

autostrade // per l'italia

RHO-MONZA

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA
AUTOSTRADALE ESISTENTE A8 - A52

LOTTO 3 : VARIANTE DI BARANZATE

PROGETTO PRELIMINARE

CORPO AUTOSTRADALE


IDROLOGIA IDRAULICA

SISTEMA DI DRENAGGIO

RELAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Paolo de Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 RESPONSABILE UFFICIO IDR	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 PROJECT ENGINEER	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE STP
--	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO				DATA: LUGLIO 2013	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE			n.	data
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
—	11001601	IDRO	100	—	—		

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Federica Ferrari	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI : —
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI : Ing. Roberto Gaudenzi
CONSULENZA A CURA DI : —	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA' Ing. Paolo de Paoli	

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	VISTO DEL COMMITTENTE  Ing. Stefano STORONI	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
2.1 NORMATIVA NAZIONALE	3
2.2 NORMATIVA REGIONALE	5
3. IDROLOGIA	9
3.1 DETERMINAZIONE DELLE CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	9
3.2 TEMPO DI RITORNO ASSUNTO A BASE DELLA PROGETTAZIONE	13
3.3 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	14
3.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta	15
3.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento	17
4. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE	18
4.1 ELEMENTI DI RACCOLTA	18
4.1.1 Canaletta grigliata in Pead	18
4.1.2 Caditoia grigliata in PEAD	20
4.1.3 Embrici	21
4.1.4 Drenaggio viadotti e cavalcavia	21
4.2 ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	21
4.2.1 Collettori circolari in PEAD e PP	21
4.2.2 Fossi di guardia	24
5. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ED IMPIANTI SEMAFORICI	26
6. PRESIDI IDRAULICI – VASCHE DI LAMINAZIONE	27

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le principali caratteristiche costituenti il sistema di drenaggio a servizio della nuova autostrada, collegamento tra le tangenziali ovest e nord di Milano, e della viabilità secondaria legata alla stessa.

Il tracciato parte dal Comune di Bollate e si snoda fino a quello di Baranzate, con andamento est-sud ovest, attraverso un'area caratterizzata da un esteso reticolo idrografico naturale ed artificiale. Essa comprende tutti corsi d'acqua cosiddetti "Delle Groane" (il Fiume Seveso al di fuori del Comune di Milano, i torrenti Pudiga, Guisa, Nirone, il canale Villoresi e una serie di corsi d'acqua minori e fontanili con essi interferenti).

Il progetto consiste nella realizzazione del tracciato autostradale a partire dalla progressiva km 0+000, dal ponte sulla ferrovia, fino alla progressiva km 2+500, circa, poco a valle dello svincolo con la SS233 "Varesina".

Parte integrante dell'intervento è anche la "nuova viabilità nei comuni di Bollate e Baranzate" che si sviluppa dalla nuova rotatoria inserita in Via Piave fino all'innesto, sempre mediante una rotatoria di nuova realizzazione, sulla SS233. L'intera viabilità si trova in leggero rilevato e attraversa un terreno per lo più ad uso agricolo.

Il progetto prevede il rispetto di tutti i vincoli legislativi prefiggendosi come scopo ultimo la completa tutela idraulica ed ambientale del territorio circostante. Il sistema di drenaggio è di tipo "chiuso", cioè dotato di trattamento qualitativo prima dello scarico nel ricettore finale.

A partire dai dati storici di precipitazione, l'applicazione delle usuali metodologie di statistica inferenziale ha permesso la definizione delle cosiddette "linee segnalatrici di possibilità pluviometrica", che stabiliscono il legame esistente fra l'altezza di pioggia ed il tempo di ritorno assunto alla base della progettazione.

I risultati dello studio idrologico sono stati utilizzati per definire il sistema di drenaggio a servizio della nuova viabilità, che provvederà alla raccolta, al convogliamento ed al successivo smaltimento finale delle acque di precipitazione meteorica ricadenti sia sulle piattaforme stradali che sui relativi rilevati/trincee.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'analisi idraulica del viabilità in oggetto è stata condotta nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi.

2.1 Normativa nazionale

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

DLgs 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento.

DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che “..le regioni disciplinano:..b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..”, art. 113 comma 1, e che “... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate.. in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose..”, art. 113 comma 3.

DM 14/01/2008

"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo

11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato “Smaltimento dei liquidi provenienti dall’impalcato”, si prescrive che: “... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell’opera stessa o per la natura dell’ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione.”

Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegato al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Decreto n. 131 del 16/06/2008

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

Decreto n. 56 del 14/04/2009

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo” (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

2.2 Normativa Regionale

Legge regionale n. 21 del 27 dicembre 2010 - Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), in attuazione dell’articolo 2, comma 186 bis, della legge 23 dicembre 2009, n. 191.

Legge regionale 27 febbraio 2007, n. 5 - La norma, pubblicata il 2 marzo 2007 sul 2° supplemento ordinario del Burl, agli articoli 6,7,8 apporta modifiche rispettivamente alla l.r.

17/2000 in materia di inquinamento luminoso, modifiche e integrazioni alla l.r. 26/2003 in materia di risorse idriche, oltre a fornire l'interpretazione autentica dell'art. 49, commi 2,3,4 della l.r. 26/2003. La legge è entrata in vigore il 3 marzo 2007.

Deliberazione Giunta regionale del 13 dicembre 2006 - n° 8/3789 - Programma di tutela e uso delle acque - Indicazioni alle Autorità d'Ambito per la definizione degli interventi prioritari del ciclo dell'acqua (l.r. n° 26/2003).

Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 - 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 e relativa "Direttiva per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'art. 14, comma 2, del Regolamento Regionale n° 4/2006" (Delibera di Giunta regionale n. 8/2772 pubblicata sul Burl della Regione Lombardia - serie ordinaria del 3 luglio 2006).

L'art. 2 - (Definizioni):

f) **"superficie scolante"** *l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra analoga superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente Regolamento;*

Art. 3 - (Acque di prima pioggia e di lavaggio soggette a regolamentazione)

1. *La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia sono soggetti alle disposizioni del presente regolamento qualora tali acque provengano:*

a) *da superfici scolanti di estensione superiore a 2.000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde, costituenti pertinenze di edifici ed installazioni in cui si svolgono le seguenti attività:*

- 1) *industria petrolifera;*
- 2) *industrie chimiche;*
- 3) *trattamento e rivestimento dei metalli;*
- 4) *concia e tintura delle pelli e del cuoio;*
- 5) *produzione della pasta carta, della carta e del cartone;*
- 6) *produzione di pneumatici;*
- 7) *aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio di fibre tessili;*
- 8) *produzione di calcestruzzo;*
- 9) *aree intermodali;*
- 10) *autofficine;*

11) carrozzerie;

b) dalle superfici scolanti costituenti pertinenza di edifici ed installazioni in cui sono svolte le attività di deposito di rifiuti, centro di raccolta e/o trasformazione degli stessi, deposito di rottami e deposito di veicoli destinati alla demolizione;

c) dalle superfici scolanti destinate al carico e alla distribuzione dei carburanti ed operazioni connesse e complementari nei punti di vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli;

d) dalle superfici scolanti specificamente o anche saltuariamente destinate al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999.

Tale articolo elenca i casi in cui le acque di prima pioggia debbano essere sottoposte a trattamento qualitativo così come previsto dal regolamento stesso; si fa presente che le acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali non sono riportate in tale elenco e, pertanto, esse non sono sottoposte a specifiche prescrizioni.

Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

D.G.R. 29 marzo 2006 - n. 8/2244 - Approvazione del Programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell'articolo 44 del d.lgs. 152/99 e dell'articolo 55, comma 19 della l.r. 26/2003;

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque definitivamente approvato con Delibera di Giunta n. 2244 del 29 marzo 2006. L'Art. 44 - Riduzione delle portate meteoriche drenate, riporta:

“1. Per ridurre l'apporto inquinante derivante dal drenaggio delle acque meteoriche, nell'Appendice G sono riportate le norme tecniche per la programmazione e la progettazione dei sistemi di fognatura, con i riferimenti da assumere per la riduzione delle portate meteoriche circolanti nelle reti fognarie, sia unitarie sia separate, e per la limitazione delle portate meteoriche scaricate nei ricettori. La disciplina delle acque meteoriche da avviare alla depurazione e delle vasche di accumulo delle acque di pioggia è contenuta nel Regolamento per gli scarichi delle acque reflue e delle acque meteoriche.

2. I valori di cui alle predette norme integrano, per le parti interessate, la metodologia per l'elaborazione e la redazione del Piano d'ambito."

Appendice G - Direttive in ordine alla programmazione e progettazione dei sistemi di fognatura, al punto 2.3 Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori mediante vasche volano, riporta:

La critica situazione idraulica di molti corsi d'acqua, inadeguati a ricevere le portate meteoriche urbane e extraurbane, porta ad adottare scelte atte a ridurre le portate meteoriche drenate sia – ove possibile – dalle esistenti aree scolanti, sia – comunque – dalle aree di futura urbanizzazione.

In particolare occorre prevedere l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali o riguardanti attività commerciali o di produzione di beni;

- 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di reti fognarie.

Tali limiti sono da adottare per tutte le aree fognate non ricadenti nelle sotto elencate zone del territorio regionale, sia per le reti unitarie sia per quelle destinate esclusivamente alla raccolta delle acque meteoriche:

- aree situate a nord dell'allineamento pedemontano individuato dai tracciati della strada provinciale Sesto calende – Varese, della strada statale n.342 tra Varese e Como, della strada statale n.369 tra Como, Lecco e Caprino Bergamasco, della strada statale n.342 tra Caprino Bergamasco e Bergamo, dell'autostrada A4 tra Bergamo, Brescia e Peschiera del Garda;

- aree direttamente gravitanti sui laghi o sui fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Mella, Chiese e Mincio;

- aree situate nel settore collinare dell'Oltrepò pavese.

3. IDROLOGIA

3.1 Determinazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

La valutazione delle portate di piena che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire, deve essere effettuata con opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentano di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento.

Volendo determinare le portate che comportano la crisi del sistema di drenaggio, occorre fare riferimento agli eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. Per definire le altezze di precipitazione corrispondenti a tali eventi, vengono utilizzate le *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica*, elaborate a partire dalle registrazioni d'altezza di pioggia effettuate nelle stazioni pluviometriche.

Il territorio in cui si sviluppa il tracciato appartiene idrograficamente al bacino del Fiume Po, di competenza dell'Autorità di Bacino. L'analisi idrologica è stata eseguita utilizzando i dati pluviografici ricavati dagli Annali Idrologici del S.I.M.I. relativamente alla stazione di Carata Brianza (punto geograficamente più vicino per cui sono disponibili un numero apprezzabile di osservazioni) con riferimento alle registrazioni del periodo 1951-1985, e riportati in Tabella 3.1.

Partendo dai dati di pioggia la determinazione delle curve di possibilità climatica, è stata effettuata ipotizzando che i massimi annuali dell'altezza di precipitazione di una prefissata durata siano distribuiti secondo la legge di Gumbel.

Detta h l'altezza di precipitazione in funzione della durata θ delle piogge stesse, la tecnica idrologica abituale fornisce, per le curve di possibilità climatica, una relazione monomia semplice o doppia del tipo:

$$h(\theta, T) = a(T) \cdot \theta^{n(T)} \quad (3.1 \text{ a})$$

$$h(\theta, T) = a_1(T) \cdot \theta^{n_1(T)} + a_2(T) \cdot \theta^{n_2(T)} \quad (3.1 \text{ b})$$

dove T è il tempo di ritorno, dedotto classificando in ordine decrescente le massime precipitazioni verificatesi in passato e involupando superiormente i dati di pari ordine.

In particolare, per il caso in esame, si è adottata un'espressione di tipo (3.1 b).

In sostanza ci si affida a un'indagine probabilistica che consenta di trovare una relazione di tipo (3.1 b) collegata a un'assegnata probabilità di superamento: in termini pratici si

vuole trovare l'altezza di pioggia h , relativa a una certa durata θ , che abbia probabilità piuttosto bassa di essere uguagliata o superata durante il periodo di un anno.

Detta P la probabilità di non superamento dell'altezza di pioggia h , la funzione che esprime la relazione tra le due variabili è:

$$P = \exp(-\exp(-\alpha(h-u))) \quad (3.2)$$

dove: $\alpha(\theta)$ e $u(\theta)$ sono i due parametri caratteristici della distribuzione, da stimare in base alle osservazioni.

Questi ultimi vengono generalmente stimati con il criterio dei momenti attraverso le seguenti espressioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{\sigma(h)} \quad (3.3)$$

$$u = \mu(h) - 0.450 \cdot \sigma(h) \quad (3.4)$$

dove: $\mu(h)$ è il valore medio delle altezze di pioggia h per assegnata durata e $\sigma(h)$ il corrispondente scarto quadratico medio.

Introducendo il legame esistente fra tempo di ritorno e probabilità di non superamento:

$$T = \frac{1}{1-P(h)} \quad (3.5)$$

la (3.1 b) può essere scritta come:

$$h(\theta, T) = u(\theta) - \frac{1}{\alpha(\theta)} \operatorname{Ln} \left[\operatorname{Ln} \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \quad (3.6)$$

Attraverso le analisi statistiche, condotte con le modalità descritte, sono stati determinati i valori di a ed n delle curve di possibilità climatica per ciascun valore del tempo di ritorno assunto a riferimento: tali valori sono riportati nella Tabella 3.2.

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corruzione superiori all'ora. Per determinare leggi di pioggia valide per eventi di breve durata si è utilizzato lo studio di Calenda e altri (1993) basato su un campione di 8 anni di dati di pioggia registrati al

pluviometro di Roma Macao. Questo studio evidenzia come il rapporto tra l'altezza di pioggia di 5 minuti e quella oraria sia pressoché costante in tutta Italia e pari a 0.278. Imponendo questa condizione ed il passaggio per l'altezza di pioggia oraria si ottiene il valore del parametro n per tempi di pioggia inferiori all'ora pari a 0.515.

La visualizzazione grafica delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è riportata in Figura 3.1.

Anno	Altezze [mm]				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1951	31.60	41.00	64.80	116.00	155.00
1952	21.20	29.20	32.00	40.00	70.00
1954	54.00	56.60	56.60	56.60	70.40
1956	28.00	37.40	37.40	61.60	73.00
1957	37.00	43.80	66.60	80.00	85.00
1958	57.00	58.00	58.00	70.80	70.80
1959	31.40	37.00	43.60	60.00	84.60
1960	48.80	94.60	109.00	141.00	150.00
1961	42.00	65.20	65.60	66.00	94.60
1962	37.40	67.40	110.00	123.00	127.00
1963	51.00	58.60	66.40	84.40	113.00
1967	36.00	44.00	68.00	93.00	103.60
1968	26.00	41.60	53.00	55.60	76.20
1971	25.00	37.00	40.00	58.00	71.20
1972	27.40	43.20	51.40	54.00	66.80
1973	24.20	27.40	34.20	71.40	72.00
1974	29.00	29.00	33.40	38.80	61.20
1975	25.40	28.20	30.50	46.40	64.20
1976	45.20	58.80	72.20	100.80	127.40
1978	20.60	21.60	32.00	65.00	113.60
1984	34.00	60.80	60.80	61.80	92.00
1985	24.30	35.90	36.00	38.00	69.10

Tabella 3.1 – Stazione di Carate Brianza: precipitazioni di breve durata e forte intensità

Tempo di ritorno [anni]	CPP per durate inferiori all'ora	CPP per durate maggiori dell'ora
5	$h = 42.95 t^{0.515}$	$h = 42.95 t^{0.308}$
10	$h = 48.18 t^{0.515}$	$h = 48.18 t^{0.336}$
20	$h = 55.73 t^{0.515}$	$h = 55.73 t^{0.309}$
25	$h = 57.78 t^{0.515}$	$h = 57.78 t^{0.309}$
50	$h = 64.14 t^{0.515}$	$h = 64.14 t^{0.310}$
100	$h = 70.55 t^{0.515}$	$h = 70.55 t^{0.310}$
200	$h = 76.93 t^{0.515}$	$h = 76.93 t^{0.310}$
500	$h = 85.57 t^{0.515}$	$h = 85.57 t^{0.310}$

Tabella 3.2 – Stazione di Carate Brianza: curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

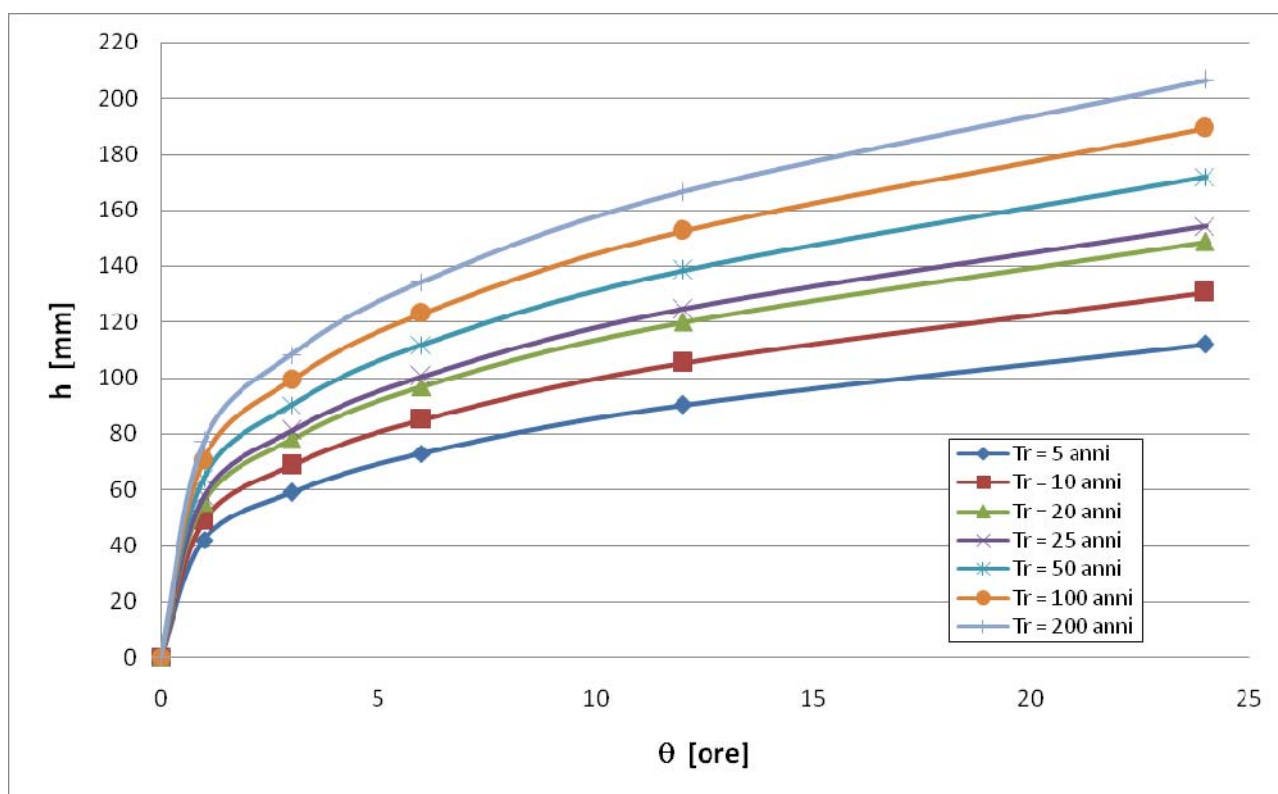


Figura 3.1 – Stazione di Carate Brianza: curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate maggiori dell'ora

3.2 Tempo di ritorno assunto a base della progettazione

La grandezza comunemente presa a riferimento come valore di progetto (per es., per valutare il grado di protezione dagli allagamenti offerto dalla rete di drenaggio) è il tempo di ritorno Tr della portata di dimensionamento. Questo indica il numero di anni in cui il superamento del valore assegnato avviene mediamente una volta; alternativamente, il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni che in media separano il verificarsi di due eventi di entità eguale o superiore alla soglia assegnata.

Il tempo di ritorno da assumere alla base della progettazione deve essere da un lato sufficientemente elevato da garantire il buon funzionamento della rete idraulica, e dall'altro accuratamente ponderato onde consentire un dimensionamento non eccessivamente oneroso. Si tratta, quindi, di trovare il giusto compromesso tecnico-economico.

La scelta del valore del tempo di ritorno da utilizzare nell'analisi idraulica è stata eseguita sulla base della tipologia e dell'importanza strategica e funzionale delle singole opere in progetto, basandosi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza. Si definisce rischio associato ad una certa portata la probabilità che la portata stessa sia superata almeno una volta in un numero prefissato di anni; pertanto il rischio dipende dall'estensione del periodo considerato e dalla portata in esame, ovvero dal suo tempo di ritorno. Se il dimensionamento dell'opera è stato condotto con riferimento alla portata $Q(Tr)$ di Tr anni di tempo di ritorno, il rischio $R_N[Q(Tr)]$, ovvero la probabilità che, durante N anni di funzionamento, l'opera risulti insufficiente una o più volte, è esprimibile come:

$$R_N[Q(Tr)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^N \quad (3.7)$$

La Tabella 3.3 fornisce i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 50 anni:

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza R_N [%]
5	9.6
10	18.3
20	33.23
25	39.65
50	63.58
100	86.74
200	98.24

Tabella 3.3 – Valutazione del rischio d'insufficienza per $Tr = 50$ anni

Dalla tabella risulta che il verificarsi di uno o più crisi di una rete di drenaggio durante il suo periodo di funzionamento sia un evento alquanto probabile, quasi certo. Ciò peraltro corrisponde ad una precisa scelta progettuale, in quanto il contenimento del rischio di insufficienza della rete comporta la necessità di incrementare sensibilmente il tempo di ritorno di progetto, con i conseguenti (ed in genere inaccettabili) incrementi delle dimensioni ed aggravii dei costi delle canalizzazioni.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio d'insufficienza si vuole accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T_r di progetto.

La scelta di T_r discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere la frequenza delle insufficienze idrauliche e la necessità di contenere le dimensioni dei collettori.

Il detto compromesso, che dovrebbe discendere da analisi tipo costi-benefici, conduce ad adottare, data la notevole importanza dell'opera, per il dimensionamento del drenaggio della piattaforma stradale un tempo di ritorno di 50 anni. Le vasche dotate di impianto di sollevamento in corrispondenza della galleria artificiale sull'asse principale e del sottovia sulla SS233 Varesina sono state dimensionate con un tempo di ritorno di 100 anni.

Per quanto riguarda le vasche di accumulo/laminazione prima dello scarico nei ricettori finali, la scelta del tempo di ritorno assume importanza ancora maggiore, trattandosi di strutture con finalità di protezione territoriale. La definizione del tempo di ritorno di progetto riveste quindi notevole importanza, giacché in caso d'insufficienza può venire a mancare del tutto l'effetto attenuatore, con evidenti gravi pericoli per le infrastrutture servite e per le aree urbanizzate poste a valle. In base a queste considerazioni, per le vasche è stato assunto un tempo di ritorno maggiore rispetto a quello stabilito per la rete di drenaggio e cioè pari a 500 anni.

3.3 *Modello di trasformazione afflussi-deflussi*

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini autostradali è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto nelle varie situazioni autostradali.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

Nel caso in esame, è stato assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari ad 1 per le superfici pavimentate, pari a 0.6 per le trincee ed i rilevati e pari a 0.3 per le aree pianeggianti limitrofe all'autostrada e che scaricano nei fossi di guardia.

3.3.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Nel presente progetto vengono utilizzati come elementi di raccolta le canalette grigliate e le caditoie.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = \phi b i = \phi b a t^{n-1}$$

con b larghezza della falda, ϕ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza

dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26(1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le

canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali (embrici, caditoie, ecc.) si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

In linea generale si ammetterà un allagamento massimo della carreggiata pari a 3 m (larghezza della corsia di emergenza); nei tratti in cui è presente solo la banchina (tratti senza emergenza, corsie di accelerazione e decelerazione) l'allagamento massimo accettato viene posto pari a 1.50 m.

Nel determinare l'interasse massimo degli elementi puntuali si deve tenere conto anche della loro efficienza che è data dal rapporto tra l'acqua che riescono a raccogliere e quella proveniente da monte. L'interasse massimo non deve essere superiore ai 25 m per gli embrici, mentre per i bocchettoni sui viadotti e le caditoie grigliate non deve superare i 20 m; il passo minimo è pari a 10 m per tutti gli elementi di raccolta.

3.3.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (fossi e collettori) è dato dal confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i -esimo;

v_i = velocità nel tronco i -esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{\mathfrak{R} j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

$k = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);

A area bagnata (m^2);

C contorno bagnato (m);

j pendenza media della condotta (m/m);

$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

Per il dimensionamento dei fossi di guardia si è adottato un tempo di corrivazione fisso pari a 15 minuti.

4. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

Sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi idrologica, si procede ora alla descrizione dei criteri di dimensionamento e verifica dei principali elementi costituenti il sistema di drenaggio.

4.1 Elementi di raccolta

4.1.1 Canaletta grigliata in Pead

La canaletta grigliata viene utilizzata nei seguenti casi:

- spartitraffico;
- in testa ai muri di sostegno;
- sul margine esterno quando la pendenza longitudinale è troppo basse e non consente di utilizzare la caditoia grigliata;
- sul margine esterno in trincea, dove a causa della presenza dell'illuminazione, che deve essere protetta dalla barriera di sicurezza, non è possibile utilizzare la cunetta triangolare.

Il sistema di raccolta con canaletta grigliata garantisce una tenuta idraulica perfetta ed impedisce che le acque di piattaforma si mescolino con quelle di versante. E' quindi particolarmente indicato se si vogliono tutelare le aree di maggior pregio.

Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani. La canaletta è lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione.

Le dimensioni della canaletta sono riportate rispettivamente nella figura 4.1.

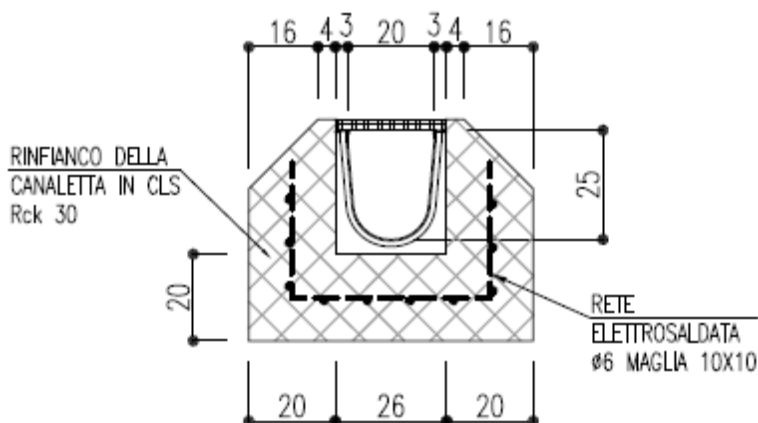


Figura 4.1 – Dimensioni della canaletta grigliata in PEAD (in cm)

Di seguito si riportano i criteri di dimensionamento della canaletta.

La canaletta è prefabbricata e lo scarico nel collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 in PEAD.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%).

Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2 \qquad C = 0,5744 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a: $Q_{sp} = 0,5326 \text{ m}^3 / \text{s}$

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in figura 4.2 in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

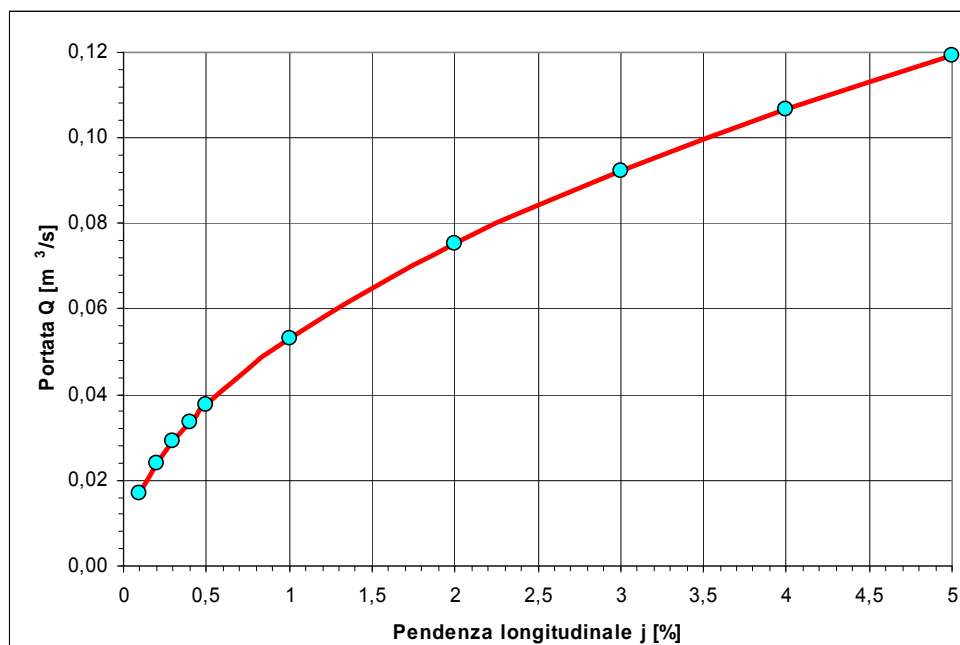


Figura 4.2 – Portata massima transitante per canaletta grigliata in Pead in funzione della pendenza longitudinale

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area della sezione del discendente e h il carico sulla sezione contratta.

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17,5 l/s. Il tratto massimo di autostrada che il discendente riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (17,5 l/s) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Il passo calcolato con questa seconda metodologia è sempre inferiore a quello calcolato in funzione del massimo riempimento della canaletta grigliata e quindi viene preso come passo per disporre i discendenti.

4.1.2 Caditoia grigliata in PEAD

Viene utilizzata al posto della canaletta continua quando la pendenza longitudinale è maggiore dello 0.5%, nei seguenti casi:

- in testa ai muri di sostegno;
- sul margine esterno.

Non si utilizza lato spartitraffico e in caso di assenza della corsia di emergenza a causa della modesta larghezza della banchina.

Le caditoie grigliate sono costituite da tratti di canaletta grigliata in PEAD di lunghezza pari ad un metro con un discendente DN160 che scarica nel collettore sottostante.

I pozzetti di ispezione devono essere posti ad interasse pari a 50 m.

La seguente tabella riporta gli interassi da utilizzare per la caditoia grigliata in funzione della pendenza longitudinale della strada.

	Pendenza longitudinale i		
	0,5 - 1 %	1 - 2 %	> 2 %
Interasse (m)	10	15	20

Tabella 4.1 – Interassi della caditoia grigliata

La manutenzione è fatta in modo analogo a quella della canaletta continua, ma risulta meno agevole a causa della discontinuità del sistema.

4.1.3 Embrici

Gli embrici vengono utilizzati nelle sezioni in rilevato quando il sistema di drenaggio è di tipo “aperto” e cioè nei tratti della “nuova viabilità nei comuni di Bollate e Baranzate” che non hanno come recapito le fognature esistenti.

Il dimensionamento degli embrici consiste nello stabilire l’interasse massimo in modo che l’acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall’arginello.

Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si utilizza la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2}$$

$$C = B \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Per l’autostrada si accetta un allagamento massimo pari alla corsia di emergenza (3 m); nel caso essa non sia presente, l’ampiezza massima di allagamento accettata si riduce a 1.50 m.

L’interasse massimo degli embrici è comunque posto pari a 30 m, non ritenendosi prudente superare tale valore.

L’interasse minimo è posto pari a 10 m.

4.1.4 Drenaggio viadotti e cavalcavia

Il drenaggio dai viadotti e dai cavalcavia (dove necessario) viene realizzato tramite caditoie, poste sul ciglio pavimentato, che scaricano nel collettore in PRFV appeso all’opera.

Il dimensionamento del passo delle caditoie è fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici. Per quanto riguarda i collettori in PRFV si è posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

4.2 Elementi di convogliamento

4.2.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda l’autostrada vengono utilizzati dei collettori in

PEAD (polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (PrEN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali che necessitano di una resistenza a schiacciamento maggiore essendo soggetti ai passaggi dei veicoli.

Per il dimensionamento si considera il diametro interno (riportato nella tabella 4.2), che risulta identico per le due tipologie di tubi ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Nel dimensionamento dei collettori si utilizza la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si adotta una pendenza minima dello 0,20% ed una velocità minima di 0,5 m/s in modo da avere una velocità dell'acqua in grado di asportare eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Nei tratti autostradali il diametro minimo da impiegare è il DN400 onde evitare occlusioni. Nelle viabilità secondarie si può scendere anche al DN315.

DN	Spessore	Raggio interno
<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339
1000	74	426
1200	85	515

Tabella 4.1 – Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m^2 e in PP SN 16 kN/m^2

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si considera un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni.

Nelle figure da 4.3 a 4.5 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il valore di riempimento massimo indicato.

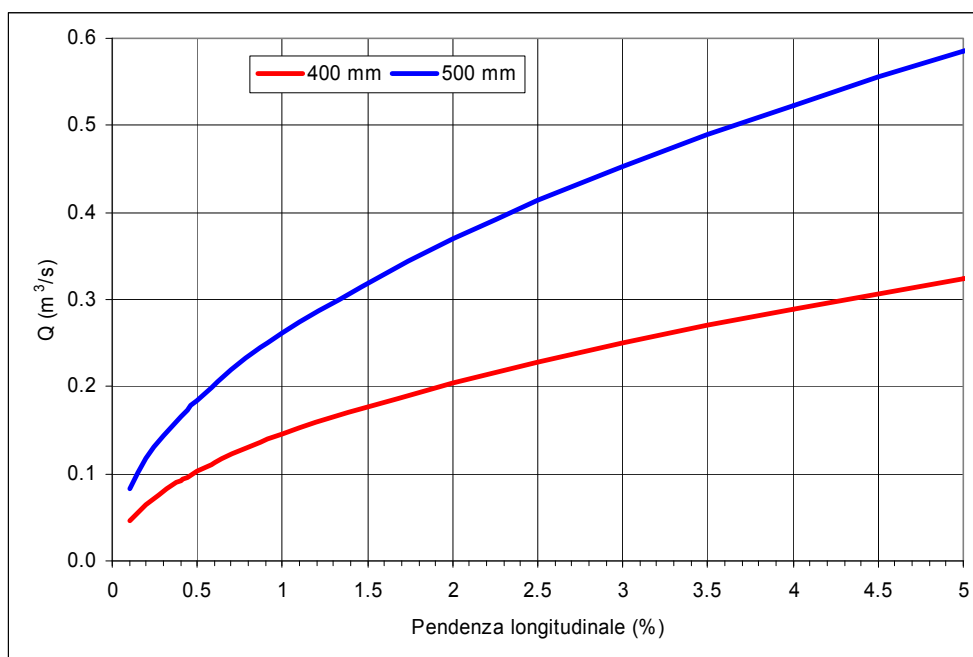


Figura 4.3 – Portata massima transitante per collettori circolari in Pead e PP di diametro 400 e 500 mm

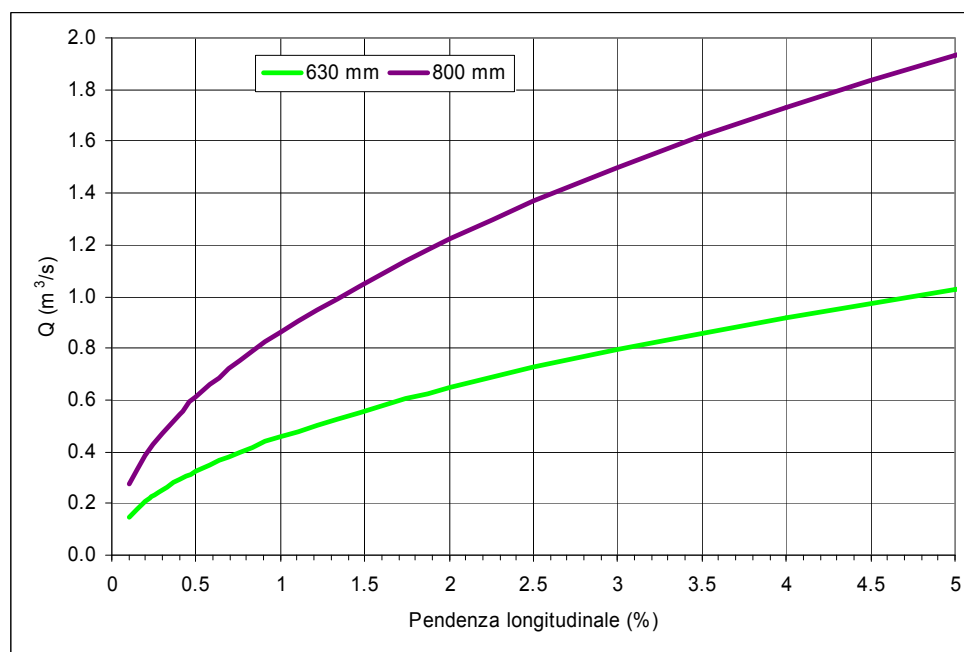


Figura 4.4 – Portata massima transitante per collettori circolari in Pead e PP di diametro 630 e 800 mm

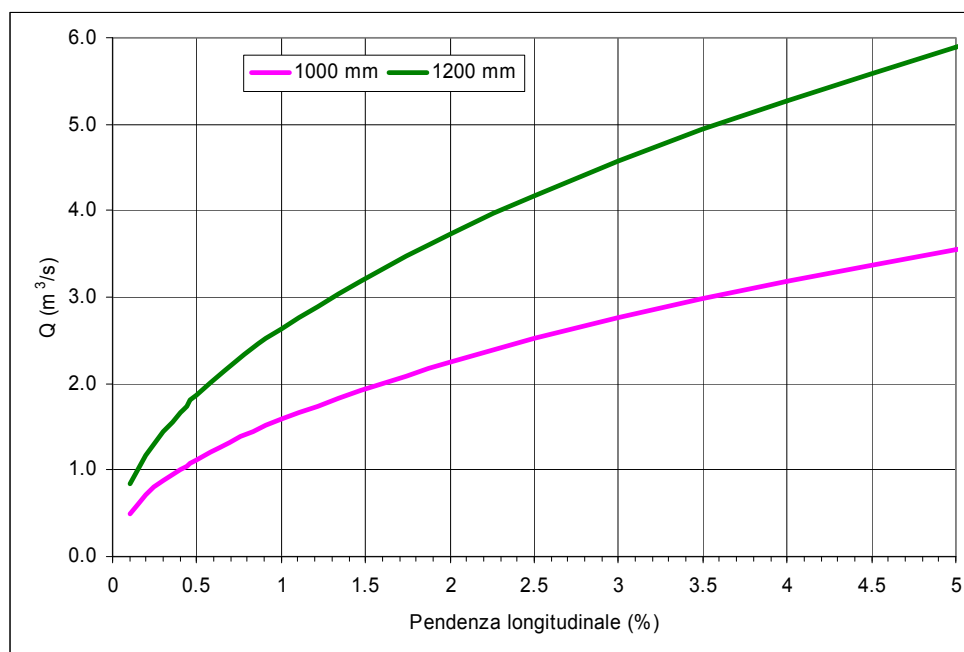


Figura 4.5 – Portata massima transitante per collettori circolari in Pead e PP di diametro 1000 e 1200 mm

Per consentire un’agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 50 m l’interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può ripulire utilizzando una lancia a pressione.

Sulle viabilità locali possano essere utilizzati collettori in PVC o in CLS per omogeneità con i sistemi fognari esistenti.

4.2.2 Fossi di guardia

I fossi di guardia sono di norma di forma trapezia e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato sia quando è in trincea. Il tempo di ritorno di progetto per i fossi di guardia è di 50 anni.

Nel loro dimensionamento si è posto un tempo di corrivazione costante pari a 15 minuti.

Quando l’autostrada è in rilevato, il fosso è posto al piede e serve a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono generalmente in terra (FI1 e FI2), tranne nei casi in cui la loro pendenza longitudinale sia molto elevata (>1%), nel qual caso si utilizzano fossi rivestiti per evitare che la forte velocità dell’acqua possa erodere il fondo. I fossi al piede della “nuova viabilità nei comuni di Bollate e Baranzate” saranno a dispersione. Dai dati ricavati dalla relazione idrogeologica si evince che la permeabilità dei territori attraversati dell’infrastruttura varia

e la costante di permeabilità K, i cui valori si aggirano intorno a 10^{-6} e 10^{-7} m/s è stata presa con un valore intermedio tra i due.

Nel caso di sezione in trincea è preferibile utilizzare un fosso di guardia rivestito (FR1 e FR2) ed è posto in sommità alla trincea stessa. La sua funzione è quindi quella di raccogliere l'acqua che viene dal versante sovrastante, onde evitare che questa scenda lungo la trincea erodendola o che possa addirittura arrivare sulla piattaforma stradale.

Per quanto riguarda il dimensionamento, si considera un riempimento massimo ammissibile dell'80%.

I coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati sono 0.0300 per i fossi in terra e 0.0167 per i fossi rivestiti.

Nelle seguenti figure sono riportate le portate massime smaltibili dai fossi di guardia nominati in precedenza, per le dimensioni dei quali si rimanda agli elaborati grafici.

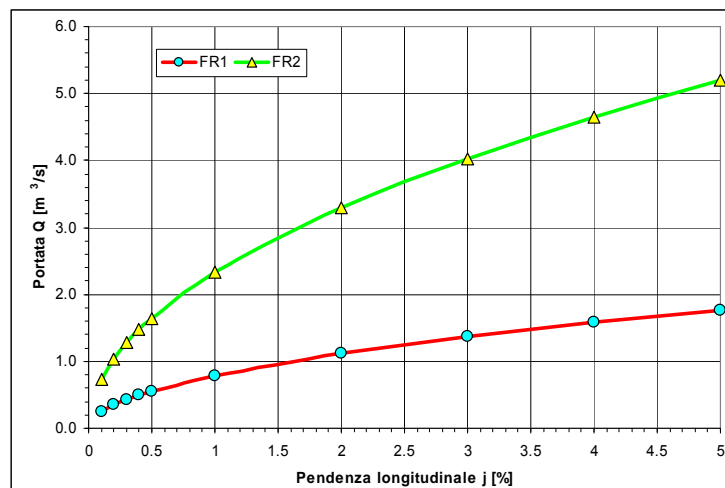


Figura 4.6 – Portata massima transitante per i fossi di guardia rivestiti

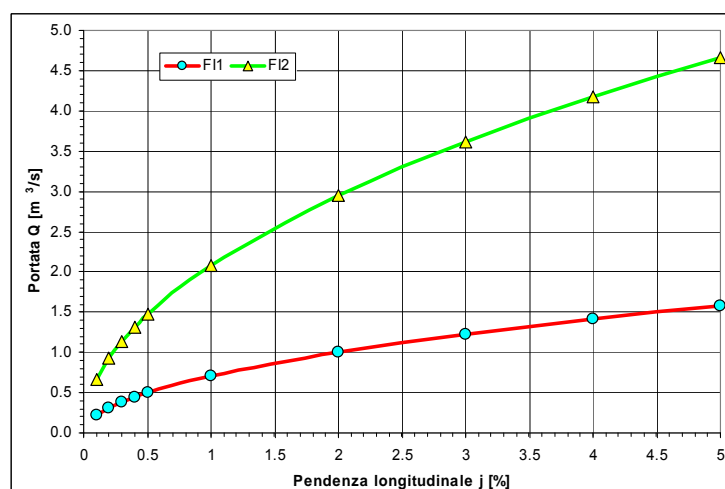


Figura 4.7 – Portata massima transitante per i fossi di guardia non rivestiti

5. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ED IMPIANTI SEMAFORICI

Escludendo gli impianti di sollevamento a servizio delle vasche di laminazione poste prima degli scarichi nei ricettori finali, descritte nel prossimo paragrafo, nel progetto sono presenti due vasche dotate di pompe poste rispettivamente all'imbocco lato Rho della galleria artificiale sull'asse autostradale e sulla S.S. 233 Varesina in corrispondenza del nuovo sottovia.

Entrambi gli impianti sono stati dimensionati con un tempo di ritorno pari a 100 anni e considerando un fermo pompe di un'ora, cioè che abbiano un volume idoneo a contenere una pioggia di tale durata senza mandare in crisi il sistema di drenaggio.

La portata in uscita dai due impianti è stata calcolata come quella proveniente dalla piattaforma con un tempo di corrivazione di 15 minuti.

L'impianto sulla S.S. 233 avrà come recapito finale la fognatura mista che oggi passa sotto la strada e che a causa dei lavori verrà deviata e mantenuta in testa alla trincea ed ai muri di controripa. Alla vasca affluirà un'area pavimentata pari a circa 6340 mq e quindi, considerando che l'altezza di pioggia oraria centennale è pari a 70.55 mm, si ha che la vasca deve avere un volume utile pari a 450 mc. La portata in uscita è pari a circa 0.24 mc/s.

L'impianto a servizio dell'asse principale scaricherà nella vasca di laminazione n. 3 e avrà come recapito finale il Torrente Pudiga. Alla vasca affluirà un'area pavimentata pari a circa 27150 mq e quindi, considerando che l'altezza di pioggia oraria centennale è pari a 70.55 mm, si ha che la vasca deve avere un volume utile pari a 1915 mc. La portata in uscita è pari a circa 1.04 mc/s.

Non è invece necessario realizzare un altro impianto di sollevamento per lo Svincolo di Baranzate-Novate in quanto questo scaricherà a gravità nella Vasca D dove le acque verranno laminate prima dello scarico nel Torrente Pudiga.

Per la galleria di Baranzate è previsto l'inserimento di un impianto semaforico di sicurezza che segnalerà il divieto di accesso in galleria in caso di presenza di acqua in piattaforma autostradale. Analogo sistema è previsto anche per la rotatoria dello svincolo di Baranzate/Novate e per il sottopasso della SS 233 Varesina.

6. PRESIDI IDRAULICI – VASCHE DI LAMINAZIONE

Come detto in precedenza, il sistema di drenaggio dell'intervento in progetto è di tipo "chiuso", cioè le acque di piattaforma, prima di essere scaricate nei ricettori finali (Torrenti Pudiga e Merlata), subiscono un trattamento qualitativo.

Le acque raccolte in piattaforma vengono convogliate tramite collettori in Pead a delle vasche di laminazione interrate realizzate in CLS.

Come prescritto dalla Regione Lombardia, il sistema è stato studiato in modo da non scaricare nei ricettori finali quando la loro portata supera il valore limite riportato nel decreto, pari a 14 mc/s per il Torrente Pudiga e a 11 mc/s per il Torrente Merlata. Di seguito sono riportate le onde di piena dei due corsi d'acqua prese dallo Studio Lambro-Olona. Considerando il tempo di ritorno pari a 500 anni, si ha che la portata del Pudiga supera il valore limite per circa 7 ore, mentre la portata del Merlata supera il valore limite per circa 18.5 ore.

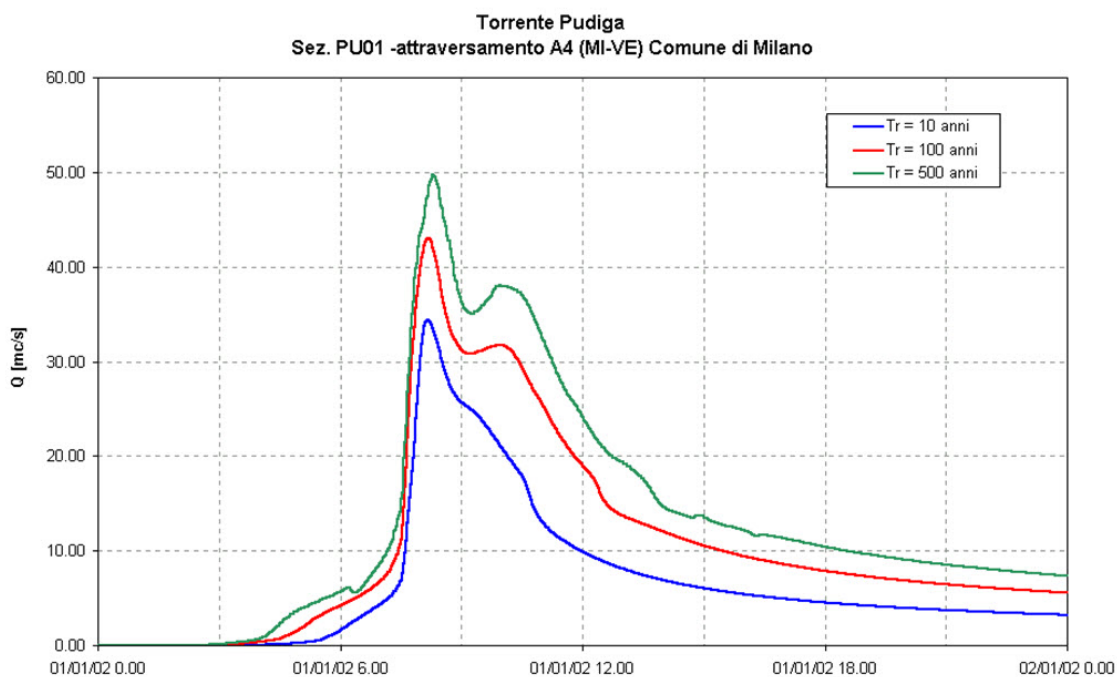


Figura 6.1 – Onde di piena del Torrente Pudiga riportate nello Studio Lambro-Olona

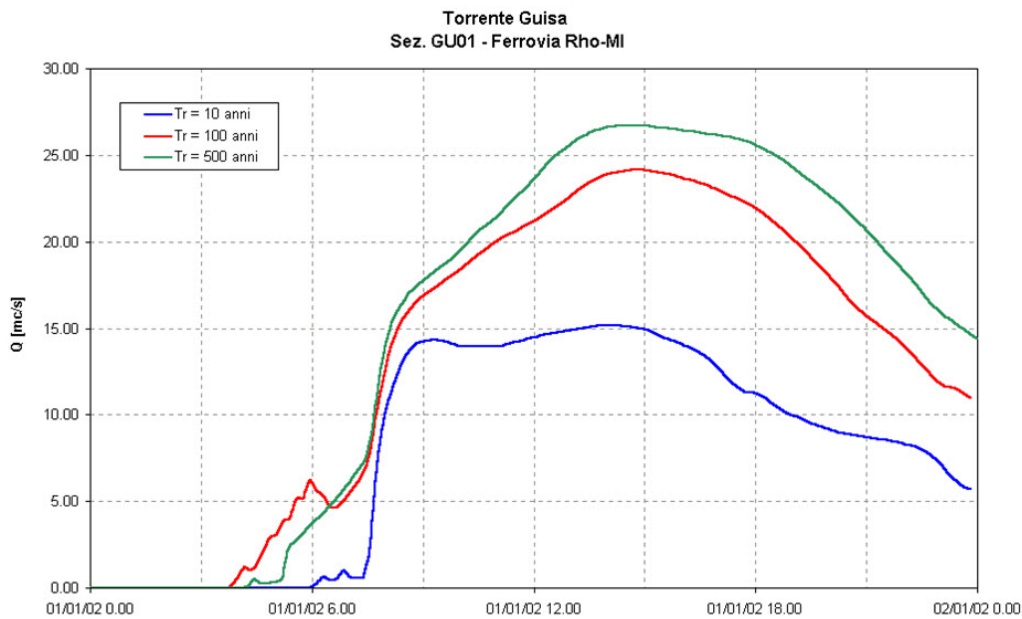


Figura 6.2 – Onde di piena del Torrente Guisa-Merlata riportate nello Studio Lambro-Olona

Le vasche di laminazione sono state quindi dimensionate in modo tale da non scaricare durante queste durate e da contenere, con un franco di sicurezza di 50 cm, tutta l'acqua proveniente dalla piattaforma stradale. Anche per il calcolo del volume d'acqua da accumulare si è utilizzato il tempo di ritorno di 500 anni.

Lo scarico dalle vasche avviene tramite impianti di sollevamento che si attivano solamente quando la portata nel corso d'acqua ricettore scende al di sotto dei valori limite citati in precedenza. La portata scaricata è comunque limitata a 20 l/s ha, come prescritto dalla normativa regionale (PTUA). A valle dell'impianto di sollevamento, e prima dello scarico, sono ubicati dei manufatti sedimentatori/disoleatori prefabbricati che, grazie alla forte laminazione effettuata dalle vasche, sono in grado di trattare l'intera portata.

Si fa infine presente che, come richiesto dal Consorzio Est Ticino-Villoresi, sono stati eliminati gli scarichi previsti nel vecchio progetto nei canali diramatori 6 e 8 di Garbagnate. Le vasche sono in totale otto, di cui quattro (quelle che hanno come codifica un numero) sono a servizio dell'asse principale, mentre le altre (che hanno come codifica una lettera) sono a servizio delle rampe e delle viabilità esterne.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche principali di tali vasche.

Codifica Vasca	Area afferente	Superficie vasca	Livello massimo invaso	Altezza vasca	Quota fondo	Portata scaricata	Recapito	Disoleatore
	m ²	m ²	m	m	m slm	l/s		l/s
1	8554	900	2.01	2.50	141.00	17.1	Torrente Merlata-Guisa	20
2	21494	2275	2.00	2.50	139.50	43.0	Torrente Merlata-Guisa	50
3	31119	2800	1.74	2.50	143.00	62.2	Torrente Pudiga	65
4	20570	1650	1.95	2.50	143.50	41.1	Torrente Pudiga	50
A	9756	1050	1.96	2.50	142.30	19.5	Torrente Merlata-Guisa	20
B	5622	600	1.98	2.50	140.50	11.2	Torrente Merlata-Guisa	20
C	7170	773.5	1.96	2.50	139.50	14.3	Torrente Merlata-Guisa	20
D	21998	1800	1.91	2.50	140.50	44.0	Torrente Pudiga	50

Tabella 6.1 – Caratteristiche delle vasche di laminazione e dei disoleatori

Solamente le acque di piattaforma della S.S. 233 Varesina e della “nuova viabilità nei comuni di Bollate e Baranzate” non confluiranno nelle vasche. Le prime, infatti, finiranno nella fognatura esistente, mentre le seconde finiranno parte in fognatura e parte a dispersione nel terreno tramite dei fossi in terra posti sui lati della viabilità.