

Università degli Studi di Trento

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica



Corso di Idrologia

Anno Accademico 2014-2015

Analisi Idrogeomorfologica
Rio Pongaiola

Docente
Prof. Riccardo Rigon

Studenti
Maria Dal Barco 157831
Camilla Zanetti 155019

Indice

1	Inquadramento del torrente	5
2	Analisi Idrogeomorfologica	7
2.1	DTM iniziale	7
2.2	Estrazione del bacino	14
3	Elaborazione	25
3.1	RasterSummary	25
3.1.1	DTM iniziale	25
3.1.2	DTM del bacino estratto	26
3.2	Elaborazione della mappa vettoriale	27
3.3	Indice topografico	30
3.3.1	MapCalc	31
3.4	Calcolo delle distanze	32
3.4.1	Cb	33
4	Rilievi fotografici	34
4.1	Sorgente	34
4.2	Valle	37
4.3	Acquedotto	39
4.4	Foce	39
5	Riferimenti Sitografici	42

Elenco delle figure

1	Sviluppo del torrente	5
2	Area del bacino idrografico del torrente Rio Pongaiola	5
3	Foce del Rio Pongaiola	6
4	Mosaic12	7
5	Pitfiller	8
6	FlowDirection	8
7	DrainDir	9
8	TCA (scala normale)	9
9	TCA (scala logaritmica)	10
10	Markoutlets	10
11	Slope	11
12	Curvature Longitudinali	12
13	Curvature Tangenziali	12
14	Curvature Piane	13
15	9 Classi Topografiche	13
16	3 Classi Topografiche	14
17	Extract Network	14
18	Mappa vettoriale dei fiumi	15
19	Sovrapposizione I	15
20	Wateroutlet	16
21	DrainDir ritagliata	16
22	Markoutlets	17
23	DTM depittato	17
24	FlowDirection	18
25	DrainDir	18
26	TCA (scala normale)	19
27	TCA (scala logaritmica)	19
28	Markoutlets	20
29	Slope	20
30	Curvature Longitudinali	21
31	Curvature Tangenziali	21
32	Curvature Piane	22
33	9 Classi Topografiche	22
34	3 Classi Topografiche	23
35	ExtractNetwork	23
36	Sovrapposizione II	24
37	NetworkAttributesBuilder	24
38	Distribuzione delle quote	25
39	Distribuzione percentuale delle quote	26
40	Distribuzione delle quote	26
41	Distribuzione percentuale delle quote	27
42	VectorReshaper I	27
43	Tabella degli attributi	28
44	NetNumbering	28
45	NetNumbering - Sottobacini	29
46	Vectorizer	29
47	VectorReshaper II	30
48	Tabella degli attributi - Sottobacini e Centroidi	30
49	TopIndex	31
50	MapCalc	31
51	RescaleDistance (1)	32
52	RescaleDistance (10)	32

53	Distanze semplici (r=1)	33
54	Distanze riscalate (r=10)	33
55	Foce, Acquedotto e Sorgente	34
56	Percorso di risalita alla sorgente	34
57	Punto di inizio della camminata	35
58	Valle e monte di un ponticello	35
59	Inizio del deflusso raggiunto	36
60	Altri punti di deflusso più a valle	36
61	Punto massimo raggiunto	37
62	Rio Pongaiola verso valle	37
63	Valle del Rio Pongaiola	38
64	Instabilità del versante destro	38
65	Acquedotto	39
66	Rio Pongaiola prima dell'immissione	39
67	Confluenza nel torrente Noce	40
68	Punto esatto di confluenza	41

1 Inquadramento del torrente

Con il presente elaborato si è scelto di estrarre il bacino del torrente Rio Pongaiola.

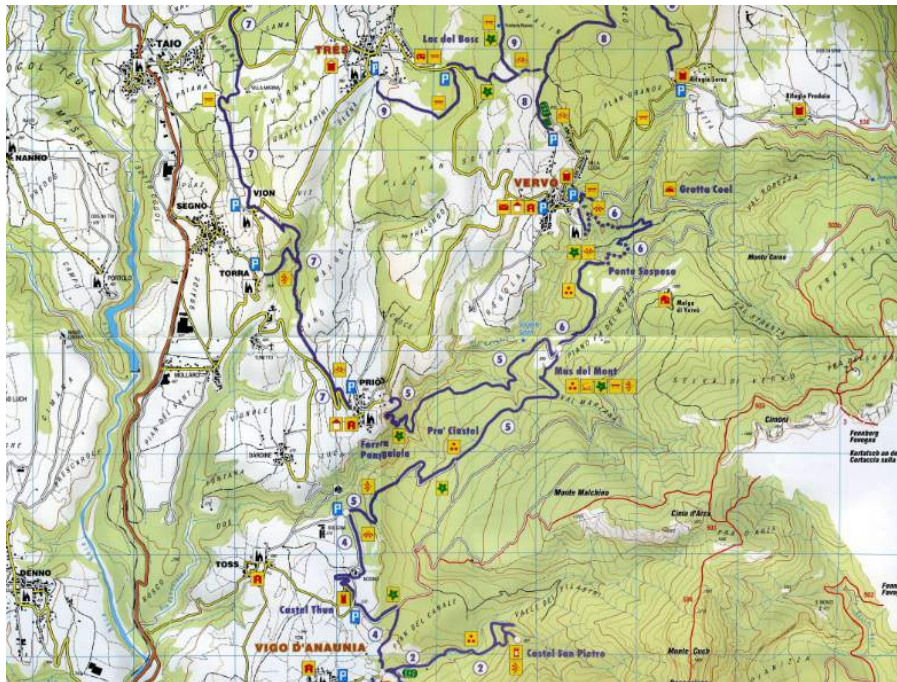


Figura 1: Sviluppo del torrente

Esso nasce nel comune di Tres, in Val di Non, e vi confluiscono diversi corsi d'acqua, quali il Rio Val Scura, il Rio Val Strenta, il Rio Marzana ed il Rio Panarotta. Il Rio Pongaiola scorre lungo la valle per una lunghezza di circa 10 Km e con il suo bacino copre un'area di quasi 32 Km².

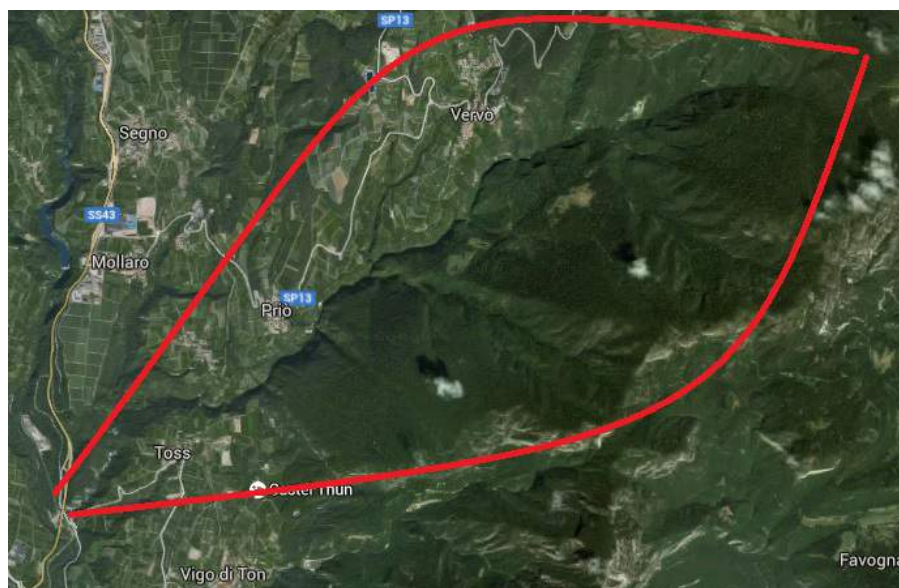


Figura 2: Area del bacino idrografico del torrente Rio Pongaiola

Il Rio Pongaiola sfocia nel torrente Noce, di cui è affluente di sinistra, nella località Iscle, in prossimità della frazione di Sabino (comune di Toss).

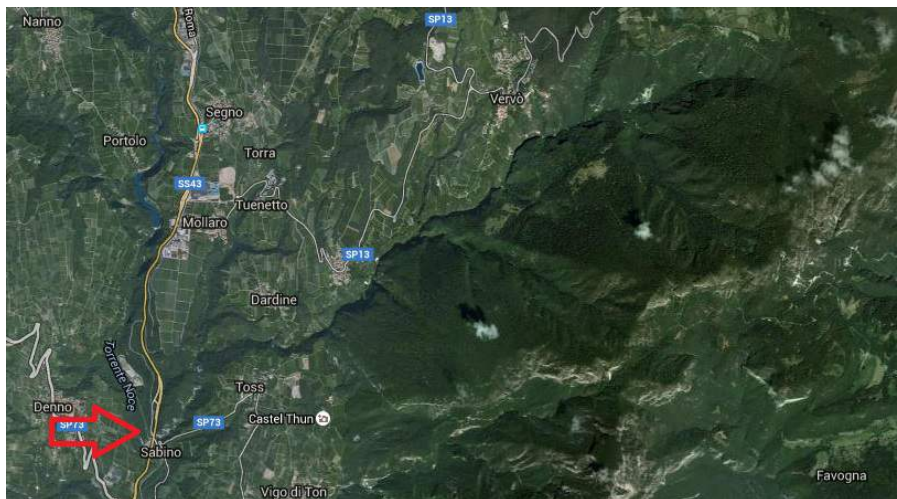


Figura 3: Foce del Rio Pongaiola

2 Analisi Idrogeomorfologica

Il primo passo per poter condurre l'analisi idrologica digitale del bacino idrografico è il reperimento della cartografia digitale dell'area in esame, ovvero il DTM (Digital Terrain Model), dal Web Server della Facoltà di Ingegneria. Sono stati trovati 6 riquadri con sistema di riferimento Roma40, proiezione Gauss-Boaga (codice EPSG 3003) e risoluzione 10 m. In seguito sono stati creati Database, Mapset e Location.

L'interfaccia utilizzata è *Stage*, la quale non legge le informazioni contenute nel Mapset. Perciò sono state inserite manualmente, copiando il file *.prj* relativo al sistema di riferimento nel Mapset *Permanent* all'interno della stessa Location.

2.1 DTM iniziale

Il passaggio successivo è stato ottenere una mappa unica del DTM, unendo le 6 scaricate, attraverso il comando su *Stage Mosaic12*. La mappa così ottenuta è stata importata in *QGIS*. Questa, come tutte le altre mappe, è stata salvata nell'apposita cartella *cell* all'interno della Location.

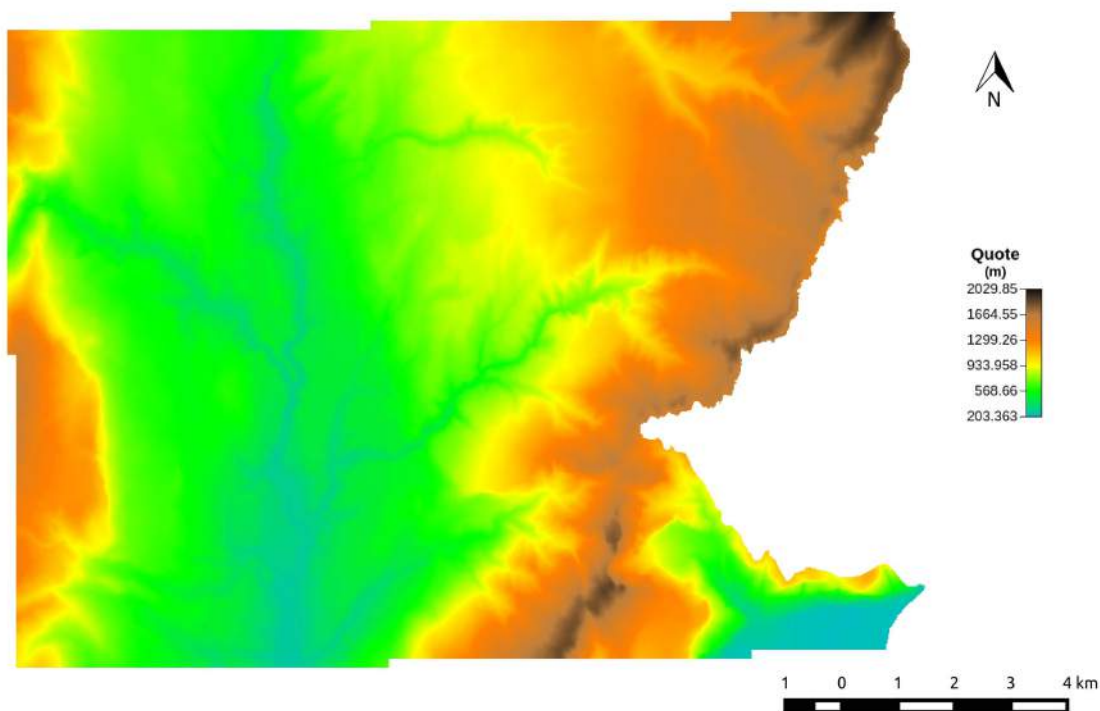


Figura 4: Mosaic12

Il primo comando utilizzato per l'elaborazione del DTM per il nostro scopo è stato il comando **Pitfiller**, con il quale vengono riempite le depressioni permettendo una più esatta lettura delle direzioni di drenaggio, così da poterle definire univocamente in ogni punto. I punti realmente corretti con questo comando corrispondono a meno dell'1% e sono per lo più errori nella creazione del DTM.

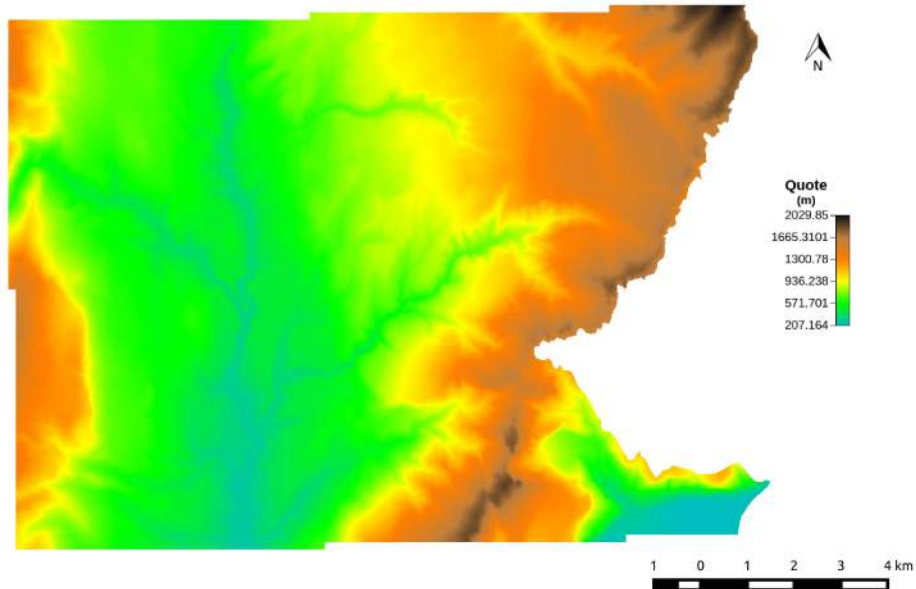


Figura 5: Pitfiller

Per ogni cella del DTM è stato determinato come si muove l'acqua sul terreno in base alla topografia. Questo è stato possibile tramite il comando **FlowDirection**. Ogni cella del DTM può drenare soltanto in una delle 8 celle adiacenti e la direzione di drenaggio è indicata con un numero che varia da 1 (est) a 8 (sud est), procedendo in senso antiorario. Per maggiore chiarezza e per un'immediata comprensione, il software *Qgis* associa ad ogni valore un colore secondo una precisa convenzione, come mostrato dalla legenda.

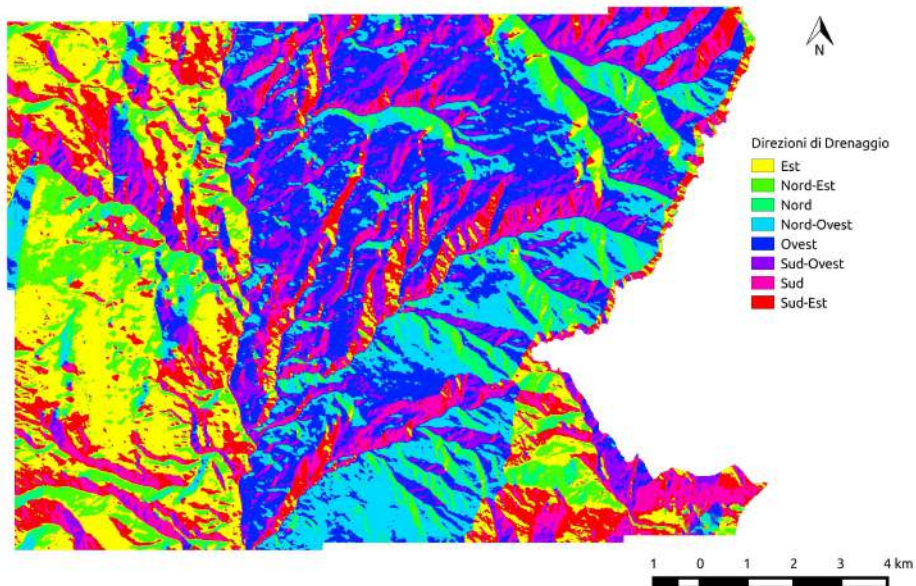


Figura 6: FlowDirection

Il metodo utilizzato prende il nome di *D8* ed è un metodo approssimativo, in quanto discretizza la superficie.

Questo può essere corretto con un algoritmo che minimizza la deviazione della direzione del flusso determinato da quella del flusso reale. La deviazione, nel peggiore dei casi, corrisponde a $22,5^\circ$.

Per apportare questa correzione si fa uso del comando **DrainDir**. La deviazione può essere espressa come deviazione angolare (D8-LAD) o come distanza trasversale (D8-LTD). Il comando DrainDir oltre a dare in output le corrette direzioni di drenaggio, restituisce anche la mappa delle aree contribuenti all'afflusso in un punto del bacino, TCA (total contributing areas). È un valore molto importante nell'analisi di un bacino idrografico in quanto è strettamente connesso al flusso in uscita attraverso i diversi punti del bacino in condizioni di precipitazione uniforme.

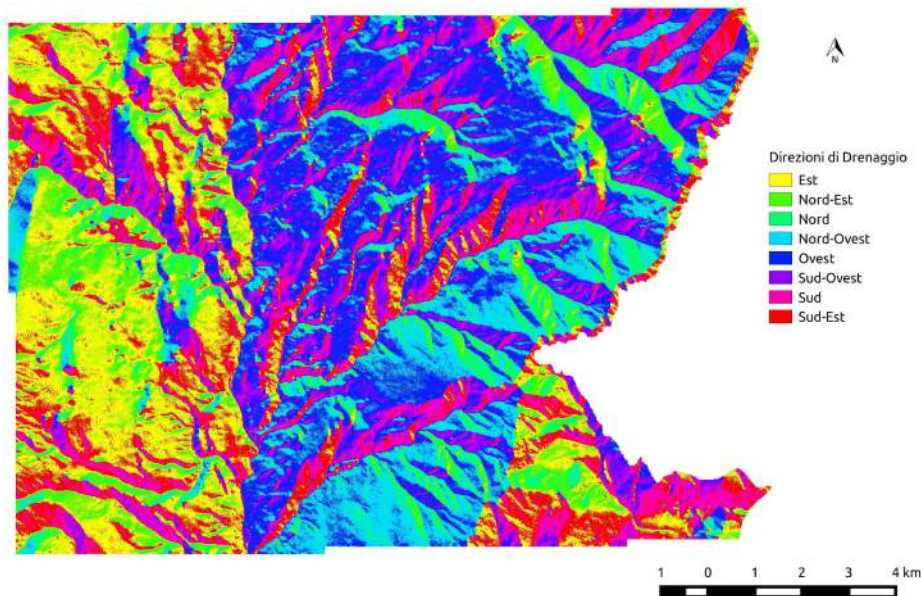


Figura 7: DrainDir

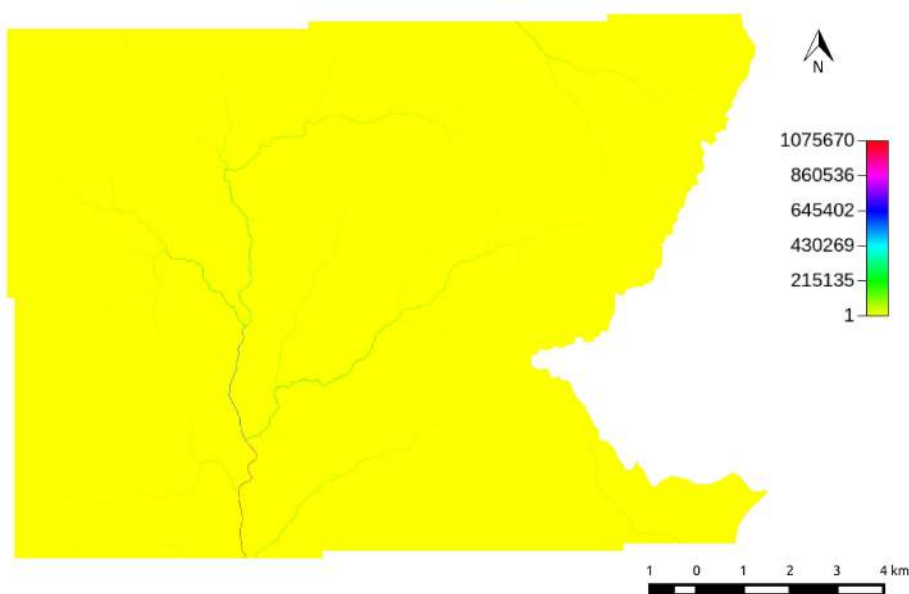


Figura 8: TCA (scala normale)

Per apprezzarne meglio i valori, si preferisce visualizzare la mappa delle TCA in scala logaritmica. Per trasformare i valori si utilizza lo strumento **MapCalc**, utile per eseguire operazioni logico-aritmetiche su mappe raster, utilizzando il linguaggio *Jiffle*.

```
images{TCA=read;  
result=write;}  
result=log(TCA,10);
```

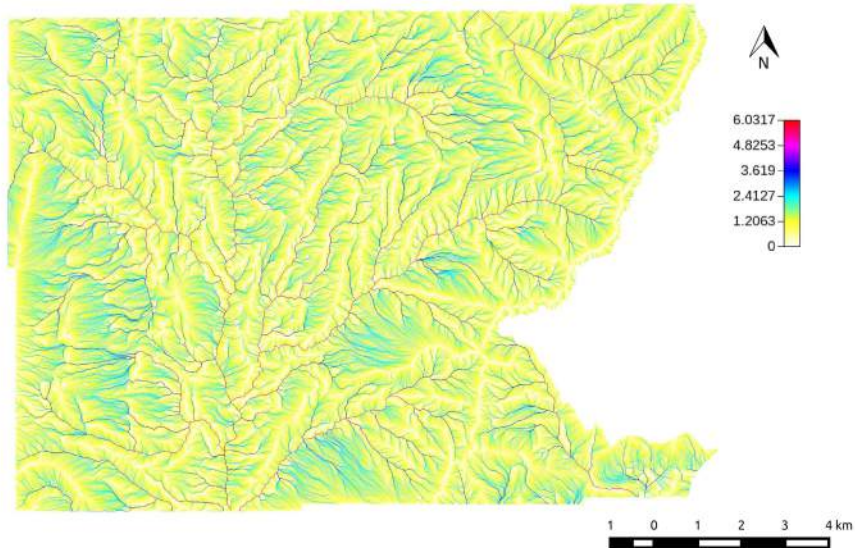


Figura 9: TCA (scala logaritmica)

In seguito si è operato con il comando **Markoutlets**, il quale oltre a definire univocamente le direzioni di drenaggio, specifica quali punti drenano all'esterno del bacino.

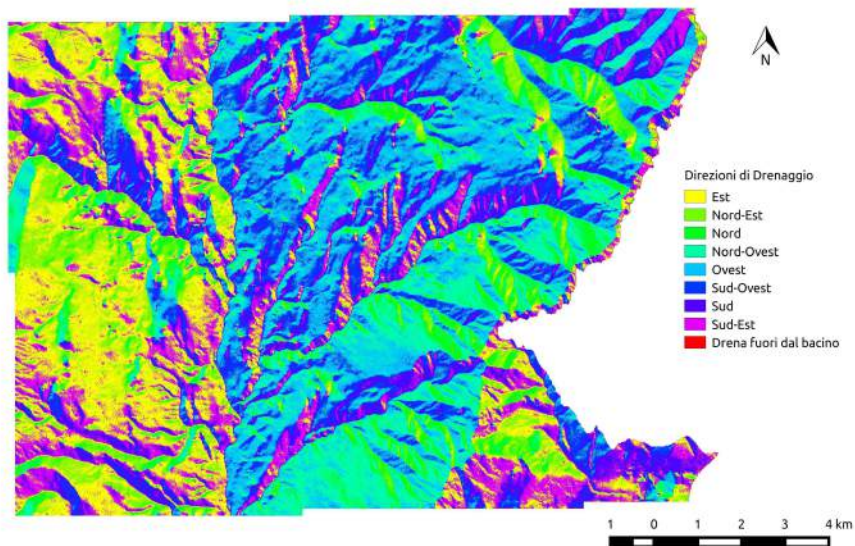


Figura 10: Markoutlets

Il passaggio successivo è stato l'estrazione della rete idrografica, che viene fatta dal comando **ExtractNetwork**, la quale può essere implementata in tre diversi modi:

- mediante una soglia posta sulle aree contribuenti;
 - mediante una soglia posta sul prodotto tra aree contribuenti e pendenza;
 - mediante una soglia analoga alla precedente considerando soltanto i punti convergenti.
- Qui si è scelto di procedere secondo l'ultimo dei tre metodi elencati.

Prima però è stato necessario determinare la pendenza di ogni punto lungo le direzioni di drenaggio. Il comando che fornisce questa informazione è **Slope**. Esso si basa sulla differenza di quota tra un pixel e quello adiacente a valle del primo, dividendo poi tale differenza per la dimensione di un pixel o della sua diagonale a seconda della posizione reciproca dei due pixel presi in esame.

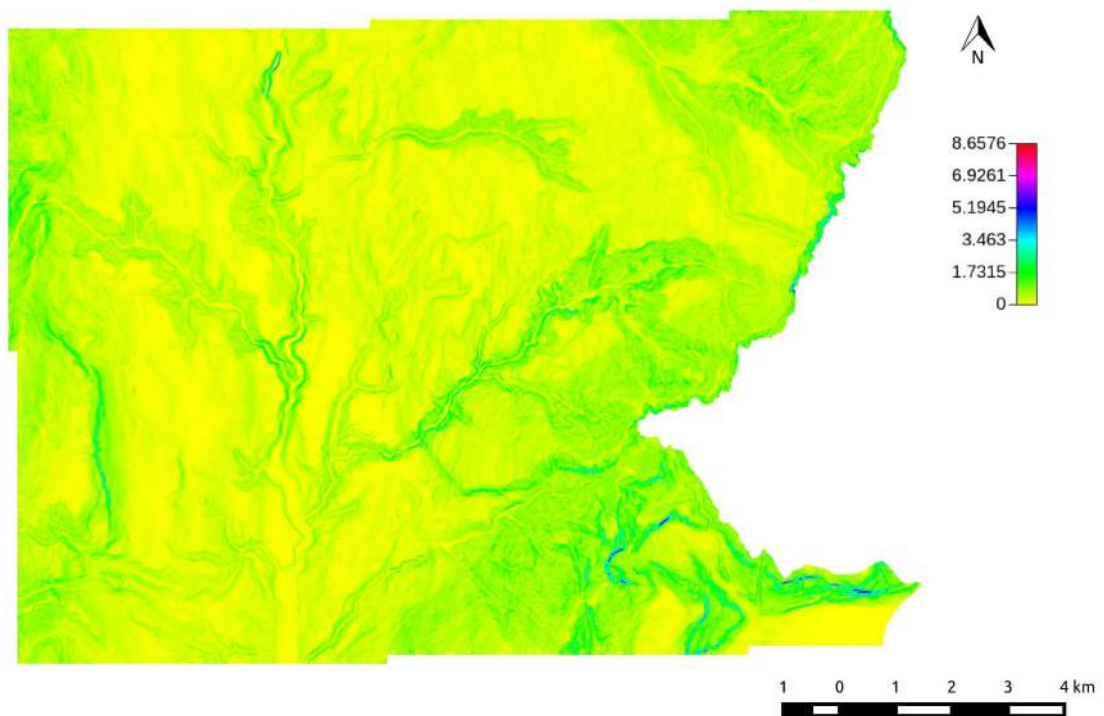


Figura 11: Slope

Quindi, sono state determinate le curvature, le quali rappresentano la distanza del vettore gradiente per unità di lunghezza lungo particolari curve tracciate sulla superficie. Con il comando **Curvatures** è stato possibile creare le seguenti mappe.

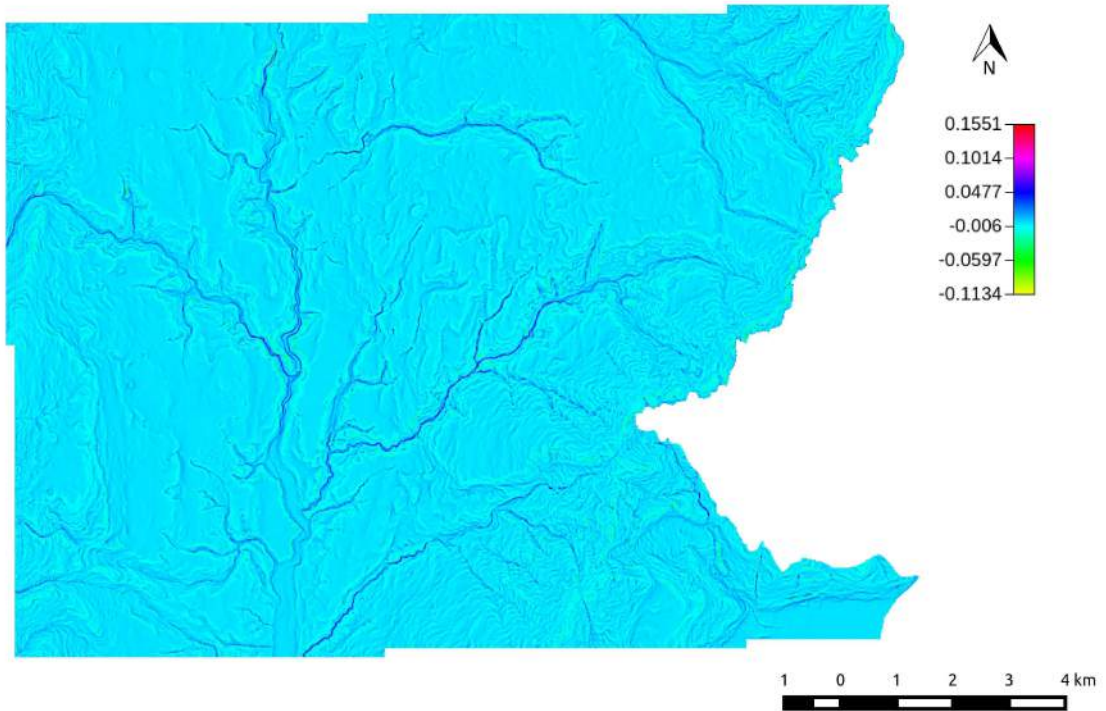


Figura 12: Curvature Longitudinali

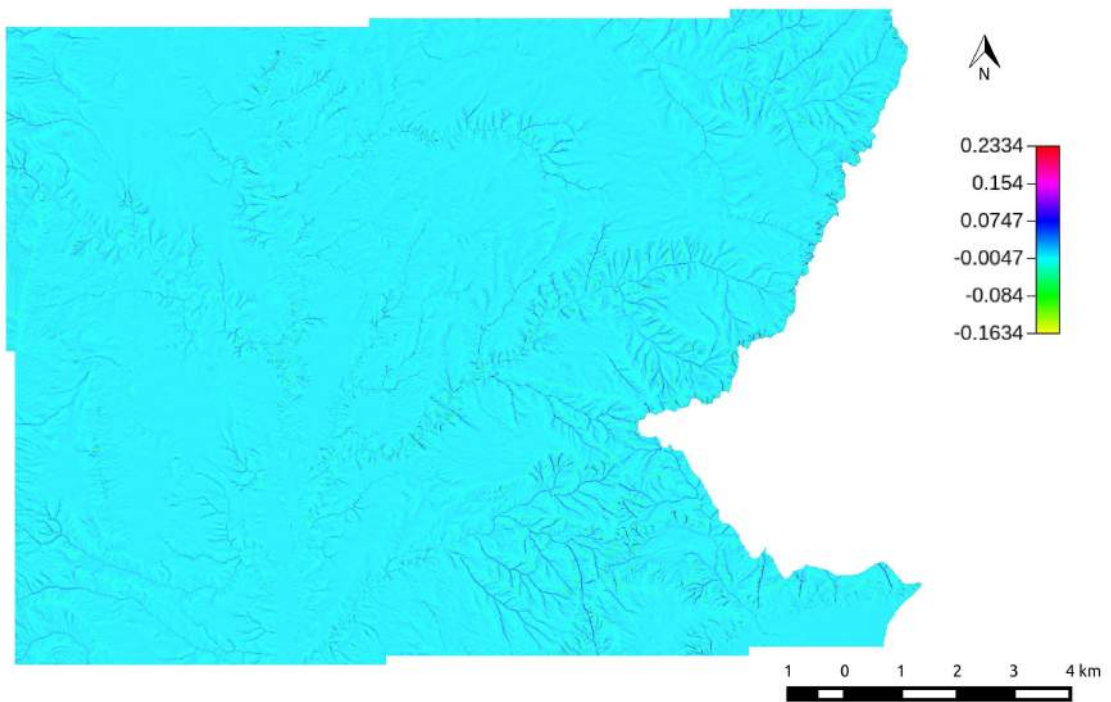


Figura 13: Curvature Tangenziali

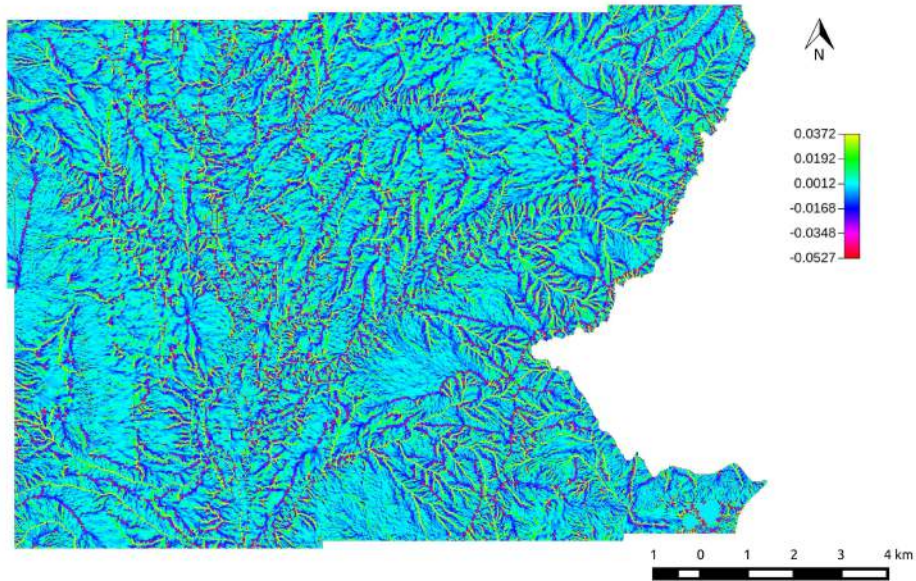


Figura 14: Curvature Piane

Una volta create le mappe, è stato possibile assegnare ad ogni pixel una classe topografica tra le disponibili. Questo si fa tramite il comando **Tc**.

Di seguito vengono riportati i nomi ed i valori corrispondenti alle 9 classi topografiche:

(10) planare parallelo, (20) convesso parallelo, (30) concavo parallelo, (40) planare divergente, (50) convesso divergente, (60) concavo divergente, (70) planare convergente, (80) convesso convergente, (90) concavo convergente.

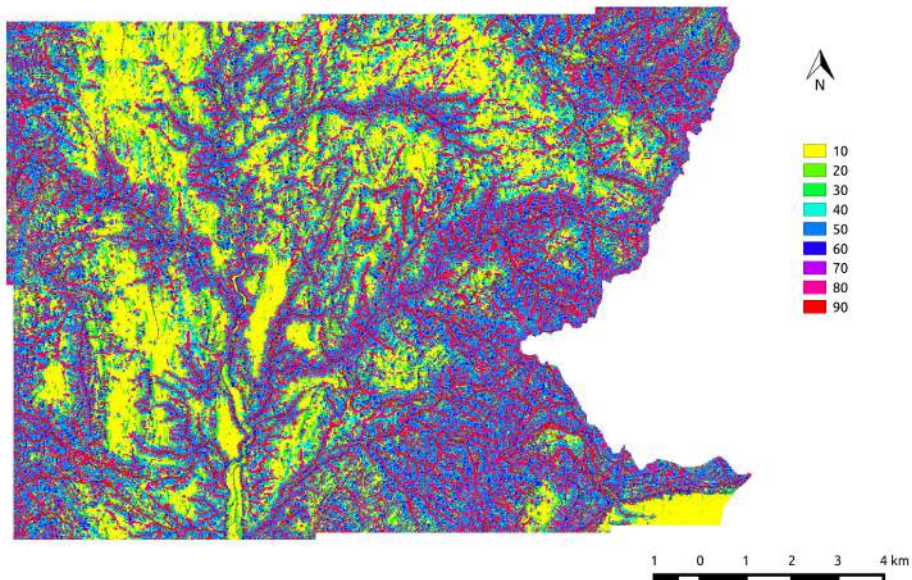


Figura 15: 9 Classi Topografiche

- Si può avere un' ulteriore classificazione in 3 classi aggregate:
- 15 concavo (classi 30,70,90)
 - 25 planare (classe 10)
 - 35 convesso (unione delle restanti classi)

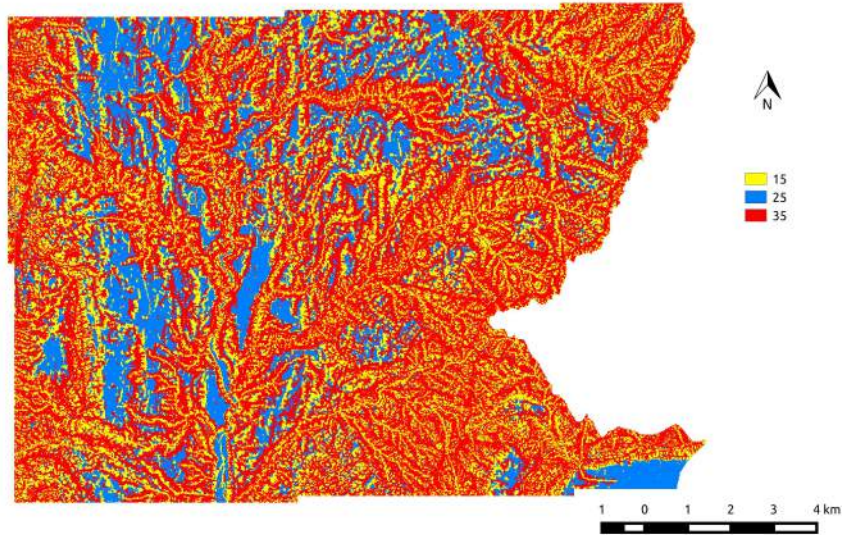


Figura 16: 3 Classi Topografiche

2.2 Estrazione del bacino

Ora sono state create tutte le mappe necessarie per procedere all'estrazione del reticolo idrografico mediante il terzo metodo. Il passaggio successivo è stato quindi l'estrazione della rete idrografica, che viene fatta tramite il comando **ExtractNetwork**.

Il valore di soglia inizialmente era 10, il quale poi è stato alzato a 30 per avere un output più preciso. Con questo sistema a tutti i punti appartenenti al reticolo viene assegnato il valore 2, agli altri nessun valore (*no value*).

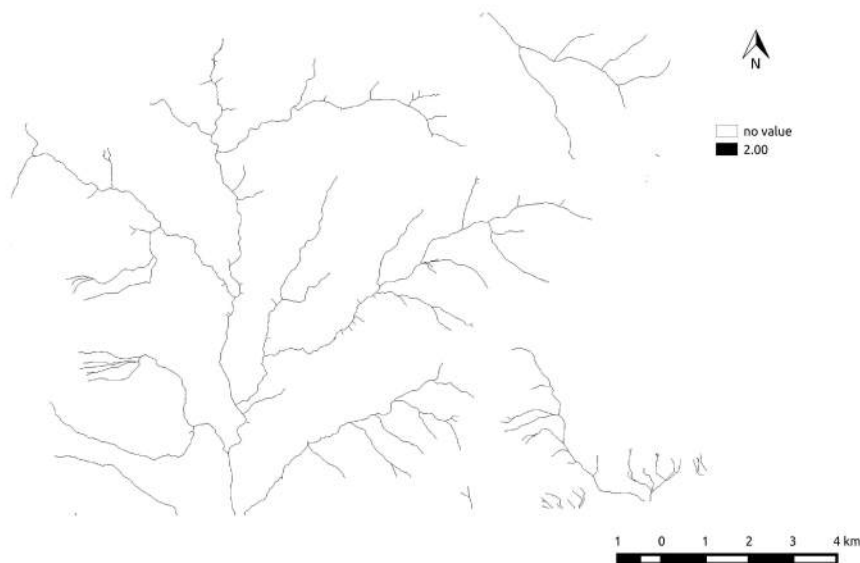


Figura 17: Extract Network

Operazione necessaria per procedere è stata scaricare la mappa vettoriale dei fiumi della Provincia Autonoma di Trento dal Web Server della Facoltà di Ingegneria.

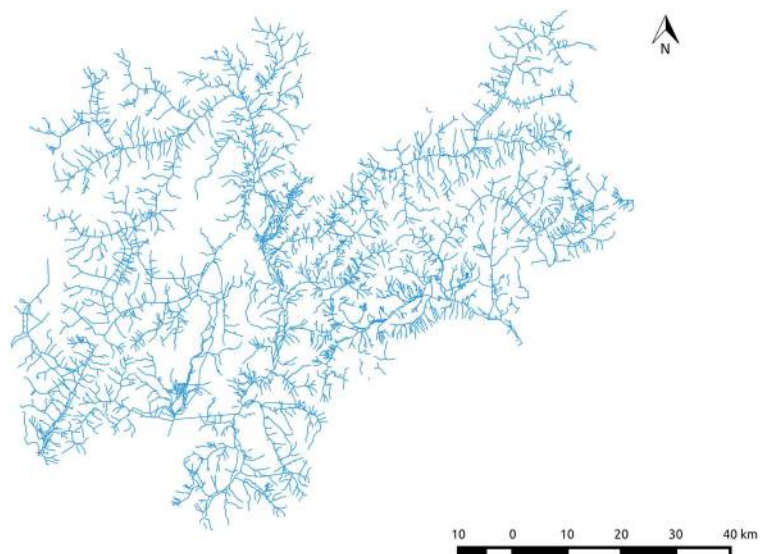


Figura 18: Mappa vettoriale dei fiumi

Il passo successivo è stato quello di sovrapporre la mappa dei fiumi con la mappa creata tramite il comando **ExtractNetwork** imponendo come soglia il valore 30.

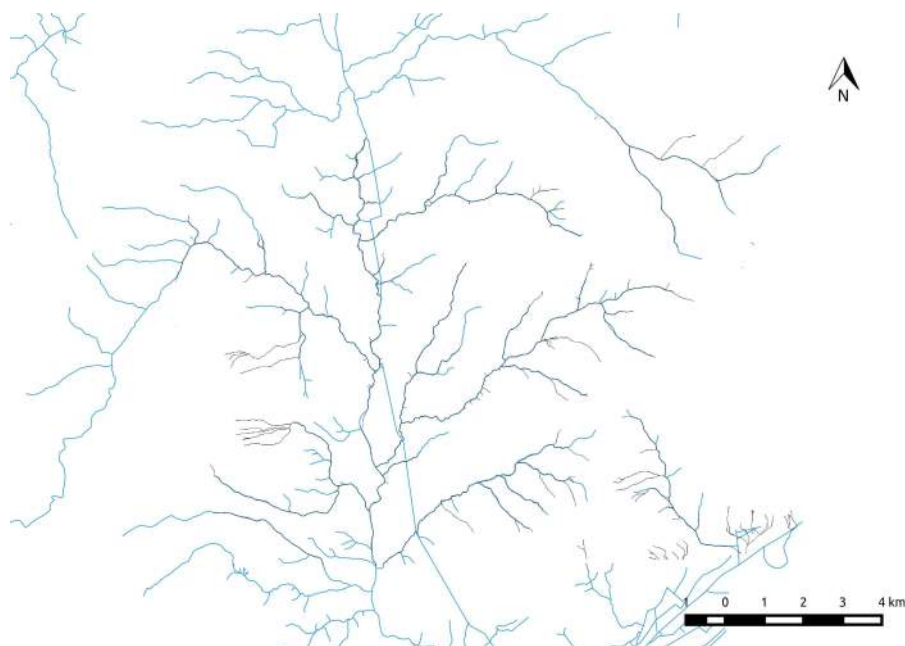


Figura 19: Sovrapposizione I

A questo punto è possibile procedere all'estrazione del bacino vera e propria. In *QGIS* si interroga il punto di chiusura del bacino analizzato per conoscerne le coordinate, le quali sono risultate essere:

Coordinata N	Coordinata E
5126223	1658925

Ora con l'uso del comando **Watertoutlet** si ottiene una maschera del bacino estratto con valore 1 all'interno e *no value* ai punti esterni.

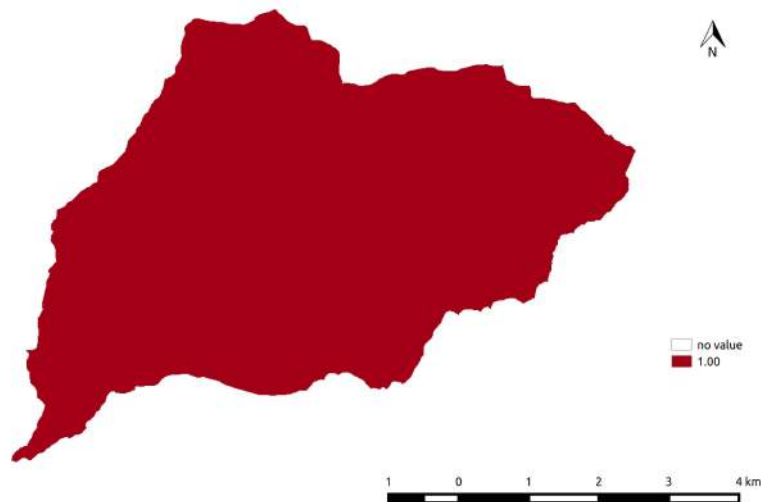


Figura 20: Wateroutlet

Quindi si potrebbe procedere ritagliando sul bacino estratto anche tutte le altre mappe elaborate tramite il comando **CutOut**.

Prima però bisogna rilanciare il comando **Markoutlets** (Fig. 22) sulla mappa delle direzioni di drenaggio ritagliata (Fig. 21), in quanto gli outlets del bacino sono differenti da quelli della mappa non tagliata.

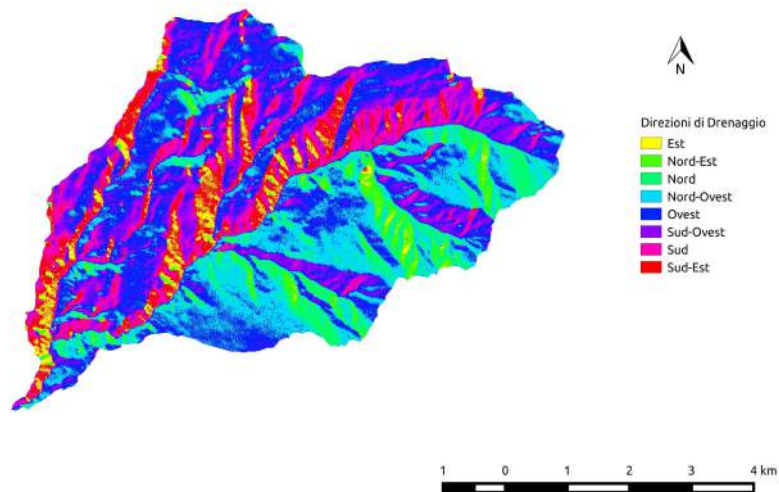


Figura 21: DrainDir ritagliata

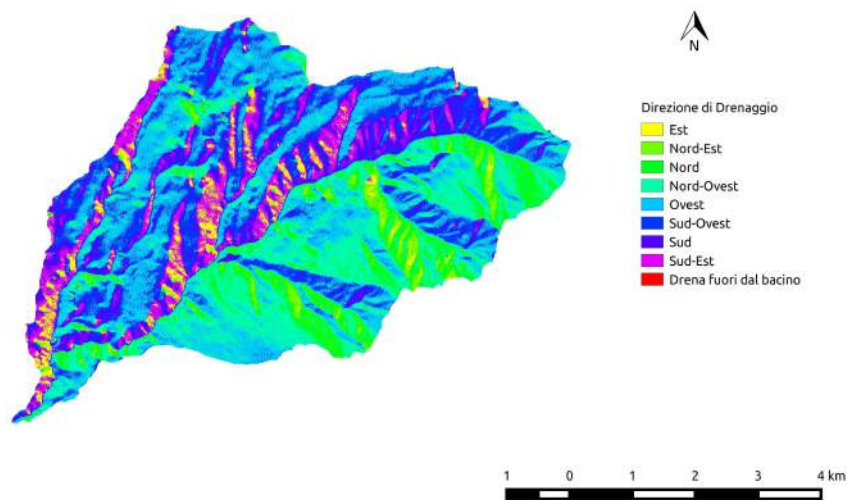


Figura 22: Markoutlets

Per ottenere un risultato più accurato e preciso, anche se di poco, è possibile ritagliare soltanto la mappa del DTM depittato e rilanciare tutti i comandi sopra descritti sull'area d'interesse appena ritagliata.

Di seguito sono riportate le mappe elaborate secondo quest'ultimo criterio.

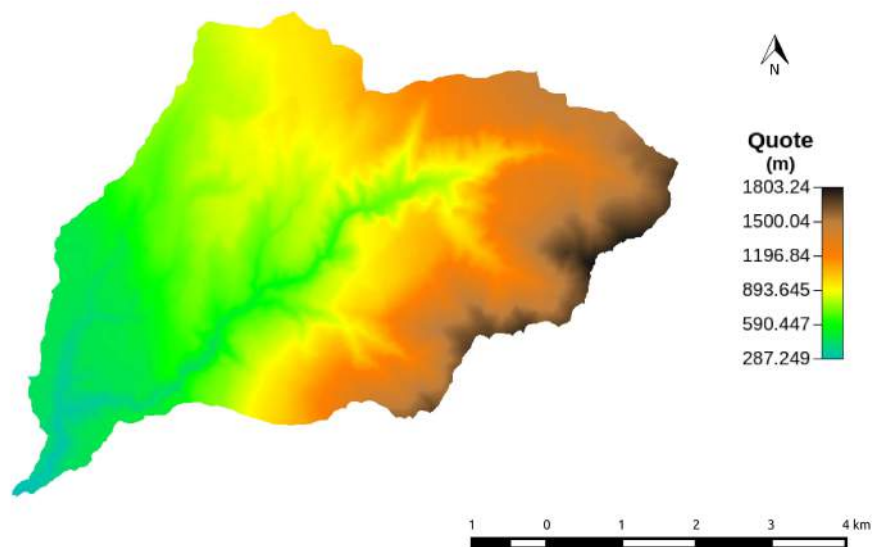


Figura 23: DTM depittato

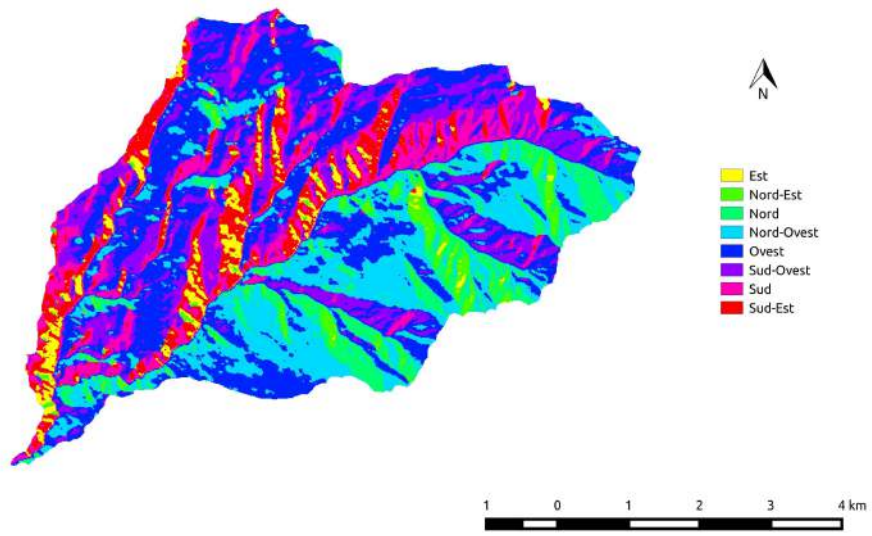


Figura 24: FlowDirection

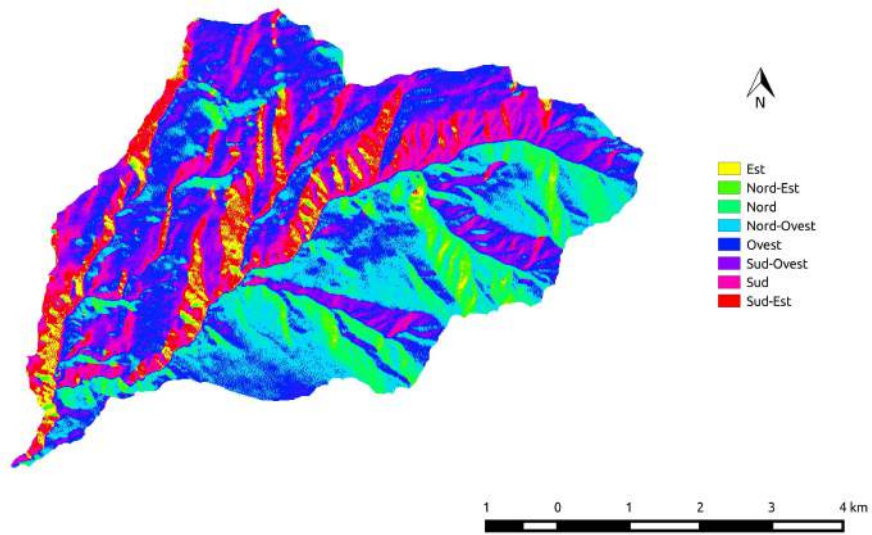


Figura 25: DrainDir

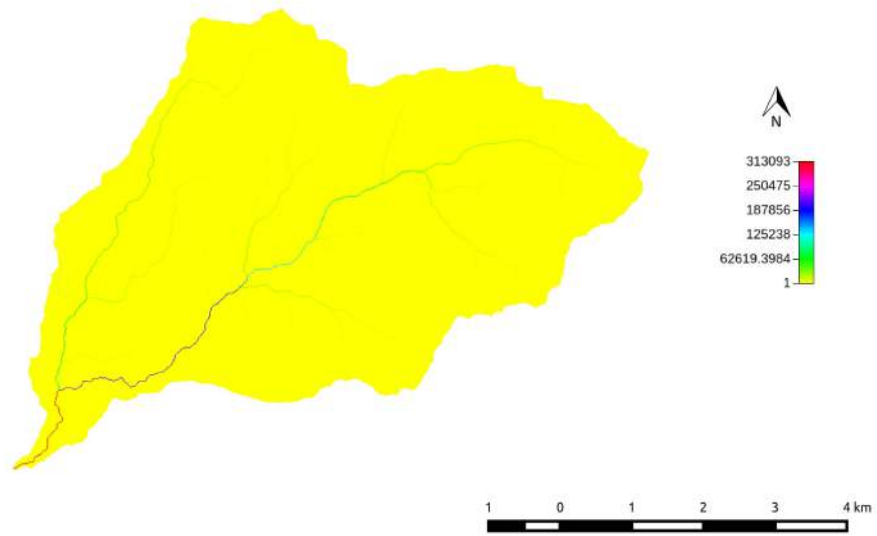


Figura 26: TCA (scala normale)

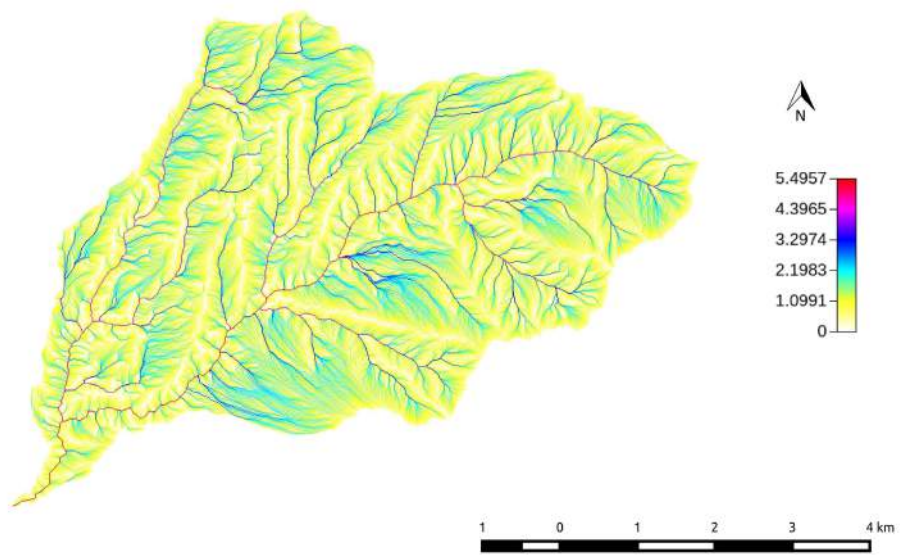


Figura 27: TCA (scala logaritmica)

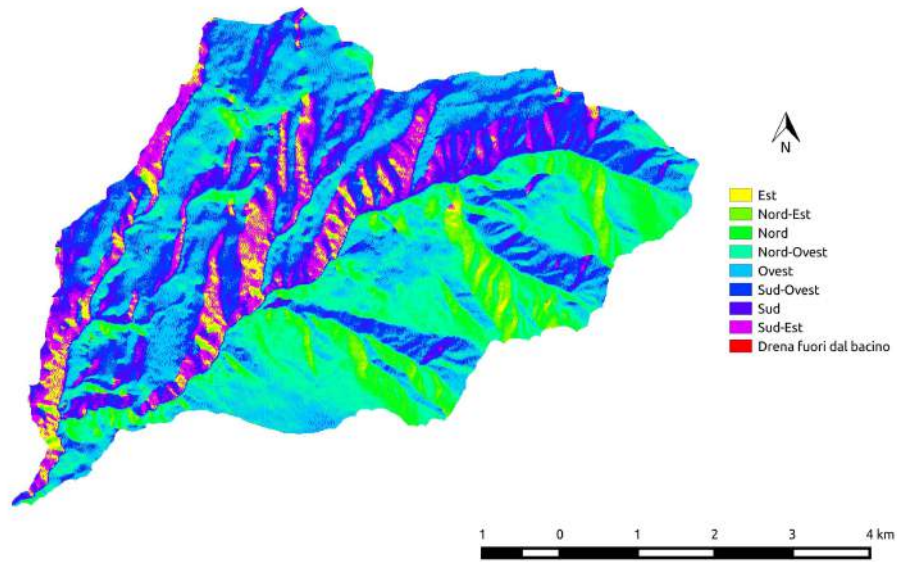


Figura 28: Markoutlets

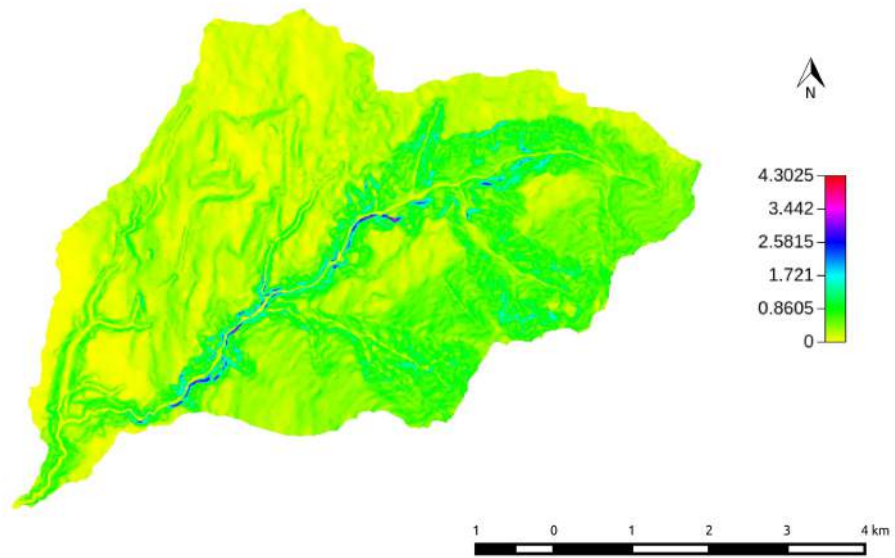


Figura 29: Slope

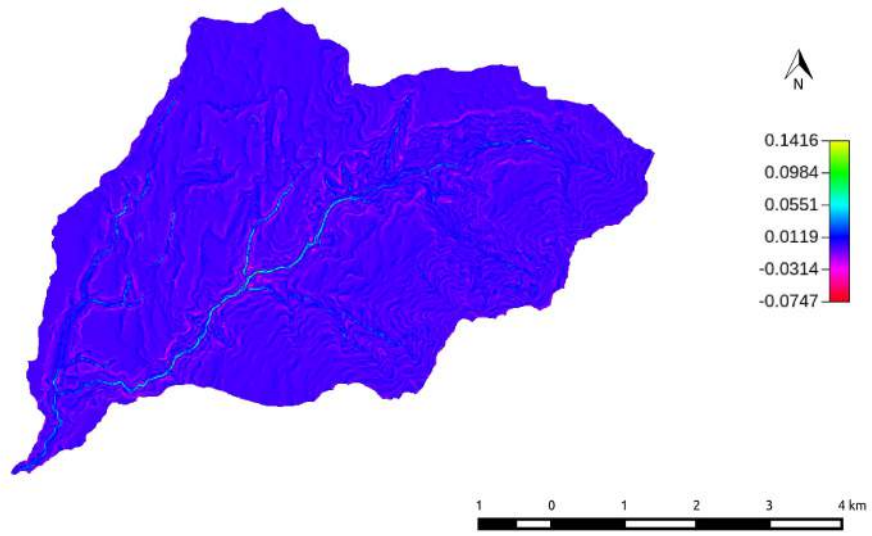


Figura 30: Curvature Longitudinali

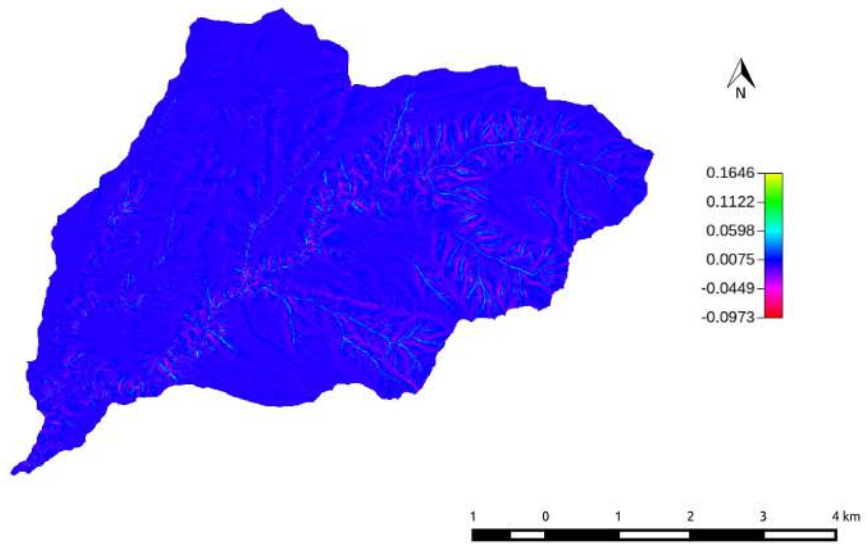


Figura 31: Curvature Tangenziali

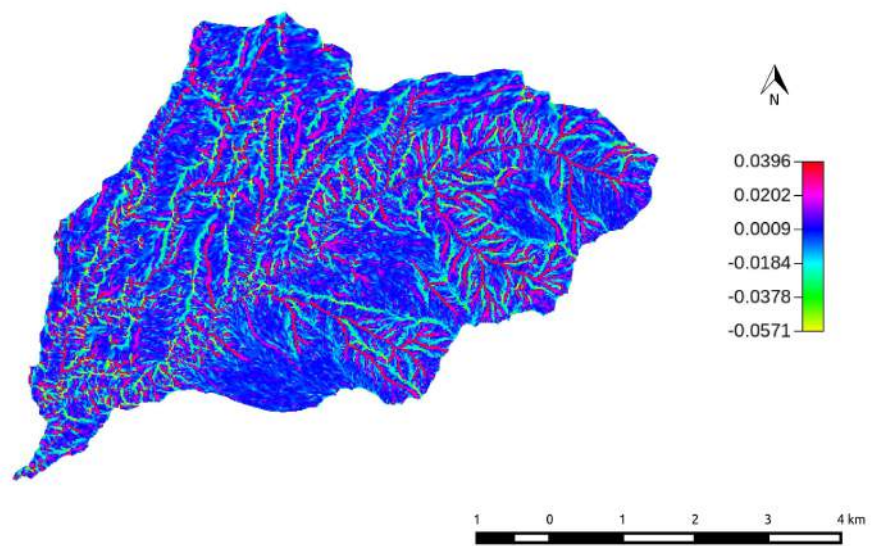


Figura 32: Curvature Piane

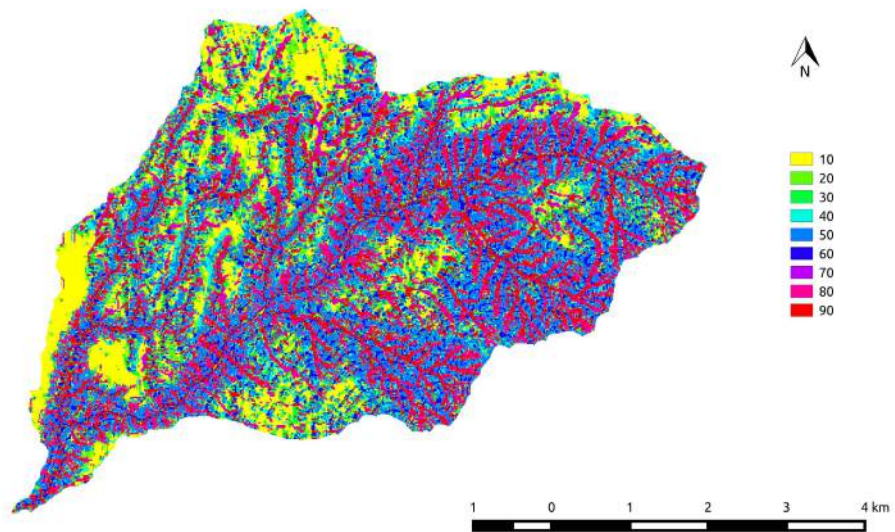


Figura 33: 9 Classi Topografiche

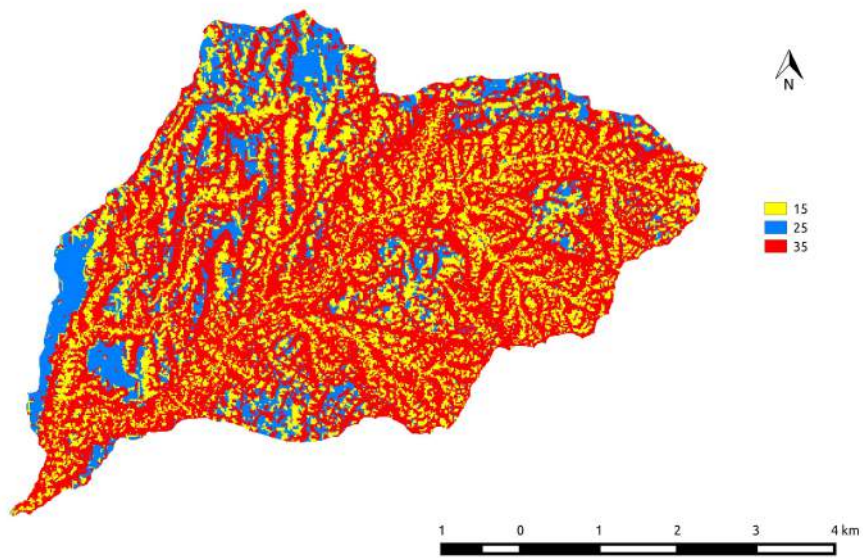


Figura 34: 3 Classi Topografiche

Per prima cosa si deve settare accuratamente la soglia, dalla quale dipenderà quanto sarà fitta la rete e quindi quanti rami e conseguenti sottobacini si otterranno.

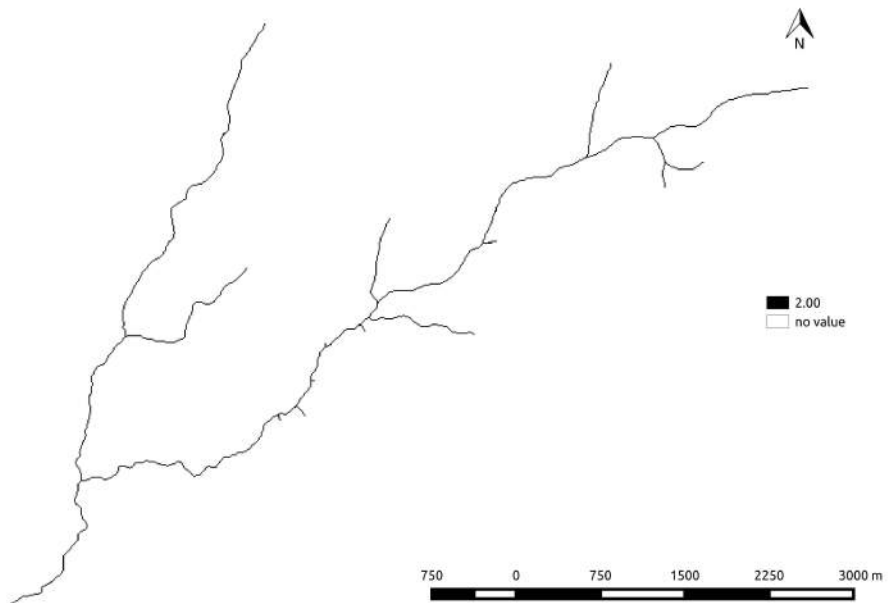


Figura 35: ExtractNetwork

Infine si sovrappone il bacino appena estratto con la mappa vettoriale dei fiumi, precedentemente utilizzata. Da tale confronto è stato deciso il valore di soglia 50.

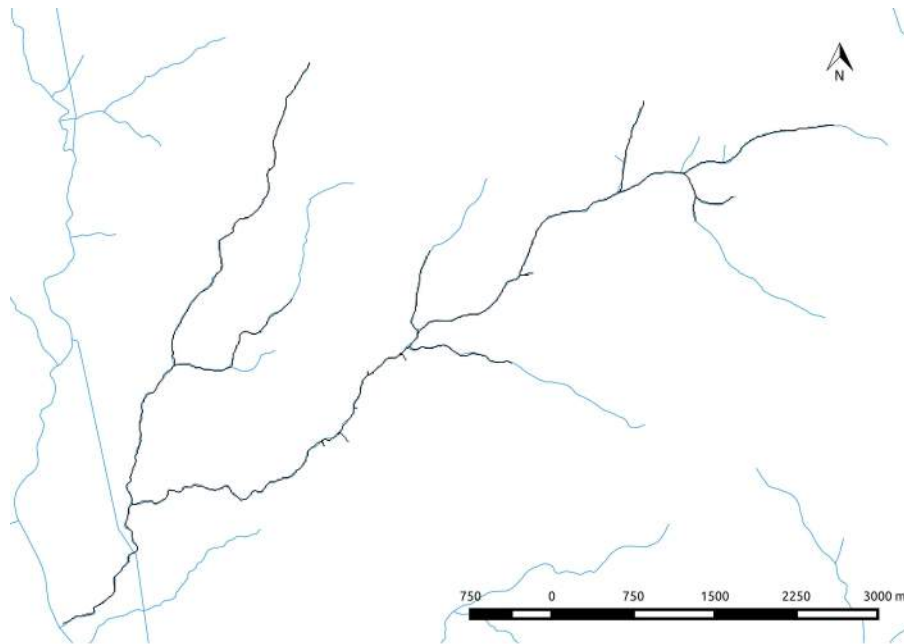


Figura 36: Sovrapposizione II

Si vogliono ottenere le mappe vettoriali rappresentanti la struttura della rete di drenaggio e dei sottobacini relativi al bacino di interesse. Lo strumento che permette ciò è il comando **NetNumbering**.

Per ottenere la mappa vettoriale della rete nel bacino in esame si utilizza il comando **NetworkAttributesBuilder**, che ne estrae anche una serie di utili attributi.

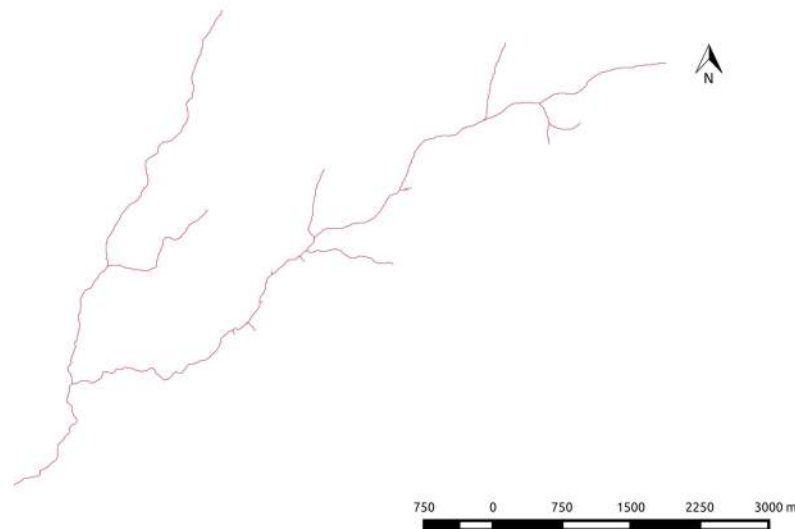


Figura 37: NetworkAttributesBuilder

3 Elaborazione

3.1 RasterSummary

Esiste un comando di *Stage* che fornisce le statistiche riassuntive di una data mappa. Si tratta di **Raster Summary**, il quale ricevuta in input la mappa, restituisce i valori massimo e minimo, la media, la deviazione standard, il range e la somma, oltre ai dati utili per la creazione dell'istogramma della distribuzione dei valori della mappa in esame.

3.1.1 DTM iniziale

Questi sono i valori restituiti come output.

```
The min value = 207.164
The max value = 2029.852
The mean value = 881.0524020742829
The standard deviation value = 390.0968769866893
The range value = 1822.688
The sum value = 1.410984276664408E9
```

Di seguito, invece, sono riportate la distribuzione delle quote dei punti del DTM delle 6 mappe iniziali, eseguite mediante il software *R*.

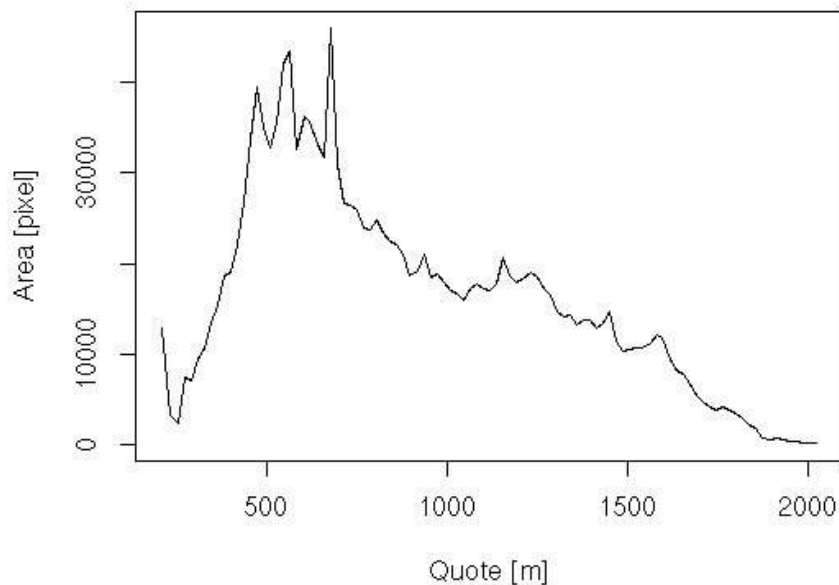


Figura 38: Distribuzione delle quote

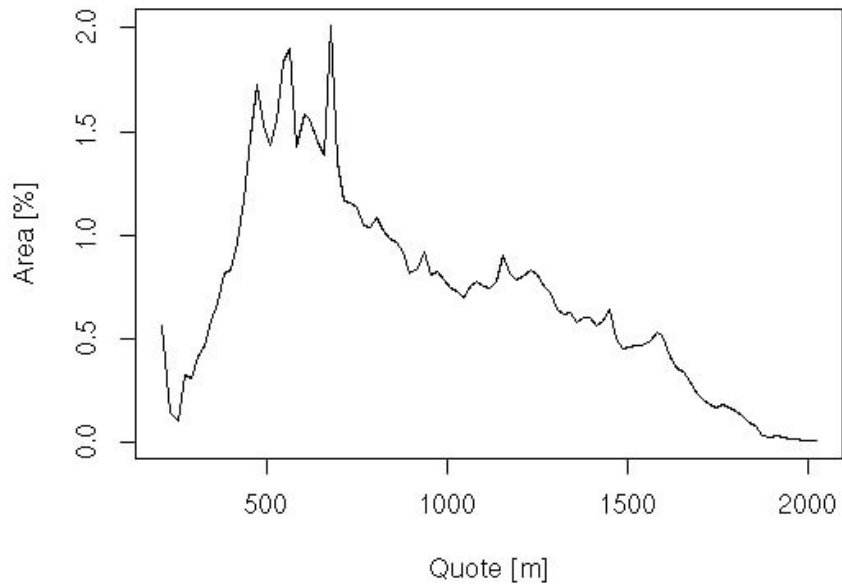


Figura 39: Distribuzione percentuale delle quote

3.1.2 DTM del bacino estratto

Questi sono i valori restituiti come output.

The min value = 287.2492
 The max value = 1803.243
 The mean value = 948.3979691430984
 The standard deviation value = 341.5308131832421
 The range value = 1515.9938
 The sum value = 3.0091150124160326E8

Questo, invece, è il plot eseguito sempre mediante il programma *R* della distribuzione delle quote dei punti del DTM del bacino estratto.

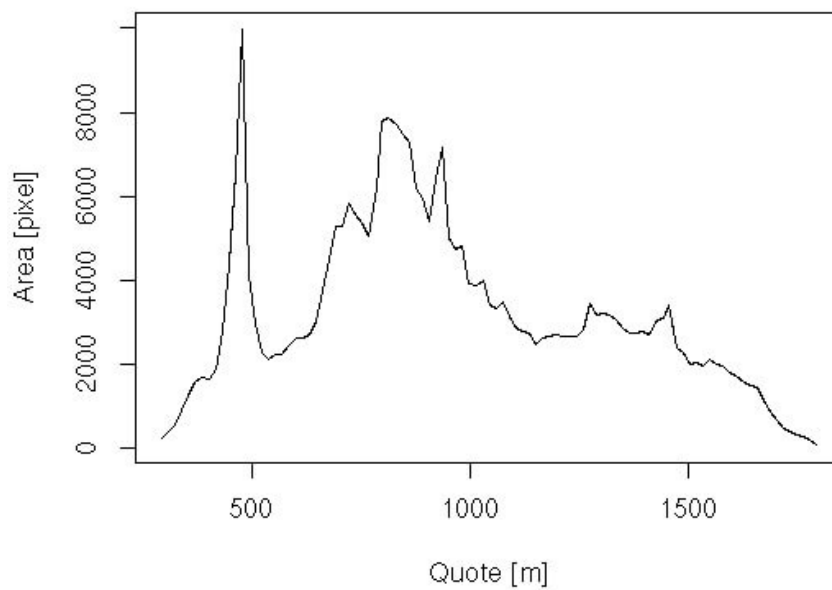


Figura 40: Distribuzione delle quote

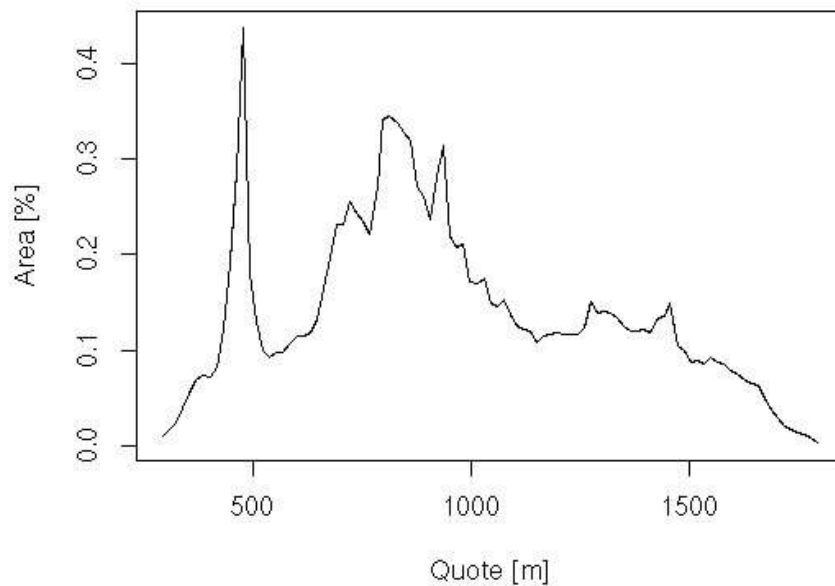


Figura 41: Distribuzione percentuale delle quote

3.2 Elaborazione della mappa vettoriale

A partire dalla mappa vettoriale del bacino in esame precedentemente ottenuta (Figura 37), si possono ricavare diverse informazioni utili, come ad esempio la lunghezza di ogni singolo ramo che compone la rete. Operazione possibile grazie al comando generico per analisi vettoriali **VectorReshaper**, che appartiene ai *Vector Processing* e non alla categoria delle *Horton Machines*. Questo comando prende in input la mappa ottenuta con il comando ExtractNetwork e restituisce inoltre una tabella contenente la lunghezza di ogni singolo ramo. Come mostra la tabella sono stati estratti 29 rami che dovranno corrispondere ad altrettanti sottobacini.

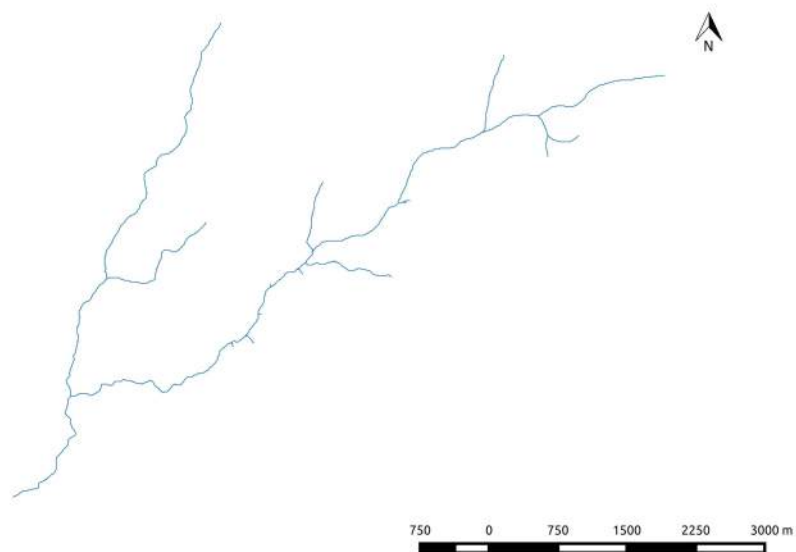


Figura 42: VectorReshaper I

	hack	▲	strahler	pfaf	len
0					
0		3	1	2.2.1	1551.24891...
1		2	1	16.1	855.269119...
2		3	1	18.2.1	30.0000000...
3		2	1	18.3	84.1421356...
4		2	2	18.1	50.0000000...
5		2	1	20.1	935.269119...
6		3	1	22.2.1	393.847763...
7		2	1	22.3	246.568542...
8		2	2	22.1	255.563491...
9		1	1	23	1582.25396...
10		1	2	21	682.842712...
11		2	1	2.3	3481.90908...
12		1	2	19	1388.82250...
13		1	3	17	1210.53823...
14		1	3	15	153.137084...
15		1	3	13	118.994949...
16		1	3	11	380.416305...
17		1	3	9	353.847763...
18		1	3	7	297.989898...
19		1	3	5	193.137084...
20		1	3	3	2297.93939...
21		1	3	1	1604.38600...
22		2	2	2.1	1553.67532...
23		2	1	4.1	54.1421356...
24		2	1	6.1	133.137084...
25		2	1	8.1	30.0000000...
26		2	1	10.1	30.0000000...
27		2	1	12.1	92.4264068...
28		2	1	14.1	1068.40620...

Figura 43: Tabella degli attributi

Viene lanciato ora il comando **NetNumbering** allo scopo di estrarre i sottobacini e la mappa della rete numerata, la soglia da imporre deve essere maggiore o uguale a quella fissata precedentemente. Il criterio con cui scegliere la soglia adatta è quello per cui il numero di sottobacini corrisponde a quello dei rami.

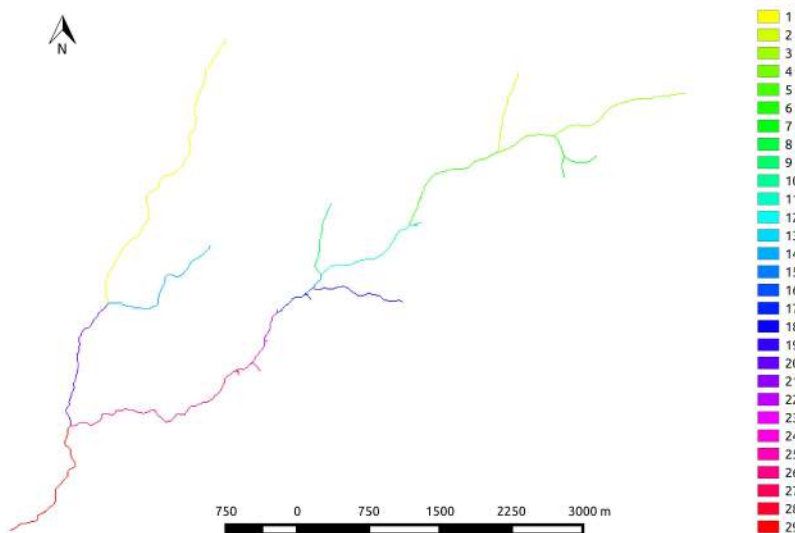


Figura 44: NetNumbering

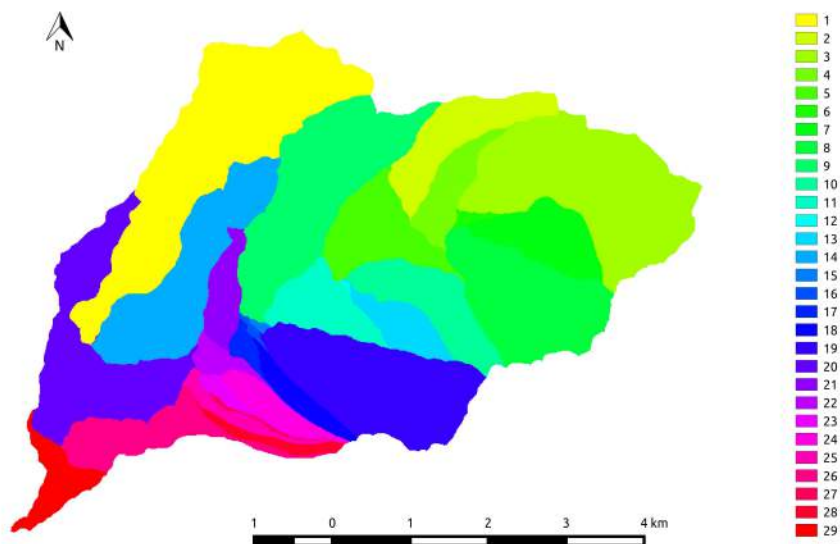


Figura 45: NetNumbering - Sottobacini

Si vuole ottenere ora la mappa vettoriale dei contorni dei sottobacini con il comando **Vectorizer**. E' necessario che la soglia imposta sia tale per cui il numero di sottobacini sia uguale a quello ottenuto con la mappa raster. Il valore imposto è di *75* per ottenere 29 sottobacini.

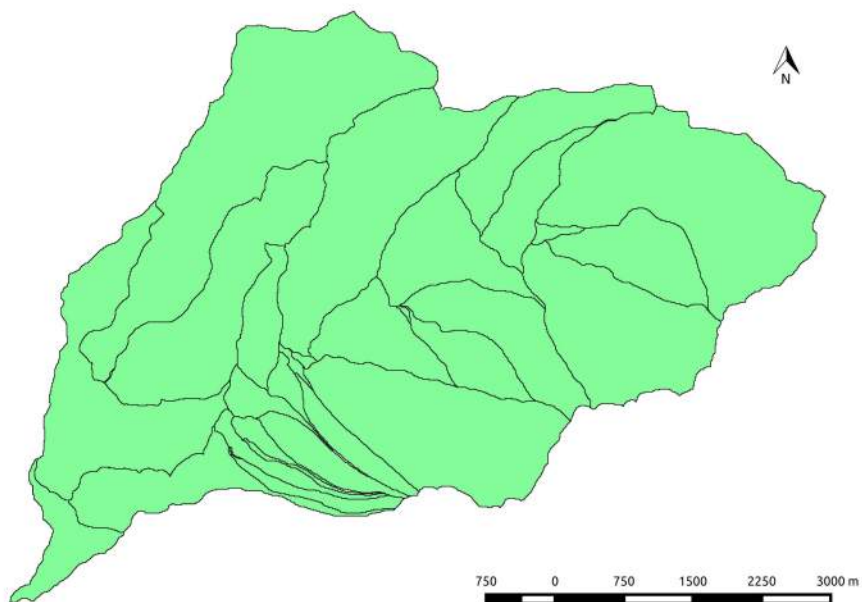


Figura 46: Vectorizer

A questo punto, con il comando **VectorReshaper** vengono calcolati i centroidi di ciascun sottobacino. La sintassi utilizzata per lanciare il comando sarà:

```
the_geom = centroid(the_geom)
```

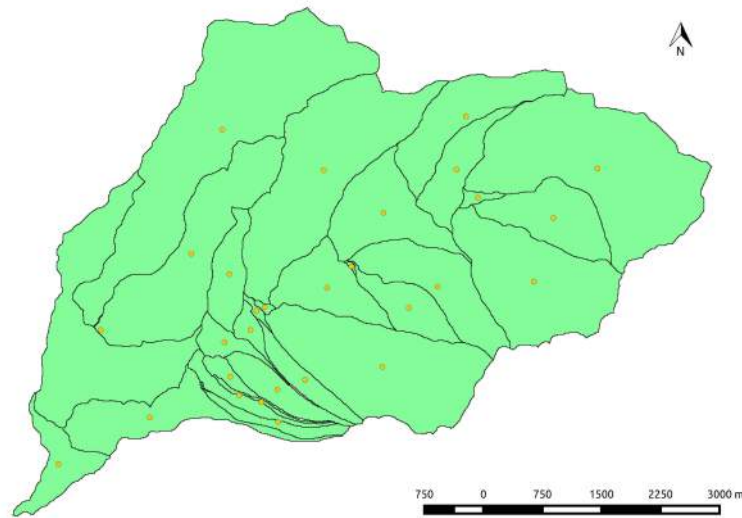


Figura 47: VectorReshaper II

	cat	▲	value	area	perimeter	xcentroid	ycentroid
0	0	27.00000000...	56500.0000...	4340.00000...	1662102.04...	5127665.21...	
1	17	10.00000000...	1157700.00...	7320.00000...	1664336.37...	5129126.83...	
2	18	2.000000000...	1174000.00...	7860.00000...	1664697.19...	5131284.49...	
3	19	15.00000000...	24500.0000...	920.000000...	1662141.77...	5128868.02...	
4	2	3.000000000...	3660600.00...	11700.0000...	1666369.07...	5130625.35...	
5	20	24.00000000...	448500.000...	5260.00000...	1662302.61...	5127825.22...	
6	21	29.00000000...	560100.000...	6260.00000...	1659517.81...	5126879.98...	
7	22	5.000000000...	1176300.00...	7360.00000...	1663650.21...	5130063.04...	
8	23	11.00000000...	845200.000...	5800.00000...	1662932.99...	5129115.42...	
9	24	17.00000000...	153800.000...	2960.00000...	1661960.39...	5128578.17...	
10	25	16.00000000...	39100.0000...	1800.00000...	1662036.79...	5128821.93...	
11	1	23.00000000...	144500.000...	3920.00000...	1661704.19...	5127986.90...	
12	26	4.000000000...	636600.000...	5900.00000...	1664577.68...	5130611.17...	
13	27	6.000000000...	66000.0000...	1780.00000...	1664849.80...	5130253.22...	
14	28	12.00000000...	9800.00000...	680.000000...	1663243.26...	5129383.67...	
15	3	1.000000000...	4446200.00...	16600.0000...	1661601.38...	5131117.34...	
16	4	9.000000000...	2942900.00...	11820.0000...	1662890.67...	5130602.73...	
17	5	18.00000000...	365600.000...	5380.00000...	1662653.58...	5127946.14...	
18	6	22.00000000...	246200.000...	4460.00000...	1661630.27...	5128423.80...	
19	7	20.00000000...	2428200.00...	14080.0000...	1660055.73...	5128578.81...	
20	8	8.000000000...	2206700.00...	8420.00000...	1665560.44...	5129193.52...	
21	9	21.00000000...	515700.000...	4660.00000...	1661692.17...	5129287.98...	
22	10	7.000000000...	985700.000...	5840.00000...	1665809.36...	5129995.34...	
23	11	28.00000000...	232800.000...	5320.00000...	1662311.48...	5127415.35...	
24	12	19.00000000...	2643800.00...	9540.00000...	1663635.00...	5128112.01...	
25	13	13.00000000...	558400.000...	5060.00000...	1663973.66...	5128860.69...	
26	14	26.00000000...	1064600.00...	10840.0000...	1660681.85...	5127469.42...	
27	15	25.00000000...	254800.000...	5860.00000...	1661813.99...	5127754.15...	
28	16	14.00000000...	2241000.00...	10860.0000...	1661208.33...	5129545.42...	

Figura 48: Tabella degli attributi - Sottobacini e Centroidi

3.3 Indice topografico

Una volta conclusa l'analisi idrologica di base, è possibile eseguire degli altri comandi delle *Horton Machines* al fine di ottenere alcune mappe utili ad un'analisi idrogeomorfologica più accurata del bacino oggetto di studio. Un esempio è il calcolo dell'indice topografico: esso rappresenta la tendenza di un pixel a saturarsi, più alto è l'indice topografico, prima si saturerà l'area interessata. Si calcola

come: $T_i = \frac{A}{b|\nabla(z)|}$, dove A indica l'area cumulata, b il perimetro drenato e $\nabla(z)$ la pendenza.

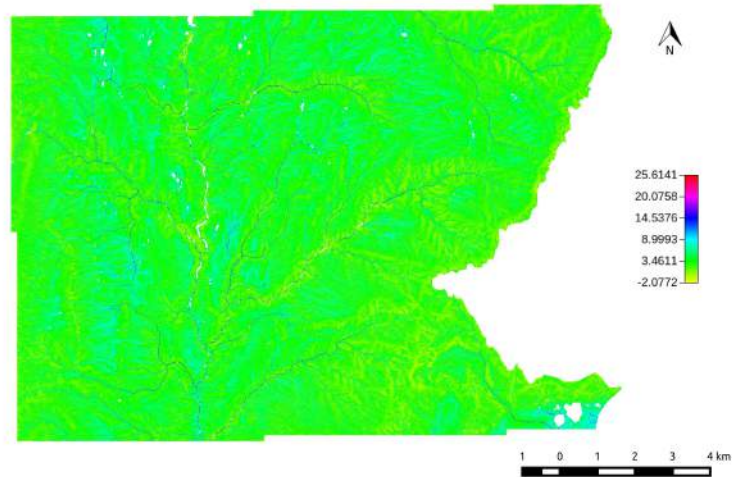


Figura 49: TopIndex

3.3.1 MapCalc

Come si nota dalla mappa sopra, ci sono zone in cui non è definito l'indice topografico: sono quelle con pendenza pari a zero, per cui il rapporto tende ad infinito. A questi pixel va assegnato il valore massimo caratteristico della mappa con il comando *Raster.Processing* → **MapCalc**.

```
images{IndiceTopografico=read;
Wateroutlet=read; out=write;}
if (isnan( Wateroutlet )) {
out = null;
} else { if (isnan( IndiceTopografico )) {
out = 25;
} else {
out = IndiceTopografico; } ; };
```

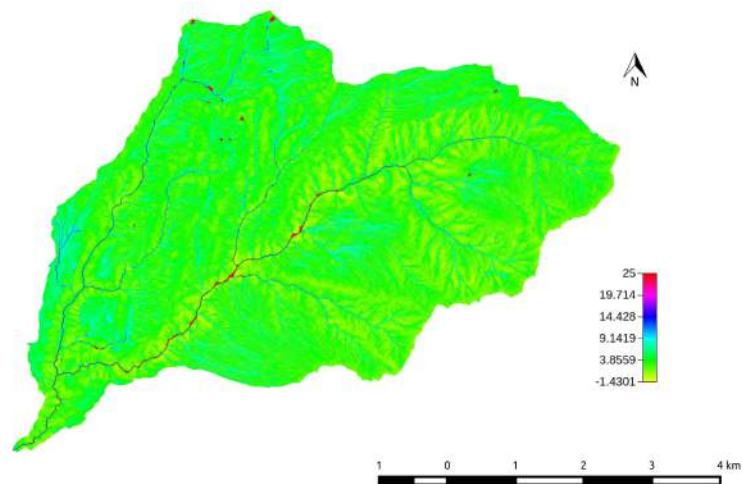


Figura 50: MapCalc

3.4 Calcolo delle distanze

Per calcolare ora le distanze dall'uscita del bacino lungo le direzioni di drenaggio, si fa uso del comando **RescaledDistance**. Le distanze così calcolate possono essere riscalate, ossia calcolate considerando velocità diverse nei versanti e nella rete idrografica. Si introduce a tale scopo il parametro r , definito

come rapporto tra velocità nei canali e nei versanti: $r = \frac{U_c}{U_h}$

Gli input dati a questo comando sono le mappe delle direzioni di drenaggio (ottenuta con DrainDir e con gli outlets marcati con Markoutlets) e della rete idrografica (estratta con ExtractNetwork) ed il parametro r .

Nelle mappe sottostanti si può notare la differenza quando $r=1$ (distanze semplici) ed $r=10$.

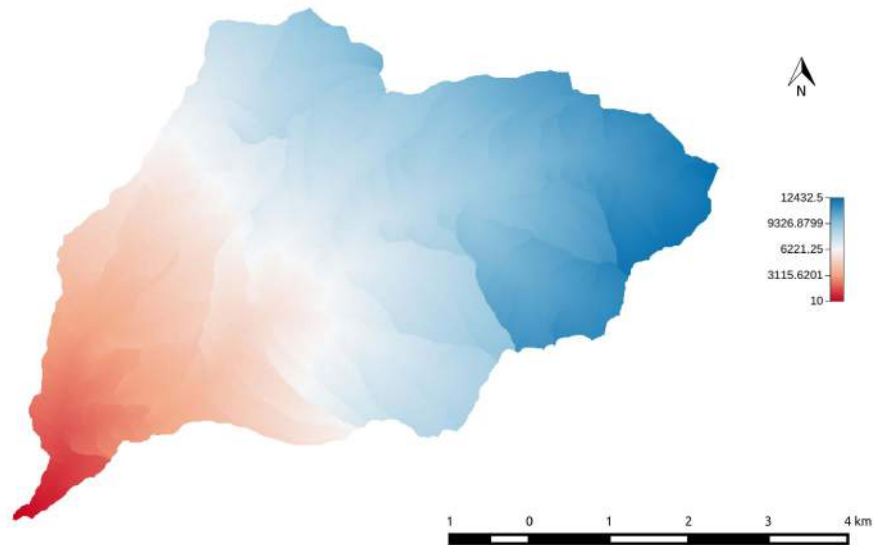


Figura 51: RescaleDistance (1)

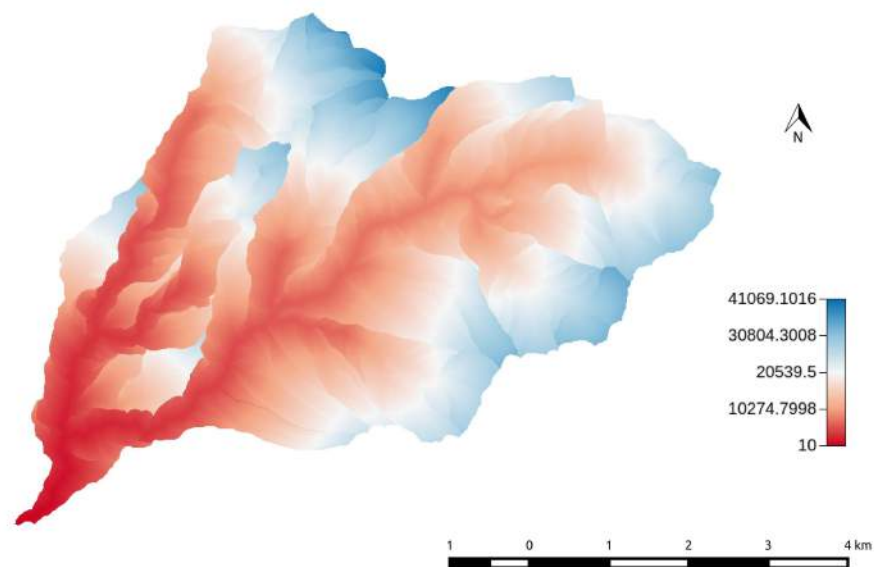


Figura 52: RescaleDistance (10)

3.4.1 Cb

A questo punto si vuole ottenere la distribuzione di tali valori sulle mappe. Il comando utilizzato è *Statistics* → **Cb** che può essere sfruttato per ottenere statistiche più complesse incrociate tra due mappe. Cb calcola le statistiche dei valori di una mappa rispetto a quelli contenuti in un'altra mappa: i dati della prima vengono raggruppati in un certo numero di intervalli e per ciascun intervallo viene calcolato il valore medio della variabile indipendente. Ad ogni intervallo corrisponde un set di valori nella seconda mappa, dei quali vengono calcolati la media ed altri momenti, se richiesti. Il comando restituisce tutti questi valori per ogni intervallo, associati al numero di pixel contenuti nell'intervallo. Gli input da dare sono chiaramente le due mappe, il numero di intervalli in cui dividere i valori (100), il primo e l'ultimo dei momenti da calcolare. Le due mappe possono anche essere la stessa, se si vuole ottenere la distribuzione dei valori contenuti in essa (va comunque inserita in entrambi i campi). In questo semplice caso avremo ottenuto lo stesso risultato lanciando il comando *RasterSummary*, come fatto in precedenza. Gli output vengono poi plottati con *R* per avere la rappresentazione della funzione d'ampiezza del bacino.

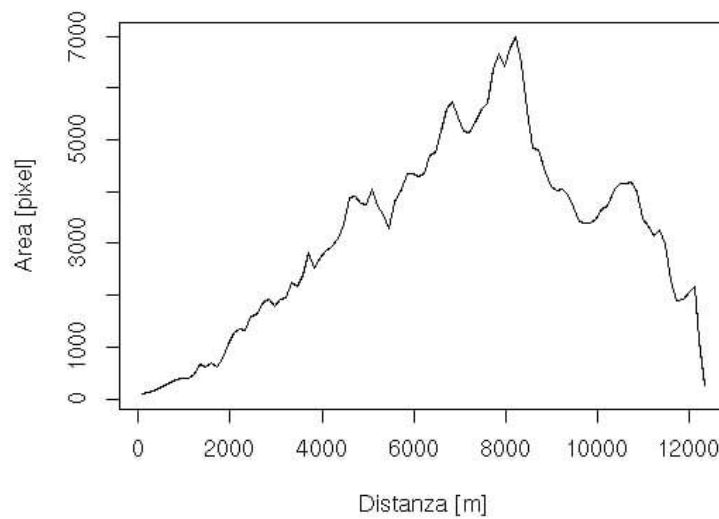


Figura 53: Distanze semplici ($r=1$)

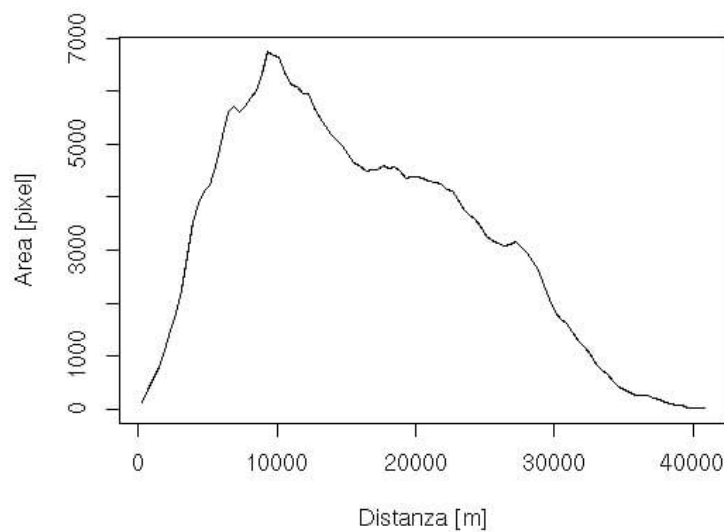


Figura 54: Distanze riscalate ($r=10$)

4 Rilievi fotografici

Una volta concluso il lavoro con il programma *Qgis*, siamo andati sul posto per verificare l'effettiva corrispondenza tra i risultati ottenuti e la realtà e per raccogliere dati fotografici lungo il corso del Rio Pongaiola. Purtroppo non è stato possibile rilevare le esatte coordinate GPS di tutti i punti raggiunti a causa della gola molto stretta e profonda. L'unico punto interessante del quale si è riusciti a ricavarle tramite cellulare è quello della confluenza con il Noce.

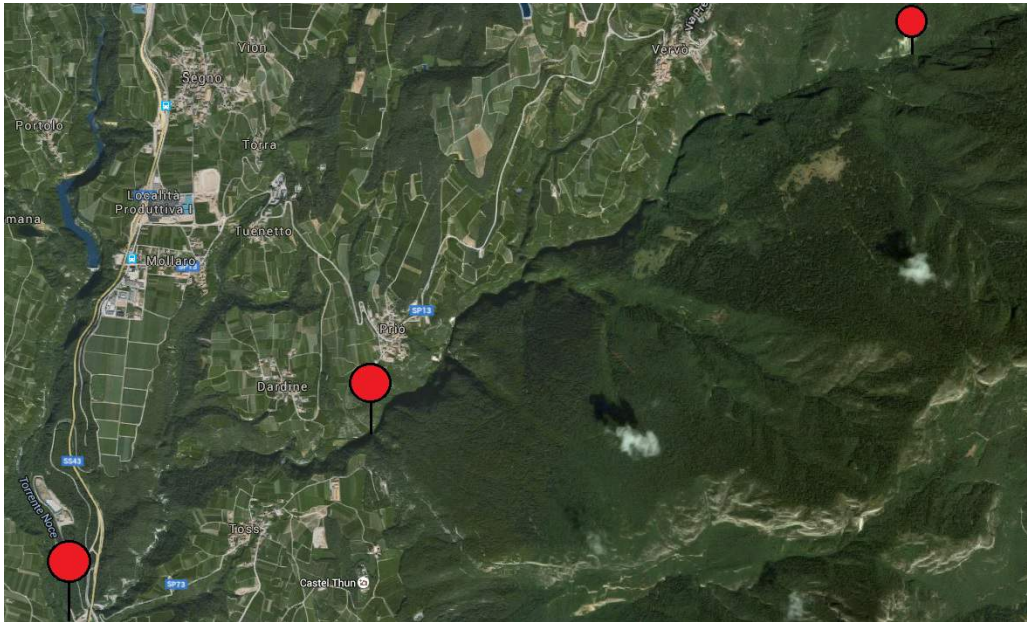


Figura 55: Foce, Acquedotto e Sorgente

4.1 Sorgente

Il Pongaiola nasce in Val di Non, nel territorio del comune di Vervò e la sua sorgente è situata tra due rami: quello della Strenta fra i Cimoni di Vervò ed il Corno e quello di Rodéza fra il Corno e la Predaia.

Ci siamo recati alla sede del comune di Vervò per cercare informazioni circa il percorso da seguire per raggiungerla. Qui siamo riusciti ad ottenere un permesso per poter transitare con la macchina su una strada di montagna (percorso rosso), la quale ci ha permesso di risalire la sorgente (percorso celeste), finché non è più stato possibile (percorso tratteggiato).

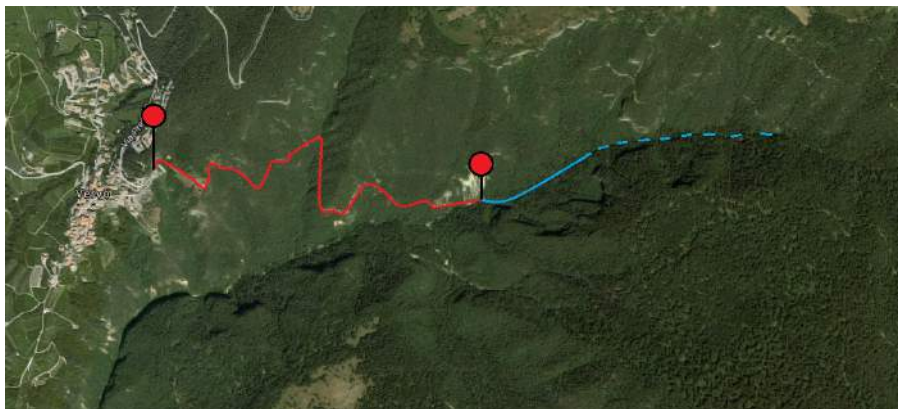


Figura 56: Percorso di risalita alla sorgente



Figura 57: Punto di inizio della camminata

Coordinata N	Coordinata E
46.307505°	11.141159°

Raggiunto il luogo abbiamo constatato che, nel punto in cui siamo arrivati, il Pongaiola si trova in un periodo di secca.



Figura 58: Valle e monte di un ponticello

Per riuscire a trovare un minimo di deflusso idrico è stato quindi necessario risalire un tratto dell'alveo e trovare questa situazione:



Figura 59: Inizio del deflusso raggiunto



Figura 60: Altri punti di deflusso più a valle

Procedendo ancora verso monte non abbiamo trovato altra traccia di acqua, finché non è stata più possibile la risalita.

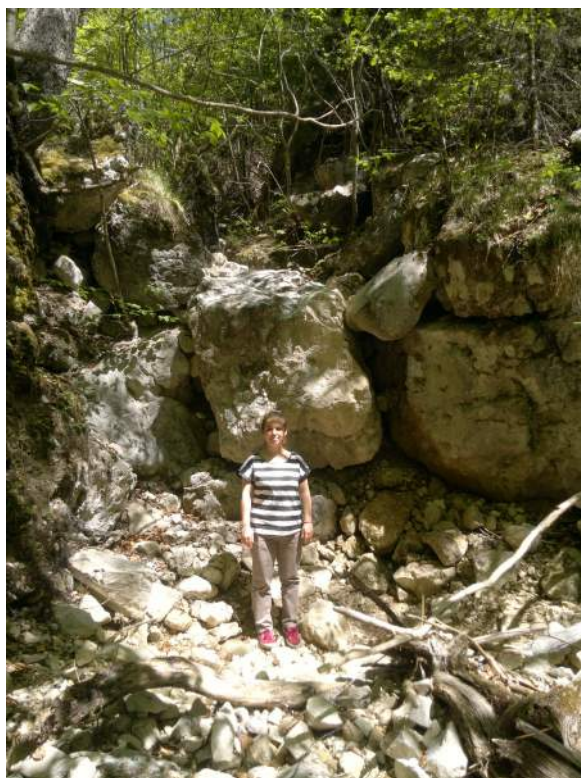


Figura 61: Punto massimo raggiunto

4.2 Valle

Scendendo invece verso il fondovalle, questo è quello che si trova:



Figura 62: Rio Pongaiola verso valle

Non è stato purtroppo possibile raggiungere il punto da cui inizia a fluire acqua a causa del terreno molto ripido e scosceso.



Figura 63: Valle del Rio Pongaiola

Altra cosa che si nota durante il cammino è l'elevata instabilità dei versanti.



Figura 64: Instabilità del versante destro

4.3 Acquedotto

Lungo il percorso troviamo anche l'acquedotto (N46.284036°, E11.091932°) che fornisce il servizio idrico ai paesi di Dardine, Tuennetto, Mollaro, Segno e Torra.



Figura 65: Acquedotto

4.4 Foce

Data dunque l'impossibilità di percorrere per intero il corso del Rio Pongaiola, abbiamo deciso di recarci direttamente alla foce di questo, precisamente nel comune di Campodenno, dove confluisce nel torrente Noce. Qui è stato possibile fotografare il torrente prima del punto di immissione.



Figura 66: Rio Pongaiola prima dell'immissione

Procedendo ancora un po' verso valle si arriva a vedere il punto esatto della confluenza: nelle prime due immagini si ha il Pongaiola in primo piano e sullo sfondo si vede l'immissione nel Noce, la terza invece prende il punto di confluenza (il Pongaiola arriva da sinistra, il Noce da destra).



Figura 67: Confluenza nel torrente Noce



Figura 68: Punto esatto di confluenza

Di questo ultimo punto sono state rilevate le coordinate tramite un dispositivo mobile:

Coordinata N	Coordinata E
$46^{\circ}15'22,5756''$	$11^{\circ}03'36,1116''$

5 Riferimenti Sitografici

1. S. Franceschi, L. Perathoner, M. Toro, G. Formetta; *Slides delle esercitazioni del corso di Idrologia* - Facoltà di Ingegneria Ambientale, Trento.
2. R. Rigon; *Slides del corso di Idrologia* - Facoltà di Ingegneria Ambientale, Trento.
3. D. Caon; *LATEX Manuale di base* - http://www.guit.sssup.it/downloads/man_base.pdf
4. T. Gordini, L. Pantieri; *L'arte di scrivere con LATEX* - www.lorenzopantieri.net/LaTeXfiles/ArteLaTeX.pdf
5. *GIMP: the GNU image manipulator program* - <http://www.gimp.org/>
6. M. Ciolli, A. Vitti, P. Zatelli, F. Zottele; *Server WebGIS* - <http://www.mapserver.ing.unitn.it/webgis> - Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Laboratorio di GIS
7. *Shrink PNG files* - <http://www.tinypng.com>