



ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA




COGESI S.C.R.L.
consorzio gestori servizi idrici



Comune	CERRETTO LANGHE (CN)
--------	----------------------

Oggetto	REALIZZAZIONE SERBATOIO DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLA RETE ADDUTTRICE ACQUEDOTTO LANGHE CAPACITA' 4.000 mc
---------	---

Elaborato	D07.3 – RELAZIONE IDRAULICA
-----------	------------------------------------

Committente del progetto	 ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA
--------------------------	---

Progettista	dott. ing. Enrico Piovano - ufficio tecnico ALAC in collaborazione con Provincia di Cuneo
-------------	--

Responsabile Unico del Procedimento	geom. Mario Giraudo – ufficio tecnico ALAC
-------------------------------------	--

Commessa	Livello di progetto	Approvazione	Data approvazione	N° elaborato	Rev.	Data	Scala
2020_01	DEFINITIVO	CdA	31/03/2021	D07.3	00	03/2021	---

Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	Prima emissione	03/2021			
01					
02					
--	Studio di fattibilità	08/2020			

Questo elaborato è di proprietà di ACQUEDOTTO LANGHE e ALPI CUNEESI SpA
L'elaborato non può essere modificato, copiato, duplicato, riprodotto o divulgato, anche parzialmente, senza autorizzazione scritta del proprietario.

ACQUEDOTTO LANGHE E ALPI CUNEESI SpA
Corso Nizza 9, 12100 CUNEO – tel. 0171 697550 – e-mail acquedotto.langhe@legalmail.it – Capitale Sociale € 5.000.000
n. iscrizione registro imprese di Cuneo e Codice Fiscale e Partita IVA 00451260046 – n. REA CN - 179339

CO.GE.S.I. SCRL
Corso Nizza 90, 12100 CUNEO – tel. 0171 326771 – e-mail cogesi@cogesi.it – Capitale Sociale € 3.000.000
n. iscrizione registro imprese di Cuneo e Codice Fiscale e Partita IVA 03434470047 – n. REA CN - 290478

Indice

1. PREMESSA	3
2. ANALISI IDROLOGICA	4
2.1 Analisi pluviometrica metodo della regionalizzazione.....	4
2.2 Curva di pioggia di progetto	5
3. RETE DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE	6
3.1 Metodo razionale	7
3.1.1 Tempo di corrivazione t_c	8
3.1.2 Coefficiente di deflusso c	8
3.1.3 Intensità di pioggia.....	11
3.1.4 Portata di progetto	11
3.2 Dimensionamento della tubazione	12

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica riporta le considerazioni tecniche messe in luce nella stesura del progetto “**REALIZZAZIONE SERBATOIO DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLA RETE ADDUTTRICE ACQUEDOTTO LANGHE - capacità 4.000 m³**”.



Figura 1 - Foto aerea dell'area di intervento

2. ANALISI IDROLOGICA

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

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

$$h_r = a \cdot t^n$$

dove:

h_r = altezza di pioggia espressa in mm;

t = durata della pioggia espressa in ore;

a, n = coefficienti della curva di pioggia.

I dati relativi alle curve pluviometriche sono stati reperiti dalle norme di attuazione del PAI.

2.1 Analisi pluviometrica metodo della regionalizzazione

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense, si è fatto riferimento agli elaborati proposti nella direttiva PAI dell'AdB sviluppati dal GNDCl e ottenuti da un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. Le tabelle elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, cioè la definizione dei parametri a e n della curva pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

L'area di interesse è compresa nella cella identificata dal PAI come BK132, come evidenziato in figura 1 (Allegato 3 : Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - TAVOLA 09 - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica).

Si riportano in tabella 1 i parametri della curva di pioggia indicata dalla normativa per la cella BK132 (Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni).

Tabella 1 - Parametri pluviometrici cella BK132

CELLA	Coordinate UTM cella		Tr = 20		Tr = 100		Tr = 200		Tr = 500	
	EST	NORD	a	n	a	n	a	n	a	n
BK132	425000,00000	4937000,00000	38,19	0,330	49,31	0,321	54,07	0,318	60,32	0,315

2.2 Curva di pioggia di progetto

In base a quanto riportato in tabella 1, le curve di possibilità pluviometrica relative all'area di interesse sono le seguenti:

$$\begin{aligned}h &= 38,19 \cdot t^{0,330} && \text{per } Tr = 20 \text{ anni} \\h &= 49,31 \cdot t^{0,321} && \text{per } Tr = 100 \text{ anni} \\h &= 54,07 \cdot t^{0,318} && \text{per } Tr = 200 \text{ anni} \\h &= 60,32 \cdot t^{0,315} && \text{per } Tr = 500 \text{ anni}\end{aligned}$$

Per la progettazione della rete di raccolta delle acque meteoriche è stata assunta la curva la relativa alla cella BK132 per tempo di ritorno $Tr = 20$ anni, e quindi:

$$h = 38,19 \cdot t^{0,330}$$

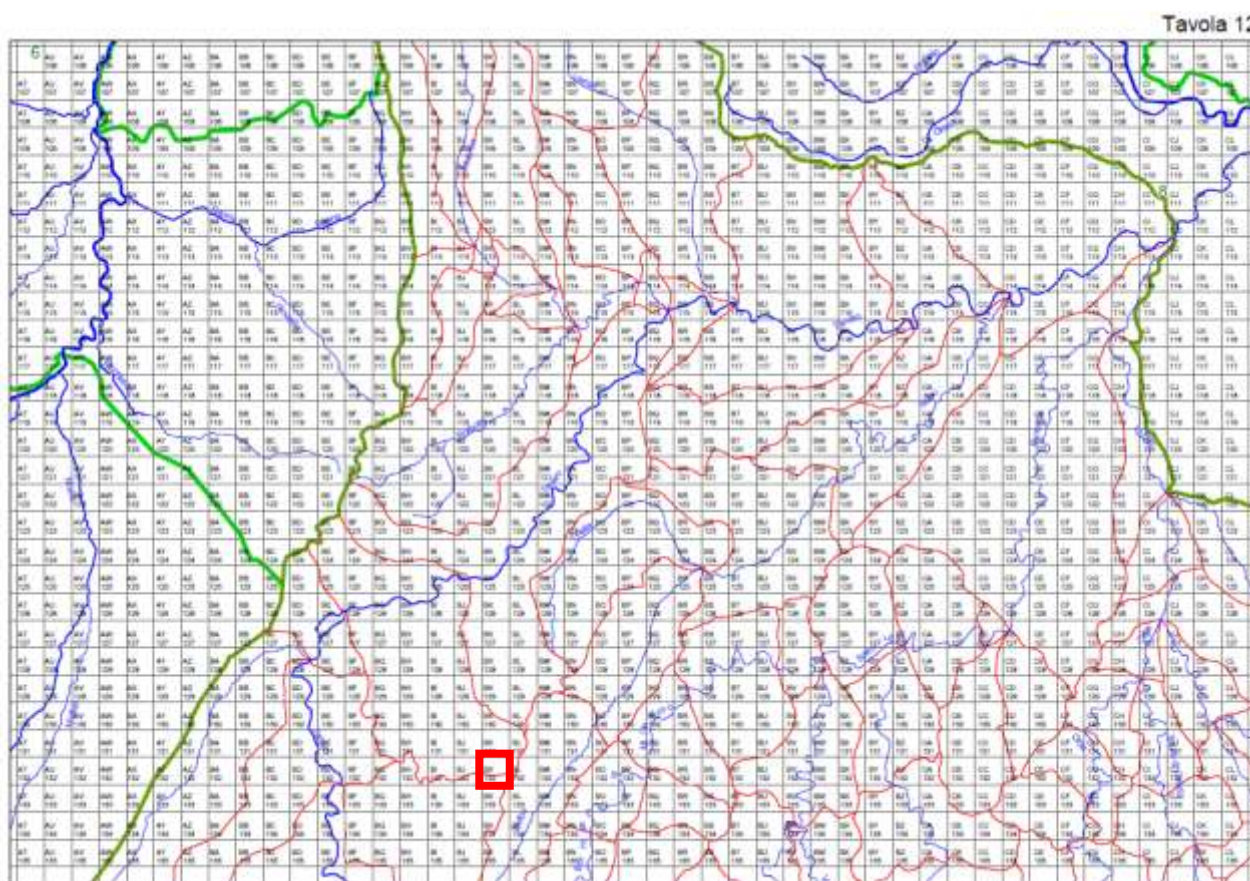


Figura 2 - estratto PAI - Direttiva sulla piena di progetto - allegato 3 - tavola 12

3. RETE DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di regimazione delle acque meteoriche con restituzione della portata nei canali di scolo esistenti. Data la modesta superficie impermeabilizzata che si andrà a realizzare l'entità dei volumi di acqua che si andranno a collettare saranno modesti.

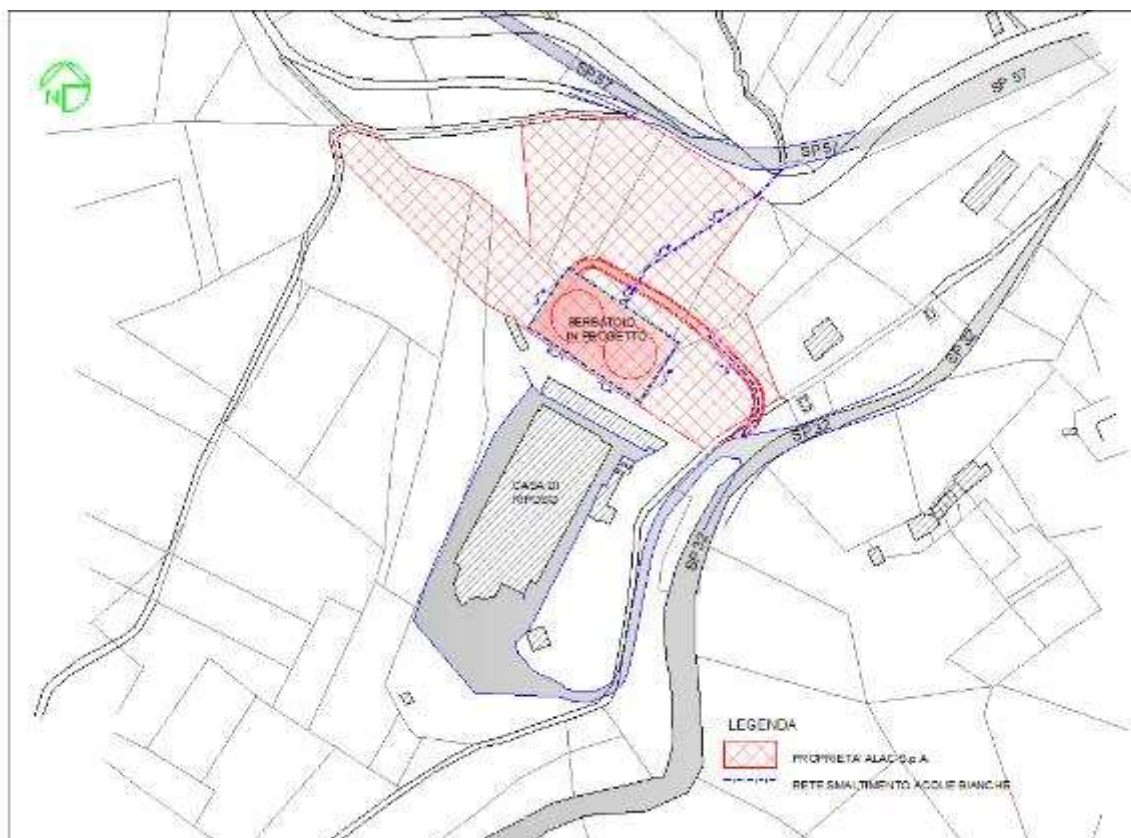


Figura 3 - Schema sistema di regimazione acque meteoriche superficiali

In particolare si prevede la realizzazione di una canaletta superficiale in calcestruzzo (mezzo tubo) lungo il perimetro della platea di fondazione collegata ogni 10 metri mediante pozzetti di caduta e raccordo al collettore interrato realizzato con tubazioni in calcestruzzo autoportante avente diametro 50 cm e pendenza pari a 0,5%.

La nuova strada sarà dotata ai lati di una canaletta "alla francese" in calcestruzzo e di canalette trasversali in calcestruzzo dotate di griglia di protezione.

Il sistema prevede il convogliamento finale delle portate mediante una tubazione in calcestruzzo autoportante di diametro 80 cm verso i canali di scolo esistenti.

3.1 Metodo razionale

Per la valutazione delle portate pluviali si è fatto riferimento al metodo di calcolo razionale.

La formula del metodo razionale si scrive:

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

Dove:

Q_c = portata al colmo	(m ³ /s)
c = coefficiente di deflusso	(-)
i = intensità di pioggia	(mm/h)
A = superficie di bacino	(Km ²)

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

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

Il tempo di corrvazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio c_r della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato,
- il fattore di trattenuta del terreno c_d , funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta h_e e l'altezza di pioggia totale h),
- il fattore di laminazione c_l , che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

In via teorica l'utilizzo della formula razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno T in una portata al colmo con pari valore di T , richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso c con un valore medio di ricorrenza. Ciò è possibile solamente quando si disponga di serie storiche sufficientemente estese di dati pioggia e di portate al colmo.

3.1.1 Tempo di corrivazione t_c

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

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

dove:

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

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

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

A = superficie del bacino (km^2)

Per il caso in esame si hanno i seguenti valori:

Tabella 2 - Dati generali bacino

L	0,12	km
H_m	751	m s.m.
H_0	744	m s.m.
A	0,002760	km^2

Da cui si ottiene un valore del tempo di corrivazione t_c pari a 11 minuti.

3.1.2 Coefficiente di deflusso c

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E' possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore di c cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino.

Normalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto di invaso, mentre un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno è fornita nella letteratura scientifica come di seguito riportato.

Per il caso in esame sono adottati i seguenti coefficienti di deflusso:

- 0,4 - per le aree a verde
- 1,0 - per le superfici pavimentate o impermeabili (aree coperte, strade, ecc.)

Nelle immagini sottostanti sono riportate le aree omogenee individuate per il progetto in esame con la rappresentazione della rete di smaltimento.

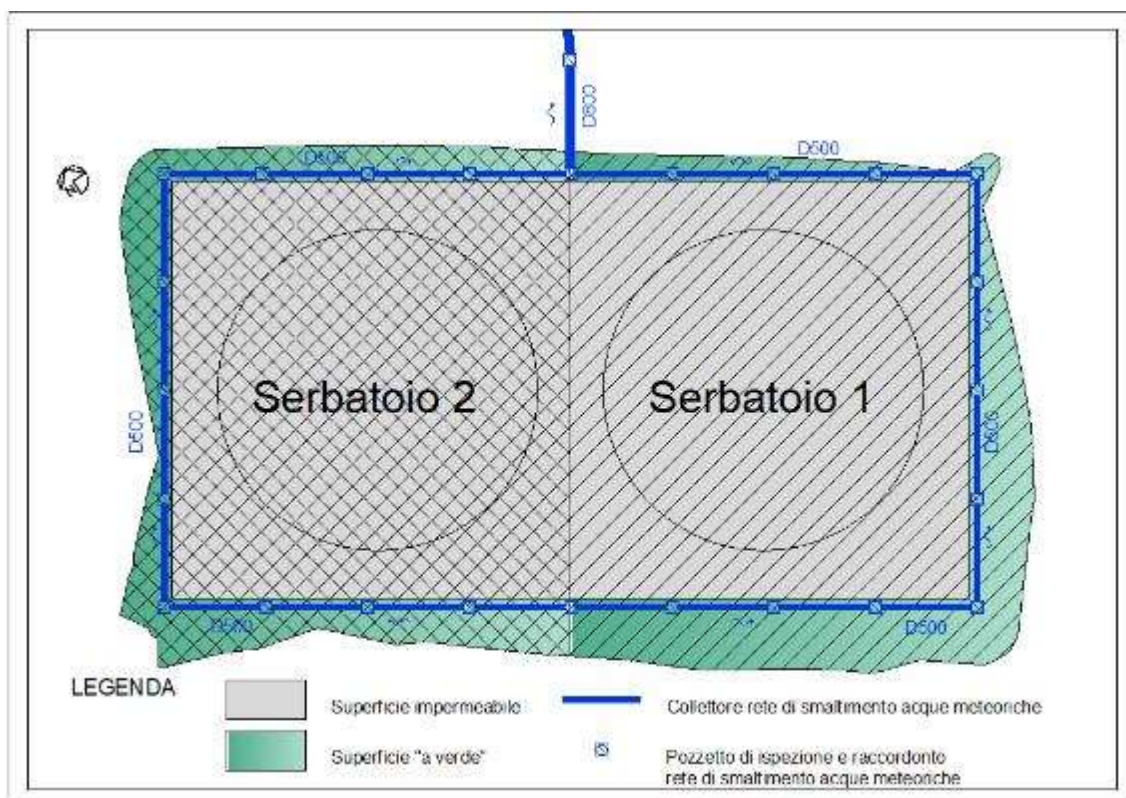


Figura 4 - Aree omogenee serbatoio e rete di smaltimento

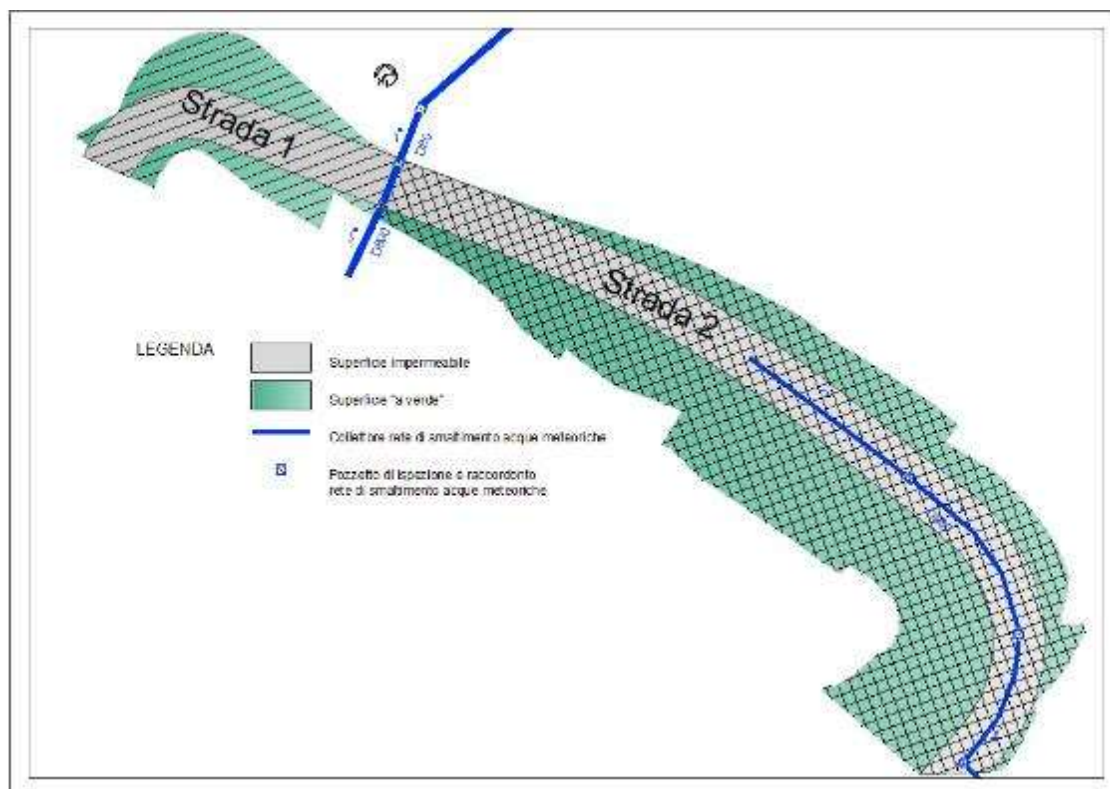


Figura 5 - Aree omogenee strada e rete di smaltimento

Le aree omogenee con i rispettivi coefficienti di deflusso c sono state riportate nella seguente tabella.

Tabella 3 - Aree omogenee e coefficienti di deflusso

Area	Superficie a "verde"	Superficie impermeabilizzata	Superficie totale	c
	m^2	m^2	m^2	-
Serbatoio 1	368	1040	1408	0,84
Serbatoio 2	312	1040	1352	0,86
Strada 1	192	186	378	0,70
Strada 2	1000	560	1560	0,62
Totale	1872	2826	4698	0,76

3.1.3 Intensità di pioggia

L'intensità di pioggia è determinata come rapporto tra l'altezza della stessa e la durata:

$$i = \frac{h(t)}{t}$$

Siccome il "Metodo razionale" si basa sull'ipotesi che l'intensità di pioggia abbia una durata pari a quella del tempo di corrivazione, la relazione diventa:

$$i = \frac{h(tc)}{tc}$$

3.1.4 Portata di progetto

Introducendo nella funzione per il calcolo della portata di massima piena del "Metodo razionale" la relazione per la determinazione dell'intensità di pioggia si ottiene:

$$Qc = 0,28 \cdot c \cdot \frac{h(tc)}{tc} \cdot A$$

La portata di progetto per ogni area è riportata nella seguente tabella.

Tabella 4 - Portate di progetto ($Tr = 20$ anni)

Area	Q
	m^3/s
Serbatoio 1	0,039
Serbatoio 2	0,039
Strada 1	0,009
Strada 2	0,032
Totale	0,119

3.2 Dimensionamento della tubazione

Per il dimensionamento della tubazione si fa riferimento alla formula di Gauckler – Strickler valida in condizioni di moto uniforme:

$$Q_r = K_s \cdot \Omega \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{1/2}$$

dove

- Q_r portata
- K_s coefficiente di scabrezza di Strickler
- Ω sezione tubazione
- R raggio idraulico
- i_f pendenza della fondazione

Utilizzando tale formula è possibile dimensionare le condotte calcolando dapprima il valore della portata smaltibile con la tubazione in progetto a riempimento completo.

Il valore a sezione completamente riempita non rappresenta quello massimo smaltibile dalla condotta in quanto la massima portata si ha con un'altezza d'acqua nella tubazione pari al 93% del diametro.

Tubazione D500

Per la verifica di tale tubazione viene considerata la portata di progetto derivante dal deflusso sull'area "Serbatoio 1".

Dati di progetto:

- $K_s = 70 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ (tubazioni in cemento)
- $i_f = 0,005$ (pendenza minima tubazione)
- $r = 0,250 \text{ m}$
- $Q_p = 0,039 \text{ m}^3 / \text{s}$

Si procede a calcolare la portata a completo riempimento.

$$Q_0 = 70 \cdot 0,25^2 \cdot \pi \cdot (0,50/4)^{2/3} \cdot 0,005^{1/2} = 0,243 \text{ mc/s}$$

Ipotizzando moto uniforme e utilizzando scale di deflusso normalizzate si calcola l'altezza d'acqua corrispondente alla portata di 0,039 mc/s. In particolare:

$$Q_p / Q_0 = 0,039 / 0,243 = 0,160$$

$$H_p / r = 0,54$$

Per cui h_p di moto uniforme è pari a 0,135 m (13,5 cm). Il franco di sicurezza risulta pertanto maggiore del 30% e la **tubazione è verificata**.

Tubazione D800

Per la verifica di tale tubazione viene considerata la portata di progetto derivante dal deflusso sulle aree "Serbatoio 1", "Serbatoio 2" e "Strada 1".

Dati di progetto:

- $K_s = 70 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ (tubazioni in cemento)
- $i_f = 0,005$ (pendenza minima)
- $r = 0,400 \text{ m}$
- $Q_p = 0,039 \text{ m}^3 / \text{s} + 0,039 \text{ m}^3 / \text{s} + 0,009 = 0,087 \text{ m}^3 / \text{s}$

Si procede a calcolare la portata a completo riempimento.

$$Q_0 = 70 * 0,40^2 * \pi * (0,80/4)^{2/3} * 0,005^{1/2} = 0,851 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Ipotizzando moto uniforme e utilizzando scale di deflusso normalizzate si calcola l'altezza d'acqua corrispondente alla portata di $0,087 \text{ m}^3 / \text{s}$. In particolare:

$$Q_p / Q_0 = 0,087 / 0,851 = 0,102$$

$$H_p / r = 0,16$$

Per cui h_p di moto uniforme è pari a $0,064 \text{ m}$ ($6,4 \text{ cm}$). Il franco di sicurezza risulta pertanto maggiore del 30% e la **tubazione è verificata**.