



**Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana**

via Nino Dall'Oro 4 - 26900 LODI tel. 0371 - 420189 r.a. fax 0371 - 50393  
email: cmuzza@muzza.it

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE E  
MANUTENZIONE DELLA ROGGIA REGINA CODOGNA  
E DEI CANALI AFFERENTI E INTERFERITI NEI COMUNI  
DI: LODI - CORNEGLIANO LAUDENSE - SAN MARTINO  
IN STRADA - MASSALENGO - CAVENAGO D'ADDA -  
IN PROVINCIA DI LODI – LOTTO 1**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA  
IDROLOGICO - IDRAULICA**

Edizione  
Luglio 2018

Il Responsabile del Procedimento  
*Dott. Ing. Marco Chiesa*

I Progettisti  
*Geom. Ernesto Davidi Dott. Ing. Andrea Mazzi*

Il comprensorio del Consorzio Muzza si sviluppa per più di 75.000 ettari nella pianura lombarda, in quella porzione di territorio racchiusa tra i fiumi Lambro (a ovest) Adda (a est) ed il Po (a sud): presenta aspetti idrologici ed idraulici che per densità idraulica, morfologia della rete e capillarità della distribuzione idrica, sono connotati da caratteristiche particolari, forse uniche. Caratterizzante è la netta separazione altimetrica tra la parte “alta” del territorio e la parte “bassa” costituita dalla valle del Po, distinte da una differenza media in quota di circa 10 metri.

Il Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana gestisce questo territorio, in applicazione alla Legge Regionale n° 31/2008 provvedendo alla gestione, manutenzione ed esecuzione delle opere pubbliche di bonifica ed in generale al "governo delle acque" e a tutte le relative connessioni che lo stesso comporta.

### L'idrologia territoriale

Il sistema idrico comprensoriale può essere suddiviso, per le diverse caratteristiche di approvvigionamento, adduzione e distribuzione, in due zone corrispondenti alla parte “alta” e “bassa” del territorio, che, come sopra indicato, sono morfologicamente distinte dal “gradone morfologico” delimitante il paleo alveo del fiume Po.

Il bassopiano è il classico territorio di bonifica, di recente costituzione, con la stragrande maggioranza dei terreni che soggiacciono ai livelli di piena o di cosiddetta “morbida” dei fiumi limitrofi, ragione per la quale, per garantirne la sicurezza idraulica, occorre frequentemente azionare gli impianti idrovori dislocati sul territorio, ciascuno dei quali sottende un proprio bacino di drenaggio.

La parte alta del comprensorio, dove si sviluppa il tracciato del canale Regina Codogna, è invece il tipico territorio di antica irrigazione, che utilizza le acque del Canale Muzza e le distribuisce attraverso una fitta rete di canali che sottendono una superficie agraria irrigua particolarmente pregiata di oltre 50.000 ettari. L'esercizio della rete irrigua della parte alta avviene attraverso una rete di canali organizzati in ordine gerarchico che vede, partendo dal canale Muzza, più sottolivelli ordinati in modo decrescente di derivazione (primo, secondo ordine e così via) tutti di competenza consortile, fino al completamento locale,

poderale e interpoderale della distribuzione, che avviene con canali privati aziendali o interaziendali.

La roggia Regina Codogna è un derivatore primario a prevalente funzione irrigua (ma come spiegato nella relazione tecnica generale esplica una importante funzione di drenaggio misto pluviale), con dotazione idrica di 8.180 l/s, sottendente alcune migliaia di ettari di pregiato terreno coltivato nella parte centro-orientale del comprensorio, dove si sviluppa per una lunghezza complessiva di quasi 40 km per poi dividersi in nove diramatori secondari, a loro volta ripartiti in 14 ulteriori canali adduttori, interessando principalmente tra i comuni di Terranova dei passerini, Camairago, Cavacurta, Codogno e Maleo tutti in provincia di Lodi.

Da un punto di vista sotterraneo i profili dell'acquifero nello specifico potrebbero interferire con l'esecuzione dei lavori, in quanto le escursioni della falda nella zona potrebbero interessare i piani di lavoro. In caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli, soprattutto in occasione del getto delle platee di fondazione, si provvederà puntualmente, con idonei mezzi, all'evacuazione dell'eccesso idrico. Gli elementi che, sotto l'aspetto idrologico, potenzialmente interferiscono con le opere da eseguire sono infatti il clima e le condizioni meteorologiche (prioritariamente le manifestazioni pluviali), che vengono monitorati in continuo attraverso le stazioni termo - pluviometriche di Lodi e Codogno, che risultano distanti solo pochi km dai luoghi in cui si prevedono di eseguire le opere (coerente con lo sviluppo del tracciato della Codogna, nella parte centrale del territorio lodigiano);

### Verifiche idrauliche

Come già descritto nella relazione tecnica generale, la portata nominale di esercizio del canale Codogna è di 8.180 l/s. Tale portata attualmente viene derivata in corrispondenza del bacino idrico della centrale termoelettrica E.P. Produzione di Montanaso Lombardo in Provincia di Lodi.

Le verifiche idrauliche, in coerenza alla soluzione prospettata in sede di relazione tecnica, riguardano le sezioni di progetto relative alla canalizzazione da costituirsi mediante strutture in c.c.a. (vedasi figure e disegni allegati).

Per tutte le tipologie di sezioni, le verifiche idrauliche sono state effettuate con la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Manning

$$Q = V \cdot A = A \cdot C \cdot (R \cdot J)^{0,5}$$

dove

$Q$  = portata di esercizio del canale misurata in l/s

$A$  = area liquida della sezione misurata in  $m^2$

$V$  = velocità media della corrente misurata in m/s

$J$  = cadente piezometrica della corrente nel sifone

$C$  = coefficiente di attrito (espresso in  $m^2/s$ ) calcolato con le seguenti relazioni di Kutter e di Manning:

$$C(h) = (100 \times R^{0,5}) / (m + R^{0,5})$$

$$C(h) = (1/n)R(h)^{1/6}$$

Essendo:

$R$  = raggio idraulico medio della sezione (rapporto tra area liquida e contorno bagnato) espresso in m

$m$  = coefficiente di scabrezza della scala di Kutter (espresso in  $m^{1/2}$ ) assunto pari a 0.35 (alvei in c.c.a.)

$h$  = altezza idrica nel canale

$n$  = coefficiente di scabrezza di Manning =  $0,0300 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  determinato secondo la seguente relazione:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove, in funzione delle condizioni dell'alveo, i valori  $n_i$  ed  $m$  che compongono il valore di  $n$ , assumono i valori riportati nella tabella seguente

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	<b>n<sub>0</sub></b>	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	<b>n<sub>1</sub></b>	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	<b>n<sub>2</sub></b>	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	<b>n<sub>3</sub></b>	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	<b>n<sub>4</sub></b>	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	<b>m<sub>5</sub></b>	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Si è ottenuto nel caso in esame:

$$n = (0,020 + 0,0030 + 0,000 + 0,00 + 0,0050) 1,00 = 0,0280$$

Per la verifica delle sezioni sono stati assunti a base dei calcoli i valori massimi nominali delle portate irrigue estive, opportunamente maggiorate per tenere conto della possibilità che si possano verificare condizioni che determinano maggiori afflussi al canale: le origini di detti flussi sono di regolazione irrigua e pluviale. Dette eventualità possono verificarsi per errate manovre o interruzione di distribuzione della portata delle derivazioni di monte per cause improvvise, ovvero per la funzione di drenaggio misto pluviale che il canale svolge lungo il suo percorso. In sostanza, la portata di verifica in condizioni di miste irriguo-pluviali è pari a 15 m<sup>3</sup>/s.

Nella tabelle che seguono sono riportati i risultati delle verifiche eseguite per le sezioni idrauliche di progetto: trapezia ad alveo naturale e rettangolare in c.c.a. relativa alle canne dei manufatti sottopassanti.

<b>CANALE CODOGNA</b>			
<b>SEZIONE TRAPEZIA AD ALVEO NATURALE</b>			
<b>Verifica della capacità idraulica</b>			
<b>Base</b>	B	6.00	[m]
<b>Tirante</b>	H	<b>2.30</b>	[m]
<b>Piede</b>	o	1	[m]
<b>Sponda</b>	v	1	[m]
<b>Pendenza</b>	l	0,0003	[m/m]
<b>Scab. Manning</b>	c	0.028	[m <sup>-1/3</sup> s <sup>1</sup> ]
	C	38,32	[m <sup>1/2</sup> s]
<b>Scab. Strickler</b>	ks	36	[m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]
	C	38,32	[m <sup>1/2</sup> s]
<b>Area bagnata</b>	A	19,09	[m <sup>2</sup> ]
<b>Perimetro bagnato</b>	P	12,50	[m]
<b>Raggio idraulico</b>	R	1,526	[m]
<b>Portata</b>	<b>Q</b>	<b>15,34</b>	<b>[mc/s]</b>
<b>Velocità</b>	V	0,80	[m/s]

<b>CANALE CODOGNA</b>			
<b>CANALIZZAZIONE IN C.C.A.</b>			
<b>Verifica della capacità idraulica</b>			
<b>Condizioni di massimo riempimento in moto uniforme</b>			
<b>Base</b>	B	6.00	[m]
<b>Tirante</b>	H	2.00	[m]
<b>Pendenza motrice</b>	l	0,0003	[m/m]
<b>Scab. Manning</b>	c	0,015	[m <sup>-1/3</sup> s <sup>1</sup> ]
	C	68,72	[m <sup>1/2</sup> s]
<b>Scab. Strickler</b>	ks	67	[m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]
	C	68,72	[m <sup>1/2</sup> s]
<b>Area bagnata</b>	A	12,00	[m <sup>2</sup> ]
<b>Perimetro bagnato</b>	P	10,00	[m]
<b>Raggio idraulico</b>	R	1,20	[m]
<b>Portata</b>	<b>Q</b>	<b>15,73</b>	<b>[mc/s]</b>
<b>Velocità</b>	<b>V</b>	<b>1,31</b>	<b>[m/s]</b>

Dalle tabelle appena riportate si evidenzia che le sezioni di progetto individuate sono sufficienti per il transito della portata mista irriguo-pluviale critica.