



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Dipartimento di Geoscienze
Direttore Prof. Cristina Stefani

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN
SCIENZE GEOLOGICHE

**GEOMORFOLOGIA DEL QUARTIER DEL
PIAVE ORIENTALE (PROVINCIA DI TREVISO)**

*Relatori: Prof. Aldino Bondesan
Dott. Francesco Ferrarese*

Laureanda: Arianna Vettorello

ANNO ACCADEMICO 2012 / 2013

Indice

Introduzione	pag. 1
1. Inquadramento dell'area	pag. 2
1.1 Inquadramento geografico	pag. 2
1.2 Inquadramento geologico e geomorfologico	pag. 3
2. Strumenti e metodi	pag. 5
2.1 Acquisizione dei dati LiDAR	pag. 5
2.2 Trattamento dei dati LiDAR tramite FFT	pag. 6
3. Modellazione del substrato roccioso	pag. 10
3.1 Realizzazione del modello	pag. 10
3.2 Stima dello spessore della copertura sedimentaria	pag. 15
3.3 Interpretazioni del modello	pag. 17
3.4 Problemi interpretativi nello svolgimento del lavoro	pag. 19
4. Carta geomorfologica	pag. 20
4.1 Materiale di supporto	pag. 20
4.2 Individuazione degli elementi geomorfologici	pag. 21
5. Profili del Fiume Soligo	pag. 25
Conclusioni	pag. 29
Bibliografia	pag. 30
Allegato 1 – Carta geomorfologica	pag. 31

Introduzione

Questo lavoro interessa il Quartier del Piave, in provincia di Treviso.

Lo studio ha un triplice obiettivo: a) creare un modello tridimensionale del substrato roccioso per descriverne la morfologia sepolta dalla copertura quaternaria; b) allestire una carta geomorfologica aggiornata, anche attraverso tecniche GIS; c) ricostruire la morfologia dei terrazzi fluviali del Fiume Soligo.

Il territorio preso in esame si colloca in provincia di Treviso ed è compreso nei comuni di Vidor, Moriago della Battaglia, Sernaglia della Battaglia, Farra di Soligo e Pieve di Soligo. La piana del Quartier del Piave è limitata a S dal colle del Montello, a N e NO dalle Prealpi e dalle formazioni a hogback, a O dal Fiume Piave e a E dai rilievi collinari tra Collalto e Refrontolo.

Ai fini di questo studio sono stati utilizzati il DTM (ricavato dall'elaborazione dei dati LiDAR OGS – Provincia di Treviso, rilievo 2007), il DEM, le stratigrafie di pozzi ottenute da varie fonti (ISPRA, P.A.T.I. comunali, Geoservizi S.R.L., relazioni geologiche professionali), i rilievi di campagna e le cartografie tematiche edite e inedite, in particolare quelle tratte dal P.A.T.I. del Quartier del Piave.

I modelli ottenuti sono stati realizzati attraverso l'uso del software GIS ArcMap e IdrisiGIS.

1. Inquadramento dell'area

1.1 Inquadramento geografico

Il Quartier del Piave è un'area geografica situata nella regione Veneto, in provincia di Treviso, e interessa sei comuni: Vidor, Moriago della Battaglia, Farra di Soligo, Sernaglia della Battaglia, Pieve di Soligo e Refrontolo. Tale area si colloca al limite settentrionale dell'alta pianura veneta ed è compresa tra la fascia prealpina trevigiana a N e il limite superiore del rilievo del Montello a Sud (Fig. 1).

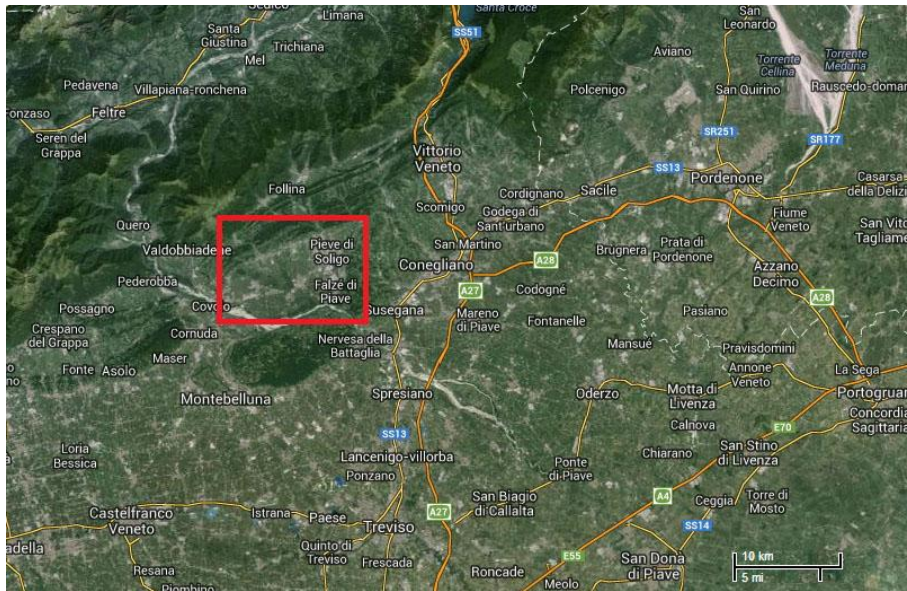


Fig. 1 Inquadramento dell'area di studio da satellite (da Google Map).

La zona presa in esame ha un'altitudine che varia tra una quota massima di circa 470 m s.l.m. e una quota minima di circa 90 m s.l.m. e copre una superficie complessiva di circa 110 km²(Comune di Farra di Soligo, PAT2008; Quartier del Piave, PATI2011).

Complessivamente può essere descritta come un piano leggermente inclinato verso SE delimitato lungo la fascia orientale dai dossi di Refrontolo, Collalto e S. Salvatore, mentre il lato settentrionale segue l'arco delle colline mioceniche di Soligo, Farra e Col S. Martino, fino a Vidor. In questo punto i rilievi sono troncati dal corso del Piave che,

raggiunto il lato settentrionale del Montello, volge a E per poi uscire dalla stretta di Nervesa dove sbocca in aperta pianura (Toniolo, 1914).

1.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico l'area studiata si presenta come una zona di transizione tra Prealpi e pianura. Le Prealpi si sono formate a seguito di una deformazione compressiva che ha dato origine all'innalzamento della Catena Alpina e ad una serie di strutture geologiche come pieghe e sovrascorrimenti. La catena prealpina sfuma verso la pianura in una serie di colline alternate a piccole vallecole: questa morfologia può essere attribuita agli hogback (Fig. 2), rilievi monoclinali caratterizzati da creste in corrispondenza dei livelli più competenti intervallate da valli monoclinali incise nei litotipi più teneri.

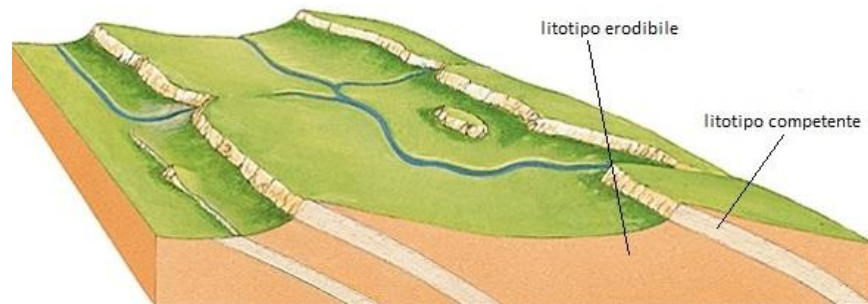


Fig. 2 Hogback (www.larousse.fr)

La zona oggetto di studio, oltre ad essere stata deformata dall'azione dell'orogenesi alpina, è stata anche plasmata dagli agenti esogeni, tra cui il modellamento glaciale. Il ghiacciaio del Piave (Fig. 3) è sicuramente il più importante, infatti la sua azione erosiva

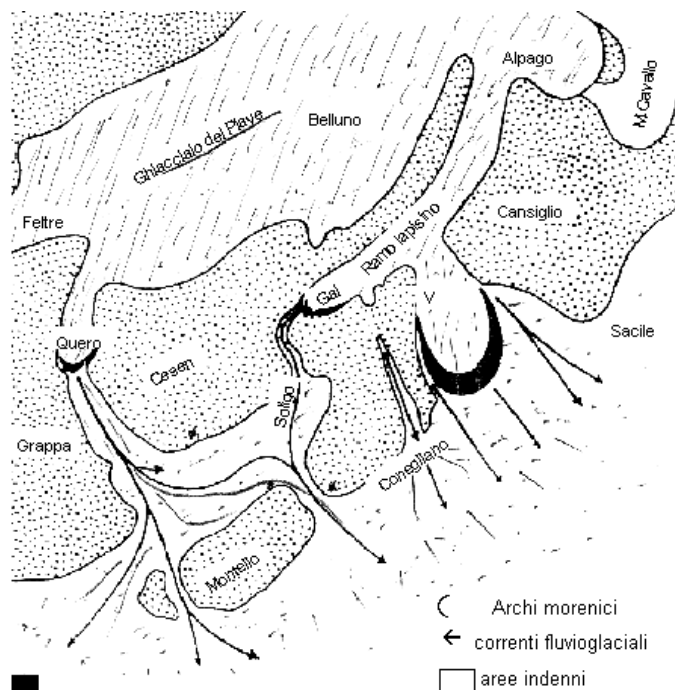


Fig. 3 Il ghiacciaio del Fiume Piave durante le fasi glaciali di Würm (VAS Comune di Farra di Soligo-PAT2008).

ha determinato l'accumulo di ingenti quantità di depositi morenici fino alla pianura, tutt'ora osservabili. La glaciazione di Würm è quella che ha contribuito maggiormente al modellamento del territorio, generando grandi quantitativi di depositi poi rielaborati o ricoperti da sedimenti fluviali. La successiva fusione dei ghiacciai ha determinato la formazione dei due principali corsi d'acqua che attraversano il Quartier del Piave: il Fiume Soligo e il Fiume Piave, che confluiscono nella zona a SE dell'area. Il continuo trasporto di materiale da parte dei due corsi d'acqua ha contribuito alla formazione di due ampi conoidi prevalentemente ghiaiosi: il conoide della Valle del Piave e il conoide della Valle del Soligo.

Dal punto di vista geologico – strutturale l'area oggetto di studio può essere schematicamente suddivisa in quattro parti:

- a N le colline (hogback, in questo caso specifico immergenti a S) sono costituite da una successione ripetuta di conglomerati

compatti interrotti da argille, aventi un'età complessiva collocabile nel Miocene;

- al centro del Quartier del Piave è situata la zona dei Palù, costituita da termini prevalentemente argillosi di età Olocenica;
- nella porzione a S e ad E si trovano accumuli ghiaiosi generati nell'Era Quaternaria a seguito dell'accumulo di alluvioni generate dai flussi fluvioglaciali e fluviali legate ai Fiumi Piave e Soligo.

In questo settore si possono trovare alternanze di ghiaie, sabbie e livelli coesivi più fini;

- a S è presente l'ampio alveo di tipo braided del Fiume Piave.

2. Strumenti e metodi

2.1 Acquisizione dei dati LiDAR

Il LiDAR è una particolare tecnica di telerilevamento utilizzata per la realizzazione di rilievi topografici ad alta risoluzione. Il rilevamento viene realizzato attraverso l'impiego di un mezzo aereo sul quale è installato un

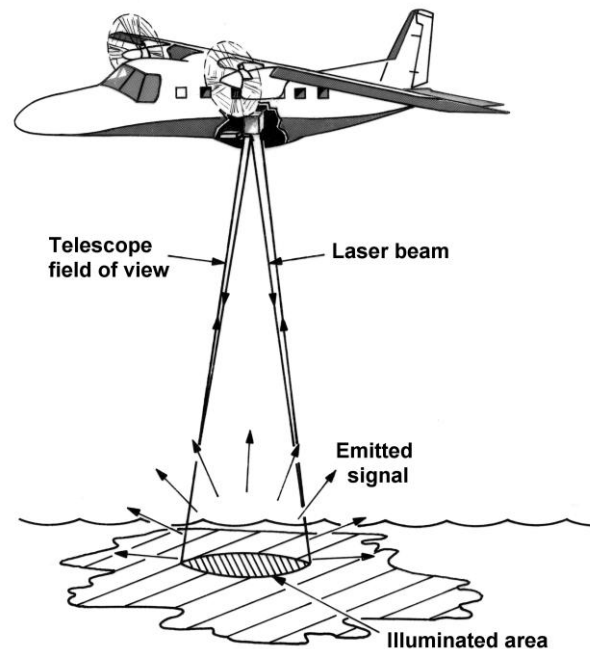


Fig. 4 Rilevamento LiDAR (lms.seos-project.eu)

laser scanner, composto da un trasmettitore e da un ricevitore, e da un sistema di acquisizione dati (Fig. 4). Ciò che si ottiene da un rilievo LiDAR è un insieme di punti, ognuno avente informazioni sulle coordinate geografiche, sulla quota (calcolata basandosi sulla differenza di tempo

intercorso tra il segnale emesso e il segnale riflesso) e sull'intensità del segnale riflesso. Se si

analizzano i segnali riflessi si può notare che sono caratterizzati da un ritorno multiplo, questo si può spiegare considerando la presenza di vegetazione, attraverso cui il LiDAR penetra riflettendo vari livelli. Considerato che il laser acquisisce la posizione di molteplici impulsi, dopo l'acquisizione dei dati si passa alla differenziazione degli impulsi classificabili come superfici arboree ed elementi antropici (cavi, edifici, ponti, automobili etc.) dagli impulsi che risultano essere riflessi dal suolo. Dalla nuvola di punti si ottiene un Modello Digitale di Superficie (DSM), mentre attraverso elaborazioni successive si possono filtrare i punti che appartengono solamente alla superficie del suolo, creando così un Modello Digitale del Terreno (DTM).

(<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it>)

2.2 Trattamento dei dati LiDAR tramite FFT

Il DTM creato dall'elaborazione dei dati LiDAR è stato sottoposto a filtraggio attraverso la trasformata di Fourier, metodo che consente di agire su grandezze specifiche, selezionandole e diminuendo (o accentuando) gli effetti sul resto della scena geografica.

Il DTM è stato quindi processato attraverso il software IdrisiGIS con

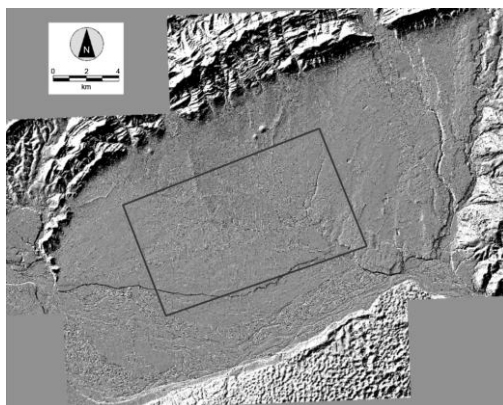


Fig. 5 Lumeggiamento del DTM ottenuto da LiDAR *ground processed*. In rosso l'area utilizzata per il calcolo dell'RMSE.

l'algoritmo FFT (*Fast Fourier Transform*):

l'immagine è stata scomposta in una parte reale (a), una parte immaginaria (b) di un numero complesso e nel *power spectrum*

(spettro elevato a potenza); questo esprime l'ampiezza delle onde armoniche di cui è

composta l'immagine (in IdrisiGIS: $ps = \ln(1+a^2+b^2)$). Lavorando sull'ampiezza si può ricostruire l'immagine aumentando o

diminuendo la grandezza (in questo specifico caso la quota s.l.m.) di forme corrispondenti alle grandezze selezionate.

In queste circostanze si è voluto attenuare l'effetto breaklines e altre strutture antropiche applicando al *power spectrum* un filtro passa basso di Hannings, che consente un passaggio graduale dalle frequenze filtrate a quelle non filtrate, con lo scopo di ottenere una superficie più regolare e omogenea.

L'errore quadratico medio (RMSE) fornisce un'indicazione su quanto è stato alterato il dato originario. Questo calcolo è stato effettuato considerando un'area campione effettivamente rientrante nell'area di studio (Fig. 5): è stata scelta un'area di pianura, ampia circa 2 km², dove si intende svolgere l'analisi dei dati così processati (Tab. 1).

	DTM LiDAR - FFT300	DTM LiDAR - FFT150	DTM LiDAR - FFT75
RMSE (m)	0.64	0.90	1.22

Tab. 1 Errore quadratico medio (RMSE), espresso in metri, su un'area campione di 2.052 m². L'errore è calcolato tra le diverse trasformate di Fourier e la superficie originale. Si nota, al diminuire delle ampiezze originarie, l'aumentare dell'errore.

1

a le varie trasformate di Fourier si è preferito lavorare sulla filtrata a 150 ampiezze originali (Fig. 8) che, anche se si perdono alcuni elementi lineari come le incisioni dei corsi d'acqua, ha il vantaggio di eliminare in parte alcune infrastrutture antropiche come dossi di strade secondarie e i campi. L'effetto ottenuto sulle superfici così filtrate ha permesso di svolgere delle analisi cluster (raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati) su alcune loro variabili topografiche per tentare una classificazione automatica o semiautomatica delle forme del rilievo.

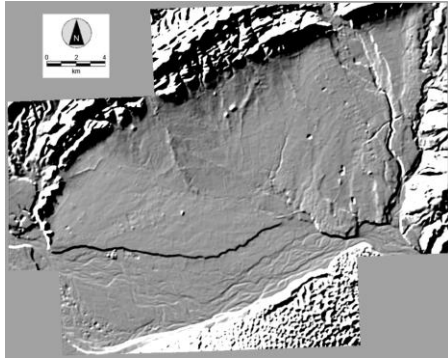


Fig. 6 Lumezzamento DTM LiDAR dopo la trasformata di Fourier (FFT) dopo la selezione delle 300 ampiezze più significative con un filtro Hanning *low pass*.

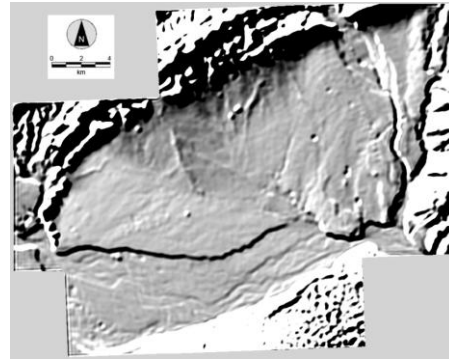


Fig. 7 Lumezzamento DTM LiDAR dopo la trasformata di Fourier (FFT) dopo la selezione delle 75 ampiezze più significative con un filtro Hanning *low pass*

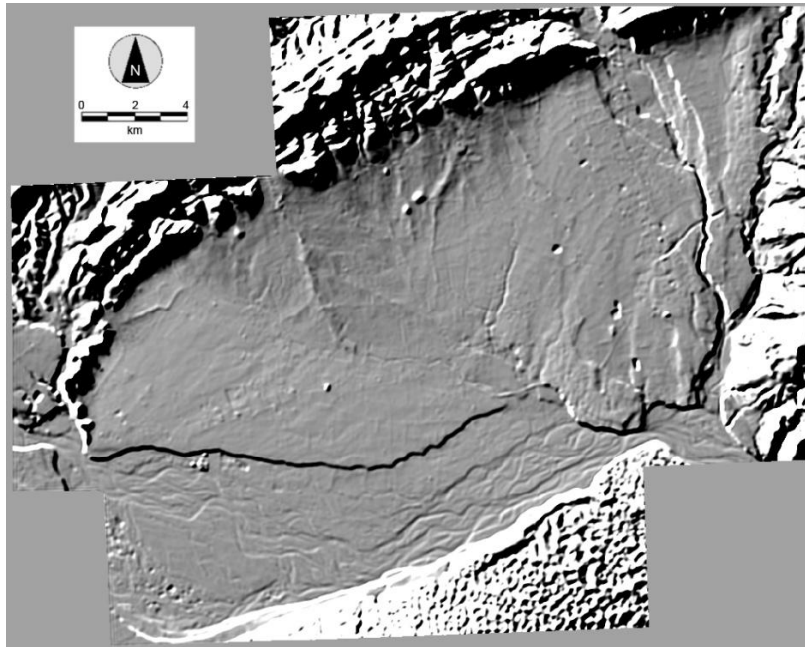


Fig. 8 Lumezzamento DTM LiDAR dopo la trasformata di Fourier (FFT) dopo la selezione delle 150 ampiezze più significative con un filtro Hanning *low pass*.

In particolare, sono state calcolate:

- Inclinazione: la pendenza delle superfici calcolata in gradi;
- Esposizione: azimuth della massima pendenza della superficie;
- Gradiente o energia del rilievo: dislivello massimo in una griglia 3x3 pixel;

- **Runoff:** calcolo dell'accumulo di deflusso (flow accumulation);
- **Facet:** sfaccettatura del rilievo (gruppi omogenei di esposizione), in modo da individuare parti di superficie contigue la cui esposizione non varia di molto; ciò consente di uniformare landforms troppo frammentarie. In figura 9 le porzioni caratterizzate da uguale colorazione presentano la stessa esposizione.

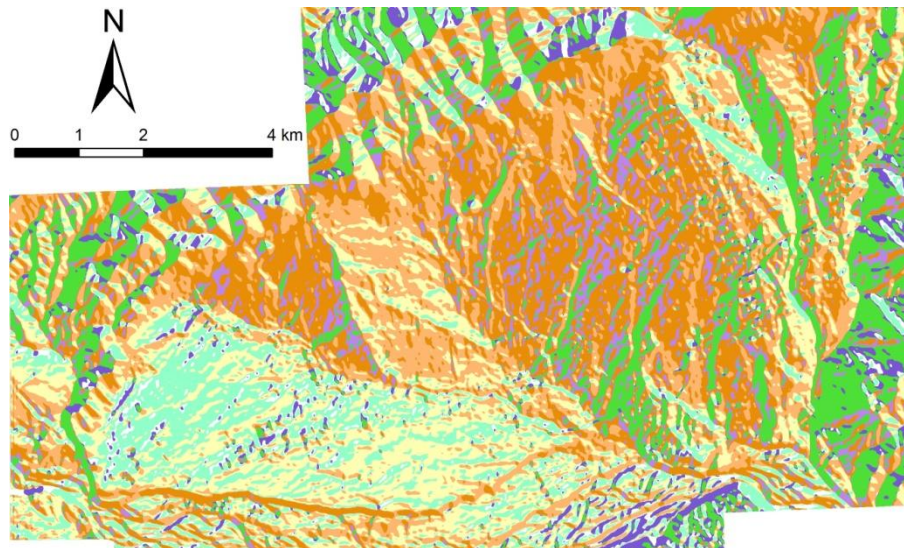


Fig. 9 Facet 150 DTM LiDAR: si distinguono le forme principali come i conoidi, i terrazzi, i dossi fluviali.

Le variabili sono poi state standardizzate (i valori sono stati riordinati in una scala che va da 0 a 255, mantenendo la stessa distribuzione) e combinate insieme in analisi cluster, per poter osservare se e quanti oggetti (landforms) omogenei e simili venivano “catturati” da questa operazione.

Dopo alcuni tentativi per la realizzazione di tale scopo, sono state scelte alcune immagini per la realizzazione della carta geomorfologica: in queste risultano evidenti le forme di pianura a simile orientamento e pendenza. Molto efficaci sono risultate le immagini ottenute dall'analisi cluster delle 8 classi di esposizione omogenea (Facet), le inclinazioni e l'energia del rilievo.

3. Modellazione del substrato roccioso

3.1 Realizzazione del modello

Dal sito internet dell'ISPRA (<http://www.isprambiente.gov.it>) sono stati ricavati i log stratigrafici (livello “perforazioni con stratigrafia”) dell'area studiata, riorganizzati in un foglio di calcolo contenente le coordinate geografiche dei carotaggi. Il documento è stato quindi trasformato in uno *shapefile* di punti. Altre informazioni stratigrafiche provengono dalle stratigrafie fornite da Geoservizi srl., e successivamente georiferiti in ArcGIS attraverso la comparazione con ortofoto. Ulteriori carotaggi sono stati inseriti dal PATI del Quartier del Piave (PATI, 2010) e da alcune relazioni professionali ottenute attraverso i comuni. Le carte tematiche sono state georeferenziate per ricavare le coordinate dei punti di sondaggio attraverso la creazione di una *feature class* di tipo punti (Fig. 10). Le informazioni ricavate dai documenti del PATI e dalle relazioni geologiche sono state trascritte e organizzate in un file Excel, le cui tabelle sono state associate in ArcGIS alle proprie geometrie puntuali utilizzando la funzione “Join”. Sono inoltre stati condotti dei sopralluoghi in campagna lungo il corso del Fiume Soligo per accertare e mappare la presenza del conglomerato roccioso affiorante.

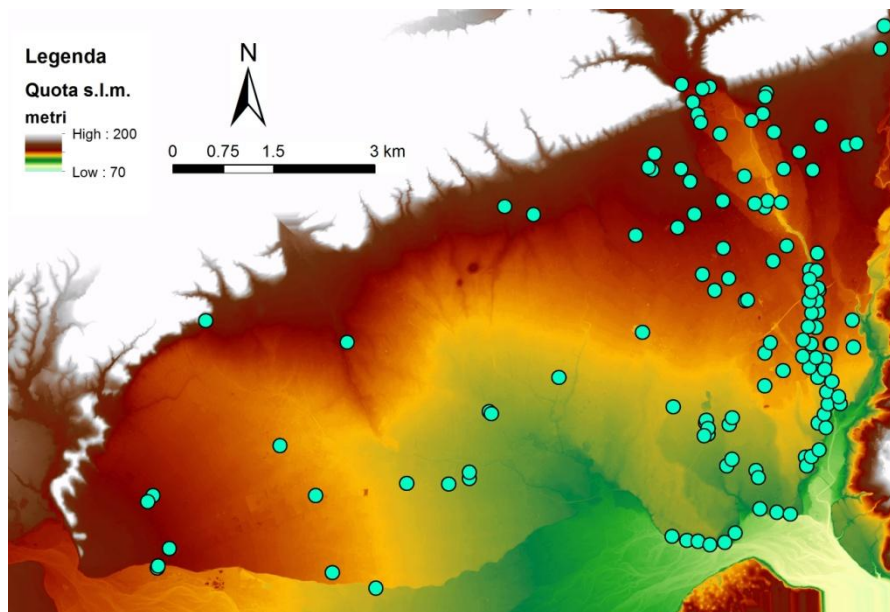
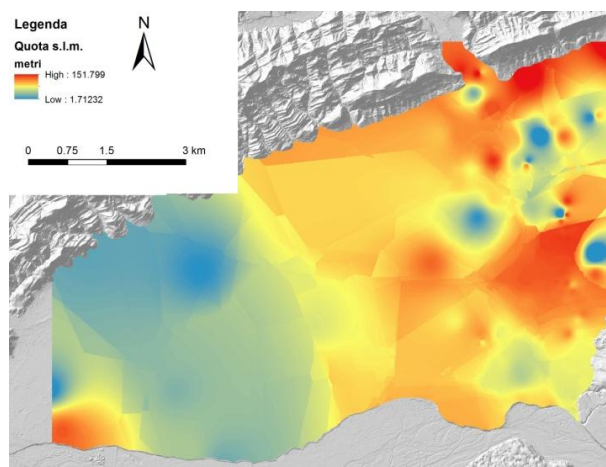


Fig. 10 In azzurro i punti utilizzati per la realizzazione dei modelli.

All'interno dei terrazzi del Soligo non è stato possibile compiere alcuna indagine in alveo in quanto è un'area estremamente urbanizzata e le sponde sono cementate artificialmente. È stato possibile invece osservare conglomerato affiorante nella parte meridionale del Soligo, una volta che il suo corso è uscito dai terrazzi. In queste zone si nota in modo chiaro come il fiume abbia inciso la propria forra nel substrato roccioso, anche di parecchi metri.

Tutte le tabelle realizzate sono infine state riunite in una unica utilizzando la funzione "Merge" in ArcToolbox. Dalle stratigrafie riportate in tabella sono stati estrapolati i dati relativi alla profondità di ritrovamento del substrato roccioso; nel caso in cui il carotaggio non avesse intercettato il substrato, la profondità del pozzo è stata inserita comunque e considerata come profondità minima della copertura. Una volta inseriti i valori di profondità (che corrispondono allo spessore di copertura quaternaria sopra il substrato), questi sono stati sottratti dalla quota espressa in metri s.l.m. del piano campagna di ognuna delle perforazioni corrispondenti, così da esprimere le profondità in quote assolute.

Per l'interpolazione dei punti, e quindi la realizzazione dei modelli, è stata utilizzata la funzione "IDW" in ArcToolbox. L'IDW (Inverse Distance Weighting) è un metodo deterministico per l'interpolazione utilizzando un insieme di punti noti sparsi. I valori assegnati ad ogni punto sconosciuto vengono calcolati attraverso la media ponderata dei



valori dei punti noti. Si tiene conto della distanza dei punti rispetto al punto di interesse pesando il contributo di ciascun punto con una funzione della sua distanza.

Fig. 11 In azzurro le quote più basse, con le tonalità dal giallo al rosso quelle più alte.

È stato così creato un primo modello della superficie. Si è notato, però, che questo modello iniziale, realizzato interpolando tutti i pozzi, risulta eterogeneo e discontinuo con parecchie alternanze di minimi e massimi (Fig. 11).

È stato quindi deciso di procedere realizzando parallelamente modelli derivanti dall'interpolazione di tutti i pozzi e modelli che considerano soltanto i carotaggi che intercettano sicuramente il substrato roccioso.

Da qui in poi, per semplicità la superficie che risulta dall'interpolazione di tutti i pozzi verrà chiamata “superficie totale”, mentre quella che comprende soltanto i pozzi intercettanti il substrato prenderà il nome di “superficie substrato”. Sono state così condotte varie prove, a seguito delle quali si sono eliminati i punti meno affidabili e difficilmente correlabili con i pozzi vicini.

Per la realizzazione delle superfici (totale e substrato) si è quindi deciso di scartare:

- i pozzi ISPRA che presentano una differenza maggiore di 5 m tra la quota LiDAR e la quota dichiarata dall'ente;
- i punti che presentano un valore della quota del substrato totalmente discordante con quello dei punti adiacenti. Un esempio sono due pozzi che mostrano la quota del substrato pari a 1.6 m s.l.m. e 17 m s.l.m., mentre i punti a loro vicini possiedono una quota variabile tra i 60 m s.l.m. e i 120 m s.l.m.;
- per la superficie substrato sono ovviamente stati esclusi anche i pozzi che non raggiungono il bedrock conglomeratico.

Dal confronto tra la superficie totale e la superficie substrato si è notato che la prima presenta dei valori di quota maggiori e minori rispetto alla seconda: ciò significa che i valori positivi riproducono i pozzi troppo superficiali, e che quindi non avrebbero raggiunto una profondità sufficiente per incontrare il substrato; i valori negativi, invece, rappresenterebbero zone in cui il substrato si colloca ad una profondità maggiore di quella calcolata con la superficie substrato. Si

è quindi deciso di realizzare un modello che unisca le due superfici e che presenti le parti della superficie totale dove questa è minore della superficie substrato e la parte di superficie substrato nelle restanti aree. Si è quindi proseguito il lavoro utilizzando diverse funzioni dell'ArcToolbox, e in particolare si è utilizzato:

1. "Minus": è stata effettuata una sottrazione tra la superficie totale e la superficie substrato.

Da questa operazione risultano valori positivi e negativi: quelli negativi rappresentano le

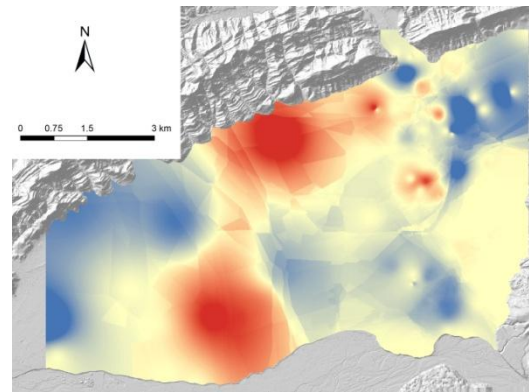


Fig. 12 Differenza tra la superficie totale e la superficie substrato: in rosso i valori positivi, in blu quelli negativi, in bianco quelli prossimi a zero.

porzioni della superficie totale che si collocano più in profondità rispetto al modello del substrato (Fig. 12).

2. "Reclassify": è stata poi attuata una riclassificazione dei valori precedentemente ottenuti, assegnando valore 1 alle parti

negative e 0 a quelle positive. Questo in

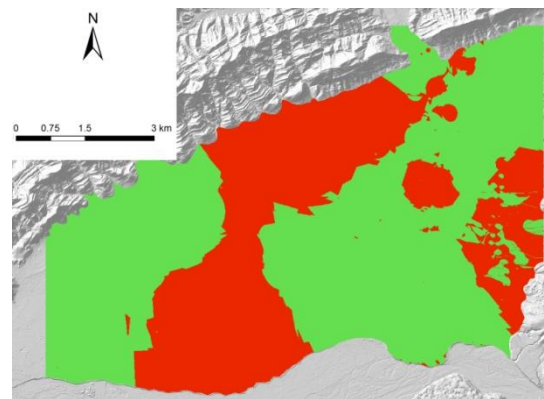


Fig. 13 Riclassificazione: le aree rosse hanno valore 0, quelle verdi 1.

quanto si vuole porre la superficie totale in corrispondenza delle zone a valore 1 e la superficie substrato ove il valore è 0 (Fig. 13).

3. “Times”: successivamente si è operata la moltiplicazione tra la

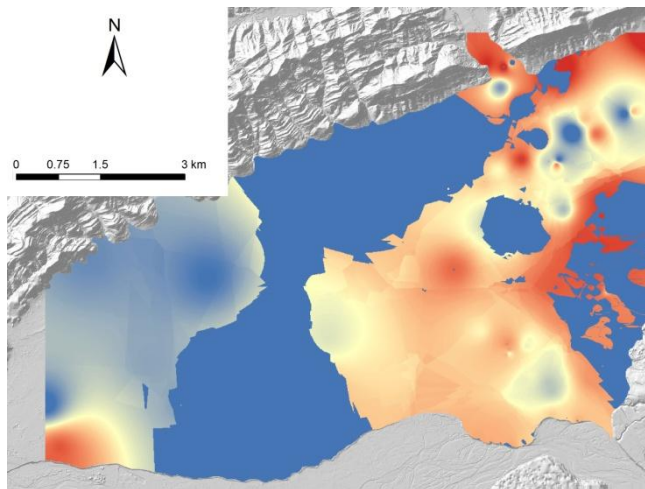


Fig. 14 Moltiplicazione tra il “riclassy” e la superficie totale: le zone colorate omogeneamente di azzurro presentano ancora il valore 0 dopo la moltiplicazione.

superficie riclassificata e la superficie totale. È stata così ottenuta una superficie in cui le zone con valore pari a 1

acquisiscono il dato della superficie totale, mentre le altre porzioni presentano ancora valore 0 (Fig. 14).

4. “Over”: come ultimo passaggio si sovrappone la superficie ottenuta dalla moltiplicazione (“Times”) alla superficie definitiva del substrato (Fig. 15), in tal modo le aree che presentano valore 0 vengono sostituite dalla superficie substrato.

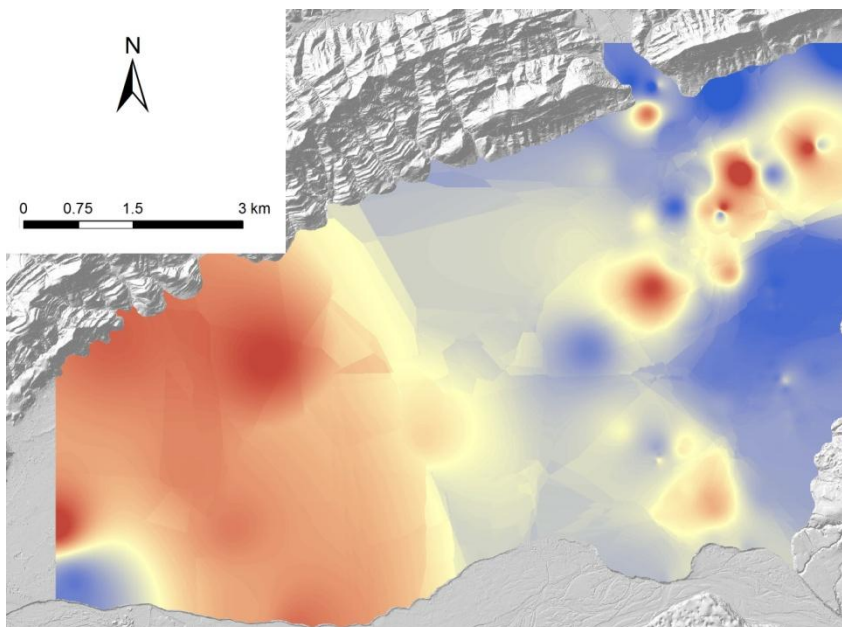


Fig. 15 Risultato della sovrapposizione tra il “Times” e la superficie definitiva del substrato. I colori sono associati alle quote s.l.m.: da 35 m (blu) a 151 m (rosso).

Si è così ottenuta una “superficie finale” che comprende parti della superficie totale, dove questa è inferiore alla superficie substrato, e porzioni di superficie substrato nelle restanti zone.

3.2 Stima dello spessore della copertura sedimentaria

Per effettuare una stima dello spessore dei depositi che ricoprono il substrato conglomeratico sono stati tentati diversi approcci analitici. In particolare è stata eseguita una sottrazione tra le diverse superfici ottenute dal processamento dei dati LiDAR:

- DTM LiDAR – “superficie totale” (Fig. 16): la superficie

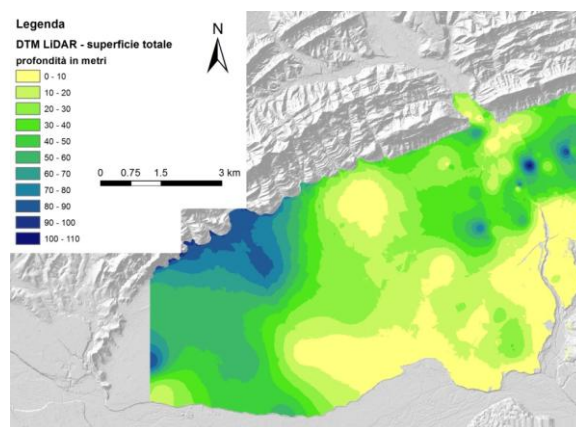


Fig. 16 DTM LiDAR – “superficie totale”.

risultante appare migliore per descrivere la parte Sud-orientale e Nord-occidentale dell’area. A SE, infatti, si nota la presenza di

riempimento sedimentario in corrispondenza di scarpate e paleoalvei: questo potrebbe indicare un’incisione fluviale successivamente riempita da sedimenti. Nel settore Nord-occidentale, invece, si osserva chiaramente il conoide alluvionale appartenente al Torrente Raboso, che presenta la tipica disposizione a ventaglio dei sedimenti: mentre la forma del conoide è verosimile, la profondità risulta poco attendibile in virtù della scarsità di punti interpolati in questa zona.

- DTM LiDAR – “superficie substrato” (Fig. 17): questa superficie risulta più adeguata per la descrizione della zona a Nord-Est dell’area di studio. Appare evidente la morfologia dei terrazzi del Fiume Soligo, sui quali la copertura sedimentaria è

modesta. Il punto avente una profondità tra i 70 e i 90 m a O del corso attuale del Soligo risulta anomalo in quanto crea una depressione circolare, che però suggerisce, con le depressioni vicine, una zona ribassata nel substrato riempita da sedimento.

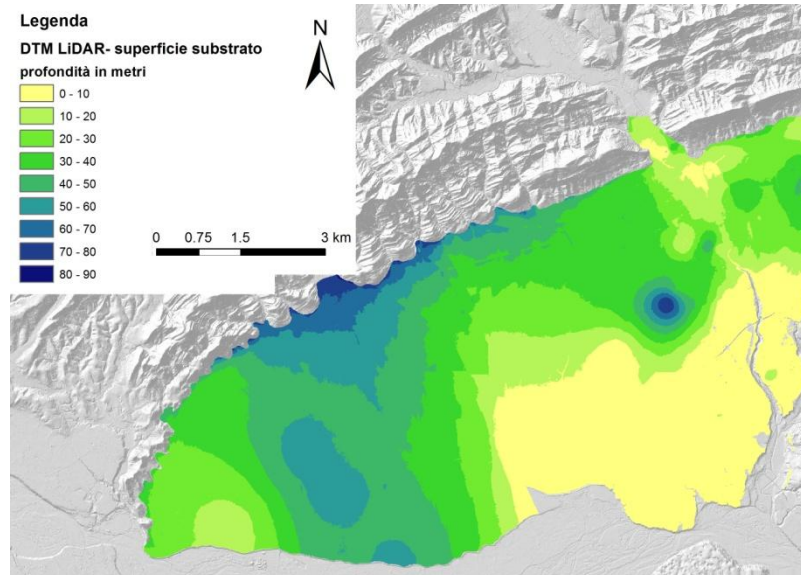


Fig. 17 DTM LiDAR – “superficie substrato”.

Per entrambi i modelli nella porzione occidentale è presente una larga fascia di riempimento sedimentario con direzione NO-SE. Tale direttrice è forse apparente e generata da un artificio di calcolo dei volumi. È più probabile che si tratti di un settore ampio generato dal contributo sedimentario del Fiume Piave.

È stata infine condotta la sottrazione tra il DTM LiDAR e la superficie finale (“Over”): il risultato conferma il quadro rilevato con le precedenti operazioni. In quest’ultimo modello, infatti, si può osservare abbondante spessore sedimentario su una fascia che da NE, passando attraverso la parte meridionale dei terrazzi del Fiume Soligo, prosegue verso SO finché non si delinea una diramazione verso S, con una probabile biforcazione. Nella parte a SE dell’area di studio si nota una zona a spessore sedimentario che varia tra 20 m s.l.m. e 30 m s.l.m., mentre nelle zone attigue la copertura risulta molto minore. Nella porzione a N e NO la presenza di una spessa coltre di sedimento è associata alla presenza del conoide del Torrente Raboso e di conoidi minori formati dai torrenti che scendono dagli hogback. Come già

fatto notare in precedenza, mentre la forma del conoide è plausibile il valore dello spessore di sedimento risulta poco attendibile in forza della scarsità di punti interpolati in questa zona.

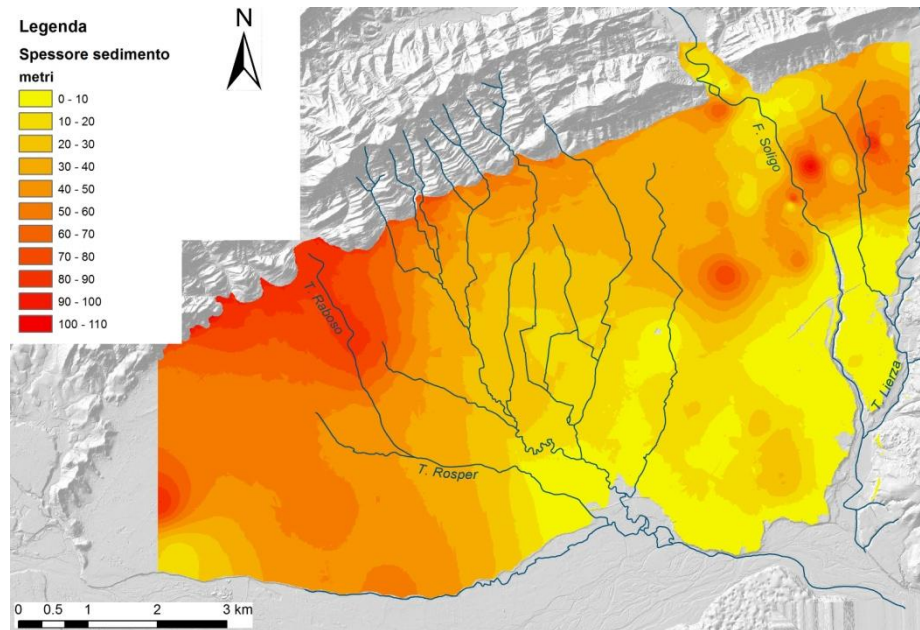


Fig. 18 Spessore sedimentario stimato attraverso la sottrazione tra il DTM LiDAR e l' "Over".

Nell'immagine (Fig. 18) è possibile osservare le zone con maggior spessore di sedimento, rappresentate con tonalità rosso-arancio (40 - 110 m), e le aree a copertura minima o assente, di colore giallo (0 - 40 m).

3.3 Interpretazioni del modello

Dall'analisi del modello precedentemente ottenuto, si possono ricavare alcune interpretazioni su come la morfologia del territorio in esame sia variata nel tempo.

In particolare si distinguono:

- Conoide del Torrente Raboso (Fig. 19): nella zona a NO dell'area, in corrispondenza del Torrente Raboso, si può

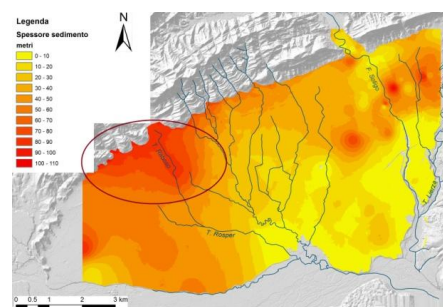


Fig. 19 Nell'ellisse si osserva il conoide del Torrente Raboso.

osservare il conoide generato da questo corso d'acqua.

La copertura sedimentaria mostra la tipica morfologia a ventaglio di un conoide, anche se il valore della spessore è influenzato dalla minore attendibilità del modello interpolato in questa zona. A E di questo conoide principale si osservano altri conoidi minori caratterizzati da discreti spessori di sedimento.

- I riempimenti di color rosso-arancio (50-100 m circa) che si dipartono da NE e proseguono sotto ai terrazzi del Fiume Soligo mantenendo una

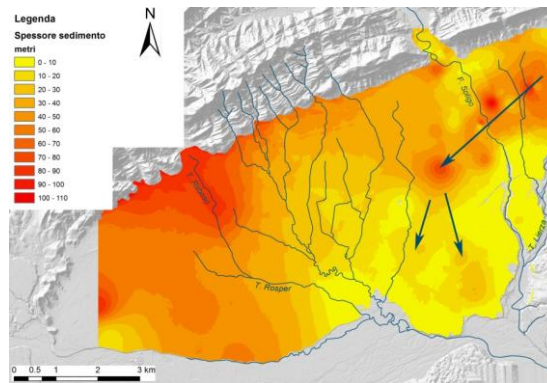
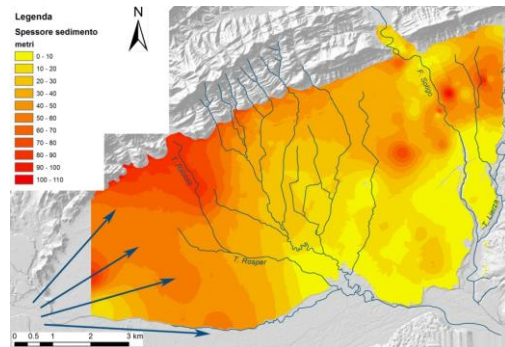


Fig. 20 Le frecce in figura rappresentano gli spessori di sedimento delineando la sequenza in cui vengono descritti.

direzione NE-SO (Fig. 20) potrebbero essere interpretati come un ampio solco di origine tettonica, collegato alla nota faglia del Quartier del Piave o, secondariamente, all'asse della debole sinclinale che interessa le colline di Refrontolo-Collalto. A O del Fiume Soligo sembra staccarsi una diramazione che prosegue verso S con una possibile biforcazione che potrebbe essere connessa ad un antico assetto idrografico del Fiume Soligo, ora sepolto. Queste porzioni di riempimento nel settore a SE dell'area si collocano in prossimità di scarpate e paleoalvei, osservabili in figura con tonalità arancioni (10-30 m), mentre nelle zone circostanti predomina il giallo (0-10 m). Tale spessore di sedimento potrebbe suggerire un vecchio corso del Fiume Soligo, che scorreva più a O del corso attuale. La zona più a NE, a E del corso attuale del Soligo, potrebbe anche essere collegata ad un antico corso del Torrente Lierza e l'intero corso diventerebbe pertanto un asse di drenaggio in

grado di deviare a SO tutti i deflussi provenienti dalle colline pedemontane.

- L'area occidentale con spessori dei depositi fino a 60 m circa è con ogni probabilità connessa allo spaglio dei



sedimenti al corso del Fiume Piave (Fig. 21).

Fig. 21 Le frecce rappresentano il possibile spaglio dei sedimenti del Fiume Piave.

La densità dei carotaggi disponibili in questa zona rende tuttavia meno affidabile il modello.

3.4 Problemi interpretativi nello svolgimento del lavoro

L'estrazione dei dati di interesse dai documenti a disposizione è stato oggetto di discussione e problematiche interpretative. Poiché le colonne stratigrafiche da cui si sono ricavate le profondità del substrato costituiscono un'informazione di seconda mano, si è dovuto fare affidamento su un dato che aveva già subito un filtraggio soggettivo e che talora si ritiene non sia stato correttamente interpretato.

Per assegnare una continuità laterale del substrato si è spesso dovuto reinterpretare i dati (e quindi compiere una nuova analisi soggettiva), ad esempio considerando come substrato anche livelli riconosciuti come “ghiaia debolmente cementata” o “terreno marnoso”.

Le stratigrafie di più difficile interpretazione e risultate più ambigue, anche dopo una seconda analisi, sono state scartate dalla realizzazione del modello.

Inoltre, i dati a disposizione sono stati numericamente scarsi (circa 95) e mal distribuiti in tutta l'area: concentrati principalmente nel comune

di Pieve di Soligo, lasciano ampie zone scoperte nei Comuni di Farra di Soligo, Moriago della Battaglia e Sernaglia della Battaglia.

4. Carta geomorfologica

4.1 Materiale di supporto

Per la realizzazione della carta geomorfologica sono stati utilizzati vari documenti di supporto, sia cartacei che digitali.

Il materiale consultato è il seguente:

- Carta “L’apparato morenico – fluvioglaciale e fluviale del paleopiave della valle del Soligo da Revine a Pieve di Soligo (Treviso)” in Venzo *et al.* (1976): utilizzata per tracciare gli elementi geomorfologici della parte settentrionale dell’area di studio.
- DEM: ottenuto dall’elaborazione dei dati LiDAR; da questo sono poi stati ricavati, tramite operazioni in ArcToolbox:
 - ✓ “Hillshade” (lumeggiamento): è una tecnica mediante la quale è possibile dare il senso del rilievo nelle aree di montagna e di collina. Si ottiene attraverso un’ombreggiatura che deriva da una sorgente luminosa posta a 45° a NO.
 - ✓ “Slope”: indica la pendenza in gradi del territorio (Fig. 22),

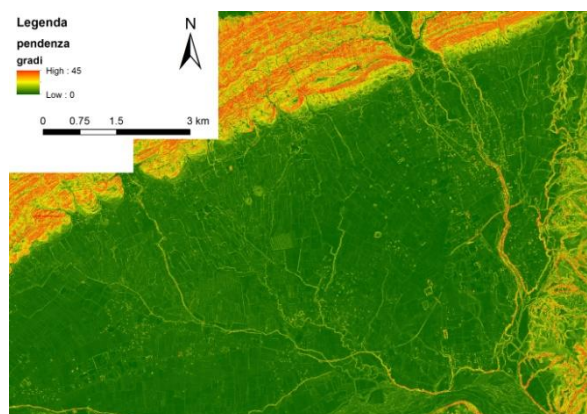


Fig. 22 “Slope”, indica la pendenza in gradi dell’area studiata.

in rosso le zone a inclinazione maggiore, in giallo quelle mediamente inclinate e in verde le aree a bassa pendenza.

- Facet150: vengono indicati con uguali colori zone del territorio ad esposizione omogenea (fig. 9 – Cap. 2.2).
- Idrografia della Regione Veneto
- CTR: Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, utilizzata principalmente per distinguere nel DEM i manufatti antropici dalle forme naturali; di grande aiuto in particolare per l'individuazione precisa di scarpate, paleoalvei e doline.

4.2 Individuazione degli elementi geomorfologici

Attraverso l'ausilio del DEM e del materiale elencato nel capitolo 4.1 si sono potuti definire i principali elementi geomorfologici dell'area. In seguito ad un'analisi approfondita sono state individuate le seguenti forme:

- Corsi d'acqua (Fig. 23): per la parte settentrionale dell'area di studio ci si è avvalsi della Carta geologica di Venzo *et al.* (1976), poi confrontata con i dati dell'idrografia di tutta l'area forniti dalla Regione Veneto, i quali sono stati adattati al DEM.

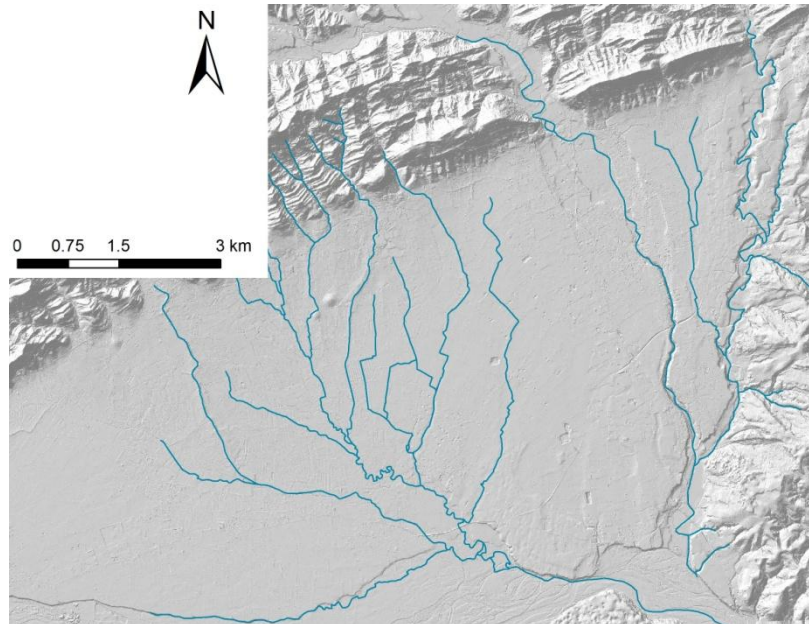
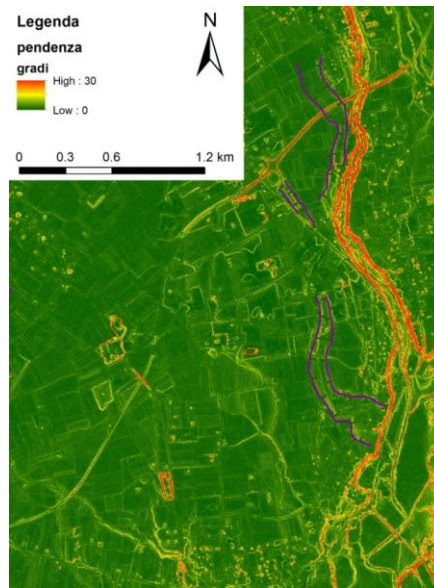


Fig. 23 In azzurro è rappresentata l'idrografia attuale. Sullo sfondo si osserva il lumeggiamento ("Hillshade").

La rete idrografica così tracciata rispecchia nel modo più fedele possibile la situazione attuale.

- Scarpate: per l'individuazione degli orli di scarpata ci si è serviti, oltre che del DEM e del lumeggiamento, anche delle pendenze ("Slope"). Nel file delle pendenze (Fig. 22) le scarpate fluviali risultano evidenti in quanto, avendo valori di pendenza medio-alti, sono messe in risalto da colori caldi (giallo-rosso).



- Paleoalvei: con gli stessi strumenti adottati per la localizzazione delle scarpate è stato possibile individuare i paleoalvei.

Fig. 24 In viola sono evidenziati i paleoalvei, interrotti da un'area intensamente antropizzata.

A differenza delle scarpate questi presentano pendenze più blande, e quindi nello "Slope" presentano colori tendenti al giallo e verde chiaro. Si può notare un possibile paleoalveo del Fiume Soligo ad O del suo corso attuale; purtroppo però risulta interrotto dalla presenza della zona industriale, che ha inevitabilmente livellato il territorio obliterando parzialmente le forme naturali (Fig. 24).

- Doline: anche per queste forme è stato necessario l'utilizzo del DEM e dello "Slope". L'individuazione non è stata semplice, considerato che sono dotate di pendenze modeste. È stato perciò necessario variare in più fasi, nelle proprietà di ogni *layer*, la quota massima e la quota minima considerate, in modo tale da avere un maggior dettaglio nella fascia di quota esaminata. Le doline alluvionali indicano la presenza di substrato prossimo alla superficie, ossia zone in cui la copertura di sedimento non è molto spessa. Questo è in

accordo con quanto osservato nel modello del substrato roccioso precedentemente realizzato, fatta eccezione per la

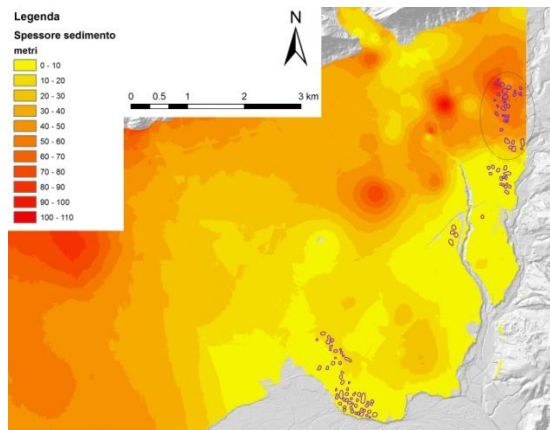


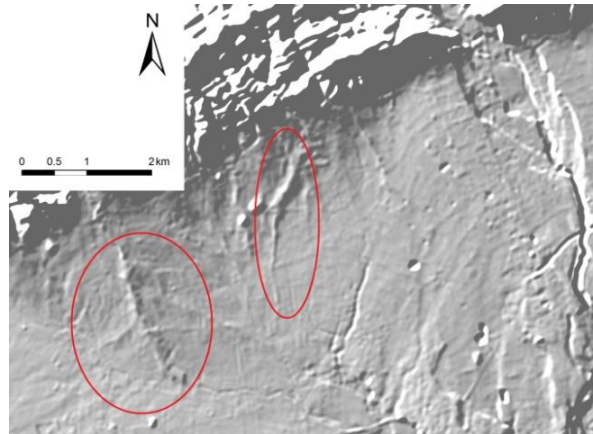
Fig. 25 In viola sono evidenziate le doline; si può notare come quelle collocate a NE si trovino su uno spesso strato di sedimenti (50-80 m).

porzione a NE dell'area, a cui corrisponderebbe uno spessore sedimentario abbastanza potente (Fig. 25). Questa discordanza deriva dall'imprecisione

del modello, considerata la sua incertezza intrinseca.

- **Conoidi:** il conoide è una tipica forma di accumulo fluviale che si forma nella zona pedemontana, dove la pendenza diminuisce bruscamente e il corso d'acqua perde gran parte dell'energia abbandonando il materiale più grossolano in una caratteristica morfologia a ventaglio. La granulometria si distribuisce in modo gradato e tende a diminuire dall'apice alla zona più distale. Spesso presentano una forma asimmetrica, che può dipendere dall'insistenza di un flusso più potente o dalla presenza di ostacoli. I conoidi all'interno dell'area di studio sono stati individuati con discreta facilità mediante l'ausilio del Facet150 e dell' "Hillshade"150; si sono così potuti distinguere: il conoide del Torrente Raboso, visibile anche nel modello che rappresenta lo spessore sedimentario, a NO dell'area; il conoide del Fiume Soligo, che occupa la porzione orientale; i conoidi minori, disposti nella zona a N, adiacenti agli hogback.
- **Dossi fluviali:** queste forme si presentano come porzioni rialzate, piccoli rilievi formati principalmente dal deposito da

parte dei torrenti provenienti dagli hogback. Presentano una geometria generalmente allungata e variabile, in relazione al corso d'acqua che li ha generati.



Sulla conoide del Torrente **Fig. 26 Negli ellissi due esempi evidenti di dossi fluviali sul lumeggiamento150.**

Raboso è ben visibile il dosso principale, che caratterizza tutta la parte più elevata del conoide e ne costituisce uno spartiacque simmetrico: esso segue una direzione N-S, mentre nella sua parte distale si staccano dossi secondari in direzione NO-SE e NE-SO. I dossi fluviali in corrispondenza delle conoidi minori seguono principalmente un andamento N-S, forse grazie anche alla maggior pendenza degli stessi conoidi (Fig. 26).

- Terrazzi: il Fiume Soligo all'uscita dalla regione collinare (hogback) è costeggiato da una serie di terrazzi alluvionali molto ben definiti (Fig. 27), mentre nella parte più meridionale s'incassa in una lunga e profonda forra costituita dal Conglomerato del Montello. La serie terrazzata è collocata presso l'apice del conoide, costituito in gran parte da materiale grossolano sciolto.

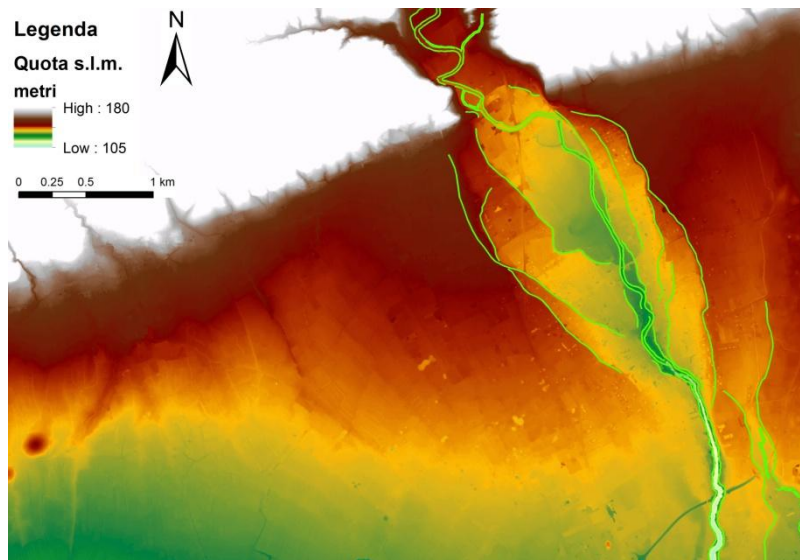


Fig. 27 In figura si osservano chiaramente i terrazzi del Fiume Soligo, in verde chiaro le scarpate definiscono i limiti tra i terrazzi. Le scarpate al centro dei terrazzi delimitano il corso del fiume.

Come sostiene Toniolo (1914) il Soligo, probabilmente in un ciclo erosivo postglaciale, potrebbe essere stato frenato dal conglomerato nella parte meridionale, mentre nella porzione settentrionale ha meandreggiato incidendo gli odierni terrazzi.

5. Profili del Fiume Soligo

Alle pendici degli hogback, nella porzione a NE dell'area di studio, il Fiume Soligo si immette nel Quartier del Piave fiancheggiato da una serie di terrazzi alluvionali (Fig. 28).

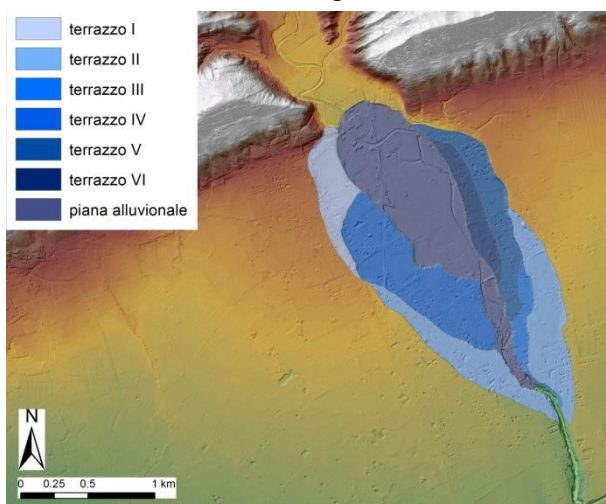


Fig. 28 I terrazzi attuali del fiume Soligo.

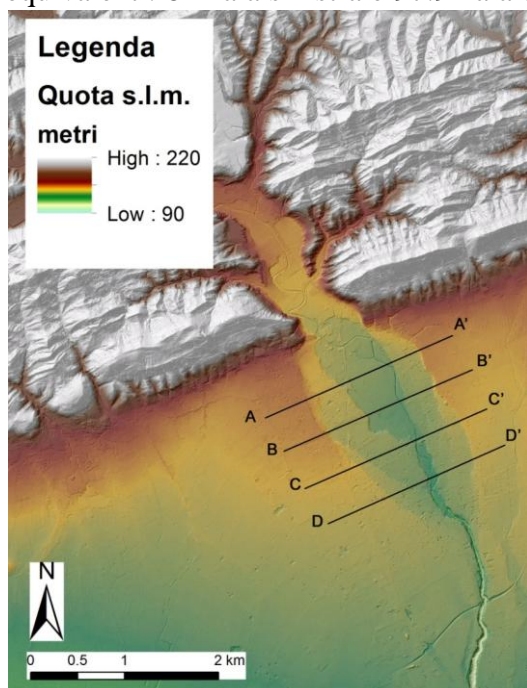
Essi cominciano a espandersi in una forma a ogiva una volta che il Soligo ha raggiunto l'alta pianura per poi convergere circa 3 km più a S, dove la tessitura ghiaiosa dell'apice del conoide lascia il posto al Conglomerato del Montello.

I terrazzi possono essere organizzati in sei ordini, numerati in numero romano dal più antico al più giovane. Come si osserva in figura (Fig. 28) nella maggior parte dei casi i terrazzi non corrispondono su ambo le rive. Questo assetto asimmetrico rispecchia la normalità, in quanto il divagare del fiume Soligo nel tempo ha eroso lateralmente e in modo preferenziale una sponda rispetto all'altra. Per chiarire il contributo areale di ogni terrazzo è stata stilata una tabella in cui vengono riportati i valori di superficie di ogni ordine di terrazzi e della porzione alla destra e sinistra idrografica di ciascun terrazzo (Tab. 2).

Principale unità morfologica	Area totale [ha]	Area_sx Soligo [ha]	Area_dx Soligo [ha]
terrazzo I	14.7	14.7	--
terrazzo II	25.5	25.5	--
terrazzo III	52.7	--	52.7
terrazzo IV	8.0	8.0	--
terrazzo V	58.7	32.8	26.0
terrazzo VI	19.2	--	19.2

Tab. 2 Aree di ogni ordine di terrazzi e delle porzioni alla sinistra e destra idrografica di ciascuno.

Si è potuto così osservare che le aree totali a destra e sinistra sono circa equivalenti: 81 ha a sinistra e 97.9 ha a destra. La maggiore estensione dei



terrazzi sulla sponda occidentale potrebbe suggerire una più marcata capacità erosiva del fiume nelle sue prime fasi divaganti (Toniolo, 1914). La differenza sostanziale si nota nello sviluppo dei terrazzi, si è quindi deciso di analizzarli con alcuni profili (Figg. 29, 30, 31, 32, 33).

Fig. 29 I profili realizzati per l'analisi dei terrazzi.

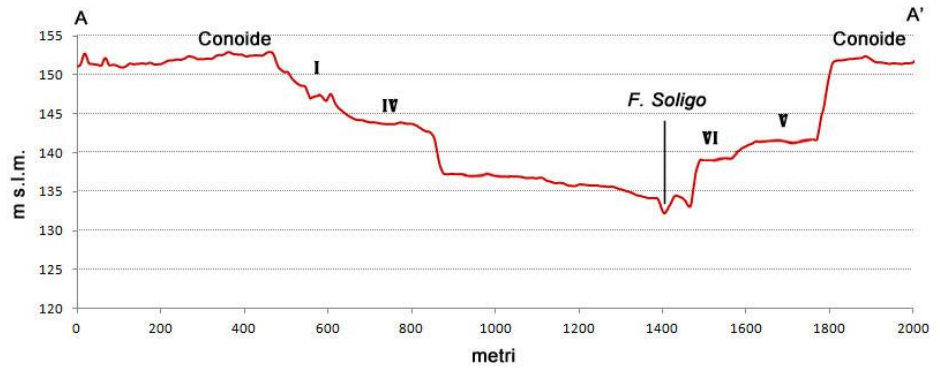


Fig. 30 Profilo AA', collocato più a Nord.

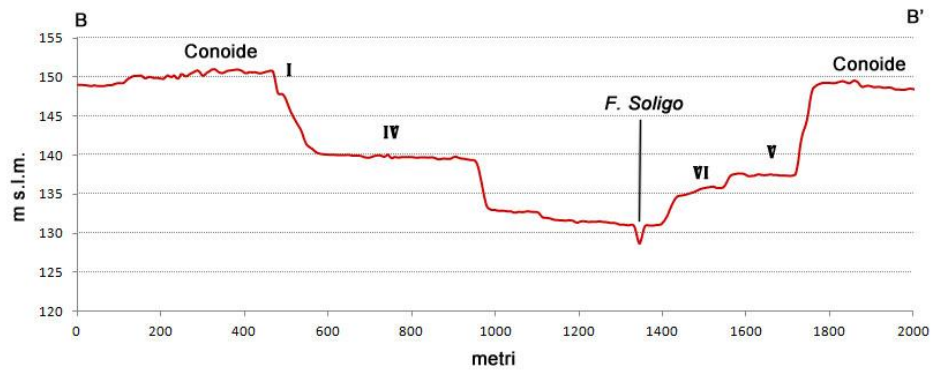


Fig. 31 Profilo BB'.

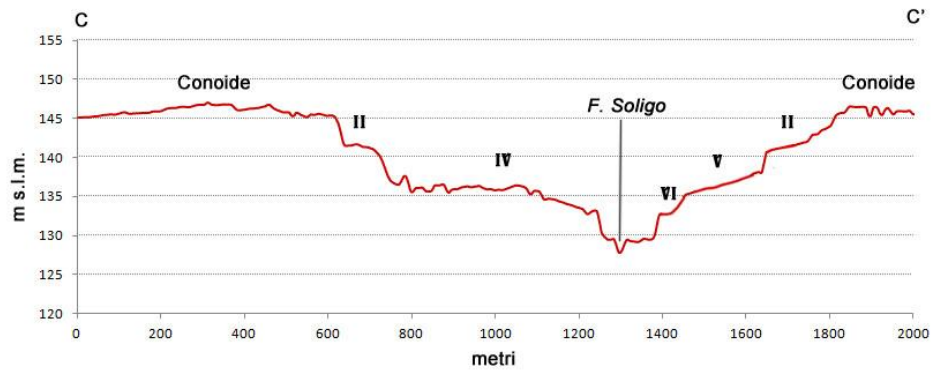


Fig. 32 Profilo CC'.

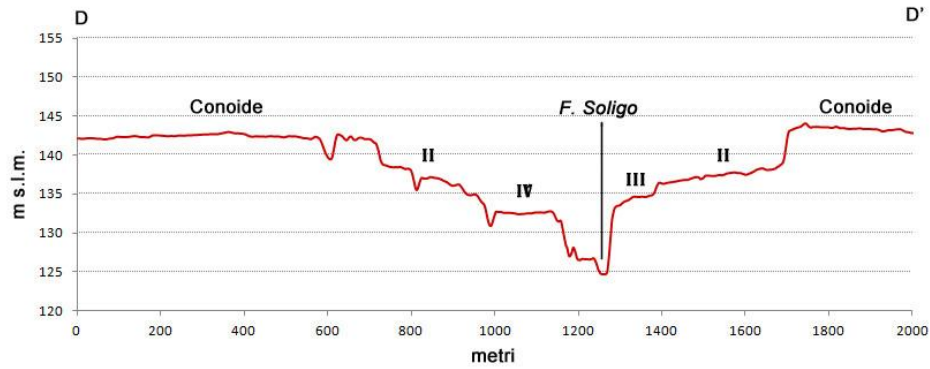


Fig. 33 Profilo DD'; collocato più a Sud.

Anche attraverso l'analisi dei profili ottenuti si nota che la maggior parte dei terrazzi non si corrispondono in destra e sinistra idrografica, probabilmente a causa della diversa azione erosiva che il Fiume Soligo ha sviluppato sulle sponde opposte: soltanto il terrazzo II pare si sia mantenuto su entrambe le rive.

Alcuni profili appaiono più irregolari di altri probabilmente perché, essendo i terrazzi occupati dall'agglomerato urbano di Pieve di Soligo, sono state intercettate alcune forme antropiche.

Conclusioni

Il lavoro svolto in questa tesi, attraverso l'utilizzo di tecniche GIS, ha prodotto come risultato una carta geomorfologica aggiornata del Quartier del Piave orientale e un modello del substrato roccioso della zona stessa.

Fonte di problematiche e criticità nella realizzazione del modello si sono rivelati i carotaggi impiegati: infatti sono numericamente limitati e mal distribuiti sul territorio. Tale scarsità di dati ha portato alla riproduzione di un modello che lascia spazio a dubbi interpretativi.

Malgrado la difficile interpretazione del modello è stato possibile metterlo in relazione a studi precedentemente condotti sull'area con metodi geoelettrici (Sivieri, 1978), da questo confronto sono risultati degli elementi di coincidenza.

Dalla correlazione del modello del substrato con la carta geomorfologica sono emersi degli aspetti coincidenti: in particolare risulta in sostanziale accordo la presenza di doline dove il substrato è subaffiorante e la presenza di terrazzi lungo il Soligo dove lo spessore di sedimento è maggiore; altrove invece il fiume incide la propria forra nel substrato. Il modello del substrato, nella porzione a SE dell'area di studio, mette in luce un'incisione valliva avente ampiezza e direzione che suggeriscono la continuazione verso N della stretta di Nervesa; si nota infatti un'erosione fluviale con successivo riempimento in prossimità di paleoalvei e orli di terrazzo.

La carta geomorfologica mette in risalto la posizione del conoide del Torrente Raboso e dei conoidi minori, che sono in sostanziale appoggio su quelli principali del Fiume Soligo e del Fiume Piave.

Questo lavoro di ricerca potrebbe essere ampliato e approfondito con l'introduzione di nuovi sondaggi e altre tipologie di indagine, in modo da colmare quelle lacune, soprattutto sul lato occidentale, che attualmente non hanno permesso la realizzazione di un modello soddisfacente per una conoscenza geomorfologica più approfondita di questo territorio.

Bibliografia

ARPAV, PROVINCIA DI TREVISO (2008) – Carta dei Suoli della provincia di Treviso

BENEDETTI L., TAPPONNIER P., KING G.C.P., MEYER B., MANIGHETTI I. (2000) - Growth folding and active thrusting in the Montello region, Veneto, northern Italy.

CARTON A., BONDESAN A., FONTANA A., MENEGHEL M., MIOLA A., MOZZI P., PRIMON S., SURIAN N. (2009) - Geomorphological evolution and sediment transfer in the Piave River system (northeastern Italy) since the Last Glacial Maximum.

CICCACCI S. (2010) - Le forme del rilievo, Atlante illustrato di Geomorfologia.
DALLA PORTA A. Tesi di laurea (1977 – 1978): Idrogeologia del Quartier del Piave (Treviso).

GASPARETTO P. (1999) - Speleologia veneta, volume 7.

MOZZI P., FERRARESE F., FONTANA A. (2013) - Integrating digital elevation models and stratigraphic data for the reconstruction of the post-LGM unconformity in the Brenta alluvial megafan (North-Eastern Italy)

SIVIERI P. Tesi di laurea (1977 – 1978): Indagine geofisico-geologica sulla zona del Quartier del Piave.

TONIOLO A.R. (1914) - Idrografia del Quartier del Piave.

VENZO S., CARRARO F., PETRUCCI F. (1977) – I depositi quaternari e del Neogene superiore nella bassa Valle del Piave da Quero al Montello e del Paleo-Piave nella Valle del Soligo. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova.

ZAMPIERI D. - Elementi di Geologia da: CASTIGLIONI B. (2005) – Montello

Siti internet:

ambiente.regione.emilia-romagna.it

www.comune.crocetta.tv.it

www.comune.moriago.tv.it

www.comune.pievedisoligo.tv.it

www.comune.sernaglia.tv.it

www.farra.it

www.isprambiente.gov.it

www.regione.veneto.it

