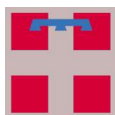


REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DEL  
VERBANO CUSIO OSSOLA



COMUNE DI MONTECRESTESE

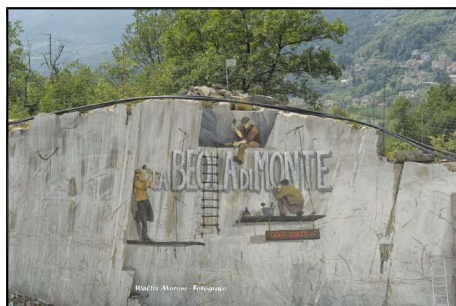
PROGETTO DI RINNOVO  
CON VARIANTE DELLA CAVA  
"La Beola di Monte"

ADEMPIMENTI:

*Legge Regionale n.40/98 articolo 12 e s.m.i.*

- PROGETTO DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE -

Il Tecnico:



Dott. Geol. Riccardo Frencia

Via Pignari, 18  
12037 Saluzzo (CN), IT  
cell.: 328.5327610  
e-mail: [riccardo.frenzia@geologi-piemonte.it](mailto:riccardo.frenzia@geologi-piemonte.it)



Il Committente

Soc. La Beola di Monte S.r.l.  
Via S. d'Acquisto, 6  
28845 Domodossola (VB)  
[www.labeoladimonte.it](http://www.labeoladimonte.it)

Dicembre 2022

# INDICE

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PREMESSA.....</b>                                         | <b>3</b>  |
| <b>2. CALCOLO DELLE PORTATE IN ESAME.....</b>                   | <b>3</b>  |
| 2.1 CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELL'AREA .....              | 5         |
| 2.2 BACINO 1 .....                                              | 7         |
| 2.2.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico ..... | 7         |
| 2.2.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 1.....           | 8         |
| 2.3 BACINO 2.....                                               | 10        |
| 2.3.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico ..... | 10        |
| 2.3.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 2.....           | 11        |
| 2.4 BACINO 3 .....                                              | 13        |
| 2.4.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico ..... | 13        |
| 2.4.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 3.....           | 14        |
| 2.5 BACINO 4.....                                               | 16        |
| 2.5.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico ..... | 16        |
| 2.5.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 4.....           | 17        |
| <b>3. OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI .....</b>   | <b>19</b> |
| 3.1 BACINO 1 .....                                              | 19        |
| 3.1.1 Dimensionamento arginelli in terra .....                  | 19        |
| 3.1.2 Dimensionamento canaletta in terra .....                  | 21        |
| 3.2 BACINO 2 .....                                              | 23        |
| 3.2.1 Dimensionamento arginelli in terra .....                  | 23        |
| 3.2.2 Dimensionamento tombinatura su strada comunale.....       | 25        |
| 3.3 BACINO 4.....                                               | 27        |
| 3.3.1 Dimensionamento tubazione area interna cava .....         | 27        |
| 3.3.2 Dimensionamento tubazione esterna area di cava .....      | 29        |
| <b>4. TUBAZIONE SCARICO PISTA LATO NORD .....</b>               | <b>31</b> |
| 4.1.1 Calcolo delle portate di progetto Bacino 4.....           | 31        |
| 4.1.2 Dimensionamento canaletta in terra .....                  | 32        |
| 4.1.3 Dimensionamento tubazione attraversamento rilevato .....  | 33        |
| <b>5. OPERE DI REGIMAZIONE REALIZZATE.....</b>                  | <b>36</b> |
| 5.1 VASCHE DI DECANTAZIONE .....                                | 36        |
| 5.2 CANALETTA LUNGO PISTA E SCARICO NELLE VASCHE.....           | 37        |
| 5.3 TOMBINATURA SU STRADA CASTELLUCCIO .....                    | 39        |
| 5.4 ARGINE/CANALETTA LATO MERIDIONALE DELLA CAVA .....          | 41        |
| <b>6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>                       | <b>42</b> |

## 1. PREMESSA

In questa relazione si riportano le scelte progettuali e i dimensionamenti per la regimazione delle acque superficiali transitanti nell'area di cava, una parte del progetto è coincidente con quanto autorizzato con Determina n. 561 del 02.04.2021 e risulta pertanto già autorizzato, mentre un'altra parte del progetto prevede la nuova richiesta per la regimazione nel settore di realizzazione del vallo di mascheramento sul lato settentrionale dell'area di cava (capitolo 4).

Si premette che le opere di regimazione autorizzate con precedente specifica autorizzazione sono state realizzate in tempi diversi nel 2022, così come illustrate nel capitolo specifico (capitolo 5).

## 2. CALCOLO DELLE PORTATE IN ESAME

Per quanto riguarda la progettazione delle opere di regimazione e gestione delle acque superficiali afferenti all'area su cui viene richiesta l'autorizzazione, questa sarà suddivisa in quattro bacini:

- Bacino 1: corrisponde a quella porzione di versante soprastante l'area che di cava le cui acque saranno convogliate verso l'impluvio naturale presente a Nord, raccoglie le acque provenienti dal versante dell'abitato di Montecrestese;
- Bacino 2: corrisponde a quella porzione di versante le cui acque saranno convogliate verso l'impluvio presente a sud dell'area di cava e da questo verso la Strada Castelluccio, da qui saranno poi gestite dal sistema di drenaggio che il Comune di Montecrestese ha in progetto per lo smaltimento delle acque afferenti a quest'area, raccoglie le acque di quel settore di versante che va da C. Roppolo fino alla Frazione Spesc;
- Bacino 3: corrisponde a quell'area di versante che grava sulla tubazione presente in prossimità al Viganale, questa porzione di versante per sua natura non dovrebbe incidere sui volumi transitanti in prossimità dell'area di cava, ma per problemi di scarico tende (almeno in parte) a superare lo sbarramento e gravare sulle acque del bacino 2;
- Bacino 4: corrisponde al bacino delle acque effettivamente transitanti in cava, che, in parte per sua natura e in parte per la formazione degli argini a monte, corrisponde all'incirca all'area di coltivazione stessa a cui si aggiungono alcune porzioni di versanti rocciosi e dei boschi circostanti.

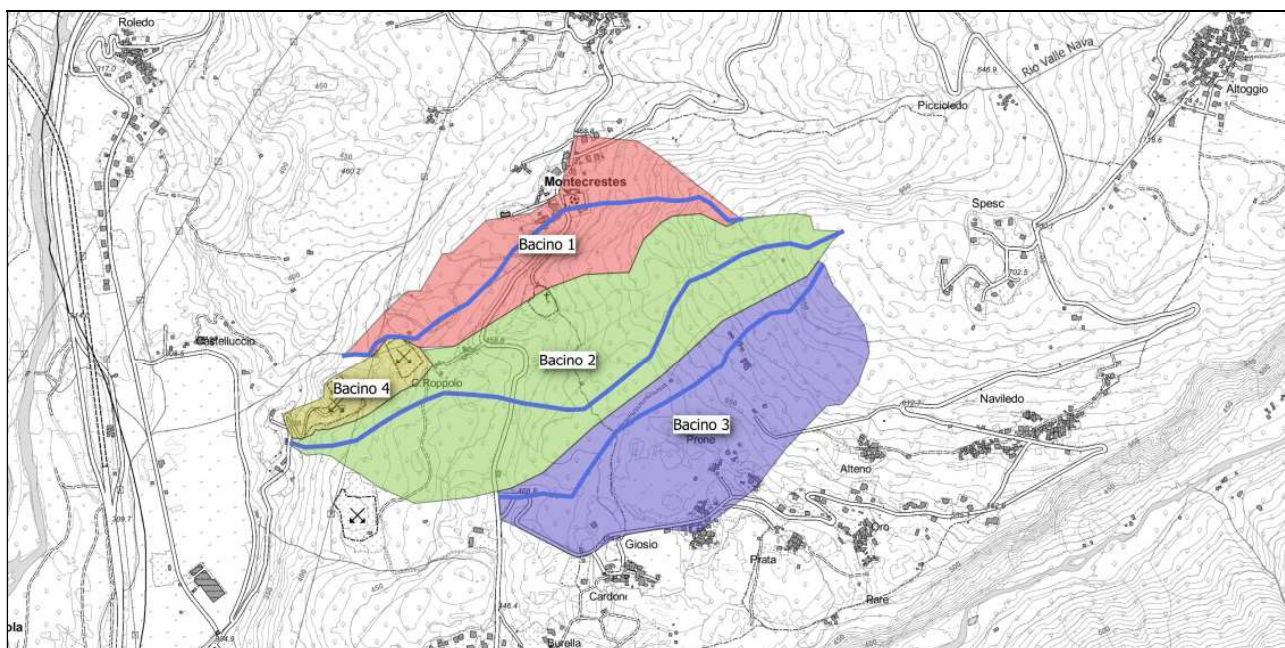
Per quanto riguarda l'analisi idrologica dei bacini afferenti alle aree sopradescritte viene riportata nel capitolo seguente; con questi dati risulta possibile dimensionare gli argini, i fossi di guardia e le canalette necessarie alla gestione e allo smaltimento delle acque superficiali.

Lungo il bordo delle aree di scavo verranno realizzate alcune opere (cordoli in terra, arginelli e fossi) atte ad allontanare le acque provenienti da monte in modo tale da non farle entrare nell'area di cava.

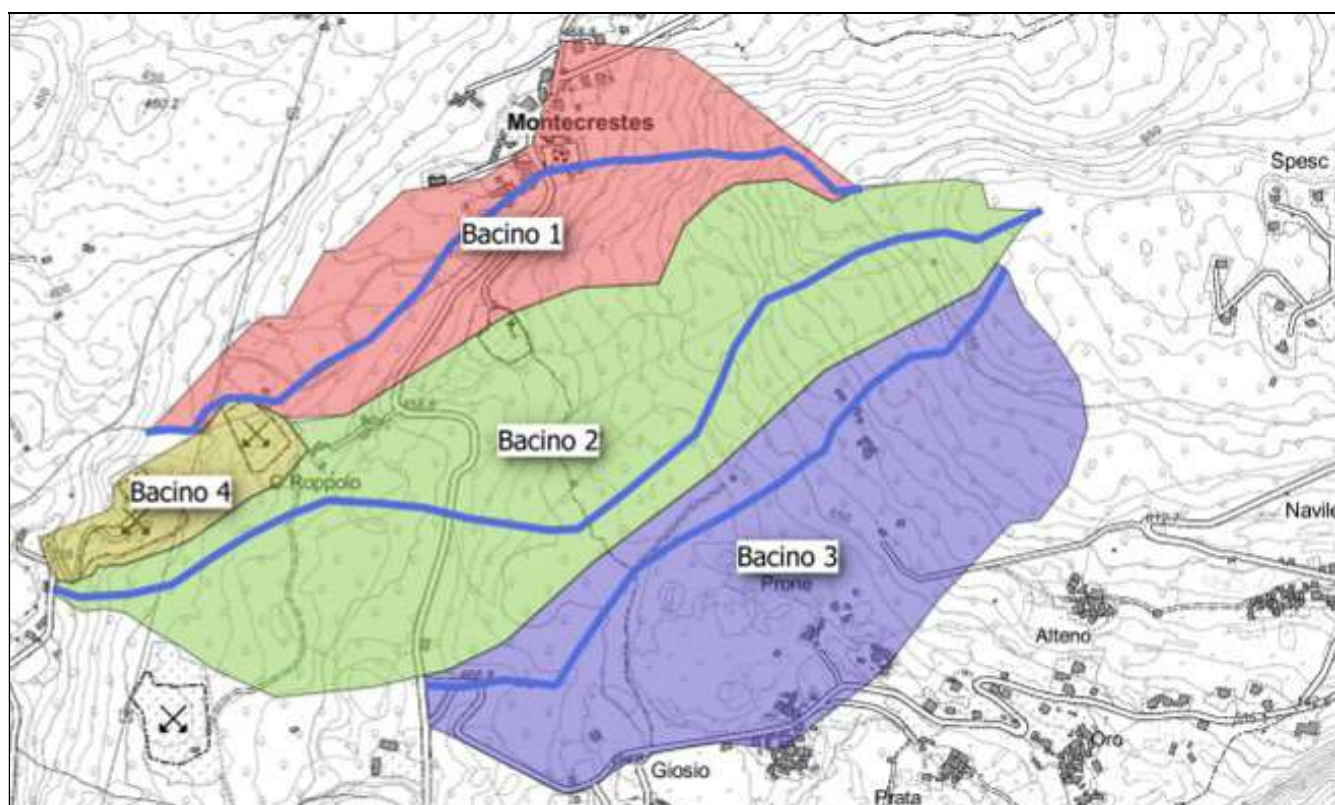
Per la posizione planimetrica delle opere di intervento e delle principali particolarità idrauliche si rimanda alle specifiche tavole.

Al termine delle operazioni di ripristino ambientale, come da elaborati redatti dal Dott. Agr. G. Mottini di Domodossola (VB), è prevista la posa di idonee canalette per la captazione e smaltimento delle acque meteoriche così da non provocare erosioni incontrollate del materiale riportato.

Si precisa che parte dell'acqua raccolta nella batteria delle vasche di sedimentazione sarà riutilizzata come refrigerante della macchina a filo mobile utilizzata per il taglio quindi periodicamente l'acqua verrà prelevata dalle vasche mediante una pompa che la convoglierà in una cisterna, trasportabile mediante pala e/o escavatore, che verrà poi collocata in maniera idonea allo scopo. Detto prelievo avverrà solamente se nella depressione definita dalla cava non vi sia presente acqua che in questo caso non verrà mandata alle vasche ma direttamente impiegata come sopra esposto.



**Figura 1:** inquadramento dei bacini in esame su BDTRE Piemonte, fuori scala.



**Figura 2:** definizione dei bacini idrografici nell'area di intervento e definizione delle principali linee di deflusso, su BDTRE Piemonte alla scala 1:5.000.

## 2.1 CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE DELL'AREA

Per il dimensionamento delle opere di regimazione delle acque superficiali quello che conta è il verificarsi di episodi pluviometrici intensi e di breve durata, per lo studio dei quali verranno sfruttate le formule e le metodologie esplicitate negli studi condotti dal PAI, in particolare nella *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* in PAI – Piano per l'Assetto Idrogeologico – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Autorità di Bacino del Fiume Po, aprile 2001)

Con questo documento l'Autorità di Bacino ha voluto dare un riferimento *"per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale"*, con questo scopo è stata fatta un'analisi territoriale ed una regionalizzazione dei parametri per il calcolo della probabilità pluviometrica con diversi tempi di ritorno.

L'area in esame ricade all'interno della cella identificata con la sigla BV44, come risulta dall'*Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense alla Direttiva*

sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica emanato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

I valori indicati per la cella BV44 sono riportati di seguito:

| Cella       | a Tr20       | n Tr20       | a Tr100      | n Tr100      | a Tr200      | n Tr200      | a Tr500      | n Tr500      |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>BV44</b> | <b>38,60</b> | <b>0,512</b> | <b>49,23</b> | <b>0,507</b> | <b>53,73</b> | <b>0,503</b> | <b>59,76</b> | <b>0,502</b> |

I parametri  $a$  ed  $n$  rientrano nella equazione della curva di possibilità climatica che può essere scritta, per un certo tempo di ritorno, dalla relazione esponenziale:

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

in cui:

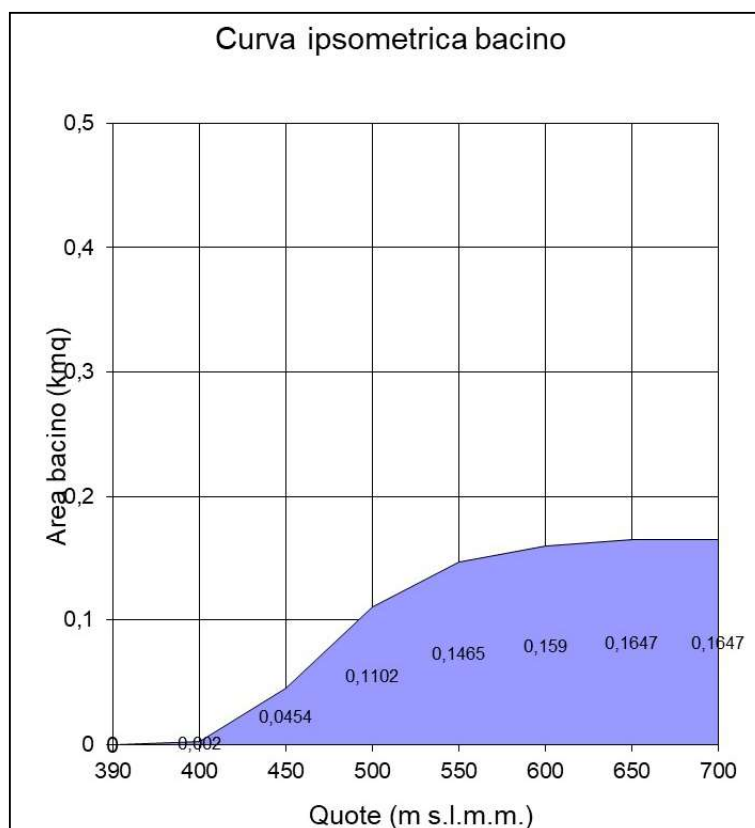
|                                                             |  |
|-------------------------------------------------------------|--|
| $h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo $t$       |  |
| $t$ = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione       |  |
| $a$ = fattore della curva relativo ad un determinato $Tr$   |  |
| $n$ = esponente della curva relativo ad un determinato $Tr$ |  |
| $Tr$ = tempo di ritorno (20-100-200 anni)                   |  |

## 2.2 BACINO 1

### 2.2.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico

Il bacino 1 comprende una superficie complessiva pari a 165.000 m<sup>2</sup> circa, per simulare le portate afferenti sono state calcolate le superfici riferite ad intervalli di quota riportati nella tabella seguente:

| Intervallo (fra le isoipse) |                 | Superficie Parziale |                 | Superficie Progressiva |        |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------|--------|
| Quota inferiore             | Quota superiore | Km <sup>2</sup>     | %               | Km <sup>2</sup>        | %      |
| 390                         | 400             | 0,0020              | 1,21            | 0,002                  | 1,21   |
| 400                         | 450             | 0,0434              | 26,35           | 0,0454                 | 27,57  |
| 450                         | 500             | 0,0648              | 39,34           | 0,1102                 | 66,91  |
| 500                         | 550             | 0,0363              | 22,04           | 0,1465                 | 88,95  |
| 550                         | 600             | 0,0125              | 7,59            | 0,159                  | 96,54  |
| 600                         | 650             | 0,0057              | 3,46            | 0,1647                 | 100,00 |
| 650                         | 700             | 0,0000              | 0,00            | 0,1647                 | 100,00 |
| 700                         | 750             | 0,0000              | 0,00            | 0,1627                 | 98,79  |
| 750                         | 800             | 0,0000              | 0,00            | 0,1193                 | 72,43  |
|                             |                 |                     |                 |                        |        |
| Superficie bacino sottesa   |                 | ⇒ <b>0,165</b>      | Km <sup>2</sup> |                        |        |



Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 1.095 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 165.000 m<sup>2</sup>
- altezza media del bacino risultata pari a 484,65 m s.l.m., utilizzando la formula:

$$H_m = \frac{\sum H_i S_i}{S}, \text{ considerando una quota di chiusura pari a } \mathbf{390 \text{ m s.l.m.}}$$

risulta un'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura pari a: **94,65 m**.

- tempo di corrivazione risultato pari a 0,42 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5}{0,8\sqrt{H_m}}$$

### 2.2.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 1

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web [www.geologi.it](http://www.geologi.it), denominato "*piena di progetto*", e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di *a* ed *n* a seconda del tempo di ritorno scelto e si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

| Tr  |   | h(t)  |
|-----|---|-------|
| 20  | ⇒ | 24,76 |
| 100 | ⇒ | 31,72 |
| 200 | ⇒ | 34,73 |
| 500 | ⇒ | 38,67 |

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "metodo razionale":

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_t}{T_c}$$

dove:

- c: coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,4 (aree boscate, con permeabilità del suolo molto bassa);
- $h_t$ : altezza massima di precipitazione al tempo t (in mm);
- S: superficie del bacino espresso in km<sup>2</sup>;
- $T_c$ : tempo di corrivazione espresso in ore.

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

| Tempo di ritorno (anni) |            |  |   | Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec] |              |
|-------------------------|------------|--|---|-----------------------------------|--------------|
|                         | <b>20</b>  |  | ⇒ |                                   | <b>1,085</b> |
|                         | <b>100</b> |  | ⇒ |                                   | <b>1,389</b> |
|                         | <b>200</b> |  | ⇒ |                                   | <b>1,521</b> |
|                         | <b>500</b> |  | ⇒ |                                   | <b>1,694</b> |

I risultati appaiono concordanti se per il bacino si applica la formula di Forti (1920) valida per bacini montani di estensione non superiore a 1000 km<sup>2</sup> e caratterizzati da massima precipitazione giornaliera pari a 200 – 250 mm:

$$q_{max} = 2.35 \frac{500}{A + 125} + 0.5$$

Nel caso del bacino in esame risulta essere pari a: 1,63 mc/s.

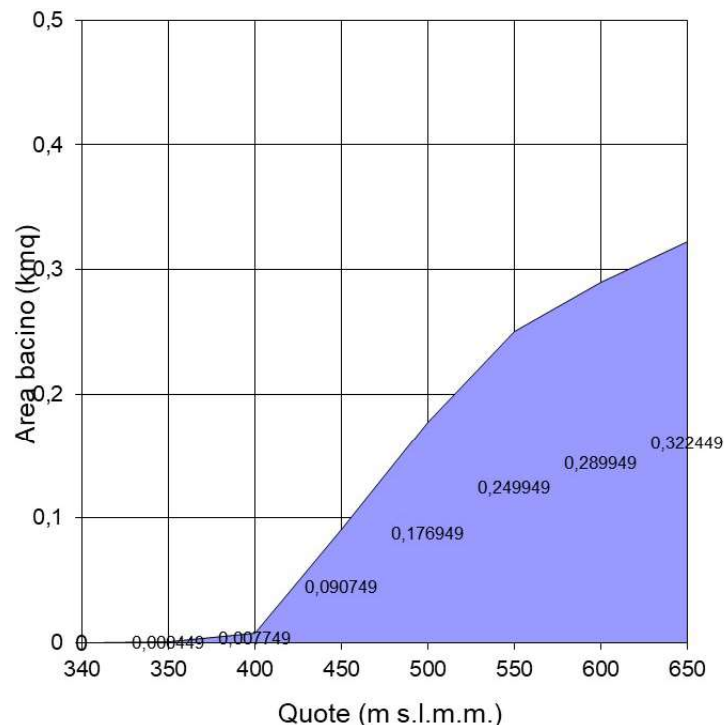
## 2.3 BACINO 2

### 2.3.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico

Il bacino 2 comprende una superficie complessiva pari a 343.000 m<sup>2</sup> circa, per simulare le portate afferenti sono state calcolate le superfici riferite ad intervalli di quota riportati nella tabella seguente:

| Intervallo (fra le isoipse) |                 | Superficie Parziale |                 | Superficie Progressiva |       |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------|-------|
| Quota inferiore             | Quota superiore | Km <sup>2</sup>     | %               | Km <sup>2</sup>        | %     |
| 340                         | 350             | 0,0004              | 0,13            | 0,000449               | 0,13  |
| 350                         | 400             | 0,0073              | 2,13            | 0,007749               | 2,26  |
| 400                         | 450             | 0,0830              | 24,19           | 0,090749               | 26,45 |
| 450                         | 500             | 0,0862              | 25,13           | 0,176949               | 51,58 |
| 500                         | 550             | 0,0730              | 21,28           | 0,249949               | 72,86 |
| 550                         | 600             | 0,0400              | 11,66           | 0,289949               | 84,52 |
| 600                         | 650             | 0,0325              | 9,47            | 0,322449               | 94,00 |
| 650                         | 700             | 0,0206              | 6,00            | 0,3426                 | 99,87 |
| 700                         | 800             | 0,0000              | 0,00            | 0,3353                 | 97,74 |
| Superficie bacino sottesa   |                 | ⇒ <b>0,343</b>      | Km <sup>2</sup> |                        |       |

Curva ipsometrica bacino



Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 1.511 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 343.000 m<sup>2</sup>
- altezza media del bacino risultata pari a 509,13 m s.l.m., utilizzando la formula:

$$H_m = \frac{\sum H_i S_i}{S}, \text{ considerando una quota di chiusura pari a } \mathbf{340 \text{ m s.l.m.}}$$

risulta un'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura pari a: **169,13 m.**

- tempo di corrivazione risultato pari a 0,44 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5}{0,8 \sqrt{H_m}}$$

### 2.3.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 2

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web [www.geologi.it](http://www.geologi.it), denominato "*piena di progetto*", e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di *a* ed *n* a seconda del tempo di ritorno scelto e si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

| Tr  |   | h(t)  |
|-----|---|-------|
| 20  | ⇒ | 25,44 |
| 100 | ⇒ | 32,58 |
| 200 | ⇒ | 35,68 |
| 500 | ⇒ | 39,71 |

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "metodo razionale":

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_t}{T_c}$$

dove:

- c: coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,4 (aree boscate, con permeabilità del suolo molto bassa);
- $h_t$ : altezza massima di precipitazione al tempo t (in mm);
- S: superficie del bacino espresso in km<sup>2</sup>;
- $T_c$ : tempo di corrivazione espresso in ore.

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

| Tempo di ritorno (anni) |            |  |   | Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec] |              |
|-------------------------|------------|--|---|-----------------------------------|--------------|
|                         | <b>20</b>  |  | ⇒ |                                   | <b>2,190</b> |
|                         | <b>100</b> |  | ⇒ |                                   | <b>2,805</b> |
|                         | <b>200</b> |  | ⇒ |                                   | <b>3,071</b> |
|                         | <b>500</b> |  | ⇒ |                                   | <b>3,419</b> |

I risultati appaiono concordanti se per il bacino si applica la formula di Forti (1920) valida per bacini montani di estensione non superiore a 1000 km<sup>2</sup> e caratterizzati da massima precipitazione giornaliera pari a 200 – 250 mm:

$$q_{max} = 2.35 \frac{500}{A + 125} + 0.5$$

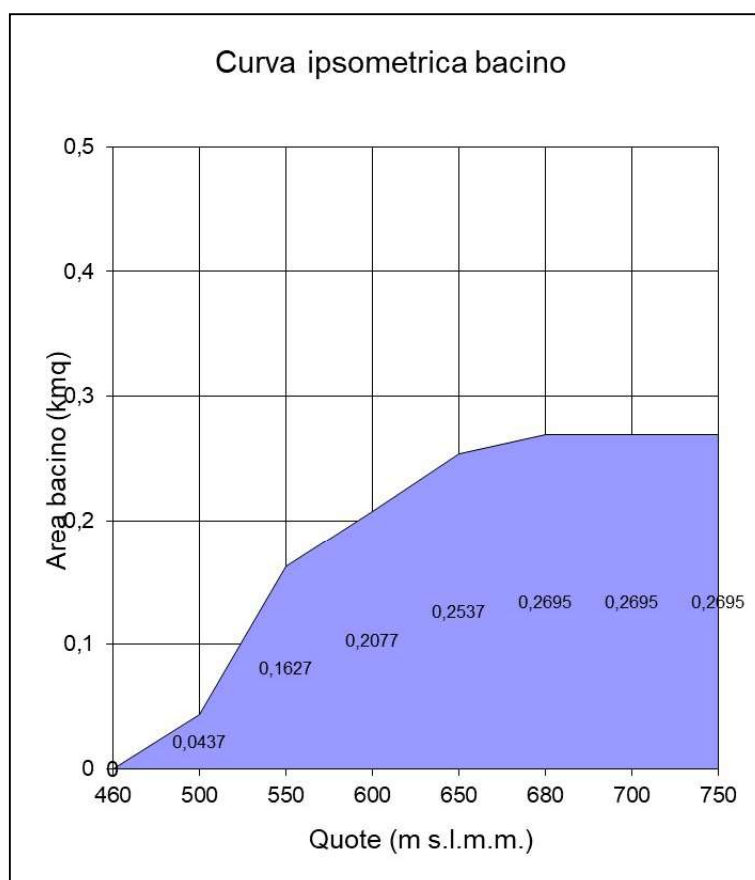
Nel caso del bacino in esame risulta essere pari a: 3,39 mc/s.

## 2.4 BACINO 3

### 2.4.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico

Il bacino 3 comprende una superficie complessiva pari a 270.000 m<sup>2</sup> circa, per simulare le portate afferenti sono state calcolate le superfici riferite ad intervalli di quota riportati nella tabella seguente:

| Intervallo (fra le isoipse) |                 | Superficie Parziale |                 | Superficie Progressiva |        |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------|--------|
| Quota inferiore             | Quota superiore | Km <sup>2</sup>     | %               | Km <sup>2</sup>        | %      |
| 460                         | 500             | 0,0437              | 16,22           | 0,0437                 | 16,22  |
| 500                         | 550             | 0,1190              | 44,16           | 0,1627                 | 60,37  |
| 550                         | 600             | 0,0450              | 16,70           | 0,2077                 | 77,07  |
| 600                         | 650             | 0,0460              | 17,07           | 0,2537                 | 94,14  |
| 650                         | 680             | 0,0158              | 5,86            | 0,2695                 | 100,00 |
| 680                         | 700             | 0,0000              | 0,00            | 0,2695                 | 100,00 |
| 700                         | 750             | 0,0000              | 0,00            | 0,2695                 | 100,00 |
| 750                         | 800             | 0,0000              | 0,00            | 0,2258                 | 83,78  |
| 800                         | 800             | 0,0000              | 0,00            | 0,1068                 | 39,63  |
|                             |                 |                     |                 |                        |        |
| Superficie bacino sottesa   |                 | ⇒ <b>0,270</b>      | Km <sup>2</sup> |                        |        |



Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 998 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 270.000 m<sup>2</sup>
- altezza media del bacino risultata pari a 551,33 m s.l.m., utilizzando la formula:

$$H_m = \frac{\sum H_i S_i}{S}, \text{ considerando una quota di chiusura pari a } \mathbf{460 \text{ m s.l.m.}}$$

risulta un'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura pari a: **91,33 m**.

- tempo di corrivazione risultato pari a 0,47 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5}{0,8 \sqrt{H_m}}$$

#### 2.4.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 3

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web [www.geologi.it](http://www.geologi.it), denominato "*piena di progetto*", e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di *a* ed *n* a seconda del tempo di ritorno scelto e si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

| Tr  |   | h(t)  |
|-----|---|-------|
| 20  | ⇒ | 26,16 |
| 100 | ⇒ | 33,49 |
| 200 | ⇒ | 36,66 |
| 500 | ⇒ | 40,81 |

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "metodo razionale":

$$Q_c = 0.278 \frac{c h_t}{T_c}$$

dove:

- c: coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,4 (aree boscate, con permeabilità del suolo molto bassa);
- $h_t$ : altezza massima di precipitazione al tempo t (in mm);
- S: superficie del bacino espresso in km<sup>2</sup>;
- $T_c$ : tempo di corrivazione espresso in ore.

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

| Tempo di ritorno (anni) |  |   |  | Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec] |
|-------------------------|--|---|--|-----------------------------------|
| 20                      |  | ⇒ |  | 1,679                             |
| 100                     |  | ⇒ |  | 2,150                             |
| 200                     |  | ⇒ |  | 2,354                             |
| 500                     |  | ⇒ |  | 2,620                             |

**Per quanto riguarda questa portata si ricorda che andrebbe smaltita tramite la tubazione che scende verso sud lungo la strada Viganale.**

I risultati appaiono concordanti se per il bacino si applica la formula di Forti (1920) valida per bacini montani di estensione non superiore a 1000 km<sup>2</sup> e caratterizzati da massima precipitazione giornaliera pari a 200 – 250 mm:

$$q_{max} = 2.35 \frac{500}{A + 125} + 0.5$$

Nel caso del bacino in esame risulta essere pari a: 2,67 mc/s.

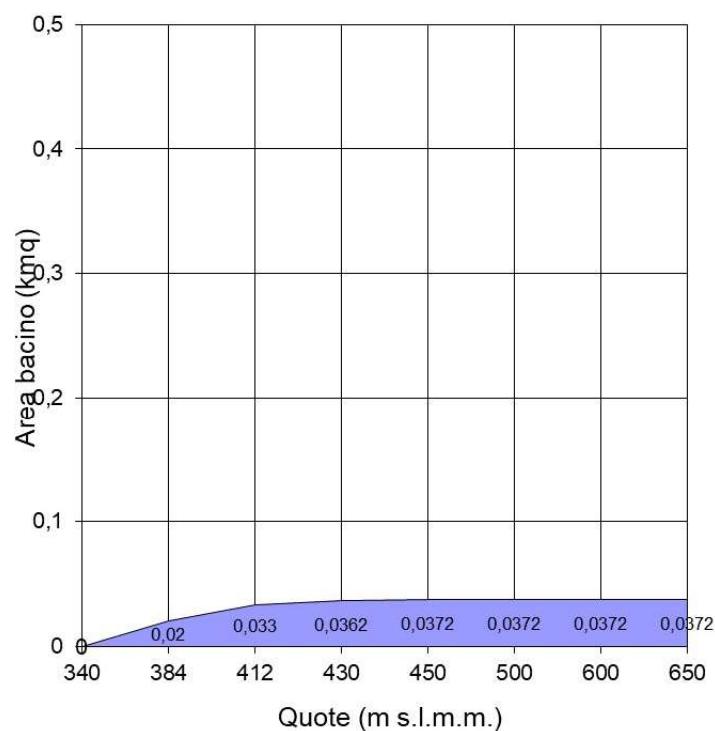
## 2.5 BACINO 4

### 2.5.1 Caratteristiche morfologiche del bacino idrografico

Il bacino 4 comprende una superficie complessiva pari a 37.000 m<sup>2</sup> circa, per simulare le portate afferenti sono state calcolate le superfici riferite ad intervalli di quota riportati nella tabella seguente:

| Intervallo (fra le isoipse) |                 | Superficie Parziale |                 | Superficie Progressiva |        |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------|--------|
| Quota inferiore             | Quota superiore | Km <sup>2</sup>     | %               | Km <sup>2</sup>        | %      |
| 340                         | 384             | 0,0200              | 53,76           | 0,02                   | 53,76  |
| 384                         | 412             | 0,0130              | 34,95           | 0,033                  | 88,71  |
| 412                         | 430             | 0,0032              | 8,60            | 0,0362                 | 97,31  |
| 430                         | 450             | 0,0010              | 2,69            | 0,0372                 | 100,00 |
| 450                         | 500             | 0,0000              | 0,00            | 0,0372                 | 100,00 |
| 500                         | 600             | 0,0000              | 0,00            | 0,0372                 | 100,00 |
| 600                         | 650             | 0,0000              | 0,00            | 0,0372                 | 100,00 |
| 650                         | 700             | 0,0000              | 0,00            | 0,0172                 | 46,24  |
| 700                         | 800             | 0,0000              | 0,00            | 0,0042                 | 11,29  |
|                             |                 |                     |                 |                        |        |
| Superficie bacino sottesa   |                 | ⇒ <b>0,037</b>      | Km <sup>2</sup> |                        |        |

Curva ipsometrica bacino



Come elementi distintivi e di importanza fondamentale per la conoscenza morfometrica del bacino idrografico in esame sono stati misurati e calcolati i seguenti parametri:

- lunghezza dell'asta principale, risultata pari a 468 m;
- superficie complessiva del bacino, quantificabile in circa 37.000 m<sup>2</sup>
- altezza media del bacino risultata pari a 381,75 m s.l.m., utilizzando la formula:

$$H_m = \frac{\sum H_i S_i}{S}, \text{ considerando una quota di chiusura pari a } \mathbf{340 \text{ m s.l.m.}}$$

risulta un'altezza media del bacino sulla sezione di chiusura pari a: **41,75 m**.

- tempo di corrivazione risultato pari a 0,28 ore, utilizzando la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5}{0,8\sqrt{H_m}}$$

### 2.5.2 Calcolo delle portate di progetto Bacino 4

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web [www.geologi.it](http://www.geologi.it), denominato "*piena di progetto*", e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di *a* ed *n* a seconda del tempo di ritorno scelto e si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

| Tr         |   | h(t)         |
|------------|---|--------------|
| <b>20</b>  | ⇒ | <b>20,28</b> |
| <b>100</b> | ⇒ | <b>26,02</b> |
| <b>200</b> | ⇒ | <b>28,54</b> |
| <b>500</b> | ⇒ | <b>31,79</b> |

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "metodo razionale":

$$Q_c = 0.278 \frac{ch_t}{T_c}$$

dove:

- c: coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,5 (aree coltivate, con permeabilità del suolo molto bassa);
- $h_t$ : altezza massima di precipitazione al tempo t (in mm);
- S: superficie del bacino espresso in km<sup>2</sup>;
- $T_c$ : tempo di corrivazione espresso in ore.

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

| Tempo di ritorno (anni) |            |  |   | Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec] |              |
|-------------------------|------------|--|---|-----------------------------------|--------------|
|                         | <b>20</b>  |  | ⇒ |                                   | <b>0,367</b> |
|                         | <b>100</b> |  | ⇒ |                                   | <b>0,470</b> |
|                         | <b>200</b> |  | ⇒ |                                   | <b>0,516</b> |
|                         | <b>500</b> |  | ⇒ |                                   | <b>0,575</b> |

I risultati appaiono concordanti se per il bacino si applica la formula di Forti (1920) valida per bacini montani di estensione non superiore a 1000 km<sup>2</sup> e caratterizzati da massima precipitazione giornaliera pari a 200 – 250 mm:

$$q_{max} = 2.35 \frac{500}{A + 125} + 0.5$$

Nel caso del bacino in esame risulta essere pari a: 0,37 mc/s.

### 3. OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

#### 3.1 BACINO 1

Come visibile dalla planimetria delle opere idrauliche il Bacino n. 1 è quello presente nel settore nord-orientale a monte dell'area di cava, le acque provenienti da questo bacino dovranno essere convogliate nell'impluvio a nord dell'area di cava, senza transitare nell'area di estrazione vera e propria.

Le acque superficiali saranno deviate e gestite tramite un arginello in terra, nei tratti in roccia, e una canaletta che convogliano le acque al punto di scarico nell'impluvio a nord.

##### 3.1.1 Dimensionamento arginelli in terra

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 1,694 \text{ m}^3/\text{s}$ .

I tratti qui dimensionati risultano avere:

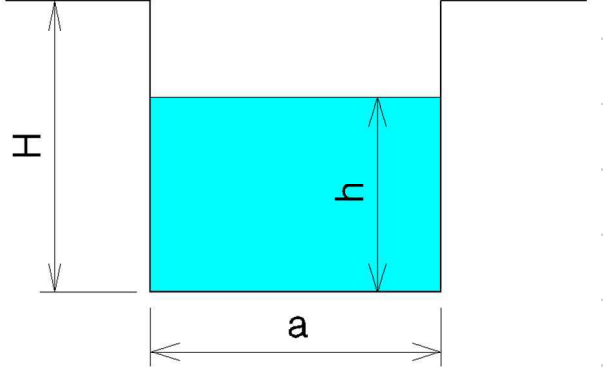
Tratto 1: lunghezza 43 m, dislivello, 22 m: pendenza media superiore al 15%.

Tratto 2: lunghezza 53 m, dislivello, 10 m: pendenza media superiore al 15%.

Si è ipotizzato un argine con altezza pari a 80 cm che possa creare un canaletto largo circa 70 cm.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere l'argine e il canale di scolo che si crea alle sue spalle per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di 500 anni:

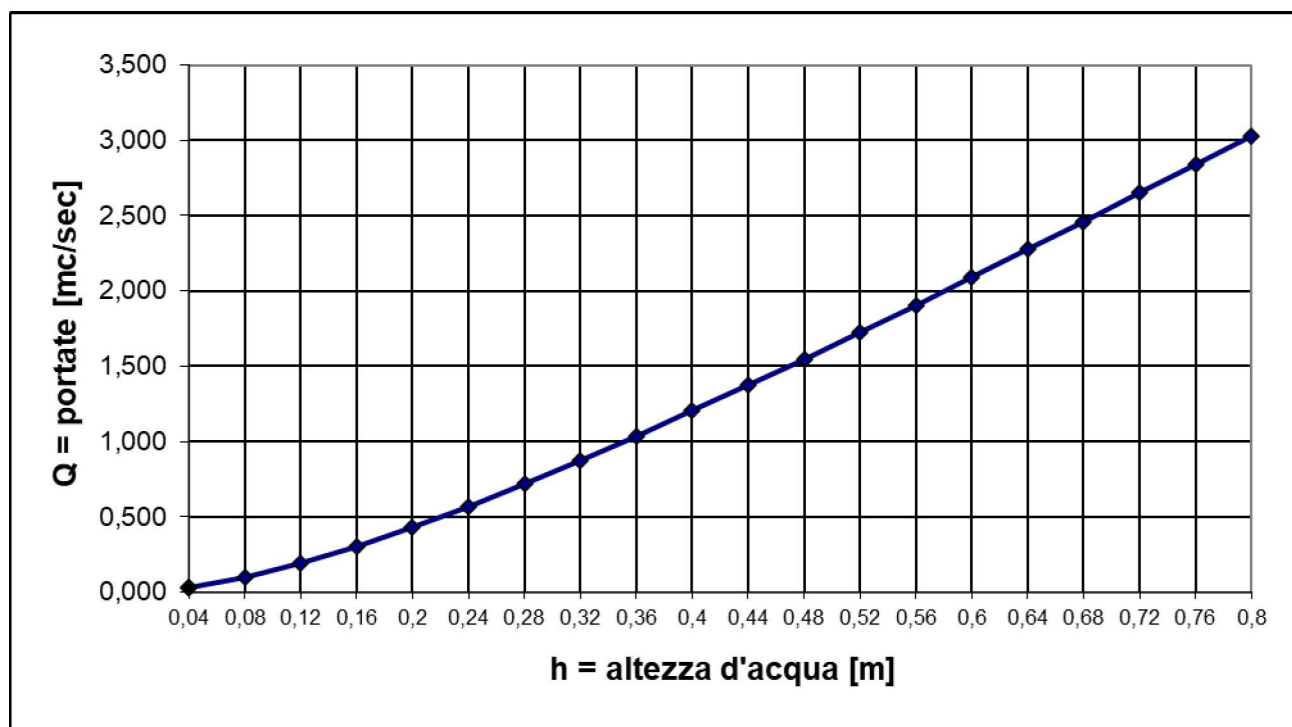
| DATI NOTI (da inserire) |                 |                                |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>H</b>                | ⇒ <b>0,80</b>   | ALTEZZA [m]                    |
| <b>a</b>                | ⇒ <b>0,70</b>   | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,60</b>   | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>15,00%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>1,25</b>   | Coeff. di scabrosità di Kutter |



Il diagramma illustra un canale rettangolare con un'altezza totale  $H$ , una larghezza  $a$  e un'altezza dell'acqua  $h$ . L'acqua è rappresentata in blu.

| RISULTATI |   |                                    |
|-----------|---|------------------------------------|
| <b>c</b>  | ⇒ | <b>27,33</b>                       |
| <b>V</b>  | ⇒ | <b>4,98</b> [m/sec]                |
| <b>Q</b>  | ⇒ | <b>2,090</b> [m <sup>3</sup> /sec] |

**Grafico Portata / Altezza**



### 3.1.2 Dimensionamento canaletta in terra

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

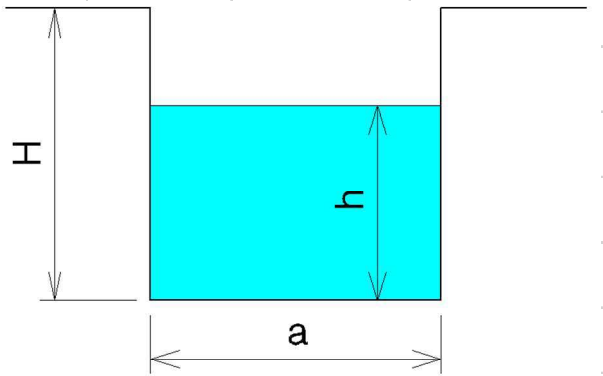
Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 1,694 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 85 m e copre un dislivello di 8 m per una pendenza media superiore al 9%.

Si è ipotizzato una canaletta rettangolare con profondità pari a 65 cm e larghezza pari a 80 cm.

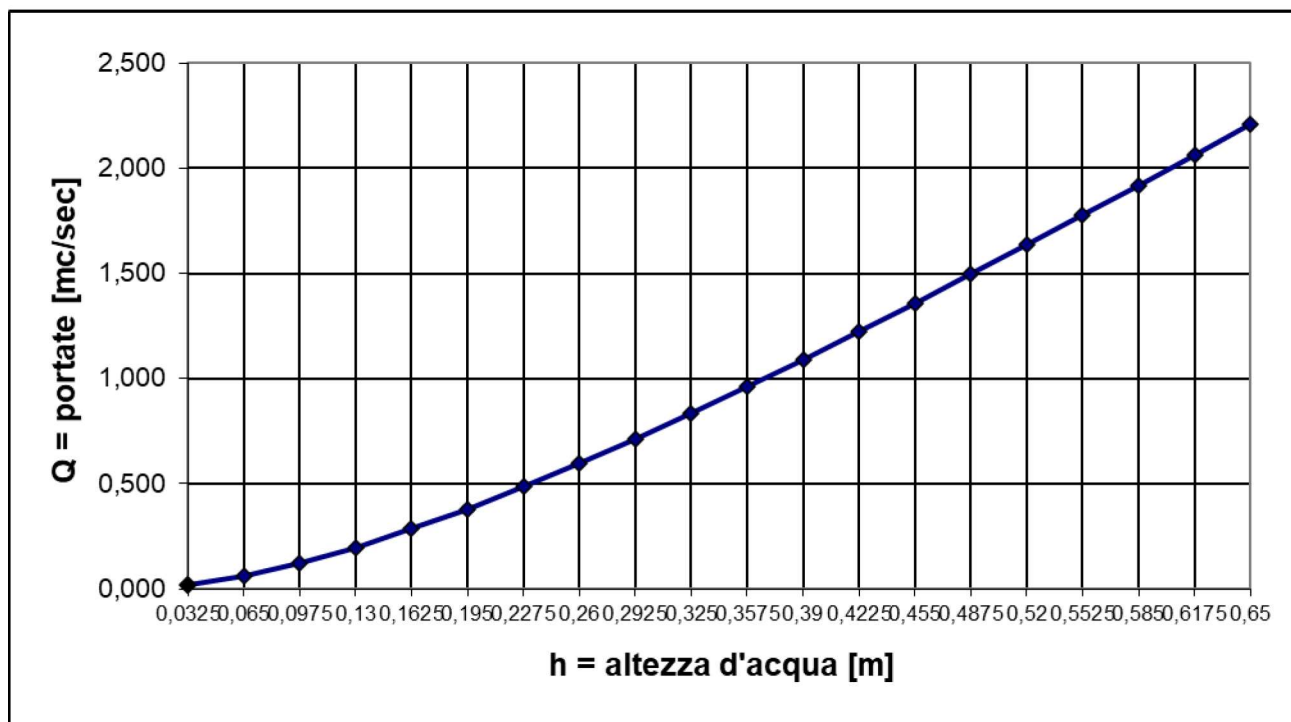
Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere l'argine e il canale di scolo che si crea alle sue spalle per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

| DATI NOTI (da inserire) |                |                                |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|
| <b>H</b>                | ⇒ <b>0,65</b>  | ALTEZZA [m]                    |
| <b>a</b>                | ⇒ <b>0,80</b>  | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,55</b>  | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>9,00%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>1,25</b>  | Coeff. di scabrosità di Kutter |



| RISULTATI |   |              |                            |
|-----------|---|--------------|----------------------------|
| <b>c</b>  | → | <b>27,80</b> |                            |
| <b>V</b>  | → | <b>4,01</b>  | <b>[m/sec]</b>             |
| <b>Q</b>  | → | <b>1,766</b> | <b>[m<sup>3</sup>/sec]</b> |

Grafico Portata / Altezza



### 3.2 BACINO 2

Come visibile dalla planimetria delle opere idrauliche il Bacino n. 2 è quello presente nel settore orientale a monte dell'area di cava, le acque provenienti da questo bacino dovranno essere convogliate nell'impluvio a sud dell'area di cava, senza transitare nell'area di estrazione vera e propria.

Le portate sopracalcolate saranno incrementate del 50% delle portate provenienti del Bacino 3, ipotizzando che parte delle acque che dovrebbero scendere dalla saracinesca del Viganale anziché scendere lungo la tubazione comunale verso Sud vengano deviate verso nord e raggiungano il bosco soprastante la cava.

Le acque superficiali saranno deviate e gestite tramite un arginello in terra, nei tratti in roccia, e una canaletta che convoglia le acque al punto di scarico nell'impluvio a ovest.

#### 3.2.1 Dimensionamento arginelli in terra

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, sono:

- Bacino 2:  $Q = 3,419 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Bacino 3:  $Q = 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerati al 50%
- Totale per queste opere:  $3,419 + 1,31 = \mathbf{4,729 \text{ m}^3/\text{s}}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere le seguenti dimensioni: lunghezza 290 m, dislivello, 38 m: pendenza media di circa il 13%.

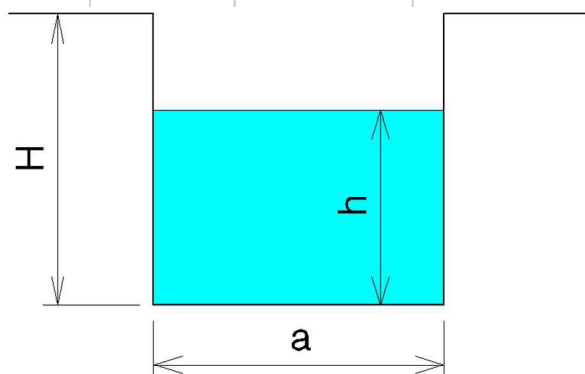
Si è ipotizzato un argine con altezza pari a 100 cm che possa creare un canaletto largo circa 100 cm.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere l'argine e il canale di scolo che si crea alle sue spalle per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

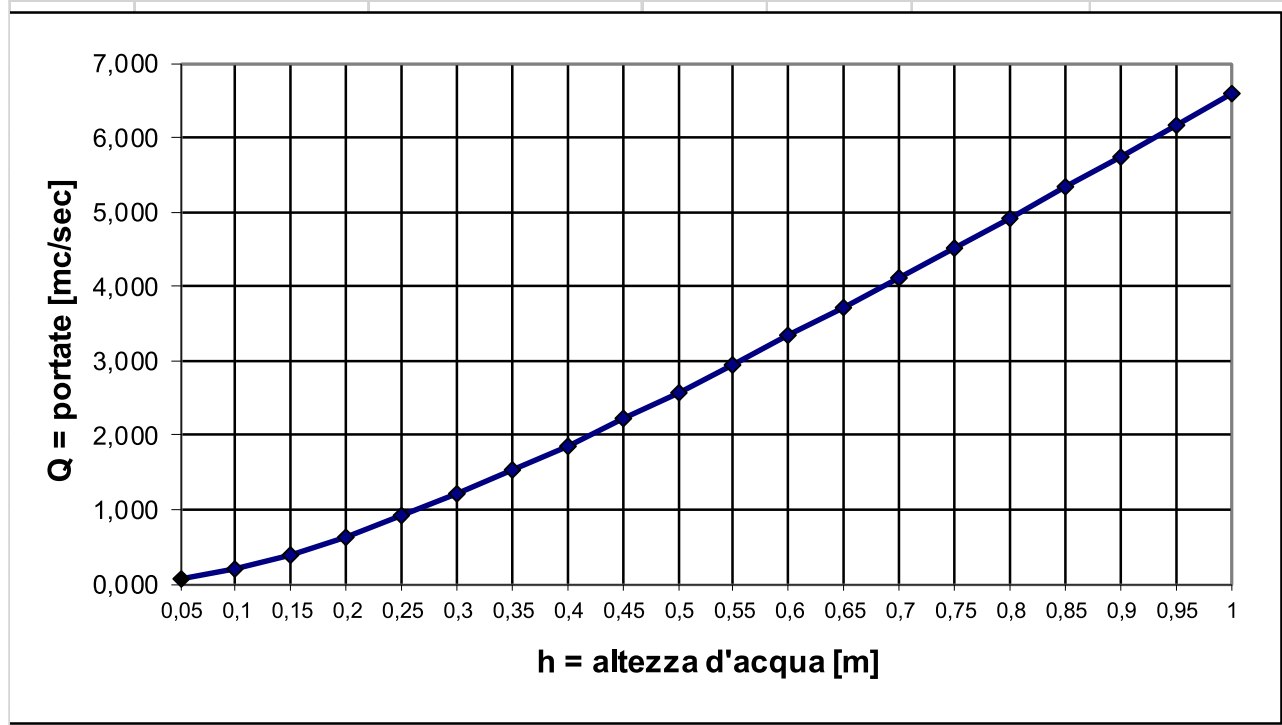
| DATI NOTI (da inserire) |                 |                                |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>H</b>                | ⇒ <b>1,00</b>   | ALTEZZA [m]                    |
| <b>a</b>                | ⇒ <b>1,00</b>   | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,80</b>   | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>13,00%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>1,25</b>   | Coeff. di scabrosità di Kutter |

| RISULTATI |   |                                    |
|-----------|---|------------------------------------|
| <b>c</b>  | ⇒ | <b>30,74</b>                       |
| <b>V</b>  | ⇒ | <b>6,15</b> [m/sec]                |
| <b>Q</b>  | ⇒ | <b>4,918</b> [m <sup>3</sup> /sec] |



**Grafico Portata / Altezza**



### 3.2.2 Dimensionamento tombinatura su strada comunale

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, sono:

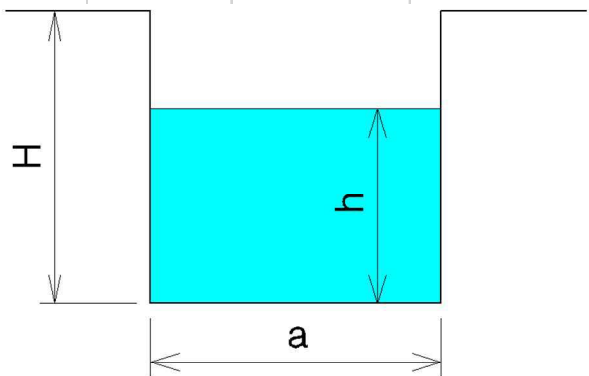
- Bacino 2:  $Q = 3,419 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Bacino 3:  $Q = 2,620 \text{ m}^3/\text{s}$ , considerati al 50%
- Totale per queste opere:  $3,419 + 1,31 = \mathbf{4,729 \text{ m}^3/\text{s}}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 50 m e copre un dislivello di 6 m per una pendenza media di circa il 12%.

Si è ipotizzato una tombinatura rettangolare con altezza minima pari a 80 cm e larghezza pari a 120 cm.

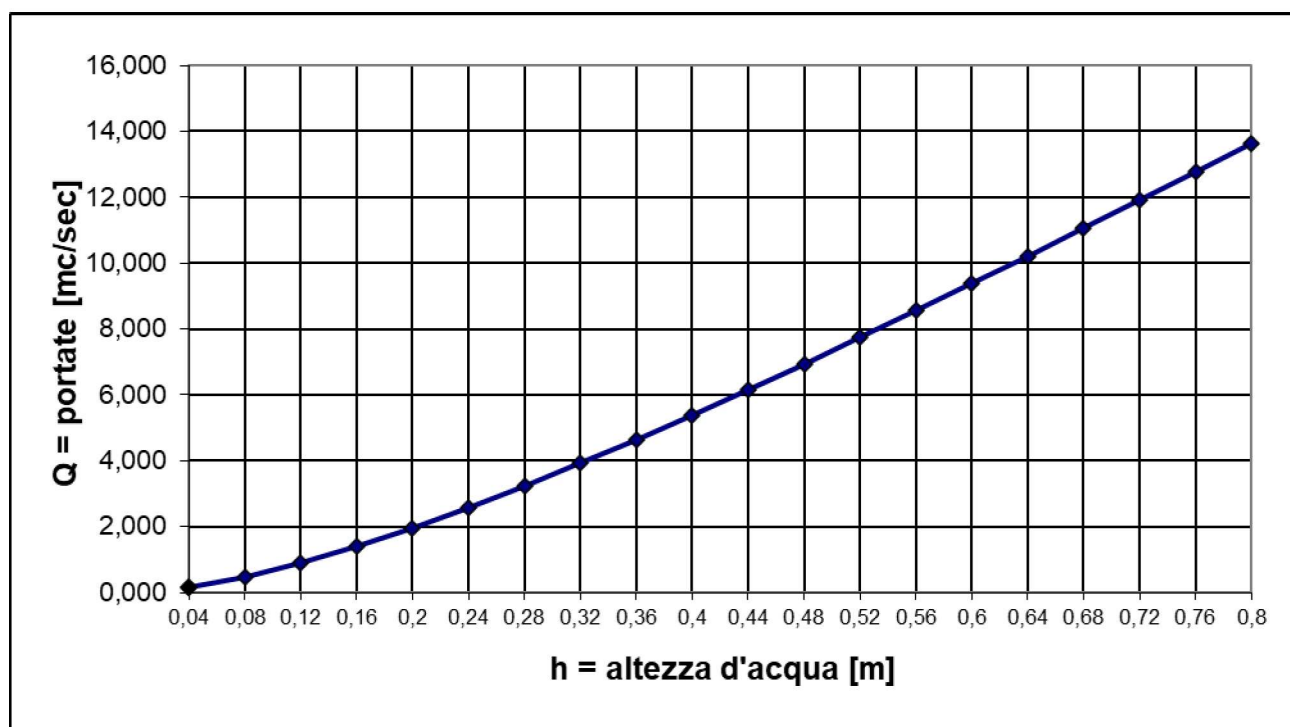
Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) il canale di scolo per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

| DATI NOTI (da inserire) |                 |                                |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>H</b>                | ⇒ <b>0,80</b>   | ALTEZZA [m]                    |
| <b>a</b>                | ⇒ <b>1,20</b>   | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,70</b>   | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>12,00%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>0,25</b>   | Coeff. di scabrosità di Kutter |



| RISULTATI |   |                                     |
|-----------|---|-------------------------------------|
| <b>c</b>  | ⇒ | <b>69,45</b>                        |
| <b>V</b>  | ⇒ | <b>13,68</b> [m/sec]                |
| <b>Q</b>  | ⇒ | <b>11,487</b> [m <sup>3</sup> /sec] |

Grafico Portata / Altezza



### 3.3 BACINO 4

Come visibile dalla planimetria delle opere idrauliche il Bacino n. 4 è quello che gestisce le acque provenienti dalla sola area mineraria o da piccole porzioni dei pendii circostanti, le acque provenienti da questo bacino dovranno essere convogliate nell'impluvio a nord dell'area di cava, attraversando l'intera area di estrazione e uscendo dalle vasche di decantazione (per i primi 15 minuti dell'evento pluviometrico) e dalla tubazione di scarico delle acque di cava sul lato occidentale.

#### 3.3.1 Dimensionamento tubazione area interna cava

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

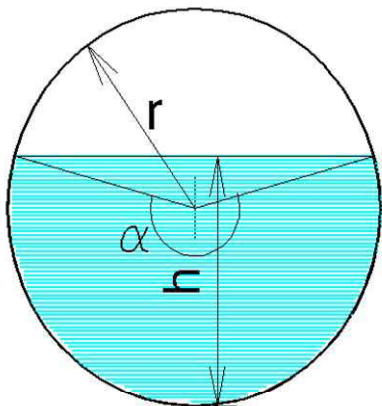
Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 0,575 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 50 m e copre un dislivello di 18 m per una pendenza minima del 2,5%.

Si è ipotizzata la realizzazione di una tubazione di diametro 50 cm.

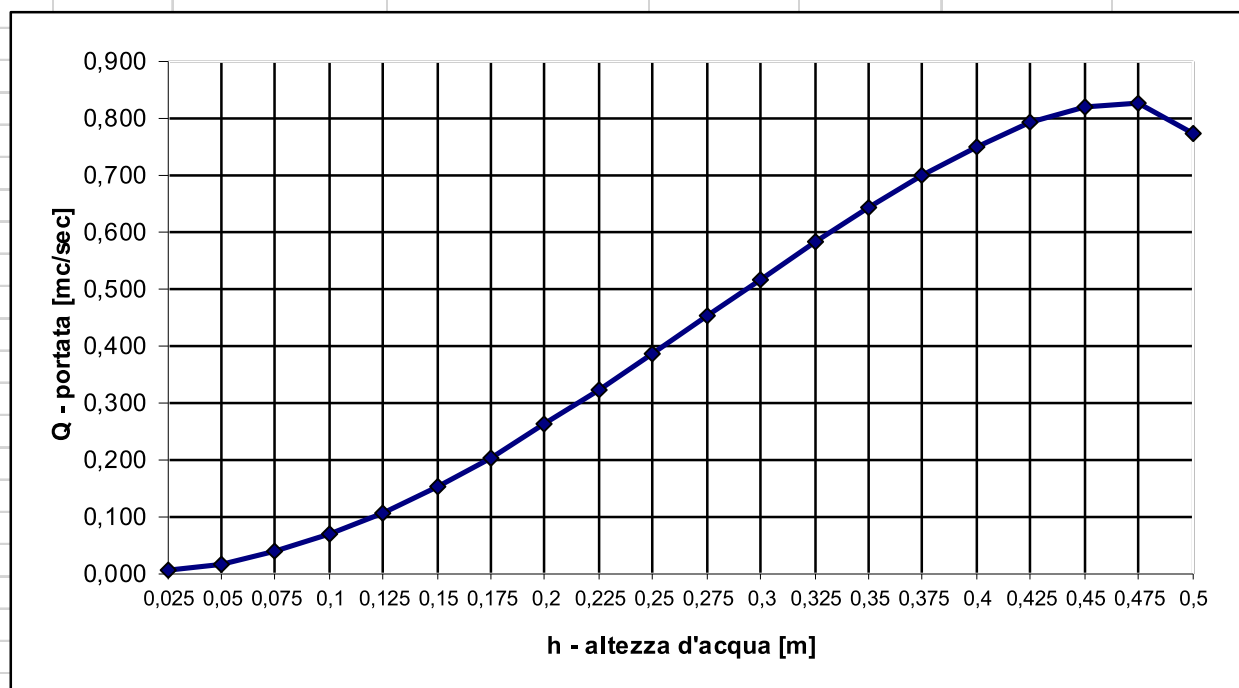
Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere l'argine e il canale di scolo che si crea alle sue spalle per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

| DATI NOTI (da inserire) |               |                                |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| <b>d</b>                | ⇒ <b>0,50</b> | DIAMETRO [m]                   |
| <b>r</b>                | ⇒ <b>0,25</b> | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,40</b> | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>2,5%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>0,15</b> | Coeff. di scabrosità di Kutter |



| RISULTATI |   |              |                       |
|-----------|---|--------------|-----------------------|
| <b>c</b>  | ⇒ | <b>72,22</b> |                       |
| <b>V</b>  | ⇒ | <b>4,45</b>  | [m/sec]               |
| <b>Q</b>  | ⇒ | <b>0,750</b> | [m <sup>3</sup> /sec] |

Grafico Portata / Altezza



### 3.3.2 Dimensionamento tubazione esterna area di cava

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

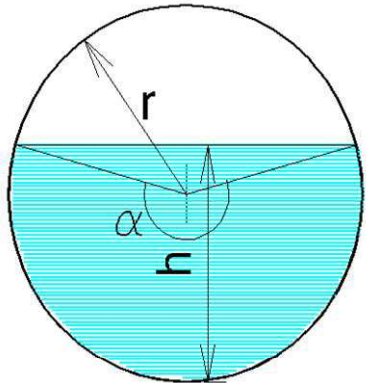
Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 0,575 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 60 m e copre un dislivello di 9 m per una pendenza media del 15%.

Si è ipotizzata la realizzazione di una tubazione di diametro 50 cm.

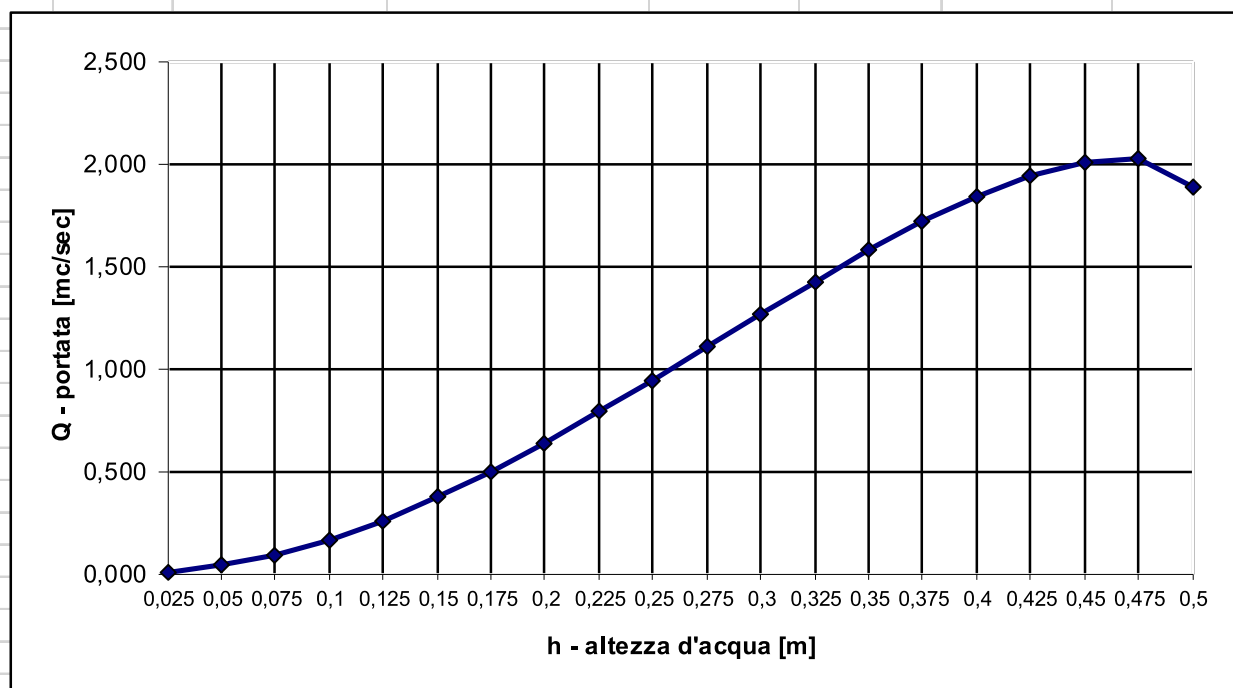
Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato) che dovrà avere la tubazione in esame per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

| DATI NOTI (da inserire) |                |                                |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|
| <b>d</b>                | ⇒ <b>0,50</b>  | DIAMETRO [m]                   |
| <b>r</b>                | ⇒ <b>0,25</b>  | [m]                            |
| <b>h</b>                | ⇒ <b>0,40</b>  | [m]                            |
| <b>p</b>                | ⇒ <b>15,0%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | ⇒ <b>0,15</b>  | Coeff. di scabrosità di Kutter |



| RISULTATI |   |              |                       |
|-----------|---|--------------|-----------------------|
| <b>c</b>  | ⇒ | <b>72,22</b> |                       |
| <b>V</b>  | ⇒ | <b>10,91</b> | [m/sec]               |
| <b>Q</b>  | ⇒ | <b>1,837</b> | [m <sup>3</sup> /sec] |

Grafico Portata / Altezza



## 4. TUBAZIONE SCARICO PISTA LATO NORD

Come si vede nella tavola di stato finale (Tavola 7 – Planimetria di stato finale) il vallo di mascheramento sul lato nord dovrà essere sottopassato da una tubazione per lo scarico delle acque raccolte dalla pista che corre al piede della scarpata del vallo stesso.

### 4.1.1 Calcolo delle portate di progetto Bacino 4

Il calcolo della portata di progetto è stato effettuato con un programma *freeware* reperibile sul sito web [www.geologi.it](http://www.geologi.it), denominato "*piena di progetto*", e basato proprio sulla direttiva dell'Autorità di Bacino del Po.

Inserendo nel foglio di calcolo il valore della superficie del bacino, le quote massime, minime e medie del bacino e la lunghezza dell'asta principale, si può calcolare il tempo di corrivazione con la formula di Giandotti.

In seguito, viene definita la cella di riferimento secondo la regionalizzazione della curva di possibilità climatica, eseguita dall'Autorità di Bacino, e si inseriscono i valori di  $a$  ed  $n$  a seconda del tempo di ritorno scelto e si ottengono le seguenti altezze di pioggia:

| Tr  |   | h(t)  |
|-----|---|-------|
| 20  | ⇒ | 19,18 |
| 100 | ⇒ | 24,63 |
| 200 | ⇒ | 27,03 |
| 500 | ⇒ | 30,11 |

Risulta, a questo punto, possibile calcolare le portate di massima piena con i diversi tempi di ritorno, utilizzando la formula del "*metodo razionale*":

$$Q_c = 0.278 \frac{ch_t}{T_c}$$

dove:

- $c$ : coefficiente di deflusso (stimato da Handbook of applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964) e posto uguale a 0,5 (aree coltivate, con permeabilità del suolo molto bassa);
- $h_t$ : altezza massima di precipitazione al tempo  $t$  (in mm);
- $S$ : superficie del bacino espresso in km<sup>2</sup>;
- $T_c$ : tempo di corrivazione espresso in ore.

I risultati ottenuti vengono riassunti nella tabella seguente:

| Tempo di ritorno (anni) |     |  |   | Portate al colmo = $Q_c$ [mc/sec] |
|-------------------------|-----|--|---|-----------------------------------|
|                         | 20  |  | ⇒ | 0,026                             |
|                         | 100 |  | ⇒ | 0,034                             |
|                         | 200 |  | ⇒ | 0,037                             |
|                         | 500 |  | ⇒ | 0,041                             |

#### 4.1.2 Dimensionamento canaletta in terra

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

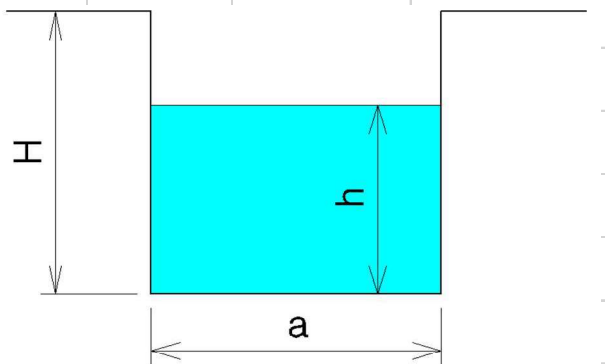
Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 0,041 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 170 m e copre un dislivello di 10 m per una pendenza minima del 2,5%.

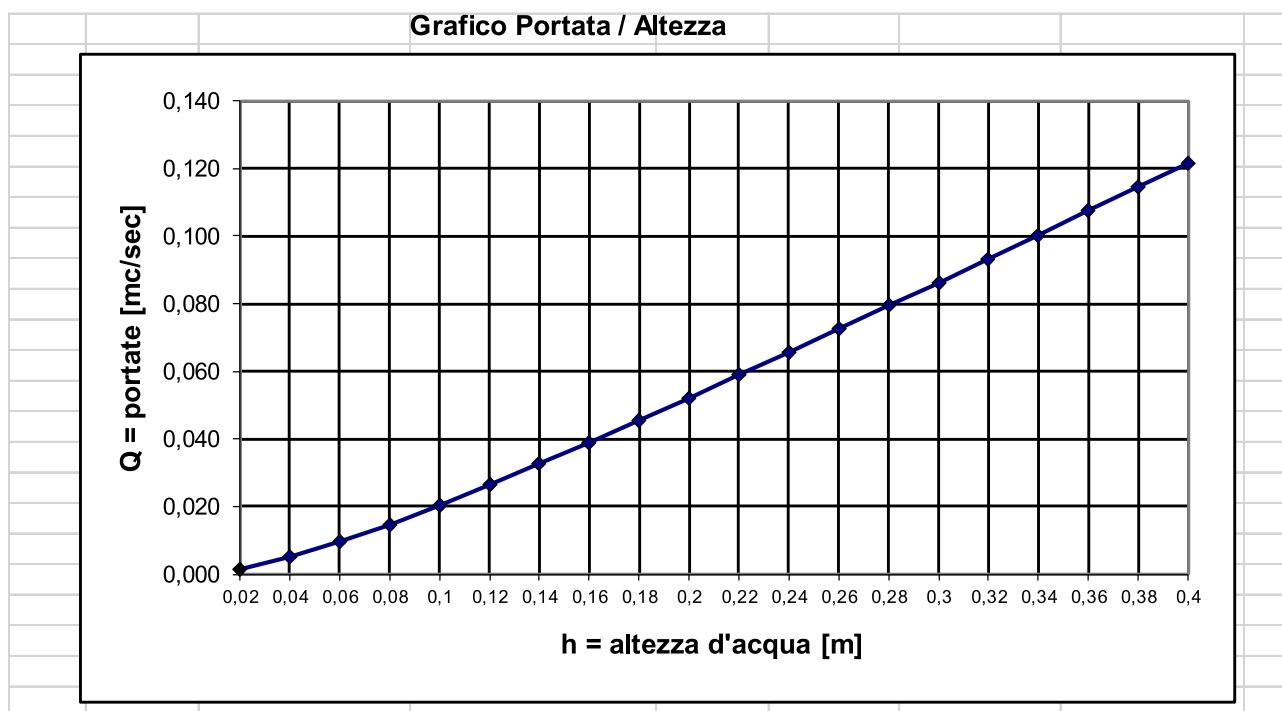
Si è ipotizzata la realizzazione di una canaletta in terra con sezione rettangolare di dimensione 40 cm x 40 cm.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere la canaletta per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

| DATI NOTI (da inserire) |                |                                |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|
| <b>H</b>                | → <b>0,40</b>  | ALTEZZA [m]                    |
| <b>a</b>                | → <b>0,20</b>  | [m]                            |
| <b>h</b>                | → <b>0,40</b>  | [m]                            |
| <b>p</b>                | → <b>2,50%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b>                | → <b>0,55</b>  | Coeff. di scabrosità di Kutter |



| RISULTATI |   |                                    |
|-----------|---|------------------------------------|
| <b>c</b>  | → | <b>33,96</b>                       |
| <b>V</b>  | → | <b>1,52</b> [m/sec]                |
| <b>Q</b>  | → | <b>0,122</b> [m <sup>3</sup> /sec] |



#### 4.1.3 Dimensionamento tubazione attraversamento rilevato

Per il calcolo della portata smaltibile si è utilizzato il foglio di calcolo disponibile sul sito web *geologi.it*. La portata di deflusso che il canale di scolo può smaltire dipende dalla geometria, dal materiale con cui è realizzato e dall'inclinazione dello

stesso. Per calcolare la portata di deflusso si è applicata la formula per cui la velocità di scorrimento dell'acqua, in moto uniforme, all'interno del canale è pari a:

$$V = c\sqrt{Ri * p}, \text{ dove:}$$

- $R_i$ : raggio idraulico;
- $P$ : pendenza;
- $c$ : coefficiente di attrito, calcolato con la formula:

$$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$$

con  $m$ : coefficiente di scabrosità di Kutter.

Per calcolare la portata  $Q$  smaltibile dal canale sarà sufficiente moltiplicare l'area della sezione del canale stesso con la velocità di scorrimento dell'acqua:

$$Q = A * V.$$

Le portate al colmo da smaltire, con un tempo di ritorno di **500 anni**, per quest'opera risulta essere:  $Q = 0,041 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il tratto qui dimensionato risulta avere una lunghezza di 40 m e copre un dislivello di 1 m per una pendenza minima del 2%.

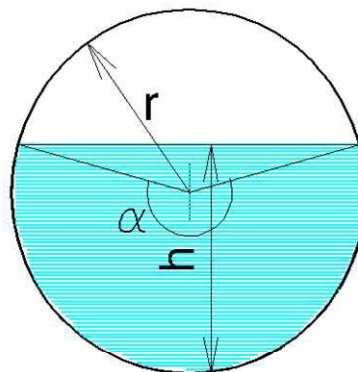
Si è ipotizzata la realizzazione di una tubazione avente diametro di 30 cm.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche dimensionali (secondo lo schema riportato dopo la tabella) che dovrà avere la canaletta per far defluire le acque dal bacino in caso di eventi pluviometrici intensi con tempo di ritorno di **500 anni**:

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

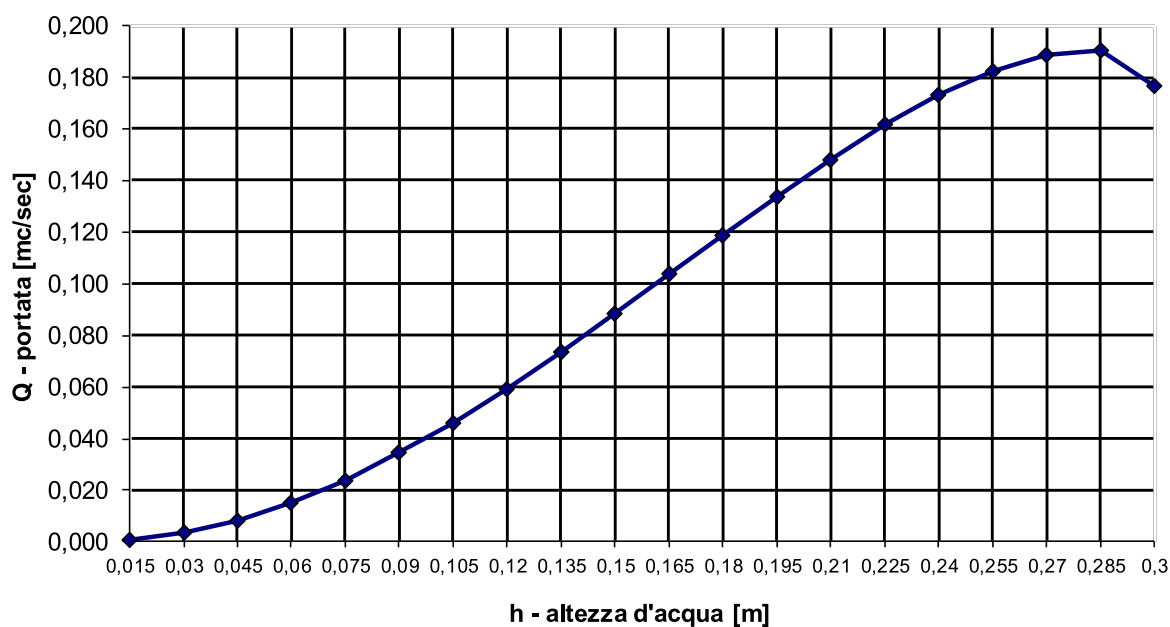
## DATI NOTI (da inserire)

|          |   |             |                                |
|----------|---|-------------|--------------------------------|
| <b>d</b> | ⇒ | <b>0,30</b> | DIAMETRO [m]                   |
| <b>r</b> | ⇒ | <b>0,15</b> | [m]                            |
| <b>h</b> | ⇒ | <b>0,20</b> | [m]                            |
| <b>p</b> | ⇒ | <b>2,0%</b> | Pendenza                       |
| <b>m</b> | ⇒ | <b>0,15</b> | Coeff. di scabrosità di Kutter |



## RISULTATI

|          |   |              |                       |
|----------|---|--------------|-----------------------|
| <b>c</b> | ⇒ | <b>66,33</b> |                       |
| <b>V</b> | ⇒ | <b>2,77</b>  | [m/sec]               |
| <b>Q</b> | ⇒ | <b>0,139</b> | [m <sup>3</sup> /sec] |

**Grafico Portata / Altezza**

## 5. OPERE DI REGIMAZIONE REALIZZATE

Nell'ambito dell'autorizzazione alla coltivazione di cui alla Determinazione n. 561 del 02.04.2021 sono stati realizzati una serie di interventi per migliorare la regimazione, la decantazione e il deflusso delle acque superficiali afferenti all'area di cava, così come progettato e dimensionato nella precedente fase autorizzativa.

La descrizione delle opere e il dimensionamento delle stesse è stato interamente riportato nei capitoli 2 e 3 di questa relazione.

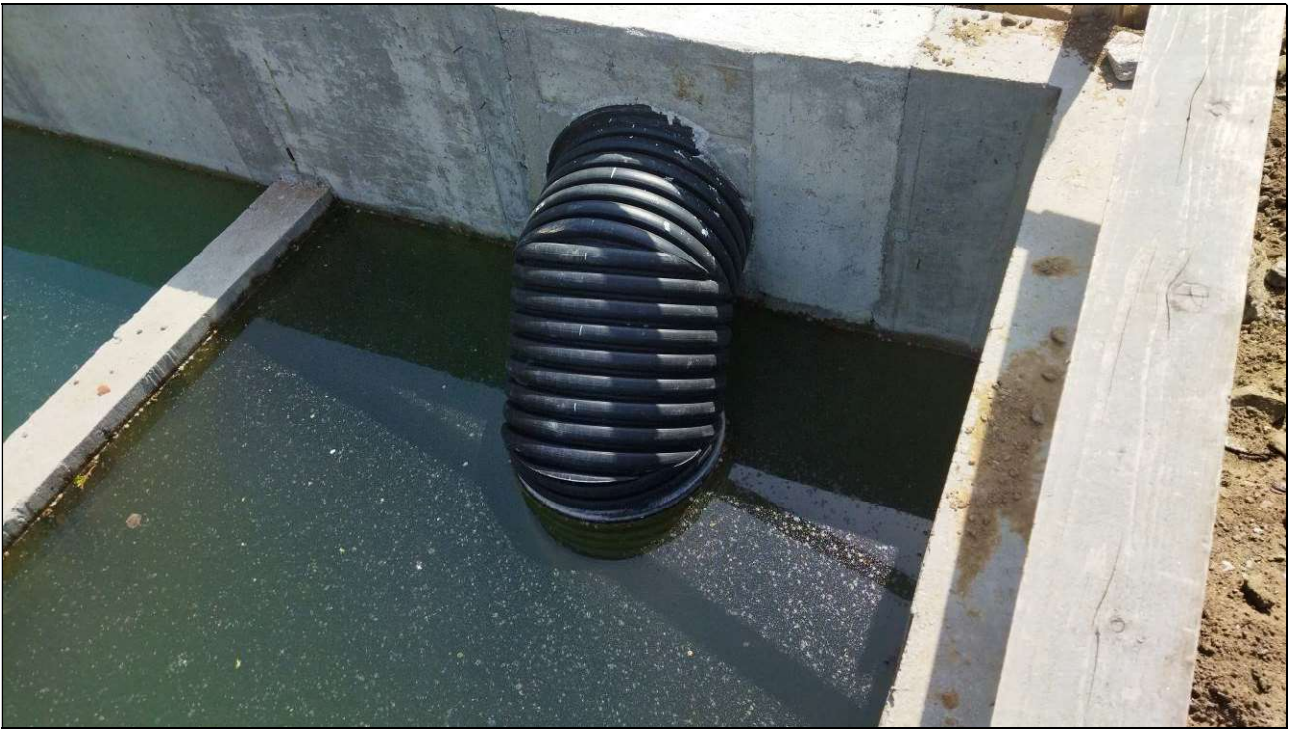
### 5.1 VASCHE DI DECANTAZIONE

Sono state realizzate le vasche così come dimensionate, e sono state collegate al sistema di raccolta che raccoglie le acque provenienti dal piazzale di cava e dalla pista che sale da località "Castelluccio".

In seguito si riportano le immagini fotografiche delle vasche di decantazione.



**Figura 3:** vasche di decantazione in cls realizzate a valle del piazzale di cava.



**Figura 4:** tubazione di ingresso delle acque raccolte lungo la pista e convogliate nelle vasche di decantazione.

## **5.2 CANALETTA LUNGO PISTA E SCARICO NELLE VASCHE**

Al piede della scarpata che declivia verso località “Castelluccio” sono stati realizzati gli interventi per il convogliamento delle acque della canaletta (ancora da realizzare così come il riporto che costituirà la scarpata) verso le vasche di decantazione, seguendo le indicazioni dei diametri previsti in fase progettuale.



**Figura 5:** tubazione di sottopasso della pista di accesso per le acque che scendono lungo la pista sul lato "Castelluccio". La doppia tubazione serve nel caso di piogge intense per bypassare le vasche di decantazione.



**Figura 6:** tratto finale della canaletta di bordo pista sul lato "Castelluccio".

### **5.3 TOMBINATURA SU STRADA CASTELLUCCIO**

È stata realizzata la tombinatura che corre lungo strada Castelluccio per scaricare le acque raccolte sul lato meridionale della cava (all'esterno dell'area di coltivazione) e scaricare le stesse verso la piana del Torrente Toce.



**Figura 7:** vista dalla strada Castelluccio dello scarico nella piana del Toce.



**Figura 8:** scarico a valle della strada della tombinatura sotto strada Castelluccio.



**Figura 9:** vista dello scarico di valle della tombinatura sotto strada Castelluccio.

#### **5.4 ARGINE/CANALETTA LATO MERIDIONALE DELLA CAVA**

È stata ultimata la realizzazione della canaletta/arginello sul lato meridionale della cava per deviare le acque provenienti dal "Bacino 2" e tenerle al di fuori dell'area di cava, questo tratto di regimazione conduce le acque verso la tombinatura di Strada Castelluccio e, da qui, nella piana del Toce.



**Figura 10:** canaletta sul lato meridionale della cava per tenere le acque fuori dall'area di cava e convogliarla verso la tombinatura di strada Castelluccio.

## **6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

La regimazione delle acque afferenti al piazzale di cava durante la coltivazione e al termine della stessa e alla porzione di area che sarà oggetto di ritombamento è stata descritta in questa relazione e riportata sulle tavole specifiche.

Lungo il bordo delle aree di scavo verranno realizzate alcune opere (cordoli in terra, arginelli e fossi) atte ad allontanare le acque provenienti da monte in modo tale da non farle entrare nell'area di estrazione vera e propria, il bacino afferente al piazzale di scavo (su cui sono stati eseguiti i calcoli di dimensionamento) risulta pertanto costituito dal piazzale stesso e da una piccola porzione di versante roccioso soprastante.

Alcune opere di regimazione, autorizzate nelle fasi di coltivazione precedenti, sono state realizzate dall'autorizzazione del 2021, in questa fase si dà evidenza della realizzazione delle opere principali.

Le opere di regimazione, da realizzarsi all'interno delle aree di intervento, dovranno avere le dimensioni minime indicate nei paragrafi precedenti.

Tavola di inquadramento dei principali elementi idraulici nell'intorno dell'area  
della cava denominata "La Beola di Monte".  
Comune di Montecrestese (VB). Scala 1:5.000.

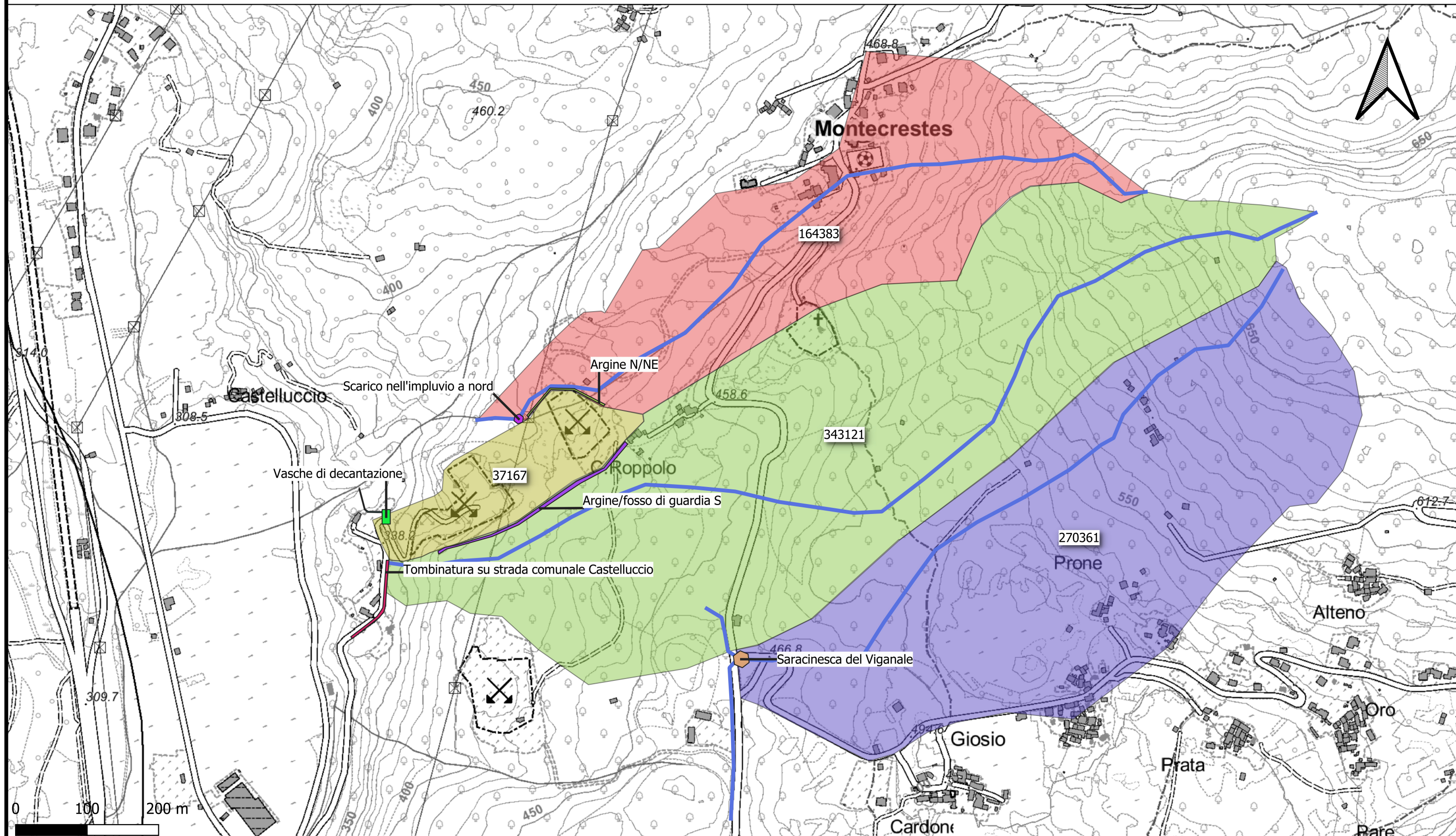


Tavola di dettaglio dei principali elementi idraulici nell'intorno dell'area  
della cava denominata "La Beola di Monte".  
Comune di Montecrestese (VB). Scala 1:2.000.

