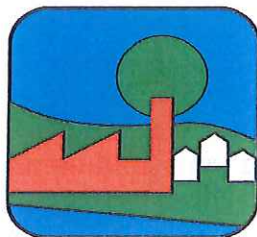


# PARCO REGIONALE VALLE DEL LAMBRO



## PROGETTO ESECUTIVO

### OPERE DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAVO DIOTTI IN COMUNE DI MERONE (CO)

DICEMBRE 2011

UN DIRETTORE TECNICO  
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI  
FIRMA DEL PROGETTISTA  
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI  
CALCOLI IDRAULICI  
Dott. Ing. NOEMI MARIA COLOMBO

	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	N.M. Colombo		
VERIFICA	G.B. Peduzzi		
APPROVAZIONE	G.B. Peduzzi		



AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001:2008  
SINCERT SICIV - SC 06-647/EA 34

20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264  
fax (02) 26681553 - E-Mail: etatec@etatec.it

TITOLO

PIANO DI GESTIONE

Revisioni	N°	Descrizione	Data
	1		
	2		
	3		

Numero elaborato	TIPOLOGIA PE	COMMESSA 365/02	DOCUMENTO ED	NUMERO A.13.00
------------------	-----------------	--------------------	-----------------	-------------------

## **INDICE**

1. PREMESSA.....	1
2. LA REGOLA DI GESTIONE.....	2
2.1 MANOVRA DI APERTURA .....	3
2.2 MANOVRA DI CHIUSURA.....	6
3. CONCLUSIONI .....	8

## PIANO DI GESTIONE

### 1. PREMESSA

In data 18 marzo 2009, presso la sede del Parco Valle del Lambro (via Vittorio Veneto, 19, Triuggio MI), è stato affidato al Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi l'incarico per la progettazione definitiva, esecutiva e alla direzione lavori delle "Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti". Il progetto definitivo è stato consegnato nel luglio 2009, esaminato dagli enti competenti che hanno espresso i propri pareri e prescrizioni in sede di Conferenza dei Servizi, tenutasi presso il palazzo della Regione Lombardia il 31 marzo 2011.

Nell'ambito della progettazione esecutiva della ristrutturazione delle opere idrauliche del Cavo Diotti, in comune di Merone si procede alla predisposizione di un sistema di monitoraggio (A.03.02 relazione opere telecontrollo). Il nuovo sistema permetterà di controllare i parametri di primario interesse (portate e livelli) in punti strategici, al fine di operare una gestione efficiente delle nuove chiuse del Cavo.

Il sistema di monitoraggio permetterà l'automatizzazione delle manovre delle paratoie in funzione dei livelli di monte e valle, volta all'ottimizzazione dei fenomeni di laminazione che già naturalmente si realizzano nel lago di Pusiano.

Il presente elaborato "Piano di gestione" espone la regola di gestione del Cavo Diotti in caso di preannuncio di un evento di piena.

## 2. LA REGOLA DI GESTIONE

La regolazione delle chiuse avverrà in funzione delle risultanze del modello di previsione installato presso la Sala Operativa della Protezione Civile della Regione Lombardia, con lo scopo di presentare il livello del lago a quota 259,15 m s.m. in occasione di preannuncio di eventi critici per il bacino. Il sistema di derivazione dal lago di Pusiano è costituito attualmente da due luci affiancate di dimensione 220x70 cm che verranno ampliate a dimensione 220x200 cm in occasione dei lavori in oggetto poste a quota 256,84 m s.m. pari al fondo del tratto tombato.

Le due luci non saranno munite di paratoie come nell'attuale configurazione, ma saranno indirettamente influenzate dall'apertura/chiusura delle paratoie previste alla sezione di imbocco del tombotto. La scelta dello spostamento delle paratoie discende dalla necessità di impedire l'aggiramento delle chiuse in tempo di piena.

La graduale chiusura della coppia di paratoie piane consentirà di ridurre progressivamente l'orifizio del tombotto fino alla totale chiusura. Tale configurazione sarà normale nei periodi in cui non vi sia previsione di precipitazione intensa e il deflusso dal lago avvenga tramite l'emissario naturale.

È prevista la predisposizione di gargami per l'installazione di panconi sia a monte di ciascuna delle due luci sia nel tratto compreso tra le chiuse e l'inizio del tratto tombato, che potranno essere posizionati solo per esigenze manutentive.

In dettaglio la luce di derivazione sarà normalmente chiusa in caso di insussistenza di preannuncio di precipitazione critica garantendo il regime naturale del lago tramite il suo emissario non regolato.

In tale situazione l'invaso e lo svaso del lago avverrà senza interferenze di derivazione.

In occasione di preannuncio di precipitazione critica con potenziale incremento oltre la soglia del livello del lago, le due paratoie piane, predisposte per un funzionamento a scalini di portata defluente ( $2 \text{ m}^3/\text{s}$  ogni 10 minuti), si apriranno di un primo scatto, incrementando conseguentemente le rispettive luci di una quantità predefinita. La manovra sarà ripetuta sino a raggiungere il valore di deflusso richiesto per garantire il livello del lago a quota 259,15 m s.m. ad inizio evento. La movimentazione delle due paratoie non avverrà in contemporanea ma in sequenza. In sostanza si procederà con la manovra di una delle due paratoie sino ad eventuale completa apertura e quindi con la seconda.

Tale procedura sarà eseguita, come detto, in fase di pre-evento.

Durante l'evento, con livello del lago presumibilmente crescente per effetto delle portate in ingresso, si attuerà una manovra inversa di progressiva chiusura a successivi scatti, una paratoia per volta, al fine di mantenere la portata alla sezione del ponte di Stallo (complessiva del deflusso nel ramo naturale e nel cavo Diotti) massima di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  o inferiore nel caso a valle l'alveo sia sovraccaricato da altri apporti.

Eccezionalmente, previa verifica del colmo di piena in arrivo dal torrente Bevera di Molteno, la manovra di chiusura sarà attuata fino ad arrivare alla massima chiusura prevista (98% dell'area totale di efflusso) al fine di evitare la sovrapposizione dei colmi di piena anche con livello del lago a quota inferiore alla massima di 261,50 m s.m..

A sovrapposizione evitata la procedura eventuale di riapertura delle luci seguirà le regole già dettate in caso di preannuncio di piena fino al massimo complessivo di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il sistema di movimentazione degli organi meccanici sarà realizzato in modo che l'automatismo delle due paratoie piane agisca solo per la chiusura e non per l'apertura delle paratoie stesse. L'operazione di apertura potrà avvenire solo mediante conferma manuale di comando, controllato dal responsabile della gestione previa comunicazione di procedura dalla Sala Operativa della Protezione Civile. In questo modo si eliminerà il rischio di una brusca apertura accidentale delle luci di scarico dovuta al malfunzionamento del sistema automatico di controllo ed il conseguente rischio di anomale onde di piena verso valle.

Il livello del lago di Pusiano al di sopra di quota 259,15 m s.m. comporta comunque il deflusso tramite l'emissario naturale non controllato assicurando pertanto l'impossibilità di accidentale innalzamento del livello stesso rispetto alla situazione attuale senza derivazione e quindi con le medesime condizioni attuali.

## **2.1 MANOVRA DI APERTURA**

Come detto l'inizio della procedura di gestione della derivazione avviene sulla base del preannuncio di precipitazione intensa a 5-7 giorni.

Lo stato normale delle paratoie è quindi quello di luci chiuse e deflusso regolato dalla scala di deflusso dall'emissario naturale, salvo integrazione di minimo dal cavo Diotti.

Allo scopo di ottenere la massima affidabilità da parte del sistema di derivazione, si è previsto che la chiusura delle paratoie avvenga automaticamente, mentre l'apertura possa essere effettuata solo mediante una conferma manuale ad opera del gestore del sistema. In tal modo infatti, è stato eliminato ogni rischio di apertura involontaria delle paratoie.

Nelle condizioni di normale esercizio, al preavviso di precipitazione intensa a 5-7 giorni,

l'abbassamento del livello del lago alla quota di riferimento di 259,15 m s.m. sarà quindi affidato alle due luci che, a seguito della manovra di chiusura, risulteranno ad inizio del transitorio aperte di circa soli 5 cm. Conseguentemente l'abbassamento del livello del lago avverrà sia tramite l'emissario naturale, con portate decrescenti in funzione dell'andamento del livello d'acqua, sia tramite il cavo Diotti, con portate prima crescenti al fine di giungere alla portata di riferimento e quindi regolate dalla misura di deflusso complessivo al ponte in località Stallo di Merone.

Le due paratoie piane, quindi, verranno totalmente aperte mediante una manovra, da attivare sulla base del protocollo prestabilito a seguito di preannuncio di evento meteorico intenso.

Detta manovra di apertura delle paratoie potrà avvenire, come si è detto, solo a seguito di un consenso manuale gestito direttamente dall'operatore.

Naturalmente la sequenza di apertura delle paratoie, potrà avere inizio solo se le condizioni del lago e del fiume Lambro a valle consentiranno di incrementare i valori di portata allo scarico senza che detti valori superino il limite di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  alla sezione del ponte della località Stallo di Merone.

Di fatto la limitazione del deflusso massimo a valle comporta, sulla base della scala di deflusso dell'emissario naturale, l'esclusione di derivazione di portata dal cavo Diotti con livello del lago superiore alla quota 262,60 m s.m.. Con tale livello infatti già dall'emissario naturale viene convogliata a valle una portata di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Analogamente la manovra di apertura potrà essere inibita in caso di portata a valle superiore alla portata compatibile con l'alveo del fiume Lambro e previsione di sovrapposizione dei colmi di piena. Il modello di previsione e gestione implementato presso la Sala Operativa della Protezione Civile infatti è in grado di fornire con continuità lungo il fiume Lambro sublacuale, i livelli e le portate attese e conseguentemente le indicazioni in merito al grado di saturazione dell'alveo.

Si riporta in dettaglio nel seguito la regola di apertura delle paratoie in funzione del livello registrato nel lago di Pusiano secondo le seguenti ipotesi:

- la sequenza di apertura potrà essere attivata solo quando il livello dell'invaso sarà compreso tra quota 259,15 m s.m. e quota 261,50 m s.m.;
- la sequenza di apertura potrà essere attivata solo in caso di preannuncio di evento meteorico intenso ovvero durante l'evento meteorico in caso di precipitazione imprevista;
- potrà essere azionata l'apertura di una sola paratoia per volta; la seconda paratoia

- potrà venire azionata solo quando la prima sarà completamente aperta;
- la sequenza di apertura verrà automaticamente interrotta se due registrazioni successive della portata nella sezione di controllo di Stallo di Merone dovessero dare portata superiore del 10% al valore guida di  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ; in questo caso sarebbe automaticamente re-inserita la sequenza di chiusura con il controllo della portata sino a stabilizzare la lettura a valori inferiori a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- tramite un apposita chiave d'accesso sarà possibile escludere il sistema di controllo sulla sequenza d'apertura, per consentire la movimentazione "manuale" delle paratoie per motivi di manutenzione o di emergenza.

Le luci regolate dalle paratoie sono state schematizzate come delle luci a spigolo vivo con formazione a valle di una sezione contratta. Il calcolo della portata defluita attraverso le suddette luci è presentato nel relativo atto (A.02.01).

La tabella in relazione, in funzione del livello del lago di Pusiano, il grado di apertura delle paratoie consentito per scaricare portate massime pari a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Come si osserva dai risultati per scaricare la portata massima è necessario agire su entrambe le paratoie con apertura completa sino a livelli del lago inferiori a 260,90 m s.m.. Con livello del lago superiore a tale quota una delle paratoie dovrà essere parzializzata in quanto l'emissario naturale fornisce un contributo via via crescente.

L'operatore, quindi, osservata la portata fornita dai misuratori posti in località Stallo di Merone sul fiume Lambro e previa verifica del livello del lago di Pusiano entro l'intervallo di derivazione, potrà agire sul grado di apertura della paratoia tramite un consenso che, ogni volta che verrà fornito al sistema, produrrà l'apertura di un singolo scatto. Quando le paratoie in oggetto saranno completamente aperte, verrà dato al sistema di controllo l'assenso per avviare la normale sequenza di regolazione per il mantenimento della massima portata a Stallo di Merone.

Per il calcolo della velocità della manovra di apertura delle paratoie sono state fatte le seguenti ipotesi:

- gli scatti di chiusura delle due paratoie dovranno avvenire in contemporanea;
- la portata scaricata durante la fase di chiusura delle paratoie non dovrà mai essere superiore a  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si è previsto che la registrazione della portata avvenga ad intervalli di 5 minuti, sulla base della media delle misurazioni degli ultimi 3 minuti di ogni intervallo.

Detto processo è necessario per consentire che, dopo ogni movimento delle paratoie, il profilo

di corrente a valle delle paratoie stesse ritorni ad essere sufficientemente stabile per eseguire un nuovo ciclo di misura.

La movimentazione delle paratoie dovrà avvenire, per scatti successivi.

## 2.2 MANOVRA DI CHIUSURA

La manovra di chiusura delle paratoie piane di derivazione dal cavo Diotti avverrà in modo completamente automatico, sulla base delle indicazioni fornite al sistema di controllo da una coppia di strumenti (misura di portata a sistema radar e misura di livello ad ultrasuoni) posti alla sezione del ponte di località Stallo di Merone.

La progressiva chiusura delle paratoie, infatti, dovrà consentire, indipendentemente dai livelli del lago di Pusiano, di mantenere la portata defluente nel fiume Lambro pari al massimo a 30 m<sup>3</sup>/s. Tale valore di portata, naturalmente, potrà essere mantenuto solo fino a quando il livello del lago di Pusiano sarà inferiore alla quota di 262,60 m s.m. prima citata; oltre tale quota, infatti, la portata complessivamente scaricata sarà data dalla somma della portata defluita attraverso le luci di fondo e della portata smaltita dall'emissario naturale non regolato. Con livelli superiori a tale soglia del lago di Pusiano l'emissario naturale non regolato da solo è in grado di far defluire tale portata.

Il livello del lago di Pusiano, in corrispondenza del quale dovrà avere inizio la manovra di chiusura, è stato calcolato, sulla base della scala delle portate dell'emissario naturale e del cavo Diotti, pari a 262,60 m s.m. in caso di lago in crescita. In caso di livello del lago in calo viceversa si ricade nella manovra di apertura di cui al precedente capitolo.

Poiché la reale scala di deflusso del fiume Lambro potrà essere effettivamente valutata solo in fase di collaudo dell'opera, detto valore potrà, in tale sede, essere modificato, nel caso se ne riscontrasse la necessità.

La misura della portata defluente sarà affidata allo strumento descritto in precedenza: una misura di livello ad ultrasuoni tarata sulla scala delle portate nota.

Per il calcolo della velocità della manovra di chiusura delle paratoie sono state fatte le seguenti ipotesi:

- gli scatti di chiusura delle due paratoie dovranno avvenire in contemporanea;
- la portata scaricata durante la fase di chiusura delle paratoie non dovrà mai essere superiore a 30 m<sup>3</sup>/s.

Si è previsto che la registrazione della portata avvenga ad intervalli di 5 minuti, sulla base della media delle misurazioni degli ultimi 3 minuti di ogni intervallo.



Detto processo è necessario per consentire che, dopo ogni movimento delle paratoie, il profilo di corrente a valle delle paratoie stesse ritorni ad essere sufficientemente stabile per eseguire un nuovo ciclo di misura.

La movimentazione delle paratoie dovrà avvenire, per scatti successivi, secondo la seguente procedura:

- il primo scatto di chiusura comporterà una riduzione immediata del 25% dell'apertura delle luci (altezza residua 1.50 metri);
- ad ogni ulteriore scatto corrisponderà un decremento dell'altezza della luce al di sotto delle paratoie di 5 cm, corrispondente ad un decremento dell'area di passaggio, per ogni paratoia, di 0.25 m<sup>2</sup>.

Nell'ipotesi che ogni 5 minuti, ovvero in corrispondenza di ogni intervallo di registrazione del livello idrico, si produca la chiusura di uno scatto delle paratoie (massima velocità di chiusura), l'intera sequenza di chiusura potrà avvenire in un tempo minimo di:

$$T = ((1.50) / 0.05) \times 5 + 5 = 155 \text{ minuti} \cong 2 \text{ ore e } 30 \text{ minuti}$$

### 3. CONCLUSIONI

In conclusione si è descritto una proposta di gestione finalizzata all'ottimizzazione dei fenomeni di laminazione che naturalmente sono esercitati dal lago sull'onda in ingresso. La massimizzazione degli effetti avviene attraverso il preventivo abbassamento del livello del lago mediante manovra di apertura delle chiuse: la manovra di sollevamento delle paratoie è un'operazione manuale che ritrova le proprie cause in preavvisi di eventi importanti.

A seguito dell'inizio dell'evento, in funzione delle portate in loc. Stallo che non devono mai superare i  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  (portata compatibile con il sistema di valle), si avvia automaticamente la manovra di chiusura della derivazione: l'unica via d'uscita del lago rimane in conclusione il ramo naturale.

Inoltre, la regola di gestione, non può prescindere dalla strumentazione di TLC e rilievo di portate e livelli, installati in loco e che permettono un controllo a distanza dei parametri idraulici assunti al nodo.

Milano, dicembre 2011

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

HA COLLABORATO:

Ing. Noemi Maria Colombo