Dott. Ing. Carla Mandraccia

Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio
Progettazione, Direzione Lavori, Difesa del Suolo , Ambiente
Iscrizione nell'elenco dei "Tecnici competenti in acustica ambientale" della Regione Liguria, Decr. Dir. N. 646 del 24.03.2006
Soggetto accreditato per la redazione dei certificati energetici in regione Liguria N° 4149 Regionale
Iscritta negli elenchi del Ministero dell'Interno dei Professionisti Abilitati in Prevenzione Incendi. Codice di Individuazione: GE.09111.I.0087
Via delle Acacie 21/10 - 16138 Genova
Tel. 338.2414761

Cava di Calcare "Montanasco"
Genova

VARIANTE AL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

RELAZIONE IDRAULICA

Verifica sistema di regimazione delle acque

--

Verifica tubazione di scarico della fossa

Dott. Ing. Carla Mandraccia

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riporta il procedimento eseguito ed i risultati ottenuti al fine di verificare idraulicamente le opere previste per la regimazione delle acque meteoriche nell'ambito della variante al programma di coltivazione della cava di calcare denominata Montanasco (Genova), Frantoi S.r.l., rispetto a quanto autorizzato contestualmente alle precedenti autorizzazioni, rif. D.D. n. 2019-118.0.0-75 del 13.07.2019 e rif. D.D. n. 2021-118.0.0.-169 del 23/11/2021.

In particolare, sono state verificati:

- lo scarico di fondo che verrà realizzato all'interno dello fossa alla base dei gradoni, nel corso delle fasi di scavo 2-3
- le canaline di scolo che verranno realizzate longitudinalmente e trasversalmente ai gradoni nel corso delle fasi di abbancamento e di riqualificazione ambientale finale, che saranno quelle permarranno alla fine di tutte le attività e che convoglieranno le acque meteoriche fino alla quota del piazzale a 72 m s.l.m. e successivamente fino alla quota del recapito nel Torrente Bisagno, 56 m s.l.m.

Il sistema di regimazione idraulica descritto nella presente relazione è stato dimensionato ai sensi dell'art. 10 del R.R. 1/2025, assumendo come portata di progetto quella con tempo di ritorno 200 anni.
L'area in cui verranno eseguiti gli interventi di scavo e di successivo abbancamento non ricade all'interno delle aree a pericolosità da alluvione censite dal PGRA e non ricade all'interno della fascia di rispetto . Ricade in area a pericolosità bassa, P1, la zona in cui sono collocati gli uffici e gli impianti di trattamento inerti. In tale area non sono previsti interventi modificativi nell'ambito della presente variante al piano di coltivazione.

Il confine di proprietà lato Nord dell'area di competenza della Frantoi s.r.l. corre in corrispondenza della Via Adamoli, caratterizzata da pericolosità da alluvione elevata, P2 e P3. Gli interventi previsti in questa fase riguardano un'area che dista dal confine di proprietà circa 140m e non presuppongono la costruzione di opere o manufatti che si attestano sul percorso stradale.

La rete di regimazione delle acque prevista, inoltre, progettata assumendo dati di portata compatibili con eventi piovosi intensi, è volta alla raccolta ed al convogliamento delle acque meteoriche all'interno del corso d'acqua.

2. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento idraulico è stato condotto , ai sensi del Regolamento Regionale 3/2011, considerando un evento meteorico di progetto avente tempo di ritorno 200 anni.

Il calcolo della portata duecentennale, per ogni aliquota relativa ai diversi tratti di sistema di regimazione delle acque, è stato eseguito mediante il Metodo Razionale:

$$Q(T) = \frac{c \cdot A \cdot h_c(T)}{t_c}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione del bacino;

h_c = altezza critica di precipitazione per assegnato T, in mm;

A = superficie del bacino, in Km^2;

c = coefficiente di deflusso;

T = tempo di ritorno.

Il tempo di corrivazione è stato determinato mediante la Formula di Giandotti:

$$t_c = 60 \cdot \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta principale in Km;

H_0 = quota della sezione di chiusura, m s.l.m.;

H_m= quota media del bacino = $\frac{\sum H_i \cdot A_i}{A}$, m s.l.m.;

H_i = quota media di ciascuna fascia altimetrica;

A_i = area sottesa dalla corrispondente fascia altimetrica.

L'altezza critica di precipitazione h_c è stata ricavata secondo la relazione:

I coefficienti a ed n derivano dall'analisi statistica secondo Gumbel dei dati pluviometrici della stazione di Genova S. Eusebio.

$$h_{(t)} = at^n$$

Stazione di : S. Eusebio

Quota (m s.l.m.) : 200 Numero di osservazioni : N = 20

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1939	41.80	59.80	69.00	118.00	216.80
1941	25.20	36.00	42.40	65.20	87.20
1942	34.80	67.00	90.40	99.00	145.80
1943	21.00	27.00	63.00	79.00	86.20
1944	26.00	34.00	61.40	82.00	88.00
1946	36.60	36.60	36.60	40.00	64.00
1947	22.80	25.60	37.40	59.00	84.80
1948	70.20	79.80	81.60	81.80	93.20
1951	42.00	49.60	75.40	136.20	195.00
1952	48.00	51.80	64.80	72.40	76.00
1979	23.40	54.60	82.80	108.60	139.00
1980	58.20	77.40	77.40	77.00	83.20
1981	32.80	78.80	109.40	109.40	112.00
1983	26.40	57.40	72.40	97.20	106.40
1985	15.60	32.20	46.60	67.60	84.40
1986	34.60	58.80	105.80	124.20	159.00
1987	21.20	47.20	48.60	74.00	95.40
1988	29.80	68.80	79.80	100.60	121.40
1989	32.00	32.00	49.40	57.40	81.00
1991	49.40	65.60	77.00	104.60	138.60

2.1 Verifica dello smaltimento della portata – sezioni rettangolari

Le verifiche di smaltimento relativi ai vari tratti del sistema di regimazione idraulica sono state condotte ipotizzando un deflusso della portata duecentennale in condizioni di moto uniforme. Per ogni sezione verificata è stato previsto il mantenimento di un franco idraulico pari a 5 cm (0.05 m).

A seconda dei dati geometrici della sezione e del materiale che la costituisce, che determina il coefficiente di scabrosità di Kutter, sono stati calcolati il contorno bagnato, il raggio idraulico e l'area di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$
Area di deflusso	$A = ah$
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$

dove: a = larghezza della sezione

h = altezza del pelo libero della corrente

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51.309xt^0.3572	
30 anni	→	h=62.563xt^0.351	
50 anni	→	h=67.697xt^0.3489	
100 anni	→	h=74.621xt^0.3464	
200 anni	→	h=81.518xt^0.3444	

La verifica della sezione, è stata quindi condotta determinando la portata smaltita dalla sezione, per valori di altezza d'acqua variabili da un minimo di 0.03 m, corrispondente a condizioni di magra, fino all'altezza corrispondente al deflusso a sezione piena:

Dott. Ing. Carla Mandraccia

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso
			V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{R_i\ p}$	dove	c = coefficiente di attrito
			Ri = raggio idraulico
			p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m+\sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

dove p = pendenza del tratto di rete considerato

m = coefficiente di Kutter, dipendente dalle caratteristiche del fondo e delle pareti della sezione.

NATURA DELLE PARETI	γ	m
1. Pareti di cemento perfettamente lisciato o di tavole piallate o tubazioni di eternit	0,06	0,12
2. Pareti di cemento lisciato o di tavole piallate o tubazioni di acciaio senza saldatura	0,10	0,15
3. Pareti di intonaco ordinario, grès ceramico, lamiera sottile con chiodature poco sporgenti, ghisa nuova	0,16	0,20
4. Tubazioni in cem. lisciato, con diametro $> 0{,}40$ m, o tubazioni in lamiera con molte chiodature	0,18	—
5. Calcestruzzo piano, tubi di cem. con giunture frequenti, ghisa in servizio corrente	0,23	0,25
6. Pareti in cem. non bene lisciate, o pareti di tavole grezze, o di muratura ordinaria molto accurata, o in terra molto regolare, o tubi di ghisa in servizio da molti anni, o tubi in lamiera con moltissime chiodature	0,36	—
7. Pareti di cemento male lisciate, o di pietrame ordinario	0,46	0,55
8. Terra irregolare, calcestruzzo grezzo o vecchio, cement-gun, ghisa vecchia	0,85	0,75
9. Canali in terra con lievi depositi di sabbia sul fondo, o con pareti di muratura in cattive condizioni, o con pareti metalliche o rivestite di lamiera con chiodatura ordinaria	1,00	1,25
10. Terra a sez. irregolare con erbe sporgenti, fiumi naturali in letto regolare	1,30	1,75
11. Canali in terra in cattive condizioni, vegetazione sul fondo e sulle sponde, o depositi irregolari di massi e ghiaia	1,75	2,50
12. Canali di terra in abbandono, con sezione quasi interamente ostruita dalla vegetazione, o corsi naturali con alveo in ghiaia	2,30	3,00

2.2 Verifica dello smaltimento della portata – sezioni circolari

Come per il caso precedente le verifiche di smaltimento sono state condotte ipotizzando un deflusso della portata duecentennale in condizioni di moto uniforme, mantenendo un franco idraulico pari a 10 cm.

Essendo la sezione circolare, i parametri utili per l'esecuzione della verifica vengono determinati mediante le relazioni che seguono:

Angolo al centro	α	⇒
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi(\frac{\alpha}{360°} r)$	⇒
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2(\frac{\pi\alpha}{180°} - \text{sen}\,\alpha)$	⇒
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒

dove: r = raggio della sezione

a = angolo al centro corrispondente al pelo libero

h= altezza del pelo libero

La verifica della sezione, è stata quindi condotta determinando la portata smaltita dalla sezione, per valori di altezza d'acqua variabili da un minimo di 0.03 m, corrispondente a condizioni di magra, fino all'altezza corrispondente al deflusso a sezione piena:

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso
			V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{R_i\ p}$	dove	c = coefficiente di attrito
			Ri = raggio idraulico
			p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

p = pendenza del tratto di rete considerato

m = coefficiente di Kutter, dipendente dalle caratteristiche del fondo e delle pareti della sezione, come da tabella riportata al paragrafo precedente.

3. SCARICO DI FONDO DELLA FOSSA ALLA BASE DEI GRADONI (rif. tav. 4)

Nel corso delle fasi di scavo 2-3, si prevede di realizzare uno scavo a "fossa" del piazzale a quota attuale 72/73 m s.l.m., sia per ragioni logistiche di coltivazione che per ragioni di gestione delle acque interne al corpo dello scavo, che saranno trasportate dai gradoni a monte verso valle, da una rete di regimazione provvisoria propedeutica allo sbancamento e che verrà poi sostituita da quella definitiva, nel corso delle fasi di abbancamento e di riqualificazione ambientale.
Nel presente paragrafo si procede con il calcolo della portata idraulica in deflusso verso lo scavo a fossa ed il conseguente dimensionamento idraulico della tubazione.

3.1 Calcolo della portata

In riferimento alla tavola 4, l'area da considerare per il calcolo della portata idraulica defluente verso l'invaso, è quella corrispondente all'intera zona interessata dalle fasi di scavo e dai gradoni già presenti a monte, a partire da quota di 270 m s.l.m fino ad arrivare alla quota del fondo della fossa, pari a 58 m s.l.m.. La superficie è pari a 0.08 km^2. La distanza, in linea con l'andamento del terreno, tra l'inizio del sistema di regimazione ed il fondo della fossa è di circa 330 m.
Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.09	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.30	Km
Altitudine max percorso idraulico	H_{max} =	230.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	58.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.57	(m/m)
Altitudine max bacino	H_{max} =	270.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	58.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	164.00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	106.00	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.20 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51.309xt^0.3572	
30 anni	→	h=62.563xt^0.351	
50 anni	→	h=67.697xt^0.3489	
100 anni	→	h=74.621xt^0.3464	
200 anni	→	h=81.518xt^0.3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.8, che a favore di sicurezza, considera lo stato saturo del terreno, la portata duecentennale risulta circa:

$$Q = 4.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

A questo valore va aggiunto il contributo proveniente dal canale di gronda posto nella parte est, a quota 220 m s.l.m., precedentemente realizzato a raccolta delle acque provenienti dalla parte superiore del versante (rif. paragrafo successivo), pari a 1.36 m^3/s.

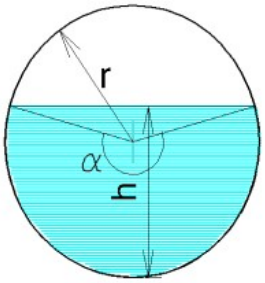
La portata totale convogliata quindi nella fossa risulta essere pari a:

$$\mathbf{Q_{tot} = (4.07+1.36)\ m^3/s = 5.43\ m^3/s}$$

si dimensiona la sezione dello scarico di fondo, in funzione dello smaltimento, in moto uniforme, del valore di portata sopra calcolato. Si prevede di posizionare una tubazione a secione circolare, in calcestruzzo, con imbocco rialzato di 2 metri rispetto alla quota del fondo della fossa, in modo da permettere la sedimentazione delle particelle in sospensione nel fluido ed ridurre l'eventualità di ostruzione della tubazione. La quota di partenza dello scarico sarà quindi 60 m s.l.m. La tubazione sarà convogliata all'interno della vasca di raccolta già presente ed autorizzata con AUA 681/2015, di volume pari a 150 m^3, dotata di uno scarico dimensionato per una portata pari a 5.47 m^3/s, in occasione della variante al piano di coltivazione dell'anno 2019.

Si ipotizza una tubazione di diametro 1.1 m, con deflusso in moto uniforme, ed un'altezza interna della corrente h pari a 0.8 m, garantendo un franco idraulico di 0.3 m. Si assume pari a 0.25 il coefficiente di Kutter (cemento piano)

d	⇨	***1.10***	DIAMETRO [m]
r	⇨	***0.55***	[m]
h	⇨	***0.80***	[m]
p	⇨	***4.0%***	Pendenza
m	⇨	***0.25***	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Angolo al centro	α	⇨	**234.1**	[°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi(\frac{\alpha}{360°}r)$	⇨	**2.247**	[m]
Area di deflusso	$A = 1/2r^2(\frac{\pi\alpha}{180°} - \text{sen}\,\alpha)$	⇨	**0.7404**	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	**0.330**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.8 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	**69.66**	
V	⇨	**8.00**	**[m/sec]**
Q	⇨	**5.921**	**[m^3/sec]**

La sezione del canale risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale defluente all'interno pari a 5.43 m^3/s.

4. RETE DEFINITIVA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE ALLO STATO FINALE, FASE DI ABBANCAMENTO E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE. (rif. tav. 8)

Il progetto prevede, al termine delle fasi di scavo, successive fasi di abbancamento volte alla riqualificazione ambientale dell'area. In questo contesto, verrà realizzata una rete definitiva di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal pendio, che convoglierà le portate meteoriche scolanti in superficie, verso il sistema di scarico già presente ed autorizzato mediante AUA 681/2015.

4.1 Canale principale di gronda

Il canale di gronda principale, che raccoglie le acque provenienti dall'area situata immediatamente a monte dello stesso (lato est) e di limitarne il dilavamento diretto sul pendio sottostante è stato già oggetto di dimensionamento e verifica contestualmente alla precedente variante del piano di coltivazione (anno 2019). Parametri assunti all'epoca della progettazione: area scolante di superficie complessiva pari a 0.021 Km^2, quota massima dell'area circa 294 m slm, territorio prevalentemente boschivo ed incolto, assenza di insediamenti e/o nuclei edificati. La sezione di chiusura per la verifica è stata posta allo sbocco in un compluvio naturale esistente.

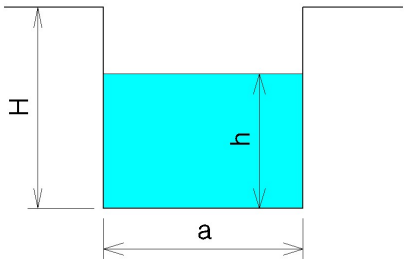
Le quote della sezione di imbocco e della sezione di chiusura risultano poste a rispettivamente 219 m slm (quota fondo 218.45 m) e 210 m slm (quota fondo 209.45m slm). La totale lunghezza dell'asta risulta di circa 133 m (0.13 Km).

La procedura di calcolo eseguita ha condotto alla determinazione della portata due centennale:

$$\mathbf{Q_1 = 1.36\ m^3/s}$$

Assunto il coefficiente di scabrosità di Kutter pari a 0.75 (canali in terra irregolare), la verifica di smaltimento in moto uniforme ha condotto al dimensionamento della seguente sezione:

H	0,55	ALTEZZA [m]
a	0,70	[m]
h	0,45	[m]
p	7,00%	Pendenza
m	0,75	Coeff. di scabrosità di Kutter



4.2 Canaline longitudinali gradoni ovest, quota 230-150

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento di canaline di regimazione acque da realizzarsi al piede di n.3 gradoni posti a quota tra 230 e 150 m s.l.m., nella zona in direzione ovest del fronte di cava. Si considera, come area scolante, oltre a quella occupata dai gradoni, anche quella che costituisce il versante dalla quota immediatamente superiore ai 220 m, fino a 270 m s.l.m. La superficie da considerare, quindi, risulta di 0.026 Km^2. Il territorio risulta in parte boschivo ed incolto, in parte interessato dall'attività estrattiva. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati. Si prevede di convogliare le acque, tramite le canaline oggetto del presente paragrafo, sia in direzione ovest che in direzione est, verso una ulteriore canalina posta a quota 110 m s.l.m.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.03	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.20	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	150.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	148.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.01	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	270.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	148.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	209.00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	61.00	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.16 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51.309xt^0.3572	
30 anni	→	h=62.563xt^0.351	
50 anni	→	h=67.697xt^0.3489	
100 anni	→	h=74.621xt^0.3464	
200 anni	→	h=81.518xt^0.3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.8, che a favore di sicurezza, considera lo stato saturo del terreno, la portata duecentennale risulta circa:

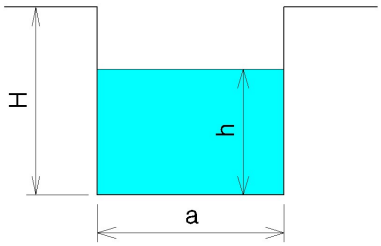
$$\mathbf{Q = 2.25\ m^3/s}$$

La verifica della capacità di smaltimento è stata eseguita considerando il deflusso all'interno nella canalina nelle due direzioni sopra indicate e considerando anche il contributo di $\mathbf{Q_1}$ proveniente dal compluvio naturale sovrastante. La portata totale corrente all'interno della canalina risulta quindi:

$$\mathbf{Q_2 = Q_1 + Q/2 = 2.48\ m^3/s}$$

Si ipotizza di realizzare canaline a sezione rettangolare di dimensioni 0.7 x 0.6 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.55 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale)

H	⇨	*0.60*	ALTEZZA [m]
a	⇨	*0.70*	[m]
h	⇨	*0.55*	[m]
p	⇨	*13%*	Pendenza
m	⇨	*0.55*	Coeff. di scabrosità di Kutter



Il coefficiente di scabrosità di Kutter, è stato assunto pari a 0.55 (pietrame ordinario).

Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨	**1.800** [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨	**0.3850** [m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	**0.214** [m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.55 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

C	⇨	**45.68**	
V	⇨	**7.62**	**[m/sec]**
Q	⇨	**2.932**	**[m^3/sec]**

La sezione del canale risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale defluente all'interno pari a 2.48 m^3/s.

4.3 Canalina longitudinale gradone ovest, quota 150

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della canalina di regimazione acque da realizzarsi al piede del gradone posto a quota 150 m s.l.m., nella zona in direzione ovest del fronte di cava. Si considera, come area scolante, oltre a quella occupata dal gradone, anche quella che costituisce il versante fino alla quota di 198 m s.l.m. La superficie da considerare, quindi, risulta di 0.01 Km^2. Il territorio risulta prevalentemente coltivato a cava. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati. Le acque scolanti su questa superficie, mediante la canalina in oggetto, discendono a valle incanalandosi in una depressione naturale per essere poi captate da un collettore a quota inferiore che verrà verificata in seguito. La canalina a quota 150 m avrà pendenza del 3% e sarà direzionata verso la depressione naturale.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.01	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.10	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	150.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	147.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.03	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	198.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	149.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	173.50	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	24.50	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.11 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

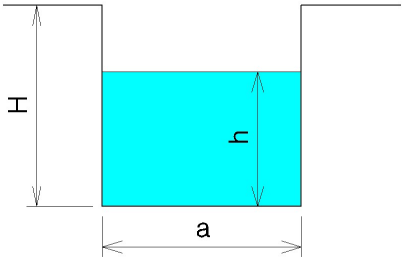
Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.8, ritenuto rappresentativo dello stato saturo del terreno, a favore di sicurezza, la portata duecentennale risulta circa:

$$\mathbf{Q_3 = 0.66\ m^3/s}$$

Si ipotizza di realizzare canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.6 x 0.5 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.45 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale)

H	⇨	0.50	ALTEZZA [m]
a	⇨	0.60	[m]
h	⇨	0.45	[m]
p	⇨	3%	Pendenza
m	⇨	0.55	Coeff. di scabrosità di Kutter



Per un'altezza del pelo libero pari a 0.45 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	43.55	
V	⇨	2.92	[m/sec]
Q	⇨	0.789	[m^3/sec]

La sezione del canale risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale relativa alla canalina pari a 0.66 mc/s.

4.4 Canalina trasversale gradoni est, quota 150-118

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della canalina da realizzarsi lungo la pista di cava lato est, con percorso posto tra i 150 e i 118 m s.l.m. Si considera, come area scolante, quella che costituisce il versante a partire dalla quota superiore di 180 m s.l.m, fino a quella di innesto della canalina nella rete di regimazione sottostante, che verrà verificata in paragrafo dedicato, a quota 118 m s.l.m. La superficie da considerare, quindi, risulta di 0.01 Km^2. Il territorio risulta area di cava. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.01	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.15	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	150.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	118.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.21	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	200.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	118.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	159.00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	41.00	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.12 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

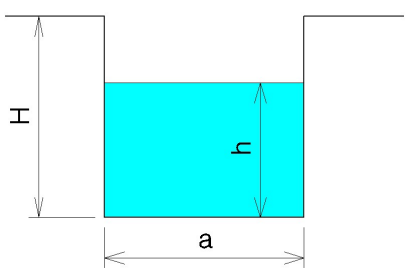
Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.8, ritenuto rappresentativo dello stato saturo del terreno, a favore di sicurezza, la portata duecentennale risulta circa:

$$\mathbf{Q_4 = 0.72\ m^3/s}$$

Si ipotizza di realizzare canaline a sezione rettangolare di dimensioni 0.5 x 0.4 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.35 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale)

H	⇨	*0.40*	ALTEZZA [m]
a	⇨	*0.50*	[m]
h	⇨	*0.35*	[m]
p	⇨	*21%*	Pendenza
m	⇨	*0.55*	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.200**	[m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.1750**	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.146**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.35 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	**40.98**	
V	⇨	**7.17**	**[m/sec]**
Q	⇨	**1.255**	**[m^3/sec]**

La sezione del canale risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale relativa ad ogni canalina pari a 0.72 m^3/s.

4.5 Canalina longitudinale gradone centrale quota 127

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della canalina di raccolta acque da realizzarsi al piede del gradone centrale posto a quota 127 m s.l.m. Si considera, come area scolante, quella che costituisce il versante dalla quota dei gradoni superiori 150 m, fino a quella dell'innesto della canalina nella rete sottostante, a quota 120 m s.l.m. La superficie da considerare, quindi, risulta di 0.01 Km^2. Il territorio risulta area di cava mediamente impermeabile. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.01	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.21	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	130.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	120.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.05	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	150.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	120.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	135.00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	15.00	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.19 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.8, ritenuto rappresentativo dello stato del terreno, la portata duecentennale corrispondente all'area scolante considerata risulta circa:

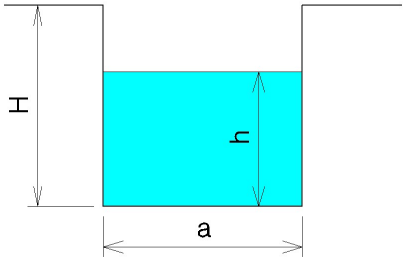
$$Q = 0.27 \ m^3/s$$

A questa, per la parte terminale della canalina, va aggiunto il contributo proveniente dalla canalina a servizio della zona 3, pari a 0.66 m^3/s. Quindi la portata complessiva in deflusso all'interno della canalina a servizio della zona 5 risulta:

$$\mathbf{Q_5 = (0.27 + 0.66)\ m^3/s = 0.93\ m^3/s}$$

Si ipotizza di realizzare canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.6 x 0.5 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.45 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale). La pendenza sarà del 5%. Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietra ordinaria

H	⇨	**0.50**	ALTEZZA [m]
a	⇨	**0.60**	[m]
h	⇨	**0.45**	[m]
p	⇨	**5%**	Pendenza
m	⇨	**0.55**	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.500**	[m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.2700**	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.180**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.3 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	**43.55**	
V	⇨	**4.13**	**[m/sec]**
Q	⇨	**1.115**	**[m^3/sec]**

La sezione del canale risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale relativa ad ogni canalina pari a 0.93 m^3/s.

4.6 Canalina longitudinale gradone centrale quota 115

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della canalina di regimazione acque da realizzarsi a valle dei gradoni posti da quota 127 m a quota 115 m s.l.m. Si considera, come area scolante, quella costituita dai due gradoni suddetti che risulta pari a 0.006 Km^2. Il terreno viene considerato di cava e poco permeabile. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.01	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.19	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	120.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	110.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.05	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	127.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	110.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	118.50	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	8.50	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.26 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.80, ritenuto rappresentativo dello stato saturo del terreno, a favore di sicurezza, la portata duecentennale risulta circa:

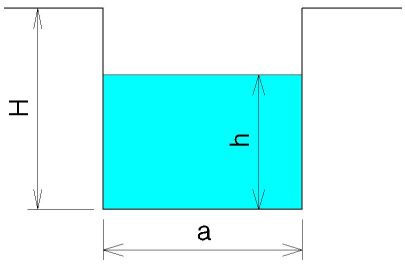
$$Q = 0.27\ m^3/s$$

A questo valore si aggiunge quello corrispondente alla portata proveniente dalla canalina posta sul gradone a quota 127 m s.l.m (5), pari a 0.27 m^3/s. Quindi:

$$\mathbf{Q_6 = 0.54\ m^3/s}$$

Si ipotizza di realizzare canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.5 x 0.4 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.35 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale). La pendenza sarà del 5%, direzionata verso un ulteriore collettore discendente a valle. Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietrame ordinario.

H ⇨	***0.40***	ALTEZZA [m]
a ⇨	***0.50***	[m]
h ⇨	***0.35***	[m]
p ⇨	***5%***	Pendenza
m ⇨	***0.55***	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

	Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.200**	[m]
	Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.1750**	[m^2]
	Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.146**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.35 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇒	40.98	
V	⇒	3.50	[m/sec]
Q	⇒	0.612	[m^3/sec]

La sezione delle canaline risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale relativa ad ogni gradone pari a 0.54 m^3/s.

4.7 Prosecuzione della canalina 6, a valle del versante fino a quota 80

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della prosecuzione della canalina dimensionata al punto precedente, che, nella discesa verso valle, intercetta anche le acque dilavanti sul pendio interposto tra la quota 115 m e la quota 80 m s.l.m. I L'area scolante risulta pari a 0.0063 Km^2 . La superficie scolante viene considerata coltivato e poco permeabile. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.02	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.13	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	84.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	80.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.03	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	115.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	80.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	97.50	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	17.50	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.23 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.80, ritenuto rappresentativo dello stato saturo del terreno, a favore di sicurezza, la portata duecentennale risulta circa:

$$Q = 0.96 \text{ m}^3/\text{s}$$

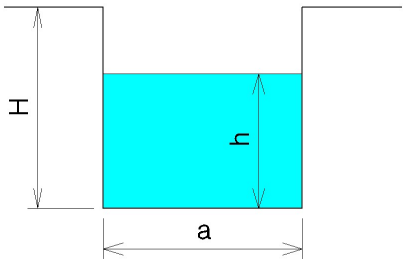
A questo valore va sommato quello della portata proveniente dalle parte di canalina posta a monte, a partire da quota 115 m e discendente lungo la pista di cava lato ovest, pari a 0.54 m^3/s. La portata da smaltire a carico del tratto n.7, quindi risulta:

$$\mathbf{Q_7 = 1.5 \text{ m}^3/\text{s}}$$

La verifica dello smaltimento della portata per la canalina alla base del gradone a quota 80 m è stata eseguita considerando la portata Q_7

Si ipotizza di realizzare una canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.7 x 0.55 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.5 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale). La pendenza sarà del 5%, direzionata verso il collettore trasversale in fregio alla pista lato est. Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietrame ordinario.

H	⇨	*0.55*	ALTEZZA [m]
a	⇨	*0.70*	[m]
h	⇨	*0.50*	[m]
p	⇨	*5%*	Pendenza
m	⇨	*0.55*	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

	Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.700**	[m]
	Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.3500**	[m^2]
	Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.206**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.5 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	**45.21**	
V	⇨	**4.59**	**[m/sec]**
Q	⇨	**1.605**	**[m^3/sec]**

La sezione della canalina risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale relativa ad ogni gradone pari a 1.5 m^3/s.

4.8 Canalina longitudinale a valle del rilevato quota 72

Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento della canalina di regimazione acque da realizzarsi al piede del rilevato che sarà realizzato a partire da quota 80 m fino a quota 72 m s.l.m. Si considera, come area scolante, quella costituita dal da tutta la superficie del rilevato, pari a 0.005 Km^2. Il terreno viene considerato poco permeabile. Non sono presenti insediamenti e/o nuclei edificati.

Il calcolo della portata duecentennale è stato eseguito mediante il Metodo Razionale enunciato nel paragrafo 2 inserendo come dati geometrici per il calcolo quelli indicati nella presente tabella.

Superficie del Bacino	S =	0.01	Km^2
Lunghezza percorso idraulico principa	L =	0.21	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	74.00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H_0 =	72.00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0.01	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	80.00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H_0 =	72.00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	H_m =	76.00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0$ =	4.00	m

Il tempo di corrivazione, calcolato mediante la sopra riportata formula di Giandotti, risulta pari a 0.37 ore.

L'altezza critica di precipitazione h_c derivante dall'analisi statistica dei dati pluviometrici secondo Gumbel viene riportata di seguito:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	h=51,309xt^0,3572	
30 anni	→	h=62,563xt^0,351	
50 anni	→	h=67,697xt^0,3489	
100 anni	→	h=74,621xt^0,3464	
200 anni	→	h=81,518xt^0,3444	

Assumendo come coefficiente di deflusso il valore c = 0.80, ritenuto rappresentativo dello stato saturo del terreno, a favore di sicurezza, la portata duecentennale risulta circa:

$$Q = 0.17\ m^3/s$$

La canalina in oggetto è composta da due tratti. il primo parte dall'estremità sud del rilevato e corre verso il centro dell'area di cava. Il secondo corrente in direzione opposta, a partire dalla base della pista di cava lato est e che riceve di conseguenza anche i contributi di portata dei segmenti di rete di smaltimento posti a monte.

Confluiscono in un pozzetto centrale, da cui parte l'ultimo tratto del sistema di smaltimento acque, in direzione Torrente Bisagno. Pertanto, suddividendo la canalina in lato est e lato ovest, le portate afferenti risultano quindi:

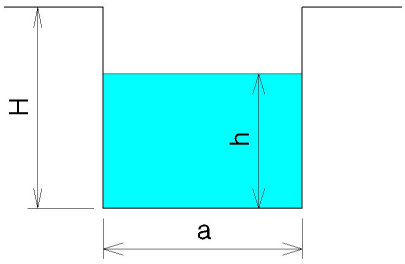
$$\mathbf{Q_{8\ est} = 0.17+Q_6 + Q_4 + Q_7 = 0.17+0.54+0.72+1.5 = 2.93\ m^3/s}$$

$$\mathbf{Q_{8\ ovest} = 0.17\ m^3/s}$$

Lato ovest

Si ipotizza di realizzare canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.4 x 0.4 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.35 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale). La pendenza sarà del 1%, direzionata verso est. Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietrame ordinario.

H	⇨	***0.40***	ALTEZZA [m]
a	⇨	***0.40***	[m]
h	⇨	***0.35***	[m]
p	⇨	***1%***	Pendenza
m	⇨	***0.55***	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.100**	[m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.1400**	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.127**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.35 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

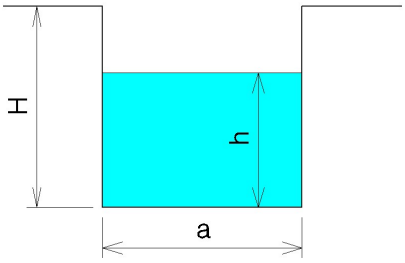
c	⇨	39.34	
V	⇨	1.40	[m/sec]
Q	⇨	0.197	[m^3/sec]

La sezione delle canaline risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale defluente nella canalina lato sud pari a 0.17 m^3/s.

Lato est

Si ipotizza di realizzare canalina a sezione rettangolare di dimensioni 0.9 x 0.8 m, in cui avvenga un deflusso di corrente in condizioni di moto uniforme; si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.75 m (che garantisce un franco di 0.05 m dalla quota della sommità della parete verticale). La pendenza sarà del 3%, direzionata verso ovest. Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietrame ordinario.

H	⇨	0.80	ALTEZZA [m]
a	⇨	0.90	[m]
h	⇨	0.75	[m]
p	⇨	3%	Pendenza
m	⇨	0.55	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨	2.400	[m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨	0.6750	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	0.281	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.75 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⟹	49.09	
V	⟹	4.51	[m/sec]
Q	⟹	3.044	[m^3/sec]

La sezione delle canaline risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata duecentennale defluente nella canalina lato est pari a 2.93 m^3/s.

4.9 Collettore finale di smaltimento verso torrente Bisagno

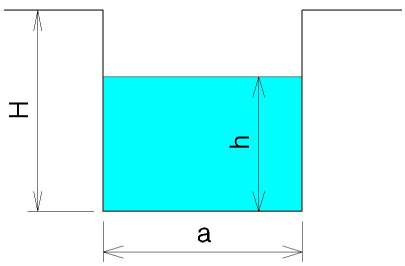
Nel presente paragrafo si descrive il dimensionamento del collettore finale della rete di smaltimento che, a partire dalla base del rilevato a quota 72 m s.l.m. capta la portata proveniente dalla rete di smaltimento superiore per convogliarla verso il Torrente Bisagno, a quota 60 m s.l.m.

Per il collettore trasversale, la verifica viene condotta considerando come portata defluente quella data dalla somma del contributo relativo al canale 8 zona nord, che considera già tutti i valori di portata provenienti dai tratti superiori e di quello relativo al canale 8 zona ovest.

$$\mathbf{Q_9 = Q_{8nord} + Q_{8sud} = 2.93 + 0.17 = 3.10\ m^3/s}$$

La lunghezza del canale è di circa 102 m, e ha una pendenza del 10% . Si ipotizza di mantenere la medesima larghezza del canale 8 nord, 0.9 m, e di fissare laltezza della sezione a 0.7 m. Si esegue la verifica per un'altezza della corrente (h) pari a 0.5 m (che garantisce un franco di 0.2 m dalla quota della sommità della parete verticale). Il coefficiente di Kutter viene fissato pari a 0.55, rappresentativo di un canale in pietrame ordinario.

H	⇨	**0.70**	ALTEZZA [m]
a	⇨	**0.90**	[m]
h	⇨	**0.50**	[m]
p	⇨	**10%**	Pendenza
m	⇨	**0.55**	Coeff. di scabrosità di Kutter



Con queste ipotesi, sono stati ricavati il contorno bagnato, il raggio idraulico e la sezione di deflusso, mediante le relazioni di seguito riportate:

Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇨ **1.900**	[m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇨ **0.4500**	[m^2]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨ **0.237**	[m]

Per un'altezza del pelo libero pari a 0.5 m, la capacità di smaltimento, calcolata mediante le relazioni indicate nel paragrafo 2, risulta la seguente:

c	⇨	**46.95**	
V	⇨	**7.22**	**[m/sec]**
Q	⇨	**3.251**	**[m^3/sec]**

La sezione del collettore risulta quindi dimensionata per lo smaltimento della portata **Q_9** pari a 3.10 m^3/s.

Genova, 02.09.2026

Dott. Ing. Carla Mandraccia



CARLA MANDRACCIA
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Ingegnere
08.09.2026 08:29:37 UTC