

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

Analisi idro-geomorfologica del rio Prighel



Docenti:

Prof. Ing. Riccardo RIGON

Studenti:

Marco FRANCHETTO 159322

Filippo ZANFORLIN 160989

Anno Accademico 2014/2015

Indice

1	Introduzione	2
1.1	Inquadramento del torrente	2
1.2	Dati	2
2	Rilevamento sul campo	3
2.1	La foce del rio Prighel	4
2.2	Primo affluente sinistro	5
2.3	Due affluenti secchi	6
2.4	Incrocio con la provinciale	8
2.5	Nei pressi di Bolleri	9
2.6	Il torrente si assottiglia...	10
2.7	Salendo ancora...	11
2.8	Zona paludosa	12
2.9	Verso la sorgente	13
2.10	Punto di controllo della falda	14
2.11	bacino	15
3	Elaborazione al calcolatore	16
3.1	Premessa	16
3.2	Preparazione	17
3.2.1	Campo di lavoro	17
3.2.2	Prima elaborazione	17
3.3	Pitfiller	18
3.4	FlowDirection	19
3.5	DrainDir	20
3.6	MarkOutlets	20
3.7	TotalContributingArea	21
3.8	Curvatures	22
3.9	Topographic Classes	23
3.10	Slope	24
3.11	ExtractNetwork	25
3.12	CutOut	26
3.13	NetworkAttributeBuilder	27
3.14	NetNumbering	28
3.15	Vectorizer e VectorReshaper	29
3.16	TopoIndex	30
3.17	RescaledDistance	31
3.18	Bibliografia e sitografia	32

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Inquadramento del torrente

Il torrente è stato scelto nella regione Trentino, in quanto essa dispone di materiale cartografico e topografico online molto affidabile e facile da reperire. Il torrente oggetto della relazione è il rio Prighel, un rivo situato nella Val dei Mocheni vicino a Trento. Il rio si trova all'altezza di Sant'Orsola, la sua foce è situata a sud-est della località di Bolleri ad una quota di 1804m s.l.m. e confluisce col torrente del Fersina nelle vicinanze del paese di San Francesco ad una quota di 993m s.l.m.

Stando ai dati forniti dall'Università di Padova, il bacino del Rio presenta i seguenti dati:

Area(km ²)	Perimetro(m)	Quota(m) massima	Quota minima(m)	Lunghezza del reticolo(m)
3.24	9005	2316	867	3759

Il nome Prighel è conosciuto soprattutto per la presenza di vecchie miniere, ormai esaurite ma una volta ricche di fluorite, che si trovano a Fierozzo. La zona per noi interessante è stata individuata attraverso l'utilizzo ed il confronto di tre applicazioni online: *Maps* di *Google* (Figura 1.1), la mappatura fornita online da *Kompass* (<http://www.kompass-italia.it/info/mappa-online/>) (Figura 1.2) il WebGIS *Mapserver* dell'università di Trento (<http://mapserver.ing.unitn.it/webgis/iniz.phtml>).



Figura 1.1: Mappa ottenuta da *Google Maps*



Figura 1.2: Mappa ottenuta da *Kompass.it*

1.2 Dati

Per la creazione della mappa viene utilizzato il sistema di riferimento Roma 40 con proiezione Gauss-Boaga, fuso Ovest. I dati sono stati reperiti dal webGIS <http://mapserver.ing.unitn.it/webgis/iniz.phtml>. Da questo sito sono stati scaricati i fogli DTM con risoluzione $10m \times 10m$. Inoltre la nostra mappa ha scala nominale 1:10000.

Per l'elaborazione al calcolatore è stato utilizzato il programma **Stage** usufruendo dei pacchetti preinstallati, quali *Horton Machine*, *Manipulation*, *Raster Processing* e *Vector Processing* per creare i vari raster, vettori e corrispettive analisi. Infine abbiamo utilizzato il programma **QGIS** versione 2.6.0 Brighton come printer dei nostri input raster o vettoriali.

Capitolo 2

Rilevamento sul campo

Oltre alla parte dal calcolatore, è stato effettuato un sopralluogo con raccolta di diverse tipologie di dati riguardanti il rio in diversi punti della sua zona di percorrenza. Si è cominciato tale sopralluogo partendo dalla foce del rio Prighel fino ad arrivare, marcando diversi punti di interesse come zone di affluenza e piccole cascate, nelle vicinanze della fonte.

I dati reperiti sono stati di tre tipologie:

- **Dati fotografici** acquisiti tramite una fotocamera digitale;
- **Coordinate geografiche** tramite l'uso di un **GPS** installato su di un dispositivo mobile, avendo cura di impostare lo stesso sistema di riferimento (Roma 40) e la stessa proiezione (Gauss-Boaga) del DTM usato nella parte al calcolatore;
- **Direzioni di drenaggio** utilizzando una bussola ed imponendo l'origine in direzione N.

2.1 La foce del rio Prighel

La foce del Rio Prighel nel torrente Fersina si divide in due piccoli rami nascosti dalla vegetazione. Le misure sono state prese sulla sponda sinistra del rio.

Direzione di drenaggio	330°
Coordinate GPS:	E 1678568.6 N 5108807.6



Figura 2.1: Parte destra della foce



Figura 2.2: Parte sinistra della foce

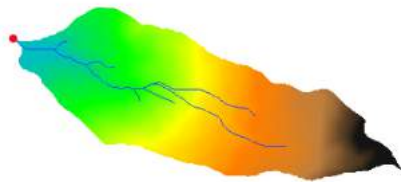


Figura 2.3: Punto di rilevamento sul DTM

2.2 Primo affluente sinistro

Non molto distante dalla foce si è rilevata una parvenza di canale praticamente secco confluente nel rio dalla parte sinistra. Questo non è identificato nella rete idrografica ottenuta con Stage, probabilmente per il fatto che le aree contribuenti sono molto limitate. Anche alcuni dei prossimi rilevamenti avranno come protagonisti “affluenti” secchi, in tutti i casi mai contemplati dalla mappa della rete idrografica ottenuta.

Direzione di drenaggio	330°
Coordinate GPS:	E 1678725.0 N 5108696.8



Figura 2.4: Particolare dell'affluente

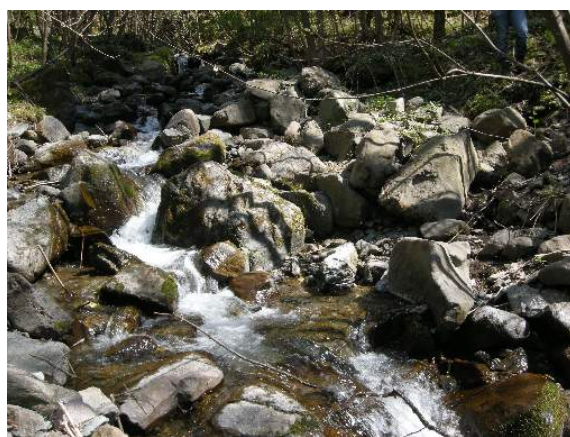


Figura 2.5: Punto di confluenza

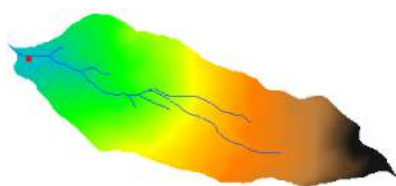


Figura 2.6: Punto di rilevamento sul DTM

2.3 Due affluenti secchi

All'altezza delle località San Francesco e San Felice arrivano al rio da sinistra i letti di due canali completamente secchi e pieni di arbusti, pietre e piante, come si può vedere nelle immagini. A metà tra i due si trova invece un affluente destro attivo.

Direzione di drenaggio	265°
Coordinate GPS:	E 1679144.3 N 5108596.5



Figura 2.7: Primo affluente secco, vista da valle

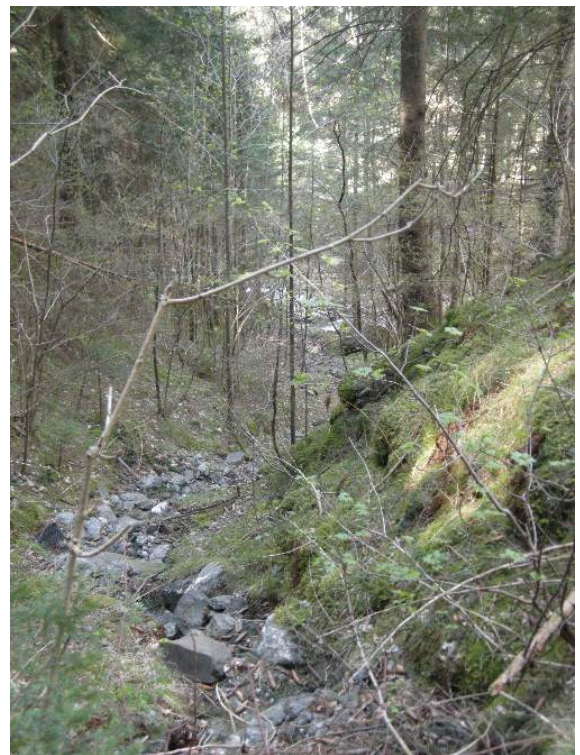


Figura 2.8: Primo affluente secco, vista da monte

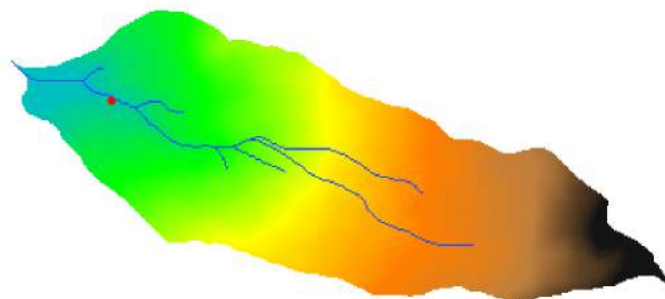


Figura 2.9: Punto di rilevamento sul DTM

Direzione di drenaggio	310°
Coordinate GPS:	E 1679180.5 N 5108577.6



Figura 2.10: Punto di confluenza

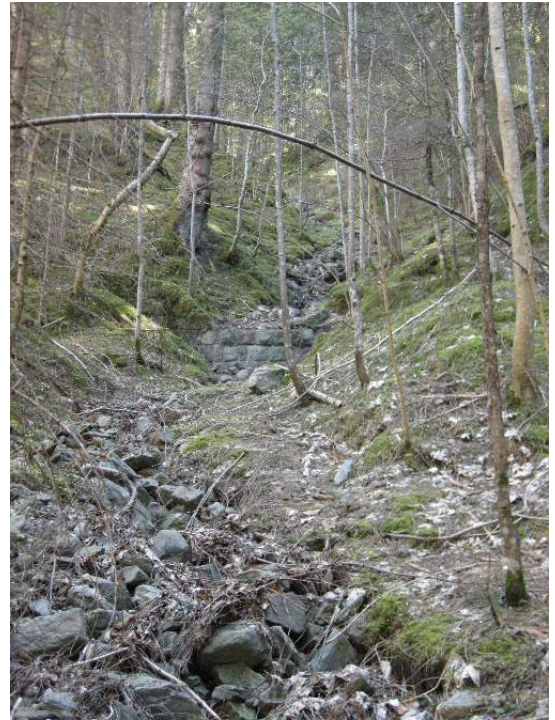


Figura 2.11: Secondo affluente secco, vista da valle

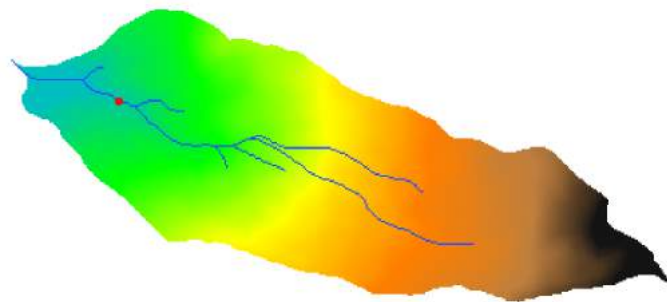


Figura 2.12: Punto di rilevamento sul DTM

2.4 Incrocio con la provinciale

In un punto più a monte, la strada provinciale 135 interseca il Rio Prighel.

Questo tratto del canale è caratterizzato da una lunga serie di cascatelle artificiali, probabilmente utilizzata per ridurre la quantità di trasporto solido da parte del corso d'acqua.

Direzione di drenaggio	310°
Coordinate GPS:	E 1679396.7 N 5108418.1



Figura 2.13: Cascatelle artificiali



Figura 2.14: Rio Prighel che scorre sotto la provinciale

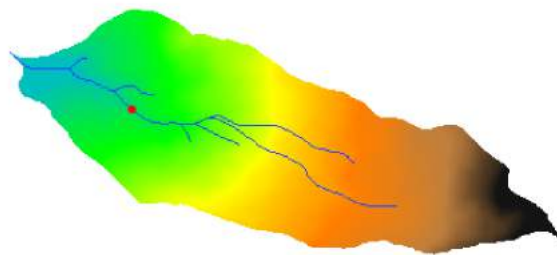


Figura 2.15: Punto di rilevamento sul DTM

2.5 Nei pressi di Bolleri

Presso la località di Bolleri si immette nel rio un affluente di destra con direzione di drenaggio misurata di 250° da Nord, dunque Sud Sud-Est.

Si tratta dell'affluente più significativo del bacino.

Direzione di drenaggio	285°
Coordinate GPS:	E 1679926.4 N 5108357.6



Figura 2.16: Particolare dell'affluente



Figura 2.17: Punto di confluenza

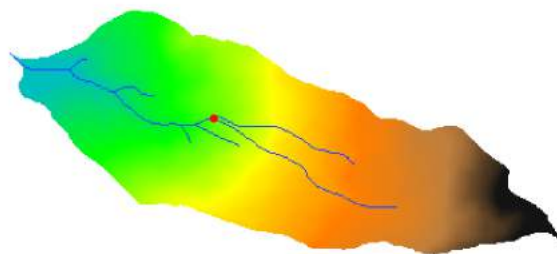


Figura 2.18: Punto di rilevamento sul DTM

2.6 Il torrente si assottiglia...

Più a monte rispetto al punto di affluenza, il Rio Prighel diventa molto più stretto: è stato fotografato un tratto in cui l'erosione diventa più evidente.

Presso questo tratto si immettono vari rivoli dalla parte destra, ma di dimensioni estremamente ridotte (e dunque non contemplati in *Stage*).

Direzione di drenaggio	285° affl.DX arriva da 260°
------------------------	-----------------------------

Coordinate GPS:	E 1680397.3
	N 5108115.4



Figura 2.19: Scavo dovuto all'erosione dell'affluente



Figura 2.20: Rivoli dalla parte destra del rio

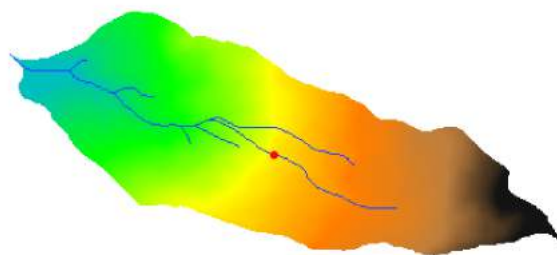


Figura 2.21: Punto di rilevamento sul DTM

2.7 Salendo ancora...

Il rio prosegue il suo percorso attraverso macchie di bosco e tratti di radura.

Direzione di drenaggio	305° / 310°
Coordinate GPS:	E 1680628.2 N 5107928.9



Figura 2.22: Rio Prighel vicino alla sorgente



Figura 2.23: Particolare di una cascatella

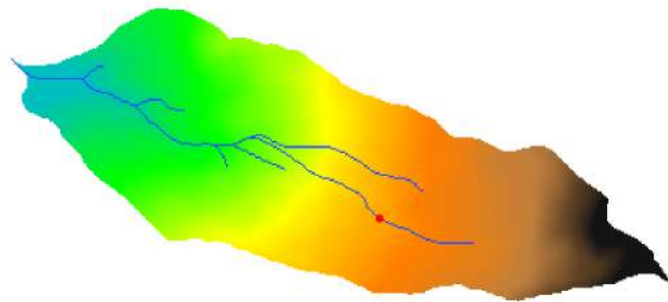


Figura 2.24: Punto di rilevamento sul DTM

2.8 Zona paludosa

Nella parte più a monte è stata rilevata una zona a pendenza quasi nulla. Qui il rio genera una piccola zona paludosa.

Direzione di drenaggio	280°
Coordinate GPS:	E 1681109.4 N 5107759.2



Figura 2.25: Zona paludosa

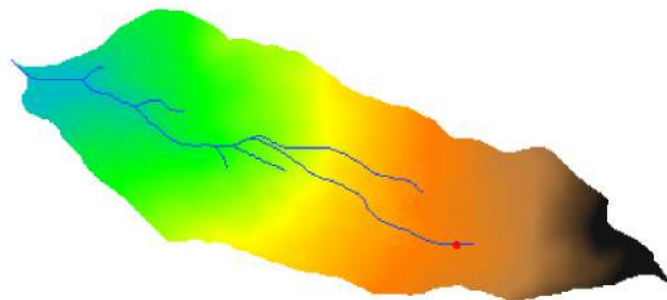


Figura 2.26

2.9 Verso la sorgente

Volgendosi a monte si perdono le tracce del Rio Prighel, tuttavia si scorge una morfologia del terreno adatta a ospitare un eventuale corso d'acqua.



Figura 2.27: Vista da valle



Figura 2.28: Altra vista da valle con demarcazione di un leggero avvallamento

2.10 Punto di controllo della falda

In questa zona è anche presente un punto di controllo delle acque sotterranee, le stesse che con ogni probabilità vanno ad alimentare il rio.



Figura 2.29: Ingresso della stazione di controllo



Figura 2.30: Tubazione che fuoriesce dal piano di campagna

2.11 bacino

Si riportano infine due foto che rappresentano i confini superiori del bacino idrografico del Rio Prighel.



Figura 2.31: Vista del bacino



Figura 2.32: Zoom verso il confine superiore del bacino

Capitolo 3

Elaborazione al calcolatore

3.1 Premessa

Nelle varie mappe si potranno notare due discontinuità: una verticale e una orizzontale. Si è scoperto che tali linee corrispondono ai punti di unione dei fogli DTM. Si è dunque provato in diversi modi a eliminare il problema. Innanzi tutto si è rilanciato il comando **Mosaic12** cambiando il tipo di interpolazione da *nearest neighbour* a *bilinear*, invano. Si è quindi passati al corrispettivo comando di QGIS, in **Raster/Miscellaneous/Merge**, tuttavia anche in questo caso nelle mappe derivanti dal DTM si ripresentava lo stesso fatto. Consapevoli dell'errore che sarebbe derivato da questa discontinuità, ma non avendo le informazioni e conoscenze per risolverlo, si è comunque proceduto nell'analisi del bacino.

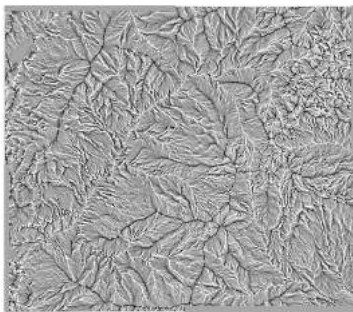


Figura 3.1: Mappa delle curvature planari ottenuta col comando *Mosaic12* con interpolazione *bilinear*

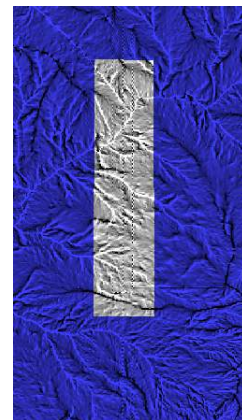


Figura 3.2: Particolare che evidenzia la discontinuità del raster

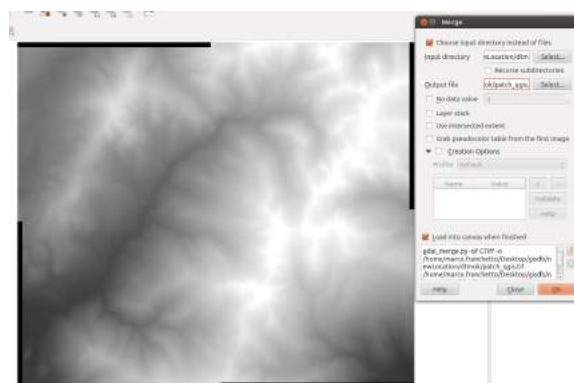


Figura 3.3: DTM ottenuto col comando *Merge* di QGIS

3.2 Preparazione

3.2.1 Campo di lavoro

Prima di poter operare l'elaborazione con la *Horton Machine*, si è dovuto creare un apposito database con all'interno la location contenente il sistema di riferimento e la proiezione cartografica considerata ed il mapset in cui conservare le mappe prodotte. Al suo interno è stata creata una cartella **cell** per contenere i raster prodotti, mentre al di fuori della *location* è stata creata una cartella **vectors** per contenere i file vettoriali prodotti da **Stage**. Inoltre per poter elaborare correttamente i dati georeferenziati con Stage, bisogna far sì che il programma riconosca il sistema di riferimento contenuto nella location e al quale si riferiscono i file raster **.asc**. A tal fine si è dovuto inserire nella location un file **.prj** scaricato da <http://spatialreference.org>, relativo proprio al sistema di riferimento centrato su Monte Mario.

3.2.2 Prima elaborazione

Dal momento che il rio analizzato si trova a cavallo di quattro fogli del DTM fornito da mapserver, il primo comando utilizzato in Stage è stato **Mosaic12**. Si tratta di un comando di raster processing finalizzato all'unione di diverse mappe attraverso un'interpolazione. Nel caso dell'elaborazione presentata, è stata scelta l'interpolazione *al più vicino* (*nearest neighbour*). Si consideri che in un primo momento, per estrarre il bacino di interesse, gli input ai comandi riportati erano relativi a questa patch. Solo in un secondo momento è stato possibile estrarre il bacino del rio Prighel e dunque avere mappe confinate in esso. Tuttavia nella relazione saranno riportati solo i dati e le immagini relativi al bacino stesso.

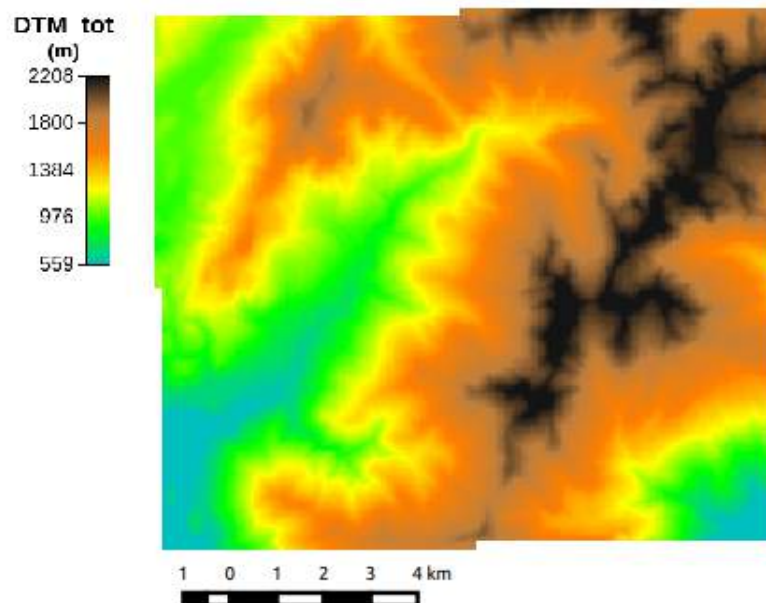


Figura 3.4: DTM patchato dal comando *Mosaic12*

3.3 Pitfiller

Per poter analizzare il DTM con le manipolazioni della Horton Machine, si sono dovute riempire le piccole depressioni che i corsi d'acqua possono tranquillamente riempire e sorpassare o depressioni dovute semplicemente a errori di calcolo nella creazione del DTM. Il comando utilizzato a tale scopo è **Pitfiller**.

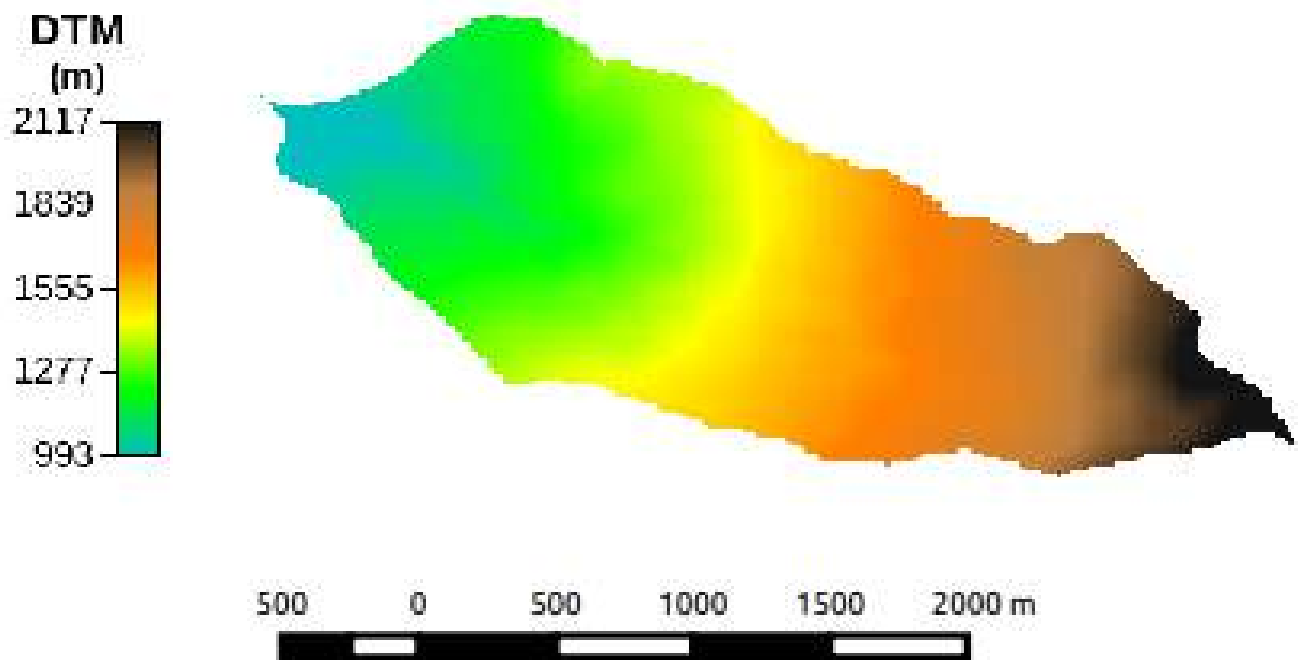


Figura 3.5: DTM depurato da depressioni

Da questa mappa sono stati ottenuti alcuni valori statistici attraverso il raster processor RasterSummary. In particolare possono risultare interessanti i seguenti dati:

quota minima	869m
quota massima	2315m
media delle quote	1491m
range	1446m

3.4 FlowDirection

A questo punto si è utilizzato il comando **FlowDirection**, che calcola la direzione del flusso di ogni pixel considerando la quota degli otto pixel adiacenti. La mappa in output è un raster in cui ogni pixel ha un valore da 1 a 8. Considerando che il valore 1 indica una direzione di drenaggio verso Est, il 2 Nord-Est, il 3 Nord, ecc., si è potuta operare una riclassificazione della legenda in modo che la mappa risultasse di più chiara comprensione.

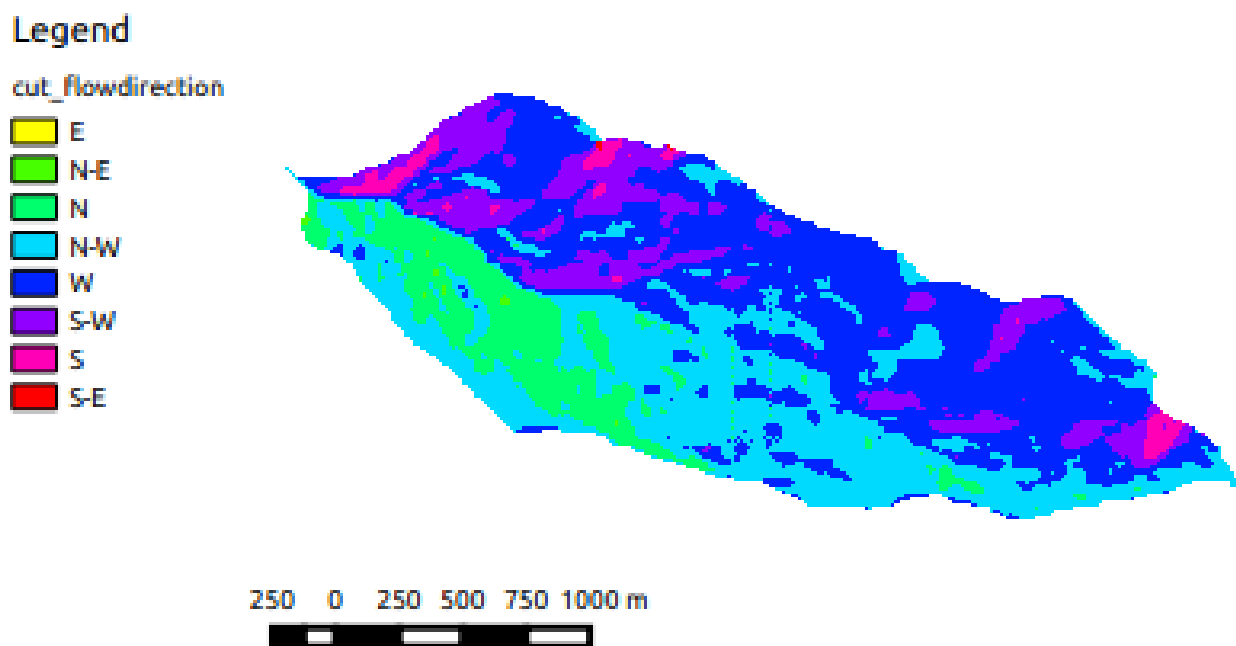


Figura 3.6: Mappa *Flowdirection*

Si può notare che si riesce già ad intuire una direzione in cui il rio tende a confluire. Inoltre facendo la media dei valori dei pixel, sempre con **RasterSummary**, si è potuto ottenere un valore indicativo riguardo alla direzione di drenaggio generale del bacino, seppur molto approssimativa. Tale valore è 4.6159, ovvero direzione **Est-NordEst**.

3.5 DrainDir

Per migliorare i valori ottenuti con *FlowDirection* si è ricorso al comando **DrainDir**, che corregge gli errori della mappa precedente dovuti alla limitazione nel considerare solo otto direzioni indistintamente dall'accumulo di errori.

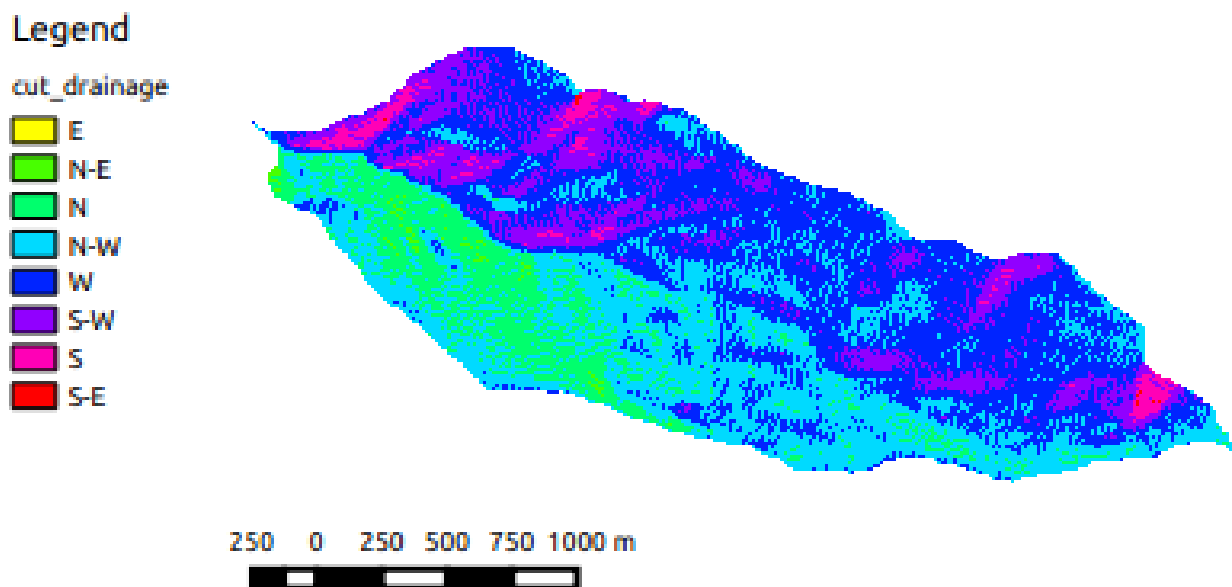


Figura 3.7: Mappa di drenaggio ottenuta col comando *DrainDir*

In questo caso la media viene pari a 4.614, decisamente simile a quella delle direzioni di flusso.

3.6 MarkOutlets

Nella mappa delle direzioni di drenaggio, per identificare gli outlets del bacino, ovvero i pixel che drenano all'esterno, si è utilizzato il comando **Markoutlets**, che li marca con valore 10.

3.7 TotalContributingArea

Lo stesso comando di **DrainDir** fornisce in output anche la mappa delle aree contribuenti, che assegna ad ogni pixel il valore dell'area che contribuisce all'afflusso in esso.

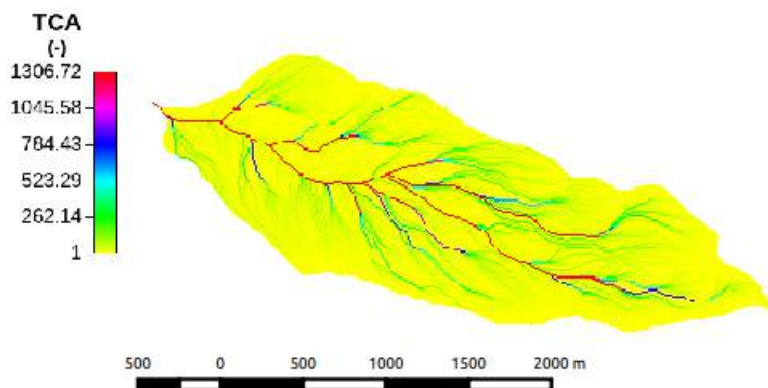


Figura 3.8: Mappa di *TotalContributingArea* ottenuta col comando *DrainDir*

La mappa ottenuta è abbastanza comprensibile e significativa, tuttavia per visualizzare una rete più complessa si è deciso di trasformarla con una scala logaritmica attraverso **MapCalc**. La stringa inserita è la seguente:

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

La **mappa logaritmica** risulta quindi:

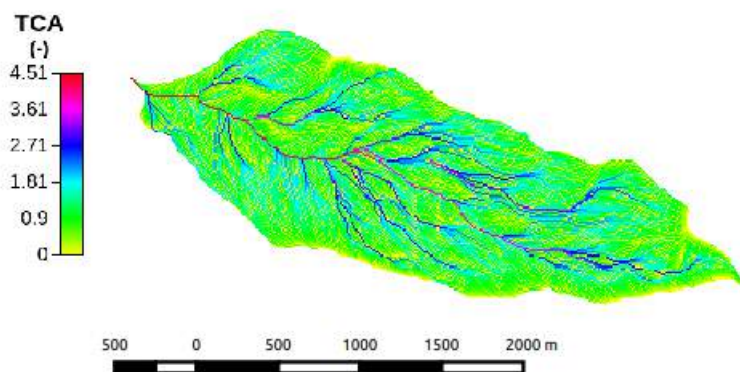


Figura 3.9: Mappa di *TotalContributingArea* in forma *logaritmica* ottenuta con lo strumento *MapCalc*

3.8 Curvatures

Per estrarre la rete idrografica in maniera il più precisa possibile, si è rivelata necessaria la conoscenza delle classi topografiche di ogni pixel, nonché la pendenza di questi. Per poter determinare le classi topografiche, si sono prima calcolate le curvature longitudinali (Figura 3.10) e planari (Figura 3.11) (e tangenziali (Figura 3.12) con il comando **Curvatures**.

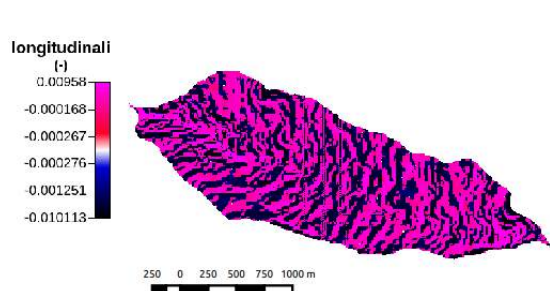


Figura 3.10: Mappa delle curvature *longitudinali*

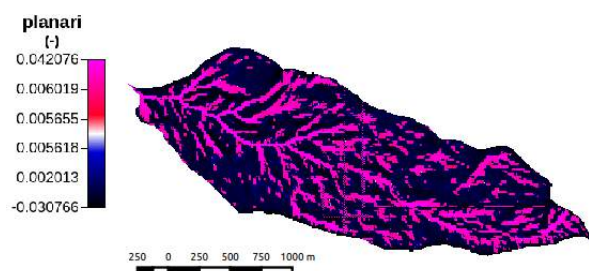


Figura 3.11: Mappa delle curvature *planari*

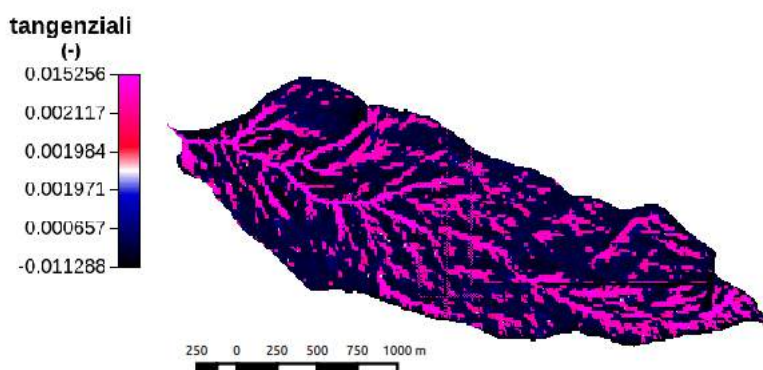


Figura 3.12: Mappa delle curvature *tangenziali*

3.9 Topographic Classes

A questo punto attraverso il comando **Tc** si è potuta ricavare la mappa delle nove classi topografiche (Figura 3.13) insieme a quella delle classi topografiche aggregate in siti concavi, convessi e piani (Figura 3.14). I valori di soglia per definire le condizioni di planarità sono stati 0.001 sia per le curvature longitudinali, sia per quelle planari. Il comando mette a confronto i valori delle curvature per ogni singolo pixel, andando a inserirlo in una delle classi.

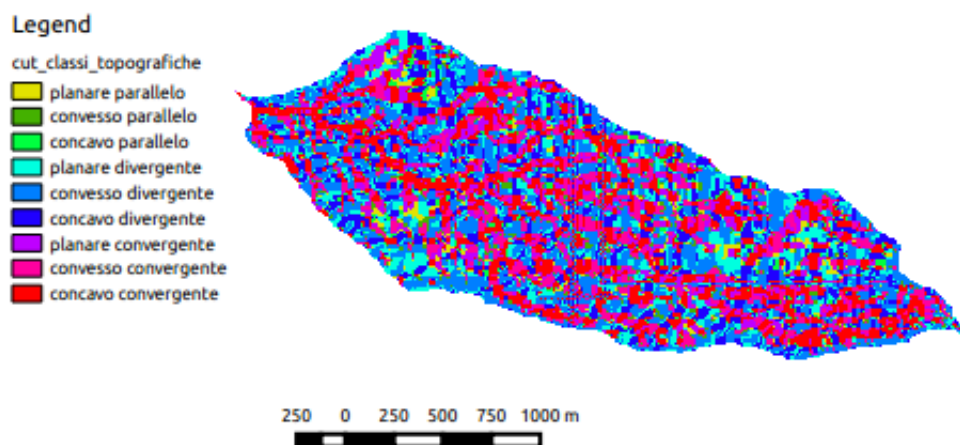


Figura 3.13: Mappa delle nove classi topografiche ottenuta con il comando *Tc*

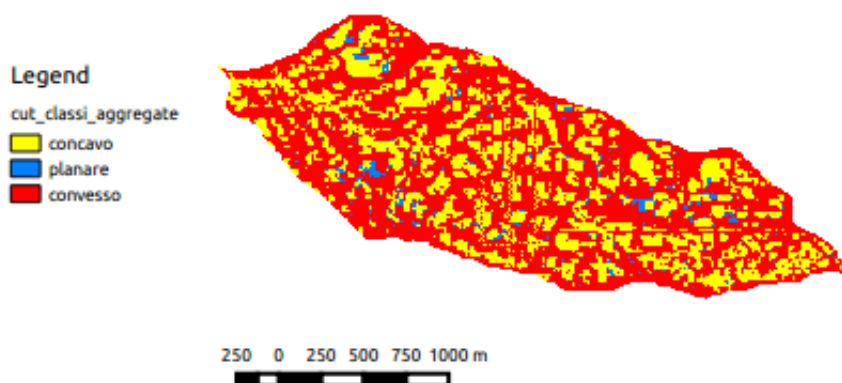


Figura 3.14: Mappa delle nove classi topografiche ottenuta con il comando *Tc*

3.10 Slope

Per la mappa della pendenza si è utilizzato il semplice comando **Slope**.

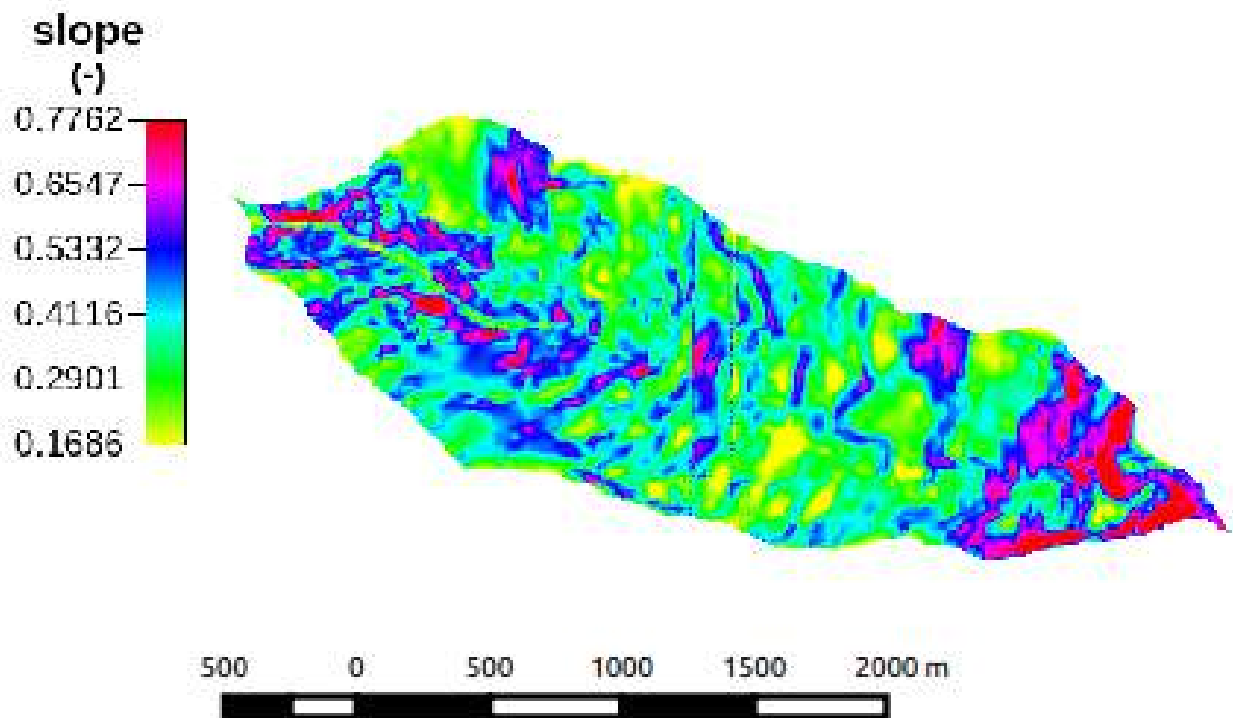


Figura 3.15: Mappa delle pendenze ottenuta con il comando *Slope*

3.11 ExtractNetwork

Si è giunti ora all'estrazione della rete idrografica. Come già preannunciato è stato scelto di utilizzare il metodo più preciso e raffinato, ovvero quello che considera lo sforzo tangenziale solo sui siti convergenti. In questo modo l'origine dei canali è più vicina alla realtà. A tal fine ci si è avvalsi del comando **ExtractNetwork**, inserendo come input la mappa delle direzioni di drenaggio (con gli outlets marcati), la mappa delle aree contribuenti, la mappa delle pendenze e la mappa delle classi topografiche aggregate. Come valore di soglia è stato scelto inizialmente 10. Ovviamente è stato segnalato il metodo di estrazione utilizzato, ovvero il terzo (tca in convergent sites). Solo ora, come già accennato all'inizio, si è potuto confinare il bacino del rio Prighel. Per poterlo fare, sono state visualizzate attraverso QGIS le coordinate del punto di chiusura del bacino (ovvero poco prima dell'affluenza del rio nel torrente Fersina), le quali sono state inserite come input nel comando Wateroutlet insieme alla mappa delle direzioni drenaggio.

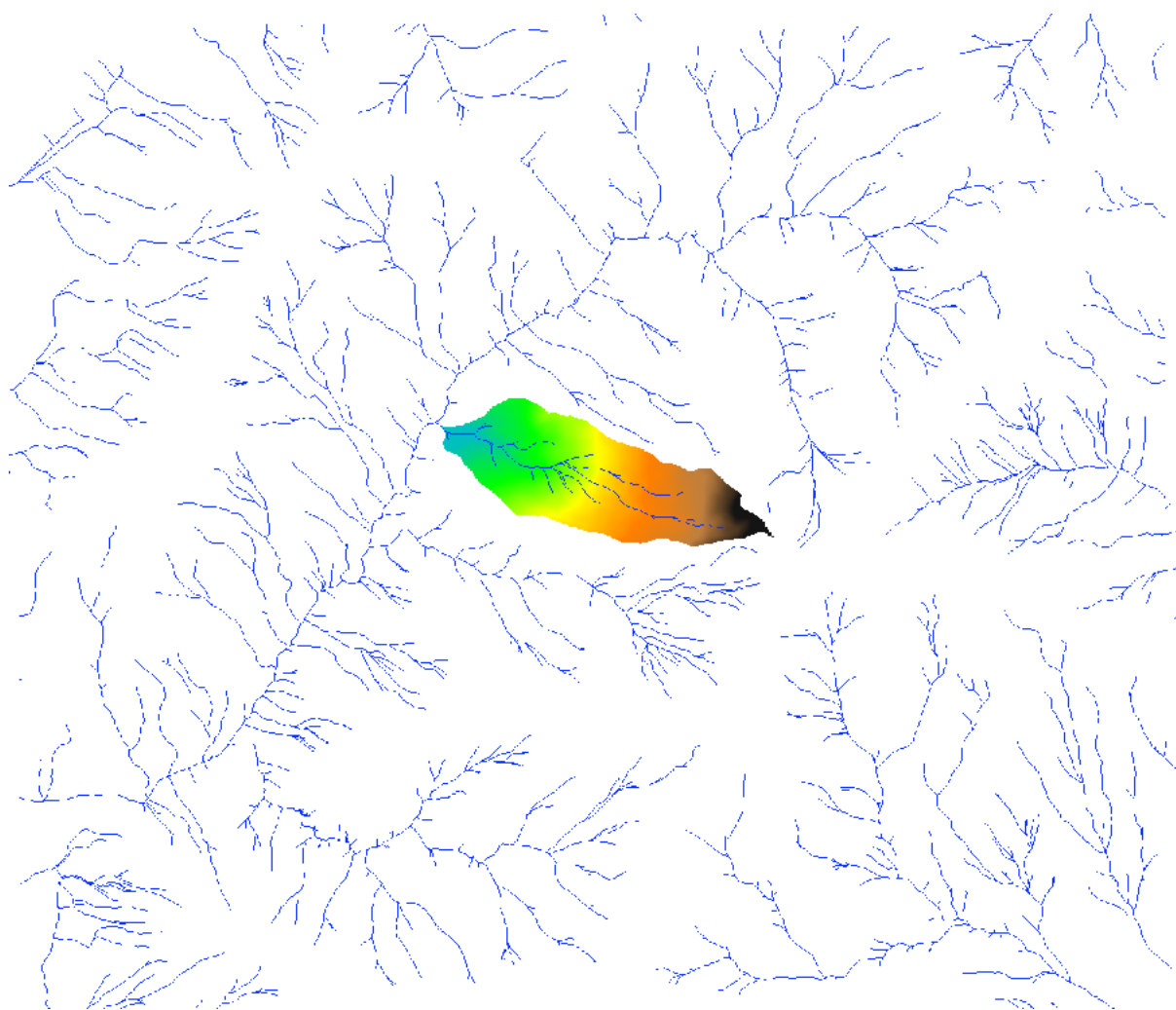


Figura 3.16: Mappa estratta di tutta la rete di drenaggio ottenuta con il comando *ExtractNetwork*

3.12 CutOut

Una volta ottenuta la maschera del bacino, sono state ritagliate tutte le mappe fin'ora descritte per confinarle ed ottenere le immagini e i dati relativi al solo bacino (quelli riportati, in pratica). Il comando per poterlo fare è **Cutout**.

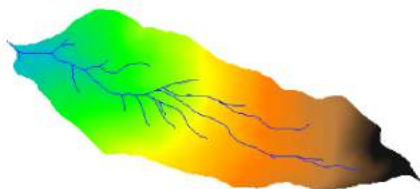


Figura 3.17: Mappa mascherata col comando *CutOut* con soglia pari a 10

A partire dalle mappe ritagliate, si è deciso di provare a riestrarre il reticolo idrografico utilizzando valori di soglia diversi, così da ottimizzare la rete. Si è provato con 50 (Figura 3.18), ottenendo una sola asta; con 25 (Figura 3.19), ma ottenendo una rete ancora poco esplicativa; con 18 (Figura 3.20), ottenendo una rete reputata buona, anche attraverso il confronto con *Google Maps* e *mapserver* e in parte con quanto osservato in loco.

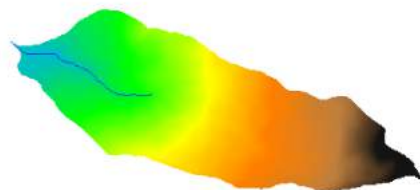


Figura 3.18: Mappa mascherata con soglia pari a 50

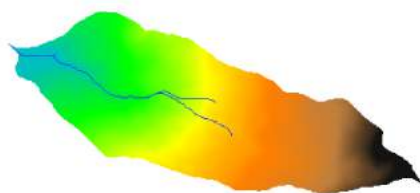


Figura 3.19: Mappa mascherata con soglia pari a 25

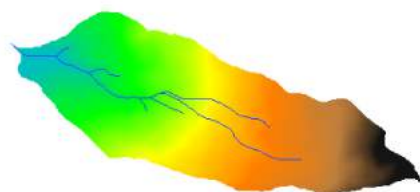


Figura 3.20: Mappa mascherata con soglia pari a 18

3.13 NetworkAttributeBuilder

Per poter recepire utili dati dalla rete idrografica, si è trasformata la mappa raster in vettoriale con il comando **NetworkAttributeBuilder**, dopodichè attraverso **VectorReshaper** sono state estratte le lunghezze delle singole aste.

La funzione utilizzata per la determinazione delle lunghezze con il vector processor è:

```
len=geomLength(the_geom)
```

Si può notare l'utilità di questa mappa (Figura 3.21): è infatti possibile visualizzare una lista completa dei vari rami della rete con relative lunghezze e numerazioni (di STRAHLER e di HACK), oppure interrogare direttamente un'asta per ottenerne le informazioni. Sommando le varie lunghezze, si è ottenuta la lunghezza totale della rete: 5252 m.

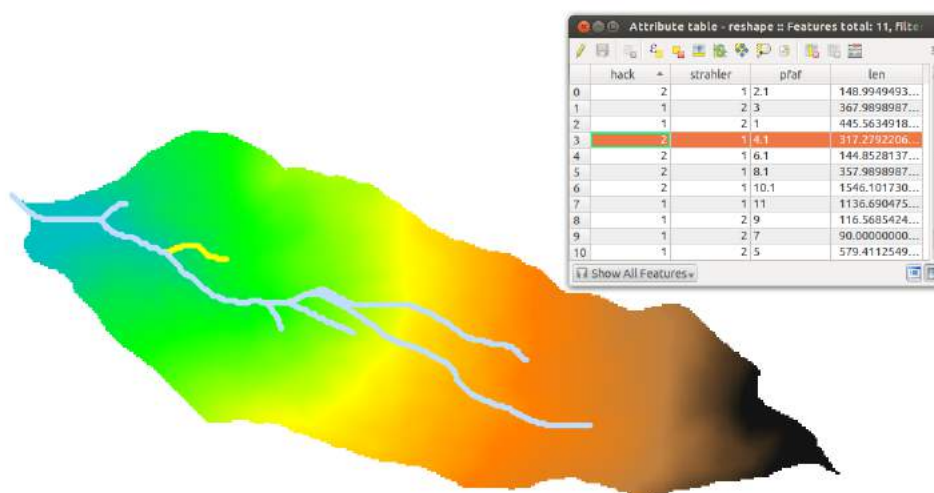


Figura 3.21: Mappa che contiene varie informazioni vettoriali creata con *NetworkAttributeBuilder* e *VectorReshaper*

3.14 NetNumbering

A questo punto si è passati alla determinazione dei sottobacini: per farlo si è usato il comando **NetNumbering**, che dà in output la mappa dei sottobacini appunto, più la mappa raster della rete numerata a seconda del sottobacino a cui appartiene. Per ottenere un numero adeguato di sottobacini si è tenuta un'alta soglia delle aree contribuenti: 100000, molto al di sopra del valore usato per ExtractNetwork. I sottobacini così ottenuti sono 11, esattamente tanti quanti i rami calcolati con ExtractNetwork con soglia 18.

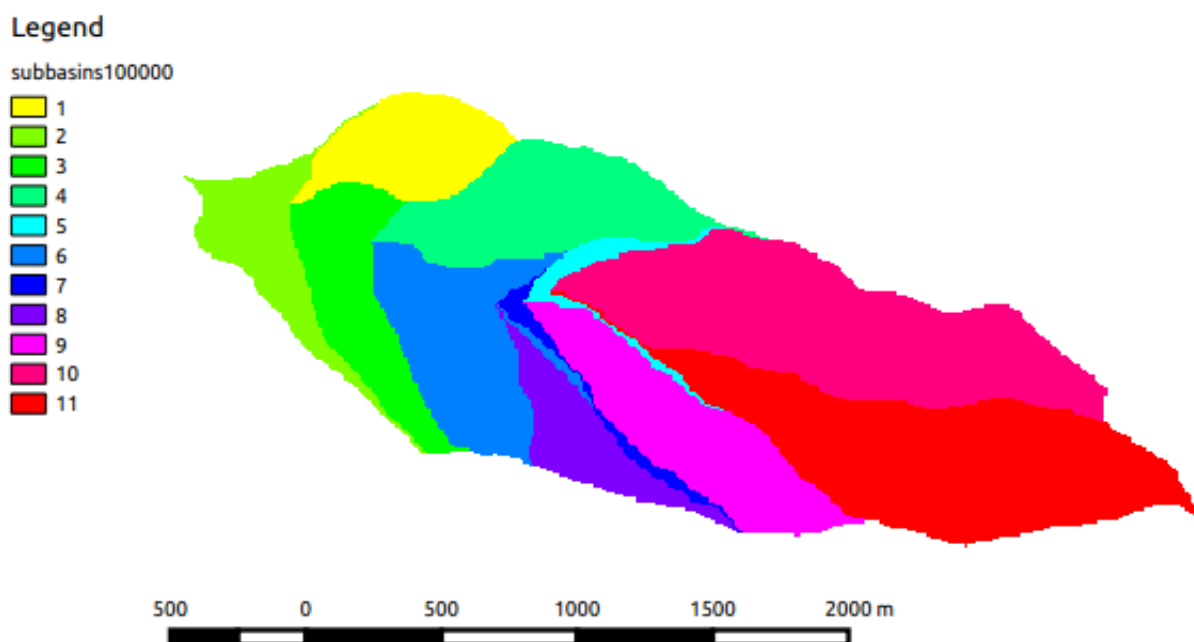


Figura 3.22: Mappa dei sottobacini creata con *Netnumbering*

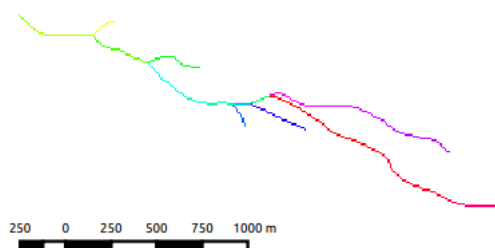


Figura 3.23: Mappa della rete numerata creata con *Netnumbering*

3.15 Vectorizer e VectorReshaper

Si è quindi trasformata la mappa raster dei sottobacini in vettoriale, in modo da ottenere varie informazioni riguardo i sottobacini, come area e perimetro. Il comando adoperato è **Vectorizer**. Si è dovuto provare più volte a modificare il valore di soglia dei pixel minimi per poter considerare un sottobacino tale, dato che tenendo questo valore nullo venivano rilevati anche sottobacini minuscoli. Alla fine il valore scelto è stato 20 pixel. È questo il motivo per cui si notano dei buchi nella mappa.

Successivamente è stato usato il comando **VectorReshaper** con la stringa

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

così da ottenere i **centroidi** molto importanti per eventuali analisi geostatistiche.

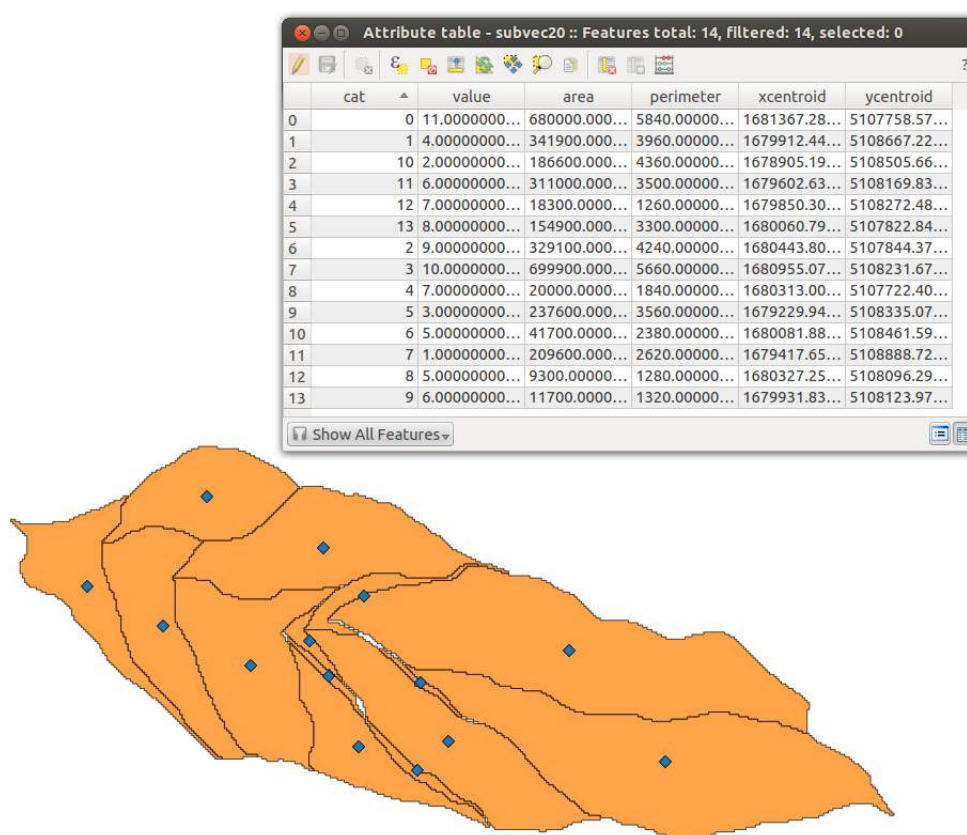


Figura 3.24: Mappa vettoriale dei sottobacini creata con *Vectorizer*

Si noti che il numero di sottobacini è aumentato da 11 a 13. Questo è dovuto al fatto che due bacini sono stati tagliati dal processo, poichè sono talmente stretti che in un punto sono collegati da solo uno spigolo di pixel.

3.16 TopoIndex

Si sono utilizzati ora alcuni comandi non basilari ma comunque utili per l'analisi idro-geomorfologica. Innanzi tutto con **TopoIndex** si è ottenuta la mappa contenente i valori dell'indice topografico di ogni pixel. Con esso si può capire la tendenza dei singoli punti a saturarsi, grazie al rapporto:

$$T_i = \log\left(\frac{A}{b\nabla(z)}\right)$$

dove A/b è l'area contribuyente totale su perimetro e z la pendenza. I punti con maggiore indice topografico, a parità di caratteristiche idrogeomorfoclimatologiche, si satureranno prima.

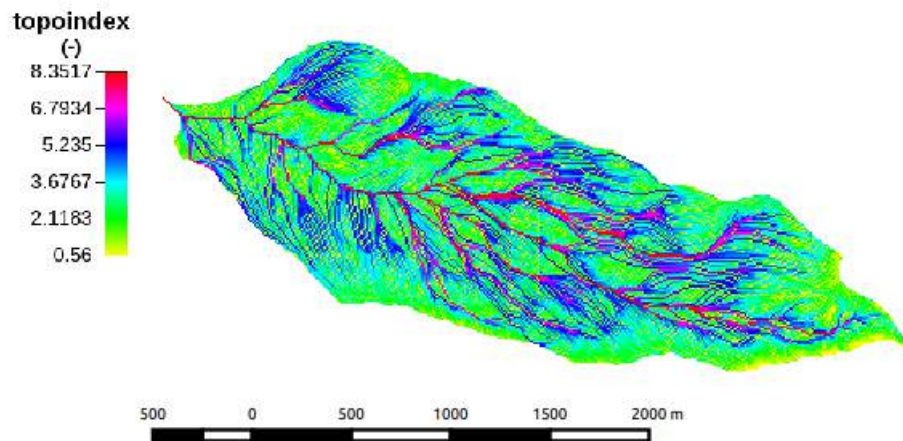


Figura 3.25: Mappa degli indici topografici creata con *TopoIndex*

Alcuni punti potrebbero avere indice non definito, poiché il rapporto sopra citato tende a zero. Questi però, dovrebbero invece avere indice topografico massimo! Per ovviare a questo problema si è inserita la seguente stringa in *Mapcalc*, così da assegnare valore 25 a questi punti:

```
{topoindex=read; topoindex_2=read;
out=write;}
if (isnan( topoindex )) { out = null; }
else { if (isnan( topoindex )) { out = 25; }
else { out = topoindex; } ; }
```

Si è scoperto che in realtà i valori per le due mappe venivano identici, probabilmente per il fatto che non ci sono punti con pendenza nulla (o sono decisamente trascurabili come numero). Infatti la media dell'indice topografico ottenuta con *RasterSummary* veniva uguale, e pari a **3.3704**.

3.17 RescaledDistance

Un altro comando utilizzato è **RescaledDistance**, che permette di calcolare lungo le direzioni di drenaggio le distanze dei punti dall'outlet del bacino. Come rapporto tra la velocità nei canali e velocità nei versanti è stato inserito 1, così da avere in output le distanze *semplici*.

The min value = 10.0000
The max value = 18093.7171
The mean value = 6500.7802

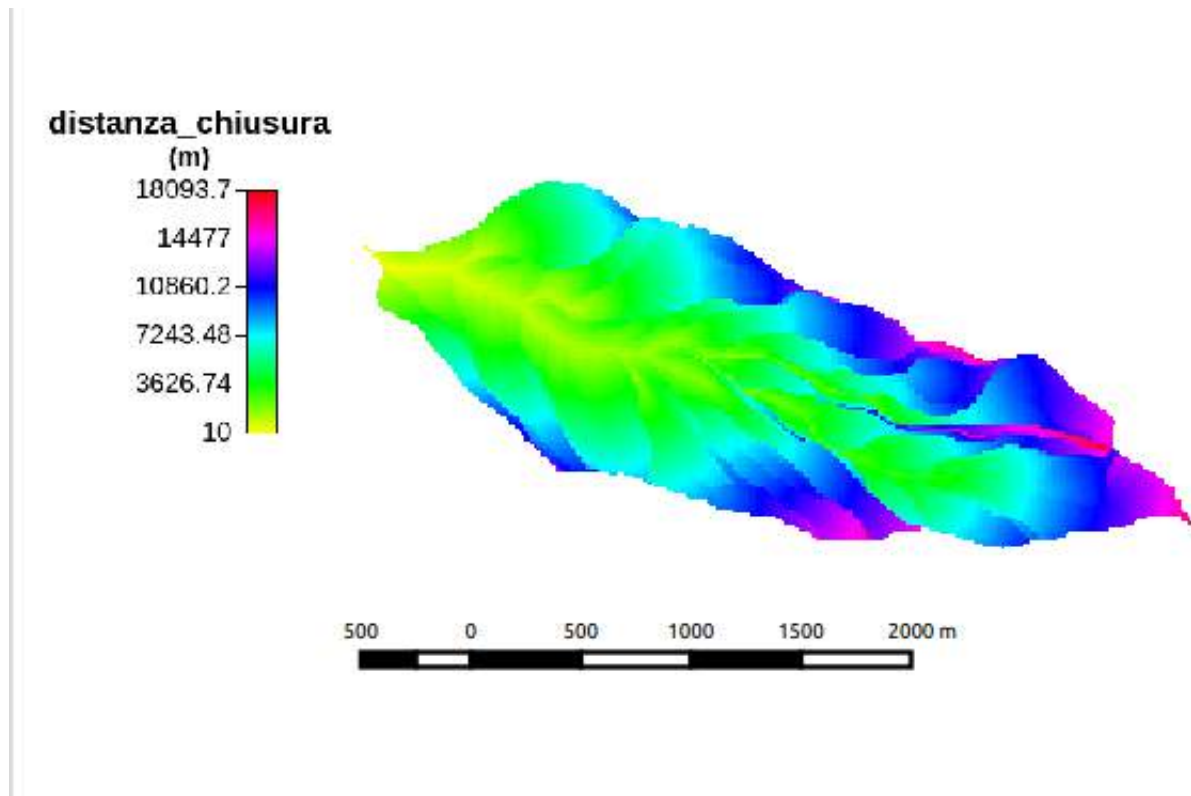


Figura 3.26: Mappa delle distanze dei punti del bacino dall'outlet creata con *RescaledDistance*

3.18 Bibliografia e sitografia

<http://www.agraria.unipd.it/materiale/Tesaf/Dagostino/SIF_WEB/morfometria.htm>

<http://www.stubevalzburg.it/museominierevignola/foto-video-8/dsc0006/>

<http://abouthydrology.blogspot.it/2012/02/il-corso-di-idrologia-2012-my-hydrology.html>

D.ZAMPIERI, *Relazione idrogeomorfologica sul Rio Negro*