

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

INZ2 – ROTATORIA VIA CAVOUR VIA STATALE

Smaltimento acque meteoriche. Relazione idrologica e idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Aranta) Data: 29 MAG 2020	 Data: _____

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

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista	Data
A	Emissione	Gozzi	08/05/20	Piacentini	08/05/20	INGEGNERE ROBERTO LINI 23076	08/05/20
B							
C							

CIG. 751447334A File: IN0R12EE2RIINZ206001A_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

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 IN Z20 6 001

Rev.
A

Foglio
2 di 13

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
4	DATI IDROLOGICI.....	6
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	7
5.1	CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	7
5.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	7
5.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	8
5.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE	8
5.5	CADITOIE	9
5.6	EMBRICI.....	10
6	TABULATI DI CALCOLO	12
6.1	EMBRICI.....	12
6.2	COLLETTORI.....	12



1 PREMESSA

Il presente elaborato tratta alcuni aspetti idraulici, connessi allo smaltimento delle acque di pioggia, relativo alla nuova ROTATORIA VIA CAVOUR-VIA STATALE prevista nel comune di Calcinato in provincia di Brescia, nell'ambito delle viabilità connesse alla realizzazione della linea ferroviaria Torino – Venezia, tratta Milano – Verona, lotto funzionale Brescia – Verona.

È previsto, infatti, che l'intersezione esistente tra via Cavour e via Statale venga riorganizzata con intersezione a rotatoria e che venga realizzato un nuovo percorso ciclo-pedonale adiacente al ramo sud e al ramo est della rotatoria in progetto.

Allo stato attuale le acque di piattaforma defluiscono in modo naturale ai lati delle viabilità raggiungendo i terreni vicini oppure il canale esistente.

Lo smaltimento delle acque meteoriche di progetto prevede la realizzazione di un fosso a piede scarpata su tutto il lato ovest dell'intersezione. Tale fosso sarà di recapito per i deflussi del "Ramo S", del "Ramo W" e della "Rotatoria R". Per quanto riguarda i due rami, è previsto l'allontanamento dei deflussi di piattaforma mediante embrici. Per la rotatoria, invece, si prevede la captazione delle portate mediante caditoie grigliate 40x40cm e il loro trasporto verso il fosso di recapito attraverso collettori in PVC.

Le acque di piattaforma del "Ramo E" hanno come recapito il canale in c.a. esistente. Lo smaltimento dei deflussi è previsto in parte mediante embrici e in parte mediante caditoie con griglia 40x40cm e collettori in PVC.

La nuova rotatoria di progetto interferisce con uno scatolare in cls esistente per il quale si prevede, quindi, il prolungamento.

La realizzazione del nuovo accesso al vivaio rende, inoltre, necessaria la realizzazione di un tombino ø500 in c.a.v. in modo da garantire la continuità idraulica del fosso esistente.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI IN Z20 6 001

Rev.
A

Foglio
4 di 13

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione di fa riferimento ai seguenti documenti:

INZ2 - ROTATORIA VIA CAVOUR-VIA STATALE

RELAZIONE TECNICA GENERALE

PLANIMETRIE STATO DI FATTO, DI PROGETTO E DI TRACCIAMENTO

PROFILI LONGITUDINALI

SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/4

SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/4

SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 3/4

SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 4/4

SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA E DETTAGLI

SEZIONI TIPO E DETTAGLI

TOMBINO SCATOLARE IN10Q45. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO

TOMBINO CIRCOLARE IN10Q46. CARPENTERIA, ARMATURA E DATI DI TRACCIAMENTO

INOR12EEE2R0INZ200002

INOR12EE2PZINZ200001

INOR12EEE2F7INZ200001

INOR12EEE2W9INZ200001

INOR12EEE2W9INZ200002

INOR12EEE2W9INZ200003

INOR12EEE2W9INZ200004

INOR12EEE2PZINZ206001

INOR12EEE2BZINZ209001

INOR12EEE2BZINZ206001

INOR12EEE2BZINZ206002

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 alla massima portata che la rete di drenaggio deve essere in grado di smaltire.

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).

L'analisi pluviometrica viene comunque 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/hⁿ), n (o n₁ 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 _R = 25 anni		
	a (mm/h ⁿ)	n (>1h)	n ₁ (<1h)
INZ2	47.23	0.250	0.403

5 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

5.1 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 φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori φ si ottiene con una media ponderata:

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

5.2 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, assunto pari 120 s se i deflussi provengono esclusivamente dalla piattaforma o 300s in caso di deflussi provenienti anche da aree verdi;
- 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.

5.3 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:

$$Q = \varphi S i = \varphi S a t_c^{n-1}$$

dove:

- φ : coefficiente di deflusso del bacino;
- S (m²): superficie del bacino;
- t_c (ore): tempo di corrivazione;
- $i = a t_c^{n-1}$ (mm/h): intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno.

5.4 Dimensionamento delle sezioni idrauliche

La verifica delle sezioni idrauliche 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:

$$Q = k_s A R^{\frac{2}{3}} i_l^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- Q (m³/s): portata di moto uniforme;
- A (m²): area bagnata;
- k_s (m^{1/3}/s): coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler;
- R (m): raggio idraulico;
- i_l (m/m): pendenza longitudinale.

Nel caso di un fosso, fissati un coefficiente di scabrezza k_s ed una pendenza longitudinale i_l , e note le caratteristiche geometriche della sezione, si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, la portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo cinematico, definendo quindi il tirante nella sezione idraulica di verifica.

Allo stesso modo, nel caso di una tubazione, fissati un coefficiente di scabrezza k_s ed una pendenza longitudinale i_l , si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, di determinare 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.

In tabella sottostante vengono riportati i coefficienti di scabrezza utilizzati:

Materiale	ks (m ^{1/3} /s)
Tubazioni in PVC	80
Tubazioni in CAV	70
Fossi in terra	40

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

5.5 Caditoie

Sono state scelte caditoie a griglia 40x40 cm con pozzetto non sifonato sulle rampe e caditoie a griglia 30x50cm sull'opera.

Al fine di valutare l'interasse a cui posizionare tali elementi, è stata valutata la portata defluente dalla piattaforma e confrontata con la massima smaltibile dalla ipotetica cunetta triangolare delimitata dalla banchina.

La portata della cunetta laterale di scolo è stata calcolata mediante la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_b = k_s A R^{\frac{2}{3}} i_l^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- Q_b (m³/s): portata che può essere smaltita dalla cunetta stradale;
- A (m²): area bagnata;
- k_s (m^{1/3}/s): coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler;
- R (m): raggio idraulico;

- i_1 (m/m): pendenza longitudinale.

Determinato l'interasse a cui porre le caditoie è stata calcolata l'effettiva porzione di banchina coinvolta nel deflusso e la portata residua non captata dalla caditoia.

In particolare, l'efficienza frontale della caditoia è data dal rapporto tra la portata intercettata frontalmente Q_1 e quella totale Q proveniente da monte, mediante la relazione:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{8/3}$$

con b larghezza della banchina e l larghezza della caditoia.

L'efficienza frontale misura la capacità della caditoia di captare il deflusso frontalmente, nel caso in cui la portata Q_1 venga captata integralmente. Perché questo avvenga è però necessario che sia soddisfatta la condizione

$$v_0 = 2.54L^{0.51} > v$$

dove v è la velocità di deflusso in banchina, calcolata come precedentemente con la formula di Gauckler-Strickler e L lunghezza della caditoia.

All'efficienza frontale, va sommata l'efficienza laterale, che rappresenta la capacità della caditoia di captare il deflusso lateralmente, la quale si può calcolare come

$$E_1 = \frac{Q_2}{Q} = 1 - E_0$$

Essendo Q_2 la portata che "passa" lateralmente, pari a $Q - Q_1$.

Anche in questo caso è possibile calcolare il "rendimento laterale" della caditoia, con la seguente relazione empirica:

$$R_2 = 1 + \frac{0.083v^{1.8}}{jL^{2.3}}$$

È possibile quindi valutare la portata residua, mediante la relazione:

$$Q_{res} = Q - Q_1 - Q_{lat} = Q - Q_1 - Q_2 R_2$$

In generale, nella scelta dell'interasse si è cercato di garantire una portata residua inferiore o pari al 25%.

5.6 Embrici

Dove le acque della piattaforma stradale non dovranno subire trattamento, le acque dilavanti la piattaforma stradale nei tratti in rilevato vengono trasportate nei fossi di guardia mediante delle luci di sfioro, costituite dai classici embrici stradali.

Al fine di valutare l'interasse a cui posizionare tali elementi, è stata valutata la portata defluente dalla piattaforma e confrontata con la massima smaltibile dalla ipotetica cunetta triangolare delimitata dalla banchina in modo analogo a quanto visto per le caditoie. È stato poi verificato che la portata smaltibile dall'embrice fosse superiore a quella defluente in banchina. Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato, con una

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI IN Z20 6 001

Rev.
A

Foglio
11 di 13

approssimazione sufficiente al caso, a quello di una soglia sfiorante a stramazzo. In questo caso la portata di sfioro è data da:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh}$$

con “C_q” coefficiente di portata pari a 0.385, “L” larghezza dell’embrice ed “h” altezza del velo liquido all’imbocco dell’embrice.

6 TABULATI DI CALCOLO

Si riportano di seguito i tabulati relativi al dimensionamento e alla verifica degli elementi della viabilità INZ3.

6.1 Embrici

Embrici			
Interasse embrici	d	15.00	m
Sezione stradale	B	11.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.020	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.057	m/m
Verifica interasse			
Area pavimentata	A_{imp}	165.00	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	1.0	-
Parametri curva LSPP	a	47.230	mm/h ⁿ
	n	0.403	-
T Accesso = T corrvazione	$t_a = t_c$	180	s
Intensità di pioggia	i	282.44	mm/h
Q deflusso	Q_d	12.95	l/s
Accumulo trasversale in banchina			
Larghezza trasversale accumulo	L_{acc}	0.78	m
Altezza velo liquido	h	0.0000	m
Verifica Embrice			
Coefficiente di portata	C_q	0.39	-
Larghezza embrice	L	1.00	m
Altezza velo liquido imbocco	h	0.04	m
Portata defluente embrice	Q_{emb}	15.93	l/s
	>	12.95	l/s

6.2 Collettori

Collettori - Rotatoria

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{imp} (m ²)	A_{verde} (m ²)	A_{tot} (m ²)	φ_{medio}	k_s (m ^{1/3} /s)	DN (mm)	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riemp (%)	v (m/s)
Collettore PVC	R1	R2	17.40	0.2	94	75	169	0.73	80	200	5.6	0.00669	50.5	0.5
Collettore PVC	R2	R3	17.40	0.2	214	178	392	0.73	80	250	6.1	0.01462	57.0	0.6
Collettore PVC	R3	R4	11.50	0.2	316	265	581	0.73	80	250	6.4	0.02100	73.5	0.6
Collettore PVC	R4	R5	11.00	0.2	445	310	755	0.75	80	315	6.7	0.02762	57.5	0.7
Collettore PVC	R5	R6	15.70	0.2	619	406	1025	0.76	80	315	7.1	0.03673	70.0	0.7
Collettore PVC	R11	R10	13.50	0.5	81	37	118	0.81	80	200	5.4	0.00531	34.5	0.6
Collettore PVC	R12	R10	13.30	0.2	105	0	105	1.00	80	200	2.4	0.00934	62.5	0.5
Collettore PVC	R10	R9	18.60	0.2	353	131	484	0.84	80	250	5.9	0.02130	74.0	0.6
Collettore PVC	R9	R8	11.30	0.2	429	181	610	0.82	80	315	6.2	0.02561	55.0	0.7

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA



 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
12Codifica Documento
E E2 RI IN Z20 6 001Rev.
AFoglio
13 di 13

Collettore PVC	R8	R7	11.30	0.2	453	201	654	0.82	80	315	6.4	0.02652	56.0	0.7
Collettore PVC	R7	R6	15.70	0.2	503	244	747	0.80	80	315	6.8	0.02884	59.0	0.7
Collettore PVC	R6	Fosso	4.00	2.0	1231	744	1975	0.77	80	315	7.1	0.07166	51.0	2.0

Collettori - Ramo E

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{imp} (m ²)	A_{verde} (m ²)	A_{tot} (m ²)	Φ_{medio}	k_s (m ^{1/3} /s)	DN (mm)	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riemp (%)	v (m/s)
Collettore PVC	R13	R14	15.00	0.3	154	0	154	1.00	80	200	2.4	0.01385	72.0	0.6
Collettore PVC	R14	R15	15.00	0.3	319	0	319	1.00	80	250	2.7	0.02654	75.5	0.8
Collettore PVC	R15	Recapito	3.60	2.0	432	0	432	1.00	80	250	2.8	0.03567	48.5	1.7