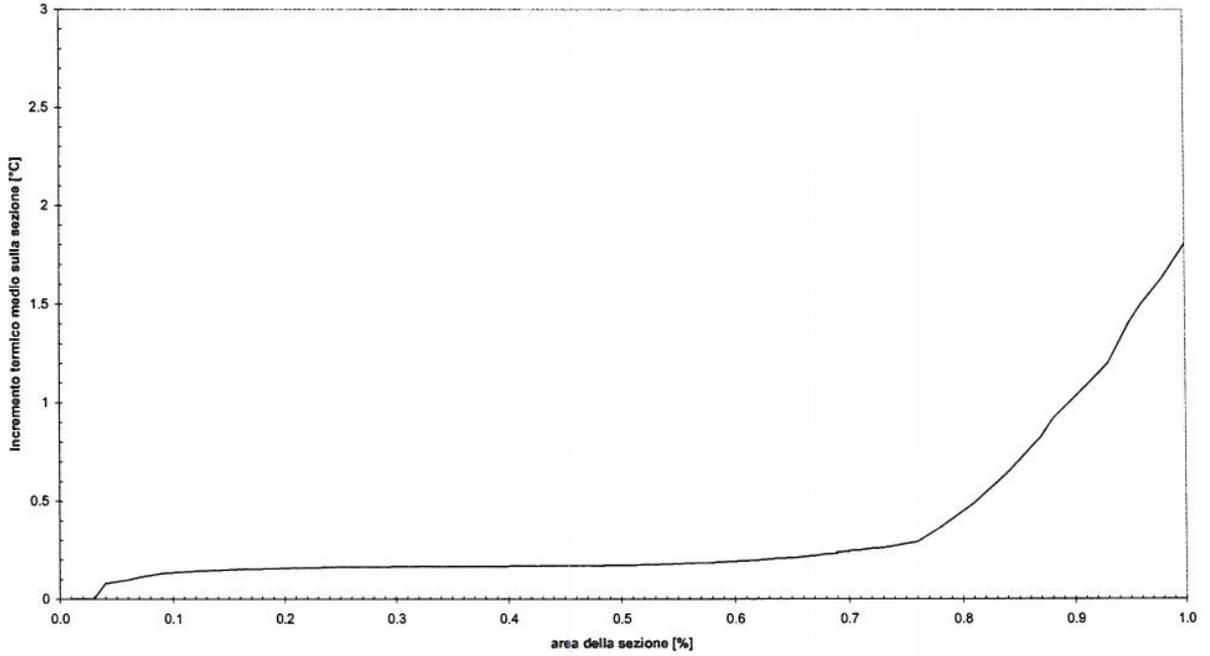


Fig.2 Ubicazione indicativa delle sezioni di misura della campagna di rilievi termici a fiume

Centrale Edipower di Piacenza - misure di temperatura nel fiume Po - 13.7.2006
 sezione immediatamente a valle dell'immissione in alveo del canale di scarico



Centrale Edipower di Piacenza - misure di temperatura nel fiume Po - 13.7.2006
 sezione circa 300 m a valle dell'immissione in alveo del canale di scarico

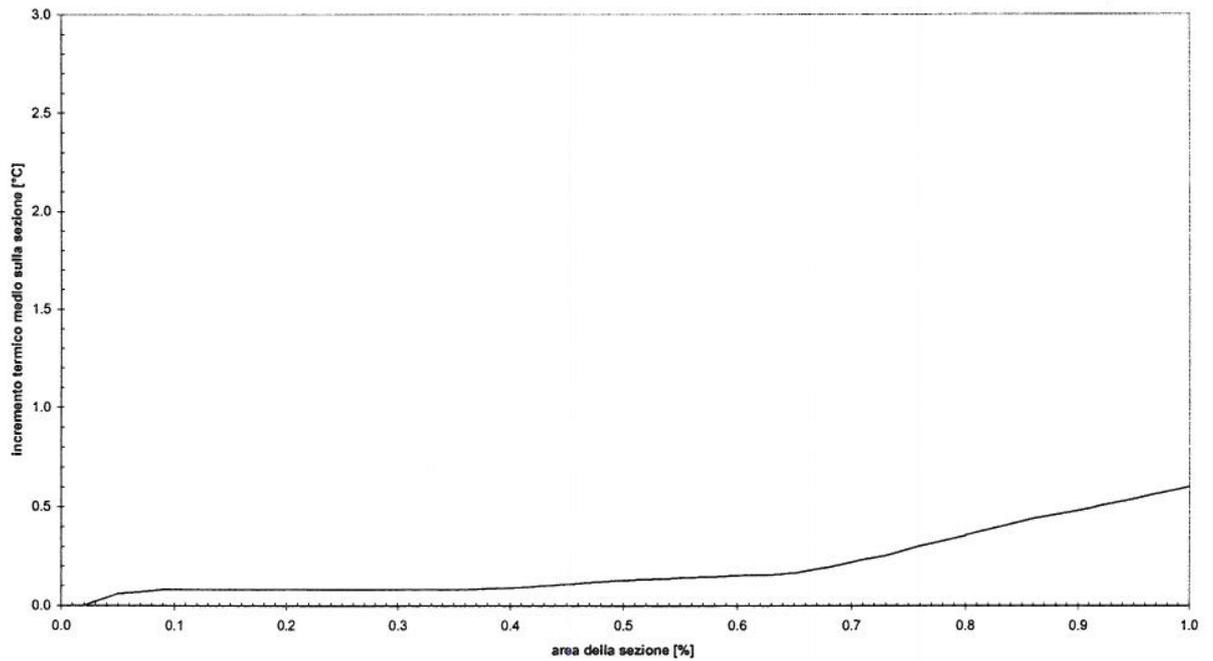


Fig.3 Andamento dell'incremento termico medio nelle sezioni di misura a valle dello scarico delle acque di raffreddamento in funzione della percentuale di area, calcolato come descritto nel paragrafo 2.2

6 APPENDICE

**Foglio Raccolta Dati
delle misure di temperatura eseguite sul fiume Po a Piacenza
in prossimità dello scarico delle acque di raffreddamento
dei condensatori della centrale termoelettrica Edipower
il giorno 13 luglio 2006**

PROCEDURA TECNICA 700QT00214 – frd rev.8, 16.10.00	
MISURA DI TEMPERATURA	
IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE	
(Incertezza di misura $u_c = 0.1^\circ\text{C}$)	
N° commessa	560241
N° prova	1
Luogo di esecuzione dei rilievi	Tratto di fiume Po antistante la centrale termoelettrica Edipower di Piacenza
Data di esecuzione dei rilievi	13.7.06
Stazioni e profondità di misura	riportati nel FRD contenente i risultati della prova
Eventuali dispositivi speciali di sicurezza	<input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI (vedi tabella allegata)
RP	Pastori
IP	Bozzani, Porcari

Idoneità delle condizioni ambientali e di sicurezza SI NO

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	
multisonda	<input type="checkbox"/> Idronaut Ocean Seven 301 - S n° inv. 124320 <input checked="" type="checkbox"/> Idromar IM 5136 n° inv. 123566
IMBARCAZIONE UTILIZZATA	
<input checked="" type="checkbox"/>	gomme Lomac GE 8677 l.f.t. m 4.11
<input type="checkbox"/>	gomme Zodiac GE 8725 l.f.t. m 3.83
<input type="checkbox"/>	gomme Lomac GE 8755 l.f.t. m 2.35
<input type="checkbox"/>	altro

PROCEDURA TECNICA 700QT00214 – frd rev.8, 16.10.00
MISURA DI TEMPERATURA
IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE
 (Incertezza di misura $u_c = 0.1^\circ\text{C}$)

N° commessa	560241	N° prova	1
Luogo di esecuzione dei rilievi	Tratto di fiume Po antistante la centrale termoelettrica Edipower di Piacenza		
Data di esecuzione dei rilievi	13.7.06	tabella n°	1 di 3

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Fredda"	11:35	0	0	-	
		5	0.1	28.0	
			0.5	27.8	
			1.0	27.8	
			2.0	27.8	
			2.5	27.8	
		10	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
			2.5	27.7	
		15	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
			2.5	27.7	
		20	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
			2.5	27.6	
		25	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
		30	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
		35	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
		40	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	
		45	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			2.0	27.7	

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Fredda"		50	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.9	27.7	
		55	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.8	27.7	
		60	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.7	27.7	
		65	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.7	27.7	
		70	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.7	27.7	
		75	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.6	27.7	
		80	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		85	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.5	27.7	
		90	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.5	27.7	
		95	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.6	27.7	
		100	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.5	27.7	
		105	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.5	27.7	

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Fredda"		110	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		115	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		120	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		125	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		130	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		135	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		140	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		145	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		150	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		155	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		160	0.1	27.8	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.4	27.7	
		165	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			1.3	27.7	

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Fredda"		170	0.1	27.7	
			0.5	27.7	
			1.0	27.7	
		175	1.3	27.7	
			0.1	27.7	
			0.5	27.7	
		180	1.0	27.7	
			1.2	27.7	
			0.1	27.7	
		185	0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			0.1	27.7	
		190	0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			0.1	27.7	
		195	0.5	27.7	
			1.0	27.7	
			0.1	27.7	
		200	0.9	27.8	
			0.5	27.8	
			0.1	27.8	
		205	0.5	27.8	
			0.1	27.8	
			0.5	27.8	
		210	0.1	27.8	
			0.5	27.8	
			0.1	27.8	
		215	0.5	27.8	
			0.1	27.8	
			0.5	27.8	
		220	0.1	27.9	
			0.5	27.8	
			0.1	27.8	
		225	0.5	27.8	
			0.1	27.8	
			0.5	27.8	
		230	0.1	27.9	
			0.5	27.9	
			0.1	28.0	
		235	0.1	28.0	
			0.1	28.2	
			0	-	
		240	0.1	28.2	
			0.1	28.2	
			0	-	
		245	0	-	
			0	-	
			0	-	

PROCEDURA TECNICA 700QT00214 – frd rev.8, 16.10.00
MISURA DI TEMPERATURA
IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE
 (Incertezza di misura $u_c = 0.1^\circ\text{C}$)

N° commessa	560241	N° prova	1	
Luogo di esecuzione dei rilievi	Tratto di fiume Po antistante la centrale termoelettrica Edipower di Piacenza			
Data di esecuzione dei rilievi	13.7.06	tabella n°	2	di 7

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note	
"Calda 1"	12:40	0	0	-		
		5	0.1	35.2		
			0.5	34.7		
			1.0	34.1		
			1.5	34.2		
			10	0.1	36.5	
		10	0.5	37.3		
			1.0	36.3		
			2.0	31.8		
			3.0	38.6		
			15	0.1	27.9	
			15	0.5	31.4	
				1.0	31.7	
		2.0		28.6		
		3.0		28.0		
		20		0.1	27.9	
		20	0.5	27.9		
			1.0	27.9		
			2.0	27.9		
			3.0	27.8		
			4	27.85		
			25	0.1	27.9	
			25	0.5	27.9	
		1.0		27.9		
		2.0		27.9		
		2.5		27.9		
		30		0.1	27.9	
		30	0.5	27.9		
			1.0	27.9		
			2.0	27.9		
2.2	27.9					
35	0.1		27.9			
35	0.5	27.9				
	1.0	27.9				
	2.0	27.9				
	2.2	27.9				

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Calda 1"		40	0.1	27.9	
			0.5	27.9	
			1.0	27.9	
			2.0	27.9	
			2.5	27.9	
		45	0.1	28.0	
			0.5	28.0	
			1.0	28.0	
			1.4	28.0	
		50	0.1	28.1	
			0.5	28.1	
			1.0	28.1	
			1.2	28.0	
		55	0.1	28.2	
			0.5	28.2	
			0.8	28.2	
		60	0.1	28.3	
			0.5	28.2	
			0.6	28.2	
		65	0.1	28.5	
			0.4	28.5	
		70	0.1	28.5	
			0.3	28.5	
		75	0.1	28.5	
			0.3	28.5	
		80	0.1	28.5	
			0.3	28.5	
		85	0	-	

PROCEDURA TECNICA 700QT00214 – frd rev.8, 16.10.00
MISURA DI TEMPERATURA
IN PUNTI DEFINITI DI UN CORPO IDRICO SUPERFICIALE
 (Incertezza di misura $u_c = 0.1^\circ\text{C}$)

N° commessa	56024I	N° prova	1	
Luogo di esecuzione dei rilievi	Tratto di fiume Po antistante la centrale termoelettrica Edipower di Piacenza			
Data di esecuzione dei rilievi	13.7.06	tabella n°	3	di 7

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Calda 2"	12:00	0	0.0	-	
		5	0.1	29.1	
			0.5	29.2	
			1.0	29.1	
			2.0	29.2	
			3.0	29.2	
			4.0	28.8	
			4.4	28.6	
		10	0.1	29.1	
			0.5	29.3	
			1.0	29.4	
			2.0	29.5	
			3.0	29.1	
			4.0	29.3	
			5.0	27.9	
		15	6.0	28.4	
			7.0	28.0	
			8.0	27.8	
			9.0	27.8	
			0.1	27.8	
			0.5	27.8	
			1.0	27.8	
		20	2.0	27.8	
			3.0	27.8	
			4.0	27.8	
			5.0	27.8	
			6.0	27.8	
			7.0	27.8	
0.1	27.9				
0.5	27.8				
1.0	27.9				
2.0	27.8				
3.0	27.8				
4.0	27.8				
5.0	27.8				

sezione	ore	distanza da riva DX [m]	profondità misura [m]	temperatura [°C]	note
"Calda 2"		25	0.1	28.0	
			0.5	28.0	
			1.0	28.0	
			2.0	28.0	
			3.0	28.0	
			3.2	27.9	
		30	0.1	28.1	
			0.5	28.0	
			1.0	28.0	
			2.0	28.0	
			3.0	28.0	
		35	0.1	28.0	
			0.5	28.1	
			0.6	28.2	
		40	0.1	29.1	
		45	0.0	-	