



COMUNE DI
BREMBATE DI SOPRA
PROVINCIA DI
BERGAMO



Riferimento:

VARIANTE PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO "CAVA DI BREMBATE SOPRA"

Loc. Brembate di Sopra, Comune di Brembate di Sopra (BG)

**ALLEGATO E – RELAZIONE TECNICA PRELIMINARE DEL
REGOLAMENTO D'INVARIANZA IDRAULICA**

Data Novembre 2025

A blue ink signature is written over a circular blue ink stamp. The stamp contains the text "RONCELLI Dott. DARIO", "ORDINE", "INGEGNERI", "N° 1839", "BERGAMO", and a small star symbol.

COMUNE DI BREMBATE DI SOPRA

Provincia di Bergamo

Oggetto: **RELAZIONE TECNICA PRELIMINARE INVARIANZA IDRAULICA**

(Regolamento Regionale n°7 del 23/11/2017 e s.m.i.)

Recupero “Cava di Brembate Sopra”

PROPRIETARI

RONCELLI COSTRUZIONI S.R.L.

INDICE

1) PREMESSA	PAG. 3
2) DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA	PAG. 4
3) UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	PAG. 8
4) DETERMINAZIONE DELLE SUPERFICI DI RACCOLTA	PAG. 9
5) VALUTAZIONE AFFLUSSI METEORICI E INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTO CRITICO	PAG. 10
6) VALUTAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE – PREMESSE E METODO DI CALCOLO	PAG. 12
7) COMPARTO A PRIVATO	PAG. 14
8) NUOVO PARCHEGGIO PUBBLICO P3: VERIFICA DIMENSIONAMENTO POZZO PERDENTE	PAG. 15
9) CALCOLO DEI CANALI DI GRONDA ALL'INTERNO DELL'AREA EDIFICABILE.	PAG. 17
10) INDICAZIONI PRESCRIZIONI OPERATIVE DEL SISTEMA	PAG. 20
11) PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DEL SISTEMA	PAG. 22
12) FABBISOGNI IDRICI	PAG. 24

1) Premessa

La Società Roncelli Costruzioni s.r.l. è proponente della variante al Programma Integrato di Intervento denominato "Cava di Brembate Sopra" in Comune di Brembate di Sopra.

La presente relazione tecnica è redatta sulla base della relazione geologica-geotecnica elaborata dal Dr. Ermanno Dolci, con studio in Curno, via Trento, 14, a firma dello stesso iscritto all'ordine Regionale dei Geologi della Lombardia, al numero 333

Alla quale si rimanda per l'eventuale approfondimento.

Le indagini, anche in precedenza svolte, hanno certificato la FATTIBILITA' dello scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche può essere definito come l' insieme di tutti quegli elementi che concorrono a raccogliere ed a condurre le acque di origine meteorica dal punto di intercettazione di queste, da parte d elementi tecnici dell'edificio, fino al punto di smaltimento o di raccolta per particolari usi.

In generale la raccolta e lo smaltimento delle acque dalle coperture piane o inclinate non avviene in via diretta, cioè dal punto di caduta, ma le acque, mediante apposite pendenze, vengono convogliate in canali ad andamento orizzontale o sub- orizzontale, e, successivamente, attraverso i pluviali, e alla rete fognaria portata al punto di smaltimento o di raccolta per particolari usi.

Anche i balconi o i terrazzi vi è uno smaltimento simile a quello delle coperture.

Per le soluzioni progettuali si è considerato come normativa principale di riferimento:

- D Lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- Regolamento Regionale n° 4 del 24/03/2006
- Regolamento Regionale n° 7 del 23/11/2017

(regolamento recante criteri e metodi per il progetto del principio dell' invarianza idraulica e idrogeologica ai sensi dell' articolo 58 bis della Legge Regionale n° 12 del 2005- Legge per il Governo del territorio);

- D.G.R. n° 7868/2002 e s.m.i;
- Statuto Geologico Comunale.

2) Descrizione sintetica dell'opera

L'intervento in esame riguarda la proposta di variante del P.I.I. in XXIV Maggio in comune di Brembate di Sopra. Il progetto prevede di destinare il comparto alla realizzazione di edifici produttivi/terziari.

Per questo motivo la società Roncelli Costruzioni s.r.l. ha affidato al sottoscritto dott. ing. Dario Roncelli, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo al n°1839, l'incarico per la redazione della presente relazione tecnica.

Si vuol precisare che la soluzione proposta ricalca quanto previsto nel planivolumetrico allegato alla convenzione urbanistica.

Va premesso, il progetto prevede un insieme di elementi di raccolta che in ordine sono: il canale di gronda (elemento sub orizzontale sviluppato lungo la linea di gronda, con funzioni di raccolta delle acque meteoriche provenienti dalla copertura e di convogliamento di queste ai punti di scarico), il pluviale (elemento tecnico con funzioni di convogliamento delle acque meteoriche dal canale di bordo o di gronda verso il suolo, sviluppato prevalentemente in verticale, a sezione cilindrica chiusa), pozzetto di ispezione (elementi di raccordo incassato nel terreno, generalmente dotato superiormente di ispezione e collegato ad un collettore), canalizzazioni orizzontali di convogliamento (collettori). Per le aree a terra impermeabili il concetto è lo stesso con la presenza di caditoie di raccolta, collettori, canalette di ispezione fino al punto voluto di convogliamento. La tecnologia e la calcolazione di progetto del sistema di raccolta fa riferimento, tra le altre, alla norma UNI 9184 ed alla UNI EN 12056-3 che identificano: canale di gronda, acque meteoriche, altezza di pioggia di progetto, bocchettone, bordo libero, canale di bordo, canale di conversa, canale di gronda, collare, collettore, colmo, cornicione di gronda, corpi recettori, doccione, gocciolatoio, linea di bordo, linea di colmo, linea di conversa, linea di gronda, parafoglie, pluviale, pozzi di drenaggio, scarico di troppo pieno, spanditoio, staffa a tirante, testata, voluta.

Schema tipo:

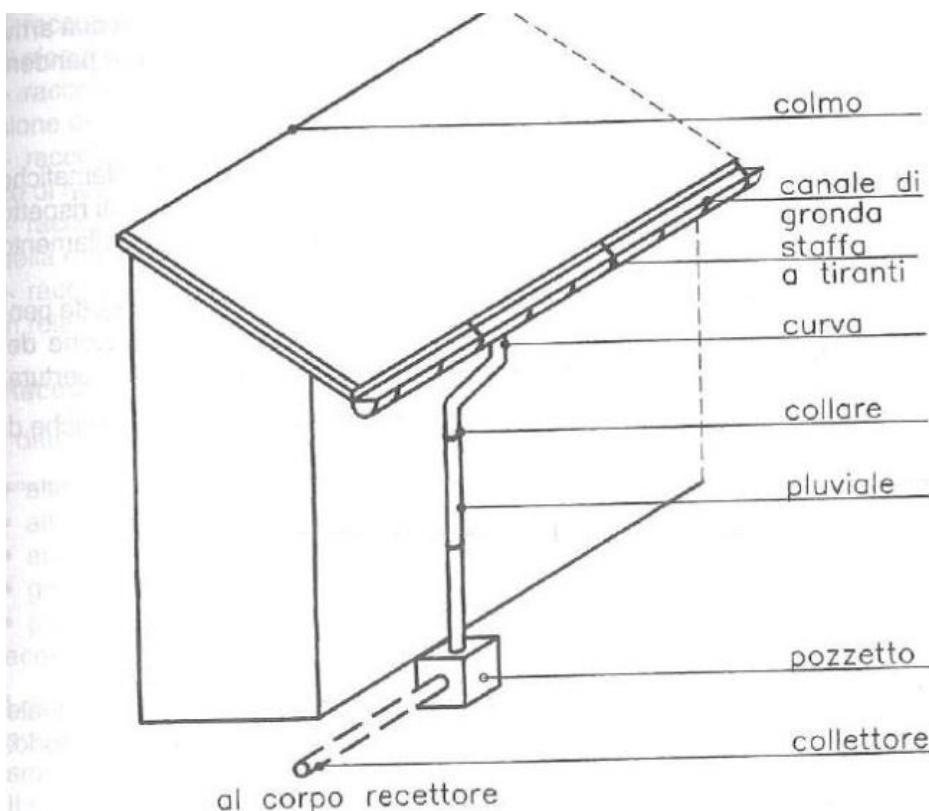


Figura 5 - Identificazione degli elementi di una copertura inclinata

Quindi con i simboli grafici convenzionali si è redatta la tavola grafica numero 14 con il corretto funzionamento del sistema.

Il percorso progettuale prevederà la raccolta dati e definizione dei carichi agenti, tenuto conto della geometria degli edifici e la caratterizzazione climatica dell'intero circostante; la definizione dello schema tecnico progettuale e il calcolo degli elementi.

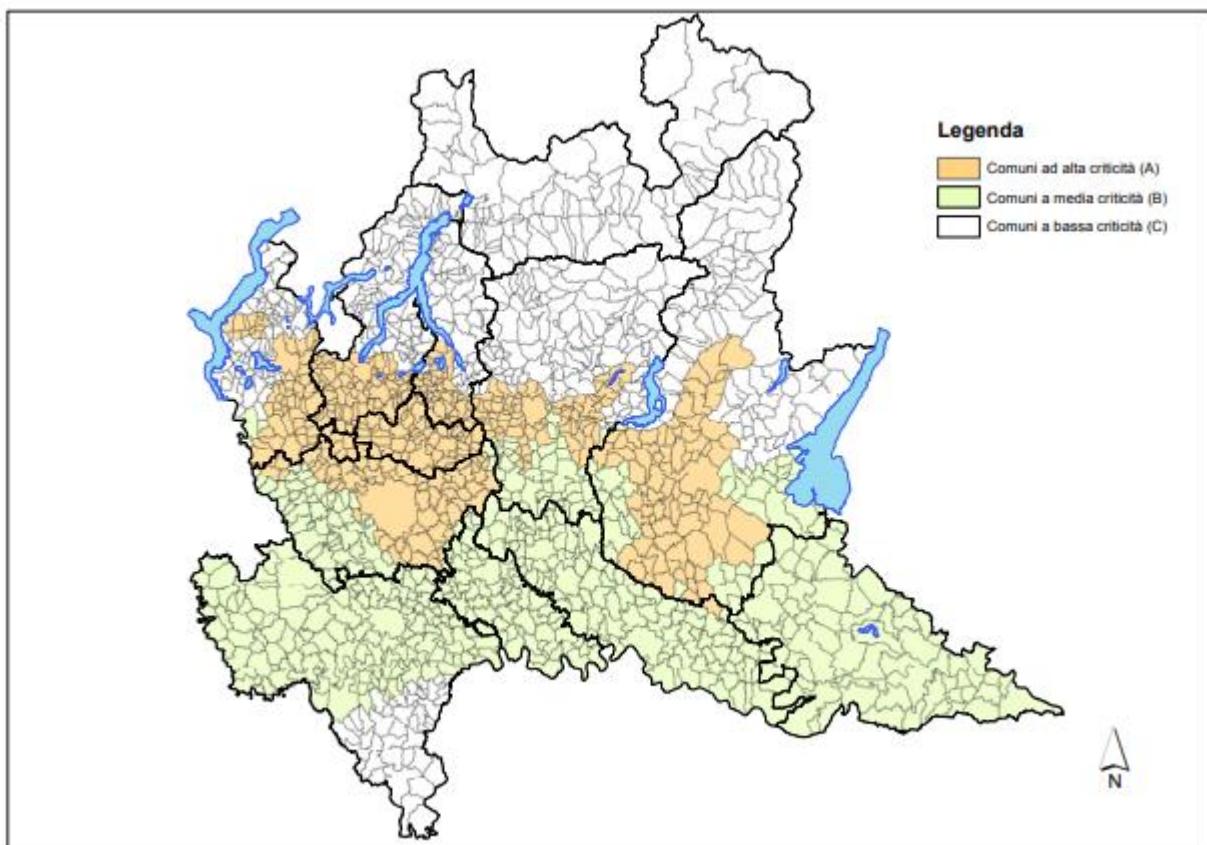
La definizione del materiale ha tenuto conto della disponibilità di mercato, della durabilità nel tempo, della manutenzione ordinaria e straordinaria.

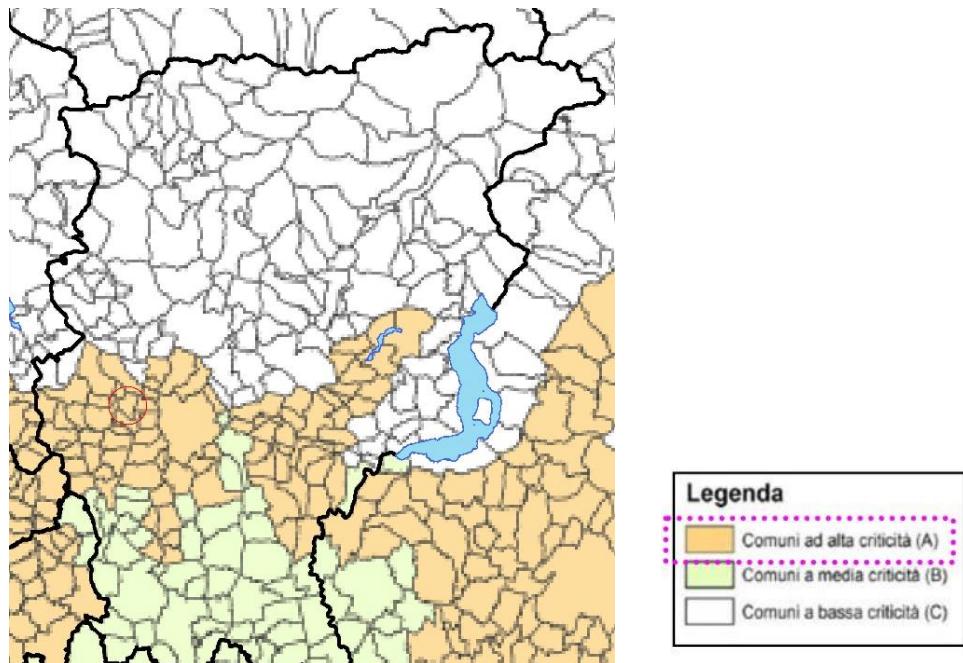
I materiali di progetto si presuppone siano per le lattonerie; in genere lamiera zincata e preverniciata, per i pozzetti prefabbricati calcestruzzo leggermente lavorato o in pvc e per i condotti sub orizzontali tubazioni in

pvc. Per lo scarico delle acque meteoriche nel sottosuolo sono previsti pozzi perdenti prefabbricati con passo d'uomo per la manutenzione successiva o dreni profondi come da analisi geologica allegata.

In particolare il regolamento regionale 23 novembre 2017 n° 7 art. 7 (individuazione degli ambiti territoriali di applicazione) comma 2, individua il territorio regionale suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua recettori:

- a) Aree A, ovvero ad alta criticità idraulica
- b) Aree B, ovvero a media criticità idraulica
- c) Aree C, ovvero a bassa criticità idraulica





Comune	Provincia	Criticità idraulica
BRANZI	BG	C
BRAONE	BS	C
BREBBIA	VA	C
BREGANO	VA	C
BREGNANO	CO	A
BREMBATE	BG	B
BREMBATE DI SOPRA	BG	A
BREMBIO	LO	B

La rappresentazione della suddivisione del territorio è ripetuta nella cartografia a scala originale di cui all' allegato B del Regolamento R.L. N° 7/2017.

Il comune di Brembate di Sopra, Allegato C – Pagina 21, rientra nella criticità idraulica A.

Il comma 5 dell'art. 7 però riporta che "indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.."; pertanto il lotto facente parte del comparto va assimilato alle aree A, ovvero ad alta criticità idraulica.

Il progetto prevede di disperdere le acque meteoriche nel sottosuolo.

3) Ubicazione dell'intervento

L'area oggetto di intervento si colloca nel quadrante nord-est del territorio comunale di Brembate di Sopra e si inserisce in ambito già urbanizzato.

Pertanto si configura di frangia al contesto abitato e di naturale completamento della tipologia.



Estratto planimetria (fuori scala)

- **Comune:** Brembate di Sopra;
- **Via:** XXIV Maggio;
- **Altitudine:** circa 251 m.s.l.m.
- **Latitudine:** 45°43'33.1"N
- **Longitudine:** 9°35'30.6"E

4) Determinazione delle superfici di raccolta

Il progetto considerata la possibilità tecnica di smaltire le acque meteoriche in sottosuolo, con due distinti impianti disperdenti: uno privato all'interno del "Comparto A" e uno pubblico per il nuovo parcheggio P3.

L'ipotesi individuata dal progetto di invarianza idraulica, per il comparto A privato prevede un unico sistema di smaltimento di acque piovane posto a nord-est; si è deciso di prevedere la dispersione delle portate meteoriche in una serie di pozzi disperdenti profondi predimensionati, tale sistema di dispersione risulta ammissibile, ai sensi dell'art.11 comma 2 del regolamento regionale.

Analogamente per il nuovo parcheggio pubblico denominato P3 di 845 mq si prevede la dispersione diretta in sottosuolo come da calcoli allegati.

L'art.11 del R.R 07/2017 punto d comma 1, prevede il calcolo del coefficiente medio ponderale di deflusso adottando i seguenti coefficienti φ per tipologia di superficie:

1. Pari a 1 per superficie di raccolta delle acque meteoriche derivanti dalle superfici occupate dai tetti e dalle coperture degli edifici fuori terra;
2. Pari a 0.7 per superficie di raccolta delle acque meteoriche derivanti dalle superfici occupate dai marciapiedi esterni, vialetti e dai giardini pensili sovrapposti a solette esterni all'ingombro dei fabbricati;
3. Pari a 0.3 per superficie di raccolta delle acque meteoriche derivanti dalle superfici permeabili di qualsiasi tipo escluse le superfici incolte o di uso agricolo;

Ai sensi del r.r. 23 novembre 2017, n. 7 le verifiche idrauliche ed idrogeologiche per il comune di Brembate di Sopra con una classe di intervento di impermeabilizzazione potenziale media, con superficie compresa tra 0,1 e 1 ha, in aree A si potrà utilizzare il metodo delle sole piogge.

5) Valutazione afflussi meteorici e individuazione dell'evento critico

Per il calcolo della valutazione degli afflussi meteorici, ci si baserà sui parametri della curva di possibilità pluviometrica, desunti dal sito ARPA LOMBARDIA come previsto dall'art.11, punto 2) comma b del R.R. 7/2017, riferito all'area oggetto di intervento edilizio.

Da questi risulta possibile ricavare la curva di possibilità pluviometrica per le diverse durate della precipitazione "critica" che viene riportata di seguito.

Si ottengono inoltre, con tempo di ritorno $Tr=50$ anni, i seguenti parametri fondamentali per i calcoli che seguiranno

$$a = 61,4 \text{ mm/ora}^n$$

$$n=0,2937 \text{ per } t>1\text{h}, 0,5 \text{ per } t<1\text{h}$$



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Cava di Brembate di Sopra
Coordinate: 546100,06, 500125,81 **Linea segnatrice**

Parametri ricavati da: <http://idra.arpalombardia.it> **Tempo di ritorno (anni)** 50

A1 - Coefficiente pluviometrico: 58,43
B1 - Coefficiente di scala: 0,8165
GEV - parametra alpha: 0,3821
GEV - parametra kappa: 0,1855
GEV - parametra epsilon: 0,8255

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

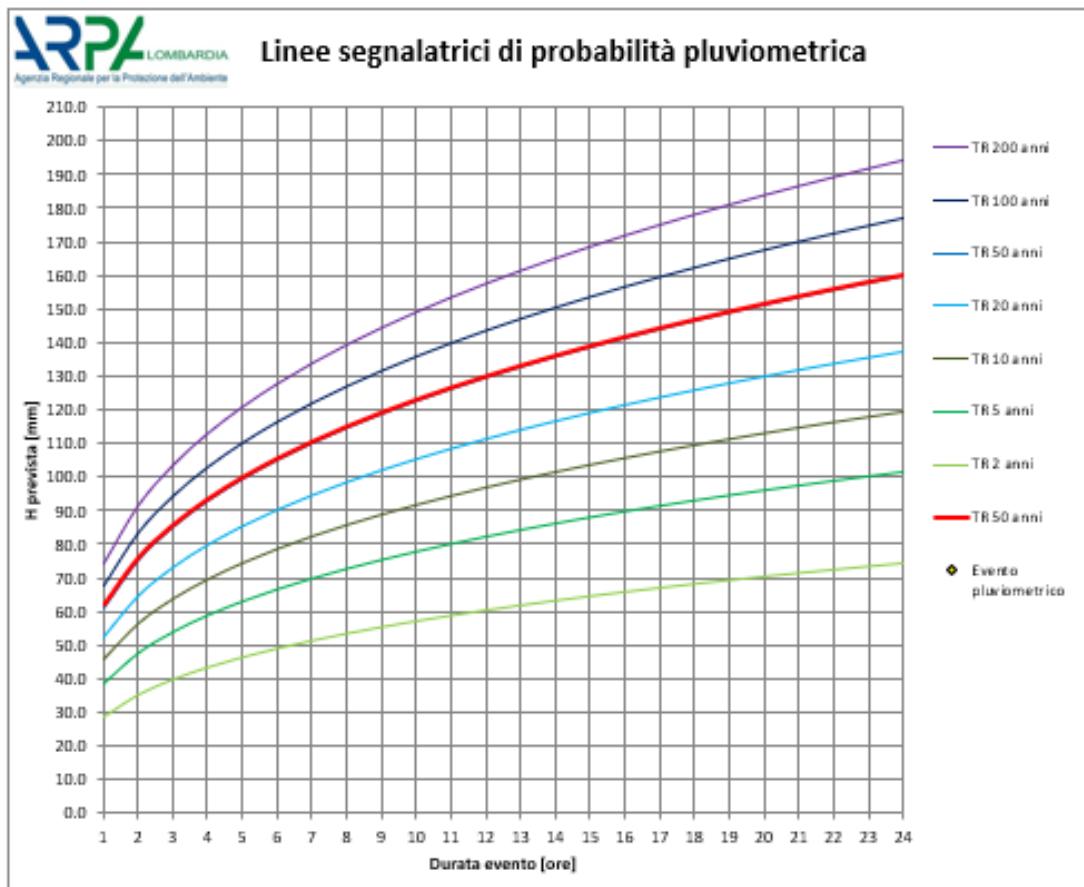
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idra.arpalombardia.it/meteo/monografie/monografie.htm>
<http://idra.arpalombardia.it/meteo/monografie/monografie.htm>

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
WT	0.93436	1.27888	1.50841	1.72965	2.01759	2.23452	2.45165	2.0176
Durata (ore) Tr 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni	
1	28,4	38,9	45,9	52,6	61,4	68,0	74,6	61,395
2	35,0	48,0	56,6	64,9	75,7	83,8	91,9	75,665
3	39,6	54,2	63,9	73,3	85,5	94,7	103,9	85,504
4	43,2	59,1	69,7	79,9	93,3	103,3	113,3	93,251
5	46,2	63,2	74,6	85,5	99,7	110,5	121,2	99,741
6	48,8	66,8	78,8	90,3	105,4	116,7	128,0	105,38
7	51,1	70,0	82,5	94,6	110,4	122,3	134,1	110,39
8	53,2	72,8	85,9	98,5	114,9	127,3	139,7	114,93
9	55,1	75,5	89,0	102,1	119,1	131,9	144,7	119,08
10	56,9	77,9	91,9	105,4	122,9	136,1	149,4	122,92
11	58,6	80,2	94,6	108,5	126,5	140,1	153,7	126,51
12	60,1	82,3	97,1	111,3	129,9	143,8	157,8	129,87
13	61,6	84,3	99,5	114,1	133,0	147,3	161,7	133,04
14	63,0	86,2	101,7	116,6	136,0	150,7	165,3	136,05
15	64,3	88,0	103,9	119,1	138,9	153,8	168,8	138,91
16	65,6	89,8	105,9	121,4	141,6	156,9	172,1	141,64
17	66,8	91,4	107,8	123,7	144,2	159,8	175,3	144,25
18	68,0	93,0	109,7	125,8	146,8	162,5	178,3	146,76
19	69,1	94,6	111,5	127,9	149,2	165,2	181,3	149,17
20	70,2	96,0	113,3	129,9	151,5	167,8	184,1	151,49
21	71,2	97,4	114,9	131,8	153,7	170,3	186,8	153,74
22	72,2	98,8	116,6	133,7	155,9	172,7	189,5	155,91
23	73,2	100,2	118,1	135,5	158,0	175,0	192,0	158,01
24	74,1	101,5	119,7	137,2	160,1	177,3	194,5	160,05

Da qui elaborando graficamente i dati, si ottiene:



6) Valutazione dei volumi di laminazione – premesse e metodo di calcolo

Il dimensionamento dei volumi di laminazione viene effettuato con il “metodo delle sole piogge”, secondo quanto indicato dall’art. 11, comma e, punto 4 del R.R. 07/2017.

Il metodo delle sole piogge si fonda su alcune ben precise assunzioni:

1_ La portata entrante risulta costante, ed è data da:

$$Q_e = S * \varphi * a * D^{n-1}$$

Il volume di pioggia complessivamente entrante è dato da:

$$W_e = S * \varphi * a * D^n$$

Dove φ è il coefficiente di afflusso, costante del bacino drenato, S la superficie scolante del bacino afferente l’invaso, pertanto il loro prodotto è la superficie scolante impermeabile dell’intervento, D è la durata di 1_ La pioggia ed a e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

2_ L’onda uscente $Q_u(t)$ è anch’essa un’onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili (art.8 R.R. 07/2017).

La portata uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S * u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito del corso della durata D dell’evento è pari a:

$$W_u = S * u_{lim} * D$$

In cui u_{lim} è la portata specifica limite, ammissibile allo scarico di cui all’art. 8 comma 1 del R.R. 07/2017

Nel caso in oggetto, non è previsto recapito in corso idrico o in linea fognaria, ma in pozzi perdenti profondi.

Pertanto occorre calcolare la portata Q_u uscente dai pozzi perdenti.

Per la determinazione di Q_u occorre calcolare la capacità d’infiltrazione, che può essere stimata in prima approssimazione attraverso la relazione di Darcy:

$$Q_f = K * J * A_f$$

Con:

Q_f = portata infiltrata che coincide con la portata uscente [m^3/s]

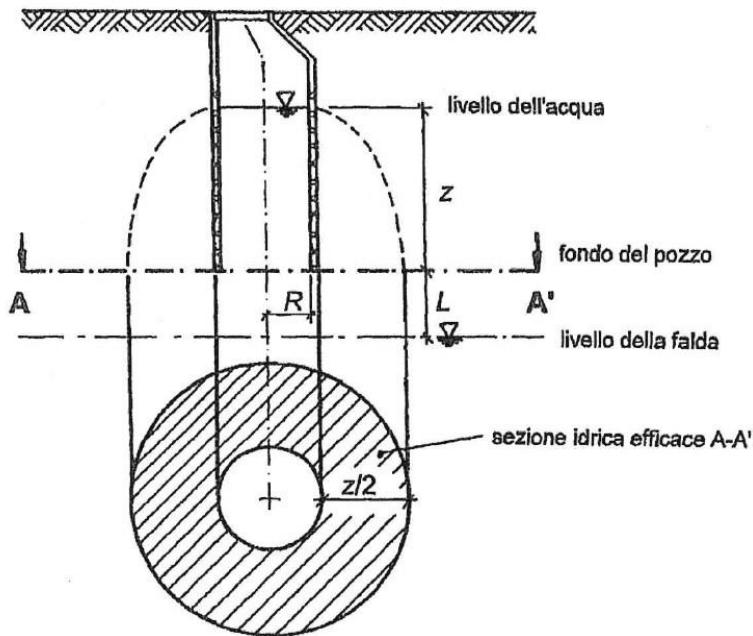
K = coefficiente di permeabilità [m/s]

J = cadente piezometrica [m/m]

A_f = superficie netta d'infiltrazione considerata [m^2]

Per i pozzi perdenti, la portata Q_f può essere calcolata anche con la seguente formula:

$$Q_f = K * (L+z/L+z/2) * A_f$$



Con:

z = altezza strato drenante del pozzo

L = dislivello fra fondo del pozzo ed il sottostante livello di falda.

Non si considera la base drenante del pozzo, per tenere conto della possibilità di occlusione.

7) COMPARTO A PRIVATO

Per il comparto A si prevede un unico sistema di dispersione ubicato a Nord-est perché i drenaggi posti in serie danno ampia garanzia e sicurezza di funzionamento anche nel tempo con ridottissima manutenzione. Nel comparto si prevede di realizzare pozzi perdenti ad anelli.

Il volume di laminazione

VERIFICA DEI REQUISITI MINIMI AI SENSI ART.12 – R.R. 07/2017

Il dimensionamento dei volumi di laminazione deve essere effettuato mediante rispetto dei requisiti minimi, secondo quanto indicato all'art. 12, comma 2, lettera c, del Regolamento regionale 07/2017, che prevede che gli invasi di laminazione abbiano un volume: " per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'articolo 7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento". L'articolo 11, comma 2, lettera e prevede "qualora si attui il presente regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non vi siano previsti scarichi verso recettori, il requisito minimo di cui all'art. 12 è ridotto del 30%"

Per il progetto si prevede per l'intero comparto di realizzare un sistema disperdente unico collocato a Nord-est.

Tale sistema disperdente sarà composto da un volume di invaso come somma dei volumi dell'invaso dei pozzi perdenti, dell'asta di dispersione, della tubazione di adduzione, e del volume della porosità del ghiaione intorno ai pozzi dello spessore idoneo e con una porosità stimata del 35% (è un sistema molto sostenibile in linea con l'assunzione dei principi di sostenibilità ambientale).

Il volume così determinato deve essere maggiore o uguale al volume richiesto definito sopra dal R.R. n° 07/2017 art. 11 comma 2.

In via estremamente preliminare le caratteristiche dell'area scolante delle opere sono:

- Area impermeabile
- Area permeabile che confluisce nell'invaso
- Determinare superficie in funzione delle caratteristiche scolanti di cui al Capitolo 4

Verifica volume laminazione rispetto al limite art 12 comma 2 lettere a		
Zona	V^*S	AREA A
Riduzione 30% (art.11 comma 2 lettera e)		800,0 m^3
Volume di laminazione minimo	S da determinare	560,0 m^3
	W_{min} da determinare	m^3

CALCOLO SVUOTAMENTO DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE ENTRO 48 ORE

Come previsto dall'art.11, punto f del R.R. 07/2017, occorre prevedere lo svuotamento del pozzo entro le 48 ore, attraverso le indicazioni da allegato G.

Il tempo di svuotamento viene così calcolato:

$$t_{svuot} = W_{lam} / (Q_u + Q_{inf})$$

8) Nuovo parcheggio pubblico P3: Verifica dimensionamento Pozzo perdente

Analogamente ai criteri descritti si determina anche per il nuovo parcheggio le superfici in funzione delle caratteristiche dell'area scolante, si determina il Volume da laminare e si verifica il tempo di svuotamento

Analiticamente le calcolazioni:

PARCHEGGIO PUBBLICO P3		
Dimensionamento e verifica pozzo perdente 1 con metodo delle sole piogge		
Caratteristiche superficie scolante		
Superficie impermeabile n°1:	845.00 m^2	0.085 ha
Coeff. di deflusso sup. impermeabile 1:	$\phi:$ 1.00	
art.112/1d: coefficiente di deflusso 1 per tutti i tetti, vialetti, strade e marciapiedi		
Superficie impermeabile n°2:	0.00 m^2	0.000 ha
Coeff. di deflusso sup. impermeabile 2:	$\phi:$ 0.70	
art.112/1d: coefficiente di deflusso 0,7 per per giardini pensili, pavimentazioni drenanti o semidenanti quali ghiaia, strade bianche, masselli drenanti		
Superficie impermeabile n°3:	0.00 m^2	0.000 ha
Coeff. di deflusso sup. impermeabile 3:	$\phi:$ 0.30	
art.112/1d: coefficiente di deflusso 0,3 per per giardini e aree permeabili collettate alla rete;		
Superficie permeabile (agricolo od incolto)	0.00 m^2	0.000 ha
Coeff. di deflusso sup. permeabile:	$\phi:$ 0.00	
art.112/1d: escluse dal calcolo le sole aree ad uso agricolo o incolto, tipo bosco, parco, aiuole uso pubblico ecc.		
Superficie scolante totale:	$S_{tot}:$ 845.0 m^2	0.085 ha
Superficie scolante di calcolo:	$S_{phi}:$ 845.0 m^2	0.085 ha
Coefficiente medio ponderale	$\phi:$ 1.000	
il deflusso si calcola sull'area ragguagliata		
Dati a ed n desunti dalle tabelle ARPA		
a	30.43	
n	0.3015	
Tempo di ritorno	50 anni	

Dimensionamento pozzi perdenti				
n° pozzi:	n:	1		
diametro pozzi:	d:	2 m		
Altezza complessiva del pozzo:	H:	5.5 m		
Altezza z della porzione drenante:	z:	4.0 m		
Cadente pieziometrica:	J:	1.075		
Permeabilità del terreno:	k:	6.30E-04 m/s		
Profondità di falda		30.00 m		
Superficie filtrante	Af:	15.71 m ²		
Portata in uscita pozzo	Q _f	10.64 l/s		
Tempo critico	D _u	0.10 ore		
Verifica dimensionamento pozzi				
n° pozzi:	n:	1		
diametro pozzi:	d:	2 m		
Altezza complessiva del pozzo:	H:	5.5 m		
Altezza z della porzione drenante:	z:	4 m		
Volume pozzi:	W _c :	12.6 m ³		
Volume invaso con porosità al 30%:	W _g :	37.7 m ³		
Volume infiltrato	W _f :	38.3 m ³		
Volume da laminare	W _{min}	47.3 m ³		
Volume disperdente	W _c +W _g	50.3 m ³		
Verifica:	OK			
Il valore è accettabile se il volume disperdente è maggiore del volume da laminare				
Verifica tempo di svuotamento				
Tempo svuotamento [h]	t _{svuot}	17.02 ore		
Verifica:	OK			
Il valore è accettabile se inferiore alle 48 ore prescritte dalla normativa (d.g.r. del 20/11/2017, n. 7072)				

1.5 m quota ingresso tubo da superficie terreno

ricavata da attività precedente
ricavata da rilievo vecchio: quota parcheggio (252) - quota Brembo (222)

$$0.0106429 \text{ m}^3/\text{sec} = Q_f = k * J * A_f$$

1.3 m Spessore ghiaione circostante

9) Calcolo dei canali di gronda all'interno dell'area edificabile.

La progettazione dei canali di gronda è eseguita ai sensi della UNI 12056-3 con la seguente formula

$$Q_L = 0,9 * Q_n$$

Dove:

Q_L è la capacità di progetto di canali di gronda

Q_n è la capacità normale di un canale di gronda, calcolata mediante la formula seguente:

$$Q_n = 2,78 * 10^{-5} * A_E^{1,25}$$

Dove:

A_E è la sezione trasversale del canale di gronda (mm^2)

Si ottengono canali di gronda di sviluppo minimo di 400 mm.

Per il dimensionamento del pluviale si farà riferimento al progetto che segue, che collega la capacità idraulica, al del pluviale, in base al grado di riempimento, compreso tra 0,2 e 0,33. In genere viene utilizzato 0,33

Prospetto 7 - Diametro pluviali

Diametro interno del pluviale [mm]	Capacità idraulica	
	riempimento 0.20 [l/s]	riempimento 0.33 [l/s]
50	0.7	1.7
55	0.9	2.2
60	1.2	2.7
65	1.5	3.4
70	1.8	4.1
75	2.2	5.0
80	2.6	5.9
85	3.0	6.9
90	3.5	8.1
95	4.0	9.3
100	4.6	10.7
110	6.0	13.8
120	7.6	17.4
130	9.4	21.6
140	11.4	26.3
150	13.7	31.6
160	16.3	37.5
170	19.1	44.1
180	22.3	51.4
190	25.7	59.3
200	29.5	68.0
220	38.1	87.7
240	48.0	110.6
260	59.4	137.0
280	72.4	166.9
300	87.1	200.6
>300	$2.5 \cdot 10^{-4} \cdot k_o^{0.167} \cdot d^{2.077} \cdot f^{1.667}$ dove: k_o è la scabrezza del pluviale, considerata 0.25 mm; d è il diametro interno del pluviale; f è il grado di riempimento.	

Per la progettazione dei collettori sub orizzontali si sono elaborate le seguenti formule.

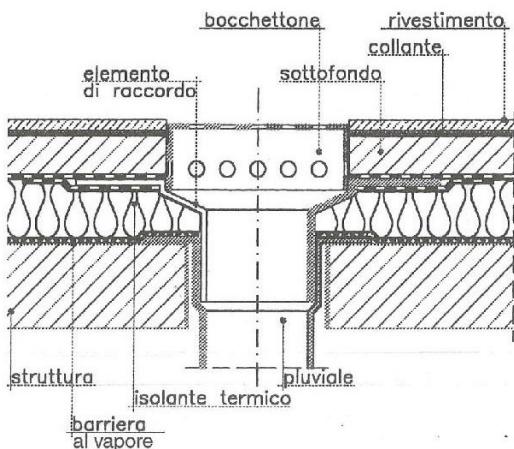


Figura 12 - Nodo di bocchettone per copertura pedonabile

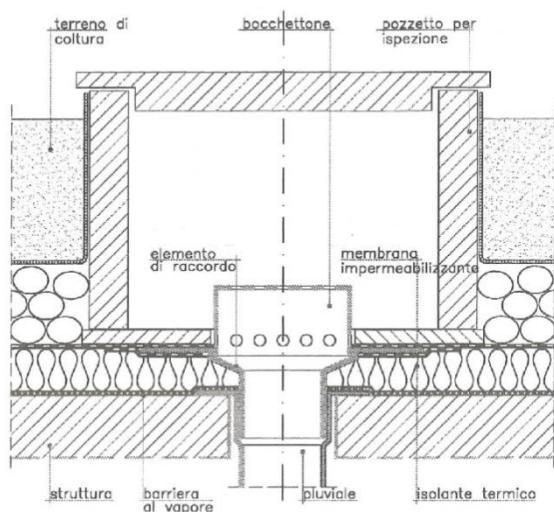


Figura 13 - Nodo di bocchettone in presenza di terreno di coltura

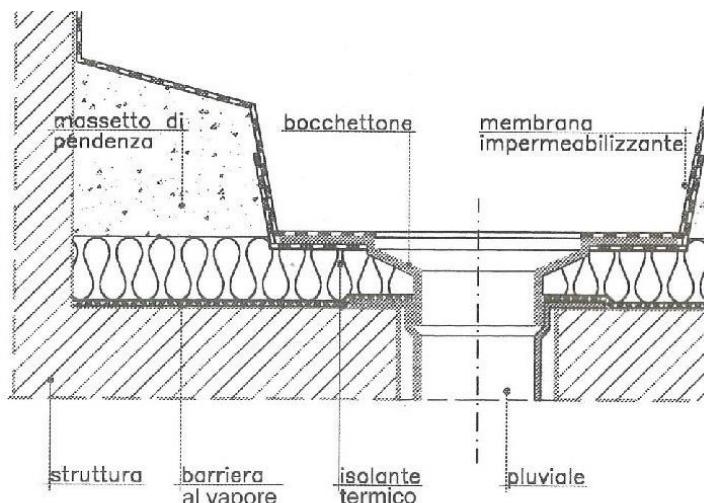


Figura 14 - Nodo di bocchettone per copertura non pedonabile

10) Indicazioni prescrizioni operative del sistema

Per la fase operativa si descrivono alcune regole di buona pratica.

Per elementi prefabbricati particolare attenzione dovrà essere posta nella movimentazione di tali elementi, vista in genere, la loro lunghezza.

Il carico di mezzi di trasporto deve essere effettuato mediante gru a ponte, dotate di bilanciere o imbrigliature a fasce, o anche mediante carrelli con forche rivestite in gomma.

La movimentazione manuale deve essere effettuata sempre tramite guanti adeguati.

Il carico deve viaggiare coperto.

Per lo scarico è possibile utilizzare qualsiasi tipo di gru, munita di bilanciere e tiranti a fascia morbida.

L' imbragatura dei pacchi deve avvenire in modo tale da lasciare sporgere il 20-25% della lunghezza del materiale a ogni estremità.

Per movimentazione con carrello a forche, la lunghezza delle forche deve essere pari alla larghezza del pacco da scaricare.

L' interasse delle forche deve essere tale da coprire almeno il 50% della lunghezza del pacco.

Lo stoccaggio deve avvenire possibilmente al coperto in luoghi chiusi, non polverosi e con leggera ventilazione e in atmosfera con un basso contenuto di vapore acqueo.

E' consigliabile non sovrapporre più di due pacchi interponendo o stocchi di legno o polistirene, ad una distanza massima di 1m , per non provocare deformazioni negli elementi.

Se non fosse possibile uno stoccaggio al coperto i pacchi devono essere protetti con teli e posizionati con una leggera pendenza per evitare il ristagno d' acqua.

I prodotti zincati, se impacchettati, devono essere posati in opera entro pochi giorni dallo stoccaggio in cantiere; in caso contrario è consigliabile aprire i pacchi consentendo una adeguata ventilazione, per evitare la formazione di ossido.

I prodotti preverniciati dovrebbero essere protetti da film autoadesivo: in caso di stoccaggio prolungato o esposizione ai raggi ultravioletti è consigliabile rimuovere tale film in quanto si potrebbero avere alterazioni dello stato di verniciatura dovuti ai processi di condensazione.

Il taglio dei manufatti in cantiere deve essere effettuato mediante seghe a disco dentato o con seghetti alternativi evitando l'uso delle mole a disco.

La zona di taglio deve essere protetta mediante nastro adesivo per ottenere un taglio pulito.

Per i prodotti preverniciati deve essere evitata l'abrasione mediante truccioli o schegge di lavorazione.

La sequenza operativa di montaggio dei canali di gronda e dei pluviali è la seguente:

- Posizionamento del primo e dell'ultimo dei supporti, in maniera da assumere la pendenza di progetto;
- Identificazione della linea di pendenza, mediante un filo teso o staggia;
- Fissaggio di supporti intermedi;
- Posizionamento del canale di gronda, eventuale collegamento di più conci ed inserimento dei giunti di dilatazione;
- Fissaggio del canale di gronda;
- Posizionamento dei supporti dei pluviali;
- Posizionamento dei pluviali;
- Fissaggio dei pluviali.

11) Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche non è un sistema tecnologicamente complesso e non necessita di onerose manutenzioni.

È tuttavia opportuno, per garantire il corretto funzionamento nel tempo e, soprattutto, per evitare danni a elementi tecnici contigui, una continua manutenzione.

Le operazioni che devono essere effettuate riguardano il controllo:

- Del buono stato di conservazione di tutti gli elementi;
- Della possibile presenza di detriti, fogliame, residui organici onde prevenire il possibile intasamento dell'imbocco dei pluviali al fine di garantire sempre lo smaltimento della portata d' acqua di progetto;
- Della possibile presenza di detriti, fogliame, residui organici nei canali di bordo e di gronda, al fine di garantire sempre lo smaltimento della portata d' acqua in punti non desiderati.
- Periodicamente, per quanto riguarda i pozzi perdenti, si dovrà controllare e rimuovere eventuali accumuli di sedimenti o fanghi dal fondo

Tali controlli e le eventuali conseguenti operazioni di pulizia e manutenzione in genere dovrebbero essere effettuati almeno una volta all' anno, al termine della stagione autunnale.

I controlli possono essere effettuati con intervalli di tempo differenti per intorni territoriali che presentino:

- Alberature;
- Volatili;
- Camini o ciminiere;
- Depositi di particelle fini (sabbia o altro);
- Tipo giardino.

Viene mostrato un esempio di scheda di manutenzione.

Schema 1 - Scheda di manutenzione

Identificazione dell'edificio		
Controlli	data	Descrizione dell'intervento effettuato
Canale di gronda [ID]		
Canale di gronda [ID]		
.....		
Bocchettone [ID]		
Bocchettone [ID]		
.....		
Pluviale [ID]		
Pluviale [ID]		
.....		
Doccione [ID]		
Doccione [ID]		
.....		
Collettore [ID]		
Collettore [ID]		
.....		

Tale scheda può essere costruita previa identificazione [ID], su supporto grafico o informatico, dei vari elementi di sistema.

12) FABBISOGNI IDRICI

Il comparto è da sempre allacciato per i fabbisogni idrici sulla tubazione di acquedotto esistente sulla Via Comunale XXIV Maggio.

Il contatore è posato in un pozzetto all'interno della proprietà privata.

In totale il carico idrico richiesto per la prima fase che riguarda la sistemazione morfologica delle aree è analogo alle forniture da sempre avvenute. Sarà presente del personale durante le operazioni di riempimento per l'uso delle macchine movimento terra e degli impianti mobili per la lavorazione a secco dei materiali al fine di abbancare il solo materiale non più recuperabile per l'utilizzo come sottoprodotto dalle frazioni grossolane sabbiose-ghiaiose.

Nonché presente personale amministrativo per le attività di ricezione, bollettazioni, pesatura, controllo dei materiali ricevuti.

Brembate di Sopra, Ottobre 2025


IL PROGETTISTA
RONCELLI Dott. DARIO
N. 1839
BERGAMO

"\\ft\\Dati\\BrembateDiSopra\\Ex_cava_Zanardi\\Esecutivo\\invarianza_idraulica\\Allegato E – Relazione Tecnica Preliminare del Regolamento d'Invarianza Idraulica .docx"