

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**OV06 - RILOCALIZZAZIONE CANILE ESISTENTE NEL COMUNE DI CALCINATO – PK 108+634**

**Smaltimento acque meteoriche. Relazione idrologica e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta) Data: <b>29 MAG 2020</b>	     Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	R I	O V 0 6 0 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	Gozzi	08/05/20	Piacentini	08/05/20	08/05/20	
B							
C							



CIG. 751447334A File: IN0R12EE2RIOV0600001A\_10.docx



Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 RI OV 060 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 12
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
4	DATI IDROLOGICI.....	6
5	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO .....	7
6	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO .....	8
6.1	CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO .....	8
6.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	8
6.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	9
6.4	DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI .....	9
7	INVARIANZA IDRAULICA.....	11
7.1	DIMENSIONAMENTO BACINO DRENANTE.....	11

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI OV 060 0 001

Rev.  
A

Foglio  
3 di 12

## 1 PREMESSA

La relazione tratta gli interventi finalizzati allo smaltimento delle acque meteoriche del Canile S. Rocco del quale si prevede la rilocazione.

Il Canile S. Rocco, attualmente situato in via Gavardina n.2 in località Calcinatello, è interferente con la realizzazione del lotto funzionale Brescia – Verona. In accordo con il comune di Calcinato il nuovo Canile sarà realizzato in via Campagna, tra Via Brescia e l'Autostrada A4.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche prevede la raccolta dei deflussi generati sulle aree impermeabili (in particolare quelle del parcheggio adiacente al fabbricato) mediante delle caditoie grigliate 40x40cm.

Attraverso una rete di collettori in PVC le portate generate vengono recapitate in un bacino drenante, posizionato ad est del canile, per poi essere smaltite per infiltrazione nel suolo.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI OV 060 0 001

Rev.  
A

Foglio  
4 di 12

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione di fa riferimento ai seguenti documenti:

<i>DESCRIZIONE</i>	<i>CODICE</i>
<u>OV06 – RILOCALIZZAZIONE CANILE ESISTENTE NEL COMUNE DI CALCINATO – PK 108+634</u> RELAZIONE DESCRITTIVA PLANIMETRIE E DETTAGLI SEZIONI TIPO E DETTAGLI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA E DETTAGLI RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA	INOR12EE2R0OV0600002 INOR12EE2PZOV0600001 INOR12EE2BZOV0600004 INOR12EE2PZOV0600003 INOR12EE2RBOV0600001

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI OV 060 0 001

Rev.  
A

Foglio  
5 di 12

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, "*Norme in materia ambientale*"
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*"
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7, Regione Lombardia, "*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*"
- Regolamento Regionale 24 marzo 2006, n. 4, Regione Lombardia, "*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26*"

#### 4 DATI IDROLOGICI

Le condizioni più critiche, che il sistema idraulico oggetto di studio deve essere in grado di affrontare, sono relative a:

- massima portata che la rete di drenaggio deve essere in grado di smaltire;
- massimo volume che i dispositivi di accumulo e laminazione devono essere in grado di immagazzinare.

Tali condizioni critiche si verificano rispettivamente quando:

- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine dei minuti (pari al tempo di corrivazione del sottosistema idraulico in esame);
- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine delle ore.

L'analisi pluviometrica viene quindi svolta sia per precipitazioni di durata inferiore all'ora (scrosci), sia per precipitazioni di durata oraria.

Nello studio idrologico relativo al tracciato della linea A.V./A.C., mediante elaborazione statistico-probabilistica delle serie storiche dei dati delle piogge intense, sono stati calcolati, per diversi valori del tempo di ritorno e per le diverse aree lungo il tracciato della linea, i parametri che definiscono le caratteristiche statistiche degli eventi di pioggia estremi.

Tali parametri sono i coefficienti "a" e "n" delle curve di possibilità pluviometrica, espresse mediante la relazione

$$h = at^n$$

con

- h (mm): altezza di precipitazione;
- t (ore): durata di pioggia;
- a (mm/h<sup>n</sup>), n (o n<sub>1</sub> per piogge di durate inferiori all'ora): parametri caratteristici della curva, per tempo di ritorno assegnato.

I valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica tra le chilometriche della linea A.V. all'interno delle quali ricadono le opere oggetto del presente elaborato, derivano dalla Relazione Idrologica ed Idraulica generale.

Per quanto riguarda l'intervento in oggetto, tutto il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato dimensionato e verificato per un tempo di ritorno pari a 25 anni.

Si riassumono in tabella sottostante i valori dei parametri a e n desunti da tale elaborato.

INTERVENTO	T <sub>R</sub> = 25 anni			T <sub>R</sub> = 50 anni		
	a (mm/h <sup>n</sup> )	n (>1h)	n <sub>1</sub> (<1h)	a (mm/h <sup>n</sup> )	n (>1h)	n <sub>1</sub> (<1h)
OV06	48.83	0.258	0.403	52.03	0.255	0.403

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI OV 060 0 001

Rev.  
A

Foglio  
7 di 12

## 5 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche prevede la raccolta dei deflussi generati sulle aree impermeabili (in particolare quelle del parcheggio adiacente al fabbricato) mediante delle caditoie grigliate 40x40cm.

Attraverso una rete di collettori in PVC le portate generate vengono recapitate in un bacino drenante, posizionato ad est del canale, per poi essere smaltite per infiltrazione nel suolo.

## 6 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

### 6.1 Calcolo dei coefficienti di deflusso

La precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. Il coefficiente di deflusso esprime dunque la percentuale della pioggia caduta, che contribuisce alla formazione delle portate. I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di pavimentazione	Coefficiente di deflusso
Pavimentazione stradale	1.00
Scarpate erbose	0.60
Aree Verdi	0.40
Fosso di guardia	1.00

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite, e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum_i \varphi_i S_i}{\sum_i S_i}$$

### 6.2 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione relativo ad una determinata sezione della rete idraulica è l'intervallo di tempo necessario affinché nella sezione considerata giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino.

Come noto in letteratura, il tempo di corrivazione è dato da:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

- $t_a$  è il tempo di accesso in rete, in secondi; il tempo di accesso è stato assunto pari a 7 minuti (420s) per le acque defluenti dalle coperture degli edifici e pari a 5 minuti (300s) nei restanti casi.
- $t_r$  è il tempo di rete, stimabile con la seguente relazione:



$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{v_{ri}}$$

dove  $L_i$  (m) è la lunghezza dell' $i$ -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione in esame e  $v_{ri}$  (m/s) è la velocità di moto uniforme della corrente transitante nella  $i$ -esima tubazione.

### 6.3 Calcolo delle portate di progetto

Il calcolo della portata da allontanare dalla piattaforma stradale, e quindi della portata che la rete deve essere in grado di recepire, viene effettuato utilizzando il metodo cinematico. Secondo tale metodo, la portata di colmo prodotta da un'intensità di pioggia  $i$  in un bacino di superficie  $S$  è data da:

$$Q = \varphi Si = \varphi Sat_c^{n-1}$$

dove:

- $\varphi$ : coefficiente di deflusso del bacino;
- $S$  (m<sup>2</sup>): superficie del bacino;
- $t_c$  (ore): tempo di corrivazione;
- $i = at_c^{n-1}$  (mm/h): intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno.

### 6.4 Dimensionamento dei collettori

La verifica delle sezioni idrauliche dei collettori viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di ramo sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando nella determinazione della portata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s AR^{\frac{2}{3}} i_1^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- $Q$  (m<sup>3</sup>/s): portata di moto uniforme;
- $A$  (m<sup>2</sup>): area bagnata;
- $k_s$  (m<sup>1/3</sup>/s): coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a 80 m<sup>1/3</sup>/s per i collettori in PVC;
- $R$  (m): raggio idraulico;
- $i_1$  (m/m): pendenza longitudinale.

Fissati coefficiente di scabrezza  $k_s$ , una pendenza longitudinale  $i_1$ , si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto, calcolata con il metodo cinematico.

Per la determinazione del diametro ottimale si è cercato di mantenere un grado di riempimento della condotta mai superiore all'80%.

I collettori utilizzati saranno in PVC classe SN8

Tubi PVC – classe SN8		
DN (mm)	sp (mm)	Dint (mm)
160	4.7	150.6
200	5.9	188.2
250	7.3	235.4
315	9.2	296.6
400	11.7	376.6
500	14.6	470.8
630	18.4	593.2

Si riportano nella tabella seguente le verifiche dei collettori della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	$i_l$ (%)	$A_{imp}$ (m <sup>2</sup> )	$\varphi_{imp}$	$k_s$ (m <sup>1/3</sup> /s)	DN	$t_c$ (min)	$Q_{cin}$ (m <sup>3</sup> /s)	Riempimento (%)	v (m/s)
Collettore	B1	B2	22.3	0.35	290	1	80	200	5.53	0.0157	75.0	0.7
Collettore	B2	B3	33.3	0.35	610	1	80	250	6.21	0.0307	80.0	0.8
Collettore	B3	B5	8.7	0.2	796	1	80	315	6.41	0.0393	74.0	0.7
Collettore	B4	B5	32.8	0.35	209	1	80	200	7.87	0.0091	51.5	0.6
Collettore	B5	B10	10.9	0.25	1005	1	80	315	8.10	0.0432	73.0	0.8
Collettore	B6	B7	22.3	0.3	265	1	80	200	5.57	0.0142	73.5	0.6
Collettore	B7	B8	35.9	0.3	536	1	80	250	6.37	0.0266	75.5	0.8
Collettore	B8	B10	17.7	0.2	776	1	80	315	6.78	0.0371	70.5	0.7
Collettore	B9	B10	39.9	0.35	209	1	80	200	8.06	0.0090	51.0	0.6
Collettore	B10	B11	21.5	0.25	1989	1	80	400	8.44	0.0834	74.0	0.9
Collettore	B11	B12	12.1	0.25	2120	1	80	400	8.66	0.0876	77.5	0.9
Collettore	B12	B13	43	0.35	2512	1	80	400	9.30	0.0994	75.5	1.1
Collettore	B13	B14	12.1	0.35	2643	1	80	400	9.48	0.1034	78.0	1.1
Collettore	B14	Bacino	17.5	0.45	3035	1	80	400	9.71	0.1171	78.0	1.3

## 7 INVARIANZA IDRAULICA

Al fine di non appesantire la rete idrografica esistente a causa della maggiore portata, rispetto alla condizione originale, derivante dall'aumento di superficie pavimentata, occorre prevedere accorgimenti specifici al fine di garantire l'invarianza idraulica del sistema.

Il canale verrà rilocato in un'area caratterizzato da un terreno composto da sabbie e ghiaie, quindi dotato di un valore alto di permeabilità. Lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle aree pavimentate del canale e dalle coperture degli edifici avverrà mediante infiltrazione nel suolo prevedendo la realizzazione di un bacino drenante.

### 7.1 Dimensionamento bacino drenante

Per la determinazione del volume minimo da invasare si è fatto riferimento al metodo delle sole piogge.

Il volume da invasare  $V_i$ , ad un certo tempo  $\theta$ , è dato quindi dalla differenza tra volume entrante  $V_e$  e volume uscente  $V_u$ :

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante  $V_e$  è determinato dall'afflusso meteorico  $h$  (altezza di precipitazione) su di una superficie  $S$ , caratterizzata da un coefficiente di deflusso  $\varphi$ , in un certo tempo di pioggia  $\theta$ :

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente  $V_u$  al tempo  $\theta$  viene calcolato come:

$$V_u = Q_u \cdot \theta = K \cdot A \cdot \theta$$

dove  $K$  [m/s] è il coefficiente di dispersione posto pari a  $10^{-5}$ m/s,  $A$  l'area della vasca.

Il volume da invasare  $V_i$  nel caso di un evento meteorico di durata  $\theta$  sarà pertanto pari a:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

$V_i$  assumerà, quindi, il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata  $\theta_p$  pari a:

$$\theta_p = \left( \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Si riporta nella tabella seguente il dimensionamento del bacino drenante di progetto.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


**ITALFERR**  
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI OV 060 0 001Rev.  
AFoglio  
12 di 12**BACINO DRENANTE**

Superficie disperdente	$S_{\text{bacino}}$	519	mq
Area totale	$A_{\text{tot}}$	7054	mq
Coeff. di deflusso medio	$\varphi_{\text{medio}}$	0.65	-
Parametri curva LSPP	a	52.030	mm/h <sup>n</sup>
	n	0.255	-
Permeabilità	k	1.00E-05	m/s
Portata uscente	$Q_u$	18.684	mc/h
Tempo di pioggia	$\theta_p$	4.90	h
Portata entrante	$Q_e$	73.27	mc/h
Volume da invasare	$V_i$	212	mc
Tirante	$h_b$	0.51	m