

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: F81H91000000008

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTAZIONE PRELIMINARE

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

LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA Lotto funzionale QUADRUPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA

Relazione idrologica generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N O W 0 0 R 2 6 R I I D 0 0 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P.Luciani	Giugno 2019	M. Ventura	Giugno 2019	A. Campanella	Giugno 2019	Francesco Sacchi Giugno 2019

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Doc. Inq. Francesco Sacchi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
n. 3172/2019

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI (*).....	4
3	BACINI	4
4	BACINI PRINCIPALI.....	5
4.1	TORRENTE GARZA.....	5
5	INTERFERENZE CON IL RETICOLO SECONDARIO.....	7
5.1	DISTRETTO NAVIGLIO	8
5.1.1	<i>Roggia Cerca</i>	9
5.1.2	<i>Roggia Lupa</i>	9
6	STIMA DELLE PORTATE PER I BACINI MINORI	10
6.1	LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA PUNTUALI.....	10
6.1.1	<i>Individuazione delle celle</i>	11
6.2	METODO RAZIONALE	12
6.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO C	13
7	PORTATE DI PROGETTO.....	14

	LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA					
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA					
Relazione idrologica generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN0W	00	R 26 ID	RI 00 00 001	A	3 di 15

1 PREMESSA

Lo studio mira ad indagare l'idrologia dell'area di progetto e in più ampia scala, l'idrologia dei bacini coinvolti. E' stata infatti condotta una analisi lungo il percorso della linea ferroviaria in progetto per valutare le reali interferenze con i corsi d'acqua e quindi elaborata una corografia dei bacini per valutare l'entità delle superfici coinvolte, per poi indagarne i vincoli sul territorio.

La presente relazione, attraverso il PAI vigente e le relative direttive e norme, mira a ricostruire l'idrologia dell'area al fine di stimare le portate per i bacini inferiori e ricavare i dati di portata per alcuni corsi d'acqua maggiori, qualora disponibili.

Il progetto ha origine alla radice Est della stazione di Brescia centrale e termina in corrispondenza del punto in cui detto quadruplicamento si discosta dalla Linea Storica in direzione sud.

Il progetto di quadruplicamento ha uno sviluppo complessivo di 10.7 km ed è in affiancamento alla linea storica Milano-Venezia, interessa il fitto tessuto urbano di Brescia per circa 6 km, attraversa il comune di Rezzato con la relativa Stazione ferroviaria (3,5 km circa) lambendone l'abitato, e termina nel territorio di Mazzano in un'area ad uso prevalentemente agricolo.

	LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA					
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA					
Relazione idrologica generale	COMMESSA INOW	LOTTO 00	CODIFICA R 26 ID	DOCUMENTO RI 00 00 001	REV. A	FOGLIO 4 di 15

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Regio Decreto 25/07/1904 n°523 “Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato all'anno 2018.
- Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista
- NTC 17/01/2018
- PAI - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 in data 11/05/1999; Approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001.
- Piano di Gestione del rischio alluvioni (PGRA) Adottato il 17 dicembre 2015, con Deliberazione n. 4/2015; approvato con DPCM del 27 ottobre 2016

3 BACINI

Su base cartografica 50.000 sono stati delimitati i bacini principali e secondari, confrontando i principali con quelli già delimitati dal PAI, i bacini minori sono stati delimitati grazie alla carta del servizio idrico minore. Di seguito l'elenco dei bacini individuati.

NUM. BACINO	NOME	SUPERFICIE KMQ
1	GARZA	78.7
1BIS	GARZA	84.41
2	RIO VALLE CAPPELLINO	1.53
3	RIO VALLE LANA	0.69
4	TORRENTE VALLE CARROBBIO	2.38
5	TORRENTE RINO MUSIA	15.95
6	99+319	38.97
7	103+545	2.00
8	ROGGIA MEZZANESCA (103+750)	4.04

Tabella 1 – Bacini

4 BACINI PRINCIPALI

4.1 Torrente Garza

Il Garza nasce nel comune di Lumezzane, dal monte Prealpa, da più sorgenti rilevabili a quote variabili tra 1200 e 710 m s.m.m, a circa metà strada tra Lumezzane e Agnosine e percorre in successione la val Bertone, la valle del Garza, area di interesse storico che prende il nome dal corso d'acqua e la bassa Val Trompia. Attraversa i territori comunali di Caino, Nave e Bovezzo e, seguendo il percorso della S. S. n. 237 del Caffaro, giunge fino a Brescia. Il torrente aggira il percorso delle antiche mura venete e si allontana all'altezza del Canton Mombello per poi affiancare la S.S. 236 Goitese e giungere presso il quartiere San Polo. Prosegue il suo corso attraversando i territori comunali di Borgosatollo, Castenedolo e Ghedi, dove spaglia presso la località Santa Lucia. Il suo bacino imbrifero è di 73 km² e presenta una lunghezza di 45 km. Fino al 1947 si immetteva naturalmente nel fiume Mella a Bagnolo, ma il suo corso è stato deviato per portare acqua ai territori di brughiera, che per la siccità nei periodi estivi perdevano buona parte dei raccolti.

I valori delle principali grandezze idrologiche del Garza:

lunghezza: 42 km;

portata media: 1.2 m³/s;

altitudine sorgente: 1220 m s.m.m.

Il tracciato del tram presenta un attraversamento su via Trento, un tratto in stretto affiancamento al torrente Garza lungo via Leonardo da Vinci e altri due attraversamenti idraulici rispettivamente in corrispondenza di via 20 Settembre e di viale duca d'Aosta.



LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA

Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA

Relazione idrologica generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00	R 26 ID	RI 00 00 001	A	6 di 15

Nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc. alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio". Sottotronco Gr 02A - Dalla Progr. 20.315 Alla Progr. 28.449 si legge "Il sottotronco in esame si estende per una lunghezza di circa 8.000 m, inizia a valle dello scolmatore di Crocevia Nave e termina in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario Milano-Venezia, in prossimità del convento di S. Maria Bambina (sez 84-SP1.4). In questo tratto il Garza attraversa la città di Brescia e ne costituisce il principale recapito delle fognature. Dal punto di vista morfologico questo sottotronco risulta caratterizzato dai numerosi attraversamenti stradali e dai diversi tratti tombinati presenti all'interno del tratto a maggior urbanizzazione. Non sono presenti particolari opere di difesa dato che la probabilità di rischio idraulico è relativamente bassa, grazie all'entrata in funzione dello scolmatore di Crocevia Nave che in caso di piena devia in Mella la quasi totalità della portata di piena in arrivo da monte.

Dall'analisi delle aree allagabili risulta che l'intero tratto è privo di esondazioni. Questo è dovuto principalmente alla presenza dello scolmatore di Crocevia Nave che in caso di piena devia completamente le portate in Mella. Idraulicamente parlando, possiamo considerare questo sottotronco completamente sconnesso dal sottotronco di monte. Nella tabella successiva vengono riportate le portate di piena, relative ai diversi tempi di ritorno analizzati, per alcune sezioni significative del sottotronco in esame.

Sez.	Q_2	Q_{10}	Q_{50}
98-SP1.4	6.30	13.90	20.93
96-SP1.4	7.67	17.22	26.06
89-SP1.4	10.43	24.02	36.61
88B-SP1.4	10.32	23.86	36.42
84-SP1.4	11.40	26.01	41.37

Sez.	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
98-SP1.4	23.62	27.05	30.89
96-SP1.4	29.56	33.96	38.38
89-SP1.4	41.67	48.13	54.27
88B-SP1.4	41.45	47.71	54.02
84-SP1.4	45.50	52.51	61.20

Tabella 2 – Portate T. Garza da Studio di fattibilità

La sezione di riferimento per il presente progetto è la 84-SP 1.4

Nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni "IV A. Area a rischio significativo di alluvione ARS Distrettuali 2. Schede monografiche Città di Brescia" del quale si riporta lo stralcio.

Nel PAI non sono disponibili dati quantitativi relativi alle piene storiche del Mella e del Garza a Brescia. Tra gli eventi di piena recenti, quello del settembre 2000 ha generato esondazioni di media intensità in vari punti in ambito urbano del reticolo idrografico, che svolge funzioni di rete principale di smaltimento delle acque meteoriche

I risultati delle elaborazioni idrologiche riportati nel PAI (Scheda di Nodo Critico) forniscono per il sistema idrografico in prossimità della città di Brescia le seguenti portate riferite ai diversi tempi di ritorno

Corso d'acqua	Superficie [Km ²]	Q10 [m ³ /s]	Q20 [m ³ /s]	Q50 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Mella a Brescia	311.00	-	520	-	690	820	940
Garza a Crocevia Nave	57.00	55.0	70.0	100.0	120.0	165.8	191.2
Garzetta a P.ta Trento	12.10	15.0	20.0	30.0	35.0	49.1	56.6
Bacini urbani di Brescia	10.65	18.0	23.0	31.0	37.0	-	-
San Carlo	5.50	10.0	15.0	20.0	25.0	27.6	31.9
Rudone	9.70	15.0	20.0	30.0	35.0	41.8	48.2
Giava	12.00	16.0	23.0	35.0	42.0	48.8	56.3
Musia	15.00	15.0	20.0	30.0	38.0	57.4	66.3
Botticino	5.80	10.0	15.0	22.0	25.0	28.5	32.9
Carobbio	2.40	7.0	10.0	12.0	15.0	14.8	17.1
Aree urbane del Naviglio	24.70	23.0	30.0	36.0	45.0	-	-

Tuttavia, per il Mella, in base agli Studi più recenti di aggiornamento del quadro conoscitivo del PAI (Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Mella di AdbPo), tali valutazioni sembrano alquanto cautelative poiché, nel tratto di Brescia, si stima una portata al colmo compresa tra 450 e 550 m³/s. La ragione di tale differenza è attribuita alla maggior disponibilità e qualità dei dati disponibili per le analisi idrologiche e ad una miglior schematizzazione del comportamento idraulico del corso d'acqua in piena, grazie alla disponibilità di modelli di calcolo più evoluti e basati su geometrie più recenti e più dettagliate.

Tabella 3 – Portate da PGRA scheda ARS Brescia

Le portate nello studio di fattibilità sono di gran lunga inferiori rispetto a quelle riportate nella scheda monografica dell'ARS di Brescia, ma le opere già realizzate e le nuove geometrie consentono di prendere in considerazione per le verifiche relative al ponte in progetto la portata di 52.51 mc/s, visto che si tratta della sezione più vicina al ponte in progetto.

5 INTERFERENZE CON IL RETICOLO SECONDARIO

Il progetto oggetto di studio attraversa numerosi corsi d'acqua del reticolo minore che sono di competenza del Consorzio di Bonifica Chiese. All'interno del Piano Comprensoriale di bonifica, irrigazione e tutela del territorio rurale (L.R. 5 dicembre 2008 n. 31)-Relazione Generale si trova la descrizione del naviglio Grande

	LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA					
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA					
Relazione idrologica generale	COMMESSA IN0W	LOTTO 00	CODIFICA R 26 ID	DOCUMENTO RI 00 00 001	REV. A	FOGLIO 8 di 15

Bresciano, costeggiato dal tracciato e attraversato in diversi punti. Di seguito la descrizione del distretto del Naviglio interessato dal progetto.

5.1 Distretto Naviglio

Nel Distretto Naviglio si utilizzano le acque derivate da 24 bocche irrigue disposte lungo tutto il corso del Naviglio Grande Bresciano, a partire dal territorio comunale di Gavardo, fino ad arrivare alle ultime derivazioni in comune di Brescia.

Lo sviluppo della rete irrigua-idraulica promiscua e di colo esistente è di oltre 360 km fra canali primari e secondari; la pendenza media varia dallo 0.15 al 0.2% a seconda delle zone; ad eccezione di marginali interventi di rivestimento, l'intera rete è costituita da canali in terra.

Così pure i canali irrigatori che possono sommariamente valutarsi in circa 330 km sono quasi totalmente in terra, salvo marginali interventi di rivestimenti in calcestruzzo. Tutta la rete canalizia del Distretto Naviglio ivi, compreso il canale principale, svolge funzione di colatore delle acque meteoriche provenienti dal bacino imbrifero che la domina, e dagli abitati attraversati. Vi sono 24 derivazioni sul canale principale che diventano i 35 sottocomprensori in cui il distretto è suddiviso, con corpi d'acqua modulati mediante partitori del tipo Bazin e Cipolletti, che variano dai 100 ai 600 l/s medi in presa, nella stagione estiva, in relazione alla superficie dei sottocomprensori.

All'interno dei territori ricadenti nel Distretto Naviglio viene utilizzata quasi esclusivamente la metodologia irrigua a scorrimento.

La sovrapposizione del tracciato con il reticolo definito dal SITER (Sistema Informativo Bonifica Irrigazione e Territorio Rurale) ha evidenziato le interferenze con i seguenti canali o rogge:

- Canale Naviglio Grande Bresciano;
- Roggia Bonadena;
- Roggia Piove Razzeghina;
- Roggia Colpana;
- Roggia Musia
- Roggia Musiolo
- Scarico Del Bergamaschino
- Canale Naviglio Cerca
- Roggia Comuna
- Roggia Vescovada Promiscua

Distretto irriguo	Comizio irriguo	Canale adduttore	Metodo irriguo	Dotazione [l/s ha]	Turno irr. [d]	Superf. irrig. [ha]
	Roggia Mazzanesca Lana	Roggia Lana	Scorrimento	1.6	7.5	88
	Roggia Rudone B-Mora	Roggia Rudone B. Mora	Scorrimento	1.6	8.5	145
	Roggia Treina	Roggia Treina	Scorrimento	1.6	8.5	156
	Roggia Ganassona	Roggia Ganassona	Scorrimento	1.6	8.5	98
	Roggia Caionvica	Roggia Caionvica	Scorrimento	1.6	8.5	71
	Roggia Rudoncello	Roggia Rudoncello	Scorrimento	1.6	8.5	168
	Roggia Cavallina	Roggia Cavallina	Scorrimento	1.6	8.5	201
	Roggia Musia, Musiolo e Colpana	Roggia Musia, Roggia Musiolo, Roggia Colpana	Scorrimento	1.6	8.5	109
	Roggia Piffiona	Roggia Piffiona	Scorrimento	1.6	7.5	161
	Roggia San Pola	Roggia San Pola	Scorrimento	1.6	7.5	157
	Roggia Comuna	Roggia Comuna	Scorrimento	1.6	8.5	85
	Roggia Bonadena	Roggia Bonadena	Scorrimento	1.6	8.5	88
	Roggia Calcagna	Roggia Calcagna	Scorrimento	1.6	7.5	76
	Roggia Piove Razzeghina	Roggia Piove Razzeghina	Scorrimento	1.6	8.5	220
	Roggia Avogadra	Roggia Avogadra	Scorrimento	1.6	7.5	105
	Roggia Vescovada Bettole	Roggia Vescovada Bettole	Scorrimento	1.6	8.5	44
	Roggia Vescovada Borgosatollo	Roggia Vescovada Borgosatollo	Scorrimento	1.6	8.5	303

Tabella 4 – Dotazioni Consorzio Bonifica Chiese

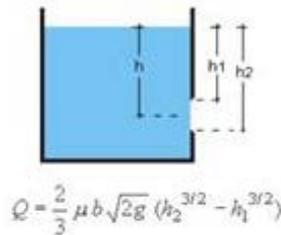
5.1.1 Roggia Cerca

Il dato di portata della roggia Cerca (Seriola) è da considerarsi quello in uscita dalla paratoia motorizzata con soglia tarata a 50mc/s, di fatto la portata della roggia risulterebbe pari a 30mc/s secondo studi pregressi, tuttavia a vantaggio di sicurezza nei calcoli si è considerato 40 mc/s, come via di mezzo cautelativa. Le informazioni sono state ricavate dal consorzio che per la portata di 200 anni del Naviglio attesta circa 36/40 mc, che in casi di necessità dovrebbe prendersi tutto il Naviglio.

5.1.2 Roggia Lupa

La portata della roggia Lupa è una portata di regolazione in uscita da una bocca sotto battente con una sezione 11x2,5 e una pendenza 0,0008 che valutando in moto uniforme il tirante massimo del Naviglio fornisce un risultato di circa 2 m. Dal rilievo della paratoia applicando la formula dello stramazzo sotto-battente, si ricava la portata massima per quel tirante con la seguente formula pari a 14.7 mc/s.

:



Q = Portata effluente dalla luce

h_1 = battente sulla luce

h_2 = battente più altezza della luce

b = larghezza della luce

al coefficiente di contrazione μ può essere attribuito il valore di 0,61.

6 STIMA DELLE PORTATE PER I BACINI MINORI

La Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica (Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 7. Norme di attuazione) in base all'art. 10 delle norme di attuazione, "...contiene i valori delle precipitazioni intense nelle diverse aree del bacino e quelli delle portate di piena sui corsi d'acqua principali, interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali (nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali - PSFF e del PAI) e, per gli stessi corsi d'acqua, il profilo della piena di progetto. Per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, i dati idrologici forniti costituiscono riferimento per le procedure di valutazione della compatibilità idraulica delle opere pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B, di cui all'art. 38 delle Norme di attuazione del PAI, che sono definite dalla specifica "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B".

6.1 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nell'ambito del PAI nelle stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate,



LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA

Lotto funzionale **QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA**

Relazione idrologica generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00	R 26 ID	RI 00 00 001	A	11 di 15

definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni. I valori delle curve di probabilità pluviometrica sono riportati in Tabella 1.

6.1.1 Individuazione delle celle

Individuando la città di Brescia sulla cartografia si é isolata la tavola 18 della direttiva come riportato seguito e si é quindi individuato il settore all'interno del quale ricade il progetto.

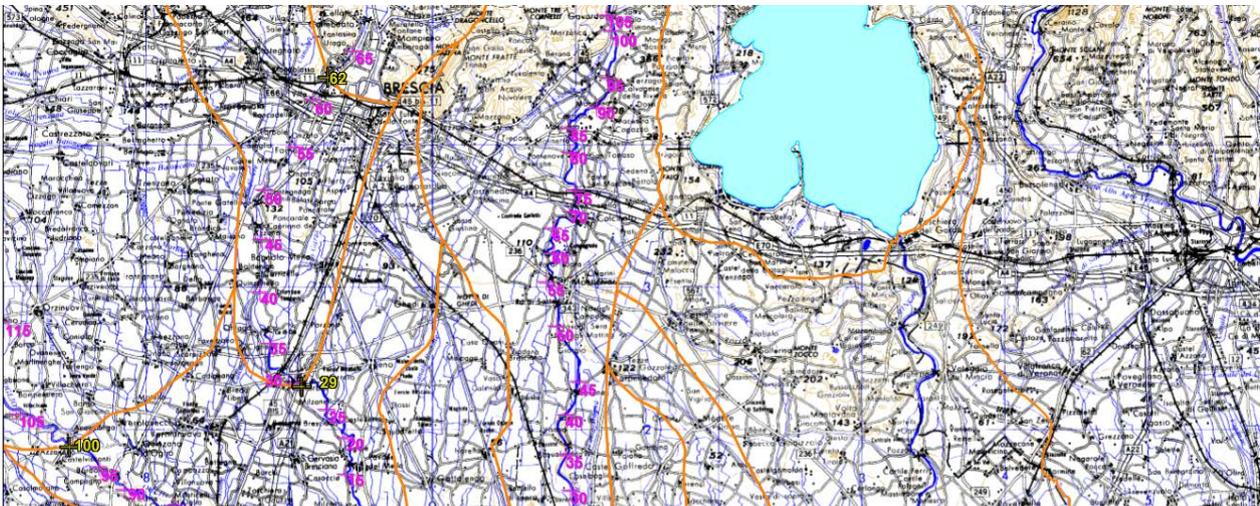


Figura 1: Tavola 18 Direttiva Portate AdB Po

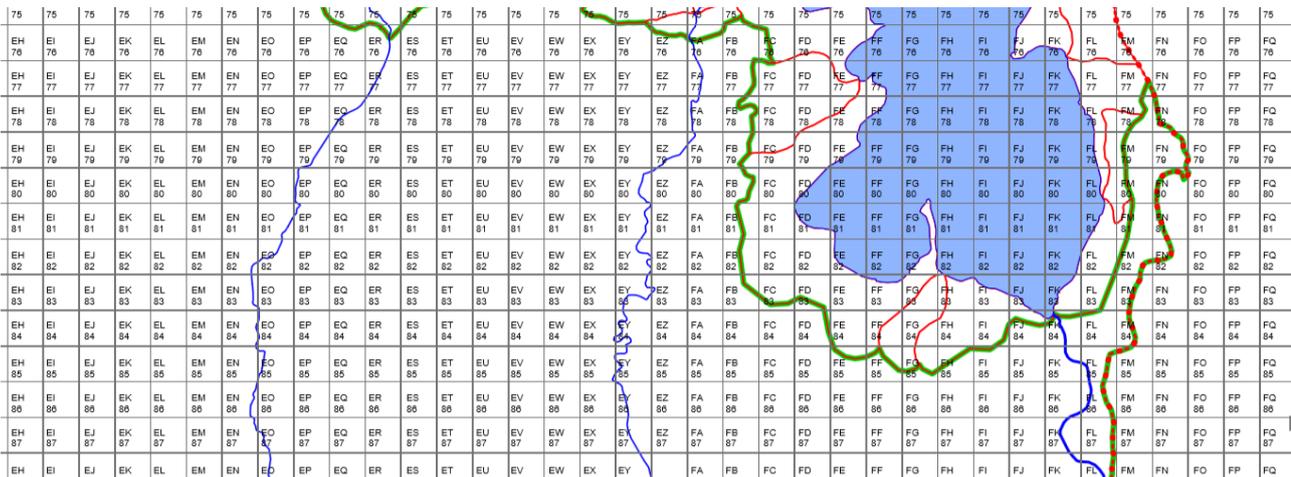


Figura 2: Tav. 18 Regionalizzazione AdB Po



LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA
Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA

Relazione idrologica generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00	R 26 ID	RI 00 00 001	A	12 di 15

E' stato sovrapposto il tracciato alla zona individuata per isolare le celle e trovare le curve di pioggia per i bacini minori

Cella	Coordinate Est UTM	Coordinate Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
EU80	60,100,000,000	504,100,000,000	43,52	0,273	55,08	0,268	60,03	0,267	66,55	0,265
ET79	59,900,000,000	504,300,000,000	43,51	0,278	55,04	0,273	59,99	0,273	66,49	0,271
ES79	59,700,000,000	504,300,000,000	43,44	0,274	54,88	0,269	59,79	0,269	66,25	0,267
ER78	59,500,000,000	504,500,000,000	43,64	0,277	55,16	0,273	60,11	0,272	66,61	0,270
ER79	59,500,000,000	504,300,000,000	43,58	0,271	55,03	0,266	59,95	0,265	66,41	0,263
ER77	59,500,000,000	504,700,000,000	43,67	0,283	55,25	0,279	60,23	0,278	66,76	0,277
EQ78	59,300,000,000	504,500,000,000	43,85	0,272	55,42	0,268	60,39	0,267	66,91	0,265
EQ79	59,300,000,000	504,300,000,000	43,83	0,267	55,33	0,262	60,27	0,261	66,77	0,269

Tabella 5 – Celle

6.2 Metodo razionale

La formula del metodo razionale si scrive:

$$Q_c = 0,28 c i A$$

dove:

Q_c = portata al colmo (m^3/s)

c = coefficiente di deflusso (-)

i = intensità di pioggia (mm/hr)

A = superficie del bacino (km^2)

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino, – la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrvazione t_c .

Il tempo di corrvazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso

	LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA					
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA					
Relazione idrologica generale	COMMESSA IN0W	LOTTO 00	CODIFICA R 26 ID	DOCUMENTO RI 00 00 001	REV. A	FOGLIO 13 di 15

rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il tempo di corrivazione del bacino è normalmente calcolato con formule empiriche; tra esse molto usata è quella di Giandotti (1934, 1937):

$$tc = (4 A + 1,5 L)/(0,8 (H_m - H_0)) \text{ (espresso in ore)}$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

H_m = altitudine media del bacino (m s.m.)

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m s.m.)

E tra le altre formule empiriche

Ventura (1905): $tc = 0,127 (A/p)^{0,5}$

A= superficie bacino

p = pendenza media

Quando siano noti gli elementi della rete idrografica del bacino che consentono la stima di un valore medio delle velocità della corrente nell'alveo, il tempo di corrivazione può essere stimato dividendo il percorso più lungo della rete per il valore calcolato della velocità.

6.3 Coefficiente di deflusso c

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio. Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E' possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore di c cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino. Normalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto di invaso, mentre un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno è fornita nella letteratura scientifica come di seguito riportato.

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

7 PORTATE DI PROGETTO

PGRA relativo alle ARS di Brescia per quanto riguarda il bacino Carobbio e Musia la portata con tempo di ritorno 200 anni é:

Corso d'acqua	Superficie [Km ²]	Q10 [m ³ /s]	Q20 [m ³ /s]	Q50 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Mella a Brescia	311.00	-	520	-	690	820	940
Garza a Crocevia Nave	57.00	55.0	70.0	100.0	120.0	165.8	191.2
Garzetta a P.ta Trento	12.10	15.0	20.0	30.0	35.0	49.1	56.6
Bacini urbani di Brescia	10.65	18.0	23.0	31.0	37.0	-	-
San Carlo	5.50	10.0	15.0	20.0	25.0	27.6	31.9
Rudone	9.70	15.0	20.0	30.0	35.0	41.8	48.2
Giava	12.00	16.0	23.0	35.0	42.0	48.8	56.3
Musia	15.00	15.0	20.0	30.0	38.0	57.4	66.3
Botticino	5.80	10.0	15.0	22.0	25.0	28.5	32.9
Carobbio	2.40	7.0	10.0	12.0	15.0	14.8	17.1
Aree urbane del Naviglio	24.70	23.0	30.0	36.0	45.0	-	-



Tabella 6 – Portate PGRA scheda ARS Brescia

Per il Rio Valle Lana si é utilizzata la cella ET79 e tempo di corrivazione calcolato con Ventura pari a 0.24 h, la portata ottenuta con valore di c pari a 0.2 é 6.08 mc/s c per un tempo di ritorno 100 anni.

	LINEA AV/AC TORINO-VENEZIA Tratta MILANO-VERONA				
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA				
Relazione idrologica generale	COMMESSA IN0W	LOTTO 00	CODIFICA R 26 ID	DOCUMENTO RI 00 00 001	REV. FOGLIO A 15 di 15

Per il Rio Valle Cappellino si é utilizzata la cella ET79 e tempo di corrivazione calcolato con Ventura pari a 0.41 h, la portata ottenuta con valore di c pari a 0.2 é 9.09 mc/s c per un tempo di ritorno 100 anni.

Per i bacini 6,7 e 8 è stata utilizzata la cella E80. I tempi di corrivazione calcolati con Ventura sono i seguenti, mentre il valore di c è stato posto pari a 0.2:

		tc
bacino	6	4.72
bacino	7	2.10
bacino	8	4.44

Le portate per i bacini minori sono in parte ricavate da studi pregressi e in parte calcolate e sono riportate di seguito:

NUM. BACINO	NOME	PORTATA MC/S
1	GARZA	52.51
1BIS	GARZA	52.51
2	RIO VALLE CAPPELLINO	9.09
3	RIO VALLE LANA	6.08
4	TORRENTE VALLE CARROBBIO	15
5	TORRENTE RINO MUSIA	38
6	99+319	17.45
7	103+545	1.98
8	ROGGIA MEZZANESCA (103+750)	2.20

Tabella 7 – Sintesi Portate