



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Geoscienze

Direttore Prof. Fabrizio Nestola

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN GEOLOGIA E GEOLOGIA
TECNICA

**CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
DELL'AREA DI PORDENONE**

Relatore: Prof. Alessandro Fontana

Correlatore: Dr. Sandro Rossato

Laureando: Matteo Villa

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

A mia sorella Marta

Sommario

Abstract	5
1 Introduzione	7
2 Inquadramento	9
2.1 Inquadramento geografico	9
2.2 Idrografia e idrogeologia	11
2.2.1 Idrogeologia e fenomeno delle risorgive	11
2.2.2 Cellina - Meduna	13
2.2.3 Noncello	15
2.2.4 Corsi di risorgiva	16
2.3 Inquadramento geodinamico e strutturale	18
2.3.1 Tettonica e sismicità regionale	19
2.3.2 Litologie dei bacini montani di Tagliamento, Cellina e Meduna	21
2.4 Inquadramento geomorfologico	23
2.4.1 I megafan alluvionali	24
2.5 Evoluzione geologica quaternaria e geomorfologia della pianura veneto-friulana 32	
2.5.1 Pre-LGM	34
2.5.2 LGM	37
2.5.3 Post - LGM	39
3 Cartografia geotematica e studi precedenti	43
3.1 Carta geologica del Friuli-Venezia Giulia	43
3.2 Unità Litostratigrafiche e depositi associati	44
3.3 Carta Geologica delle Tre Venezie F 39 “Pordenone”	47
3.4 Nuova Cartografia Geologica (Progetto CARG)	49
3.4.1 Unità geologiche	50
3.5 Carte geotematiche di piani comunali	57
3.5.1 Carta Litologica del Comune di Porcia	57
3.5.2 Carte geotematiche del Comune di Pordenone	60
3.6 Carta Pedologica	63
4 Metodi di studio	69
4.1 Analisi topografica tramite dati LiDAR	69
4.1.1 Modello digitale del terreno (DTM)	72

4.2	<i>Rilevamento sul terreno</i>	74
4.3	<i>Analisi cartografia geotematica e cartografia storica</i>	76
4.4	<i>Carotaggi stratigrafici</i>	78
4.4.1	<i>Descrizione delle carote stratigrafiche</i>	80
4.5	<i>Indagini geognostiche preesistenti</i>	81
4.6	<i>Utilizzo del software ArcGis</i>	84
4.7	<i>Utilizzo del software AutoCAD</i>	85
4.8	<i>Criteri di rappresentazione cartografica</i>	86
4.8.1	<i>Elementi geomorfologici e segni convenzionali</i>	86
4.8.2	<i>Unità stratigrafiche</i>	86
4.8.3	<i>Attribuzione delle classi tessiturali superficiali</i>	88
5	Risultati	91
5.1	<i>Cartografia degli elementi geomorfologici</i>	91
5.2	<i>Cartografia Geologica</i>	100
5.2.1	<i>Carta delle tessiture superficiali</i>	101
5.2.2	<i>Carta delle unità geologiche</i>	104
5.3	<i>Carotaggi stratigrafici</i>	110
5.3.1	<i>Carotaggi stratigrafici preesistenti</i>	110
5.3.2	<i>Indagini preesistenti all'interno della valle del Noncello</i>	122
5.3.3	<i>Indagini nell'area della discarica di Vallenoncello</i>	123
5.3.4	<i>Carotaggi manuali nella valle del Noncello</i>	130
6	Discussioni	155
6.1	<i>Evoluzione dell'area di Pordenone</i>	155
6.1.1	<i>Tessiture superficiali anomale</i>	156
6.1.2	<i>Sottosuolo del centro storico di Pordenone</i>	157
6.1.3	<i>Tessiture superficiali nell'area di centro storico di Pordenone</i>	158
6.1.4	<i>Limite tra i sistemi deposizionali presenti nell'area di tesi</i>	158
6.1.5	<i>Differenze tessiturali dei sistemi deposizionali presenti nell'area di tesi</i>	159
6.2	<i>Evoluzione della valle del Noncello</i>	160
6.2.1	<i>Genesi della valle incisa</i>	160
6.2.2	<i>Livello intermedio della valle</i>	161
6.2.3	<i>Ampiezza della valle e sua variabilità</i>	162
6.2.4	<i>Fase di sedimentazione all'interno della valle</i>	167

6.2.5	<i>Informazioni sulla dinamica fluviale dalle analisi dei dossi fluviali</i>	168
6.2.6	<i>Antiche testimonianze di inizio sedimentazione</i>	170
6.2.7	<i>Sedimenti del Meduna nella valle del Noncello</i>	171
6.2.8	<i>Ghiaie superficiali nella valle del Noncello</i>	171
7	Conclusioni	175
8	Bibliografia	181

Abstract

This thesis was carried out in the framework of the “Carta Geologica di Sintesi” (Project GEO-CGT), funded by Friuli Venezia Giulia region. The primary objective of the thesis consists in the realization of geological and geomorphological maps related to the sections, respectively 085040 “Pordenone ovest” and 085080 “Vallenoncello”, on a scale of 1:10.000, which are part of the sheet 085 “Pordenone” on a scale 1:50.000. The thesis considers also the evolution of the Noncello valley, which falls within the study area and, finally, the study of the deep subsoil of the historical center area of the municipality of Pordenone.

To achieve these objectives, different methods of study have been used: topographic micro-relief technology through the analysis of the DTM derived from LiDAR data, allowing a geomorphological analysis of the area, being able to identify the forms related to the river escarpments later reported in the cartography. Through the period of survey on the ground, it was possible to attribute to the deposits present in the area a certain superficial texture class and to distinguish them according to the stratigraphic unit of belonging. As regards the study of the evolution of the Noncello valley, 17 manual stratigraphic surveys were carried out on the Pleistocene and Holocene surfaces that describe the valley. The stratigraphies were then processed using AutoCAD software to return the stratigraphic profiles for an in-depth study of the deposits that characterize the valley.

Finally, the geological analysis of the deep subsoil of the historical centre of Pordenone was carried out using data from pre-existing geogostic surveys provided by the Friuli region and from surveys conducted by external professionals (in the case of thesis by Dr. Geol. Umberto Stefanel).

The results are cartographic works with a greater detail than the studies previously carried out in these areas, at the same scale. From the cartographic analysis is possible to notice the presence of deposits with a high variability of texture classes, highlighting peculiarities inherent to the processes of sedimentation occurred in these areas and highlighting how the anthropic impact may have changed the natural texture of surface deposits. The results obtained during the analysis of the evolution of the Noncello valley

mainly concern the interpretation of morphological characteristics of the valley and the data derived from manual core drilling arranged along three transects. The latter have sediments with different characteristics, giving the possibility to interpret the different evolutionary dynamics of the valley during its genesis and during its filling phases. With regard to the analysis of the deposits constituting the deep subsoil of the historical centre of Pordenone, the stratigraphies of 45 boreholes located in this area have been analysed, thus succeeding in subdividing this area into 3 bands each with characteristics that highlight the passage from deposits with coarser granulometry (gravel with sandy intercalations) to portions of subsoil formed with a greater presence of deposits with fine granulometry (silt and clay).

In conclusion, we can affirm how the cartographic works produced offer a detailed vision of the geomorphological, texture soil classes and related characteristics of the stratigraphic units of the whole area, representing a possible information basis for future territorial planning of the place; From the analysis of the results obtained through the study of the Noncello valley it is possible to affirm how the evolution of this represents the union of erosive and depositional events carried out by more rivers than the stream that in modern times flows inside it. It also provides information on the different forms of the riverbed itself and the different depositional characteristics associated with them. And finally, it has been possible to place the development of the area of the historical centre of the municipality of Pordenone above the transition band from purely gravelly sediments to deposits characterized by important clayey and loamy levels

1 Introduzione

Questo lavoro di tesi è inserito all'interno delle ricerche svolte dal Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova per la realizzazione del foglio 085 "Pordenone Ovest" alla scala 1:50.000 della Carta Geologico Formazionale della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (Progetto GEO-CGT). In particolare, tra gli obiettivi vi è stato quello di produrre le sezioni della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 085080 "Vallenoncello" e 085040 "Pordenone ovest". Tali elaborati prevedono la realizzazione della cartografia degli elementi geomorfologici, delle tessiture superficiali e delle unità stratigrafiche. Per raggiungere tale obiettivo, è stato necessario affrontare le problematiche relative alle operazioni di rilevamento, alla realizzazione di carotaggi, al recupero e all'interpretazione dei dati preesistenti, all'utilizzo dei software informatici specifici. Quindi, tra gli obiettivi di questo lavoro, vi è stato quello di comprendere le metodologie della produzione cartografica di tipo geotematico in un'area di pianura. Tuttavia, le carte geologiche e geomorfologiche e lo studio del sottosuolo sono state anche uno strumento fondamentale per svolgere una ricostruzione della evoluzione geologico/geomorfologica della zona e degli eventi che l'hanno portata ad assumere l'assetto odierno. Infatti, durante lo studio dell'area, è stato possibile focalizzarsi anche sull'analisi della valle in cui attualmente scorre il Fiume Noncello, della quale un ampio settore ricade nell'area di tesi e che ad oggi, non era mai stata interessata ad uno studio approfondito che considerasse anche il sottosuolo. È stata considerata in dettaglio anche la zona del centro di Pordenone, puntando a comprendere le caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e di uso del suolo di quest'area che è stata profondamente alterata dall'espansione urbana dell'ultimo secolo.

Ogni analisi citata è stata accompagnata da una strutturazione degli elaborati in forma digitale tramite l'utilizzo del software ArcGIS, che ha consentito allo scrivente di acquisire importanti nozioni ed esperienza nella produzione, gestione ed elaborazione di dati geologici informatizzati.

Tra i dati che si vogliono produrre vi sono anche informazioni che potranno risultare utili nella pianificazione territoriale, in particolare, la caratterizzazione delle morfologie, dei depositi superficiali e l'assetto del sottosuolo nei primi 5-20 m di profondità, apprezzabile dai modelli geologici del terreno restituiti dalla interpretazione dei sondaggi.

Infine, considerando gli aspetti personali che hanno portato alla scelta di tale tesi, essi sono stati inizialmente vincolati dall'avvenuto cambio di tesi per problematiche logistiche e burocratiche nella realizzazione di un primo lavoro. Tuttavia, durante la realizzazione di questo secondo progetto mi è stato possibile appassionarmi alla storia evolutiva della zona che ho preso in esame ed apprendere conoscenze nuove, sia dal punto di vista geologico che storico. Inoltre, si è potuto anche imparare gli aspetti legati all'organizzazione delle operazioni in campagna, visti l'importante numero di giorni impiegati per il rilevamento della zona ed altri giorni dedicati alla esecuzione dei carotaggi stratigrafici manuali. A tale proposito posso evidenziare l'ennesimo aspetto positivo e di accrescimento fornitomi dal lavoro di tesi, ovvero la possibilità di interagire a stretto contatto con i docenti e l'altro personale del Dipartimento di Geoscienze con colleghi del mio corso, i quali hanno fornito un aiuto indispensabile durante le giornate dedicate alla realizzazione dei carotaggi manuali, permettendo anche un confronto costruttivo sui risultati ottenuti sul terreno.

2 Inquadramento

Il presente capitolo ha come obiettivo la contestualizzazione dal punto di vista geografico, idrografico, geologico e geomorfologico dell'area di tesi, consentendone una visione di insieme dell'assetto odierno e della sua evoluzione nel tempo, concentrandosi in particolar modo sul suo sviluppo durante il Quaternario.

2.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di questo lavoro di tesi appartiene alla zona di transizione tra alta e bassa pianura del settore occidentale della Pianura Friulana.

Il territorio regionale è sostanzialmente interposto tra il Sistema Alpino e l'Adriatico, fra l'estrema propaggine orientale della Pianura Padano-Veneta e la Penisola Balcanica, e ciò rende atto alle sue straordinarie peculiarità biogeografiche: una grande varietà di ambienti sedimentari passando da ambienti di conoidi alluvionale ad ambienti lagunari e poi marini (Lapini et al., 1999).

La testimonianza della variazione di ambienti sedimentari la possiamo notare all'interno della stessa zona di tesi la quale, nel passaggio da nord verso sud, conferma la differenza netta degli ambienti all'interno del corpo alluvionale che la costituisce. La distinzione e la gerarchizzazione di questi è stato uno degli obiettivi da raggiungere per la corretta interpretazione del paesaggio oggetto di studio.

Dal punto di vista geografico l'area di tesi si estende per una superficie di circa 72 km² all'interno della provincia di Pordenone e comprende parte dei comuni di Brugnera, Prata di Pordenone, Pasiano di Pordenone ed Azzano Decimo, nel settore situato più a sud, mentre verso nord include parte dei comuni di Porcia, Pordenone, Fontanafredda, San Quirino e Cordenons.



Figura 2.1: Stralcio della Carta Topografica di Pordenone. L'area indagata nel lavoro di tesi è rappresentata dal riquadro di colore blu (modificato da cartografia topografica scala 1:25.000, Tabacco).

2.2 Idrografia e idrogeologia

Verranno qui di seguito descritte le origini e le caratteristiche dei principali corsi d'acqua che attraversano o che, anche marginalmente, interessano l'area di studio. Ci soffermeremo nel descrivere i principali caratteri idrogeologici della pianura veneto-friulana, i quali sono strettamente connessi al fenomeno delle risorgive.

Come si può notare dalla figura (Fig. 2.1), l'area è attraversata da due corsi d'acqua principali: il Torrente Meduna e il suo affluente Torrente Noncello. I due rientrano all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Livenza, il quale presenta una superficie pari a circa 2200 km².

La gran parte del territorio montano, formato dal sistema idrografico del Cellina-Meduna, si sviluppa nel territorio della regione Friuli-Venezia Giulia; mentre la destra idrografica dell'asta principale del fiume Livenza, inclusi i sottobacini del Meschio e del Monticano, ricade in larga parte nel territorio della regione Veneto.

Il maggior tributario del Livenza è il torrente Meduna che scende dal settore centrale delle Prealpi Carniche e confluisce in sinistra idrografica, nei pressi dell'abitato di Ghirano, in località Tremeacque.

Altri corsi d'acqua di grande importanza per l'inquadramento della zona sono i fiumi da risorgiva; questi sono distribuiti secondo una fascia che si estende in direzione est-ovest, grossomodo nella parte centrale della area di tesi coincidente con il centro abitato di Pordenone a est, ed il centro abitato di Porcia nella parte più occidentale dell'area.

2.2.1 Idrogeologia e fenomeno delle risorgive

La storia evolutiva della pianura veneto-friulana vede come suoi principali costruttori i fiumi di origine alpina e, in area friulana, i maggiori sono stati il Tagliamento con il suo sistema fluviale e fluvioglaciale, il sistema Isonzo e quello del Piave (Fontana, 2006). Il Meduna ed il Cellina hanno svolto un ruolo importante nella parte nord-occidentale della pianura, in parte corrispondente all'area di studio.

A valle del loro corso montano, i corsi hanno ripetutamente cambiato direzione formando un proprio sistema deposizionale molto ampio e dalla caratteristica forma a ventaglio, definito "conoide" alluvionale. Questo possiede una differenziazione longitudinale

passando da depositi grossolani a depositi caratterizzati da tessiture più fini scendendo verso valle. Viene così a crearsi un limite tra l'area di deposizione delle ghiaie permeabili (Alta Pianura) e quella dei limi-argillosi impermeabili (Bassa Pianura) (Fontana, 2006), come in figura (Fig. 2.2).

L'enorme materasso alluvionale permeabile contiene tutte le acque che in esso si infiltrano, generando così una falda freatica continua all'interno dei numerosi orizzonti ghiaioso-sabbiosi (Muscio, 2015), essa possiede come principale fonte di alimentazione l'acqua derivante le perdite di subalveo del Tagliamento e del Cellina-Meduna, oltre che dalle infiltrazioni di derivazione meteorica nell'alta pianura o lungo il versante prealpino (Fontana, 2006).

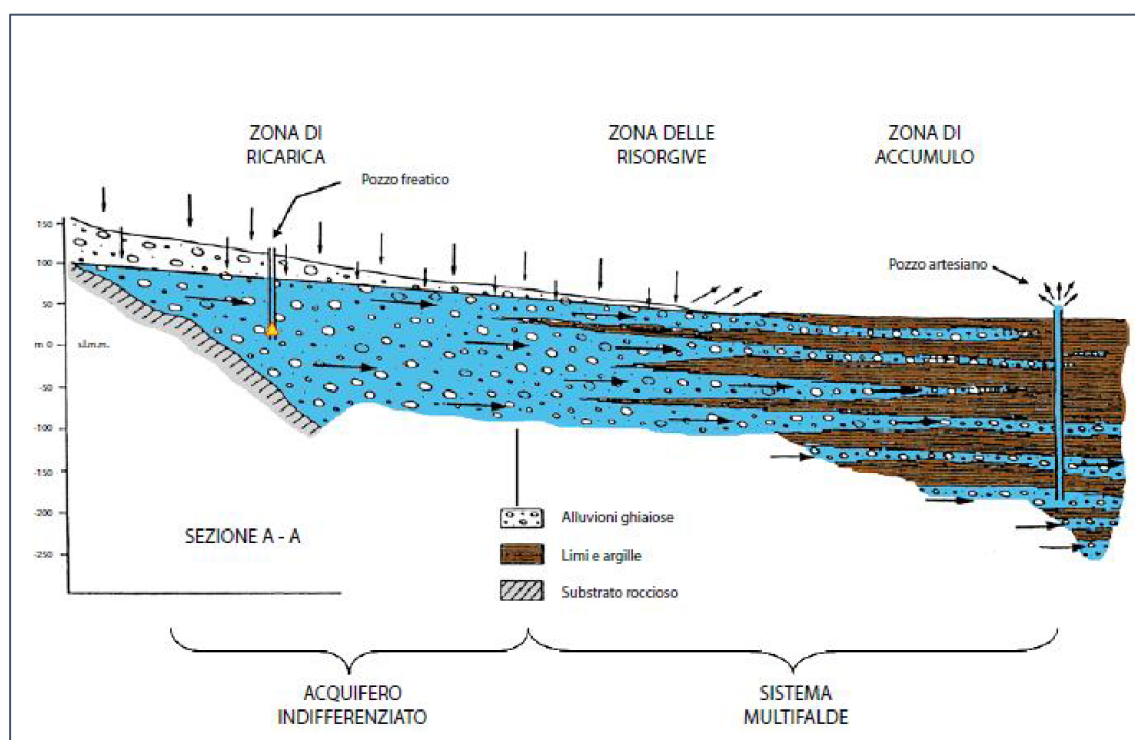


Figura 2.2: Schema idrogeologico della pianura veneto-friulana (Dal Prà, 1971)

Più a sud, gli orizzonti argillosi impermeabili costringono la falda freatica ad emergere in superficie o ad infiltrarsi lungo gli strati ghiaioso-sabbiosi che procedono verso valle, creando un sistema di falde confinate sovrapposte (Fontana, 2006). La venuta a giorno della falda freatica costituisce di fatto la fascia delle risorgive, la quale si estende per oltre 80 km in direzione WNW-ESE da Polcenigo a Monfalcone (Carulli, 2006). La larghezza

della fascia delle risorgive dipende fortemente dalla piovosità stagionale e, nel tratto friulano, varia tra i 2-10 km (Fontana, 2006).

2.2.2 Cellina - Meduna

L'analisi idrografica del Fiume Meduna presuppone la descrizione del suo bacino di origine omonimo e del bacino di origine del Torrente Cellina, il quale si espande sull'ampia conoide e prosegue la sua corsa fino alla confluenza con il fiume Meduna all'altezza di Vivaro.

Il Cellina ed il Meduna sono due corsi d'acqua che appartengono al bacino del Livenza, i loro bacini imbriferi hanno dimensioni diverse (258 km² per il Meduna a Colle, 446 km² per il Cellina a Ravedis), ma entrambi sono caratterizzati da elevata piovosità (1700-2000 mm/anno). Lungo i tratti montani sono state costruite opere idrauliche (dighe, sbarramenti) che, oltre a produrre energia elettrica e acqua per l'irrigazione, hanno lo scopo di mitigare i fenomeni di piena (Muscio, 2015).

Il Torrente Cellina nasce sul monte Gialina (mt. 1634) e scorre attraverso le prealpi Carniche in direzione sud, il suo bacino idrografico montano del torrente è il più occidentale dei bacini alpini del Friuli-Venezia Giulia confinando a SW con il Consiglio e l'Alpago, a W e NW con il bacino del Piave, a NE con il bacino dell'Alto Tagliamento, a Est con i bacini del Meduna e del Colvera e a SE con la Pianura friulana (Zenari, 1926). Nel suo sviluppo montano il Torrente Cellina solca tre grandi valli procedendo da est verso ovest: Valle Cellina, Valle Settimana e Valle Cimoliana delle quali solamente la prima presenta acqua superficiale per tutto l'arco dell'anno; le altre hanno spesso l'alveo completamente asciutto. Questa caratteristica è osservabile nel momento in cui il torrente Cellina scorre sulla conoide alluvionale, infatti in questo tratto non è presente una rete idrografica superficiale in quanto la totalità delle acque meteoriche è assorbita dal terreno che, essendo costituito nella parte alta principalmente da un materasso di depositi ghiaiosi, possiede una elevata permeabilità che permette la formazione dei caratteristici "magredi". Come conseguenza della elevata porosità dei terreni di conoide dove scorre il Cellina, si è venuto a creare un ambiente caratterizzato da una vegetazione di tipo steppico, una landa con bassa vegetazione erbacea, rari arbusti e pochi alberi isolati (Muscio, 2015). L'acqua scorre così nel sottosuolo fino all'unghia della conoide dove

fuoriesce, in corrispondenza della cosiddetta “fascia delle risorgive”, per poi immettersi nel fiume Meduna.

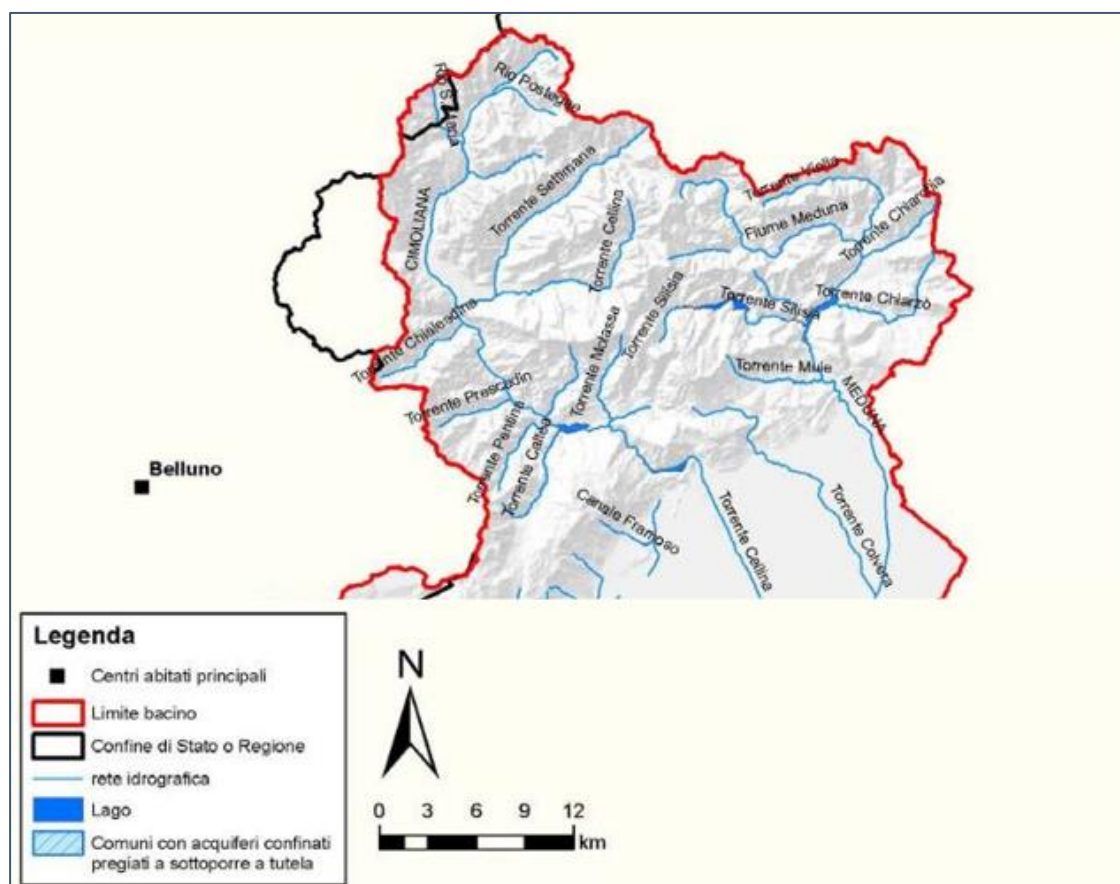


Figura 2.3: Principali corsi idrografici facenti parte del bacino montano del torrente Cellina (modificato da AbB-Venezia)

Per quanto concerne il Fiume Meduna invece, esso segna il limite sud-orientale del comune di Pordenone; il suo bacino montano ha una estensione planimetrica di circa 240 km², calcolati alla sezione di chiusura di Meduno, che rientra nella parte centrale delle Prealpi Carniche (Zanferrari et al, 2008a).

Il sistema idrografico del Meduna si origina dalla confluenza dei due rami Canal Grande e Canal Piccolo del Meduna nel lago artificiale di Cà Zul, presso il territorio di Tramonti; riceve poi a sinistra l’apporto degli affluenti Viellia e Chiarchia per immettersi nel lago artificiale di Ponte Racil. Poco a monte di Meduno, riceve in destra l’affluente Mujè. Uscito dal bacino montano, scorre su di un letto alluvionale fino alla confluenza col Cellina, ricevendo, presso Tesis, in destra l’importante affluente Colvera.

2.2.3 Noncello

Il Noncello è un corso di risorgiva che nasce da una piccola area acquitrinosa situata presso Cordenons e si sviluppa per 15 km fino alla congiunzione con il Fiume Meduna. Ben presto, per il pullulare di nuove acque e per il contributo di piccole risorgive ricche di acque, che sgorgano nel tratto Cordenons-Pordenone, acquista una notevole portata; essa va in seguito ulteriormente accrescendosi per l'apporto di altre più importanti risorgive che scaturiscono nel tratto di piano posto fra Pordenone e Rorai e cioè: il Rio Mai, la Fossa Brentella e i due Rio Repolle grande e piccolo (Comel, 1950).

Il Noncello attraversa il centro storico di Pordenone dal Borgo Meduna e dal quartiere di Madonna delle Grazie; dopo la confluenza con il R. Mai costituisce il limite comunale occidentale, scorrendo lungo il bordo del conoide del Cellina e drenando tutte le risorgenze comprese tra Cordenons e Rorai Grande (Seriani, 1998).

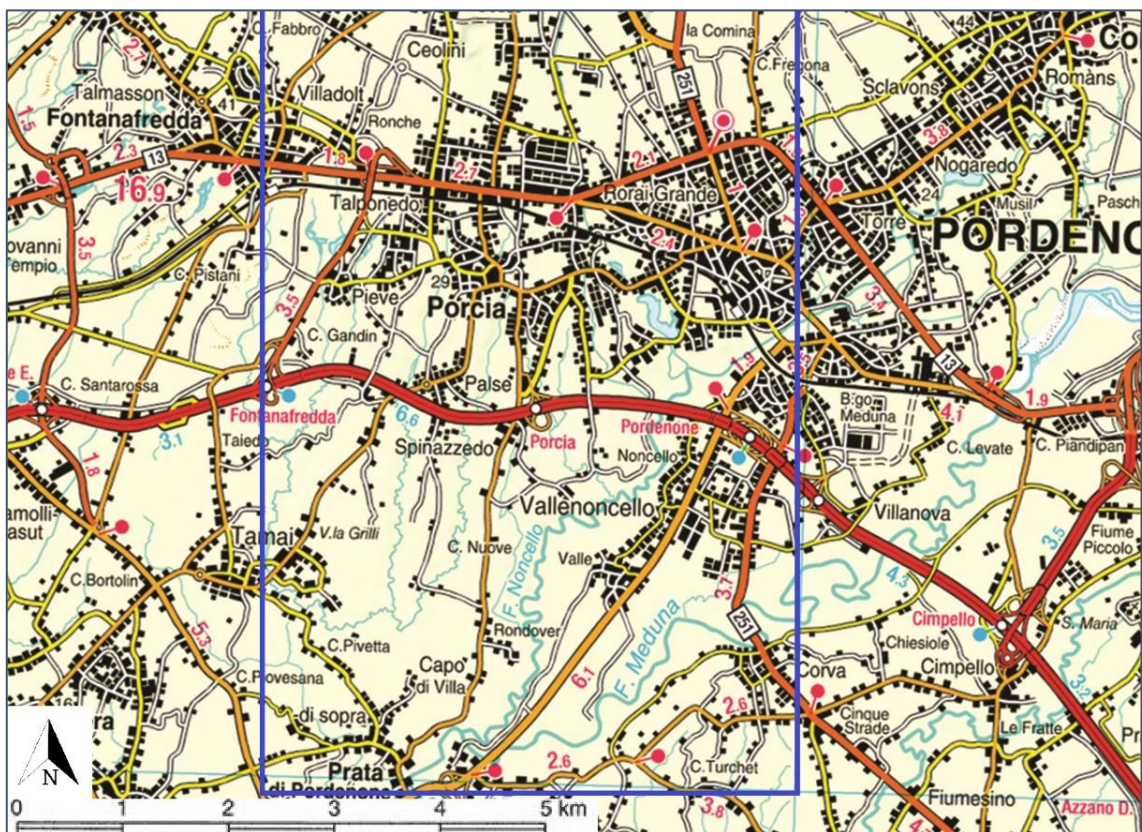


Figura 2.4: Stralcio della Carta Topografica di Pordenone. L'area indagata nel lavoro di tesi è rappresentata dal riquadro di colore blu. E' possibile osservare i cordi dei fiumi principali che caratterizzano l'area di tesi: il Noncello ed il Meduna (modificato da cartografia topografica scala 1:25.000, Tabacco)

L'ingresso nel territorio comunale di Pordenone inizia con un ampio meandro per proseguire fino al Seminario con un andamento ondulato, fino alla confluenza del R. Mai in modo prevalentemente rettilineo (dovuto da modifiche antropiche) e riprendere infine un andamento meandriforme fino alla confluenza con il F. Meduna (Seriani, 1998).

Tali modifiche sulla forma dell'alveo sono riscontrabili già dalla consultazione di carte catastali precedenti riferite all'anno 1800, dove è ben visibile come il tratto rettilineo a sud del centro abitato descritto da Seriani nel 1998 sia stato reso tale eliminando forme più irregolari presenti in quegli anni.

2.2.4 Corsi di risorgiva

L'area di tesi permette una visione ottima del fenomeno di genesi delle risorgive, in quanto essa è posta nel passaggio tra alta e bassa pianura pordenonese. Oltre al Noncello, i corsi di risorgiva nella zona di studio sono dieci, hanno un andamento prevalente nord-sud e passano tutti all'interno del territorio comunale di Porcia.

Come si evince dalla figura (Fig. 2.5) nella parte nord-est dell'area di studio sono presenti i corsi Rio Brentella ed il Rio Repolle che si immettono nel Noncello, il primo presso "Ponte del Serraglio" a ridosso del tratto autostradale A28- Portogruaro-Conegliano, mentre il secondo si immette nel Noncello poco più a est di "Casa Portoveli". Spostandosi più ad ovest si i seguenti fiumi: Rio Buion (che più a sud si evolve in "Torrente Buion"), Rio San Rocco, Rio Molinata e Rio di Pieve (questi ultimi due generano, successivamente alla loro confluenza, il Rio Sentirone). Questi corsi d'acqua si raccordano prima tra di loro formando un unico breve tratto di risorgiva che prende il nome di Rio Sentirone, il quale confluisce poi nel Meduna presso Prata di Sopra. I percorsi di risorgiva si sviluppano, almeno per la loro parte iniziale, all'interno dei centri abitati di Porcia e Pordenone, infatti durante lo sviluppo urbano dei due comuni del XX secolo gli alvei di questi fiumi minori è stato variato cambiandone il corso, forma o addirittura obliterandone alcuni tratti. Queste variazioni indotte dall'uomo sono visibile tramite il confronto con la cartografia storica, che è descritta in dettaglio nel paragrafo 4.3.

I corsi di risorgiva hanno esercitato ed esercitano un'azione prevalentemente erosiva nel loro tratto superiore, dove scorrono più o meno infossati (Fontana, 2006). La loro azione morfogenetica è riconoscibile attraverso pochi terrazzi erosivi che sono riusciti a sopravvivere all'intervento umano. In queste zone è quindi possibile osservare aree di minor livello topografico ("bassure") che possono essere ampie da poche a decine di metri ed alcuni chilometri e nelle quali si possono distinguere terrazzamenti che segnano le diverse fasi erosive, pur con dislivelli dell'ordine di pochissimi metri (Minelli et al., 2001).

2.3 Inquadramento geodinamico e strutturale

L'area indagata è parte della Pianura Veneto-Friulana, che rappresenta l'avampata meridionale del sistema tettonico delle alpi, più precisamente delle Alpi meridionali o Sudalpino. Difatti, le Alpi possiedono una struttura crostale a doppia vergenza (Bosellini, 2005): l'edificio "Europa vergente", con direzione di trasporto delle strutture verso l'esterno, e quello "Adria vergente" che si sviluppa verso l'interno dell'arco alpino (Dal Piaz et al., 2003).

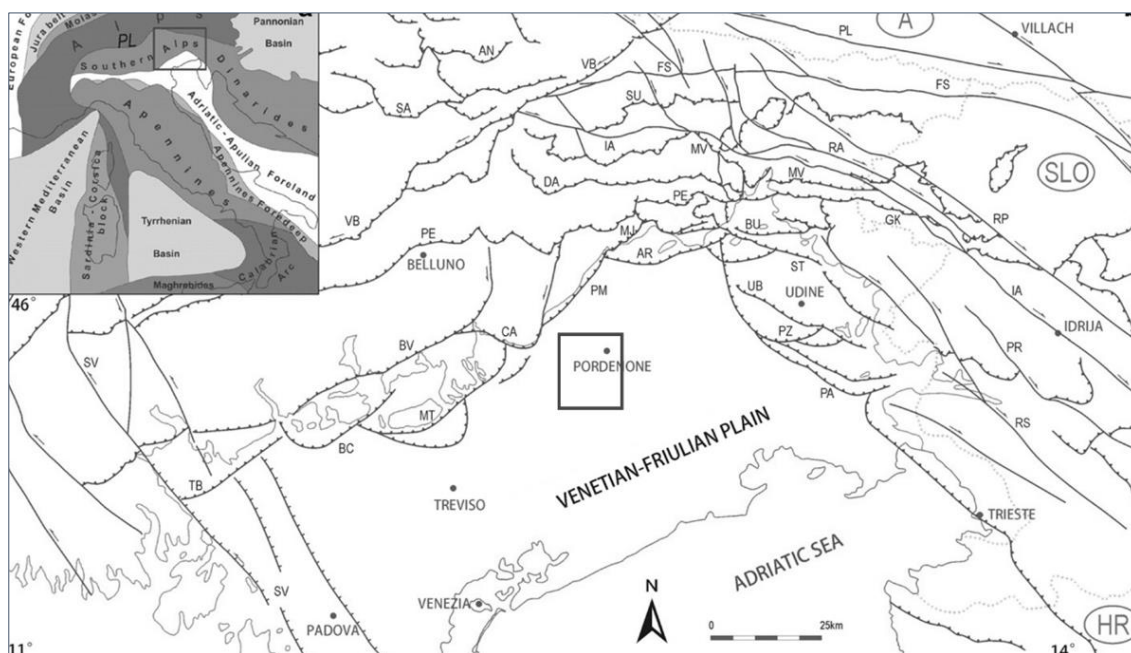


Figura 2.6: Quadro geodinamico italiano con il sistema convergente Europa-Africa. L'area indagata nel lavoro di tesi è rappresentata dal riquadro di colore rosso. (modificato da Bigi et al., 1990) in Monegato & Poli (2014)

I due sistemi sono divisi da una serie di faglie le quali vanno a costituire il lineamento denominato *Lineamento Insubrico (Periadriatico)* (Gelati R., 2016).

Tale struttura venne a formarsi a partire dall'Oligocene terminale-Miocene (circa 25 milioni di anni fa) durante la fase che prende il nome di *neoalpina*.

Durante quest'ultimo lasso di tempo l'Africa si avvicinò ulteriormente all'Europa, ma, essendo già avvenuta la collisione tra i due blocchi, questo movimento è stato in parte "assorbito" da una sorta di incuneazione del blocco africano nella già formata catena alpina, determinandone la formazione, nella sua parte superiore, di un sistema a pieghe e sovrascorrimenti sudvergenti (Gelati, 2004), caratteristica del Sudalpino o Alpi Meridionali.

Infine, a sud, il fronte del sistema Sudalpino è sepolto sotto i sedimenti miocenico-quadernari, i quali costituiscono i terreni di studio in questo lavoro di tesi.

2.3.1 Tettonica e sismicità regionale

Come descritto in precedenza dal punto di vista geodinamico, la pianura veneto-friulana e il mare Adriatico settentrionale, appartengono alla microplacca Adria. Di questa si distinguono due settori: uno soggetto all'interferenza con il sistema tettonico dinarico e uno coinvolto con il sistema tettonico alpino (Vai et al., 2002). L'area di tesi rappresenta il top del riempimento sedimentario di età terziaria e quadernaria dell'avampese della catena sud alpina orientale, quest'ultima è caratterizzata da sovrascorrimenti sud-vergenti sviluppati a partire dal Neogene (Cati et al., 1987a; Massari, 1990; Doglioni, 1993).

Nell'area ad ovest del fiume Tagliamento il fronte delle Alpi corrisponde a sovrascorrimenti situati lungo il piede delle Prealpi Carniche, ad est invece le deformazioni attive hanno riutilizzato alcune strutture cieche dinariche e interessano estesamente la pianura, come nella zona di Udine (Peruzza et al., 2002).

Come evidenziate nel Foglio 064 "Aviano", anche nell'area di Pordenone, lungo la fascia prealpina, dove è presente il contatto tra depositi tardo-quadernari della pianura ed il substrato roccioso, vi sono indizi di deformazione dei depositi per effetto della attività tettonica recente.

L'area fa quindi parte del fronte più eterno della Catena Sudalpina orientale, in evoluzione del Miocene medio ad oggi. Come già espresso in precedenza tale fronte si sviluppa con

una serie di sovrascorrimenti a direzione media NE-SW che bordano i primi rilievi prealpini, oppure corrono sepolti lungo coltri alluvionale dell'alta pianura friulana (Galadini et al., 2005; Burrato et al., 2008). L'odierna attività tettonica dell'area è testimoniata dai più recenti eventi sismici. Un recente studio (Burrato et al., 2008) evidenzia le principali sorgenti sismogeniche nel Sudalpino orientale seguendo la nomenclatura DISS (Database delle sorgenti sismogenetiche italiane). Nella figura sono ben individuabili due principali sorgenti sismogeniche, geograficamente prossime all'area di tesi ovvero: "*ITGG124 Cansiglio e ITGG125 Polcenigo-Montereale*".

In questo settore della Catena Sudalpina orientale le sorgenti *Cansiglio* e *Polcenigo-Montereale* corrispondono ai thrusts più esterni, localizzati lungo il fronte delle Prealpi Carniche (Buttato et al., 2008).

Nella porzione di pianura Veneto-Friulana a sud del *massiccio del Cansiglio* la base dei depositi Quaternari è stata identificata approssimativamente a 900 m sotto il livello del mare sulla base di dati di sismica a riflessione elaborati da Eni/Agip. Lo spessore di tale cuneo di depositi Quaternari definisce una continua e recente subsidenza della pianura di fronte al thrust del Cansiglio e rappresenta le prove più evidenti della recente attività di tale faglia (Galadini et al., 2005).

Sono presenti anche evidenze delle attività del thrust del Cansiglio nel tardo Quaternario, dimostrati dalla dislocazione di sedimenti di età successiva al LGM lungo l'espressione superficiale della faglia. Infine, il segmento del Cansiglio è generalmente considerato come la sorgente del terremoto del 1936 (Sirovich et al., 2000; Valensise & Pantosti 2001), caratterizzato da una magnitudo pari a 5.9 della scala Richter con effetti gravi classificati al IX grado (Violento) della scala Mercalli.

Un altro evento degno di nota è il terremoto del 1873 nel Bellunese, il terremoto infatti si è sviluppato con una intensità pari a 6.3 gradi magnitudo che suggerisce una associazione con la vicina sorgente *Polcenigo-Montereale* (Galadini et al., 2005).

Altri eventi registrati più recenti corrispondono alle scosse avvenute il 6 maggio e 15 settembre del 1976 in Friuli, rispettivamente con gradi di Magnitudo pari a 6.45 e 5.9 (Poli. et al., 2017).

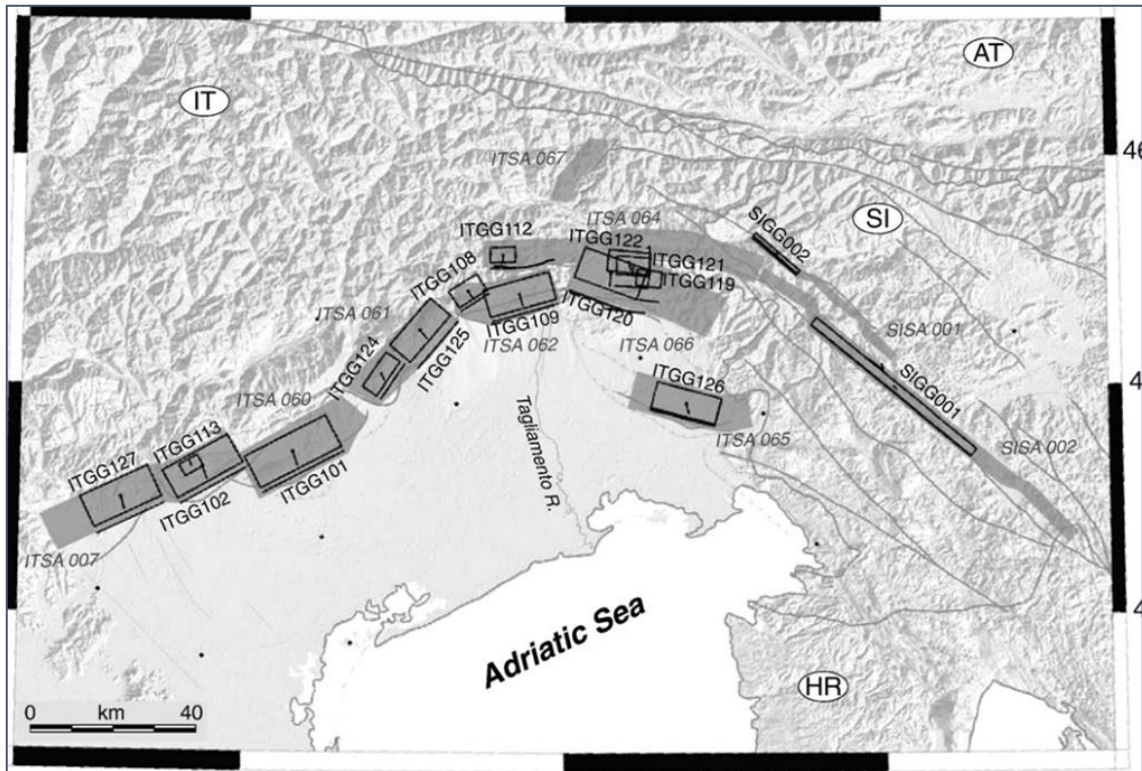


Figura 2.7: Panoramica delle fonti sismogenetiche dell'Italia nord-orientale e della Slovenia occidentale incluse nell'ultima versione del DISS (DISS Working Group, 2007). Le singole sorgenti sismogenetiche sono mostrate in nero, aree sismogenetiche in grigio scuro.

2.3.2 Litologie dei bacini montani di Tagliamento, Cellina e Meduna

Durante la fase di rilevamento sul terreno, sono state prese in considerazione le differenze litologiche dei sedimenti grossolani presenti, così da poterne riconoscere la provenienza in base alla composizione petrografica e quindi assegnare ai depositi un determinato bacino montano di provenienza.

Il bacino idrografico montano del Torrente Cellina ha un'estensione planimetrica di circa 450 kmq, calcolati alla sezione di chiusura di Ravedis, ed è compreso tra le Alpi Carniche, le Prealpi Carniche occidentali e le Prealpi Venete (Zanferrari et al., 2008a). Nei settori settentrionale e centrale, il substrato roccioso affiorante è costituito prevalentemente da dolomie triassiche chiare e dolomie scure ricche di sostanza organica. Subordinatamente, affiorano calcari, calcari bioclastici talvolta selciferi giurassici, diffusi soprattutto nella parte centrale ed occidentale del bacino, e calcari bioclastici e micritici selciferi cretaci, presenti essenzialmente nella parte meridionale e, secondariamente, in quella centrale.

Le rocce terrigene sono presenti in piccola percentuale rispetto alle precedenti, sono derivate da successioni torbiditiche e emipelagiche di età terziaria. Sono completamente assenti le rocce vulcaniche.

Il bacino idrografico montano del Torrente Meduna ha un'estensione planimetrica di circa 240 kmq, calcolati alla sezione di chiusura di Meduno, e rientra nella parte centrale delle Prealpi Carniche (Zanferrari et al., 2008a). Il substrato roccioso, nella parte settentrionale e centrale, è costituito principalmente da dolomie triassiche scure ricche di sostanza organica e, in minor percentuale, da dolomie triassiche chiare. Nel settore sud-orientale, affiorano principalmente calcari bioclastici cretaccici con subordinati calcari micritici di età triassica superiore e calcari dolomitizzati bioclastici giurassici. In questo caso le rocce terrigene, a differenza del caso del bacino montano del Cellina, sono meno diffuse e situate prevalentemente nella parte meridionale, in prossimità dello sbocco in pianura a Meduno. Queste sono costituite da successioni emipelagiche e torbiditiche, nonché di piattaforma, di età terziaria (Zanferrari et al., 2008a).

Come accennato precedentemente, l'elevata presenza di clasto carbonatici scuri all'interno del bacino del torrente Meduna, permette una distinzione di esso dai bacini adiacenti osservandone la presenza nei depositi in pianura.

Il bacino idrografico montano del Tagliamento ha un'estensione planimetrica di circa 2.300 kmq calcolati alla sezione di chiusura di Pinzano ed è compreso nelle Alpi e Prealpi Carniche e Giulie (Zanferrari et al., 2008a).

I depositi alluvionali del Tagliamento sono caratterizzati da una elevata variabilità nella composizione litologica, rendendoli così facilmente distinguibili rispetto ai depositi appartenenti ai bacini limitrofi. Le litologie più caratteristiche sono quelle paleozoiche sia del basamento metamorfico delle Alpi Carniche occidentali (*formazione della Val Visdende, formazione di Fleons*, metaconglomerato di Cima Vallona, marmi silurici e devonici) sia sequenze carbonifere terrigene e vulcanico-vulcanoclastiche della Catena Paleocarnica (formazioni *dell'Hochwipfel* e del *Dimon*) e terrigene permo-carbonifere (*conglomerato di Sesto, Arenaria della Val Gardena, formazione di Bombaso, formazione di Meledis*) (Zanferrari et al., 2008a).

I litotipi citati costituiscono circa il 90% dei depositi del Tagliamento, la restante parte è costituita principalmente da depositi carbonatici, costituiti da dolomie calcari bioclastici

e calcari selciferi di età comprese tra il Triassico e il Cretacico e, subordinatamente, da litologie terrigene sia mesozoiche sia facenti parte delle successioni torbiditiche terziarie (Carulli et al., 2000; Venturini et al., 2002; e bibliografia citata).

2.4 Inquadramento geomorfologico

L'area di tesi comprende le ultime propaggini dell'alta pianura e il passaggio alla bassa, includendo quindi anche la fascia di transizione tra i due diversi settori tra alta e bassa pianura friulana. Nonostante ciò la pianura veneto-friulana vanta di alcuni assetti peculiari che descrivono la storia della sua evoluzione e di come il susseguirsi di eventi di sedimentazione ed erosione hanno portato ad una sua morfologia così particolare.

L'evoluzione plio-quadernaria è stata fortemente influenzata dai processi di riorganizzazione del reticolo fluviale principale, dando origine a molte delle principali valli alpine e delle maggiori depressioni esistenti nel substrato della pianura; queste ultime sono riconoscibili solo grazie alla esplorazione sismica condotta per la ricerca petrolifera e hanno riguardato la sedimentazione marina pliocenica e quella marina alluvionale quadernaria (Fontana et al., 2011). Le cause di tale processo sono da ricercare nell'evento verificatosi circa cinque milioni di anni fa, durante il piano cronostratigrafico denominato Messiniano; in questo periodo del Miocene la chiusura dello stretto di Gibilterra portò all'abbassamento del livello del Mediterraneo di parecchie centinaia di metri, causando l'emersione di vasti territori, sottoponendoli così ad una notevole erosione alluvionale (Fontana et al., 2011).

Le morfologie superficiali, invece, sono largamente riconducibili all'evoluzione dei sistemi di conoidi durante il tardo Quaternario. All'interno dell'area di tesi è possibile individuare la presenza di due principali sistemi deposizionali: *sistema del Cellina-Meduna* e il *sistema del Tagliamento*, quest'ultimo interessa la parte sud-orientale dell'area. Questa sezione del lavoro intende presentare, appunto, una breve descrizione e caratterizzazione generale delle condizioni geomorfologiche presenti nel territorio, partendo dalla descrizione dei sistemi deposizionali, per poi ricondurre tali "sistemi" in determinati periodi temporali.

2.4.1 I megafan alluvionali

La pianura friulana occidentale è stata formata dall'attività dei torrenti Cellina, Meduna e del F. Tagliamento, i quali hanno ripetutamente percorso a valle del loro sbocco vallivo, interessando aree molto ampie, fino a coprire centinaia e migliaia di km² (Fontana et al., 2004).

I sistemi alluvionali maggiori, come Tagliamento e Piave giungono fino al mare e in pianta presentano una morfologia a ventaglio, mentre nelle tre dimensioni possiedono una forma simile ad un cono appiattito; questi sistemi, un tempo descritti come conoidi (ad es. Comel et al., 1982; Castiglioni & Pellegrini, 2001), ora sono definiti come megafan alluvionali (Fontana et al., 2004; 2008). Data la loro notevole estensione areale, i limitati gradienti topografici presenti nella bassa pianura, la caratteristica selezione granulometrica dei sedimenti (che da monte verso valle passano da granulometrie essenzialmente ghiaiose e sabbiose a granulometrie più fini come limi ed argille) li rendono diversi dai classici conoidi alluvionali conosciuti in letteratura. Come si evince dall'osservazione dell'immagine seguente, la distribuzione areale dei suddetti megafan ha generato, tra loro, delle zone di interdigitazione relativamente depresse rispetto alle morfologie dei conoidi. Per questo motivo i più importanti corsi di risorgiva o di risorgenza carsica hanno occupato tali aree d'interfluvio. Riconducibile a tale dinamica è il corso del Torrente Noncello, il quale scorre lungo la fascia di interdigitazione dei sistemi deposizionali Cellina e del conoide del Meduna e il Livenza tra quelli di Tagliamento e Piave (Fontana et al., 2004).

La dinamica che ha portato alla formazione dei megafan alluvionali si è ripetuta più volte durante tutto il Quaternario, permettendo quindi di dedurre che nel sottosuolo dei vari sistemi sedimentari, vi possano essere diverse generazioni di conoidi alluvionali con inclinazione e direzioni diverse dalle attuali, mentre dalle informazioni relative allo studio delle ghiaie nei primi cento metri del sottosuolo (Stefanini & Cucchi, 1997; Dal Prà et al., 1997) si evidenzia una certa stabilità delle zone di apice, in genere coincidenti con i principali sbocchi vallivi (Fontana et al., 2004). Le caratteristiche che accomunano i megafan alluvionali del nord-est italiano sono principalmente tre: la loro marcata differenziazione longitudinale e la caratteristica di essere telescopici/composti a seguito di fasi di aggradazione e di erosione.

La prima di queste pone come punto principale di analisi la differenza tessiturale dei sedimenti lungo lo sviluppo longitudinale dei megafan. Essi infatti sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi nella parte a monte, che sostanzialmente comprende la parte apicale verso valle fino alla linea delle risorgive con pendenze comprese tra 7 e 2 ‰, coincidente con l'alta pianura.

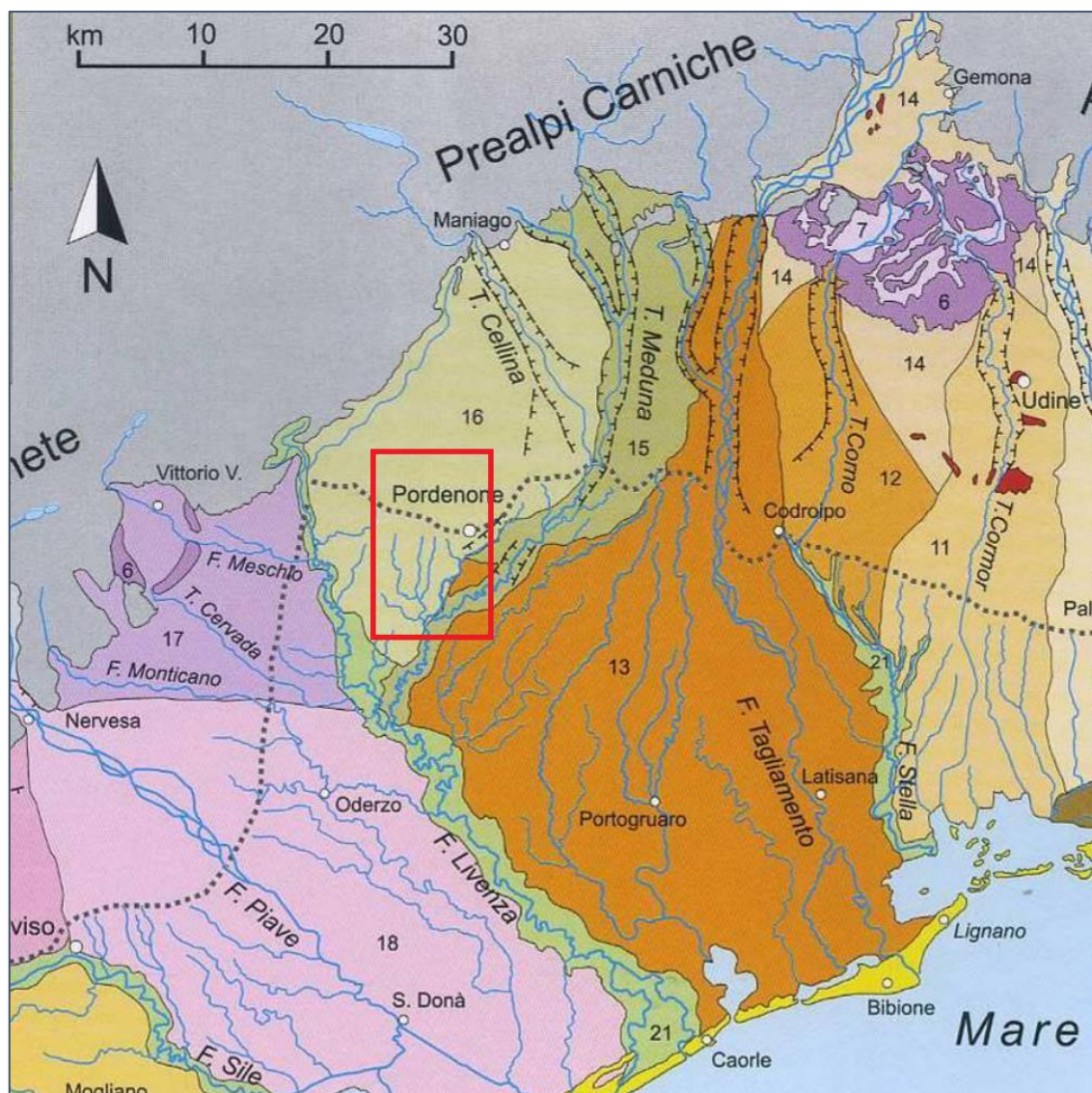


Figura 2.8: Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2004). L'area indagata nel lavoro di tesi è rappresentata dal riquadro di colore rosso. Legenda: 6) cordoni morenici degli anfiteatri di Tagliamento e Piave; 7) depressioni intermoreniche; 11) megafan del Cormor; 12) megafan del Corno di S. Daniele; 13) megafan del Tagliamento; 14) piana di Osoppo e aree interposte tra megafan; 15) conoide Meduna; 16) conoide del Cellina; 17) conoidi dei fiumi Monticano, Cervada e Meschio; 18) megafan del Piave di Nervesa; 21) depositi dei principali fiumi di risorgiva.

Spostandosi verso valle i sedimenti sono caratterizzati da tessiture più fini, e questo settore corrisponde anche alla bassa pianura. Sempre nella zona distale del megafan possono essere presenti anche corpi di canale sabbiosi e raramente ghiaiosi.

Come descritto in Fontana (2011), il Fiume Tagliamento è un esempio molto esplicativo delle geometrie descritte, i canali che dall'apice del megafan scorrono fino a giungere a tale fascia possiedono alvei con morfologie intrecciate (braided) con letti ghiaiosi molto larghi aventi uno spessore di 1-2 m; mentre nella parte sottostante la linea delle risorgive l'alveo diviene monocursale, prima di tipo wending o a isole fluviali e poi a meandri. In questi settori distali gli alvei hanno profondità di vari metri ed una ampia area di esondazione che, come vedremo più nello specifico nel paragrafo successivo, permette loro di assumere le caratteristiche di alveo pensile rispetto alla piana circostante. La geometria e sviluppo dei canali, e quindi dello stesso megafan, hanno subito vari cambiamenti in base alle variazioni del clima, gradiente topografico, rapporto portata liquida e solida, posizione del livello base (Fontana et al. 2008).

Un'altra importante caratteristica dei megafan è la loro *differenziazione trasversale* sulla base delle caratteristiche idrologiche, pedologiche, geomorfologiche. Questa caratteristica è riconducibile al fatto che in un certo periodo un sistema fluviale è attivo solo in una limitata fascia dell'intero ventaglio del megafan, così si vengono a creare aree all'interno dello stesso megafan coinvolte da sedimentazione/erosione dovute al corso fluviale mentre, zone in quel "momento" più distali al canale, sono soggette a processi di pedogenesi (Kraus & Bown, 1988) e alla formazione di bacini idrografici minori, come possono essere quelli dei fiumi di risorgiva o dei corsi a carattere temporaneo dell'alta pianura (Fontana, 2006).

Diversamente da quella longitudinale, la differenziazione trasversale può verificarsi in intervalli di tempi ben più ristretti. Dall'osservazione della documentazione geologica riguardante la pianura veneto-friulana, si può dedurre come l'abbandono di una porzione di megafan da parte di un corso d'acqua in favore di un altro settore dello stesso, si è verificata con una periodicità di centinaia e migliaia di anni (Fontana et al., 2011); quindi dal punto di vista cronologico la variabilità trasversale dei megafan è inferiore di uno o di due ordini di grandezza rispetto alla variabilità longitudinale (Fontana et al., 2004).

Per ultima possiamo evidenziare la caratteristica della maggior parte dei megafan della pianura veneto-friulana ad essere definiti *telescopici o compositi*. Questa caratteristica possiede un forte collegamento con gli eventi di sedimentazione ed erosione che si verificano nei diversi sistemi deposizionali, o all'interno dello stesso (come è stato già descritto per la differenziazione trasversale). Un esempio ripreso da (Fontana et al. 2011) riporta gli esempi a scala locale dei megafan del Brenta a del Tagliamento, dove i fiumi creano dossi nel settore attivo, mentre in quelli non interessati dalla azione dei canali la pianura preesistente viene rimodellata da così di risorgiva incipienti. Accade quindi che nei tratti attivi, i canali trasportino il sedimento eroso durante il loro sviluppo fino alle parti distali del megafan stesso, creando quindi un ulteriore cono (formato da depositi anche grossolani della alta-media pianura) sopra i depositi fini della bassa pianura nel quale si è spinto. Il ripetersi di questo evento anche in altre zone porta alla formazione di un megafan costituito da più lobi deposizionali. Questi sistemi vengono detti anche *telescopici* poiché formati da più lobi minori che si innestano uno nell'altro assumendo dimensioni minori e con apice situato più a valle, passando da quelli più antichi a quelli più recenti.

Verranno ora descritti di seguito le principali caratteristiche geomorfologiche dei tre sistemi deposizionali che nel tempo hanno portato alla formazione della pianura pordenonese e delle aree limitrofe che ricadono all'interno dell'area di tesi.

2.4.1.1 Il conoide del Cellina

Entrambi i conoidi del Cellina e del Meduna si sviluppano tra due megafan di due principali fiumi della regione (Piave e Tagliamento), dei quali entrambi i corsi d'acqua Cellina e Meduna ne erano i tributari durante L'Ultimo Massimo Glaciale (LGM) (Comel, 1956).

Il Conoide del Cellina si estende alla base delle Prealpi Carniche pordenonesi, su un arco di circa 150° (Avigliano et al. 2002), fino alla terminazione ad occidente della linea delle risorgive, che ne delimita il piede. Lungo la direttrice Montereale Val Cellina (apice del conoide) – Pordenone (massima distanza dell'unghia dall'apice) esso si allunga per oltre 25 km con pendenze variabili fra 11,1 e 15,6 ‰ (Zenari, 1929). La tettonica ha svolto un ruolo molto importante nello sviluppo della sedimentazione, riprendendo le

considerazioni eseguite nel lavoro di (es: Avigliano et al., 2014) il margine dei rilievi alpini possiede un andamento generale NE-SW, in accordo con le strutture tettoniche di egual direzione presenti in quell'area.

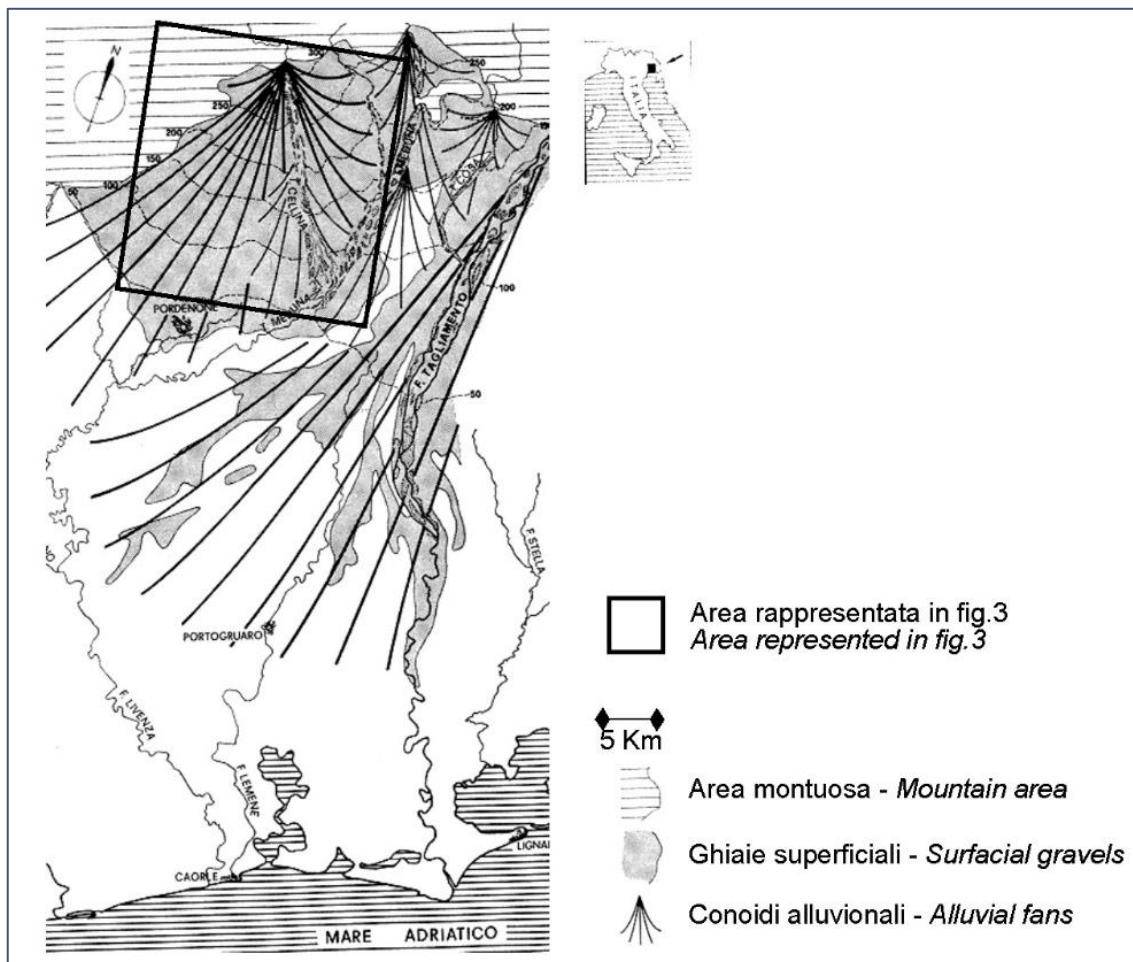


Figura 2.9: Schema geomorfologico della pianura Friulana occidentale (modificato da Avigliano et al., 2002°).

Il sollevamento di questa porzione della catena, unito all'azione di incisione fluviale nella zona apicale, ha permesso ai depositi alluvionali che ricoprono il substrato pre-quaternario, di arrivare a raggiungere spessori di alcune centinaia di metri e che, lembi di depositi fluviali più antichi, siano rimasti isolati su versanti prospicienti la pianura (Comel, 1956; Avigliano et al., 2001).

Le osservazioni eseguite in campagna e le datazioni dei sedimenti subsuperficiali del conoide Cellina hanno permesso di definire le caratteristiche tessiturali e le fasi di

formazione del conoide. Il conoide del Cellina quindi è costituito da una serie di corpi ghiaiosi tabulari con subordinata sabbia, tali corpi sabbiosi interposti con livelli di ghiaia, aumentano di frequenza e di spessore dall'apice del conoide scendendo verso l'unghia (Avigliano et al., 2002).

La litologia dei depositi alluvionali sopra descritti deriva dalle formazioni affioranti del bacino montano del Cellina, esse sono esclusivamente di natura sedimentaria con una prevalenza calcareo dolomitiche sulle terrigene, inoltre sono totalmente assenti le rocce cristalline (Avigliano et al., 2002).

Di rilevante importanza è anche il definire la storia evolutiva del conoide stesso, inserendo così la sua formazione in una precisa sequenza temporale, qui di seguito saranno anticipati dei concetti che verranno chiariti ed espressi più dettagliatamente nel paragrafo 2.5, riguardante la geomorfologia del Quaternario.

La superficie del conoide è rimasta in evoluzione almeno fino al termine del Pleistocene superiore, come sembrano confermare alcune datazioni effettuate con il metodo del radiocarbonio su sedimenti organici campionati nel primo sottosuolo (Maniago: 11.850 ± 110 anni BP; Basaldella di Vivaro: 10530 ± 100 anni BP – età ^{14}C non calibrate da Avigliano et al., 2001). Mentre al passaggio tra il Pleistocene e l'Olocene, nel tratto apicale del conoide l'erosione ha iniziato a prevalere sul tasso di sedimentazione. Oltre alla continua erosione, in questo periodo si è verificata una migrazione verso sud dell'area di sedimentazione, con la conseguente formazione di un conoide telescopico, sovrapponendosi all'unghia del conoide principale sul quale è posto (Avigliano et al., 2002b). Durante tale fase si verifica una progressiva migrazione del Torrente Cellina verso ovest, tale migrazione è ben testimoniata dalla presenza di terrazzi di erosione presenti sull'ala sinistra del conoide. Attualmente il corso d'acqua incide il sistema deposizionale, nel suo tratto apicale, dando vita a terrazzi e scarpate che possono arrivare a 40 m di altezza, esempi sono a Montereale Valcellina, in località Ponte del Giulio, il corso d'acqua si è inciso per circa 30 m (Avigliano et al., 2002b).

2.4.1.2 Il conoide del Meduna

Come per il conoide del Cellina, anche il conoide del Meduna non è possibile considerarlo come *megafan* per via delle sue dimensioni "ridotte".

Il conoide del Torrente Meduna lambisce la parte orientale dell'area di tesi ed i suoi depositi si trovano lungo il corso stesso del fiume, in gran parte confinati entro un'incisione scavata dal fiume.

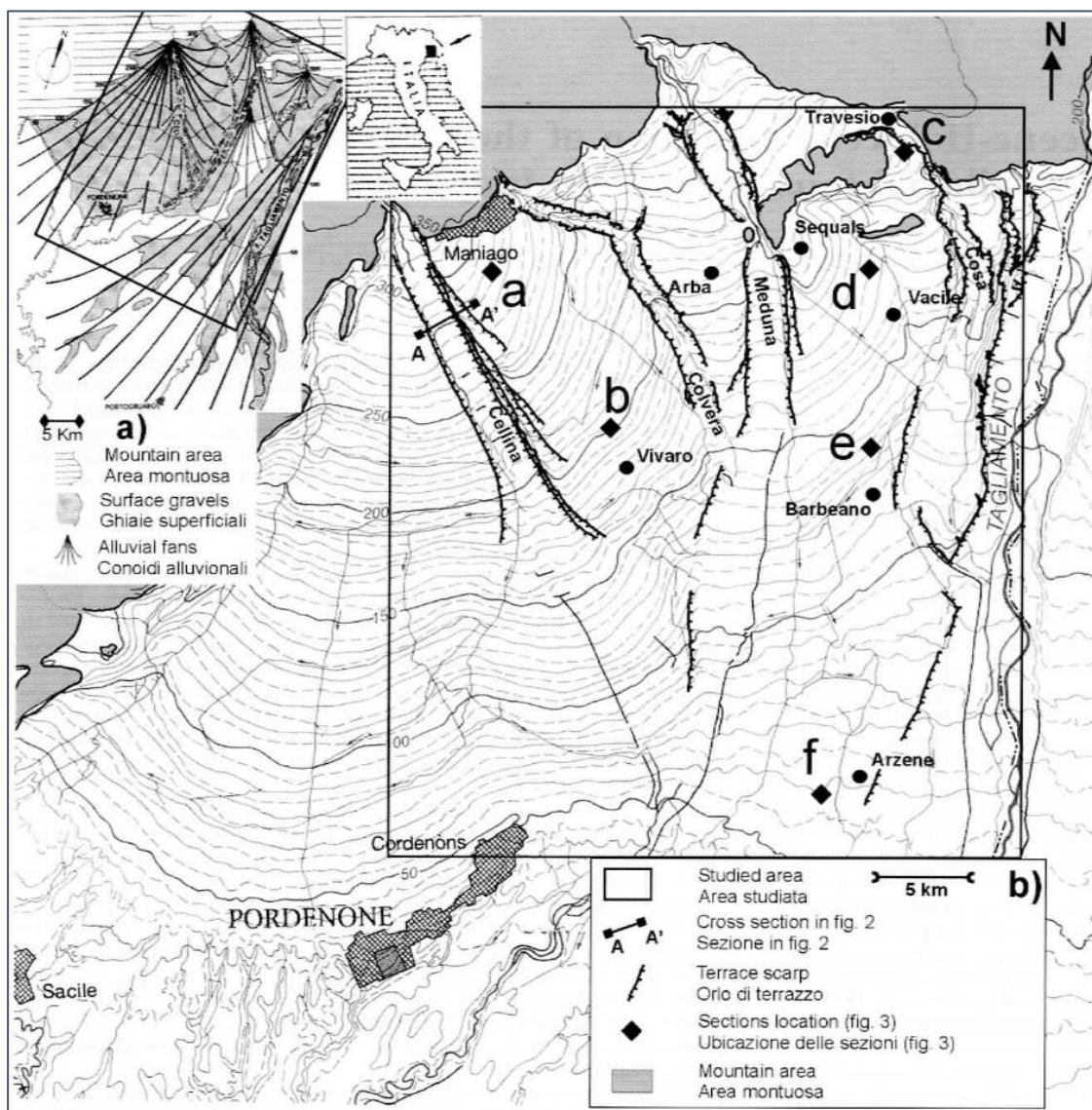


Figura 2.10: a) Schema Geomorfologico della pianura Friulana occidentale; b) Carta del rilievo. (Avigliano et al., 2002a, modificato).

Questa particolare disposizione dei suoi depositi rispecchia la dinamica della formazione del conoide stesso, esso infatti durante la sua genesi è stato fortemente vincolato da una serie di “colli” di conglomerati messiniani (Montello, Sequals e San. Zenone) presenti nella area alpina di sua pertinenza, producendo così un notevole cambiamento di direzione di flusso da N-S a WNW-ESE (Avigliano et al., 2002a).

Con tale configurazione quindi possiamo definire il conoide del Meduna come l'unione di due conoidi, definiti rispettivamente di Travesio e di Arba.

Secondo Avigliano et al. (2002a) il conoide di Travesio fu attivo durante il periodo pleniglaciale (26.000-23.000 anni fa circa).

Successivamente il corso d'acqua cambiò direzione passando ad ovest rispetto alle colline di Sequals, formando così il lobo di Arba. Secondo Avigliano et al. (2002a) esso si è sviluppato proprio agli inizi dell'Olocene, come suggerito da datazioni ^{14}C nella zona di Vacile. Come vedremo anche nel paragrafo 2.5, più specifico riguardante la evoluzione geomorfologica della pianura veneto-friulana, anche questi conoidi sono stati poi incisi e largamente disattivati.

Durante questa fase si sono formati dei *conoidi telescopici* depositati sulla "unghia" del già formato conoide Pleistocenico (Avigliano et al., 2002a). In particolare, dopo l'Olocene medio, i depositi recenti trasportati dal Torrente Meduna andarono a ricoprire i depositi del Fiume Tagliamento (Avigliano et al., 2002a).

A valle delle risorgive non si riconosce un conoide formato dal Meduna, mentre il fiume scorre lungo una valle incisa rispetto alla pianura circostante quasi fino alla confluenza nel Livenza. Nel primo tratto di bassa pianura al fondo dell'alveo del Meduna vi sono anche ghiaie fino a 2 cm, mentre più a valle di Corva si segnalano sabbie o depositi più fini.

2.4.1.3 Il Megafan del Tagliamento

In questo paragrafo verranno descritte le principali caratteristiche del sistema deposizionale del *megafan del Tagliamento*, tale sistema rientra nella parte orientale dell'area di tesi segnando alcuni depositi nella Vallenoncello come riportato nello studio di (Comel, 1950) ed anche la parte situata alla sinistra idrografica del Torrente Meduna.

Il megafan del Tagliamento ha dimensioni maggior dei conoidi descritti nei paragrafi precedenti, esso infatti si estende per un'area pari a circa 1200 km² (Fontana et al., 2008) da Pinzano dove avviene lo sbocco nella pianura per estendersi poi verso sud fino alla zona costiera, delimitato verso ovest dai corsi del Meduna e del Livenza che lo separano così dal sistema del Piave e del Meduna stesso. Ad est confina con il megafan del Corno di San Daniele e il fiume Stella (Fi. 2.9).

Nella prima decina di chilometri, procedendo dallo sbocco verso valle, il megafan è costituito da ghiaie con pendenze comprese tra 14 - 3 ‰, ove scorrono canali intrecciati *braided*. Lungo questi primi chilometri il drenaggio superficiale è quasi totalmente assente, eccetto negli eventi di piena. Allontanandosi dal margine prealpino si nota un graduale aumento della presenza di sedimenti più fini, testimonianza di una minor capacità di trasporto solida del corso d'acqua stesso, che vanno a formare la bassa pianura. In conseguenza di ciò sono presenti quindi una pendenza minore, rispetto alla parte a nord della fascia delle risorgive, avente una pendenza che varia da 3 a 0,5 ‰, con l'alveo che modifica la sua morfologia divenendo monocursale con isole fluviali a partire da Madrisio e poi assumendo un andamento meandriforme all'altezza di Ronchis. Una ulteriore modifica della morfologia fluviale si presenta nel tratto terminale del Fiume Tagliamento, dove l'alveo diventa pensile e di ha la formazione di dossi fluviali rilevati.

2.5 Evoluzione geologica quaternaria e geomorfologia della pianura veneto-friulana

In questo paragrafo verranno esposte le principali tappe cronologiche dell'evoluzione geomorfologica della pianura veneto-friulana negli ultimi 150.000 anni, descrivendo le variazioni climatiche e le morfologie da queste generate nel territorio.

Durante il Quaternario si sono susseguite numerose variazioni climatiche, per descrivere quindi le fasi evolutive del tardo Pleistocene e dell'Olocene viene spesso usata la suddivisione cronologica degli stage isotopici dell'Ossigeno, abbreviati in "MIS" acronimo dell'inglese *Marine Isotopic Stage* (Martinson et al., 1987); questa scala cronologica si basa sulla variazione del rapporto tra isotopi stabili dell'Ossigeno ($\delta^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$) presenti nei gusci dei foraminiferi oceanici. È un metodo riconosciuto a scala globale ed è un indicatore indiretto del paleoclima passato, poiché esso si basa sulla temperatura della superficie oceanica (Fontana et al., 2011). I MIS possiedono una classificazione numerica progressiva, il termine MIS 1 coincide con l'inizio dell'Olocene, per poi proseguire con i numeri dispari (MIS 3, MIS 5...) per i periodi che presentavano una temperatura media globale più calda e, numeri pari (MIS 2, MIS 4...) per i periodi che presentavano una temperatura mediamente più fredda.

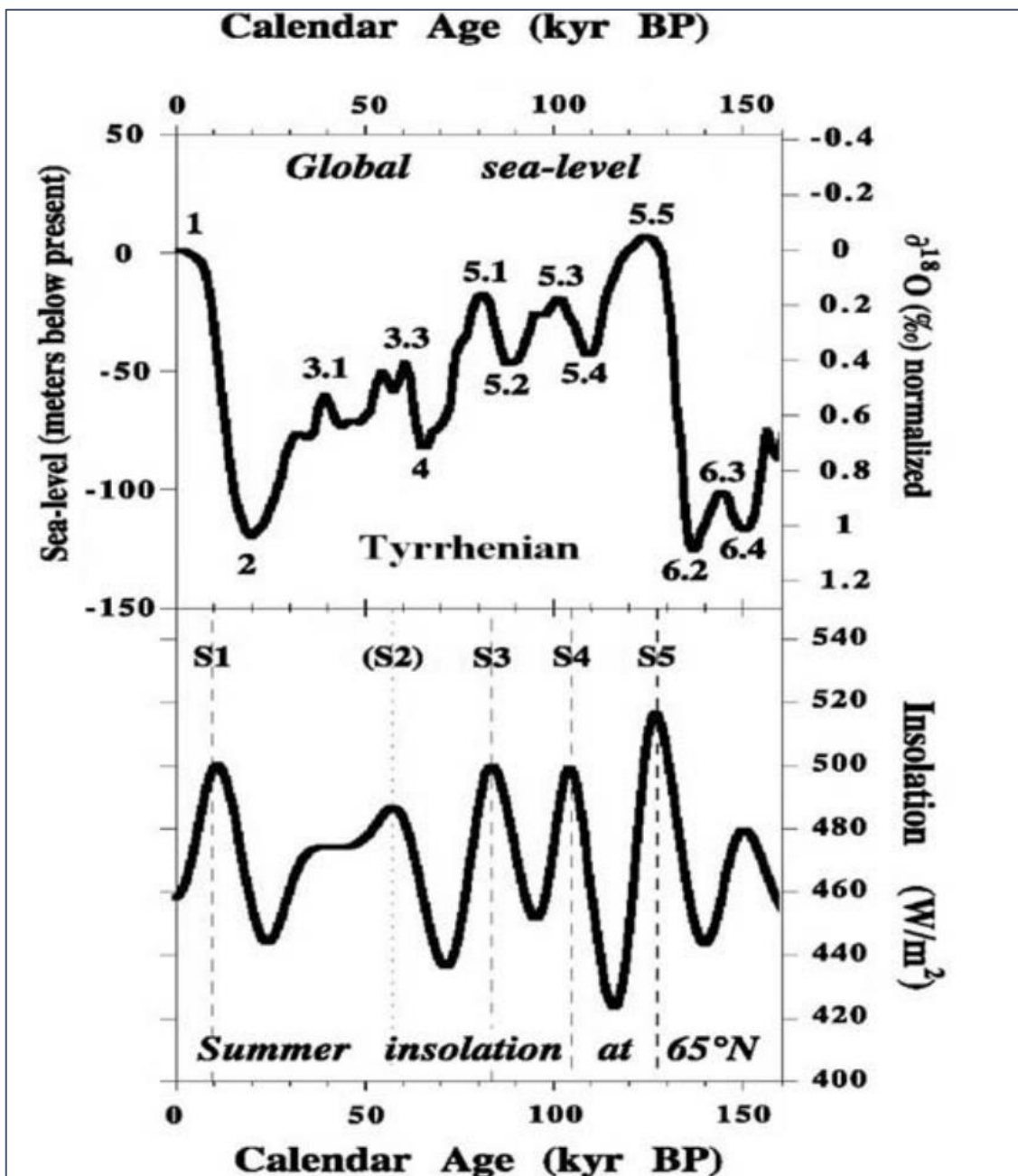


Figura 2.11: Diagramma delle relazioni cronologiche tra i cinque recenti eventi di sapropel (S1 - S5), il livello globale del livello marino e la variazione dell'insolazione dominata dai cicli di precessione orbitale con periodicità di 22.000 anni (da Sironi et al.,2005, modificato Bard et al,2002).

I periodi MIS possono essere suddivisi anche in *substage* (MIS 5.5, MIS 4.2 ...) sempre rispettando la regola di base, la quale prende in considerazione in questi casi il numero decimale; se questo è un numero pari sta a significare un periodo mediamente più caldo all'interno di un trend generale rappresentato al numero di MIS antecedente alla virgola

decimale. All'interno del paragrafo saranno presenti diversi tipi di metodi di datazione dei depositi, nello specifico saranno presenti datazioni indicate in anni ^{14}C BP quando sono riferite al risultato di laboratorio dato dalla datazione al radiocarbonio; mentre sarà indicata in anni cal BP quando il risultato dell'analisi è stata corretta secondo le curve di calibrazione (Fontana et al., 2011).

2.5.1 Pre-LGM

La morfologia dell'area di studio, come accennato in precedenza, è dovuta essenzialmente ai processi avvenuti durante le fasi finali del Last Glacial Maximum (LGM) e le varie fasi successive; ciò comporta che i sedimenti che formano la superficie hanno una età inferiore a 30.000 anni. Grazie ai carotaggi realizzati durante il progetto CARG, sono stati raccolti dati che consentono una analisi dettagliata dei primi 100 m del sottosuolo corrispondenti all'evoluzione degli ultimi 170.000 anni circa, quindi a partire dal MIS 6 (Fontana et al., 2010).

Durante l'acme della ultima penultima glaciazione (148.000 – 135.000 anni fa), che corrisponde al periodo MIS 6, si verificavano condizioni simili all'acme dell'LGM. Durante il MIS 6 i ghiacciai fuoriuscivano dagli sbocchi vallivi e tale dinamica causò un regime di forte sedimentazione in tutta la pianura veneto-friulana. Nella zona di bassa pianura, basandosi su limitati sondaggi reperibili in letteratura, anche i depositi del MIS 6 sono prevalentemente costituiti da sedimenti limosi e limo argillosi intercalati a canali sabbiosi (Fontana et al., 2010).

Al di sopra dei sedimenti riferiti all'acme della penultima glaciazione, sono stati individuati depositi di natura differente, corrispondenti all'ultimo interglaciale, MIS 5.5 compreso tra i 132.000 BP ed i 116.000 BP, e che prende il nome di *Tirreniano* (Ferranti et al., 2006). All'epoca la temperatura era mediamente più calda dell'attuale, portando allo scioglimento dei ghiacciai ed il loro ritiro all'interno delle valli di appartenenza. Lo scioglimento delle calotte glaciali permise un aumento del livello medio marino, che nel caso del Mar Adriatico raggiunse i $+7\pm 3$ m s.l.m. attuale, spostando la linea di costa di circa 25 km verso l'entroterra consentendo così la deposizione di sedimenti di ambiente costiero e lagunari/deltizi (Ferranti et al, 2006; Antolini et al, 2009; Fontana et al, 2010).

Al termine del periodo Tirreniano, circa 116.000 anni BP, corrisponde l'inizio del periodo Würmiano (116.000 - 11500 anni BP), che quindi si protrasse dal MIS 5.4 fino al termine del periodo Tardoglaciale (Chaline & Jertz, 1984; Orombelli et al., 2005).

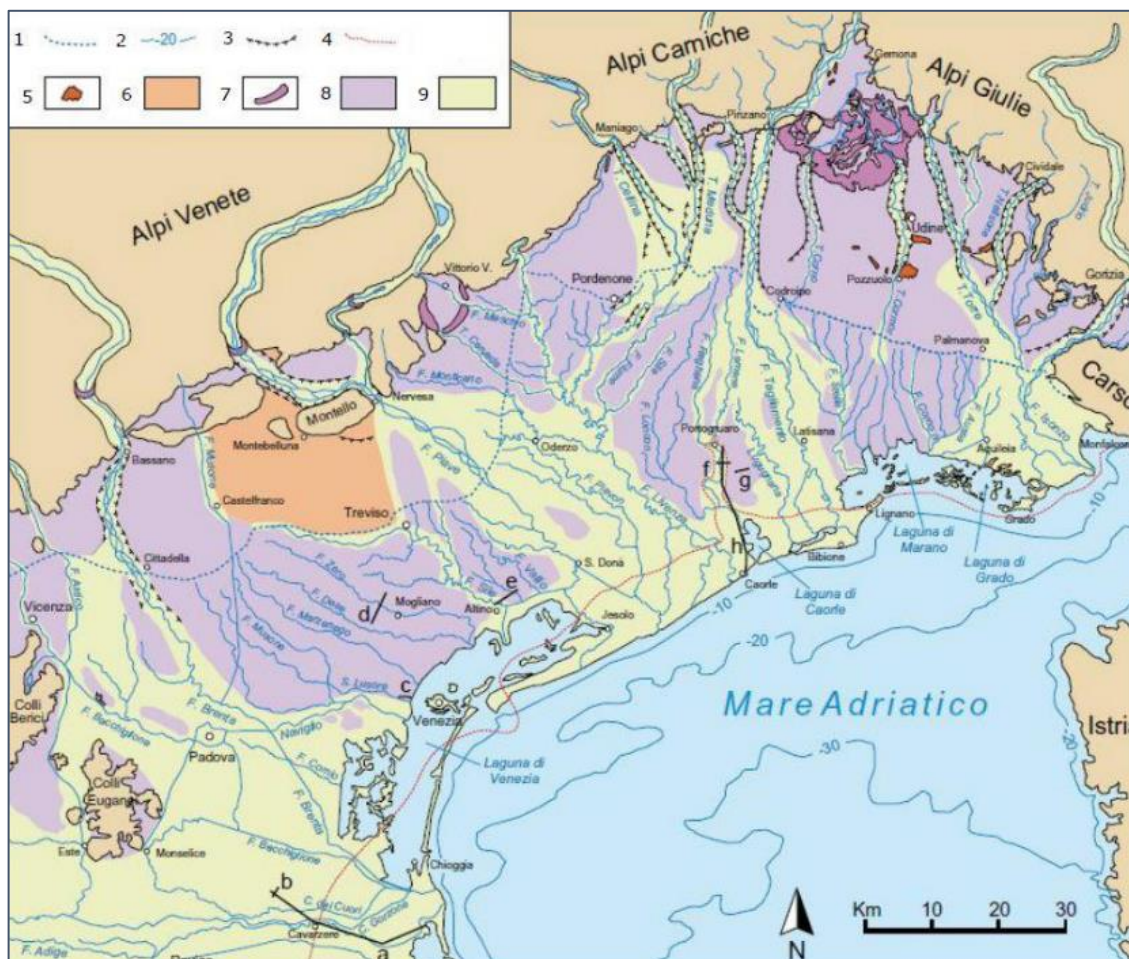


Figura 2.12: Età delle superfici della pianura veneto-friulana (da Fontana et al., 2008). Legenda: 1) Limite superiore delle risorgive; 2) isobate; 3) orli di terrazzi fluviale; 4) limite ipotetico della massima ingressione marina, circa 5000 BP; 5) terrazzi tettonici, 6) pre-LGM, 7) apparati morenici LGM, 8) LGM, 9) post-LGM.

Il periodo Würmiano può essere suddiviso in Würm Inferiore (116.000-74.000 anni fa), Würm Medio (74.000 - 29.000 anni fa) e Würm Superiore (29.000 - 10.500 anni fa), nei quali sono compresi: il periodo riferito all'LGM (30.000 - 17.000 anni fa) e del Tardoglaciale (17.000 - 10.500 anni fa), in figura possiamo distinguere quindi la disposizione dei depositi di età diverse descritti (Fig. 2.12).

I depositi del Würm Inferiore e del Würm Medio hanno uno spessore di circa 20 m nell'area di Venezia e di circa 10 m nell'area friulana; essi si possono intercettare quindi sopra i depositi del Tirreniano e sotto la base dell'LGM.

Sempre all'interno del periodo Würm, circa 80.000 anni fa, si verificò un'importante transizione verso condizioni climatiche mediamente più fredde. I ghiacciai alpini non raggiungevano ancora la pianura ed il tasso di sedimentazione rimase molto modesto fino ai 35.000 - 30.000 anni BP, ovvero fino alla fine del MIS 3. Questo *hiatus*, unito alla presenza di un gradiente topografico modesto favorì la stagnazione delle acque e la preservazione di materiale organico nella bassa pianura rendendo possibile la formazione di livelli torbosi di spessori tra 1-3 m e materiale organico (orizzonte "5" in figura Fig. 2.12) riferibili a questo periodo (Fontana et al., 2010; 2012).

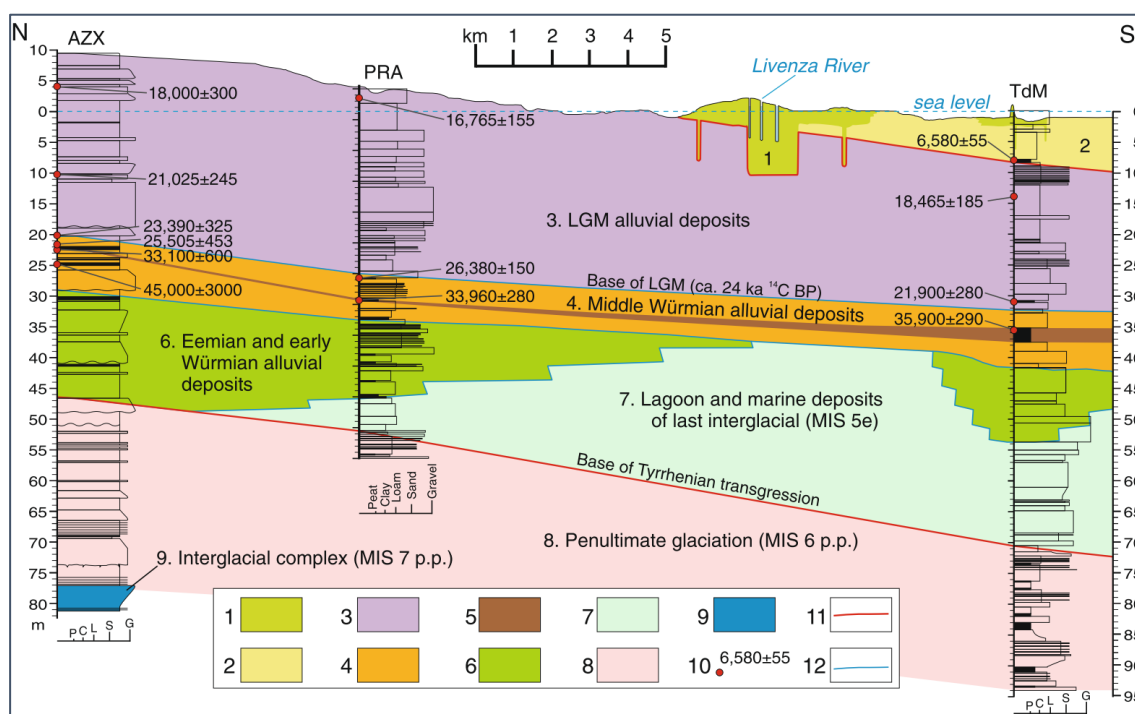


Figura 2.13: Sezione stratigrafica tra i sondaggi Azzano Decimo-Torre di Mosto, traccia f in Fig. 2.12. Legenda: 1) depositi alluvionali post-LGM; 2) depositi lagunari post-LGM; 3) depositi alluvionali LGM; 4) depositi alluvionali del Würm medio; 5) orizzonte organico pre-LGM; 6) depositi alluvionali e deltizi eemiani e del Würm iniziale; 7) depositi dell'ultimo interglaciale (MIS 5.5); 8) depositi alluvionali della penultima glaciazione; 9) depositi marini interglaciali (parte finale del MIS 7); 10) datazioni radiocarboniche non calibrate; 11) superficie trasgressiva; 12) limite stratigrafico (da Fontana et al., 2008).

Un esempio di questo assetto è stato descritto tra il fiume Livenza ed il Tagliamento, dove questo intervallo stratigrafico va assottigliandosi procedendo verso monte, come testimoniato dalla rarità dei livelli torbosi nel sondaggio Azzano (Foglio CARG 086 "San Vito al Tagliamento"; Zanferrari et al., 2008c).

2.5.2 LGM

Il periodo compreso tra i 30.000 e i 17.000 anni fa prende il nome di *Last Glacial Maximum*, tale periodo è da considerarsi tra i più importanti per quanto riguarda la storia evolutiva della pianura veneto-friulana. Durante esso si è verificata l'ultima avanzata glaciale pleistocenica, quando enormi ghiacciai occuparono le principali valli alpine e con le loro fronti giunsero in pianura o in prossimità di essa (Castiglioni, 2004; Monegato et al., 2007; Fontana et al., 2008).

L'LGM viene suddiviso a sua volta nei periodi *pleniglaciale* e *cataglaciale*, che corrispondono rispettivamente al periodo di espansione dei ghiacciai (26.000-23.000 anni fa circa) e al periodo iniziale di ritiro di questi.

Nel lasso di tempo dai 30.000 ai 20.000 anni fa l'espansione delle calotte glaciali fu accompagnata da un'importante produzione di sedimenti, favorendo quindi un rapido e diffuso sviluppo verticale ed areale dei megafan alluvionali della pianura veneto-friulana i quali, in questo periodo, raggiunsero la loro massima espansione (Fontana et al., 2008). La rapida aggradazione sedimentaria venne accompagnata da una importante diminuzione del livello marino, il quale raggiunse livelli pari a circa -120 m s.l.m. (Clark et al., 2009), così facendo il Mare Adriatico si ritirò quasi 350 km più a sud dell'attuale costa veneto-friulana, lasciando in condizioni di pianura continentale il precedente fondale marino (Correggiari et al., 1996). Prendendo in esame il lavoro di (Fontana et al., 2008; Fontana et al., 2014) si evidenzia come le dinamiche di aggradazione sedimentaria siano discordanti dalle dinamiche prevalentemente erosive che dovrebbero verificarsi, durante tali periodi, infatti secondo i classici modelli di stratigrafia sequenziale in quasi tutte le pianure costiere nel mondo la fase di caduta del livello marino e il suo stazionamento a determinate quote, innesca una profonda dinamica di erosione delle pianure retrostanti (Blum & Törnqvist, 2002). Evidenziando una ipotesi nel lavoro (Fontana et al., 2004; 2008) si può dedurre che probabilmente il bassissimo gradiente topografico presente nei territori lasciati emersi dall'arretramento della linea di costa durante il periodo *pleniglaciale*, era tale per cui non si venne a creare un dislivello, tra il "basso" livello del mare e i territori emersi, che potesse far innescare le incisioni di natura fluviale. Così da poter permettere alla pianura veneto-friulana di attuare l'aggradazione sedimentaria alimentata dai bacini montani glacializzati (Fontana et al., 2004; 2008).

Durante la fase *pleniglaciale* si generò la differenziazione tra alta e bassa pianura dettata, come visto nei paragrafi precedenti, dalla perdita di portata solida dei corsi d'acqua costruttori dei megafan. Coerentemente con quanto appena enunciato, i settori apicali e distali dei sistemi deposizionali durante il periodo LGM erano ben differenziati: i primi erano percorsi da corsi d'acqua di tipo braided i quali riuscivano a trasportare sedimenti grossolani come ghiaie e sabbie. Non essendo gli alvei canalizzati e confinati rispetto alla piana circostante, la capacità di trasporto dei corsi d'acqua diminuiva relativamente presto in modo tale da depositare i sedimenti ghiaiosi entro i primi 15–25 km dalla fronte glaciale. Più a valle, invece, si verificava una sedimentazione di granulometrie più fini, dominate da limi trasportati da canali caratterizzati da alvei con pochi canali o a canale singolo poco sinuoso. Questa differenziazione ha generato la separazione tra alta e bassa pianura.

Tali fiumi, soprattutto nella parte di bassa pianura, assumevano forme leggermente rilevate formando quindi dossi con altezza di circa 1-3 m rispetto alla pianura circostante, costituita da depositi limoso-argillosi, ed una larghezza che variava da 50 a 200 m (Fontana et al., 2004; 2008).

Un altro elemento importante che caratterizza i depositi di bassa pianura in questo periodo *pleniglaciale* è la presenza di livelli torbosi e limosi organici con spessori pluricentrici e con continuità laterale che può raggiungere vari chilometri (Miola et al., 2003; 2006). La presenza di depositi torbosi ed organici permette di confermare l'esistenza di zone del megafan che non hanno subito sedimentazione per un certo lasso di tempo, questo meccanismo riprende il concetto espresso nel (paragrafo 2.4.1) riguardante la differenziazione trasversale nei megafan alluvionali.

Dopo il periodo *pleniglaciale* i ghiacciai iniziarono a ritirarsi conseguentemente ad un aumento della temperatura media. Il periodo in questione prende il nome di *cataglaciale*, e si protrae nell'intervallo di tempo che va dai 20.000 ai 17.000 anni fa (18.000 - 14.500 ¹⁴C BP) portando all'abbandono, da parte dei ghiacciai, delle cerchie moreniche più esterne degli anfiteatri (Orombelli & Ravazzi, 1996; Zanferrari et al., 2008a; Orombelli et al., 2005; Monegato et al., 2007). Durante tale fase si assistette ad una generale incisione dei tratti apicali dei sistemi deposizionali, conferendo quindi una maggior capacità di trasporto ai corsi d'acqua che da quel momento risultano confinati nell'alta

pianura. Come conseguenza diretta vennero trasportati più a valle i depositi grossolani, in parte erosi nella parte apicale di conoidi e megafan, che a loro volta si depositavano sottoforma di dossi ghiaioso-sabbiosi nella parte di bassa pianura, costituita prevalentemente da depositi fini pleniglaciali. Possiamo evincere tali caratteristiche dalla figura seguente (Fig. 2.13).

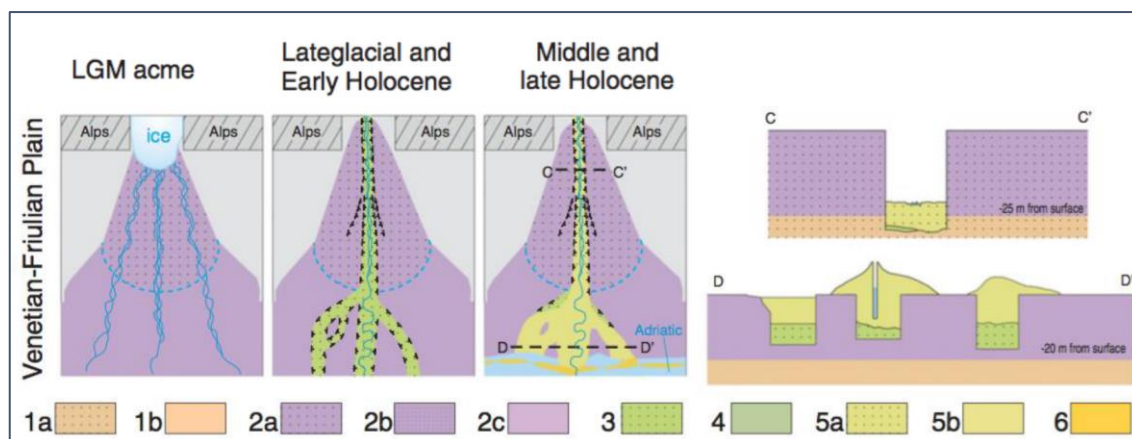


Figura 2.14: Schema semplificato del megafan telescopico del Tagliamento (modificato da Fontana et al., 2014).
 Legenda: 1a) ghiaie e sabbie pre-LGM; 1b) limi e argille pre-LGM; 2a) ghiaie e sabbie del LGM; 2b) sabbie del LGM; 2c) depositi fini del LGM; 3) ghiaie e sabbie Tardoglaciali e dell'Olocene inferiore; 4) ghiaie dell'Olocene medio e superiore; 5a) ghiaie dell'Olocene medio e superiore; 5b) depositi fini dell'Olocene medio e superiore; 6) depositi costieri sabbiosi.

È interessante precisare che i conoidi dei torrenti Cellina e Meduna, nonostante la loro vicinanza con il sistema del Tagliamento, sono stati caratterizzati da un'estesa aggradazione (come nel periodo *pleniglaciale*) fino allo Younger Dryas (10.800 - 9500 a.C.) e solo all'inizio dell'Olocene si ebbe una rapida e profonda incisione (Avigliano et al., 2002a; 2002b).

2.5.3 Post - LGM

Con la fine del periodo *cataglaciale* inizia il Post-LGM, ovvero gli ultimi 17.000 anni, la cui prima parte corrisponde al cosiddetto *tardoglaciale* (17.000 - 11.700 anni fa; (Omberelli et al., 2005).

In questo periodo avvenne il totale ritiro dei ghiacciai entro le rispettive valli, già iniziato nel precedente *cataglaciale* l'attività fluviale in pianura risultava essere confinata all'interno di valli incise (Fontana et al., 2008). Il passaggio quindi tra le superfici LGM

ed i successivi depositi olocenici è definito da una mancanza di depositi che coincide con la formazione di suoli calcici ricchi di concrezioni carbonatiche. Anche nella zona di studio gli orizzonti profondi di questo suolo e le concrezioni pluricentriche sono descritti con il termine dialettale di “*caranto*” nella zona di studio. Quindi tali suoli definiscono un marker importante per il riconoscimento delle superfici LGM (Mozzi et al., 2003; Fontana et al., 2008) e segnano quindi un generale limite della base dei depositi olocenici (Mozzi, 2004).

Per descrivere al meglio gli avvenimenti che caratterizzano il periodo del *tardoglaciale* abbiamo preso come “esempio guida” il megafan del Tagliamento.

Esso infatti fu caratterizzato da un importante terrazzamento fino all’Olocene medio che approfondì ulteriormente l’incisione precedentemente formata durante il *Cataglaciale*; di fatto la scarpata attuale presenta verso l’apice altezze pari a 60 - 70 m per poi passare a profondità di circa 30 m spostandosi 10 km più a valle, scomparendo poi una volta giunti al limite delle risorgive (Fontana et al., 2004). Conseguenza di tali approfondimenti è la formazione di megafan telescopici, dei quali il sistema del Tagliamento ne è un perfetto esempio, essendo costituito da tre differenti lobi. Il più antico di questi è databile alla fase dell’acme LGM, il secondo rispecchia la fase finale dell’LGM (*cataglaciale*) ed il terzo attivo invece a partire dal *Tardoglaciale* fino ad oggi (Fontana et al., 2008). In alcune fasi del postglaciale questo confinamento del fiume ha consentito il trasporto delle ghiaie anche nella bassa pianura e fino all’attuale zona di costa (Fontana, 2006).

A partire da 17.000 anni fa il trend di aumento di temperature portò oltre al ritiro dei ghiacciai, anche alla risalita del livello eustatico fino a raggiungere valori simili agli attuali verso 6000 - 7000 anni fa (Fontana et al., 2011). Questo portò alla deposizione di sedimenti di ambiente lagunare e costiero all’interno delle incisioni fluviali ed al di sopra delle ghiaie deposte nel *tardoglaciale*. Nell’area veneziana e friulana, la prima formazione delle lagune sembra essere documentata a circa 7500 - 7000 anni fa, in corrispondenza della massima ingressione marina in questo settore di costa (Amorosi et al., 2008). Più precisamente, nel settore compreso tra il Piave e il Tagliamento si riconoscono sedimenti lagunari soprastanti la pianura pleistocenica, incontrati da numerosi sondaggi tra circa -7 e -9 m s.l.m. e datati attorno al 5000 a.C. (Galassi & Marocco, 1999; Fontana, 2006).

Nel settore distale dei megafan lo *hiatus* caratterizzato da fasi di incisioni e da scarsa sedimentazione verificatosi nel post-LGM, continuò fino al 1000 a.C. Nel sistema Tagliamento infatti i dossi fluviali olocenici iniziarono a formarsi solo dopo tale data (Fontana, 2004; 2006), questo stile deposizionale è attivo tutt'oggi anche se fortemente controllato dalla attività antropica, in particolare dagli interventi di arginatura e deviazione artificiale.

Rispetto a quelli del LGM, i dossi formati negli ultimi millenni raggiungono altezze relativamente più alte (2 – 5 m rispetto alla piana di esondazione) e sono caratterizzati da una ampiezza maggiore (500 – 2000 m) (Fontana et al., 2008).

3 Cartografia geotematica e studi precedenti

Durante lo svolgimento del lavoro di tesi è risultata di fondamentale importanza la consultazione e lo studio dei lavori cartografici e geotematici precedentemente eseguiti, che verranno presentati e descritti in questo capitolo.

3.1 Carta geologica del Friuli-Venezia Giulia

La Carta Geologica del Friuli-Venezia Giulia alla scala 1:150.000, edita nel 2006, è un documento di sintesi geologica dell'intero territorio regionale. L'elaborato è stato realizzato congiuntamente dal Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università degli Studi di Trieste e dal Dipartimento di Georisorse e Territorio dell'Università degli Studi di Udine.

Questa carta è il risultato dell'assemblaggio e dell'omogeneizzazione di documenti di cartografia geologica già pubblicati, o allora in corso di pubblicazione, privilegiando ovviamente i più recenti, con un criterio di revisione critica avvalorata da sopralluoghi mirati.

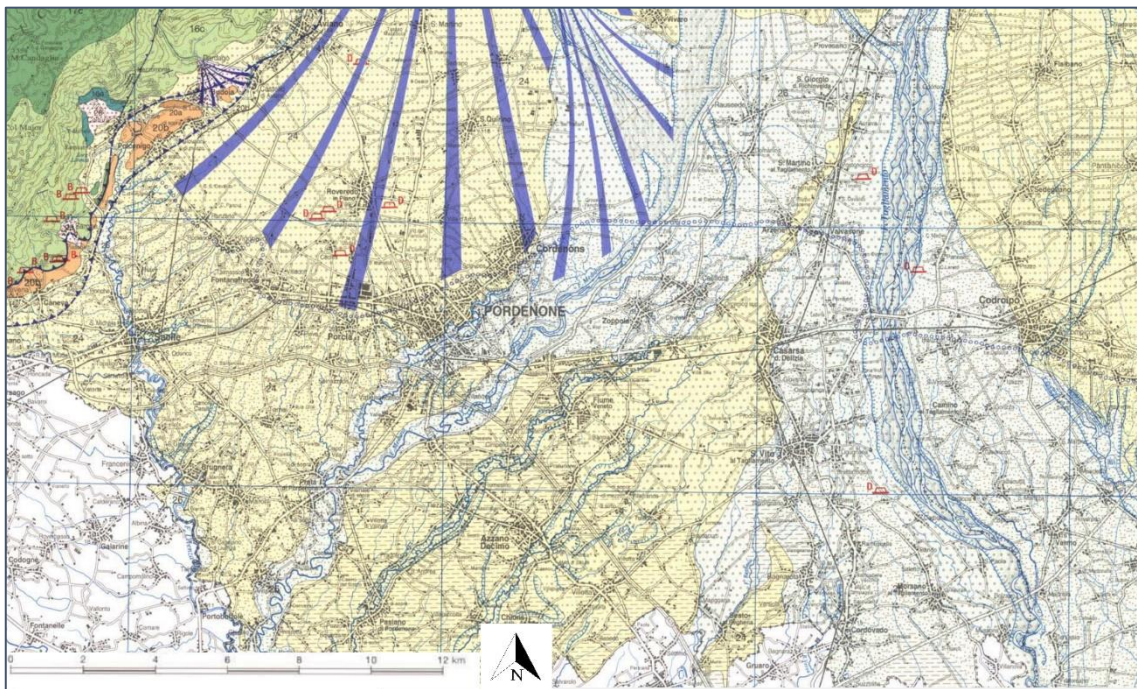


Figura 3.1: Stralcio della Carta Geologica del Friuli-Venezia Giulia, scala 1:150000 dell'area di Pordenone (modificato da Carulli, 2006).

Nell'ambito di questo lavoro di tesi la Carta Geologica del Friuli-Venezia Giulia è stata presa come prima e più generale “guida” per una corretta introduzione all'interpretazione dell'area stessa.

3.2 Unità Litostratigrafiche e depositi associati

Le unità litostratigrafiche della Carta Geologica del Friuli-Venezia Giulia comprese nell'area di tesi sono riferite tutte alle *Coperture Quaternarie*. All'interno di queste, si individuano diversi tipi di depositi identificati da un numero con ordine crescente dal più “antico” al più “recente”.

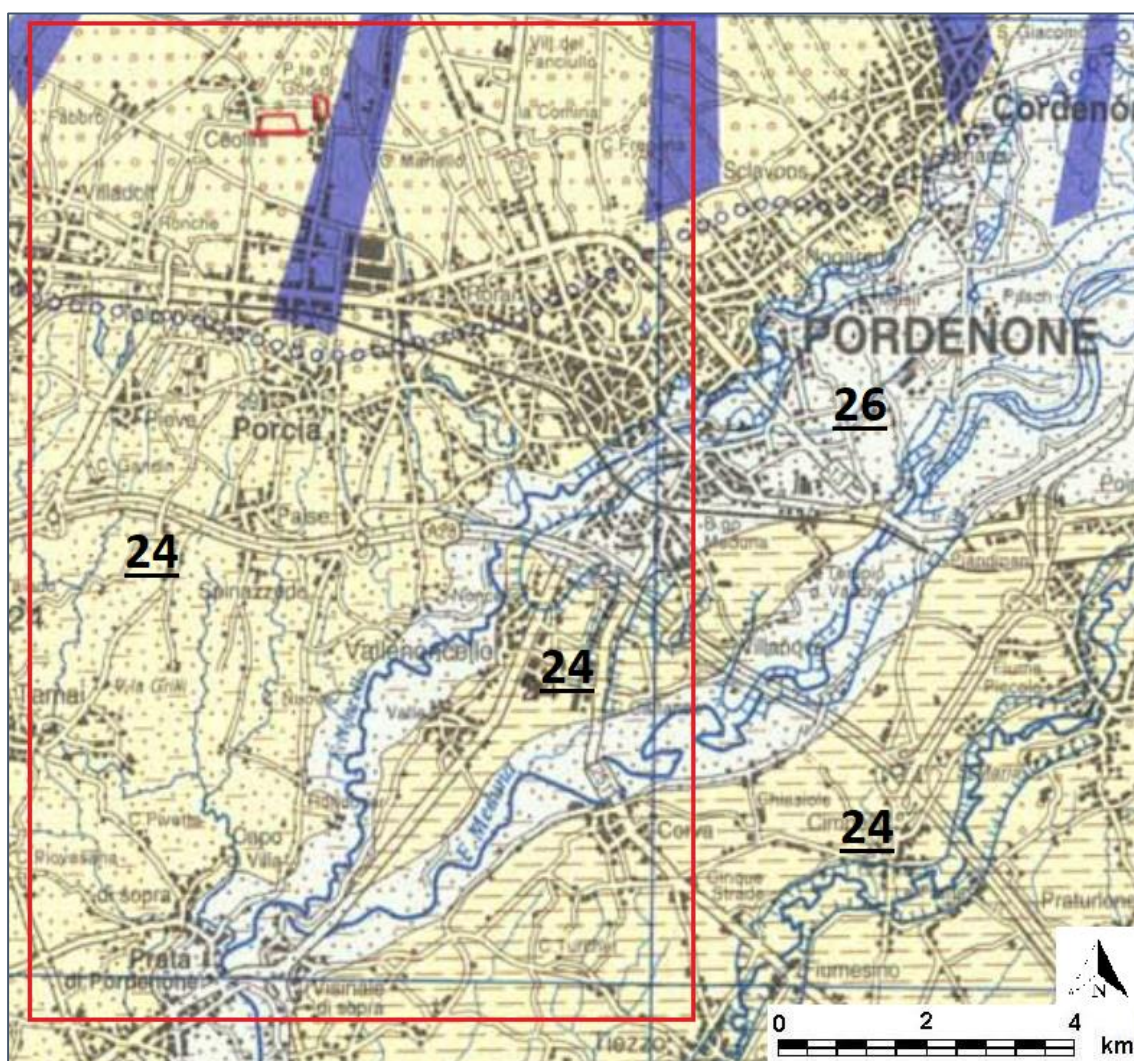


Figura 3.2: Stralcio della Carta Geologica del Friuli-Venezia Giulia, scala 1:5000. Numeri appartenenti alle due facies di depositi quaternari presenti nell'area di studio rispettivamente: (24) Sedimenti fluvio-glaciali ed alluvionali della pianura; (26) Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei Olocene-Attuale. (modificato da Carulli, 2006). Il riquadro di colore rosso delimita l'area di studio.

Più in generale, il sistema di suddivisione cronologica effettuato nella stesura della Carta prevede di attribuire al Pleistocene inferiore e medio solo le litofacies conglomeratiche dei depositi successivi all'ultima fase deposizionale delle molasse cenozoiche e precedenti il LGM. Al Pleistocene superiore è invece stata attribuita la totalità dei depositi glaciali affioranti e la quasi totalità dei depositi alluvionali e fluvioglaciali costituenti l'alta pianura friulana. All'Olocene sono stati attribuiti invece i depositi postglaciali presenti lungo gli alvei dei principali corsi d'acqua e le loro direttrici precedenti. Per la redazione del settore di bassa pianura la carta edita da Carulli (2006) si è basata su quanto riportato da Comel et al., (1982) per la parte orientale mentre, per quella occidentale e centrale sono stati considerati i fogli CARG "Udine", "Maniago" e "San Vito al Tagliamento" che all'epoca erano ancora in pubblicazione (Zanferrari et al., 2008a; 2008b; 2008c).

I sedimenti quaternari riscontrate all'interno dell'area di studio (Fig. 3.2) ricadono nelle seguenti facies deposizionali:

Sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali della pianura, Pleistocene sup. (24)

Sono sedimenti del Pleistocene superiore e costituiscono i corpi più estesi della pianura friulana (Carulli, 2006). Come si evince dalla figura, tali sedimenti ricoprono la maggior parte dell'area di tesi, sviluppandosi in tutto il territorio di destra idrografica del Torrente Noncello, ricoprendo tutto il comune di Porcia e parte del comune di Pordenone, estendendosi poi nel territorio compreso tra i due corsi dei fiumi Noncello e Meduna, continuando poi nella parte di sinistra idrografica di quest'ultimo.

La loro genesi si deve al deposito di materiali prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi, specialmente nella parte di alta pianura, operato dai fiumi principali; la loro deposizione poi è avvenuta secondo le leggi della selezione granulometrica (Carulli, 2006). Questa caratteristica è ben osservabile dall'analisi della Carta, notando una transizione da depositi a granulometria grossolana costituita da ghiaie e sabbie nelle zone limitrofe alla fascia delle risorgive, per poi passare ad una granulometria decisamente più fine costituita da sedimenti sabbioso-limosi talora

con ghiaie subordinate e sedimenti limoso-argillosi talora con sabbie e ghiaie subordinate, muovendosi verso valle.

La grande continuità laterale dei depositi fluvioglaciali ed alluvionali pleistocenici viene interrotta dalla deposizione dei sedimenti olocenici ed attuali operata dal divagare più recente dei principali fiumi regionali al loro sbocco in pianura (Carulli, 2006). Nella Carta si può notare come i depositi olocenici appartenenti ai corsi d'acqua Noncello e Meduna scorrono lungo solchi terrazzati rispetto ai sedimenti pleistocenici precedenti.

- *Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei, Olocene – Attuale (26)*

Corrispondono a depositi prevalentemente alluvionali e sono tuttora in continua alimentazione, evoluzione e deposito. Come espresso in precedenza, tali depositi interrompono la continuità laterale dei depositi pleistocenici, mentre nel settore litoraneo tendono a loro volta ad essere interrotti dai terreni delle aree di bonifica che li mascherano (Carulli, 2006).



Figura 3.3: In figura i depositi alluvionali olocenici dei corsi d'acqua Cellina e Meduna, i quali interrompono la continuità laterale dei depositi pleistocenici. (Carulli, 2006).

3.3 Carta Geologica delle Tre Venezie F 39 “Pordenone”

L’area di tesi si trova all’interno del Foglio 39 - “Pordenone” della Carta d’Italia in scala 1:100.000 rilevata dal Prof. Alvisè Comel nel 1937-38, stampata nel 1940, ma poi edita solo nel 1956 con le relative Note Illustrative per causa della Seconda Guerra Mondiale (Comel, 1956a; Comel 1956c).

In questa carta le alluvioni di nostro interesse sono attribuite al Wurmiano (Diluviale) ed al Post-glaciale (Alluviale); queste sono state suddivise in due principali categorie: *Alluvioni prevalentemente ghiaiose* e *Alluvioni prevalentemente sabbioso-argillose*. Nella carta, di cui è stato riportato uno stralcio in Fig. 3.4, sono indicati i diversi sistemi fluviali che le depositarono attraverso le iniziali di quest’ultimi: (T) per quello del Tagliamento, (M) per quello del Meduna, (C) per quello del Cellina, (P) per quello del Piave e (L) per quello del Livenza (Comel, 1956c).

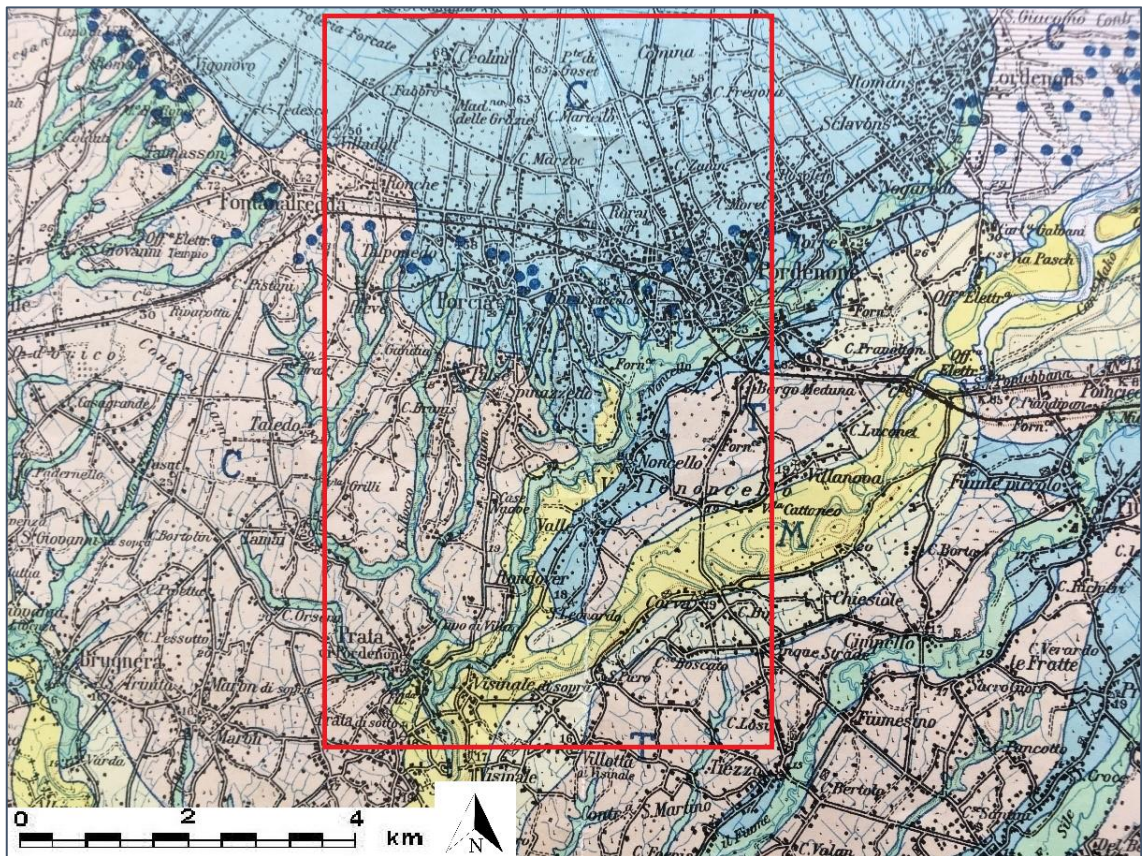


Figura 3.4: Stralcio carta Geologica delle Tre Venezie, scala 1: 100.000 (modificato da Comel, 1956). Il riquadro rosso in figura delimita l’area di studio.

- *Alluvioni prevalentemente ghiaiose del Würmiano*: questo tipo di depositi si ritrova in tutta la parte della fascia delle risorgive analizzata da questa tesi sviluppandosi poi a nord nella zona di alta pianura. Sono presenti anche in una fascia lungo la sinistra idrografica del Fiume Noncello. Dalla Carta si evince come questi depositi siano tutti di pertinenza del sistema deposizionale del Cellina. Le alluvioni ghiaiose wurmiane del sistema fluvioglaciale del Cellina sono marcatamente alterate e ossidate fino alla linea di risorgenza, che si svolge a semicerchio fra Cordenons, Pordenone e Ranzano; più a valle sfumano rapidamente nelle alluvioni sabbioso-argillose della bassa pianura (Comel, 1956c).
- *Alluvioni prevalentemente sabbioso-argillose del Würmiano*: nell'area di tesi questo particolare tipo di alluvioni si estendono su tutta la parte della bassa pianura, ripartendosi tra i due sistemi fluvioglaciali del Tagliamento (nella zona orientale) e del Cellina (nella zona occidentale).

I depositi relativi al sistema deposizionale del Tagliamento si estendono ad occidente fino al Noncello-Meduna-Livenza; un limite netto le separa a settentrione dalle più recenti alluvioni del Meduna (Comel, 1956c). Dalla carta si evince come tali sedimenti siano presenti anche nel territorio compreso tra i due fiumi Noncello e Meduna, a diretto contatto con i depositi *Alluvionali prevalentemente ghiaiosi del Würmiano* citati in precedenza.

Queste alluvioni sabbioso-argillose hanno caratteri molto uniformi su vastissime estensioni; le variazioni più evidenti riguardano solamente il grado maggiore o minore di sabbiosità e di decalcificazione e, quindi, caratteri di scioltezza e di contenuto in carbonati (Comel, 1956c). Il contenuto medio di particelle sabbiose è di circa il 50% (Comel, 1956c). Come descritto dall'autore, i terreni in superficie possiedono una tinta giallastra causata dagli idrati di ferro sorti in seguito a fenomeni di alterazione. I terreni appena descritti si collocano nella prima fase del Würmiano.

Per quanto riguarda le *Alluvioni sabbioso-argillose* del Cellina, si nota come queste si estendano su tutta la parte occidentale dell'area di tesi, delimitate ad est dal corso del Noncello e nel tratto centro meridionale dal fiume Meduna. Queste

si possono distinguere per le importanti percentuali di carbonati di calcio e magnesio, che rendono questi terreni di un colore grigio biancastro (Comel, 1956c). Questo si può ricollegare ad una generale mancanza di energia di alterazione dovuta alla originaria ricchezza in carbonati delle alluvioni deposte dal Cellina (circa 90% di carbonati), che neutralizzano gli elementi acidi artefici di alterazione (Comel, 1956c). A questo concetto possiamo unire le conseguenze della lavorazione del suolo che, portando in superficie il suolo sottostante, favoriscono il crearsi di un più omogeneo impasto terroso fortemente calcareo. Come riprova, in corrispondenza delle zone naturali da secoli indisturbate, la decalcificazione del suolo in superficie risulta molto accentuata causando così, più in profondità, una abbondante formazione di “caranto” (Comel, 1956c).

- *Alluvioni prevalentemente sabbioso-limose del Postglaciale*: in questa categoria si evidenziano i depositi che accompagnano il corso del Meduna e del Livenza, i quali corrispondono al rimaneggiamento delle più vecchie alluvioni sabbioso-argillose deposte durante il Würmiano. A loro volta, tali depositi alluvionali sono stati rimaneggiati dalle più recenti e fresche alluvioni deposte dalle acque tracimanti dei due accennati corsi d’acqua (Comel, 1956c).
- *Bassure di risorgiva*: sono presenti, infine, i depositi che si sviluppano lungo tutto il corso di risorgiva.

3.4 Nuova Cartografia Geologica (Progetto CARG)

Il progetto CARG (Cartografia Geologica), avviato nel 1988 a livello nazionale, prevede la realizzazione di 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 al fine di coprire tutto il territorio italiano.

Le cartografie utili prese in considerazione sono i fogli 086 “San Vito al Tagliamento” ed il foglio 085 “Maniago”. Entrambi sono situati ai margini della area di tesi: il primo ad est, mentre il secondo a nord. Entrambi gli elaborati sono stati presi in considerazione come valida guida per la descrizione e l’analisi delle unità stratigrafiche che si ritrovano nell’area considerata da questa tesi.

3.4.1 Unità geologiche

All'interno del progetto CARG, la suddivisione stratigrafica dei depositi quaternari è stata effettuata adottando le *unità a limiti inconformi* (UBSU) (Zanferrari et al., 2008d). Essa considera il “*sintema*” come unità fondamentale, prevedendo che questo possa essere a sua volta suddiviso in due o più “*subsintemi*”, oppure poter essere raggruppato assieme ad altri formando così un “*supersintema*”. Ad ogni sintema viene associato un colore ed una sigla composta da tre lettere, in base al bacino fluviale di alimentazione. I nomi sono presi da località topografiche, generalmente corrispondente all’abitato più importante o alla località più caratteristica dell’unità, come ad esempio il *sintema di Vivaro* che viene indicato con la sigla VIV.

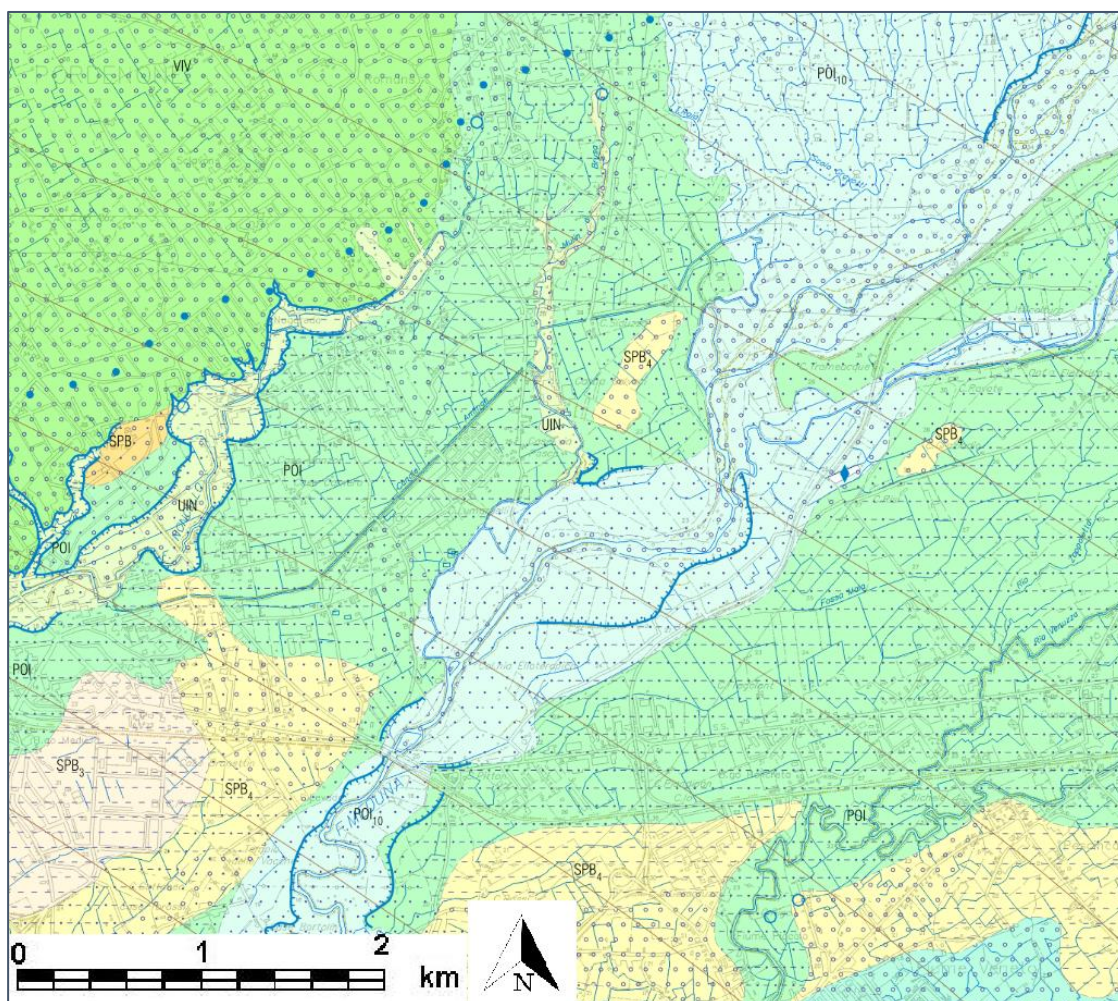


Figura 3.5: Stralcio del foglio CARG 086 “San Vito al Tagliamento” (modificato da ZANFERRARI et al., 2008d) raffigurante la porzione nord-orientale della Tavoleta 0864 “Cordenons” confinante con l’area di tesi.

In Fig. 3.5 è stato riportato uno stralcio della Cartografia Geologica di San Vito al Tagliamento, la quale confina ad est con l'area di studio e che quindi presenta una classificazione di unità e tessiture da prendere in considerazione per lo studio di tesi.

Nell'area di tesi ricadono il sintema di Vivaro (VIV), il sintema di Spilimbergo (SPB) a sua volta suddiviso nel subsintema di Canodusso (SPB₃) e subsintema di Remanzacco (SPB₄), il sintema del Po (POI) prendendo in considerazione una delle sue suddivisioni ovvero la unità di Malamocco (POI₉) e di Torcello (POI₁₀) ed infine le unità ubiquitarie (UIN).

Nel Foglio "San Vito al Tagliamento" ricadono i settori distali dei conoidi telescopici olocenici dei torrenti Cellina e Meduna e la loro parte di piana alluvionale in cui la loro identità morfologiche sfuma e i due sistemi deposizionali si fondono, diventando indistinguibili l'uno all'altro. L'unghia del conoide telescopico olocenico del Cellina è morfologicamente distinguibile fino alla località di Pasch di Cordenons e al guado di Termeacque sul Livenza. Esso si sovrappone al conoide pleistocenico e assume un carattere di pensilità rispetto a questo; i limiti con il VIV sono evidenti e riconoscibili sia sulla base di criteri morfologici, che del diverso grado di pedogenesi dei suoli (Zanferrari et al., 2008c).

Di seguito, è riportato uno schema tratto dal lavoro (Zanferrari et al., 2008c) nel quale vengono rappresentati cronologicamente i vari sintemi dal Pliocene Superiore all'Olocene ed i rapporti stratigrafici tra di essi (Fig. 3.5).

ETA'	Unità ubiquitarie	Bacino del Cellina	Bacino del Meduna	Bacino del Tagliamento		
Olocene	UIN	POI ₁₀	POI ₁₀	POI	POI ₁₀	
		POI	POI		POI ₉	
Pleistocene superiore		VIV			SPB ₄	SPB
					SPB ₃	

Figura 3.6: Schema dei rapporti stratigrafici tra le unità quaternarie del foglio San Vito al Tagliamento (Zanferrari, 2008c)

I sintemi di interesse per l'area di tesi:

- *Sintema di Vivaro (VIV)*: esso raggruppa i depositi alluvionali costituenti il conoide polifasico del Torrente Cellina, legati alla sua ultima fase di aggradazione che, come già espresso nei paragrafi precedenti, raggiunse la sua acme tra il Pleistocene superiore e la primissima parte dell'Olocene (Avigliano et al., 2002a). Nel Foglio San Vito al Tagliamento questo sintemaforma la parte nord-occidentale; è ipotizzabile quindi che possa continuare il suo sviluppo verso ovest, costituendo quindi gran parte della area di tesi e, in particolar modo, la parte che dal confine con il Fiume Noncello si sviluppa verso nord.

I depositi sono costituiti principalmente da ghiaie grossolane contenenti blocchi con matrice sabbiosa e ghiaie sabbiose da orizzontali ad inclinate, talvolta alternate in livelli e lenti e lingue di sabbia, la cui frequenza aumenta verso la parte distale del conoide (Zanferrari et al., 2008a).

Come descritto in precedenza, la composizione dei depositi aventi come fonte il bacino idrografico del Cellina, possiedono composizione prevalentemente carbonatica (più del 90%) (Zanferrari et al., 2008c); inoltre, si tratta di depositi alluvionali di un corso d'acqua di tipo braided migrante mediante ripetuti eventi di avulsione fluviale; durante le fasi di stasi si possono essere formate delle superfici pedogenizzate, le quali possono essere a loro volta esser state sepolte sepolte (Zanferrari et al., 2008c).

- *Sintema di Spilimbergo* (SPB): sono i depositi alluvionali del bacino del Tagliamento connessi alla fase di aggradazione LGM, presenti nella zona pedemorenica fino alla parte più distale dei megafan (Zanferrari et al., 2008c). Il subsintema di Spilimbergo si suddivide a sua volta in *subsintema di Canodusso* e nel *subsintema di Remanzacco*.

Prendendo come riferimento il foglio “San Vito al Tagliamento”, nella zona compresa tra lo sviluppo del Noncello e del Meduna sono presenti entrambi i subsintemi, mentre nella parte di sinistra idrografica dell'ultimo corso d'acqua si può notare come solamente il subsintema Remanzacco si protrae fino al limite occidentale del foglio, che coincide con il limite orientale della zona di tesi.

Il *subsintema di Canodusso* (SPB₃) comprende i depositi fluvioglaciale ed alluvionali relativi alla massima espansione del ghiacciaio del Tagliamento durante il LGM, la cosiddetta fase anaglaciale (Zanferrari et al., 2008c).

Nell'alta pianura esso costituisce la parte superficiale della piana proglaciale, la quale è stata formata da una serie di piatti conoidi coalescenti alimentati dagli scaricatori glaciali. Con il passare del tempo, la superficie di questi conoidi è stata rimodellata dagli stessi scaricatori glaciali durante la fase cataglaciale del LGM, portando alla formazione di evidenti terrazzi entro cui è rimasta confinata l'attività fluviali, portando poi, più a valle, alla formazione di un'altra unità deposizionale (subsintema di Remanzacco) (Zanferrari et al., 2008c). Le caratteristiche litologiche e sedimentologiche dei depositi nella parte dell'alta pianura dimostrano come questi siano costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, con stratificazione da orizzontale ad inclinata, talvolta alternate a livelli,

lenti o lingue di sabbia. La litologia si presenta per la maggior parte formata da carbonati (più del 70%), ma sono presenti in quantità distinguibili anche vulcaniti, metamorfiti ed arenarie (Zanferrari et al., 2008c).

Geograficamente, i depositi appartenenti a tale subsistema sono situati nelle parti distali del megafan del Tagliamento, corrispondenti alle zone a valle della fascia delle risorgive tra i fiumi Reghena e Meduna. A partire dalla fase cataglaciale e portglaciale essi sono stati parzialmente erosi e coperti dai depositi del *subsistema di Remanzacco* e del *sistema del Po* (Zanferrari et al., 2008c).

Nella zona di bassa pianura, quindi, i depositi sono costituiti in prevalenza da limi e limi argillosi, alternati a livelli decimetrici di sabbie e sabbie limose con laminazione millimetrica e centimetrica, parallela e incrociata. Sono presenti anche orizzonti di argille, limi organici e torbe con dimensioni centimetriche e decimetriche (Zanferrari et al., 2008c).

Il *subsistema di Remanzacco* (SPB₄) viene attribuito, per la posizione stratigrafica, ad una età compresa tra le fasi finali del pleniglaciale e quelle iniziali del tardoglaciale. Dalle datazioni disponibili e dai rapporti stratigrafici ora si conosce avere un'età compresa tra 22.000 e 19.500 anni BP (cfr. Fontana et al., 2014b).

Si nota come nel foglio “San Vito al Tagliamento” i depositi di questo subsistema si sviluppano in un sistema telescopico con apice poco a monte di Arzene, formatosi a valle della incisione modellata dallo scaricatore di Pinzano e parzialmente aggradante sulla pianura pleniglaciale stessa. Quest'ultimo si è sviluppato su tutta la metà occidentale del foglio “San Vito al Tagliamento” e nel postglaciale è stato parzialmente eroso e sepolto dai depositi del *sistema del Po* (Zanferrari et al., 2008c).

Nella zona di alta pianura i depositi si presentano costituiti prevalentemente da ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa, a stratificazione suborizzontale e inclinata, con intercalazioni di livelli, lenti e lingue di sabbia e peliti. La litologia è analoga a quella presente nei depositi del *subsistema di Canodusso*, presentando ghiaie con dimensioni che variano tra 1–15 cm nella parte di alta pianura, diminuendo gradualmente spostandosi verso valle.

A valle della fascia delle risorgive i depositi del *subsistema* in questione si presentano come dossi larghi poche centinaia di metri con al centro canali ghiaioso-sabbiosi, che divengono maggiormente visibili nella parte meridionale del foglio. Questo tipo di depositi è comune in tutta la bassa pianura friulana appartenente al sistema deposizionale del *megafan del Tagliamento* e presenta le medesime caratteristiche sedimentologiche e cronologiche (Zanferrari et al., 2008; Fontana et al., 2014a).

- *Sistema del Po* (POI): questo sistema raggruppa in modo indifferenziato i depositi dei principali bacini sedimentati durante il postglaciale, ovvero dalla fine del LGM fino all'Attuale (Zanferrari et al., 2008d)

Nel POI sono state distinte le unità di *Torcello* (POI₁₀) e di *Malamocco* (POI₉), secondo i criteri morfologici e sulla base di informazioni storiche e archeologiche. In alcune aree, sia nel bacino del Tagliamento, che nel bacino del Cellina-Meduna, i depositi affioranti risultano essere difficilmente attribuibili con precisione ad una delle due unità del sistema. Per questo motivo sono state cartografate come POI indistinto.

L'unità di *Malamocco* (POI₉) comprende i depositi alluvionali appartenenti al bacino del Tagliamento, che costituiscono il sistema telescopico formatosi a partire dal Tardoglaciale. Questi depositi sono stati messi in posto dai diversi alvei del Fiume Tagliamento attivi durante le fasi di incisione del periodo tardoglaciale fino all'epoca romana compresa (15.000 anni BP circa – V secolo d.C.) (Zanferrari et al., 2008c).

Analizzando il Foglio “San Vito al Tagliamento” si può notare come tale unità non venga cartografata nella parte sud-occidentale, ma venga posta la nomenclatura di (POI) indistinto. Questo probabilmente per la vicinanza con il sistema deposizionale Cellina-Meduna verso nord-ovest. Possiamo ipotizzare quindi una continuità areale dei depositi POI indistinti lungo le sponde del fiume Meduna, il quale attraversa l'area di tesi nella parte sud-orientale.

L'unità di *Torcello* (POI₁₀) comprende gli alvei attualmente in evoluzione di Tagliamento, Meduna e Cellina e quelli abbandonati ma riconosciuti in

evoluzione in epoca storica dal periodo romano in poi, comunemente definiti di età post-romana (IV-V secolo d.C. - Attuale) (Zanferrari et al., 2008c). In base a questa definizione, quindi, si può affermare che tale unità comprende al suo interno anche l'attuale alveo dei fiumi maggiori.

All'interno dell'area di studio è presente un tratto del fiume Meduna che, quindi, viene attribuito all'unità *di Torcello*. I depositi di tale unità relativi al Meduna sono costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane contenenti blocchi con matrice sabbioso-ghiaiosa e ghiaie sabbiose a stratificazione da orizzontale a inclinata. I depositi sono spesso alternati a livelli di sabbia, sabbie limose e limi sabbiosi i quali, nella parte più a valle, possono divenire predominanti rispetto alla frazione ghiaiosa (Zanferrari et al., 2008a).

- *Unità ubiquitarie* (UIN): queste unità non sono differenziate in base al bacino di appartenenza e corrispondono a unità litostratigrafiche. Sono costituite da particolari litofacies per le quali il processo di formazione è legato dall'evoluzione dei bacini nei quali ricadono. Il loro ambiente deposizionale è essenzialmente alluvionale con facies palustri e di piana inondabile, confinate entro zone depresse (Zanferrari et al., 2008c).

Tali depositi si trovano in superficie e sono originati prevalentemente per ristagno di acque in zone di basso morfologico, riempiendo quindi parzialmente le aree di incisione modellate dai corsi d'acqua di risorgiva durante l'Olocene. Una importante distinzione va fatta tra i corsi di risorgiva impostati nelle alluvioni prevalentemente ghiaiose del conoide Cellina durante il Pleistocene e i lobi postglaciali dei conoidi di Cellina e Meduna. In questi ultimi il gradiente relativamente elevato della superficie topografica e le portate non trascurabili delle risorgive conferiscono una certa energia ai corsi d'acqua. Ricadono quindi nella unità UIN i depositi formati dai corsi di risorgiva tributari del Livenza, che scorrono al fondo delle ampie e profonde incisioni che essi hanno modellato a spese dei precedentemente citati sistemi di VIV e SPB.

Nell'area orientale del Foglio "San Vito al Tagliamento", essi sono costituiti prevalentemente da ghiaie del Tagliamento frammiste a limi sabbiosi e limi

organici con tessitura a supporto di matrice. I clasti, quando presenti, sono arrotondati con dimensioni medie intorno ad 1 cm (Zanferrari et al., 2008d). Nelle aree distali del *megafan del Tagliamento* l'unità è caratterizzata invece da limi, limi argillosi e argille, spesso ricchi di sostanza organica. Vista la presenza di unità ubiquitarie in prossimità dei corsi di risorgiva in questo Foglio, si può dedurre la presenza delle stesse nella zona di tesi in corrispondenza dei corsi di risorgiva. Infine, dalla carta di Zanferrari et al. (2008d) si evince come le notevoli modificazioni indotte dalle operazioni di bonifica agraria condotte nel XX secolo hanno fortemente rimaneggiato i sedimenti della *unità ubiquitarie*, rendendo particolarmente difficile il riconoscimento del limite di questa con le altre unità stratigrafiche.

3.5 Carte geotematiche di piani comunali

Per questo lavoro di tesi sono state analizzate le carte geotematiche redatte per i piani comunali sia del comune di Porcia che del comune di Pordenone.

Gli elaborati del comune di Porcia non sono disponibili in formato digitale, quindi sono state effettuate scannerizzazioni di questi direttamente in sede comunale, per poi analizzarle e georeferenziarle nel software ArcGis. Mentre per Pordenone sono stati resi disponibili dal comune stesso attraverso il sito e sono scaricabili da chiunque.

3.5.1 Carta Litologica del Comune di Porcia

La Carta Litologica del Comune di Porcia in scala 1:10.000 è inserita all'interno del Piano Regolatore Generale Comunale nella sezione inerente allo Studio Geologico ed Idraulico. La Carta è stata realizzata nel Dicembre 2006 dal Dott. Geol. Mario Fogato (Fogato, 2006a) ed è accompagnata dalla relazione geologica del comune stesso (Fogato, 2006b), poi integrata con la "Relazione e Normativa – Integrazione allo studio geologico ed idraulico del territorio comunale" redatta dal Dott. Geol. Alessandro Fabbroni nell'Aprile 2012 (Fabbroni, 2012).

La Carta è stata presa in considerazione soprattutto per delineare i terrazzamenti - difficilmente visibili su DTM - della parte iniziale dei corsi di risorgiva, oltre a fornire un

utile confronto riguardo al tipo di litologie presenti nell'area, ricavate a seguito del rilevamento effettuato dal sottoscritto.

Si nota come all'interno del territorio del comune siano stati individuati quattro differenti tipi di litologie, senza però fornire una suddivisione cronologica di queste. Per maggior chiarezza, ho ritenuto opportuno, vista la specificità della distribuzione di tali unità nella carta, descrivere quanto osservato suddividendo la carta in due zone principali: Zona Nord e Zona Sud.

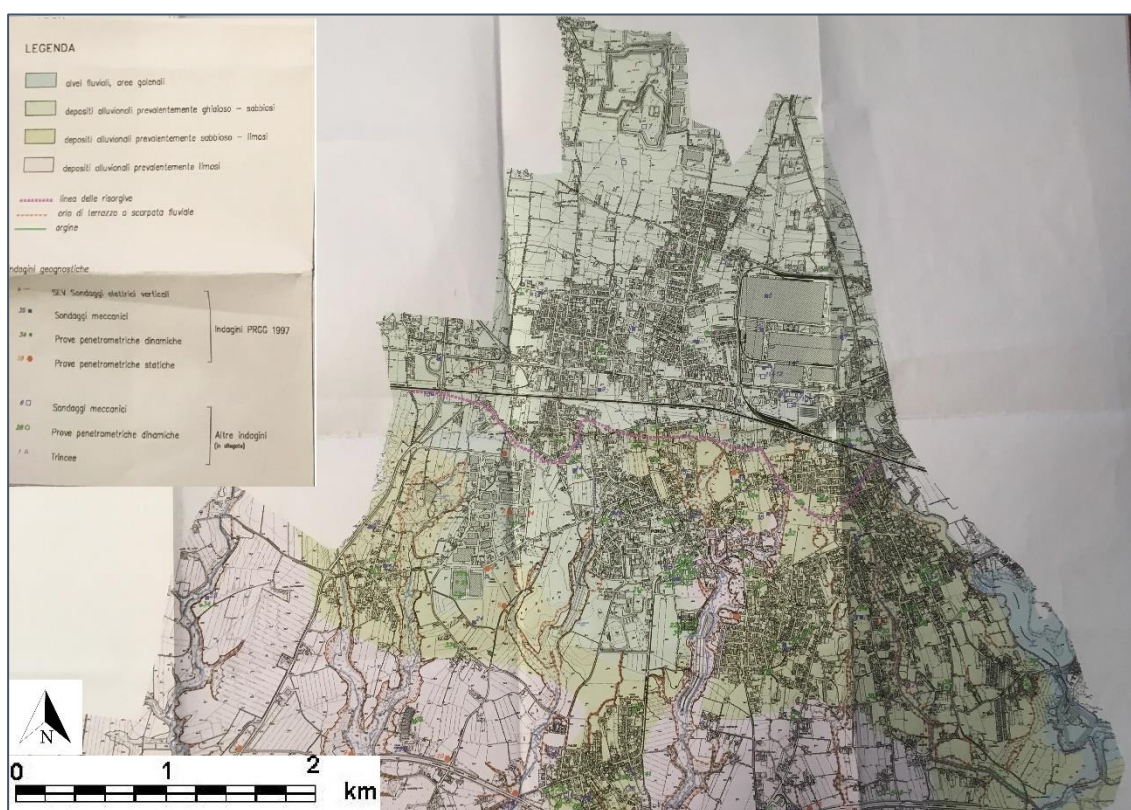


Figura 3.7: Fotografia della porzione settentrionale della Carta Litologica del Comune di Porcia, scala 1: 10.000.

Come possiamo notare dalla Carta in Fig. 3.7 la parte nord del Comune di Porcia corrisponde ad una porzione dell'alta pianura Pordenonese, formata quindi dai conoidi ghiaiosi e grossolani aridi del Cellina-Meduna (Fogato, 2006b); questi depositi corrispondono alla litologia *Depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi* presenti in legenda (Fogato, 2006a). Dalla relazione geologica comunale si evince come tale zona sia priva di idrografia superficiale e con una pendenza media di 0,1% (Fogato,

2006b). Sono presenti limitate lenti di sabbie-limose di spessore inferiore ai 2 metri sotto la coltre vegetale, che normalmente possiede uno spessore intorno ai 30 cm.

Spostandosi verso sud, si incontra la zona ricadente nella fascia delle risorgive e la zona poco a valle di essa. Questa taglia trasversalmente in senso Est-Ovest il territorio lungo la isoipsa posta a circa 38 m s.l.m. In questo punto si rinviene la litologia corrispondente ai *Depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi* (Fogato, 2006a).

Sono presenti, in questa zona, i terrazzamenti causati dai tratti iniziali delle risorgive stesse, aventi dislivelli medi di 3-4 m (Fogato, 2006b). In questo settore è presente una alta variabilità tessiturale dei sedimenti sia in senso laterale che verticale, caratterizzandosi quindi da interdigitazioni via via più complesse tra coltri ghiaioso sabbiose e sabbiose con limi sabbiosi e limi argillosi (Fabbroni, 2012).

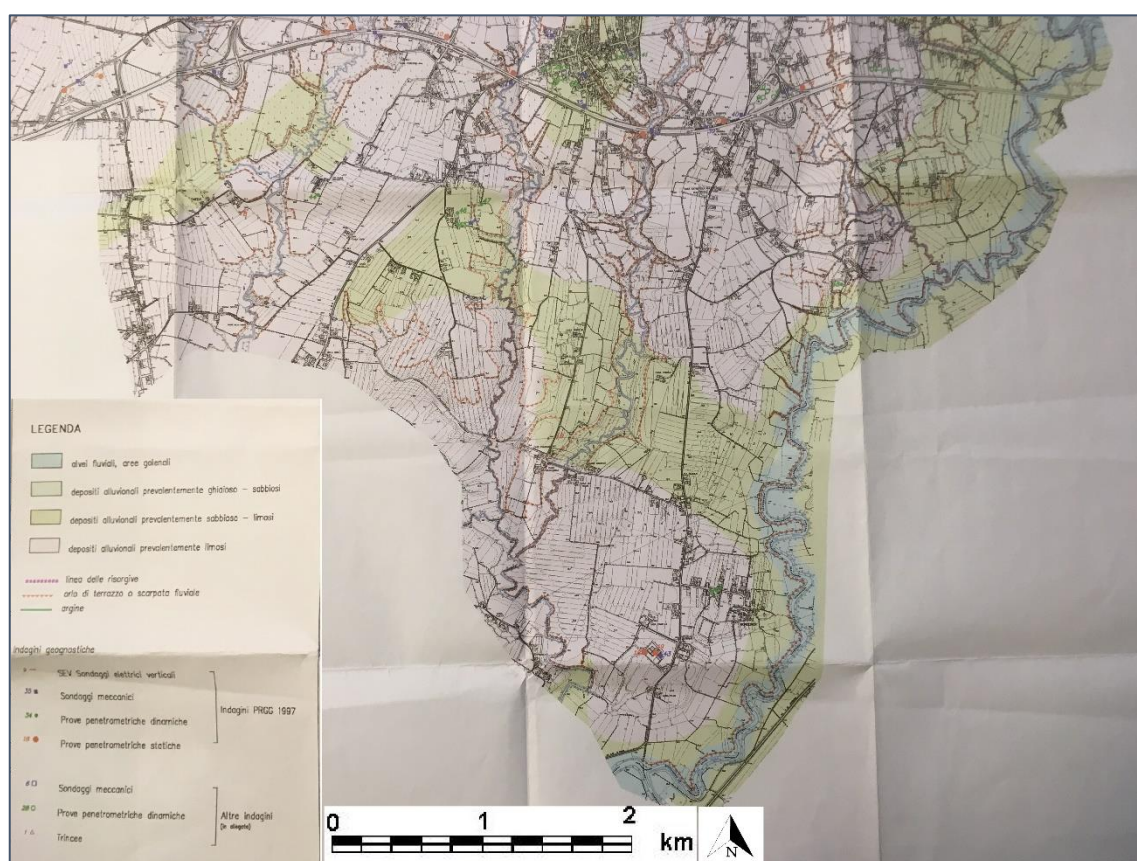


Figura 3.8: Fotografia della porzione centro-meridionale della Carta Litologica del Comune di Porcia, scala 1: 10.000.

Nella parte centro-meridionale e meridionale del territorio, Fig. 3.8, si nota il passaggio ad una litologia caratterizzata da *Depositi alluvionali prevalentemente limosi* (Fogato,

2006a); si possono riscontrare dei rari livelli ghiaiosi di modeste dimensioni all'interno di un territorio principalmente composto da litologie fini. In questa zona è possibile osservare anche un generale aumento dei dislivelli formati dai terrazzi entro cui scorrono i corsi di risorgiva, che possono raggiungere valori di circa 7 m, come per esempio lungo il T. Buion e il Rio s. Rocco (Fabbroni, 2012).

Infine, possiamo notare come nelle aree limitrofe allo scorrimento dei principali fiumi, quali il Noncello ed il Meduna, siano presenti depositi di natura sabbioso-limosa, che in altri elaborati vengono classificati come depositi recenti dovuti alle alluvioni dei fiumi.

3.5.2 Carte geotematiche del Comune di Pordenone

Come anticipato in precedenza, il comune di Pordenone mette a disposizione una serie di elaborati geotematici scaricabili gratuitamente dal sito del comune stesso.

Gli elaborati sono stati prodotti per redigere il Piano Regolatore Generale Comunale, realizzati in scala 1:10.000 dal Dott. Geol. Alessandro Riccio (2015a; 2015b) con allegata la relazione geologica generale del Comune di Pordenone redatta dal Dott. Geol. Giorgio Contratti (2015).

Qui di seguito verranno riportati e descritti i principali elaborati utilizzati per la interpretazione dell'area di tesi tramite il confronto con altri dati all'interno del software ArcGis.

3.5.2.1 Carta Geolitologica di superficie

La Carta Geolitologica di superficie evidenzia le varie associazioni litologiche rintracciate sul territorio raggruppandole in otto unità contraddistinte da diverse lettere, le quali corrispondono ad una determinata tipologia granulometrica. La loro nomenclatura è stata eseguita secondo lo schema ternario seguente (Contratti, 2015), distinte per colore e per nomenclatura Fig.3.9.

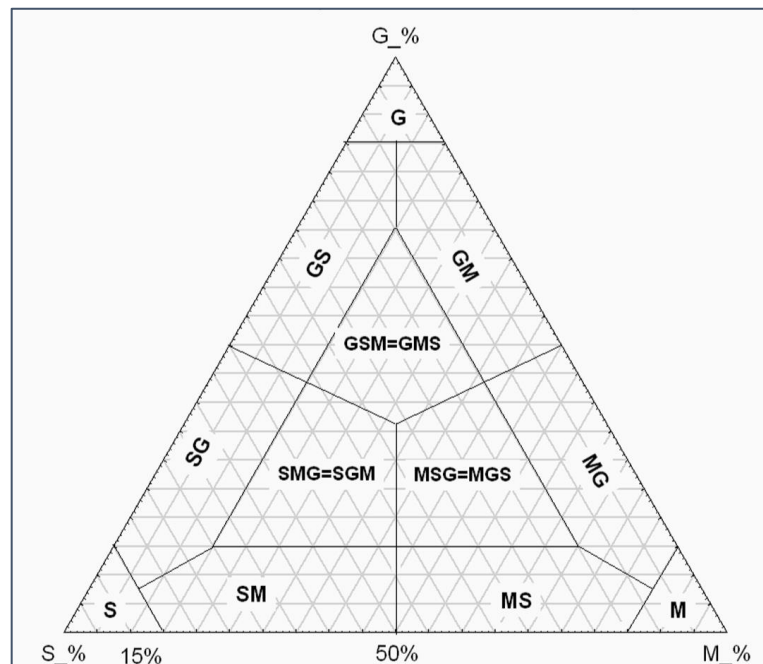


Figura 3.9: Grafico ternario per i sedimenti sciolti con la distribuzione delle diverse granulometrie e la relativa nomenclatura, dove G=ghiaia, S=sabbia, M=argille e limi (Contratti, 2015).

Dalla analisi della Carta in Fig. 3.10 è possibile notare una netta divisione, dal punto di vista tessiturale dei depositi, tra la parte settentrionale e la parte meridionale; tale diversità è mediata da una fascia centrale coincidente con la fascia delle risorgive.

La parte nord è caratterizzata superficialmente dalla litologia GS corrispondente alle *ghiaie-sabbie*, in completo accordo con le caratteristiche della alta pianura, che caratterizza la parte ghiaiosa del conoide del Cellina.

Analizzando poi la parte meridionale, compresa tra i fiumi Noncello e Meduna, prevalgono i depositi a granulometria fine, sabbiosi e limo-argillosi (Contratti, 2015). In questa parte del territorio, possiamo notare la presenza delle litologie M e MS corrispondenti rispettivamente alle litologie *limi-sabbie* e *argille-limi*.

È osservabile come nelle zone limitrofe al Fiume Meduna e nel tratto terminale del Fiume Noncello, poco prima della congiunzione di questo al primo dei due fiumi, siano presenti principalmente i depositi di tipo MS; mentre nel tratto del fiume Noncello, che attraversa il centro abitato di Pordenone, siano presenti depositi di tipo SM corrispondenti a *sabbie-limi* (Riccio, 2015a).

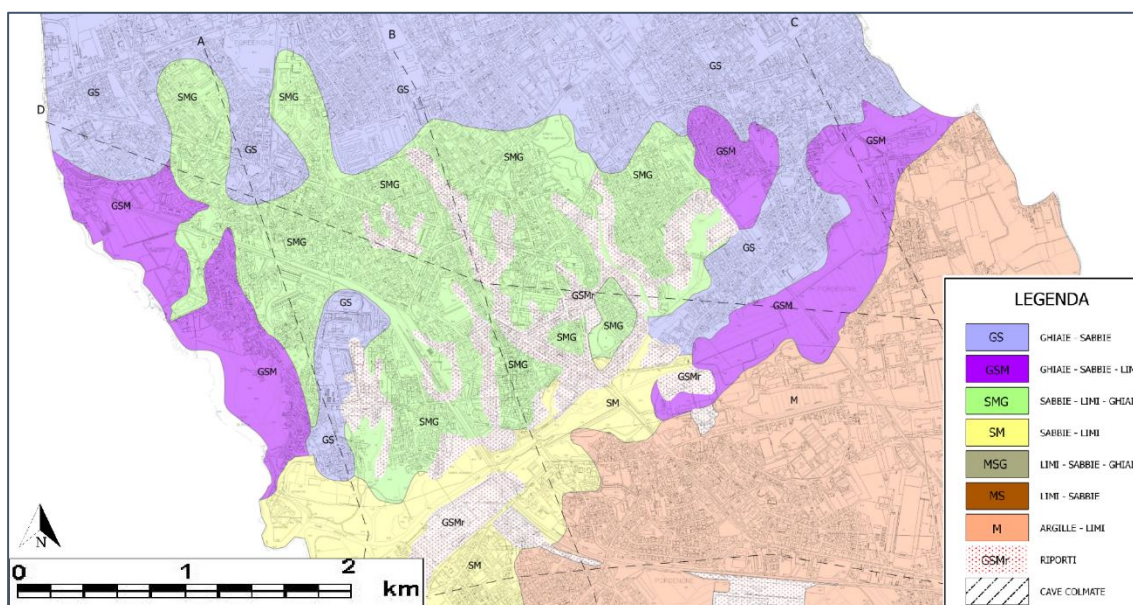


Figura 3.10: Stralcio della Carta Geolitologica di superficie del Comune di Pordenone, scala 1:10.000. In figura viene riportata la porzione di transizione tra le tessiture presenti in alta pianura (GS) e le tessiture più fini presenti nella bassa pianura (M) (modificato da Riccio, 2015a).

In conclusione, passiamo alla descrizione della zona di passaggio tra alta e bassa pianura, corrispondente al vero e proprio centro abitato della città. Il territorio in questione è costituito da depositi di transizione, da materiali più grossolani a granulometrie più fini, in particolare (GSM) *ghiaie – sabbie – limi* e (SMG) *sabbie – limi – argille* (Riccio, 2015a). Queste ultime ricadono nelle zone di emersione dei corsi di risorgiva.

3.5.2.2 Carta Geolitologica del sottosuolo (5 m)

Di utilità marginale ai fini della tesi, è stata la consultazione della Carta Geolitologia del sottosuolo. Questa carta, della quale un estratto è riportato in Fig. 3.11, ha l’obiettivo di dare indicazioni sulla situazione geolitologica del sottosuolo alla profondità di 5 m dal piano campagna. La carta sintetizza la presenza delle unità litologiche prevalenti in un intorno significativo, con lo scopo di offrire un quadro conoscitivo utile ai fini progettuali di opere e di manufatti, ma anche di definire l’ambito del sottosuolo sotto il profilo geoambientale, indispensabile per l’analisi dei rapporti tra superficie antropica e primo sottosuolo (Contratti, 2015).

La classificazione geolitologica adottata nella suddetta Carta è la medesima utilizzata nella Carta Geolitologica di superficie.

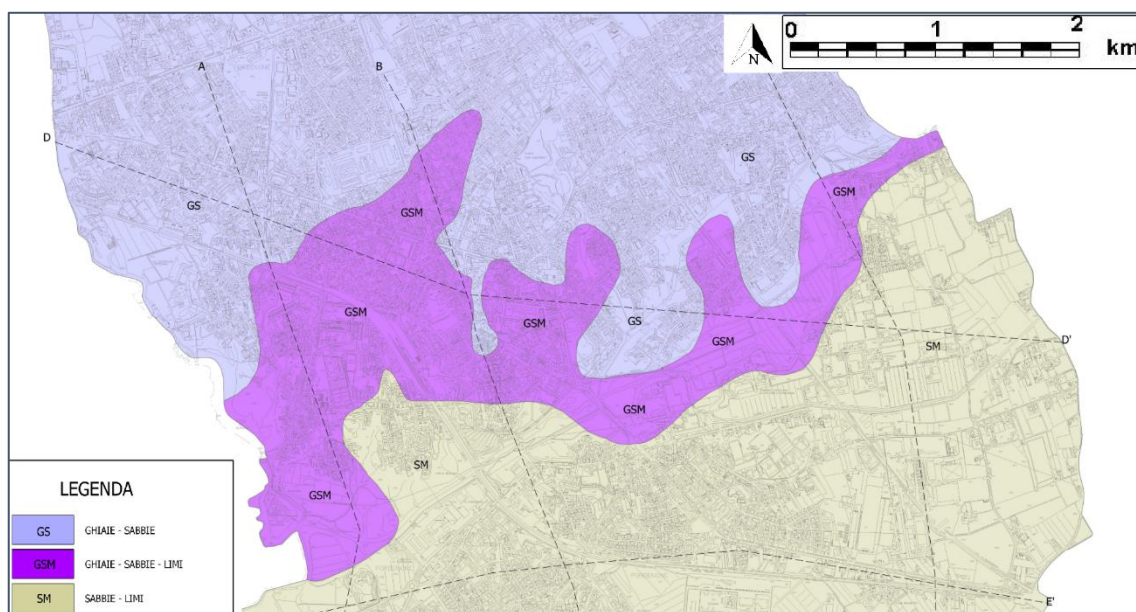


Figura 3.11: Stralcio della Carta Geolitologica del sottosuolo (5 m) del Comune di Pordenone, scala 1:10.000. In figura viene riportata la porzione di transizione, tra le tessiture presenti in alta pianura GS e le tessiture più fini presenti nella bassa pianura M, la quale è costituita da depositi GSM (modificato da Riccio, 2015b).

Si possono distinguere chiaramente tre classi litologiche principali presenti in tutto il territorio: la litologia nella parte settentrionale (GS) corrispondente a *ghiaie-sabbie*, nella parte mediana corrispondente alla transizione tra i due tipi di pianura sono presenti le litologie (GMS) ovvero *ghiaie-sabbie-limi*, per poi passare alla parte più meridionale costituita per la sua totalità da litologie (SM) quindi da *sabbie-limi* (Riccio, 2015b).

3.6 Carta Pedologica

Le carte ed i report pedologici e, nelle loro più moderne versioni, i sistemi informativi pedologici, sono supporti necessari al fine di regolare le decisioni sull'uso e la gestione dei suoli. La Carta dei suoli della provincia di Pordenone, scala 1:100.000, utilizzata per l'analisi della zona di tesi è stata realizzata dall'Ente Regionale per lo Sviluppo Agricolo (ERSA) e pubblicata nel 2003 da Michelutti et al., che è anche consultabile sul sito internet dell'ERSA. Per facilitare la lettura della carta le unità cartografiche sono riunite in otto ambiti definiti "contenitori pedogeografici". Ognuno di questi è una entità concettuale e geografica all'interno della quale i caratteri fisiografici, litologici e di uso e gestione del territorio presentano un grado di affinità che permette di riconoscerli come gruppo omogeneo.

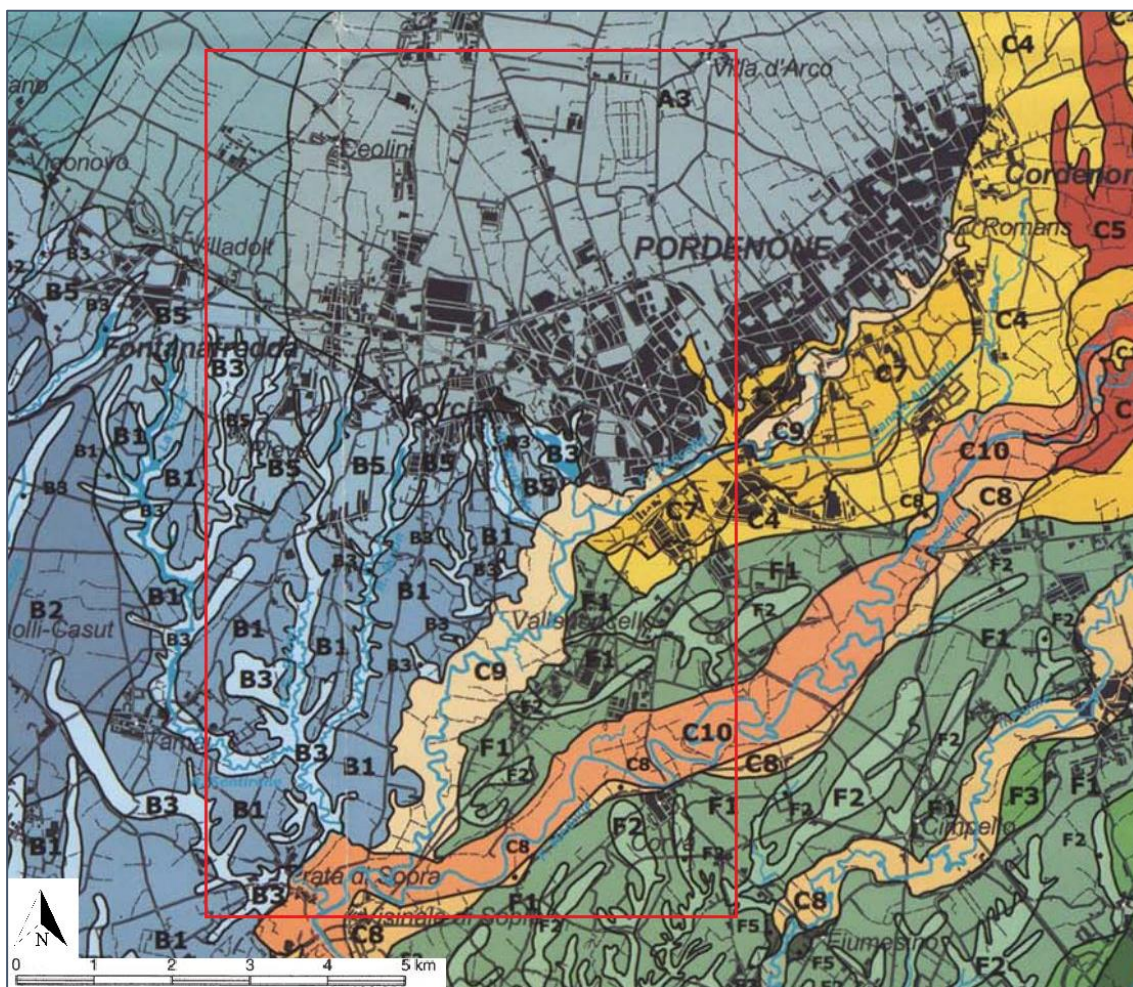


Figura 3.12: Stralcio Carta Pedologica dei suoli di Pordenone, scala 1: 100.000. Il riquadro rosso delimita l'area di tesi (modificato da Michelutti et al., 2003).

In Fig. 3.12 è riportato uno stralcio della carta in corrispondenza dell'area di tesi e vengono quindi di seguito descritti i principali suoli presenti al suo interno.

- *Unità Cartografica B1: Piano modale tardo-pleistocenico inciso*: l'unità si sviluppa a sud della linea delle risorgive e prosegue per tutto il territorio compreso nella metà sinistra dell'area di tesi. Il territorio è fondamentalmente attraversato da corsi di risorgiva, mentre il limite di tale suolo si colloca in corrispondenza dei corsi del Noncello e, più a sud, del Meduna. Rappresenta la porzione distale del conoide alluvionale costituito in più fasi dal Cellina durante il tardo Pleistocene. I principali tipi di suolo presenti in questa Unità Cartografica sono le consociazioni suoli Tamai franco-limosi, a substrato massivo (TAM1) e Tamai franco-limosi, con falda (TAM2) (Michelutti et al., 2003).

- *Unità Cartografica B3 - settore sud-occidentale dei fiumi Livenza e Meduna:* questa è situata in corrispondenza dei corsi di risorgiva, di fatto dalla loro area di sorgente fino alla confluenza con i corsi d'acqua maggiori come il Noncello ed il Meduna. I tipi di suolo associati a questa unità cartografica sono i suoli Tamai franco-limosi, delle incisioni (TAM3) e i suoli Tamai franco-limosi, con falda (TAM2) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica B5 - Porzione media del conide del Cellina di età tardo pleistocenica:* questa si colloca in corrispondenza della fascia delle risorgive, creando una vera e propria fascia che si estende da est in corrispondenza del Noncello ad ovest, per continuare anche fuori dalla zona di tesi, fino a Polcenigo. I suoli associati a questa Unità Cartografica sono i Suoli Fontanafredda franco-sabbiosi ghiaiosi (FON1) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica C4 -Area distale del conoide recente del Cellina Meduna:* questa si sviluppa in una piccola porzione dell'area di tesi nella zona nord-orientale tra il Fiume Noncello ed il Fiume Meduna. I suoli corrispondenti sono i Suoli Rauscedo franco-sabbiosi ghiaiosi (RAU2) e i Suoli Visinale franco-sabbiosi (VIS1). I primi sono caratterizzati da uno scheletro frequente mentre nei secondi lo scheletro risulta assente (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica C7 - Area di spaglio olocenica dei sedimenti fini del Meduna:* questa si sviluppa intorno ai suoli dell'*unità cartografica C9* (che verranno citati successivamente), anch'essa nella parte nord-orientale dell'area di tesi in corrispondenza del corso del Fiume Noncello. Corrispondenti a tale unità sono i Suoli Zoppola franco-limosi (ZOP1) e i Suoli Visinale franco-sabbiosi (VIS1) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità cartografica C8 – Aree di accumulo nell'incisione del Fiume Fiume e dei terrazzi del Meduna:* questa unità cartografica è rappresentata da una area di accumulo di sedimenti fini che prosegue nel tratto iniziale dell'incisione del Fiume Fiume e all'interno dei terrazzi entro cui scorre il Fiume Meduna nel suo tratto a meandri. I tipi di suolo associati sono i Suoli Zoppola franco-limosi (ZOP1) (Michelutti et al., 2003).

- *Unità Cartografica C9 - Area di incisione del Noncello*: questa si sviluppa lungo il corso del Fiume Noncello, dal suo punto di sorgente fino alla congiunzione con il Fiume Meduna, presso Prata di Sopra. I suoli associati sono privi di scheletro e sono Suoli Zoppola, franco-limosi (ZOP2) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica C10 – Asta a meandri del Meduna*: questa corrisponde al letto attuale del Fiume Meduna nel suo tratto a meandri; anche in questo caso è assente lo scheletro. I suoli associati si sviluppano nelle aree più prossime al corso d’acqua rispetto ai suoli della *unità cartografica C9* precedentemente citati, e corrispondono ai Suoli Visinale franco-sabbiosi, in aree golenali (VIS3) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità cartografica F1- Piano modale tardo-pleistocenico inciso*: l’unità è localizzata nella porzione di territorio tra i fiumi Noncello e Meduna, nella località denominata Vallenoncello e lungo la sinistra idrografica del Fiume Meduna. I principali tipi di suolo presenti nell’Unità Cartografica sono le consociazioni suoli Pasiano franco-limoso-argillosi (PAS1) e Pasiano franco-limosi (PAS2) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica F2 – Incisioni del reticolo idrografico di risorgiva*: questa si dirama all’interno della *Unità Cartografica F1* descritta precedentemente; di fatto essa è rappresentata dal reticolo idrografico inciso dai corsi d’acqua a carattere di risorgiva, che hanno disseccato il conoide alluvionale tardo-pleistocenico del paleo-Tagliamento nella sponda destra rispetto al suo corso attuale. I principali tipi di suolo presenti nella Unità Cartografica sono: i Suoli Pasiano franco-limoso-argillosi, delle incisioni (PAS3) e Suoli Pasiano franco-limosi (PAS2) (Michelutti et al., 2003).
- *Unità Cartografica A3- pozione prossimale del conoide tardo-pleistocenico*: questa è collocata nell’ambiente di alta pianura. I suoli che la costituiscono sono: Suoli Roveredo, franchi molto ghiaiosi (ROV1) e Suoli San Giorgio, franco-sabbiosi molto ghiaiosi pietrosi (GIO1) (Michelutti et al., 2003). Si evince come in questi suoli sia presente una grossa percentuale di sedimenti grossolani corrispondenti a ghiaie.

- *Unità Cartografica A4 - porzione proximale del conoide Cellina*: questa si colloca nei territori corrispondenti alla zona di alta pianura, ricoprendo una fascia che si sviluppa da nord a sud confinando ad est con la precedente *Unità Cartografica A3*. I suoli compresi nella Unità cartografica A4 sono: i Suoli San Giorgio, franco-sabbiosi molto ghiaiosi pietrosi (GIO1), e Suoli Roveredo, franchi molto ghiaiosi pietrosi, ricchi in humus (ROV3) (Michelutti et al., 2003). Anch'essi sono caratterizzati da una importante presenza di ghiaie.

4 Metodi di studio

4.1 *Analisi topografica tramite dati LiDAR*

Nelle prime fasi di lavoro, si è proceduto allo studio del microrilievo topografico che, specialmente nelle zone di pianura, fornisce delle informazioni essenziali al fine di individuare le morfologie superficiali ed evidenziare i limiti tra le unità geologiche. Per queste analisi è stato utilizzato il modello digitale del terreno DTM prodotto a partire da dati LiDAR (Lighi Detection And Ranging).

I dati LiDAR sono reperibili dal sito della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (<http://www.regione.fvg.it>), con la possibilità di scaricare file di tipo (.asc) i quali coprono ciascuno una superficie corrispondente a ¼ di Elemento in scala 1:5000. Tali dati sono corrispondenti al rilievo LiDAR effettuato nel 2006 dalla società Helica per conto della Protezione Civile della Regione. Nelle specifiche descritte nel sito stesso, è indicato che è stato utilizzato per il rilievo un Airborne Laser Terrian Mapper (ALTM) Optech 3033, montato su elicottero AS350.

La risoluzione originaria è di 4-5 punti per m², con registrazione fino a quattro ritorni discreti per emissione, ricavandone la loro posizione ed intensità. I dati sono stati successivamente filtrati tenendo conto solo dei punti relativi alla quota del terreno e scartando quelli riferiti a copertura vegetale e edifici. È stato quindi possibile ottenere carte topografiche del territorio aventi una precisione verticale assoluta inferiore a ±15 cm, ed una precisione planimetrica tra i 10 e 80 cm in base all'altitudine dell'acquisizione. Successivamente, il DTM è stato ottenuto per ricampionamento dell'analogo dato con passo a 1m, derivato del rilievo LiDAR.

Il sistema di Telerilevamento LiDAR si basa sulla misura della distanza tra il sensore aviotrasportato e la superficie terrestre (Fig. 4.1), misurando con precisione il tempo che impiega l'impulso del segnale laser ad arrivare a terra e tornare - riflesso - allo strumento che lo ha emesso. Il LiDAR, inoltre, non è uno strumento a scansione, ovvero non produce immagini, ma misure di tipo puntuale (Gomasca, 2004).

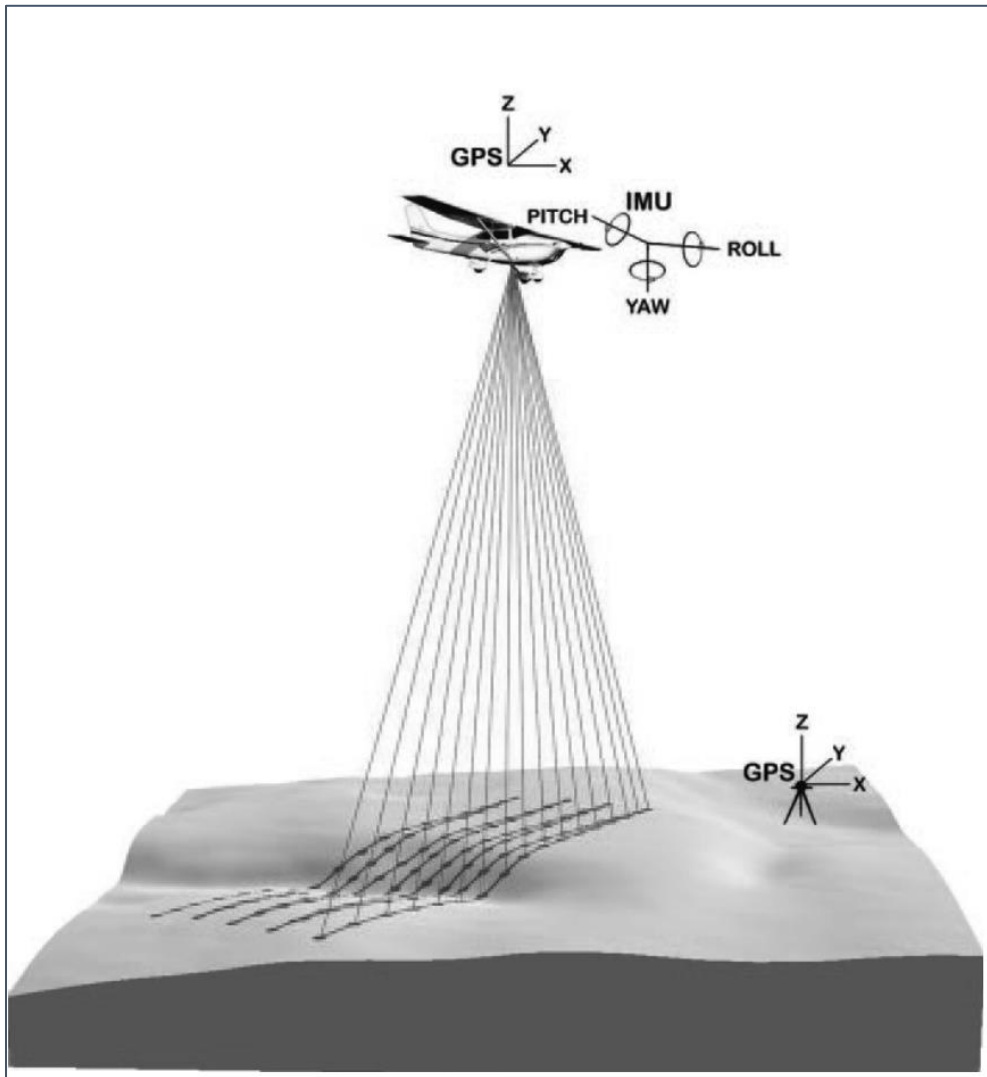


Figura 4.1: Componenti e funzionamento del LiDAR aerotrasportato (Andersen & E. Reutebuch, 2006)

Questa metodologia riprende il principio di misurazione utilizzato nel RADAR, rilevando il tempo di percorrenza del segnale laser per andare e tornare dal bersaglio e traducendolo in distanza dal sensore tramite il valore della velocità della luce nel vuoto ($2,99 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) (Gomasca, 2004). A differenza del RADAR, che opera nelle microonde (0,1-100 cm), il LiDAR emette onde con lunghezza d'onda compresa nell'intervallo dello spettro ottico (0,3-15 μm , più generalmente tra 1,0-1,6 μm).

Tale metodologia utilizza tre tecnologie (Gomasca, 2004):

- Distanziometro laser o *Laser rangefinding*;
- Sistemi di posizionamento satellitari (GPS, GLONASS);

- Sistemi di navigazione inerziale (INS)).

Il trasmettitore ha una frequenza da 2000-33.000 impulsi al secondo, con una densità di punti di 1-10 punti/m²; le distanze misurate vengono poi convertite in coordinate planimetriche e in altimetria per ciascun impulso laser, combinando le misure della distanza con il posizionamento dello strumento sulla piattaforma di ripresa.

Durante tutto il periodo di volo/rilevamento, il sensore è identificato con precisione da un sistema di posizionamento satellitare (GPS, GLONASS) permettendo così, grazie alla disponibilità di una stazione di riferimento a terra, di ottenere la posizione del ricevitore GPS a bordo di un aereo con accuratezza di qualche centimetro (Gomasasca, 2004).

Per una corretta attribuzione dei valori di coordinate tridimensionali dei punti acquisiti, è indispensabile conoscere l'angolo tra la piattaforma e la superficie, il quale varia con i movimenti dell'aereo (avanzamento, rollio, beccheggio, deriva e picchiata); grazie quindi al sistema di navigazione inerziale (INS), vengono registrati questi eventuali errori, arrivando a rilevare errori di entità pari a 0,01° (Gomasasca, 2004).

Essendo il trattamento dei dati LiDAR un processo complesso, viene effettuato con software dedicati (ad es. Terrascan di Microstation, ENVI o SAGA) e computer molto potenti (workstation). La rielaborazione dei dati consente di realizzare mappe tridimensionali del terreno (DTM), i quali verranno descritti in maggior dettaglio nel paragrafo successivo.

Nei primi modelli di sensore LiDAR la distanza veniva misurata rispetto al primo elemento colpito; questo comportava una lettura della distanza da punti di riflessione differenti dalla superficie terrestre vera e propria (ad es. la chioma di un albero o, in generale, la vegetazione). Si è quindi sviluppata una tecnologia che basa le misurazioni su riflessioni multiple. Per esempio, rilevando un'area boschiva, si prendono in considerazione una prima riflessione della cima della chioma, una seconda dai rami e dalla biomassa e la terza dalla superficie del terreno sottostante Fig 4.2. Avendo quindi queste diverse riflessioni a vari livelli dal terreno, è possibile filtrare i dati per ottenere i dati dell'ultimo riflesso ed eliminare quindi la vegetazione (Gomasasca, 2004).

Il rilievo topografico LiDAR convenzionale fornisce invece informazioni poco significative dove sono presenti superfici acquatiche, in quanto il raggio laser incidente

può venire riflesso in modo speculare senza tornare al ricevitore, oppure penetrare molto poco nel corpo idrico.

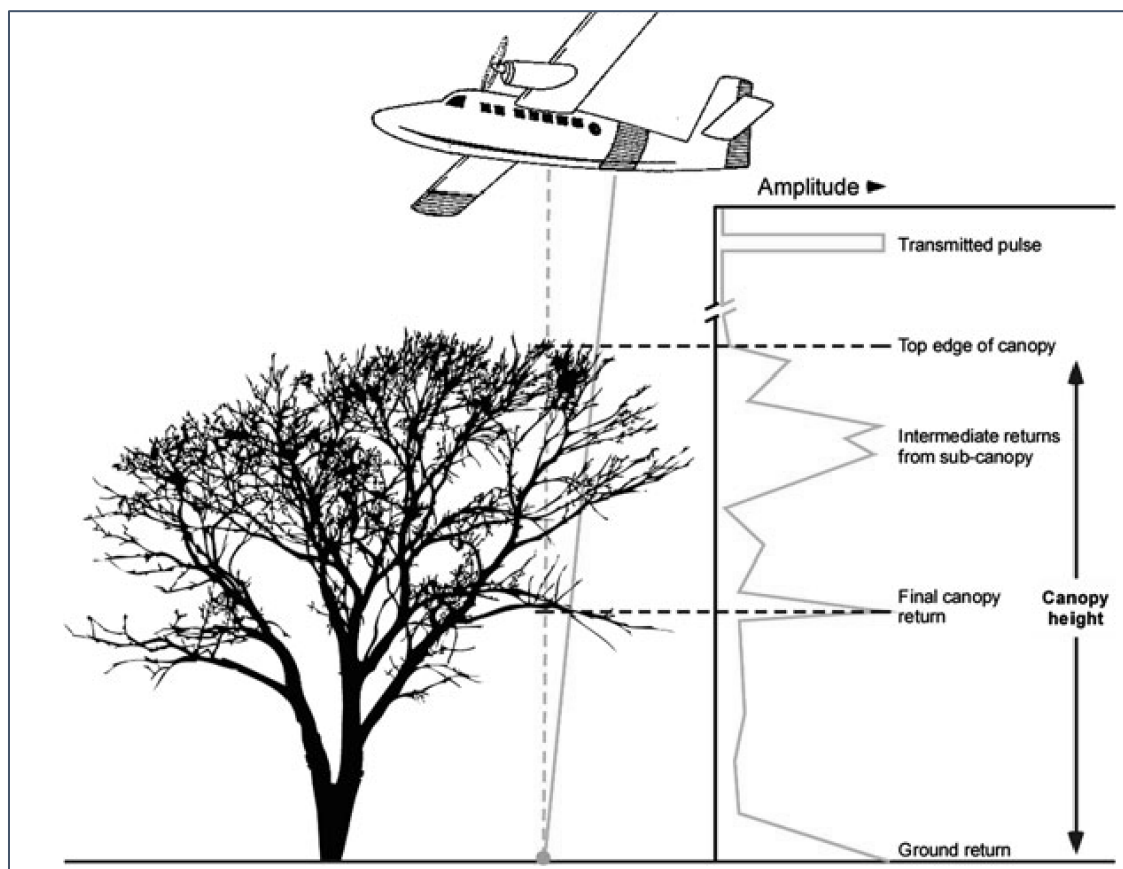


Figura 4.2: Schema generale del funzionamento di acquisizione dati da riflessioni multiple in area boschiva (Purkis & Brock, 2013).

Per ovviare a queste limitazioni è stato sviluppato la tecnologia LiDAR Bathymetry, che può penetrare i corpi d'acqua limpidi. Tuttavia, i dati disponibili per la zona di studio sono stati rilevati con il LiDAR convenzionale e, quindi, i dati per gli alvei dei fiumi sono poco affidabili.

4.1.1 Modello digitale del terreno (DTM)

I modelli digitali della superficie terrestre consentono di modellizzare, analizzare e visualizzare i fenomeni legati alla morfologia del territorio o a qualsiasi altra sua caratteristica rappresentabile in modo completo o incompleto, ma pur sempre tridimensionale (Gomasca, 2004).

Esistono tre principali tipi di modelli digitali del terreno:

- Modello Superficiale del Terreno, *Digital Surface Model (DSM)*
- Modello Digitale del Terreno, *Digital Terrain Model (DTM)*
- Modello Digitale di Elevazione del Terreno, *Digital Elevation Model (DEM)*

Nel caso specifico di questo lavoro di tesi non si è elaborato i dati originari dell'acquisizione LiDAR, ma si è lavorato direttamente sul DTM prodotto dalla Regione Friuli-Venezia Giulia, già filtrato della vegetazione e dei manufatti. Questo modello viene in genere prodotto in formato *raster* inserendo come *digital number* associato a ciascun pixel l'attributo relativo alla quota assoluta derivato, in questo caso, dai dati LiDAR precedentemente descritti. In particolare, il DTM ha la caratteristica di rappresentare la superficie terrestre a "livello del suolo", ovvero priva di quote relative a edifici o altri manufatti antropici, nonché a dense coperture vegetali (Fontana, 2016).

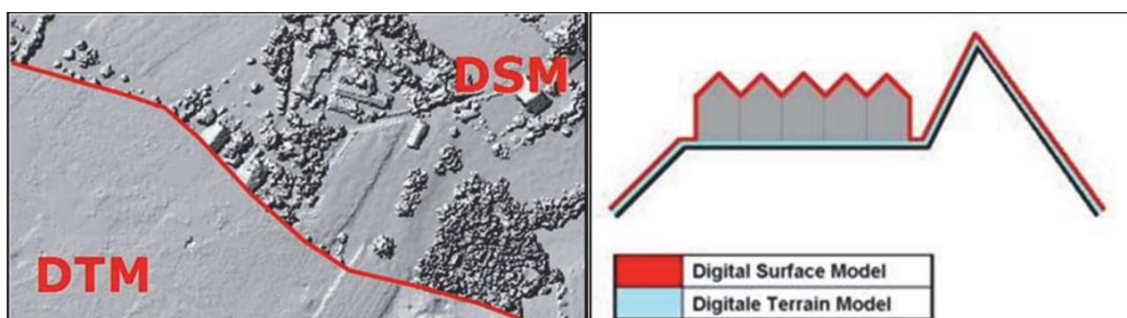


Figura 4.3: Differenza tra modello digitale del terreno (DTM) e modello digitale di superficie (DSM) (Nell & Van Niekerk, 2015).

Grazie alla analisi del DTM, è stato possibile evidenziare e produrre gli elaborati inerenti alla geomorfologia dell'area di tesi, evidenziando quindi la posizione e lo sviluppo dei vari orli di terrazzo presenti, il limite tra unità e le arginature artificiali presenti. Come vedremo nel paragrafo inerente all'utilizzo del software ArcGis, è stato possibile individuare tali forme dalla analisi planimetrica e dei profili topografici del DTM.

Sono state eseguite altre elaborazioni del DTM per ottenere diverse versioni del medesimo con *lumeggiamento (Hillshade)*, il quale permette una immediata percezione delle diverse morfologie grazie all'utilizzo di una ipotetica fonte luminosa con orientazioni variabili e discrezione dell'utente, ma in genere situata a 315° N con un'altezza di 45°.

Altre due operazioni effettuate sul DTM sono state l'individuazione della derivata topografica sulla verticale (slope), con unità di misura in percentuali o in gradi e il valore della derivata relativo alla esposizione in gradi di ogni pixel (1x1m), o direzione di massima pendenza (aspect), espressa in °azimut.

4.2 Rilevamento sul terreno

Un elemento fondamentale del lavoro di tesi è stato fornito dai dati raccolti durante il rilevamento del terreno effettuato principalmente durante i mesi compresi tra novembre 2018 e maggio 2019, ovvero quando la copertura vegetale è più contenuta.

Il rilevamento sul terreno ha avuto come principale obiettivo l'analisi dei depositi superficiali e dei suoli presenti nella area di tesi, assegnando loro una determinata classe tessiturale e riconoscendo le unità geologiche ad essi associate. In primo luogo, ove possibile, si è l'età del deposito a seconda della presenza o meno di concrezioni carbonatiche. Essendo a conoscenza della variabilità che l'intervento antropico potrebbe aver causato nei suoli stessi, ogni area rilevata è stata opportunamente confrontata con i dati areali in mio possesso (DTM, cartografie geologiche precedenti) così da poter confermare con elevata sicurezza l'unità d'appartenenza.

Inoltre, trattandosi di un'area di pianura e non essendo perciò disponibili affioramenti naturali sufficientemente profondi, è stata rivolta particolare attenzione alla stratigrafia dei depositi affioranti lungo le pareti di scavi artificiali (canali, scoline, fondazioni, scassi per la posa di reti e sottoservizi, ecc.).

Nella pratica, durante le fasi di rilevamento sono stati osservate le seguenti caratteristiche:

- tessitura del sedimento;
- colore;
- presenza di concrezioni;
- presenza di ghiaia;
- presenza orli di terrazzi;
- presenza cambio di pendenza e quindi possibile cambio di unità;

In particolare, per quanto concerne il riconoscimento delle classi tessiturali, esso è stato effettuato tramite l'utilizzo di diagrammi quali:

- chiave per la determinazione in campagna delle classi tessiturali (Triangolo USDA, Keys to Soil Taxonomy 1996, modificato) definendo le frazioni: sabbia - particelle con diametro tra 0,05 e 2 mm; limo - particelle con diametro tra 0,002 e 0,05 mm; argilla - particelle con diametro minore di 0.002 mm. Dalla combinazione delle diverse percentuali di sabbia, limo e argilla presenti nel campione analizzato è possibile attribuire una delle 12 classi tessiturali come riportate in figura.

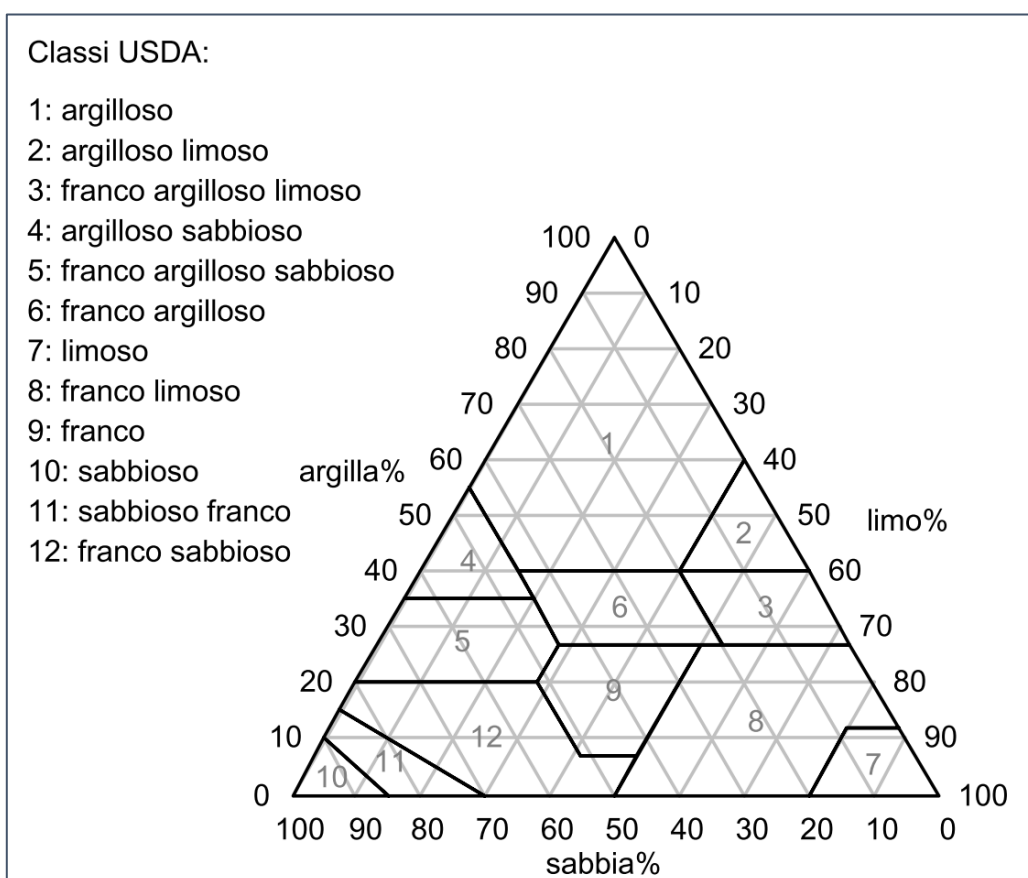


Figura 4.4: Triangolo delle tessiture con le 12 principali classi tessiturali USDA (Costantini & Fantappiè, 2007).

Per poter attribuire una determinata classe tessiturale al sedimento si sono utilizzate le prove empiriche di campagna, basate sulle sensazioni tattili che fornisce la sua manipolazione umida per giungere alla determinazione della classe granulometrica si è seguito il diagramma rappresentato in Fig. 4.5.

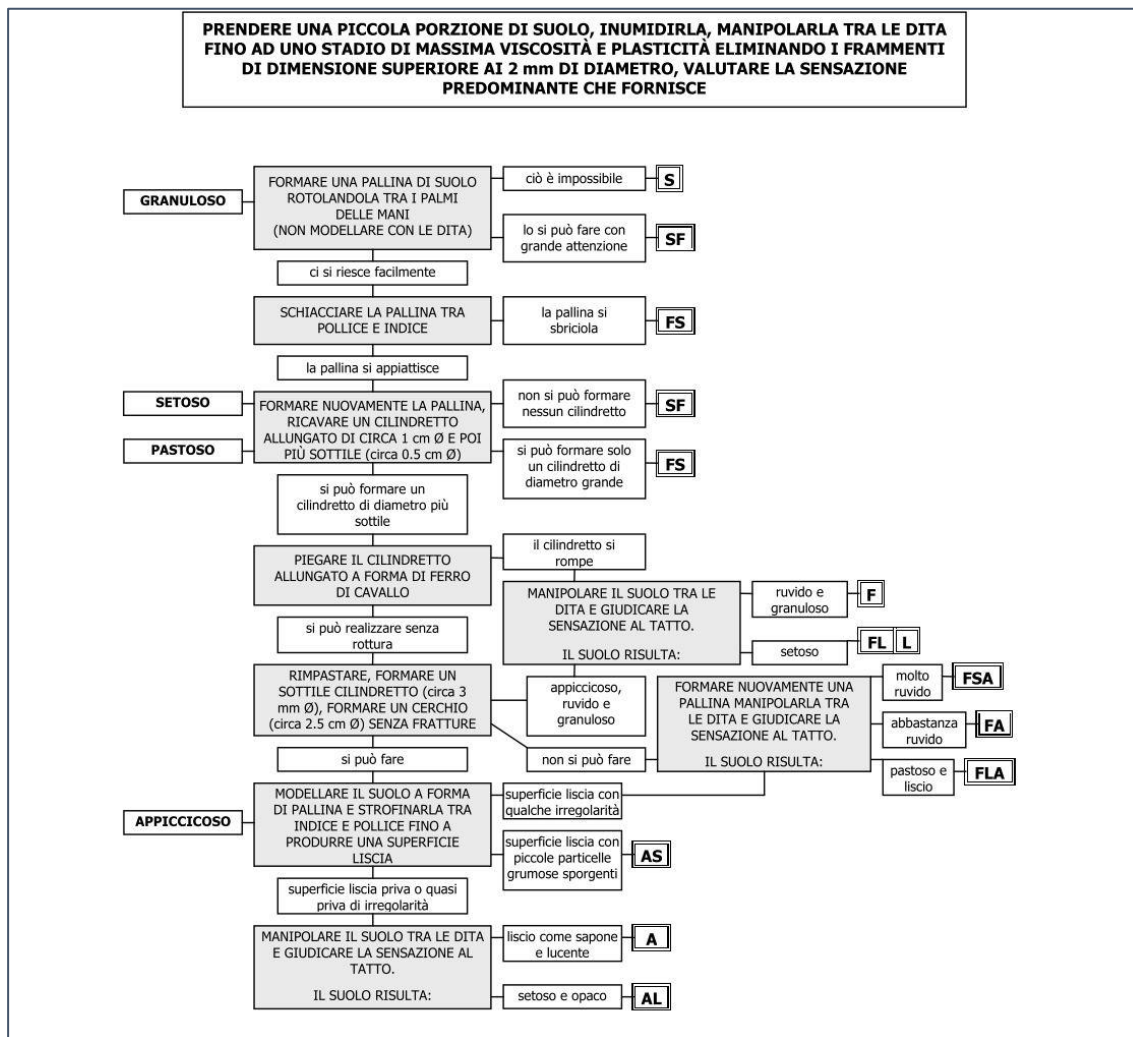


Figura 4.5: Schema rappresentativo dei procedimenti per la determinazione della tessitura del suolo con procedura fondata sul tatto (Wolf U. & Carnicelli S., 2011).

Una parte di analisi molto importante durante il rilevamento è stato il riconoscimento delle forme e gli elementi morfologici riconosciuti tramite l'elaborazione dei dati DTM derivati da LiDAR. Tale riconoscimento si è basato sul confronto delle forme evidenziate precedentemente durante la analisi geomorfologica del DTM dell'area e delle carte tematiche realizzate in precedenza (CAP. 3).

4.3 Analisi cartografia geotematica e cartografia storica

Durante il periodo di tesi è stato fatto ampio utilizzo dei dati derivanti dall'analisi degli elaborati di cartografia geotematica e storica preesistenti.

Una tipologia di utilizzo è stata incentrata sull'integrazione di dati in aree dove non è stato possibile osservare le forme geomorfologiche a causa dei limiti del DTM e per una impossibilità di rilevamento sul terreno. È questo il caso delle aree poste al limite settentrionale della fascia delle risorgive, ove, visti gli esigui terrazzi che esse formano nelle loro zone iniziali di risorgenza, è stata indispensabile l'integrazione di dati derivanti da cartografie geologiche e geomorfologiche per poterne tracciare con maggior accuratezza gli orli di scarpata. In particolare, tale metodologia è stata applicata per le zone di risorgiva che ricadono all'interno del comune di Porcia, facendo largo utilizzo degli elaborati di cartografia litologica comunale descritta nel paragrafo 3.5.1.

Un altro ambito in cui si sono stati consultati gli elaborati cartografici pregressi riguarda l'integrazione di dati di classificazione tessiturale dei depositi superficiali nelle aree in cui non è stato possibile accedere per motivi logistici o in cui l'osservazione delle tessiture superficiali non sia stata possibile a causa del forte impatto antropico presente. Con tale scopo, sono state analizzate la Carta Litologica del comune di Porcia, la Carta Geolitologica di superficie del comune di Pordenone e la Carta dei suoli della provincia di Pordenone. Oltre all'utilizzo descritto, gli elaborati precedentemente nominati sono stati impiegati anche come termine di confronto con i dati acquisiti durante la campagna di rilevamento. In particolare, la Carta Geolitologica di superficie del comune di Pordenone ha permesso di trarre informazioni tessiturali dei depositi del primo sottosuolo nell'area del centro storico del comune che, unitamente all'utilizzo dei dati di cartografia catastale storica risalenti al XIX secolo rappresentanti la distribuzione del centro storico del comune di Pordenone nel 1840, hanno permesso di correlare e confermare come determinate aree di riporto presenti ai giorni nostri corrispondano a corsi di risorgiva che anticamente scorrevano all'interno del centro abitato, prima dell'espansione dello stesso. Un esempio della cartografia storica catastale utilizzata è proposto nel paragrafo 5.1. in Fig. 5.6.

Le cartografie catastali pregresse sopracitate sono state fornite dal mio relatore di tesi attraverso una raccolta di queste all'interno del lavoro di Bariviera G. (2011) "La nostra casa. Il Friuli Occidentale", nel quale sono raccolte numerose illustrazioni di come appariva il paesaggio di alcune zone di tesi circa due secoli fa. Permettendo oltre alla analisi dettagliata della evoluzione di aree, come ad esempio il centro storico di

Pordenone, di osservare come nel corso degli anni i corsi d'acqua presenti nell'area di tesi siano stati interessati da un'importante modifica della loro forma, dettata dall'uomo o scollegata da essa.

Infine, l'analisi di cartografie geotematiche pregresse è stata fondamentale per il superamento dei limiti riscontrati per il riconoscimento e l'assegnazione delle unità stratigrafiche dei depositi in determinate aree di studio. Di particolare utilità è stata, infatti, la consultazione del lavoro cartografico redatto da A.Comel nel 1956: Carta Geologica delle Tre Venezie F 39 "Pordenone, descritta nel paragrafo 3.3. Questo elaborato cartografico rappresenta in dettaglio le tipologie di depositi e i bacini dai quali essi derivano. Nello specifico, si è provveduto all'analisi di tale elaborato per la distinzione dei depositi appartenenti al bacino montano del Cellina e quelli appartenenti al bacino del F. Tagliamento. Il contatto tra questi non permetteva un buon riconoscimento tramite osservazione diretta in campagna, facendo risultare inefficiente, data l'assenza di ghiaie nell'area di bassa pianura, l'assegnazione delle unità stratigrafiche tramite l'analisi composizionale petrografica macroscopica dei clasti.

4.4 Carotaggi stratigrafici

Durante il periodo dedicato al rilevamento su terreno, sono stati eseguiti alcuni transetti di perforazioni geognostiche manuali, con il duplice obiettivo di individuare la classe tessiturale del terreno nei primi 120 cm e, come secondo obiettivo, l'acquisizione di un maggior numero di dati stratigrafici in determinate zone ritenute interessanti per lo studio della storia evolutiva di un determinato ambiente. In definitiva, quindi, sono stati scelti come luoghi ove eseguire i transetti, le aree limitrofe allo sviluppo del Fiume Noncello, il quale, come accennato nei capitoli precedenti, presenta caratteristiche sedimentologiche peculiari rispetto all'entità stessa del fiume.

I punti di ubicazione delle indagini sono stati scelti basandosi sulla analisi delle forme geomorfologiche (derivate dalla analisi effettuate in precedenza), scegliendo quindi i luoghi ove era possibile ottenere informazioni importanti per quanto riguarda il susseguirsi dei processi deposizionali ed erosivi che hanno coinvolto i depositi presenti nella suddetta area. In particolare, sono state scelte direzioni dei transetti preferibilmente ortogonali allo sviluppo del fiume, ottenendo una distribuzione media di 5-6 sondaggi per

transetto, disposti generalmente per metà in una sponda e l'altra metà nella sponda opposta.

Nella pratica i carotaggi sono stati eseguiti utilizzando il *carotatore manuale olandese*, composto da un manico a manubrio, prolunghe da 1 giuntabili fra loro con manicotto (attacco bayonet) e due tipi di punte riportati in Fig. 4.8.



Figura 4.6: I due tipi di punta utilizzata dal carotatore olandese (da: www.eijkelkamp.com, modificata). A) punta tipo "Edelman"; B) punta tipo "Gauge".

La punta A è denominata punta Edelman, essa possiede un diametro di 7 cm e permette di recuperare campioni di circa 10 cm di altezza. Di norma, tale punta viene utilizzata per il campionamento di terreni che si trovano al di sopra del livello di falda.

La punta (B) viene definita *punta a doccia* o *Gauge*, in inglese. Essa permette il campionamento di carote fino ad un massimo di 1m di lunghezza con un diametro di 3 cm. A differenza della punta Edelman (A), la punta Gauge viene infissa a pressione nel sottosuolo, eventualmente facendola ruotare per agevolare la separazione del sedimento campionato da quello circostante.

La profondità massima raggiungibile da questo tipo di sondaggi è vincolata dalla resistenza del terreno e dal numero di aste in possesso dall'operatore al momento del carotaggio. Nel caso di questa tesi è stata raggiunta le profondità massime di 8-9 m dal piano campagna (p.c.) in determinati punti chiave, mentre si è arrivati a 5-6 m.

4.4.1 Descrizione delle carote stratigrafiche

È opportuno precisare che, ad ogni sondaggio effettuato, sono state registrate le sue coordinate tramite ricevitore GPS, rendendo quindi possibile la localizzazione del punto esaminato e permettendo poi la sua corretta attribuzione altimetrica tramite confronto con il DTM ottenuto da dati LiDAR, che si è rivelata un dato fondamentale nella fase di elaborazione dei profili stratigrafici.

Qui di seguito è possibile visualizzare una stratigrafia tipo, eseguita utilizzando la punta Edelman fino a 5 m di profondità da p.c. e la punta gauge per gli ultimi 70 cm.



Figura 4.7: Esempio di stratigrafia eseguita con il carotatore olandese con l'utilizzo della punta "Edelman" e nella parte finale con la punta "Gauge". L'immagine riporta il sondaggio MRZ2 (profondità max.= 6.8 m dal p.c.) relativo al Transetto n.2 (Case Mariz). Il campione è suddiviso in intervalli, posti uno sotto l'altro, della lunghezza pari a 1 m.

L'analisi di ogni campione di terreno è stata eseguita prendendo in considerazione i seguenti aspetti:

- tessitura del sedimento (texture): i terreni vengono classificati seguendo il metodo descritto nel paragrafo precedente per la classificazione delle tessiture.

- colore: il colore viene attribuito in base alla classificazione cromatica contenuta nella “Tavola Munsell”; dove il colore di un dato campione viene assegnato in base a tre coordinate dimensionali (hue, chroma, value).
- presenza di screziature (redox): si tratta di plaghe di colore ossidato, generalmente legato alle fluttuazioni della tavola d’acqua nel terreno e all’attuazione di processi ossido-riduttivi;
- presenza di ghiaia: se si riscontra la presenza di ghiaia nella carota, riportando la dimensione dei clasti di dimensioni maggiori e quelle medie;
- reazione all’HCl: questa viene valutata utilizzando appunto l’HCl, diluito al 10%. La classificazione viene poi eseguita in base ad uno standard USDA da 0 a 4, dove lo 0 corrisponde a “reazione nulla” e 4 allo sviluppo di bolle con diametro >3 mm;
- concrezioni carbonatiche: in caso di presenza di concrezioni carbonatiche ne viene registrata la percentuale (abbondante, comune, rara, scarsa) e la loro dimensione in cm o mm;
- presenza di noduli di ferro-manganese: appaiono come piccole “biglie” millimetriche di colore ruggine, la cui presenza è legata alle fluttuazioni della falda freatica;
- falda freatica: viene indicata la profondità a cui si riscontra il top della tavola d’acqua;
- contenuto fossilifero: presenza di gusci di bivalvi o gasteropodi, oppure resti vegetali di varia origine, come legno, radici o canne. I gusci possono essere di gasteropodi o conchiglie. Distinguere la specie di appartenenza può risultare di significativa importanza per l’identificazione del paleo-ambiente in cui si deposero
- materia organica: nelle carote viene stimata la percentuale di materia organica presente nella matrice, oppure, la presenza di torba.

4.5 Indagini geognostiche preesistenti

Il processo di interpretazione ed integrazione dei dati preesistenti è stato importante per avere informazioni in quelle nelle aree dove è risultato impossibile accedere durante il rilevamento sul terreno per motivi di tempo o di logistica. Tali aree ricadono soprattutto

all'interno del centro abitato dei comuni di Pordenone e Porcia ove, vista la presenza di urbanizzazione, sarebbe stato difficile sia trovare suoli indisturbati, che avere accesso al sottosuolo. Inoltre, i dati geognostici preesistenti sono stati fondamentali per studiare il sottosuolo a profondità non raggiungibili con i carotaggi manuali.

I dati preesistenti puntuali sono derivati da prove di tipo geotecnico (prove penetrometriche statiche e dinamiche, sondaggi meccanici e pozzetti geognostici) e sono stati forniti in formato PDF con all'interno la rappresentazione della stratigrafia e, in formato (.lyr), per il posizionamento dei punti in ambiente di lavoro ArcGis.

I dati sono stati recuperati, in certi casi, da uffici tecnici dei comuni situati nell'area di studio, rivolgendosi a geologi professionisti i quali avevano precedentemente eseguito indagini nell'area di tesi e dati forniti dal Servizio Geologico della Regione Friuli-Venezia Giulia nell'ambito del progetto GEO-CGT, entro cui si incardina anche questo stesso lavoro di tesi.

Il processo di interpretazione si è basato sull'attribuire la classe tessiturale dei primi 120 cm delle stratigrafie in esame, spesso ricorrendo ad un valore medio tra i diversi strati originariamente riconosciuti in tale intervallo, per poi digitalizzare i punti con i relativi valori di classe tessiturale all'interno dell'ambiente di lavoro ArcGis. Qui di seguito viene riportato ad esempio la stratigrafia un sondaggio meccanico, eseguito presso il centro abitato Rondover di Porcia, attraverso il quale è stato possibile eseguire l'interpretazione dei primi 120 cm di terreno.

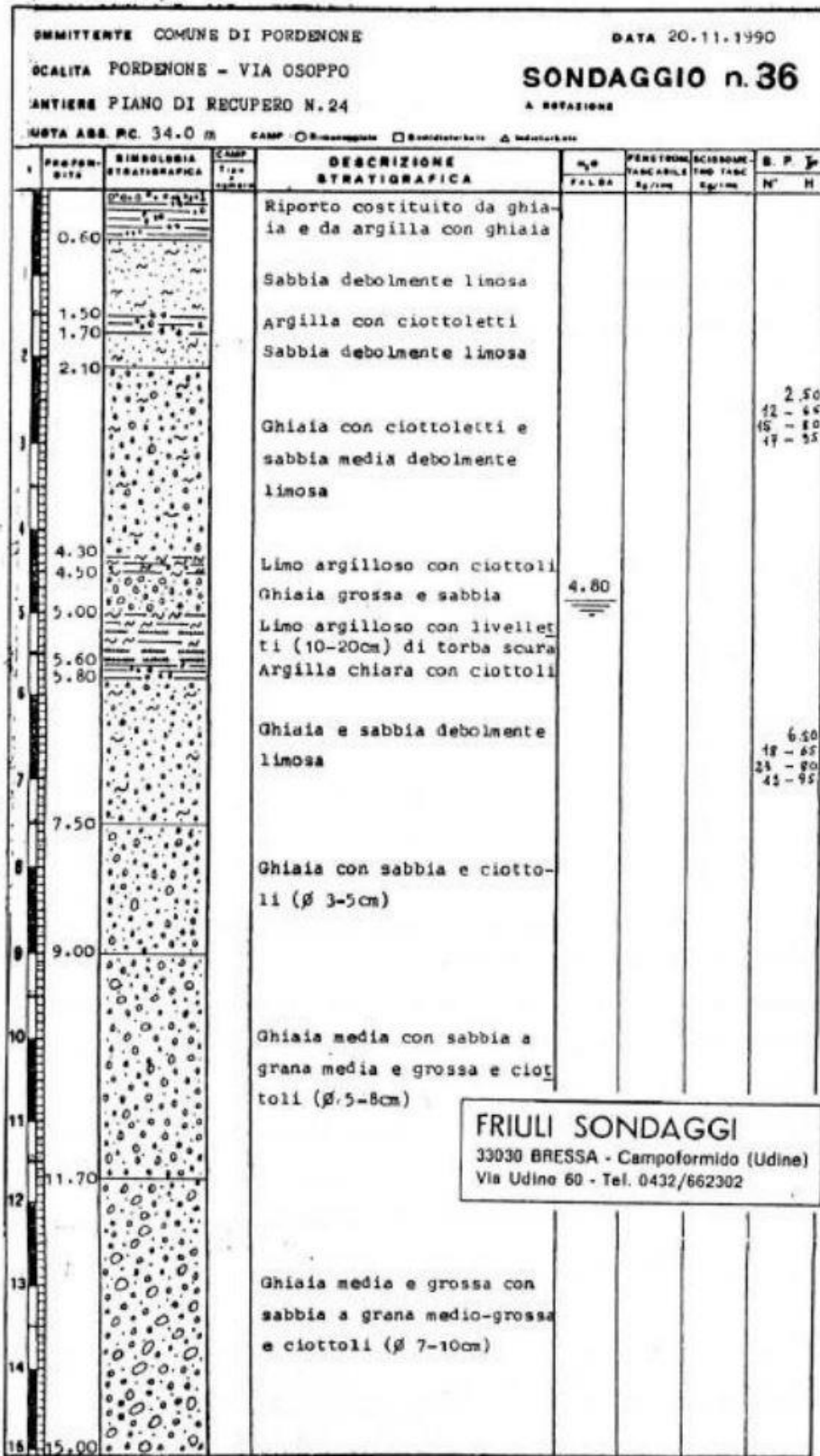


Figura 4.8: Esempio di stratigrafia risultante da sondaggio con metodo di perforazione a carotaggio continuo eseguito presso Pordenone in Via Osoppo, in data 20/11/90.

4.6 Utilizzo del software ArcGis

Per la analisi dei dati e la creazione degli elaborati di tesi è stato utilizzato il software ArcMap versione 10.6.1, programma di gestione dati facente parte del pacchetto di programmi ArcGIS, uno dei più diffusi e potenti “*Geographic Information System*” (GIS) presenti oggi sul mercato.

Nel caso specifico del lavoro di tesi, il Servizio Geologico della Regione Friuli-Venezia Giulia ha fornito un geotadabase di riferimento di cui si sono rispettate le caratteristiche richieste per l’inserimento dei vari layer informativi e shapefile, in modo tale che si potessero utilizzare le informazioni preesistenti e si creassero eventuali nuovi dati che risultassero perfettamente compatibili. Senza entrare nello specifico, possiamo dire che ogni tipologia di dato è accomunata ad un determinato codice numerico, il quale a sua volta è collegato ad altre tabelle di attributi con relativi codici.

L’utilizzo del software ha visto come primo procedimento l’inserimento dei dati riguardanti il Modello Digitale del Terreno (DTM) e la cartografia tecnica regionale (CTR) scala 1:5000 all’interno dell’ambiente di lavoro, entrambi in formato *raster*.

Successivamente, sono stati digitalizzati i dati preesistenti, vale a dire i risultati delle interpretazioni dei primi 120 cm di sondaggi effettuati da terzi in formato *shape point feature* e tutte le cartografie pregresse descritte nel capitolo 3. Queste ultime sono state digitalizzate attraverso la funzione *Georeferencing* delle immagini in formato JPG. Questo ha permesso di attribuire, integrando i dati durante la fase di creazione degli elaborati finali di tesi, una specifica classe tessiturale e suddivisione per unità a determinate aree ove è stato impossibile svolgere l’attività di rilevamento sul terreno. In particolare, con la Carta Litologica del Comune di Porcia in scala 1:10.000 si è potuto integrare i dati inerenti alle forme geomorfologiche delle zone di risorgenza rilevate nell’elaborato, poiché di difficile delimitazione dalla analisi del DTM. Infine, l’utilizzo del software ArcGIS ha permesso di realizzare la Carta Geologica dell’intera area. Questo elaborato contiene anche informazioni geomorfologiche che sono state cartografate attraverso l’inserimento *shape* lineari riguardanti orli di terrazzo e argini artificiali; questi elementi sono stati ricavati dalla analisi del DTM tramite l’analisi planimetrica e la creazione di profili topografici.

Per le informazioni geologiche si sono stati creati due layers nei quali sono state inserite informazioni relative alle classi tessiturali superficiali e la suddivisione dei depositi in specifiche unità stratigrafiche.

4.7 Utilizzo del software AutoCAD

Il termine CAD è composto dalle iniziali delle parole inglesi Computer Aided Design (progettazione assistita dal calcolatore). Esso individua un sistema per il disegno che consente la progettazione e la rappresentazione grafica di particolari e complessivi di ogni genere. Durante l'esecuzione di un disegno con il CAD (drafting), il calcolatore memorizza le informazioni relative alla forma e alle dimensioni reali degli oggetti, consentendo la quotatura automatica dei particolari anche dopo successive modifiche (Riccadonna, 2011).

Questo lo rende uno strumento utilizzato principalmente per produrre disegni bi/tridimensionali in ambito ingegneristico, architettonico, meccanico, elettrico ecc.

L'utilizzo del software AutoCAD, nella presente tesi, ha permesso la realizzazione dei profili stratigrafici derivati dalle carote stratigrafiche effettuate con il carotatore manuale, riportando inizialmente all'interno di AutoCAD i profili topografici derivati da ArcGIS, coincidenti con i transetti dedicati ai sondaggi, e attribuendogli una scala che consenta di apprezzarne le variazioni di quota lungo esso. Successivamente sono stati inseriti i risultati derivati dalla analisi dei carotaggi manuali effettuati attraverso i comandi base per il disegno in CAD (*Linea, Polilinea, Forme, Offset ecc.*).

Infine, una volta inserite tutte le colonne stratigrafiche analizzate per i diversi transetti effettuati, è stato creato un modello geologico di sottosuolo in 2D interpretando lo sviluppo spaziale, e l'interazione tra loro, dei livelli costituenti le stratigrafie lungo un determinato transetto. Comunque, per giungere alla versione finale dei profili rappresentati nella tesi, i disegni CAD sono stati importati nel software Adobe Illustrator, dove sono stati utilizzati i retini per la rappresentazione delle granulometrie precedentemente prodotti dal prof. Fontana e dal Dr. Sandro Rossato per allestire altre sezioni stratigrafiche realizzate all'interno del progetto GEO-CGT.

4.8 Criteri di rappresentazione cartografica

4.8.1 Elementi geomorfologici e segni convenzionali

All'interno degli elaborati cartografici prodotti in questa tesi, sono stati mappati in dettaglio gli orli di terrazzi fluviali che, seguendo le normative CARG, non sono stati differenziati secondo l'altezza della scarpata che li delimita.

L'individuazione delle forme sopracitate è stata effettuata attraverso l'analisi del DTM e le osservazioni dirette durante il periodo di rilevamento. Come espresso nel paragrafo 4.3, in alcuni casi, è stato necessario ricorrere alla integrazione con dati di cartografie preesistenti. All'interno della cartografia sono stati inseriti altri simboli inerenti ai sondaggi manuali effettuati e le tracce dei profili stratigrafici che ne derivano.

4.8.2 Unità stratigrafiche

Per la realizzazione della legenda relativa alla suddivisione dei depositi in unità stratigrafiche, sono stati utilizzati criteri adottati in altri fogli del progetto GEO-CGT, utilizzando, quando possibile, unità già esistenti e descritte in altri settori della pianura friulana.

Per la suddivisione stratigrafica dei principali corpi sedimentari quaternari continentali, sono state adottate unità informali "provvisorie" ispirate alle unità a limiti inconformi (UBSU) che corrispondono alle unità stratigrafiche raccomandate dalle Linee Guida del Servizio Geologico Nazionale (ISSC, 1994), le quali considerano come unità fondamentale il "sintema" con la possibile suddivisione di esso in due o più "subsintemi" oppure il raggruppamento di due o più "sintemi" per formare un "supersintema".

Nell'ambito del progetto GEO-CGT, il rango delle unità corrisponde concettualmente a quello utilizzato dalle Linee Guida; infatti, le unità corrispondono ai "sintemi" le subunità corrispondono ai "subsintemi" ed infine le superunità corrispondono ai "supersintemi".

Tutte le unità all'interno dell'area di tesi, corrispondono a corpi sedimentari di ambiente continentale, identificati da superfici limite inferiore e superiore diacrone, che corrispondono a discontinuità di rango superiore (es. hiatus deposizionali caratterizzati o meno da superfici pedogenizzate, importanti superfici di erosione).

Un altro criterio, applicato per la suddivisione dei depositi presenti, è stato l'identificazione dei loro bacini di appartenenza. Come espresso nei precedenti capitoli, nell'area di studio sono presenti depositi derivanti da tre bacini montani principali, ovvero il fiume Cellina, il fiume Meduna e il fiume Tagliamento. Quando possibile, i depositi sono stati distinti in base alla composizione litologica dei clasti e su criteri geomorfologici; mentre, quando non è stato possibile applicare tale analisi (es. riconoscimento compositivo delle ghiaie in bassa pianura), è stato utilizzato il metodo di integrazione di dati derivanti da lavori cartografici pregressi, come descritto nel paragrafo 4.3.

In Tab. 4.1 sono state riportate le unità individuate nell'area di tesi.

UNITA'	SIGLA	ETA'
Unità di Grado	GRA	Olocene - Attuale
Unità di Vivaro	VIV	Pleistocene sup.
Unità di Spilimbergo	SPB	Pleistocene sup. (LGM)
Subunità di Canodusso	SPB ₃	Pleistocene sup. (LGM)
Subunità di Remanzacco	SPB ₄	Pleistocene sup. (22.000-19.500)
Unità ubiquitarie	UIN	Pleistocene sup. - Attuale

Tabella 1: Unità stratigrafiche presenti all'interno dell'area di tesi, coincidente con i fogli 085080 e 085040 GEO-CGT.

La suddivisione cronologica utilizzata, riportata in Tab. 4.2, fa riferimento a quella recentemente formalizzata dalla comunità scientifica internazionale (Head et al., 2008; Choen et al., 2013).

Si ritiene che le scelte adottate consentano di realizzare una buona consultazione della cartografia GEO-CGT, evidenziando gli aspetti riconoscibili in campagna e offrendo una base di partenza per eventuali studi futuri.

OLOCENE	<i>11.700 anni BP</i>
PLEISTOCENE SUPERIORE	<i>0.126 Ma</i>
PLEISTOCENE MEDIO	<i>0.781 Ma</i>
PLEISTOCENE INFERIORE	<i>2.588 Ma</i>
PLIOCENE	<i>5.332 Ma</i>

Tabella 2: Suddivisioni cronologiche di riferimento adottate per le unità individuate nell'area di tesi.

4.8.3 Attribuzione delle classi tessiturali superficiali

In accordo con quanto previsto dalle norme di cartografia del progetto CARG e quanto deciso per i fogli già consegnati del Progetto GEO-CGT, è stata eseguita la caratterizzazione litologica dei depositi sciolti affioranti utilizzando i sovrassegni per rappresentare la granulometria prevalente (Tab. 4.3) (per esempio: ghiaia, sabbia, limo e argilla). Le tessiture superficiali rappresentate in carta corrispondono alle classi granulometriche dominanti nel primo metro circa (fino a 1.20 m di profondità), dando un valore limitato all'orizzonte arativo. È da precisare, inoltre, che le tessiture assegnate sono da intendere come "termine" prevalente (es: ghiaia prevalente), mentre le classi granulometriche espresse con due termini sono da intendere come caratterizzate dalla presenza più o meno equivalente dei due termini assegnati (es. GS corrisponde a situazioni di ghiaia e sabbia al 50%, oppure ad alternanze di ghiaia e sabbia nell'ambito della sezione dei primi 1,2 m, oppure a variazioni laterali frequenti e repentine di ghiaia e sabbia nei depositi affioranti).

Come già espresso nel capitolo 4, inerente alle metodologie di studio, le classi tessiturali sono state definite in modo speditivo durante i rilevamenti sul terreno; nel caso dei sedimenti fini, si è fatto ricorso alla correlazione esistente tra la grandezza dei singoli granuli e le loro proprietà fisiche rilevabili con la manipolazione (plasticità, adesività, setosità) secondo le comuni tecniche adottate nella cartografia pedologica e nella geologia del Quaternario (Cremaschi & Rodolfi, 1987).

G	Ghiaia
GS	Ghiaia e sabbia
GSM	Ghiaia, sabbia e limo
SG	Sabbia e ghiaia
S	Sabbia
SMG	Sabbia limoso ghiaiosa
SM	Sabbia e limo
MS	Limo e argilla con sabbia
LS	Limo e sabbia
M	Limo e argilla
AT	Argilla e argilla organica

Tabella 3: Classi tessiturali adottate nel rilevamento e codici utilizzati.

5 Risultati

5.1 Cartografia degli elementi geomorfologici

La realizzazione della cartografia degli elementi geomorfologici prevede l'individuazione degli elementi morfologici più rilevanti dell'area. Nel caso specifico di questa tesi sono stati rappresentati le morfologie conseguenti ai processi esogeni, che in questo caso sono principalmente i corsi d'acqua, i quali caratterizzano la maggior parte de territorio delineando quindi le forme del terreno relative agli orli di terrazzo.

In questo paragrafo verranno riportati gli aspetti più interessanti derivati dalla realizzazione della cartografia degli elementi geomorfologici e dalla analisi di questa, mostrando stralci della cartografia.

Dalla analisi dei DTM è possibile notare come l'intera area sia caratterizzata da quote altimetriche che divengono via via più modeste spostandosi verso sud, passando da valori di 78 m s.l.m. nella parte settentrionale, fino a scendere a valori di 16 m s.l.m. nelle aree meridionali. Questa caratteristica rispecchia la morfologia che assumono le aree di conoide ed è possibile, inoltre, apprezzare un marcato cambio di pendenza (punto A, in Fig. 5.1) che segue lo sviluppo della fascia delle risorgive stessa, confermando la variazione di pendenza che avviene al passaggio dalle zone composte da depositi ghiaiosi (grossolani) e la zona più distale del conoide composta da sedimenti più fini.

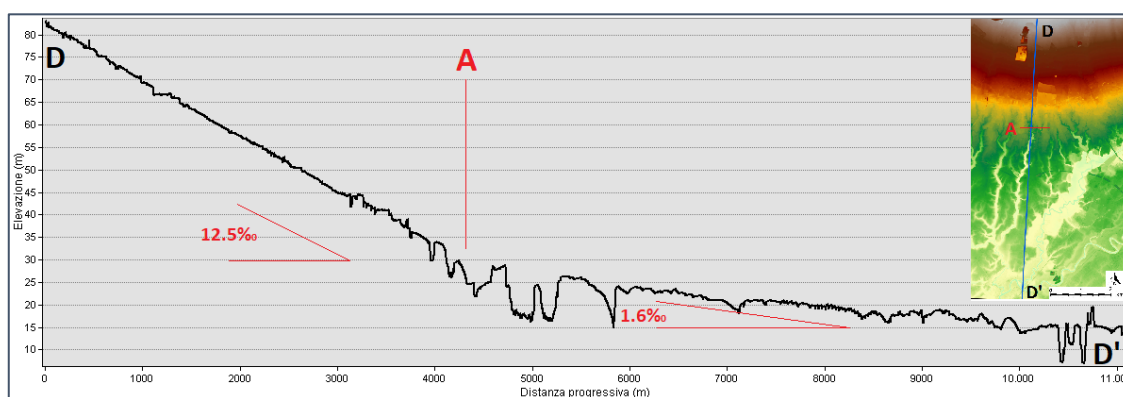


Figura 5.1: Profilo topografico eseguito in ArcMap lungo lo sviluppo longitudinale dell'area di tesi, seguendo la traccia (linea blu nella miniatura). Miniatura: Estratto del DTM inerente alla zona di tesi. È stato riportato lo sviluppo planimetrico del profilo topografico riportato in Fig. (A) (linea blu). È possibile notare il punto di cambio di pendenza, citato nel testo, in entrambe le figure (punto A di colore rosso). Sono riportate in figura le pendenze medie dei due tratti rispettivamente di alta pianura e di bassa pianura.

Grazie all'elaborazione del DTM è stato possibile realizzare la carta delle pendenze (slope), della quale è stato riportato uno stralcio in Fig. 5.2 relativo alla zona occidentale di studio situata tra le località di Pieve, Broch e il centro abitato di Porcia caratterizzata da una maggior quantità di corsi di risorgiva.

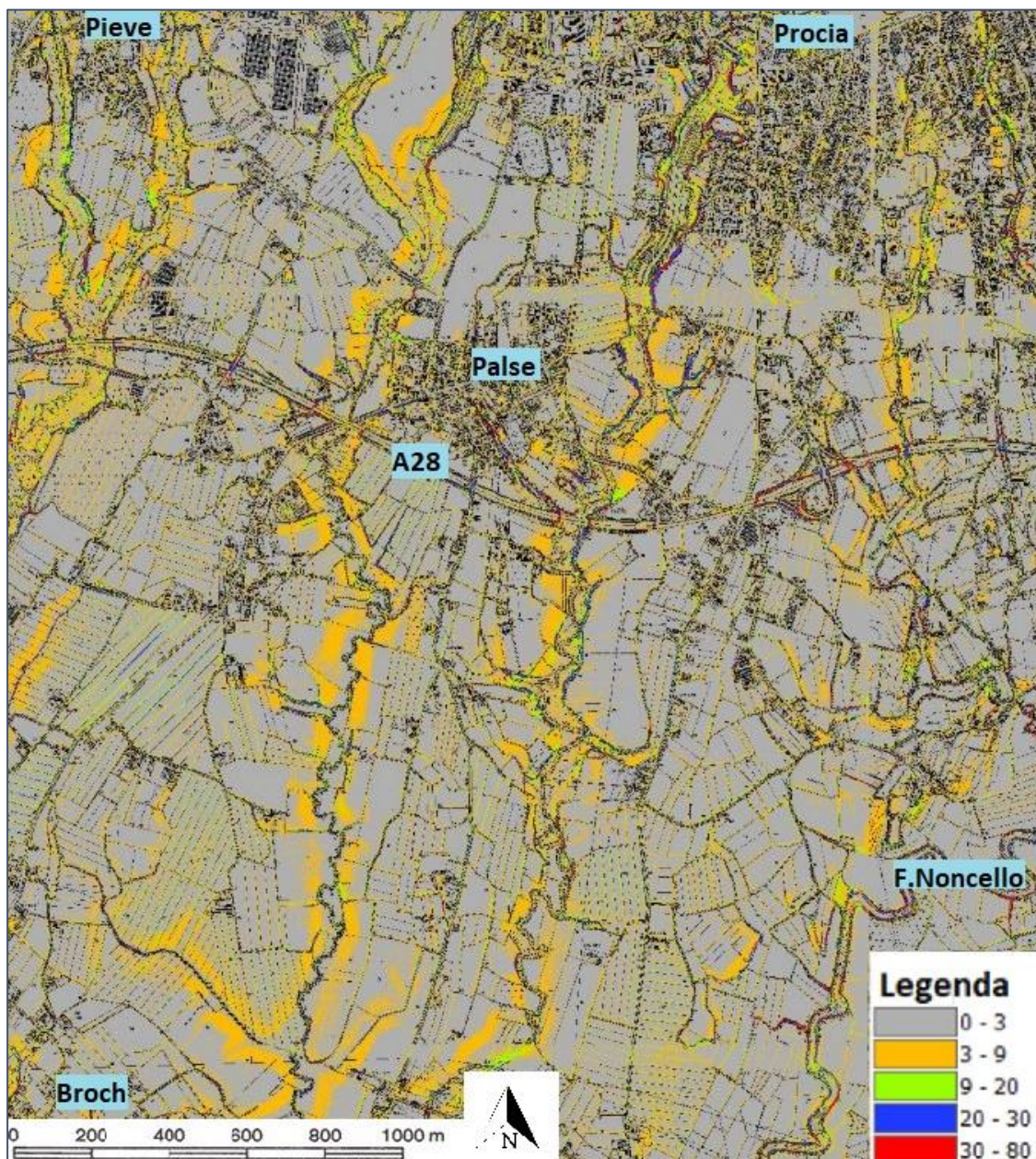


Figura 5.2: Carta delle pendenze (slope) espresse in gradi dell'area di studio.

Questa elaborazione calcola la direzione del massimo cambiamento di pendenza tra una data cella e le circostanti, misurandola in gradi tra 0 e 90°.

Possiamo notare come l'area sia caratterizzata al suo interno da zone con pendenze molto ridotte, corrispondenti ad aree praticamente pianeggianti. Le uniche zone caratterizzate da pendenze maggiori costeggiano i principali corsi di risorgiva.

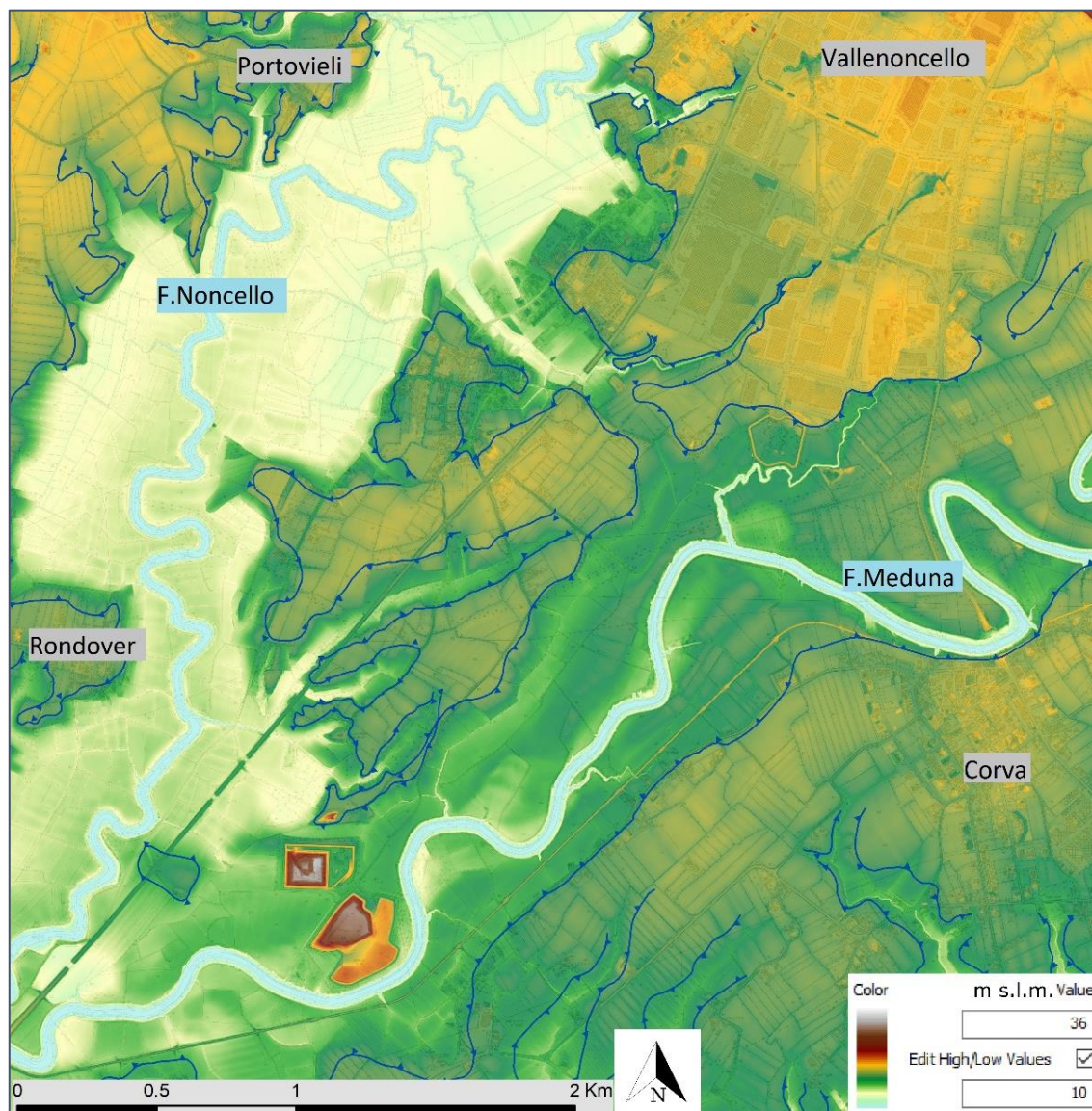


Figura 5.3: Stralcio della Cartografia Geomorfologica elaborata su software ArcGIS, avente come base il DTM dell'area di tesi. Nella figura si possono vedere le diverse quote a cui si sviluppano le valli incise dei fiumi Noncello e Meduna. Sono inoltre indicati gli orli di terrazzo fluviale (linee blu con triangoli).

Anche le zone caratterizzate da interventi antropici evidenziano pendenze elevate, come per esempio le aree di discariche, dove vi è stata una profonda modifica delle pendenze naturali del terreno.

Passando ad una analisi più in dettaglio di alcune zone di interesse, vengono descritte le differenze morfologiche tra i corsi d'acqua Noncello e Meduna. Dalla analisi del DTM, riportato in Fig. 5.3, si può notare come il tratto di fiume Meduna che scorre all'interno della area di tesi sia caratterizzato da un andamento meandriforme, con un'ampiezza dei meandri significativamente maggiore rispetto a quella del Noncello, ma con una lunghezza d'onda chiaramente minore.

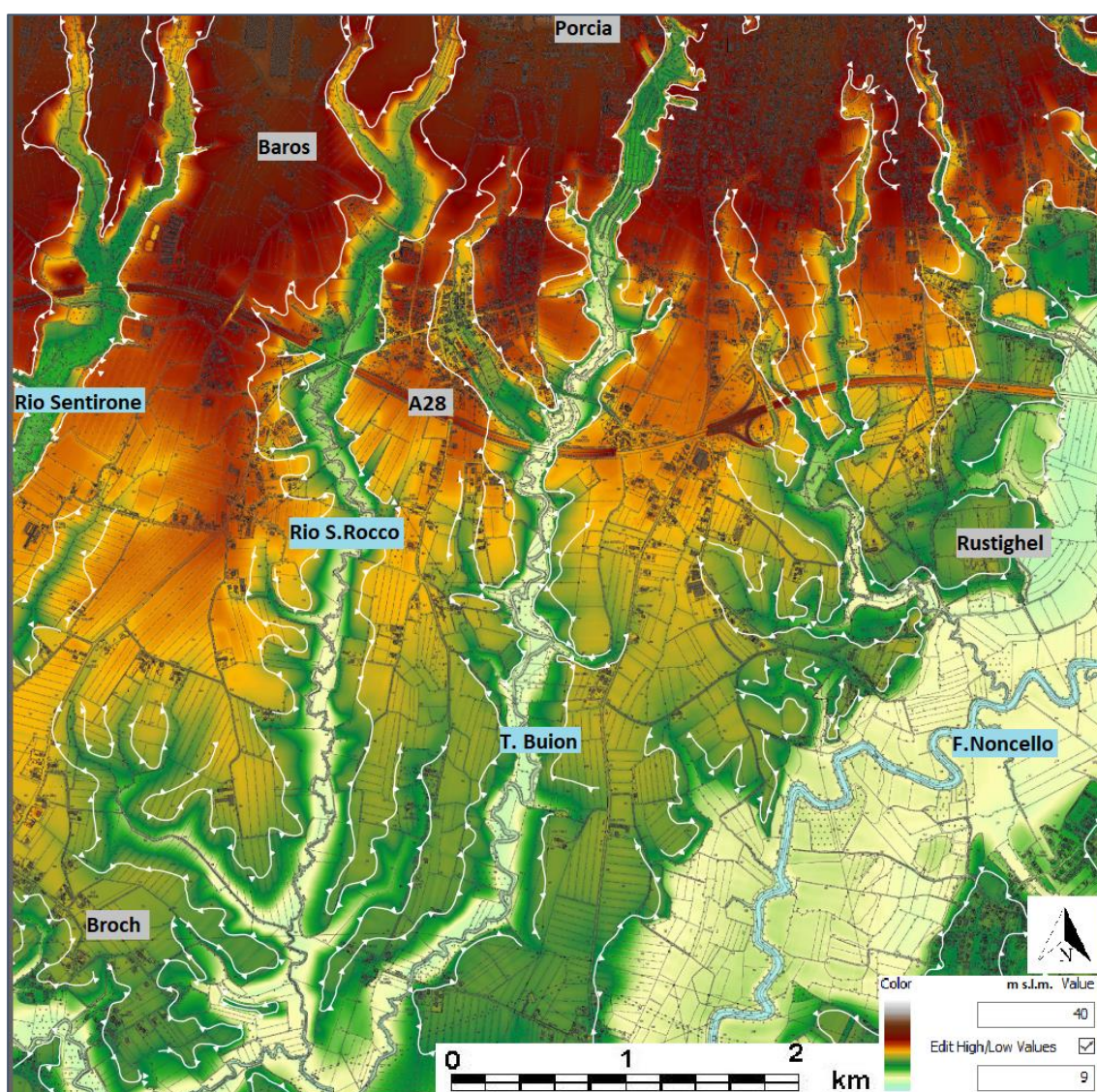


Figura 5.4: Stralcio della area orientale della Cartografia Geomorfologica compresa tra il centro abitato del comune di Porcia e le località di Broch e Rustighel. Sono visibili le incisioni prodotte da alcuni corsi di risorgiva presenti nell'area di studio. È visibile la distribuzione degli orli di terrazzo (linee bianche con triangoli).

In media, le zone ribassate intorno al corso del Meduna assumono valori compresi tra 17 - 19 m nel tratto più ad ovest dell'area, per poi raggiungere valori di 15 - 16 m nella parte di confluenza con il corso del Noncello. Quest'ultimo scorre lungo un'ampia incisione, con valori medi tra 12 - 15 m e in alcuni punti si raggiungono anche valori minimi di 10 m. Prendendo in considerazione le forme relative all'area di tesi caratterizzata da una fitta presenza corsi di risorgiva, l'analisi del DTM ha permesso di tracciarne gli orli di terrazzi, è stato riportato di seguito un esempio in Fig. 5.4.

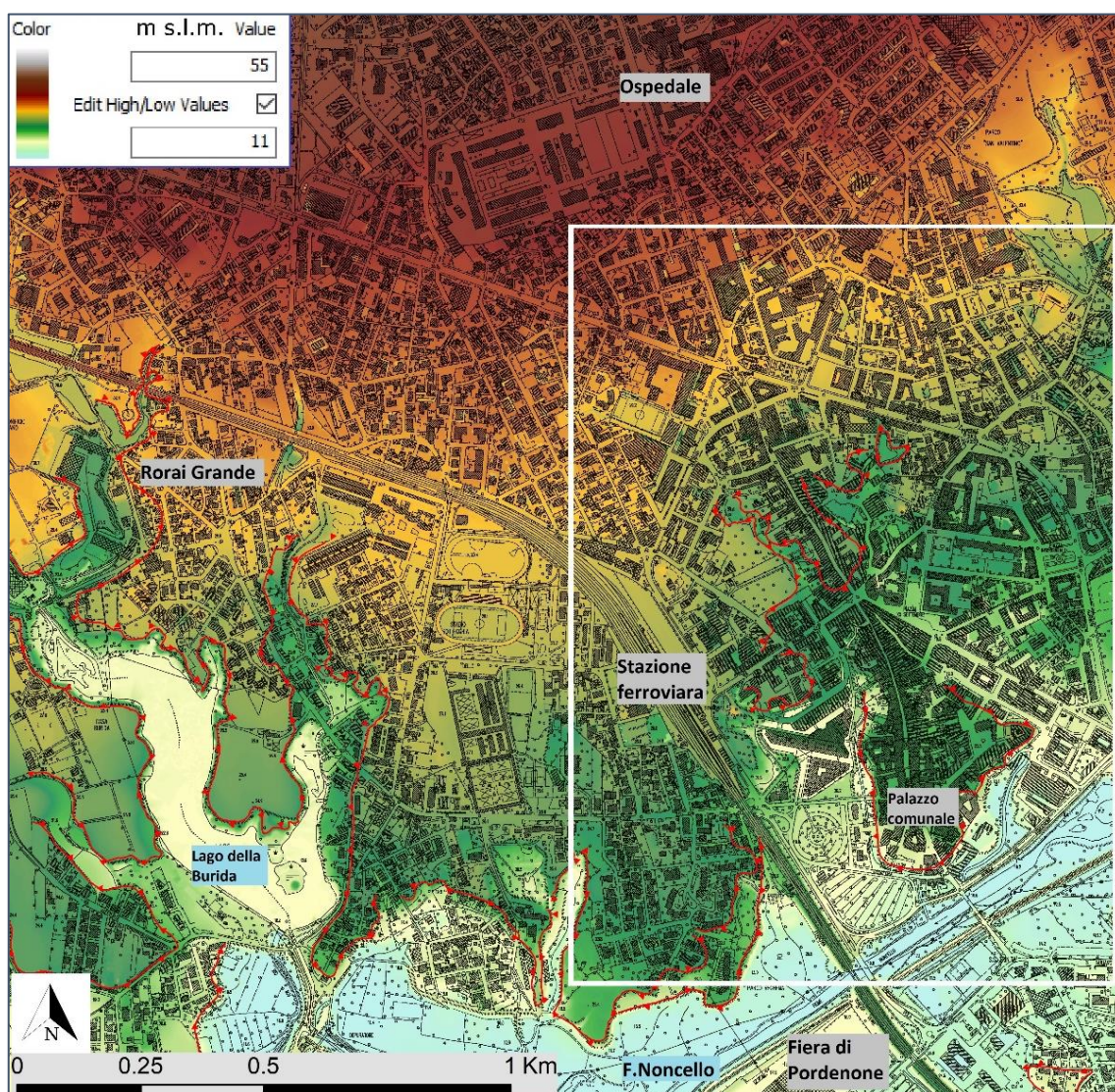


Figura 5.5: Stralcio della Cartografia Geomorfologica, corrispondente al centro abitato del comune di Pordenone. È visibile la distribuzione degli orli di terrazzo (linee rosse con triangoli). L'area corrispondente alla Cartografia Catastale del 1800 è delimitata dal rettangolo bianco.

Si nota come le incisioni entro cui scorrono questi corsi d'acqua siano delimitate da scarpate quasi nulle presso la zona di sorgente dei fiumi, mentre esse aumentano progressivamente verso valle fino ad arrivare ad un valore massimo di circa 8 m nel settore più meridionale, dove i corsi si uniscono fra loro.

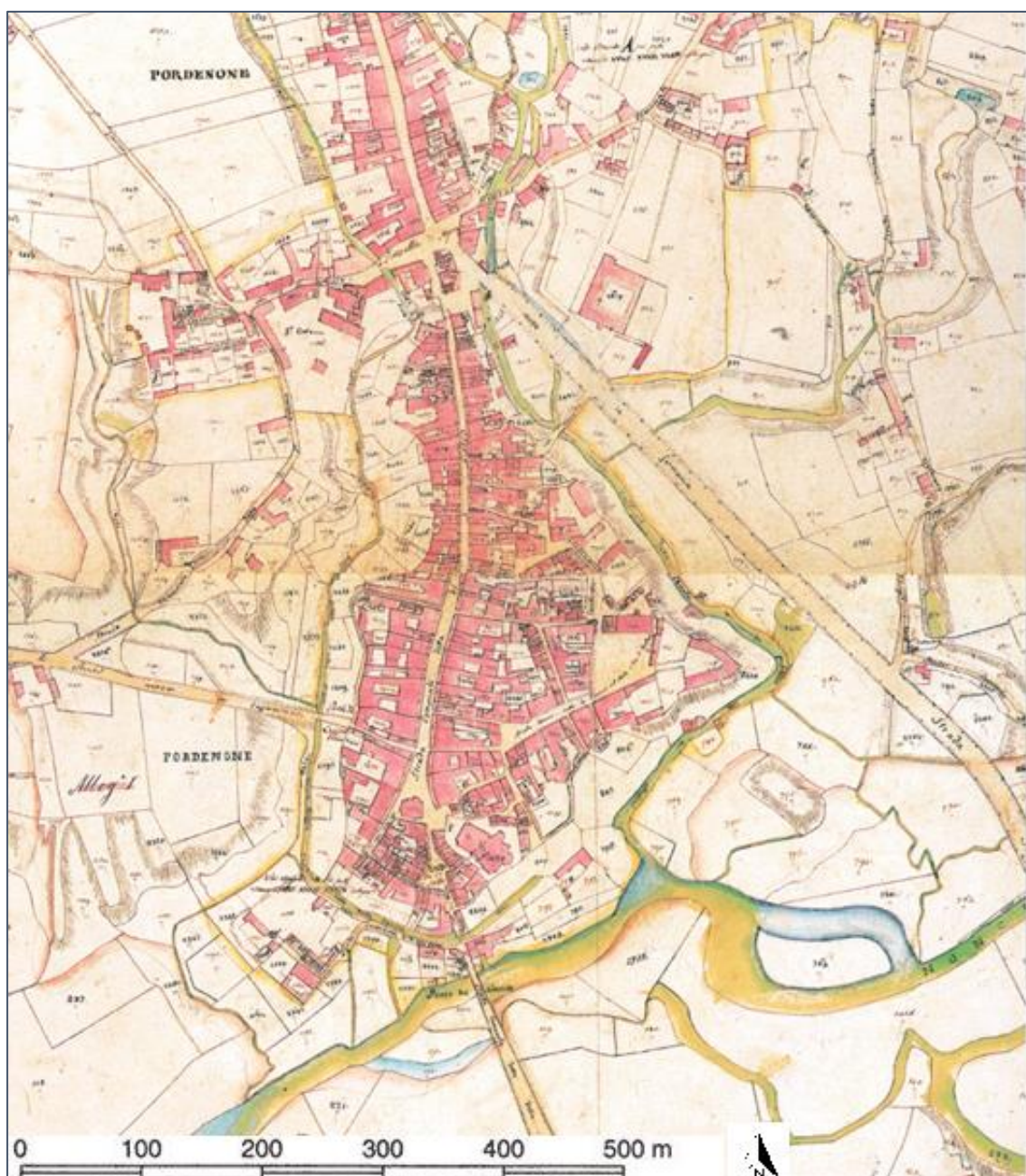


Figura 5.6: Stralcio di cartografia catastale del Comune di Pordenone degli anni 1800. Sono rappresentati corsi di risorgiva presenti all'interno del centro abitato i quali sono stati successivamente deviati o occultati per permettere una espansione del centro abitato (modificato da Bariviera, 2011).

Sono stati tracciati gli orli di terrazzo che delimitano le incisioni basandosi sulla analisi planimetrica e dei profili topografici effettuati con ArcGIS, integrando poi questi dati con le osservazioni dirette effettuate durante il rilevamento su terreno.

Un'altra zona da analizzare in dettaglio consiste nel centro storico di Pordenone, dove al giorno d'oggi le morfologie riconducibili ad incisioni di corsi d'acqua, seppur percepibili, sono state fortemente mascherate dallo sviluppo urbano. Chiare evidenze di tali forme si riconoscono solamente in prossimità del Fiume Noncello, nella parte meridionale del centro abitato. Tuttavia, dai dati di cartografia catastale storica risalenti al XIX secolo, in alcune aree del centro abitato scorrevano corsi di risorgiva e che quindi con il tempo e l'espansione urbana, specie quella del secondo dopo guerra, sono stati coperti o tombinati, con il conseguente occultamento dei terrazzi e delle incisioni formate da questi. Uno stralcio del catasto austriaco raffigurante il centro abitato di Pordenone nel 1840 riportato in Fig. 5.6 ed è corrispondente all'area delimitata dal rettangolo bianco in Fig. 5.5.

Sempre inerente all'analisi morfologica del Fiume Noncello possiamo notare come le quote della piana di esondazione abbiamo un trend differente da quello tradizionale che caratterizza i corsi d'acqua.

Nello specifico possiamo osservare in Fig. 5.7 come le quote dei depositi di piana esondabile aumentino procedendo verso sud, quindi verso la confluenza del Noncello nel Fiume Meduna. Esse sono caratterizzate da valori minimi nel settore situato in prossimità del centro abitato di Pordenone, raggiungendo quote pari a 10 - 11 m s.l.m., mentre nella parte meridionale tali depositi arrivano ad assumere valori di quota di circa 15 m s.l.m.

Questo comporta anche un diverso sviluppo dei terrazzi che seguono l'andamento del fiume. Nella zona più a nord il dislivello dei terrazzi è pari a circa 10 m, mentre nel tratto più a sud, la loro altezza è più modesta, con valori di 5 - 6 m. Grazie alla possibilità di realizzare profili topografici con il software ArcGIS, partendo dei dati del DTM, è possibile notare il trend altimetrico del fiume Noncello descritto in precedenza in Fig. 5.8.

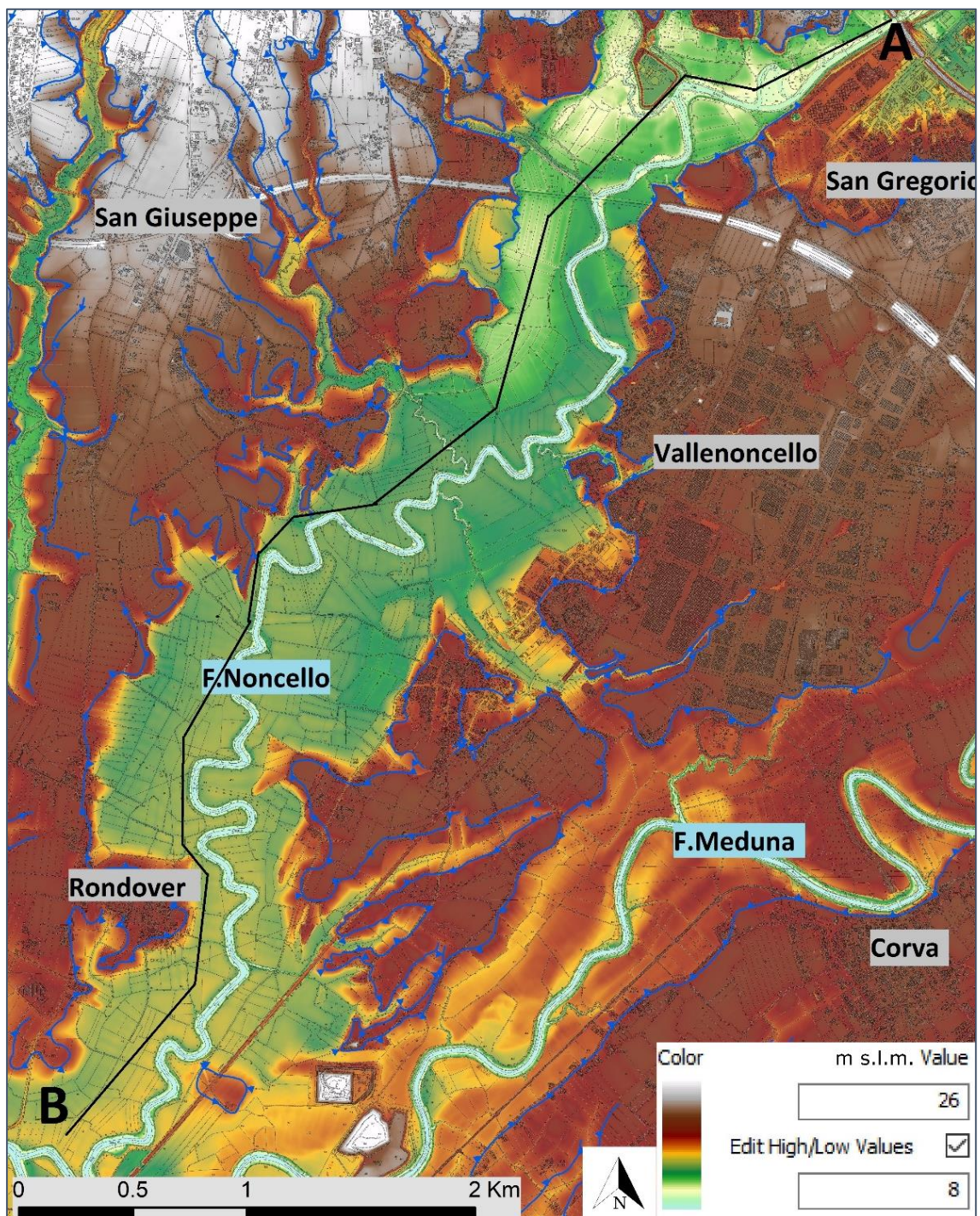


Figura 5.7: Stralcio della Cartografia Geomorfologica. L'area riguarda lo sviluppo del Fiume Noncello. L'immagine mette in risalto la differenza di quota dei sedimenti all'interno della piana di esondazione del fiume, mostrando un trend di aumento di quota seguendo lo sviluppo da nord verso sud. La traccia rossa in figura corrisponde allo sviluppo del profilo topografico riportato in Fig. 5.8 e si estende dal punto (A) al punto (B).

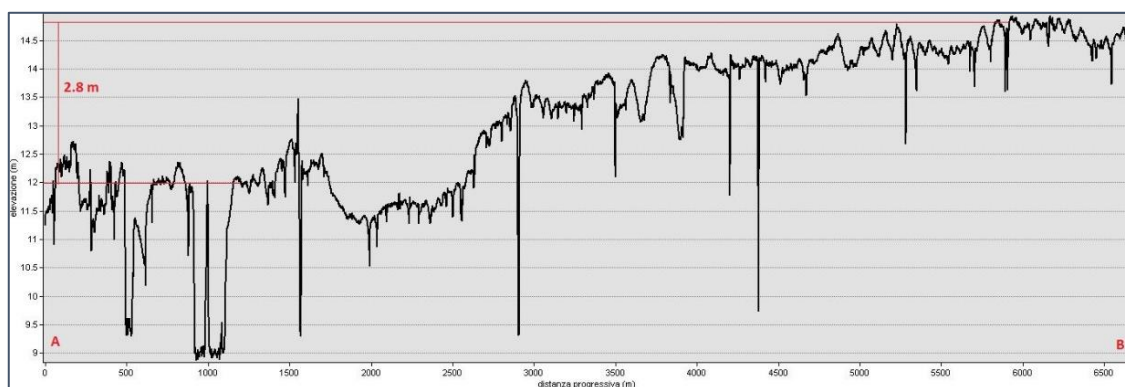


Figura 5.8: Profilo topografico realizzato con il software ArcGIS rappresentante le quote altimetriche dei depositi all'interno della piana di esondazione del Fiume Noncello. Il profilo si sviluppa dal punto (A) al punto (B) riportanti in Fig. 5.7.

Infine, tramite l'analisi del DTM e la disposizione delle scarpate fluviali, è stato possibile evidenziare la presenza di settori, lungo lo sviluppo del Fiume Noncello, caratterizzati da un ulteriore ordine di terrazzi, cioè dall'esistenza di terrazzi intermedi tra le quote della superficie all'interno della valle e le quote delle superfici pleistoceniche più elevate.

Come riportato in Fig. 5.9 tali morfologie si presentano nell'area compresa tra la zona di Pordenone Fiera e la località Rustighel. In particolare, nel terrazzo intermedio contenuto nel riquadro (A), è stato possibile effettuare un sondaggio che ha permesso lo studio in dettaglio dei depositi del primo sottosuolo descritti nel paragrafo 5.3.4.

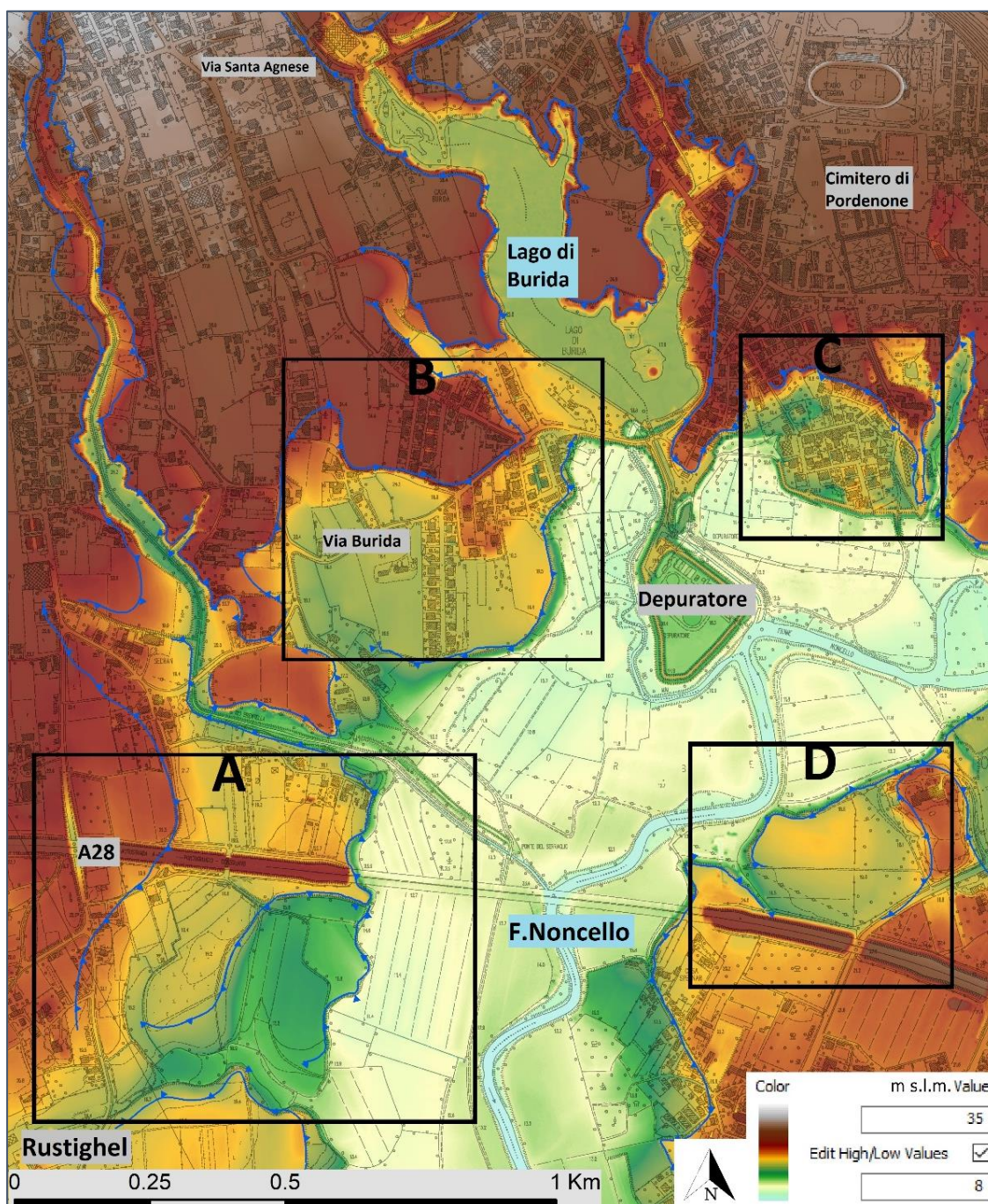


Figura 5.9: Stralcio della Cartografia Geomorfologica. Sono raffiguranti le morfologie relative a terrazzi intermedi presenti nel settore della valle del Noncello compreso tra la Fiera di Pordenone e la località Rustighel. I terrazzi intermedi sono stati indicati con riquadri di colore nero identificati tramite lettere.

5.2 Cartografia Geologica

La Cartografia Geologica prevede l'inserimento all'interno dell'ambiente di lavoro ArcGIS delle classi tessiturali superficiali e la suddivisione dell'area di tesi nelle varie

unità geologiche. Quindi, nel seguente paragrafo, verranno analizzati i risultati ottenuti nella creazione della Carta delle tessiture superficiali e, successivamente, i risultati ottenuti dalla Carta delle Unità geologiche. Entrambe sono state realizzate principalmente grazie al rilevamento sul terreno effettuato dallo scrivente; sono state poi integrate con i dati preesistenti, sia cartografici che derivati da indagini geotecniche preesistenti.

5.2.1 Carta delle tessiture superficiali

Possiamo notare, in Fig. 5.10, come la parte settentrionale dell'area di tesi sia caratterizzata da terreni aventi classi tessiturali grossolane, come tipicamente si rinviene nelle zone di alta pianura. Le classi tessiturali presenti nella parte nord dell'area di tesi sono prevalentemente: ghiaia e sabbia (GS), ghiaia, sabbia e limo (GSM).

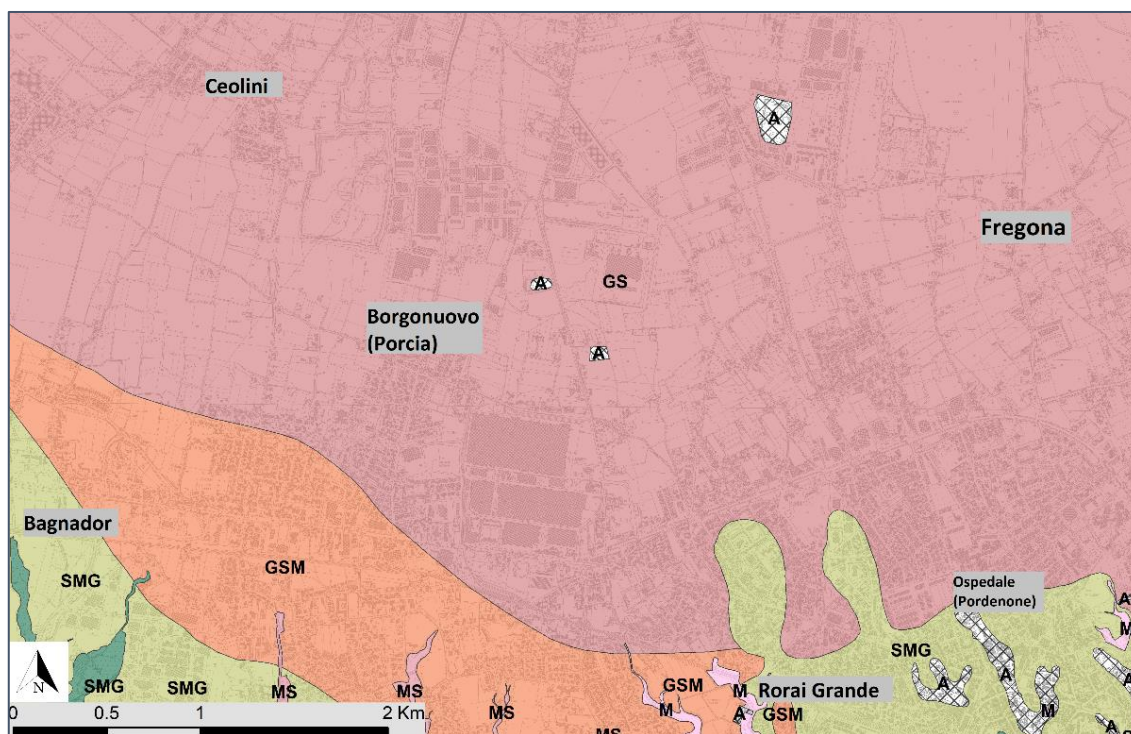


Figura 5.10: Stralcio della carta delle tessiture superficiali della zona di tesi corrispondente all'alta pianura. In figura è riportata l'area situata a nord dei centri abitati dei comuni di Porcia e Pordenone, nello specifico compresa tra le località Rio Grande, Bagnador e Ceolini e Fregona. Nella parte bassa della immagine possiamo notare la fascia da cui si originano i corsi di risorgiva, i cui depositi sono caratterizzati da classe tessiturale limoso argilloso con sabbia (MS). Per la legenda delle sigle utilizzate nelle classi tessiturali si rimanda al paragrafo 4.8.3.

Sono presenti alcune aree ove è stata attribuita la classe tessiturale inerente ai depositi antropici, in particolare sono stati coinvolti in tale classificazione le aree dove erano

presenti edifici o costruzioni che, avendo interessato grande parte del sottosuolo, possono aver modificato la originale natura tessiturale di esso.

Dalla Fig. 5.10 possiamo evincere come la fascia di depositi avente tessitura GSM si sviluppi grossomodo secondo una direzione E-O, con un'ampiezza media di circa 1 km. Lungo questa fascia sorgono le parti iniziali dei corsi di risorgiva, i quali si sviluppano poi in direzione N-S. I depositi all'interno degli alvei di risorgiva sono caratterizzati da classi tessiturali mediamente più fini rispetto ai depositi circostanti, in questo caso sono caratterizzati, almeno nelle loro parti apicali, da depositi limoso argillosi (M).

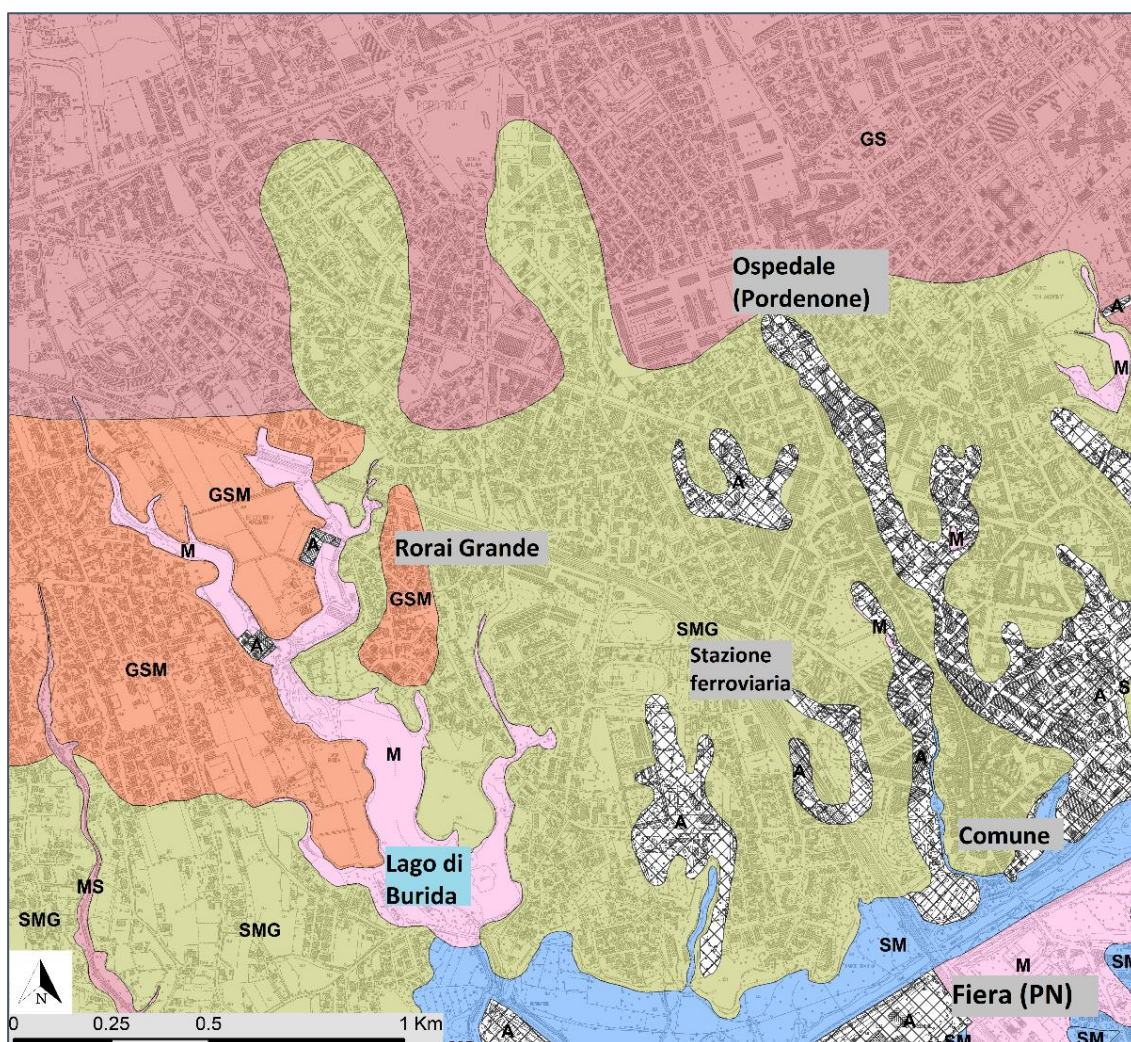


Figura 5.11: Stralcio della Carta delle tessiture superficiali relativo centro storico di Pordenone. Per la legenda delle sigle utilizzate nelle classi tessiturali si rimanda al paragrafo 4.8.3.

Per quanto riguarda l'assegnazione delle classi tessiturali nell'area di centro storico del Comune di Pordenone (Fig. 5.11) è stato necessario l'integrazione coi dati preesistenti, provenienti sia da analisi della cartografia precedente che da prove geotecniche preesistenti. Possiamo notare come sia presente una discontinuità della fascia costituita da depositi GSM, la quale vede al suo posto la deposizione di depositi SMG, per poi passare a depositi granulometricamente maggiori (GS) nella zona del centro storico. Si può notare la presenza di piccole porzioni di sedimenti fini (M) all'interno del centro storico, i quali testimoniano la presenza di piccoli corsi di risorgiva.

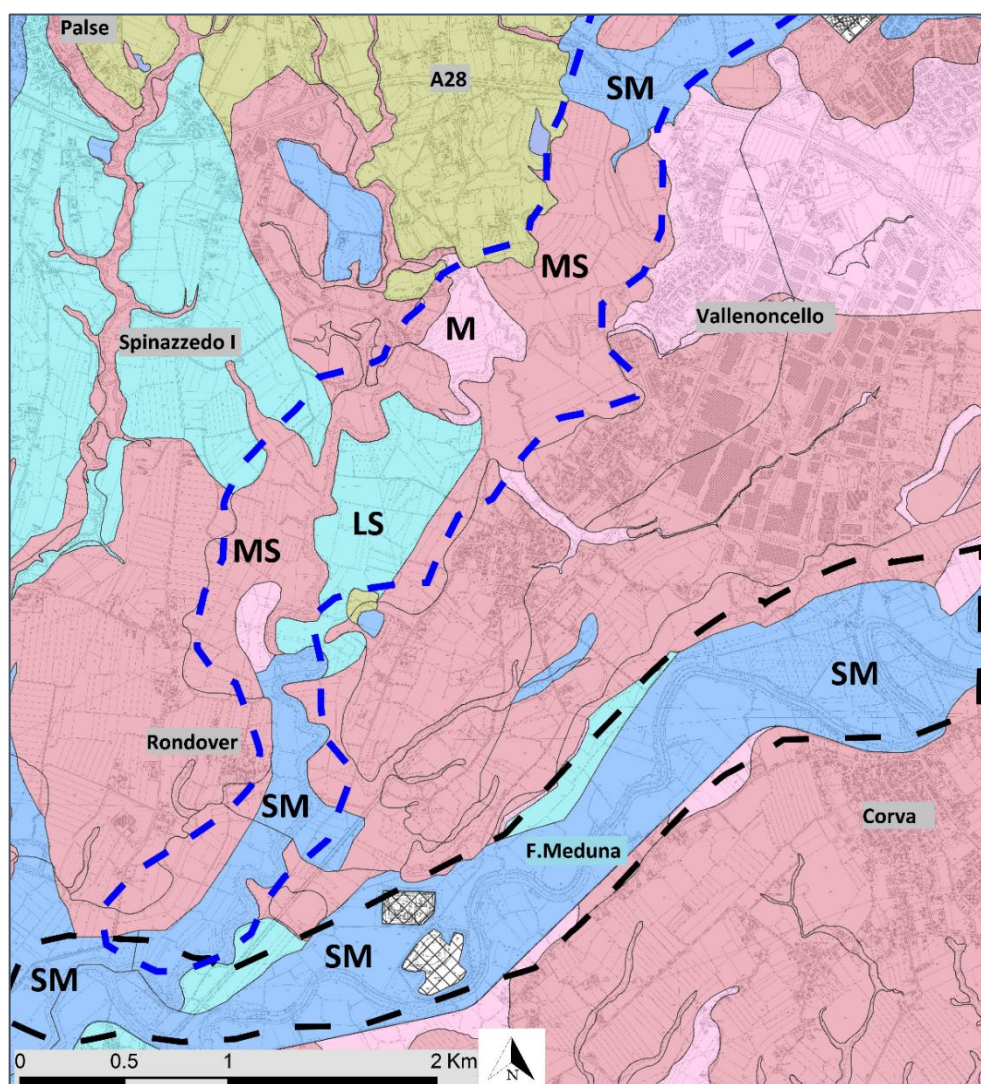


Figura 5.12: Stralcio della Carta delle tessiture superficiali. L'immagine evidenzia la differente classe tessiturale presente nei depositi alluvionali recenti dei corsi d'acqua Noncello (area delimitata da linea spezzata di colore blu) e Meduna (area delimitata da linea spezzata di colore nero). Per la legenda delle sigle utilizzate nelle classi tessiturali si rimanda al paragrafo 4.8.3.

La realizzazione della Carta delle tessiture superficiali mette in evidenza le diversità che caratterizzano le aree di deposizione alluvionale lungo i corsi di Noncello e Meduna. Lungo il Fiume Noncello possiamo notare la presenza di depositi aventi più classi tessiturali, le quali passano da depositi prevalentemente limoso argillosi con subordinate sabbie (M e MS), nel settore settentrionale e centrale (in riferimento alla Fig. 5.12), a tessiture aventi una maggior percentuale di sabbia (LS e SM) nella parte più meridionale, fino alla immissione nel Meduna.

Il fiume Meduna, invece, è caratterizzato da depositi aventi classe tessiturale quasi omogenee, permettendo quindi di classificare i sedimenti come (SM) per tutto il settore che interessa l'area di tesi. In alcuni settori possiamo distinguere sedimenti appartenenti ai depositi recenti del Meduna, aventi classe tessiturale limo-argillosa (M).

5.2.2 Carta delle unità geologiche

I criteri per la realizzazione della Carta delle unità geologiche sono stati descritti nel paragrafo 4.8.2 e forniscono come risultato una dettagliata suddivisione dei depositi nell'area di tesi.

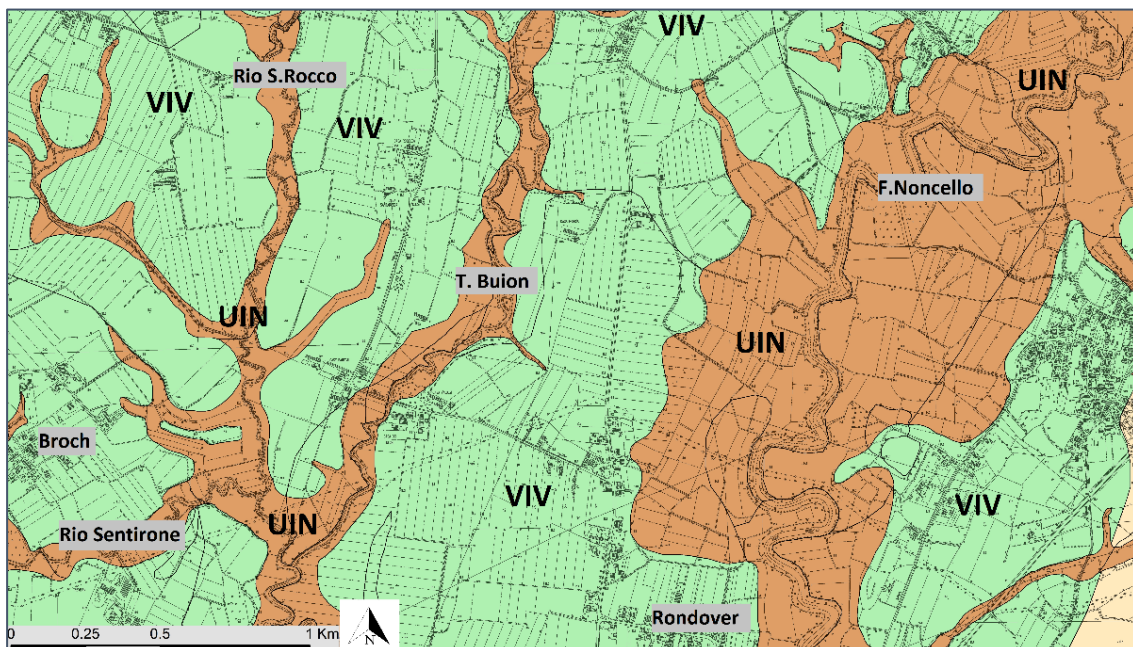


Figura 5.13: Stralcio della Carta delle unità geologiche. In figura è possibile distinguere le seguenti Unità: Unità di Vivaro (VIV), aree di colore verde; Unità dei depositi Ubiquitari (UIN), aree di colore marrone. Per la legenda delle sigle utilizzate nella distinzione delle unità stratigrafiche si rimanda al paragrafo 4.8.2.

In questo paragrafo verranno quindi esposte le unità geologiche affioranti individuate durante il periodo di rilevamento su terreno ed integrate attraverso i dati di lavori precedenti.

In Fig. 5.13 è riportato uno stralcio della cartografia delle unità geologiche raffigurante le due unità che ricoprono in larga parte il territorio studiato e corrispondenti rispettivamente all'unità di Vivaro (VIV; colore verde) e le unità dei depositi ubiquitari (UIN; colore marrone).

L'Unità di Vivaro (VIV) coincide con il sistema di Vivaro cartografato nei fogli CARG 065 "Maniago", 086 "San Vito al Tagliamento" e al Foglio del Progetto GEO-CGT 064 "Aviano". A tale unità è stata attribuita una età coincidente con il Pleistocene superiore, sulla base di datazione effettuate nei fogli adiacenti (Zanferrari et al., 2008a) ed in particolar modo rispetto ad un livello di torbe, rinvenuto del territorio di Porcia, situato a circa 2.9 m dal p.c. datato 16.760 ± 200 (Rome-270) (Bondesan et al., 2002) corrispondente quindi ad una età di circa 19.500 anni cal BP, riferibile all'ultima fase di deposizione del Cellina nel settore sud-occidentale della parte più distale del suo conoide. I depositi della VIV presentano caratteri molto differenti tra le aree di alta e bassa pianura. Nella parte di alta pianura fino al limite superiore delle risorgive, tali depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie e ghiaie sabbiose e subordinate sabbie e limi. Non si rinvengono concrezioni carbonatiche, salvo in alcuni rari casi ove la fazione più fine è presente in maggior quantità da permetterne la creazione. I clasti si presentano di dimensioni variabili da 1 a 30 cm, ben arrotondati e con composizione prevalentemente carbonatica, come precedentemente spiegato nel paragrafo 2.3.2. La dimensione delle ghiaie tende a diminuire allontanandosi dall'apice del conoide.

Nelle aree a sud della fascia delle risorgive l'unità VIV assume una tessitura più fine, caratterizzata in prevalenza da sedimenti limoso argillosi. In queste aree è stato possibile osservare una abbondanza di concrezioni carbonatiche, le quali, nei suoli più sviluppati, raggiungono dimensioni pluricentriche e possono anche formare degli orizzonti petrocalcici.

La continuità areale della Unità di Vivaro è spezzata (nell'area di tesi) dalle incisioni relative ai corsi d'acqua di risorgiva, entro le quali i depositi appartengono alle **unità dei depositi ubiquitari (UIN)**. Questi possiedono età comprese tra l'LGM e l'Attuale. Nella

Fig. 5.13 essi corrispondono ai poligoni aventi colore rosa, ed è ben visibile come ricadano nelle zone di esondazione dei principali corsi di risorgiva, tra i quali è compreso anche il Noncello (unità ubiquitarie nella parte destra della Fig. 5.13).

I depositi Ubiquitari sono caratterizzati da classi tessiturali differenti rispetto ai depositi che essi stessi hanno inciso, possedendo quindi tessiture prevalentemente fini che variano tra limoso argillose (M), limoso argillose con sabbia (MS) e limoso sabbiose (LS), quest'ultima è visibile nelle zone limitrofe all'affluenza dei corsi citati con il fiume Meduna. Dalla Fig. 5.14 è possibile notare come all'interno dell'area di tesi sia stata individuata le unità riferite al bacino montano del Fiume Tagliamento.

l'unità prende il nome di **unità di Spilimbergo (SPB)** e coincide con il “sintema di Spilimbergo” cartografato nei fogli CARG 87 “Udine”, 65 “Maniago”, 86 “San Vito al Tagliamento” e 107 “Portogruaro”. Questa unità non è stata utilizzata all'interno della cartografia geologica di tesi, bensì è stata descritta in questo paragrafo per introdurre le subunità appartenenti ad essa, che sono state riportate nella cartografia. Alla unità di Spilimbergo (SPB) appartengono i depositi fluvio-glaciali ed alluvionali del bacino del Tagliamento connessi all'ultima fase di aggradazione, culminata nell'LGM. Si tratta della porzione distale del settpre sud-occidentale del megafan, dove in superficie sono affioranti la parti più recenti della SPB, mentre i termini più antichi sono documentati nel sottosuolo tramite carotati. Nella cartografia CARG il sintema di Spilimbergo è suddiviso nel subsintema di Canodusso (SPB₃), e nel subsintema di Remanzacco (SPB₄), del quale fanno parte i depositi sedimentati ad opera delle acque di ablazione del ghiacciaio del Tagliamento durante la fase di ritiro (cataglaciale). Per la cartografia GEO-CGT, in cui non sono stati utilizzati la suddivisione in sintemi, i subsintemi corrispondono a subunità

La Subunità di Canodusso (SPB₃) corrisponde al “subsintema di Canodusso” cartografato nei fogli CARG 87 “Udine”, 65 “Maniago”, 86 “San Vito al Tagliamento” e 107 “Portogruaro”. A questa subunità appartengono i depositi fluvio-glaciale e fluviali del bacino del Tagliamento. Le datazioni effettuate delle recenti pubblicazioni (Fontana, 2006; Zanferrari et al., 2008c; Fontana et al., 2012; 2014) nei fogli CARG adiacenti, la subunità (SPB₃) è stata attribuita al Pleistocene superiore. In particolare, la zona che si estende nella bassa pianura (area riportata in Fig. 5.14) si è disattivata tra 22.000 e 19.500

anni calibrati. I depositi appartenenti a tale unità rinvenuti all'interno dell'area di tesi sono caratterizzati da tessiture prevalentemente limoso argillose con subordinate sabbie (MS), ad eccezione della parte nord di questa formata da depositi prevalentemente limoso argillosi (M).

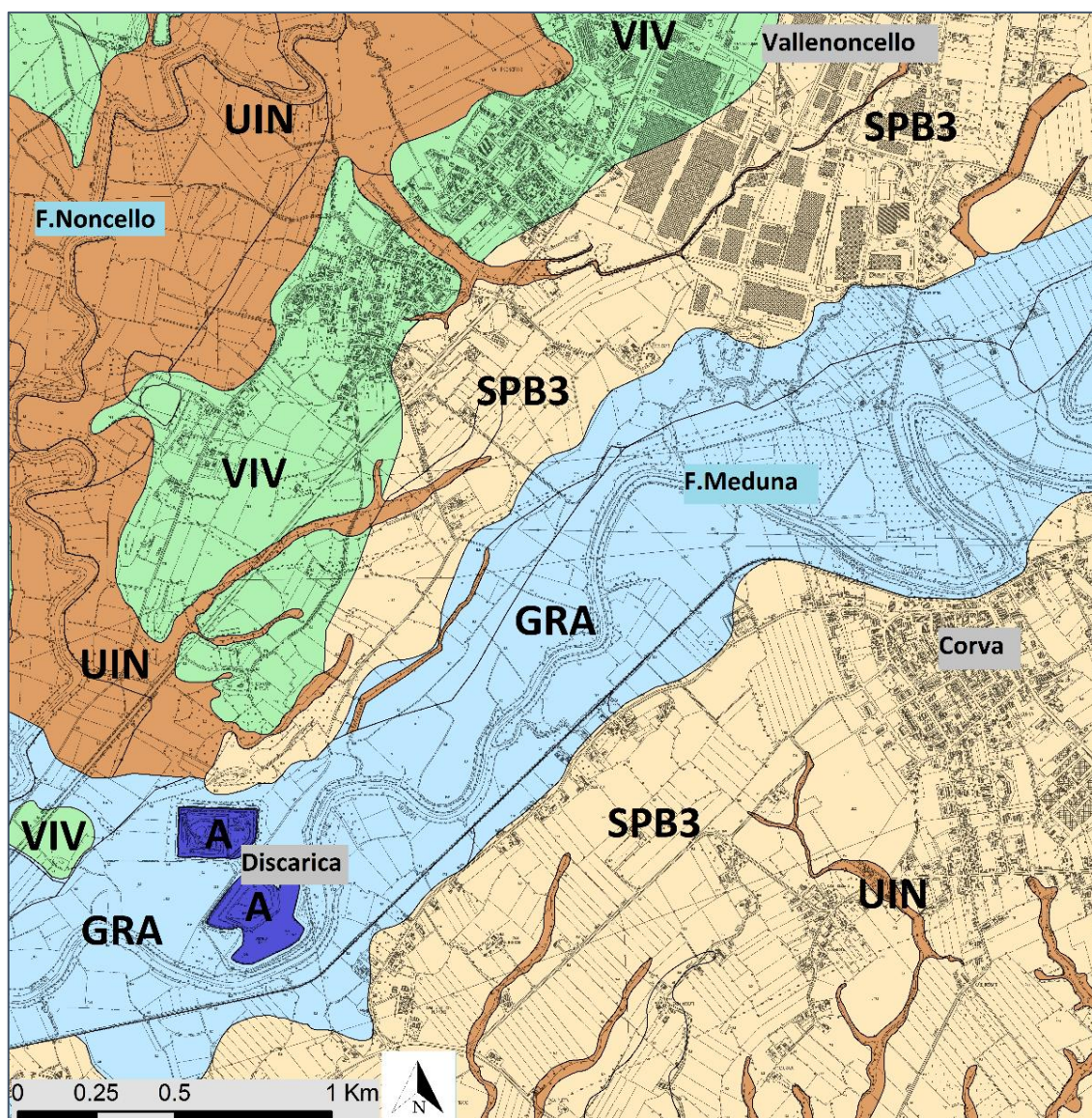


Figura 5.14: Stralcio della Carta delle unità geologiche. In figura è possibile notare la presenza delle: Subunità di Canodusso (SPB₃) poligoni colore magenta, Unità di Grado (GRA) poligoni di colore marrone chiaro e Unità di Vivaro (VIV). Per la legenda delle sigle utilizzate nella distinzione delle unità stratigrafiche si rimanda al paragrafo 4.8.2.

Si nota dalla Fig. 5.14 come la zona compresa tra i corsi d'acqua Noncello e Meduna, coincida con il contatto tra l'Unità di Vivaro (VIV) (colore blu) e la Subunità di

Canodusso (SPB₃) (colore magenta). Purtroppo, l'individuazione di tale contatto non è stata possibile durante il periodo di rilevamento, principalmente per la presenza di aree urbanizzate le quali impediscono una corretta osservazione e distinzione delle due unità. Inoltre, dato che il metodo di riconoscimento delle due unità si basa sulla loro differente composizione petrografica delle ghiaie, ma l'area si trova già nella bassa pianura, nonostante l'impegno sul terreno per individuare depositi grossolani, questi sono risultati molto scarsi e in ampie zone totalmente assenti. In questo caso, quindi, si è proceduto a tracciare il contatto tenendo conto delle cartografie preesistenti elaborate da Comel A. (1956a; 1956b) e dal corretto posizionamento del contatto tramite analisi del DTM.

La subunità (SPB₃) è anch'essa interessata da incisioni da parte dei corsi d'acqua che la attraversano, le quali generano depositi appartenenti alle unità dei depositi Ubiquitari (UIN) e dell'unità di Grado (GRA), rappresentati in figura (Fig. 5.14) rispettivamente con colori rosa e marrone chiaro.

L'unità di Grado (GRA), sopracitata, coincide con il "sintema Po" cartografato dei fogli del progetto CARG delle regioni Friuli-Venezia Giulia e Veneto (Zanferrari et al., 2008a; 2008b; 2008c; Fontana et al., 2012), la sua deposizione è cominciata nel post-LGM e l'unità è tuttora in evoluzione in corrispondenza degli alvei attivi dei fiumi.

All'interno dell'area di tesi i depositi appartenenti alla GRA costituiscono la piana di esondazione del Fiume Meduna, ed essi sono caratterizzati da classi tessiturali sabbioso limose (SM). Il limite inferiore della unità è dato da una superficie erosiva di genesi alluvionale su depositi delle unità di VIV e di SPB₃, mentre il limite superiore coincide con la superficie topografica stessa.

Infine, per quanto riguarda l'attribuzione di unità stratigrafica e classe tessiturale ai terrazzi intermedi presenti nell'area di tesi, è stato possibile svolgere un sondaggio manuale, nel terrazzo (A) in Fig. 5.15 fino a profondità 3.20 m dal p.c. e corrispondente al carotaggio denominato RST1 del Transetto 1 - Rustighel. Da questo è possibile notare come il primo sottosuolo di questo terrazzo intermedio tra LGM e fondovalle sia caratterizzato principalmente da depositi ghiaiosi e sabbiosi. Tale morfologia è stata riscontrata in altre aree lungo il corso del Noncello, ove non è stato possibile però eseguire rilevamento e/o sondaggi, è comunque ipotizzabile che anche tali terrazzi siano caratterizzati dallo stesso tipo di depositi visionati nel terrazzo intermedio (A), essendo

ad una quota simile, ad una distanza ridotta (ricadono tutti in un settore del Fiume Noncello) ed avendo dimensioni pressoché paragonabili, le quali possono far escludere un evento di erosione di entità differente e che quindi potrebbe portare a depositi differenti oppure essere prodotto da un alveo con dinamiche differenti.

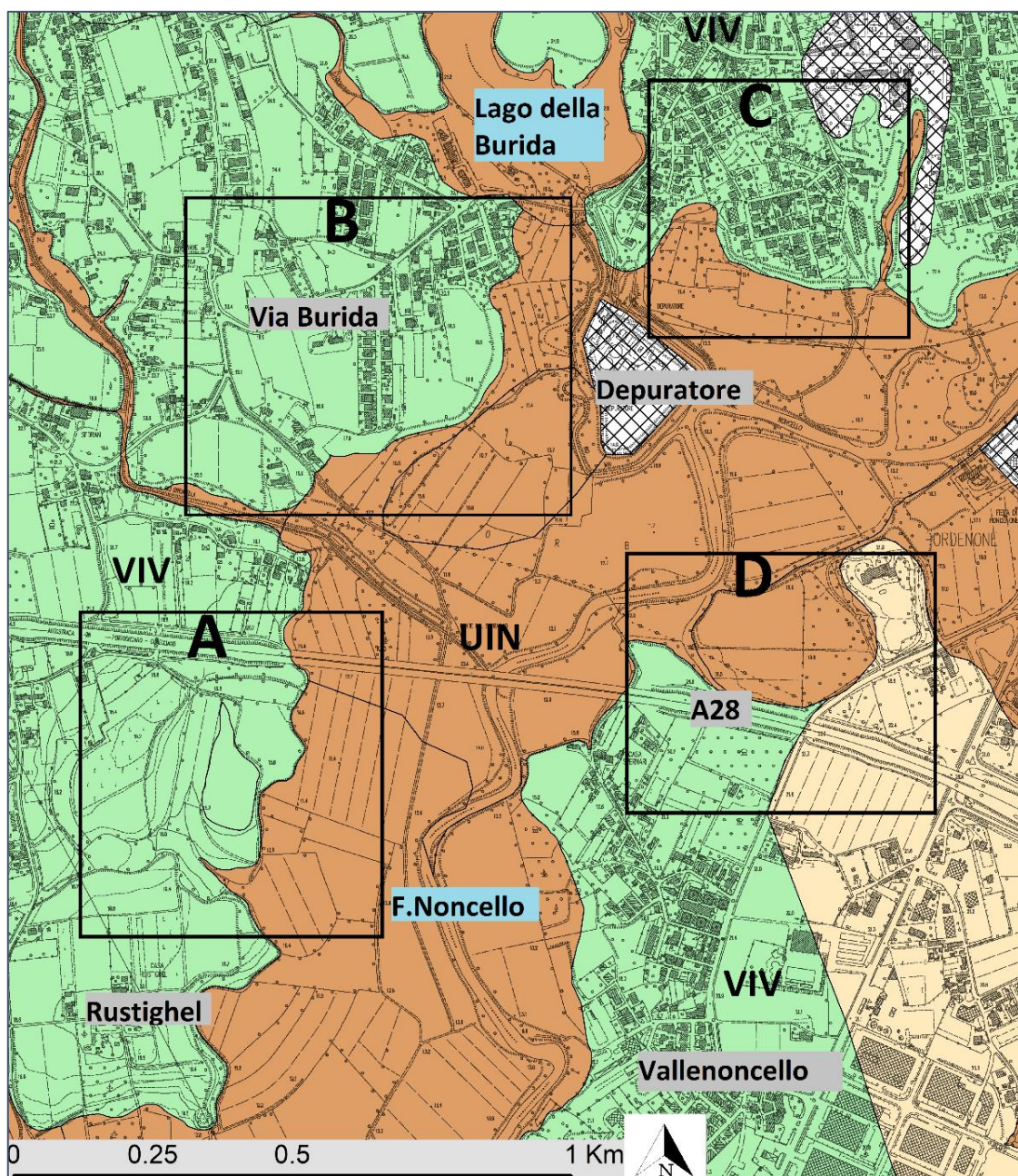


Figura 5.15: Stralcio della Carta delle unità geologiche. In figura si possono notare le aree appartenenti alla unità di Rauscedo (RSC) delimitate da riquadri e corrispondenti alle zone che presentano terrazzi intermedi. Il doppio terrazzo nel riquadro A è stato possibile analizzarlo in dettaglio con rilevamento sul terreno e sondaggio. Per la legenda delle sigle utilizzate nella distinzione delle unità stratigrafiche si rimanda al paragrafo 4.8.2.

A questo tipo di depositi è stata attribuita una età che va dalla fine del LGM all'Olocene medio, quindi si può attribuire alla subunità di Rauscedo.

Quest'ultima contiene i depositi del sistema fluviale Cellina-Meduna di età pre-romana. Tuttavia, non ci sono i dati per giungere attualmente ad una datazione più precisa e, forse, questo si potrà fare in futuro, dopo aver raccolto altre informazioni.

5.3 Carotaggi stratigrafici

5.3.1 Carotaggi stratigrafici preesistenti

In questo paragrafo sono descritti alcuni dei sondaggi preesistenti che sono risultati i più significativi al fine di interpretare le caratteristiche del sottosuolo profondo dell'area di centro di Pordenone e alcuni sondaggi profondi ubicati in zone di interesse al di fuori di questo.

5.3.1.1 Indagini nel centro di Pordenone

I dati di indagini preesistenti nell'area di tesi sono stati estrapolati dal geodatabase della Regione F.V.G in formato PDF e, ulteriori dati sono stati recuperati del relatore di tesi dal Dott. Geol Umberto Stefanel in formato di relazioni tecniche. Sono stati presi in esame un totale di 19 sondaggi meccanici, offrendo una visione delle caratteristiche geolitologiche ad una profondità tra i 10 e i 20 m dal p.c. Il risultato della analisi dei dati ha permesso di suddividere il centro di Pordenone in tre fasce principali, ciascuna delle quali comprende sottosuoli costituiti da depositi con caratteristiche granulometriche simili. I sondaggi analizzati in ognuna delle fasce si dispongono lungo le direzioni ONO-ENE (Fig.5.16).

Nella figura Fig. 5.16 sono visualizzabili le ubicazioni delle indagini selezionate per la caratterizzazione del sottosuolo del centro urbano, ognuna di queste possiede un numero identificativo che è quello del database del Servizio Geologico Regionale, mentre i sondaggi derivati dal lavoro del Dott. Geol Umberto Stefanel sono riportati con codice identificativo con lettere e numeri.

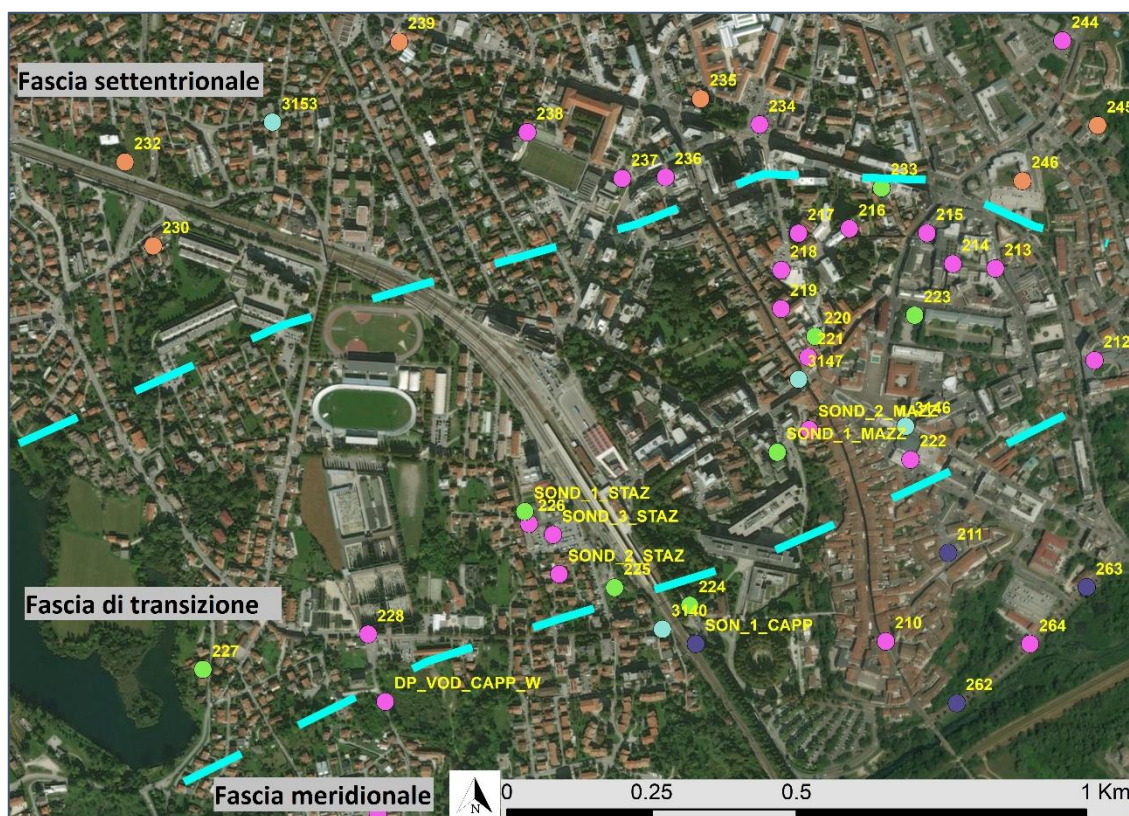


Figura 5.16: Stralcio del layer “BaseMap” utilizzato nel software ArcMap. In figura è possibile identificare, tramite i numeri identificativi, il totale delle indagini preesistenti all’interno del centro urbano di Pordenone. Le indagini preesistenti riportate nel testo state suddivise per colori a seconda della tipologia di depositi prevalenti: (punti arancioni=depositi grossolani), (punti verdi=intercalazioni di depositi fini in sottosuolo prevalentemente composto da depositi grossolani), (punti blu=alternanze di depositi grossolani e fini, questi ultimi aventi spessori importanti). Sono riportate le suddivisioni che identificano le tre fasce individuate (linee spezzate azzurre). I punti viola indicano le indagini prese in esame ma non riportate nel testo.

Fascia settentrionale del centro di Pordenone

Dalle stratigrafie esaminate si nota la presenza quasi univoca, dei depositi ghiaiosi, con la presenza sporadica di sottili strati sabbiosi e sabbioso limosi i quali contengono al loro interno sempre elementi di ghiaia. Dalla analisi generale di tutte le indagini del centro urbano, si è potuto assegnare i sondaggi con caratteristiche simili a quelli riportati di seguito, ad una fascia “prima fascia” che si sviluppa nella parte settentrionale del centro abitato, e che racchiude tutti i sondaggi con caratteristiche deposizionali simili.

Sondaggio meccanico n. 232

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.962268; 12.642864). Quota = 32.67 m s.l.m. Metodo di

perforazione a rotazione. Sonda: Atlas Copco B50. Perforazione: Ø=101 mm.

Rivestimento: Ø = 127mm. Data 18/5/1989

- 0.00 - 0.70 m = Terreno vegetale bruno costituito da sabbia e limo con scarso ghiaietto e rari ciottoli Ø max. 3cm
- 0.70 - 1.40 m = Ghiaia e sabbia limosa con ciottoli Ø 4-5 cm ben arrotondati
- 1.40 - 2.10 m = Sabbia fine limosa con ghiaietto color nocciola
- 2.10 - 3.80 m = Sabbia limosa con ghiaietto e qualche raro ciottolo Ø max. 3-4 cm ben arrotondato
- 3.80 - 4.70 m = Sabbia con ghiaia debolmente limosa e ciottoli Ø max. 3 cm
- 4.70 - 10.00 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa con ciottoli piuttosto frequenti Ø max. 4-5 cm
- 10.90 - 11.50 m = Sabbia e ghiaia color nocciola (ghiaia con elementi a spigoli arrotondati Ø max. 2-3 cm)
- 11.50 - 12.10 m = Ghiaia grossolana con sabbia e ciottoli Ø max. 7-6 cm
- 12.10 - 17.40 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa con ciottoli piuttosto frequenti Ø max. 4-5 cm
- 17.40 - 20.00 m = Sabbia e ghiaia color nocciola (ghiaia con elementi a spigoli arrotondati Ø max. 2-3 cm)

Sondaggio meccanico n. 230

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.9600990; 12.643621). Quota = 28.20 m s.l.m. Metodo di perforazione a rotazione. Sonda: Atlas Copco B50. Perforazione: Ø=101 mm.

Rivestimento: Ø = 127mm. Data 19/5/89.

- 0.00 - 1.00 m = Terreno di riporto costituito da ghiaia e sabbia limosa, ciottoli Ø max. 3 cm.
- 1.00 - 2.40 m = Limo e sabbia nocciola con ghiaietto e rari ciottoli Ø 2-3 cm
- 2.40 - 5.40 m = Sabbia e ghiaia color nocciola debolmente limosa (ghiaia con elementi a spigoli arrotondati Ø max. 3-4 cm)
- 5.40 - 5.60 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa con ciottoli ben arrotondati e piuttosto frequenti a Ø max. 6-7 cm
- 8.60 - 9.00 = Sabbia fine limosa con scarso ghiaietto e rari ciottoli Ø 2-3 cm
- 9.00 - 9.60 m = Sabbia e ghiaia debolmente limosa
- 9.60 - 15.00 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa con ciottoli piuttosto frequenti Ø max. 4-5 cm

Sondaggio meccanico n. 239

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.964303; 12.648896). Quota = 34.0. m s.l.m. Data 20/11/90.

- 0.00 - 0.60 m = Riporto costituito da ghiaia e da argilla con ghiaia.
- 0.60 - 1.50 m = Sabbia debolmente limosa
- 1.50 - 1.70 m = Argilla con ciottoli
- 1.70 - 2.10 m = Sabbia debolmente limosa

- 2.10 - 4.30 m = Ghiaia con ciottoli e sabbia media debolmente limosa
- 4.30 - 4.50 m = Limo argilloso con ciottoli
- 4.50 - 5.00 m = Ghiaia grossa e sabbia
- 5.00 - 5.60 m = Limo argilloso con livelletti (10-20 cm) di torba scura
- 5.60 - 5.80 m = Argilla chiara con ciottoli
- 5.80 - 7.50 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa
- 7.50 - 9.00 m = Ghiaia con sabbia e ciottoli (Ø 3-5cm)
- 9.00 - 11.70 m = Ghiaia con sabbia a grana media e grossa e ciottoli (Ø 5-8cm)
- 11.70 - 15.00 m = Ghiaia media e grossa con sabbia a grana medio-grossa e ciottoli (Ø 7-10cm)

Sondaggio meccanico n. 235

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.963571; 12.655553). Quota = 29.51. m s.l.m. Data 19/11/91.

- 0.00 - 0.40 m = Terreno vegetale con ghiaia fine
- 0.40 - 1.10 m = Terreno di riporto con ciottoli e frammenti di laterizi
- 1.10 - 1.50 m = Argilla debolmente limosa grigia
- 1.50 - 3.00 m = Ghiaia medio fine con abbondante sabbia fine in matrice limoso argillosa grigio nocciola
- 3.00 - 4.00 m = Sabbia medio fine ghiaiosa in matrice limosa grigio nocciola
- 4.00 - 4.40 m = Sabbia media ghiaiosa in matrice limosa grigio nocciola
- 4.40 - 6.00 m = Ghiaia medio grossa con sabbia medio fine grigia
- 6.00 - 12.00 m = Ghiaia media e grossa con sabbia medio fine grigia debolmente limosa
- 12.00 - 13.00 m = Sabbia media limosa nocciola con presenza di elementi di ghiaia fine
- 13.00 - 15.00 m = Sabbia media e fine in abbondante matrice limosa nocciola

Sondaggio meccanico n. 243

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.965444; 12.663801). Quota = 28.12. m s.l.m. Data 27/09/95.

- 0.00 - 0.40 m = Terreno vegetale con presenza di ghiaia
- 0.40 - 10.00 m = Ghiaia eterometrica con matrice sabbioso-limosa grigio chiaro

Sondaggio meccanico n. 245

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.963260; 12.664685). Quota = 24.80. m s.l.m. Data 29/11/91.

- 0.00 - 0.20 m = Terreno vegetale con elementi di ghiaia media
- 0.20 - 0.90 m = Ghiaia media e grossa con sabbia media e grossa grigio scura
- 0.90 - 6.00 m = Sabbia limosa debolmente argillosa marrone con ghiaia media e fine
- 6.00 - 15.00 m = Ghiaia media e grossa con sabbia media e grossa in matrice debolmente limosa grigio chiaro con rari ciottoli calcarei.

Sondaggio meccanico n. 246

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.962449; 12.663024). Quota = 26.38. m s.l.m. Falda: -2.40 m.

Profondità max.: 20 m. Data 27/4/94

- 0.00 - 0.50 m = Asfalto e riporto ghiaioso limoso con resti di mattoni
- 0.50 - 0.80 m = Sabbia limosa con ghiaia
- 0.80 - 1.50 m = Sabbia limosa
- 1.50 - 2.70 m = Sabbia limosa nocciola con venature marroni
- 2.70 - 3.00 m = Sabbia limosa con ghiaia
- 3.00 - 4.50 m = Ghiaia media sabbiosa con ciottoli Ø max. 6 cm
- 4.50 - 6.20 m = Ghiaia media sabbiosa con ciottoli Ø 2-3 cm
- 6.20 - 7.00 m = Limo sabbioso
- 7.00 - 8.60 m = Ghiaia grossa con sabbia e ciottoli Ø 5-7 cm e intercalazione limoso-sabbiosa decimetrica
- 8.60 - 9.30 m = Sabbia a ghiaia media e fine
- 9.30 - 10.00 m = Ghiaia grossa con sabbia e ciottoli Ø 4-6 cm
- 10.00 - 13.00 m = Ghiaia media sabbiosa con ciottoli Ø 2-3 cm
- 13.00 - 15.00 m = Ghiaia media e fine con ciottoletti Ø 1-2 cm e sabbia debolmente limosa
- 15.00 - 17.50 m = Ghiaia media e grossa con rari ciottoli Ø 5-8 cm e sabbia media
- 17.50 - 19.00 m = Ghiaia media con ciottoletti e sabbia fine
- 19.00 - 20.00 m = Ghiaia media con ciottoli Ø 2-4 cm e sabbia media

Fascia di transizione del centro di Pordenone

Le stratigrafie riportate di seguito evidenziano un cambiamento dei depositi presenti nel sottosuolo del centro urbano di Pordenone rispetto alla prima fascia descritta nel paragrafo precedente. I depositi attribuiti quindi alla seconda fascia sono costituiti da una netta intercalazione tra sedimenti grossolani e fini. Questi ultimi mantengono però spessori decisamente modesti rispetto a quelli che costituiscono gli strati con tessitura maggiore. Si è reputato comunque corretto distinguere tale fascia dalla precedente vista la diversità tessiturale.

Sondaggio meccanico n. 227

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Mustang A 65 R Coordinate (45.954498; 12.645013). Quota = 22.88. m s.l.m. Profondità max.: 15.50 m. Data 28/11/91.

- 0.00 - 0.40 m = Terreno vegetale argilloso marrone con ciottoli
- 0.40 - 1.00 m = Limo debolmente sabbioso nocciola chiaro

- 1.00 - 2.00 m = Ghiaia media e grossa con sabbia media e grossa in abbondante matrice limosa nocciola chiaro
- 2.00 - 2.80 m = Argilla limosa di colore grigio nocciola talora con punti neri e lente decimetrica di torba marrone a 2.50m
- 2.80 - 3.00 m = Limo argilloso sabbioso passante a limo - colore grigio chiaro
- 3.00 - 4.15 m = Argilla limosa grigio chiaro
- 4.15 - 5.80 m = Sabbia fine e media limosa grigia con livello dm. Limoso argilloso a 4.60 m.
- 5.80 - 6.10 m = Argilla debolmente limosa, ghiaia con livelli torbosi a 5.00 m
- 6.10 - 8.30 m = Ghiaia media e grossa con sabbia media e grossa in matrice limosa nocciola
- 8.30 - 10.00 m = Limo argilloso nocciola chiaro
- 10.00 - 11.10 m = Sabbia media e fine limosa, nocciola chiaro
- 11.10 - 11.80 m = Limo argilloso passante ad argilla limosa sabbiosa, colore nocciola
- 11.80 - 13.50 m = Sabbia media e fine molto limosa, nocciola chiaro
- 13.50 - 15.50 m = Ghiaia media e grossa con sabbia media e fine in matrice limosa grigio chiaro.

Sondaggio meccanico (SOND_1_STAZ)

Fonte: Studio Geologico “Umberto Stefanel di Danilo Stefanel”. Perforatore: a rotazione - carotaggio continuo. Diametri: 0.0-2.2m Ø168 mm (carotatore semplice); 2.2-13.5 m Ø131 mm (carotatore semplice); 13.5-20.0 m Ø101 mm (carotatore semplice). Coordinate (45.957034; 12.651994). Quota = 26.88. m s.l.m. Profondità max.: 20.00 m. Data 08/11/97.

- 0.00 - 1.10 m = Terreno vegetale (0.2m) e di riporto: ghiaia con sabbia e frammenti di laterizi. Rari ciottoli. Materiale sciolto.
- 1.10 - 2.50 m = Ghiaia (ghiaia e ghiaietto prevalente) con sabbia debolmente limosa. Materiale sciolto e molto sciolto.
- 2.5 - 2.8 m = Ghiaia eterometrica con sabbia limosa colore grigio.
- 2.8 - 3.0 m = Sabbia fina limosa colore marrone chiaro.
- 3.0 - 4.2 m = Ghiaia (ghiaia e ghiaietto prevalente) con sabbia debolmente limosa.
- 4.2 - 5.0 m = Sabbia media e medio fina limosa, con ghiaia (ghiaietto prevalente).
- 5.0 - 5.6 m = Limo argilloso sabbioso colore marrone chiaro, sottilmente laminato, con veli di limo e argilla e veli di sabbia fina.
- 5.6 - 6.0 m = Sabbia medio fina limosa debolmente ghiaiosa colore marrone chiaro e grigio marrone, con veli di limo argilloso sabbioso colore marrone ed ocra.
- 6.0 - 6.3 m = Ghiaia (ghiaia e ghiaietto prevalente) con sabbia limosa colore marrone.
- 6.3 - 6.5 m = Sabbia media e medio fina prevalente, limosa e ghiaiosa colore marrone.
- 6.5 - 6.9 m = Sabbia ghiaiosa colore marrone-giallo ocra, passante ad argilla limo sabbiosa colore marrone, ghiaiosa.
- 6.9 - 7.6 m = Ghiaia (subordinati ciottoli) con sabbia limo argillosa colore grigio marrone.
- 7.6 - 11.0 m = Rari ciottoli (Ø max. 8cm) e ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa colore marrone.
- 11.0 - 11.4 m = Ghiaia con sabbia e limo (20cm) passante a sabbia medio fina debolmente limosa colore marrone.
- 11.4 - 12.1 m = Ghiaia con sabbia limosa.

- 12.1 - 13.5 m = Limo sabbioso argilloso colore marrone chiaro con veli di sabbia fina.
- 13.5 - 15.1 m = Sabbia limosa e con limo di colore marrone chiaro con veli di sabbia e veli di limo argilloso.
- 15.1 - 15.3 m = sabbia con ghiaia (ghiaia e ghiaietto prevalente).
- 15.3 - 15.9 m = Ghiaia (ghiaino e ghiaietto prevalente) con sabbia limosa colore grigio.
- 15.9 - 16.2 m = Ghiaia (ghiaino e ghiaietto prevalente) sabbiosa debolmente limosa.
- 16.2 - 20.0 m = Ghiaia eterometrica con sabbia limosa e a tratti debolmente limosa, con livelli di ghiaino e ghiaietto con sabbia media e medio grossa.

Sondaggio meccanico n. 225

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Coordinate (45.955990; 12.653789). Quota = 26.46. m s.l.m. Falda: -2.30 m.

Profondità max.: 15.00 m. Data 16/3/92.

- 0.00 - 0.70 m = Terreno vegetale
- 0.70 - 2.50 m = Sabbie limose
- 2.50 - 4.80 m = Limi argillosi
- 4.80 - 6.70 m = Ghiaie sabbiose
- 6.70 - 8.50 m = Limi argillosi
- 8.50 - 10.30 m = Ghiaie sabbiose
- 10.30 - 11.20 m = Limi argillosi
- 11.20 - 12.10 m = Sabbie
- 12.10 - 15.00 m = Ghiaie sabbiose

Sondaggio meccanico n. 224

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Metodo di perforazione a rotazione. Sonda: Atlas Copco B50. Perforazione: Ø=101 mm. Rivestimento: Ø = 127mm. Coordinate (45.955757; 12.655979). Quota = 24.00 m s.l.m. Falda: -2.15 m. Profondità max.: 20.00 m. Data 17/5/89.

- 0.00 - 1.40 m = terreno di riporto costituito da sabbia limosa grigio-scura con ciottoli.
- 1.40 - 2.00 m = Sabbia con limo e ghiaietto colore nocciola.
- 2.00 - 3.20 m = Sabbia e ghiaia debolmente limosa colore nocciola
- 3.20 - 4.90 m = Ghiaia e sabbia colore nocciola con ciottoli Ø max. 5-6 cm.
- 4.90 - 5.40 m = Sabbia fine con limo colore nocciola con qualche ciottolo Ø max. 3cm.
- 5.40 - 6.80 m = Sabbia fine colore nocciola debolmente limosa con rari elementi ghiaiosi.
- 6.80 - 7.00 m = Limo sabbioso colore nocciola
- 7.00 - 9.60 m = Sabbia e ghiaia colore nocciola (ghiaia con elementi a spigoli arrotondati Ø max. 2-3 cm)
- 9.60 - 10.00 m = Sabbia fine e limo colore nocciola
- 10.00 - 13.10 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa con elementi ghiaiosi a spigoli molto arrotondati Ø max. 3cm
- 13.10 - 13.6 m = Limo sabbioso nocciola
- 13.6 - 13.8 m = Sabbia e limo con ghiaietto

- 13.8 - 14.00 m = Sabbia fine e limo
- 14.00 - 14.20 m = Sabbia e limo con ghiaietto
- 14.20 - 20.00 m = Ghiaia e sabbia debolmente limosa (ciottoli piuttosto frequenti con Ø max. 3-4 cm)

Sondaggio meccanico (SOND_1_MAZZ)

Fonte: Allegati relazione geologica. Metodo di perforazione a rotazione. Diametri: da 0.00 a 2.00 Ø = 127mm; da 2.00 a 17.00 Ø 116mm. Coordinate (45.958076; 12.657535).

Quota = 23.37 m s.l.m. Falda: -2.90 m. Profondità max.: 17.00 m. Data 25/2/92.

- 0.00 - 0.50 m = Sottofondo stradale
- 0.50 - 2.90 m = Materiale di riporto e vecchia fondazione
- 2.90 - 5.10 m = Ghiaie e ghiaietto in matrice sabbioso limosa con livelletti (cm.) di argilla nocciola.
- 5.10 - 5.80 m = Ghiaia media, ghiaietto e sabbia leggermente limosa.
- 5.80 - 6.50 m = Limo sabbioso con ghiaia e ghiaietto.
- 6.50 - 7.50 m = Ghiaia media e ghiaietto in matrice sabbioso limosa.
- 7.50 - 8.50 m = Sabbia medio fine e ghiaietto
- 8.50 - 11.00 m = Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa con ciottoli e talora livelletti centimetrici di argilla nocciola
- 11.00 - 11.50 m = Limo leggermente sabbioso con ghiaietto e ciottoli
- 11.50 - 12.00 m = Ghiaie e ghiaietto in matrice limosa
- 12.00 - 13.00 m = Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbioso limosa
- 13.00 - 13.20 m = Limo sabbioso con ghiaietto e ciottoli
- 13.20 - 13.50 m = Sabbia media con ghiaietto
- 13.50 - 14.90 m = Sabbia medio fine limosa talora con ghiaietto e livelli argillosi
- 14.90 - 15.50 m = Ghiaia e ghiaietto in matrice limosa sabbiosa
- 15.50 - 17.00 m = Ghiaia media e ghiaietto in matrice sabbiosa leggermente limosa

Sondaggio meccanico n.220

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Mustang A 32 C. Coordinate (45.959931; 12.658357). Quota = 22.62 m s.l.m. Profondità max.: 20.00 m. Data 09/06/92.

- 0.00 - 0.10 m = Pavimentazione in cemento
- 0.10 - 0.70 m = Terreno sabbioso ghiaioso con limo marrone
- 0,70 - 3.30 m = Ghiaia medio fine con elementi di ghiaia grossa con sabbia debolmente limosa nocciola-nocciola chiaro
- 3.30 - 3.60 m = Argilla con limo nocciola con livelli (mm.) di sabbia fine con limo nocciola
- 3.60 - 4.10 m = Sabbia fine limosa nocciola con ghiaia fine e media
- 4.10 - 6.00 m = Ghiaia medio fine con elementi di ghiaia grossa in matrice sabbiosa debolmente limosa da nocciola a grigia
- 6.00 - 7.60 m = Sabia fine limosa nocciola con elementi di ghiaia fine
- 7.60 - 9.10 m = Sabbia fine limosa nocciola con elementi decimetrici ghiaiosi
- 9.10 - 9.80 m = Sabbia fine limosa nocciola con ghiaia prevalentemente fine

- 9.80 - 10.50 m = Sabbia fine limosa nocciola con ghiaia fine alla base
- 10.50 - 12.20 m = Ghiaia fine e media in abbondante matrice sabbioso limosa nocciola chiaro
- 12.20 - 13.50 m = Sabbia fine limosa nocciola con elementi di ghiaia fine e media
- 13.50 - 14.10 m = Alternanza di livelli centimetrici di sabbia fine limosa e argilla limosa nocciola
- 14.10 - 20.00 m = Ghiaia prevalentemente media e fine in abbondante matrice limoso sabbiosa grigia passante a sabbioso limosa grigio nocciola (18.00 m)

Sondaggio meccanico n.223

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Copco A 65. Coordinate (45.960217; 12.660487). Quota = 24.84 m s.l.m. Falda: -2.20 m. Profondità max.: 20.00 m. Data 30/08/96.

- 0.00 - 1.50 m = Terreno di riporto: ghiaia fine spigolosa in matrice sabbioso limosa marrone chiaro-ocra
- 1.50 - 2.00 m = Limo debolmente argilloso talora debolmente sabbioso, marrone chiaro-nocciola con striature ocracee
- 2.00 - 4.10 m = Ghiaia media e fine subordinata grossa con rari ciottoli in abbondante matrice limoso argillosa fino a 3m. Segue matrice sabbiosa debolmente limosa grigio-nocciola
- 4.10 - 5.20 m = Sabbia media limosa nocciola, con elementi ghiaiosi tra 4.1 e 4.4 m e tra 4.8 e 5.2 m
- 5.20 - 9.00 m = Ghiaia media e fine subordinata grossa con rari ciottoli in abbondante matrice sabbiosa medio grossa debolmente limosa di colore nocciola fino a 6.5 m, poi grigio.
- 9.00 - 13.00 m = Sabbia medio fine limosa nocciola con elementi ghiaiosi medio fini subordinati tra 9.1 e 9.5 m e tra 11.3 e 11.5 m
- 13.00 - 14.70 m = Ghiaia media e fine subordinata grossa in matrice sabbioso limosa nocciola
- 14.70 - 15.00 m = Sabbia fine limosa nocciola
- 15.00 -20.00 m = Ghiaia media e fine subordinata grossa con rari ciottoli in abbondante matrice sabbioso limosa grigio-nocciola. Tra 16.5 e 16.7 matrice di colore ocra.

Sondaggio meccanico n.233

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Copco A 65. Coordinate (45.962241; 12.659719). Quota = 27.60 m s.l.m. Profondità max.: 15.00 m. Data 26/06/94.

- 0.00 - 0.40 m = Terreno di riporto costituito da ghiaia medio fine sabbiosa di colore grigio chiaro
- 0.40 - 1.20 m = Terreno di riporto costituito da ghiaia eterogenea e sabbia fine limosa
- 1.20 - 1.50 m = Ghiaia media con sabbia limosa di colore ocra
- 1.50 - 3.00 m = Limo sabbioso con poca ghiaia, con lenti di limo argilloso

- 3.00 - 6.00 m = Ghiaia media e fine con rari ciottoli Ø max. 8cm, con sabbia limosa da nocciola chiaro a grigio chiaro
- 6.00 - 10.50 m = Ghiaia media e fine con rari ciottoli Ø max. 8cm, con sabbia limosa da nocciola chiaro a grigio chiaro
- 10.50 - 11.30 m = Alternanze di livelli (dm) di sabbia fine debolmente limosa: limi sabbiosi e sabbie ghiaiose (ghiaia fine) nocciola chiaro
- 11.30 - 13.40 m = Sabbia medio fine limosa grigia con livelli di colore nocciola
- 13.40 - 14.30 m = Limi molto consistenti debolmente sabbiosi
- 14.30 - 15.00 m = Sabbia medio fine limosa

Fascia meridionale del centro di Pordenone

In questo settore non sono disponibili un numero di sondaggi tale da poter dare continuità alla “fascia” ipotizzata, in particolare nell’area a S-E del centro urbano.

Nei sondaggi presi in esame, ubicati rispettivamente nell’area più a sud del centro di Pordenone, si può notare una netta presenza di strati costituiti da depositi fini (limi e argille), che formano intercalazioni con depositi più grossolani (sabbie e ghiaie). I risultati ottenuti dall’analisi delle stratigrafie permettono quindi di delimitare tale zona meridionale del comune, essendo questa costituita da depositi di natura differente rispetto alle “fasce” descritte in precedenza.

Sondaggio meccanico n.211

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Copco A 65. Coordinate (45.956600; 12.661419). Quota = 23.00 m s.l.m. Falda: -7 m. Profondità max.: 20.00 m. Data 02/09/96

- 0.00 - 0.40 m = Terreno di riporto: ghiaia eterometrica subordinata in matrice sabbiosa grigio chiara
- 0.40 - 2.00 m = Ghiaia media e fine subord. Grossa con rari elementi di ghiaia media e fine subord. E con rari ciottoli.
- 2.00 - 2.50 m = Sabbia media e fine debolmente limosa, colore nocciola con elementi di ghiaia media e fine subarrotondata e con rari ciottoli
- 2.50 - 4.65 m = Limo debolmente argilloso nocciola, con sottili intercalazioni di sabbia fine. Tra 4.4 e 4.5 m livello di sabbia fine
- 4.65 - 6.30 m = Ghiaia media e fine subord. Grossa subarrotondata in matrice sabbiosa debolmente limosa grigio-nocciola
- 6.30 - 6.80 m = Limo debolmente sabbioso nocciola, con elementi di ghiaia media e fine subarrotondata
- 6.80 - 10.00 m = Limo sabbioso nocciola passante a 9.20 m a sabbia fine limosa colore nocciola
- 10.00 - 11.50 m = Sabbia medio-grossa grigio-nocciola con rari elementi di ghiaia fine subarrotondata. Da 11.2 a 11.3 m livello limoso ocra

- 11.50 - 13.50 m = ghiaia media e fine subarrotondata in abbondante matrice sabbioso debolmente limosa grigia
- 13.50 - 15.30 m = Limo debolmente argilloso nocciola, con frequenti intercalazioni sabbiose. Da 14.6 a 15.0 m livello sabbioso limoso
- 15.30 - 20.00 m = Ghiaia media subord. Grossa subarrotondata in matrice sabbioso limosa grigio-nocciola

Sondaggio meccanico n.263

Fonte: Progetto - Valutazione stabilità rilevato stradale Via Riviera del Pordenone - Comune di Pordenoe. Autore: Geologo Massimo Valent. Strumento: Carotiere semplice Ø101mm, lunghezza 300cm, perforazione a secco. Coordinate (45.956176; 12.664586).

Quota = 16.60 m s.l.m. Falda: -7.15 m. Profondità max.: 10.30 m. Data 06/11/2003.

- 0.00 - 0.25 m = Asfalto
- 0.25 - 0.60 m = Fondazione stradale costituito da ghiaia e sabbia
- 0.60 - 1.30 m = Ghiaia media limosa con sabbia grigio chiaro e ciottoli Ø 8cm
- 1.30 - 2.50 m = Ghiaia media limoso sabbiosa, colore nocciola
- 2.50 - 3.40 m = Sabbia limosa con ghiaia, colore nocciola
- 3.40 - 4.30 m = Ghiaia media limo sabbiosa, colore nocciola
- 4.30 - 6.20 m = Argilla limosa con sabbia, rari ciottoli, frammenti di laterizi e resti organici (legno, carbone), colore da grigio chiaro a grigio scuro
- 6.20 - 6.70 m = Ghiaia media limo sabbiosa, colore nocciola
- 6.70 - 7.00 m = Argilla limosa con sabbia e resti organici, colore grigio
- 7.00 - 8.40 m = Ghiaia sabbiosa con limo, colore nocciola
- 8.40 - 9.30 m = Sabbia fine limosa con argilla e rari ciottoli, colore marrone chiaro.
- 9.30 - 9.70 m = Sabbia fine limosa con ghiaia, colore marrone chiaro
- 9.70 - 10.30 m = Ghiaia sabbiosa con limo, colore nocciola

Sondaggio meccanico n.262

Fonte: Progetto - Valutazione stabilità rilevato stradale Via Riviera del Pordenone - Comune di Pordenoe. Autore: Geologo Massimo Valent. Strumento: Carotiere semplice Ø101mm, lunghezza 300cm, perforazione a secco. Coordinate (45.955132; 12.663397).

Quota = 16.37 m s.l.m. Falda: -9.30 m. Profondità max.: 10.30 m. Data 03/12/2003.

- 0.00 - 0.25 m = Asfalto
- 0.25 - 0.60 m = Fondazione del solido stradale costituita da ciottoli (Ø 10cm), ghiaia e sabbia
- 0.60 - 1.40 m = Ghiaia media limo sabbioso nocciola chiaro con livelli centimetrici di sabbia limosa
- 1.40 - 1.60 m = Limo sabbioso
- 1.60 - 1.90 m = Ghiaia media limoso sabbiosa, colore grigio chiara
- 1.90 - 2.00 m = Limo sabbioso
- 2.00 - 2.80 m = Ghiaia media limoso sabbiosa
- 2.80 - 3.00 m = Limo sabbioso con ghiaia
- 3.00 - 3.20 m = Ghiaia media limoso sabbiosa

- 3.20 - 3.40 m = Limo sabbioso con ghiaia
- 3.40 - 3.70 m = Ghiaia media limoso sabbiosa nera con frammenti di carbone
- 3.70 - 4.10 m = Limo argilloso grigio
- 4.10 - 4.30 m = Sabbia limosa, colore nocciola
- 4.30 - 4.60 m = Limo argilloso grigio, con ghiaia
- 4.60 - 5.00 m = Limo argilloso organico scuro, con ghiaia
- 5.00 - 5.70 m = Limo argilloso organico grigio scuro
- 5.70 - 6.00 m = Limo argilloso grigio chiaro
- 6.00 - 6.10 m = Limo sabbioso organico, colore scuro
- 6.10 - 6.50 m = Limo argilloso grigio scuro
- 6.50 - 6.70 m = Limo sabbioso organico, colore bruno scuro
- 6.70 - 7.00 m = Ghiaia limo sabbiosa, colore nocciola
- 7.00 - 7.40 m = Sabbia fine limosa, colore nocciola con screziature ocra e resti vegetali, scarsa ghiaia
- 7.40 - 7.60 m = Sabbia fine limosa con ghiaia
- 7.60 - 8.80 m = Limo argilloso colore marrone chiaro con resti organici
- 8.80 - 9.00 m = Ghiaia media limo argillosa marrone
- 9.00 - 9.30 m = Sabbia limosa marrone chiaro
- 9.30 - 9.60 m = Sabbia limosa con ghiaia fine
- 9.60 - 10.30 m = Ghiaia sabbiosa limosa grigio chiara

Sondaggio meccanico (SOND_1_CAPP)

Fonte: Studio Geologico “Umberto Stefanel di Danilo Stefanel”. Perforatore: a rotazione - carotaggio continuo. Diametri: 0.0-2.5m Ø116 mm (carotatore semplice); 2.5-14.7 m Ø101 mm (carotatore semplice); Coordinate (45.955004; 12.655976). Quota = 21.90 m s.l.m. Profondità max.: 14.70 m. Data 29/06/95.

- 0.00 - 0.60 m = Terreno di riporto: sabbia limosa color grigio con ghiaia
- 0.60 - 1.30 m = Terreno di riporto: ghiaia (ghiaino e ghiaietto prevalente) con sabbia color grigio; materiale sciolto. Calcestruzzo (1.1-1.3)
- 1.30 - 1.90 m = Ghiaino e ghiaietto con sabbia fina, colore marrone
- 1.90 - 2.20 m = Sabbia grossa e media prevalente debolmente ghiaiosa e limosa, sciolta. Presenza di acqua
- 2.20 - 3.20 m = Limo argilloso sabbioso colore marrone chiaro-nocciola e giallo ocra, con veli di sabbia fina e limo
- 3.20 - 3.80 m = Limo argilloso deb. Sabbioso colore grigio e grigio azzurro con veli di limo sabbioso argilloso e argilla limosa azzurra
- 3.80 - 4.00 m = Limo argilloso con sabbia fina colore marrone chiaro con veli di sabbia fina limosa
- 4.00 - 5.60 m = Limo sabbioso deb. Argilloso con veli di sabbia fina con limo
- 5.60 - 6.70 m = Sabbia fina limosa colore marrone chiaro
- 6.70 - 8.80 m = Ghiaia Ø max. 4-7 cm con sabbia limosa colore marrone chiaro; alla base (8.7-8.8 m) livello di sabbia fina limosa.
- 8.80 - 10.70 m = Ghiaia Ø max. 5cm, sabbiosa debolmente limosa
- 10.70 - 11.20 m = Sabbia fina limosa colore marrone chiaro-nocciola, ghiaiosa
- 11.20 - 12.80 m = Ghiaia con sabbia limosa colore grigio
- 12.80 - 13.40 m = Sabbia fina limosa (addensata) colore marrone chiaro passante a sabbia fina con limo argilloso color marrone chiaro

- 13.40 - 14.20 m = Sabbia limosa colore marrone chiaro con ghiaia
- 14.20 - 14.70 m = Ghiaia con sabbia limosa

5.3.2 Indagini preesistenti all'interno della valle del Noncello

Il sondaggio riportato nel seguente paragrafo è risultato utile per la ubicazione dei sondaggi manuali relativi al Transetto 1 - Rustighel, in quanto è ubicato circa 200 m a monte della traccia del transetto, in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada A28 sul Noncello.

Sondaggio meccanico n.172

Fonte: Studio Geologico per il PRG, Comune di Pordenone. Autore: Flavio Seriani geologo. Perforatore: Atlas Copco A 65. Coordinate (45.944818; 12.642435). Quota = 11.40 m s.l.m. Profondità max.: 35.00 m. Data 05/06/85.

In questo sondaggio son state evidenziati: il livello di torba ad una profondità di 8.90 - 9.00 m, utilizzato per correlazione con i sondaggi effettuati nel Transetto n.1 (RST); i livelli che presentano ghiaia alle profondità di 9.00 - 11.20 m, i quali sono stati successivamente interpretati nel capitolo 6 delle discussioni.

- 0.00 - 1.70 m = Limo sabbioso-argilloso con rari veli sabbiosi al tetto, colore nocciola
- 1.70 - 2.20 m = Limo argilloso nocciola ferrettizzato
- 2.20 - 3.10 m = Argilla limosa grigio chiaro ferrettizzata
- 3.10 - 4.40 m = Limo argilloso nocciola chiaro (per 20cm) poi nocciola scuro
- 4.40 - 5.10 m = Limo sabbioso debolmente argilloso, colore nocciola scuro
- 5.10 - 6.50 m = Limo argilloso, colore nocciola scuro e grigio con lenti di argilla limosa
- 6.50 - 6.70 m = Limo sabbioso debolmente argilloso con veli di argilla limosa
- 6.70 - 8.80 m = Ghiaia media grossa con ghiaino e sabbia
- 8.80 - 8.90 m = Sabbia media grossa con sostanze organiche
- **8.90 - 9.00 m = Torba marrone scura con notevole percentuale di matrice limosa, presenti veli sabbiosi alla base**
- **9.00 - 10.50 m = Sabbia media e grossa con ghiaia e ghiaino**
- **10.50 - 11.20 m = Ghiaia con poca sabbia**
- 11.20 - 13.00 m = Limo argilloso con livelli di limo sabbioso
- 13.00 - 16.20 m = Sabbia molto fine limosa con veli limoso argillosi. Passante a ghiaia fine grigia limosa
- 16.20 - 16.70 m = Limo argilloso debolmente sabbioso
- 16.70 - 17.20 m = Limo sabbioso debolmente argilloso
- 17.20 - 18.00 m = Sabbia molto fine limosa grigia nocciola
- 18.00 - 18.40 m = Limo argilloso con veli limo sabbiosi aventi tracce di sostanze organiche vegetali
- 18.40 - 19.00 m = Sabbia fine limosa con veli limoso sabbiosi alla base

- 19.00 - 21.40 m = Limo argilloso grigio
- 21.40 - 21.60 m = Sabbia fine grigia
- 21.60 - 22.20 m = Argilla debolmente limosa, contenente sostanza organica
- 22.20 - 23.00 m = limo
- 23.00 - 23.10 m = Sabbia fine limosa nocciola con sostanze organiche vegetali
- 23.10 - 24.70 m = Alternanze di 20 cm di spessore di limo argilloso debolmente sabbioso, presenti veli di sabbia fine limosa
- 24.70 - 26.50 m = Sabbia molto fine limosa, con parti di sostanze organiche vegetali
- 26.50 - 30.30 m = Ghiaia al 50% ghiaino al 20% con sabbia media e grossa
- 30.30 - 32.90 m = Limo argilloso sabbioso ricco di sostanze organiche vegetali
- 32.90 - 34.00 m = Sabbia fine limosa grigia
- 34.00 - 35.00 m = Limo molto sabbioso grigio con livello si torba a 34.90
- 35.00 - 35.50 m = Limo argilloso sabbioso

5.3.3 Indagini nell'area della discarica di Vallenoncello

Le indagini riportate di seguito sono state messe a disposizione dal geologo Umberto Stefanel di Udine, che ha svolto sondaggi meccanici nelle aree di pertinenza delle discariche di Vallenoncello. Sono state svolte più campagne di sondaggi in diversi anni: 1991, 1992, 1995 e 1997.



Figura 5.17: Ubicazione delle indagini preesistenti, nella area di discarica limitrofa al fiume Meduna limitrofa alla località di Rondover del comune di Porcia. Sono stati evidenziati (punti blu) i sondaggi presi in esame. Ogni sondaggio è caratterizzato da una sua sigla identificativa. Immagine presa da Google Earth Pro.

I sondaggi presi in considerazione sono otto, essendo quelli più significativi per la caratterizzazione del sottosuolo in quella determinata area. La loro ubicazione è stata desunta da cartografie a scala 1:25.000 e potrebbe essere un po' imprecisa.

Dai sondaggi riportati di seguito nel paragrafo è possibile notare un'alternanza di depositi aventi tessiture prevalentemente sabbiose, limose e argillose (in percentuali più modeste). I livelli sabbiosi e le quote del livello di falda permettono di ipotizzare la presenza di un acquifero multifalda, in accordo con le caratteristiche deposizionali più generali dell'area della discarica, ubicata all'interno della zona di interdigitazione tra depositi fini e grossolani.

Sondaggio meccanico n.3

Fonte: Studio Geologico F.LLI Stefanel s.n.c. Autore: Dr. Umberto Stefanel. Coordinate (45.906172; 12.632979). Quota = 14.40 m s.l.m. Falda: -6.78 m dal p.c. Profondità max.: 30.00 m. Data 27/06/91.

- 0.00 - 0.10 m = Terreno vegetale sabbioso, colore marrone chiaro
- 0.10 - 0.80 m = Sabbia con limo, colore marrone chiaro-nocciola. Con locali livelli di limo con sabbia
- 0.80 - 1.60 m = Sabbia con limo grigio-marrone
- 1.60 - 2.10 m = Sabbia fine con limo argilloso, colore grigio. Materiale umido. Frammenti di vetro e metalli;
- 2.10 - 3.20 m = Sabbia medio fine con limo. Materiale colore scuro con resti di rifiuti;
- 3.20 - 8.50 m = Rifiuti urbani con fango e livelli di sabbia fine limosa argillosa, colore grigio scuro;
- 8.50 - 9.40 m = Sabbia fine con limo argilloso grigio scuro;
- 9.40 - 11.30 m = Sabbia fine con limo e resti vegetali color grigio chiaro con locali livelli (10-20 cm) di sabbia medio fine limosa e resti vegetali;
- 11.30 - 12.70 m = Sabbia medio grossa debolmente ghiaiosa (\emptyset max. 2cm= limosa. Presenza di resti vegetali carbonizzati;
- 12.70 - 15.80 m = Sabbia fine limo-argillosa, colore grigio;
- 15.80 - 16.00 m = Sabbia fine con limo argilloso, colore grigio. Resti vegetali;
- 16.00 - 16.60 m = Sabbia medio fine limosa, colore grigio;
- 16.60 - 17.40 m = Sabbia fine limo argillosa, colore grigio. Presenza resti vegetali e livelli di torba;
- 17.40 - 19.60 m = Sabbia medio fine con limo argilloso, colore grigio;
- 19.60 - 21.70 m = Ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4 cm) con sabbia limosa debolmente argillosa, colore grigio;
- 21.70 - 22.60 m = Sabbia fine limosa argillosa, colore grigio. Resti vegetali;
- 22.60 - 23.40 m = Sabbia fine limosa, colore grigio;
- 23.40 - 23.70 m = Limo argilloso sabbioso debolmente ghiaioso (\emptyset max. 3-4 cm);
- 23.70 - 24.30 m = Limo con sabbia fine con locali livelli di sabbia medio fine limosa;
- 24.30 - 25.00 m = Sabbia medio fine, colore grigio,

- 25.00 - 26.60 m = Sabbia fine con limo argilloso, colore grigio,
- 26.60 - 30.00 m = Limo sabbioso con argilla e locali livelli di limo argilloso, colore grigio.

Sondaggio meccanico n.4

Fonte: Studio Geologico F.LLI Stefanel s.n.c. Autore: Dr. Umberto Stefanel. Coordinate (45.905466; 12.628158). Quota = 15.35 m s.l.m. Falda: -9.95 m dal p.c. Profondità max.: 27.50 m. Data 24/06/91.

- 0.00 - 0.30 m = Terreno vegetale limo sabbioso, colore marrone scuro;
- 0.30 - 2.10 m = Limo con sabbia fine debolmente argilloso, colore marrone chiaro-nocciola. Compatto nelle porzioni più prossime al p.c. (10 cm), con locali livelli di sabbia fine limosa, colore nocciola;
- 2.10 - 3.80 m = Limo con sabbia fine argillosa, colore marrone chiaro-nocciola;
- 3.80 - 4.10 m = Sabbia fine limosa, colore marrone chiaro-nocciola;
- 4.10 - 4.80 m = Limo con sabbia fine argillosa, colore marrone chiaro-nocciola;
- 4.80 - 6.40 m = Sabbia medio fine con limo debolmente argilloso, colore marrone chiaro-nocciola;
- 6.40 - 8.20 m = Sabbia fine con limo argilloso, colore marrone chiaro-nocciola. Passante al letto a sabbia fine limosa;
- 8.20 - 8.30 m = Limo sabbioso-argilloso, colore grigio;
- 8.30 - 8.40 m = Sabbia medio fine, colore grigio;
- 8.40 - 8.70 m = Limo sabbioso argilloso, colore grigio;
- 8.70 - 9.60 m = Sabbia medio-fine limosa, colore grigio. Livelli (5 cm) di limo sabbioso argilloso colore grigio;
- 9.60 - 10.50 m = Sabbia medio grossa limosa, colore grigio;
- 10.50 - 11.00 m = Sabbia fine limosa, colore grigio;
- 11.00 - 11.80 m = Sabbia media grossa limosa, colore grigio;
- 11.80 - 12.10 m = Sabbia medio fine limosa, con livelli di limo e torba. Locali livelli si sabbia grossa;
- 12.10 - 12.40 m = Sabbia grossa con sabbia medio-fine limosa, colore grigio;
- 12.40 - 12.80 m = Sabbia medio fine con limo argilloso e rari elementi ghiaiosi arrotondati. Presenza resti vegetali;
- 12.80 - 15.30 m = Sabbia fine limosa con resti vegetali e livelli di sabbia fine con limo argilloso, colore grigio;
- 15.30 - 16.10 m = Sabbia medio fine con rari elementi ghiaiosi, limosa, colore grigio;
- 16.10 - 16.60 m = Limo sabbioso argilloso, colore grigio;
- 16.60 - 17.70 m = Sabbia fine con limo, colore grigio;
- 17.70 - 18.20 m = Sabbia media fine debolmente limosa;
- 18.20 - 19.40 m = Sabbia medio fine con limo e livelli di torba;
- 19.40 - 21.0 m = Sabbia media grossa limo argillosa, colore grigio. Presenza di ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4 cm)
- 21.70 - 22.15 m = Sabbia fine limosa, colore grigio. Resti vegetali;
- 22.15 - 22.50 m = Ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4cm) con limo argilloso grigio e livelli di torba;
- 22.50 - 25.20 m = Limo con argilla, colore grigio. Livelli di torba;
- 25.20 - 26.10 m = Sabbia fine co limo argilloso, colore grigio;
- 26.10 - 27.50 m = Sabbia media fine limosa debolmente argillosa, colore grigio.

Sondaggio meccanico n.5

Fonte: Studio Geologico F.LLI Stefanel s.n.c. Autore: Dr. Umberto Stefanel. Coordinate (45.908171; 12.630012). Quota = 15.94 m s.l.m. Profondità max.: 25.00 m. Data 24/06/91.

- 0.00 - 0.10 m = Terreno vegetale limo sabbioso, colore marrone chiaro;
- 0.10 - 0.90 m = Sabbia fine con limo, colore marrone chiaro;
- 0.90 - 1.10 m = Sabbia fine con limo debolmente argilloso, colore nocciola;
- 1.10 - 1.90 m = Limo, colore grigio chiaro;
- 1.90 - 2.00 m = Limo, colore grigio chiaro. Presenza di livello con resti vegetali;
- 2.00 - 4.60 m = Limo, colore grigio. Presenza resti vegetali,
- 4.60 - 5.30 m = Limo, colore grigio;
- 5.30 - 5.70 m = Limo, colore marrone scuro. Debolmente sabbioso, con resti vegetali;
- 5.70 - 5.80 m = Resti vegetali (legno fossile colore nero);
- 5.80 - 6.00 m = Limo, colore marrone scuro, con resti vegetali;
- 6.00 - 7.60 m = Limo, colore grigio;
- 7.60 - 8.00 m = Resti vegetali (legno fossile colore nero);
- 8.00 - 8.60 m = Limo, colore grigio, con resti vegetali;
- 8.60 - 8.90 m = Resti vegetali (legno fossile colore nero) con limo;
- 8.90 - 15.00 m = Limo, colore grigio;
- 15.00 - 16.00 m = Limo, colore grigio, con resti vegetali;
- 16.00 - 17.50 m = Limo, colore grigio;
- 17.50 - 17.60 m = Limo, colore grigio, con resti vegetali;
- 17.60 - 18.90 m = Limo, colore grigio;
- 18.90 - 19.80 m = Sabbia medio grossa leggermente limosa, colore grigio;
- 19.80 - 20.70 m = Sabbia medio fine, colore grigio;
- 20.70 - 21.00 m = Limo sabbioso con resti vegetali, colore grigio;
- 21.00 - 21.50 m = Sabbia medio fine limosa, colore grigio;
- 21.50 - 21.90 m = Sabbia medio grossa limosa, colore grigio;
- 21.90 - 21.95 m = Limo con sabbia, colore grigio chiaro;
- 21.95 - 22.20 m = Sabbia medio grossa limosa con ghiaia;
- 22.20 - 23.60 m = Ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4 cm) con limo sabbioso, colore grigio;
- 23.60 - 23.90 m = Ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4 cm) limosa con sabbia;
- 23.90 - 24.00 m = Limo sabbioso, colore grigio, con ghiaia arrotondata e subarrotondata (\emptyset max. 3-4 cm);
- 24.00 - 25.00 m = Limo sabbioso, colore grigio chiaro.

Sondaggio meccanico (A)

Committente lavoro: GE.T.AS. Autore: Dr. Umberto Stefanel. Metodo di perforazione: a rotazione, $\emptyset=140$ mm. Coordinate (45.908026; 12.627235). Quota: 17.00 m s.l.m. Profondità max.: 20.00 m. Data 11/03/92.

- 0.00 - 0.80 m = Terreno vegetale limo sabbioso, colore marrone scuro, passante a sabbia fine limosa colore marrone chiaro-nocciola;

- 0.80 - 0.90 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro, con veli di limo argilloso colore marrone chiaro-nocciola;
- 0.90 - 2.50 m = Sabbia fine con limo argilloso, colore marrone chiaro-nocciola, con livelli di sabbia fine e argilla limosa;
- 2.50 - 3.70 m = Limo con argilla debolmente sabbioso, colore marrone chiaro, e livelli di limo argilloso grigio chiaro con chiazze ocracee e resti vegetali. Locali livelli di sabbia fine con limo e argilla;
- 3.70 - 6.50 m = Limo con argilla e argilla limosa, colore grigio con livelli di limo argilloso marrone-ocra;
- 6.50 - 8.60 m = Argilla limosa, colore grigio, molto plastica;
- 8,60 - 9.40 m = Argilla limosa, colore grigio, con resti vegetali;
- 9,40 - 11.00 m = Argilla con limo, colore grigio;
- 11.00 - 13.40 m = Limo argilloso, colore grigio, con resti inorganici e vegetali, passante ad argilla grigia;
- 13.40 - 13.80 m = Argilla limosa, colore marrone scuro, con ghiaia media e ghiaietto;
- 13.80 - 14.90 m = Limo argilloso, colore marrone cenere-grigio, con livelli ocracei e resti vegetali;
- 14.90 - 15.30 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro;
- 15.30 - 15.70 m = Limo argilloso debolmente sabbioso, colore grigio chiaro;
- 15.70 - 16.10 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro;
- 16.10 - 16.70 m = Argilla limo sabbiosa, colore grigio chiaro;
- 16.70 - 17.30 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro;
- 17.30 - 18.00 m = Limo argilloso con sabbia fine, colore grigio chiaro;
- 18.00 - 18.90 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro, con livelli di argilla limosa;
- 18.90 - 19.60 m = Argilla limosa, colore grigio, con livelli di torba (19.5 - 19.6 m);
- 19.60 - 20.00 m = Limo sabbioso argilloso, colore grigio.

Sondaggio meccanico (B)

Committente lavoro: GE.T.AS. Autore: Dr. Umberto Stefanel. Metodo di perforazione: a rotazione, Ø=140 mm. Coordinate (45.907971; 12.623722). Quota: 16.60 m s.l.m. Profondità max.: 20.00 m. Data 12/03/92.

- 0.00 - 0.50 m = Terreno vegetale limo sabbioso, colore marrone scuro;
- 0.50 - 1.70 m = Sabbia fine limosa, colore marrone chiaro-nocciola, con livelli di limo sabbioso;
- 1.70 - 5.80 m = Limo argilloso e limo con argilla debolmente sabbioso, colore marrone chiaro, con livelli di limo argilloso grigio chiaro. Presenza di chiazze ocracee e resti vegetali. Locali livelli di sabbia fine con limo e argilla;
- 5.80 - 7.50 m = Limo con argilla, colore grigio, con veli di argilla limosa e livelli di limo argilloso sabbioso di colore marrone ocra;
- 7.50 - 7.80 m = Argilla limosa grigia;
- 7.80 - 9.80 m = Argilla limo sabbiosa con livelli di limo argilloso, colore grigio. Presenza resti vegetali;
- 9.80 - 11.20 m = Sabbia fine con limo argilloso e veli di limo grigio chiaro e resti vegetali;
- 11.20 - 12.50 m = Sabbia fine limosa, colore grigio scuro;
- 12.50 - 13.60 m = Sabbia medio fine limosa, colore grigio chiaro;
- 13.60 - 14.00 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro;
- 14.00 - 15.80 m = Sabbia media con sabbia fine debolmente limosa, colore grigio chiaro;

- 15.80 - 16.40 m = Sabbia medio fine ghiaiosa (Ø 1-2 cm);
- 16.40 - 17.00 m = Sabbia fine limosa, colore grigio chiaro;
- 17.00 - 17.30 m = Sabbie medie;
- 17.30 - 18.20 m = Sabbia fine limosa;
- 18.20 - 20.00 m = Argilla limosa grigia, con livelli di torba (19.85 - 19.90 m).

Sondaggio meccanico (S9)

Committente lavoro: GE.T.AS. Autore: Dott. Geol. Zanatta B. Metodo di perforazione: a rotazione. Coordinate (45.909206; 12.625310). Quota: 14.84 m s.l.m. Falda: -1.90 m.

Profondità max.: 25.00 m. Data 28/03/95.

- 0.00 - 0.60 m = Limo sabbioso-argilloso marrone;
- 0.60 - 1.00 m = Argilla limosa, colore nocciola, con inclusioni granulari;
- 1.00 - 1.60 m = Limo argillo-sabbioso con inclusioni granulari, colore grigio con lenti nocciola;
- 1.60 - 1.90 m = Limo sabbioso debolmente argilloso, colore nocciola. Presenza di acqua a 1.70 m;
- 1.90 - 2.40 m = Sabbia fine con limo, colore nocciola;
- 2.40 - 4.50 m = Limo argilloso con veli e piccoli livelli di argilla, di colore nocciola fine a 4.00 m quindi grigiastro;
- 4.50 - 4.70 m = Limo sabbioso-argilloso, colore grigio;
- 4.70 - 5.00 m = Argilla limosa con lenti e livelli di torba;
- 5.00 - 5.80 m = Sabbia fine con limo grigi;
- 5.80 - 6.80 m = Limo argilloso grigio con lenti di argilla;
- 6.80 - 7.00 m = Argilla limosa grigia;
- 7.00 - 8.00 m = Sabbia fine debolmente limosa grigia con sostanze organiche vegetali;
- 8.00 - 8.30 m = Limo sabbio-argilloso grigio con sostanze organiche vegetali;
- 8.30 - 9.00 m = Argilla limosa, colore grigio;
- 9.00 - 9.30 m = Sabbia fine limosa grigia;
- 9.30 - 9.60 m = Limo argilloso grigio con veli limo sabbiosi;
- 9.60 - 11.00 m = Argilla limosa grigia chiara con livello (5 cm) di limo sabbioso a 9.80 m. Presenza di rari veli di limo a 10.00 e a 11.00 m e sostanze organiche vegetali a 10.50m;
- 11.00 - 12.00 m = Limo argilloso con frequenti livelli di argilla, grigio chiaro. Presenza di veli di limo sabbioso al tetto e a 11.70 m. Lente di torba a 11.50 m;
- 12.00 - 12.50 m = Sabbia fine limosa grigia chiara;
- 12.50 - 13.60 m = Limo argilloso grigio chiaro con livelli di argilla. Presenza di rari veli limo sabbiosi;
- 13.60 - 14.70 m = Limo sabbioso grigio chiaro con sabbia fine;
- 14.70 - 15.10 m = Limo sabbioso, grigio chiaro, con livelli di sabbia fine nella parte centrale e bassa;
- 15.10 - 15.40 m = Limo argilloso debolmente sabbioso con veli di argilla e di limo sabbioso, grigio chiaro;
- 15.40 - 15.80 m = Limo sabbioso grigio chiaro con un livello di sabbia fine al tetto ed alla base;
- 15.80 - 16.30 m = Limo argilloso grigio con veli di argilla e di limo sabbioso;
- 16.30 - 17.00 m = Sabbia fine limosa grigia scura con limo nella parte centrale e sostanze organiche vegetali alla base;

- 17.00 - 18.60 m = Limo argilloso con livello di argilla torbosa al tetto (20 cm) presenti veli di limo sabbioso e rare lenti di argilla limosa;
- 18.60 - 20.00 m = Argilla limosa grigia chiara con limo argilloso;
- 20.00 - 21.20 m = Limo argilloso grigio chiaro, talvolta debolmente argilloso;
- 21.20 - 21.50 m = Limo sabbioso grigio con sabbia fine e sostanze organiche vegetali alla base;
- 21.50 - 23.20 m = Argilla limosa grigia chiara con veli limo argillosi;
- 23.20 - 24.30 m = Limo sabbioso grigio con sabbia fine e sostanze organiche vegetali alla base;
- 24.30 - 25.00 m = Sabbia fine limosa grigia scura con rare sostanze organiche vegetali.

Sondaggio meccanico (S12)

Committente lavoro: GE.T.AS. Autore: Dott. Geol. Zanatta B. Metodo di perforazione: a rotazione. Coordinate (45.910039; 12.630784). Quota: 17.78 m s.l.m. Falda: -6.00 m. Profondità max.: 25.00 m. Data 28/03/95.

- 0.00 - 1.70 m = Sabbia da fine a grossa nocciola marrone (0.30 m), quindi nocciola con ghiaia fine calcarea subarrotondata
- 1.70 - 1.90 m = Argilla limosa nocciola;
- 1.90 - 2.30 m = Limo argilloso nocciola, argillo-sabbioso alla base. Presenza di acqua a 2.00 m;
- 2.30 - 2.70 m = Limo con sabbia, colore nocciola;
- 2.70 - 3.40 m = Limo argilloso nocciola con veli di argilla e limo sabbioso nella parte bassa;
- 3.40 - 4.70 m = Argilla limosa grigia;
- 4.70 - 5.20 m = Limo argilloso grigio con lenti di argilla;
- 5.20 - 6.20 m = Limo sabbioso con lenti di sabbia fine e sostanze organiche vegetali;
- 6.20 - 7.30 m = Argilla limosa grigia chiara;
- 7.30 - 7.80 m = Limo argilloso grigio chiaro;
- 7.80 - 8.30 m = Sabbia fine limosa grigio chiara;
- 8.30 - 8.70 m = Limo argilloso grigio chiaro, argillo-sabbioso alla base;
- 8.70 - 9.10 m = Sabbia fine debolmente limosa grigia chiara. Presenza di gas;
- 9.10 - 9.50 m = Argilla limosa grigia chiara;
- 9.50 - 9.90 m = Limo argilloso grigio chiaro;
- 9.90 - 10.30 m = Sabbia fina debolmente limosa grigia chiara;
- 10.30 - 10.50 m = Alternanze di sabbia e limo grigi con lenti nocciola;
- 10.50 - 11.20 m = Limo sabbioso debolmente argilloso nocciola chiaro;
- 11.20 - 11.60 m = Limo argillo-sabbioso grigio;
- 11.60 - 12.90 m = Sabbia fine debolmente limosa grigia chiara;
- 12.90 - 13.10 m = Argilla limosa grigia. Torbosa sul tetto;
- 13.10 - 13.50 m = Limo argilloso grigio con veli di limo sabbioso;
- 13.50 - 14.00 m = Argilla limosa grigia;
- 14.00 - 14.20 m = Sabbia fine limosa grigia;
- 14.20 - 14.50 m = Limo argilloso debolmente sabbioso grigio;
- 14.50 - 16.40 m = Argilla limosa grigia con lenti torbose sa 15.30 a 15.60 m;
- 16.40 - 17.50 m = Limo argilloso grigio con veli di argilla, presenti sostanze torbose al letto. Livello sabbioso limoso da 17.30 a 17.40 m;
- 17.50 - 18.20 m = Argilla limosa grigia chiara con veli limo argillosi;

- 18.20 - 18.50 m = Limo sabbio-argilloso con lenti di argilla;
- 18.50 - 18.70 m = Sabbia fina limosa grigia chiara;
- 18.70 - 19.30 m = Limo argilloso grigio con veli di sabbia fine nella parte centrale;
- 19.30 - 20.70 m = Sabbia fine grigia con sostanze organiche vegetali a 19.50 m. Presenti livelli limosi argillosi (10 cm) a 19.80 m, 20.30 m, e a 20.60m;
- 20.70 - 22.00 m = Argilla limosa grigia chiara torbosa alla base. Presenza di livello di sabbia a 20.90 m;
- 22.0 - 22.50 m = Limo argilloso grigio con sostanze organiche vegetali al tetto;
- 22.50 - 23.00 m = Sabbia fine grigia con un livello limoso alla base;
- 23.00 - 23.40 m = Limo argilloso grigio con veli di argilla;
- 23.40 - 24.00 m = Sabbia fine grigia chiara con limo;
- 24.00 - 24.70 m = Limo argilloso con veli limo sabbiosi, argillo-sabbioso alla base;
- 24.70 - 25.00 m = Argilla limosa grigia con veli limo argillosi.

5.3.4 Carotaggi manuali nella valle del Noncello

Qui di seguito sono riportate le descrizioni complete delle stratigrafie risultanti dai nuovi carotaggi manuali effettuati, essendo questa una parte fondamentale del lavoro di tesi.

Il posizionamento di questi, come anticipato nel capitolo 4, inerente alle metodologie di studio, è stato scelto di comune accordo assieme al relatore e correlatore di questa tesi, selezionando le aree in cui si riteneva potessero esserci informazioni chiave dal punto di vista geomorfologico e stratigrafico.

I carotaggi riportati nel testo sono stati suddivisi a seconda del transetto di appartenenza, nominati con acronimi scelti sulla base dei toponimi locali: Transetto n.1 (RST, Rustighel), transetto n.2 (MRZ, Casa Mariz), transetto n.3 (RND, Rondover).

Per ciascun transetto è stato realizzato un profilo stratigrafico, il quale ha permesso di effettuare considerazioni utili al fine di comprendere la storia evolutiva della valle del Noncello e le caratteristiche di questa in determinati settori del suo sviluppo.

La ubicazione dei sondaggi e dei profili stratigrafici, ai quali essi appartengono, sono state riportate all'interno degli elaborati cartografici finali (sezione 080580 e sezione 080540), attribuendo al Transetto 1 - Rustighel il segno convenzionale di "sezione geologica A-A", al Transetto 2 - Case Mariz "sezione geologica B-B" e al Transetto 3 - Rondover "sezione geologica C - C".

Alla fine delle descrizioni di ogni transetto sono stati riportati i profili stratigrafici di ognuno e le fotografie delle stratigrafie.

5.3.4.1 Transetto 1 - Rustighel (RST)

Il transetto n.1 è stato effettuato nei pressi della frazione di Porcia denominata Rustighel, corrispondente alla località di Vallenoncello nel lato in destra idrografica del fiume. Sono stati eseguiti sette sondaggi manuali ubicati in direzione pressoché ortogonale al corso d'acqua stesso (Fig. 5.18).

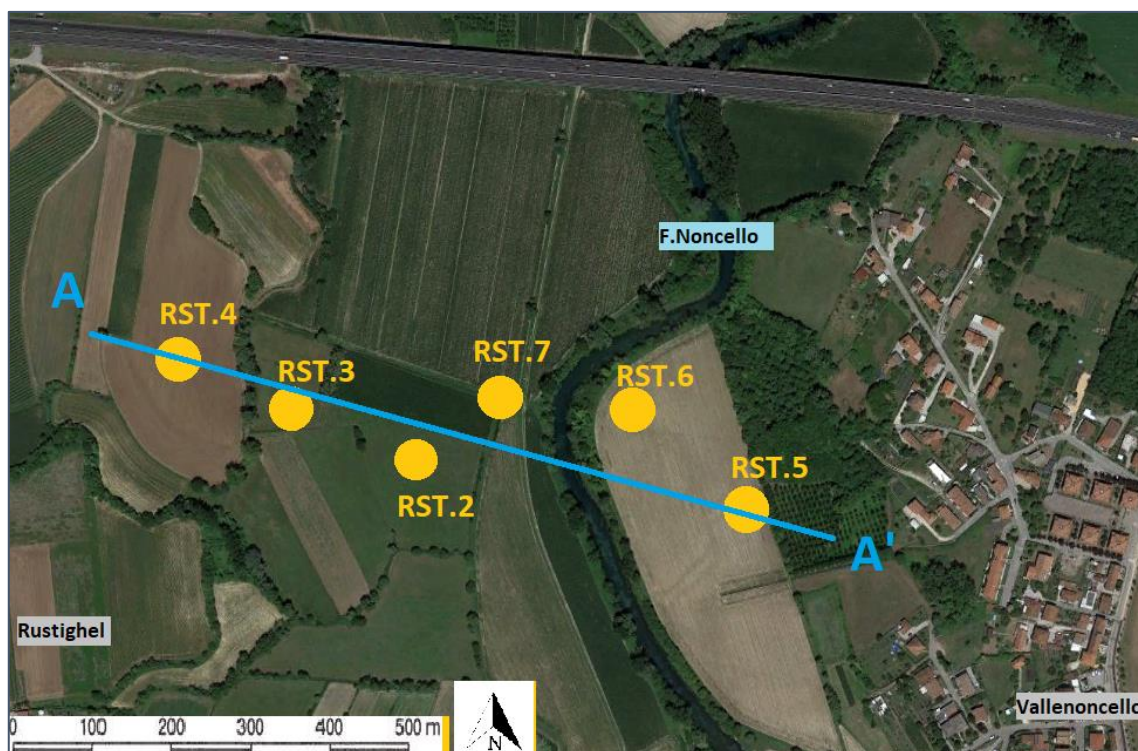


Figura 5.18: In figura si nota la distribuzione dei sette sondaggi effettuati nei pressi della frazione Rustighel. Sono stati riportati i sondaggi effettuati (punti gialli) con codice identificativo e la traccia del transetto (linea blu). Immagine presa da Google Earth Pro.

CarotaggioRST1

Data 26/3/19, coordinate (45.942269; 12.637369), quota 11.2 m s.l.m., profondità raggiunta 2.00 m, profondità falda 1.85 m.

- 0 - 0.50 m = Arativo, Limo debolmente argilloso. Colore 2.5Y 6/1. HCl: 4;
- 0.40 - 0.95 m = Limo debolmente argilloso. Colore 2.5 Y 6/1, HCl: 4. Presenza di screziature ocracee 2.5 Y 6/4. Presenza di resti antropici (cocci);
- 0.95 - 1,15 m = Argilla torbosa con abbondante materia organica. Colore 10YR 2/1. Frequenti frammenti di gusci e frequenti resti vegetali (frustoli, radici);
- 1.15 - 2.00 m = Torba, colore 10YR 2/1. Campione costituito essenzialmente da resti vegetali (radici, frustoli ecc.);

Carotaggio RST2

Data 26/3/19, coordinate (45.941217; 12.638468), quota 11.5 m s.l.m., profondità raggiunta 7.20 m, profondità falda 0.80 m.

- 0.00 - 0.40 m = Arativo, Limo sabbioso. Colore 2.5Y 6/1;
- 0.40 - 0.65 m = Limo argilloso con sabbia, sabbia circa 20%. Colore 2.5 Y 5/1. HCl: 3. Presenza di screziature ocracee 2.5Y 6/4. Presenza resti vegetali e di rari frammenti di gusci;
- 0.65 - 1.50 m = Argilla Torbosa. Composta prevalentemente da resti vegetali. Colore 10YR 2/2;
- 1.50 - 2.10 m = Limo argilloso. Colore 2.5Y 6/1. Abbondanti resti vegetali (radici, frustoli);
- 2.10 - 300 = Argilla torbosa. Composta prevalentemente da resti vegetali. Colore 10YR 2/1;
- 3.00 - 3.60 m = Limo argilloso. Colore 2.5Y 5/2 Presenza di frammenti vegetali;
- 3.60 - 5.40 m = Limo argilloso. Abbondante materia organica. Abbondante presenza di resti vegetali. Colore 2.5Y 4/1;
- 5.40 - 6.00 m = Argilla limosa organica. Colore 10YR 2/1. Assenza di clasti. Rara presenza di resti vegetali (frustoli), quando presenti i resti vegetali presentano una colorazione rossastra;
- 6.00 - 7.00 m = Argilla limosa organica. Colore 10YR 2/2. Presenti resti vegetali (frustoli, radici ecc.) di colore rossastro;

Carotaggio RST3

Data 26/3/19, coordinate (45.941539; 12.637167), quota 11.7 m s.l.m., profondità raggiunta 7.30 m, profondità falda 0.84 m.

- 0.00 - 0.84 m = Arativo, Limo argilloso. Colore 2.5Y 6/1. Presenti screziature ocracee;
- 0.84 - 2.00 m = Argilla organica, costituito essenzialmente da resti vegetali (radici, frustoli, erba ecc.). Colore 10YR 2/1;
- 2.00 - 2.30 m = Limo argilloso. Colore tra 10YR 2/2 e 2Y 3/1. Presenza di resi vegetali a volte di colore rossastro;
- 2.50 - 3.00 m = Limo argilloso con presenza di sostanza organica. Colore 10YR 2/1. Resti vegetali abbondanti (frustoli, radici, erba ecc.);
- 3.00 - 5.00 m = Argilla organica, costituita essenzialmente da resti vegetali (frustoli, radici, erba ecc.); colore 10YR 2/1;
- 5.00 - 620 m = Argilla organica. Colore 10YR 2/2. Abbondanti resti vegetali (frustoli, radici, erba ecc.).
- 6.20 - 6.55 m = Argilla organica. Colore 10YR 2/1. Rara presenza di resti vegetali;
- 6.55 - 7.30 m = Argilla organica. Colore 10YR 2/2. Rari resti vegetali;

Carotaggio RST4

Data 27/3/19, coordinate (45.9419966; 12.6355470), quota 15.2 m s.l.m., profondità raggiunta 1.50 m.

- 0.00 - 0.50 m = Sabbia limosa con ghiaia. Matrice debolmente limosa. Colore 2.5Y 5/2. Ghiaia prevalentemente carbonatica con clasti di dimensioni comprese tra 2 - 4 cm;
- 0.50 - 0.60 m = Ghiaia sabbiosa con limo. Sabbia fine. Ghiaia prevalentemente carbonatica, di dimensioni comprese tra 0.5 - 3 cm. Colore 2.5Y 5/3;
- 0.60 - 1.50 m = Ghiaia e sabbia. Sabbia molto fine di colore chiaro 2.5Y 6/2. Ghiaia di composizione prevalentemente carbonatica con clasti di dimensioni comprese tra 0.5 - 5 cm;

Carotaggio RST5

Data 27/3/19, coordinate (45.9408414; 12.6428074), quota 12.0 m s.l.m., profondità raggiunta 6.60 m, profondità falda 1.40 m.

- 0.00 - 0.55 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 5/2. Rarissime screziature ocracee. Presenza di rari clasti di composizione carbonatica, aventi dimensioni comprese tra 0.3 - 0.5 cm. HCl: 3/4;
- 0.55 - 1.00 m = Limo argilloso. Colore 2.5Y 6/3. Presenza di un clasto di composizione carbonatica, dimensioni di 1 cm. HCl: 3/4;
- 1.00 - 1.30 m = Argilla limosa; Colore 2.5Y 5/2. Frequenti screziature ocracee. HCl: 0;
- 1.30 - 1.50 m = Argilla debolmente limosa con molta componente organica. Colore 10YR 2/1. HCl: 0;
- 1.50 - 3.43 m = Argilla. Rari resti vegetali sparsi. Colore grigio 2.5Y 5/1. Intervallo di colorazione marrone (1.70 - 1.75). HCl: 4;
- 3.43 - 4.70 m = Argilla. Colore 2.5Y 6/1. Assenza di resti vegetali. HCl: 4
- 4.70 - 5.80 m = Argilla organica. Colore 10YR 4/2. Abbondanti resti vegetali, a volte di colore arancione e rossastro.
- 5.80 - 6.60 m = Argilla organica. Meno umida dei gli intervalli precedenti. Colore 10YR 2/2. Sparsi resti vegetali. HCl: 0;

Carotaggio RST6

Data 28/3/19, coordinate (45.9415376; 12.6413031), quota 12.9 m s.l.m., profondità raggiunta 7.10 m, profondità falda 4.40 m.

- 0 - 0.60 m = Arativo, Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 6/3. HCl: 4;
- 0.60 - 2.20 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 6/3. Presenza di screziatura di colore grigio. HCl: 4;
- 2.20 - 3.00 m = Limo argilloso. Colore grigio 2.5Y 6/2. Presenza di screziature ocracee 2.5Y 6/4. HCl: 4;
- 3.00 - 3.80 m = Argilla limosa. Colore 2.5Y 6/3. Presenza di screziature ocracee;
- 3.80 - 4.40 m = Limo sabbioso con componente organica. Colore grigio scuro 2.5Y 6/1. HCl: 4;

- 4.40 - 6.10 m = Limo sabbioso con componente organica. Colore 2.5Y 3/1. Presenza di intervalli centimetrici costituiti da limo 2.5Y 4/2, centimetrici (4.78; 5.13; 5.24). HCl: 4;
- 6.10 - 6.30 m = Sabbia debolmente limosa. Granulometria fine. Colore 2.5Y 6/3;
- 6.30 - 6.60 m = Limo sabbioso con componente organica. Colore 2.5Y 3/1. HCl: 4;
- 6.60 - 6.90 m = Sabbia fine debolmente limosa. Colore 2.5Y 6/3. HCl: 4;
- 6.90 - 7.10 m = Limo sabbioso con componente organica. Colore 2.5Y 3/1. HCl: 4;

Carotaggio RST7

Data 17/4/19, coordinate (45.9415614; 12.6398071), quota 11.6 m s.l.m., profondità raggiunta 8.40 m, profondità falda 1.80 m.

- 0.00 - 0.55 m = Arativo attuale. Limo sabbioso (sabbie fini, < 25%). Colore 2.5Y 5/3
- 0.55 - 1.10 m = Limo e Limo debolmente sabbioso. Colore 2.5Y 6/4. Rara presenza di screziature. Limite inferiore graduale.
- 1.10 - 1.80 m = Limo e limo argilloso (argilla < 20%). Colore 2.5Y 6/4. Presenza da comune ad abbondante di screziature (2 mm) (2.5Y 5/4) e concrezioni carbonatiche tenere (1 - 2 mm). Verso il fondo presenza comune di frammenti di carbone millimetrici. Limite inferiore graduale. Livelli di limi sabbiosi tra 1.45 - 1-65 m.
- 1.80 - 2.05 m = Limo debolmente organico argilloso (< 30%). Colore 2.5Y 5/2. Comune presenza di bioturbazioni e laminazioni millimetriche mal conservate per bioturbazione.
- 2.05 - 2.75 m = Limo argilloso (< 20%) passanti a limi grossolani verso il letto. Colore gley. Comune presenza di screziature ocracee (2 mm). Limite inf. bioturbato.
- 2.75 - 2.90 m = Limo organico-torboso. Colore 10YR 2/2. Presenza di resti vegetali. Limite inferiore netto.
- 2.90 - 3.40 m = Limo argilloso (25%) molto debolmente organico. Colore 2.5Y 4/1. Limite inferiore transizionale e bioturbato da radici. Presenza di macroresti.
- 3.40 - 4.80 m = Limo. Colore grigio chiaro 6/10Y. A 3.90 diventano Limo argilloso (>30%) e argille limose grigie molto chiare. Limite inferiore transizionale.
- 4.80 - 5.74 m = Limo argilloso e argille molto debolmente organiche. Colore 5Y 6/1.
- 5.74 - 6.50 m = Limo al tetto che passa a Limo argilloso (30%) debolmente organico al fondo. Colore 10YR 5/1. Limite inferiore presumibilmente netto ma disturbato da carotaggio. Presenza da rara a quasi comune si frammenti vegetali millimetrici.
- 6.50 - 8.40 m = Limi organici-torbosi. Molto consistenti e adesivi (difficoltà nell'effettuare il carotaggio). Colore 10YR 2/2. Presenza di un livello più torboso (7.40 - 7.80);

Analizzando il profilo del Transetto 1 – Rustighel (Fig. 5.19), possiamo notare come il sondaggio RST4 sia stato effettuato su depositi aventi quote maggiori rispetto a quelle che caratterizzano la piana alluvionale e corrisponde alla superficie LGM. I restanti quattro sondaggi sono stati eseguiti all'interno della piana alluvionale del Fiume Noncello e sono caratterizzati da tessiture prevalentemente fini, caratterizzandosi soprattutto per la presenza di alternanze di depositi torbosi, limi argillosi, limi, limi sabbiosi. A tal proposito è possibile osservare una differenza tra i depositi torboso-organici incontrati nel sottosuolo delle due sponde del corso d'acqua.

Infine, prendendo in considerazione il sondaggio (SOND. 172) presente nella banca dati della Regione Friuli-Venezia Giulia e descritto nel paragrafo 5.3.2, è stato possibile ipotizzare una correlazione tra i depositi torbosi presenti in esso e le informazioni ottenute dalle nuove indagini. In particolare, esso presenta depositi di torba tra 8.90 -9.00 m dal p.c. che sono verosimilmente correlabili ai depositi torbosi rinvenuti tra i 6.50 - 8.40 nel sondaggio RST7. Inoltre, i depositi ghiaiosi alle profondità di 9.00 - 11.20 m dal p.c. del sondaggio (SOND. 172), permettono di ipotizzare la presenza di depositi grossolani a poche decine di centimetri sotto la massima profondità raggiunta dal sondaggio RST7.

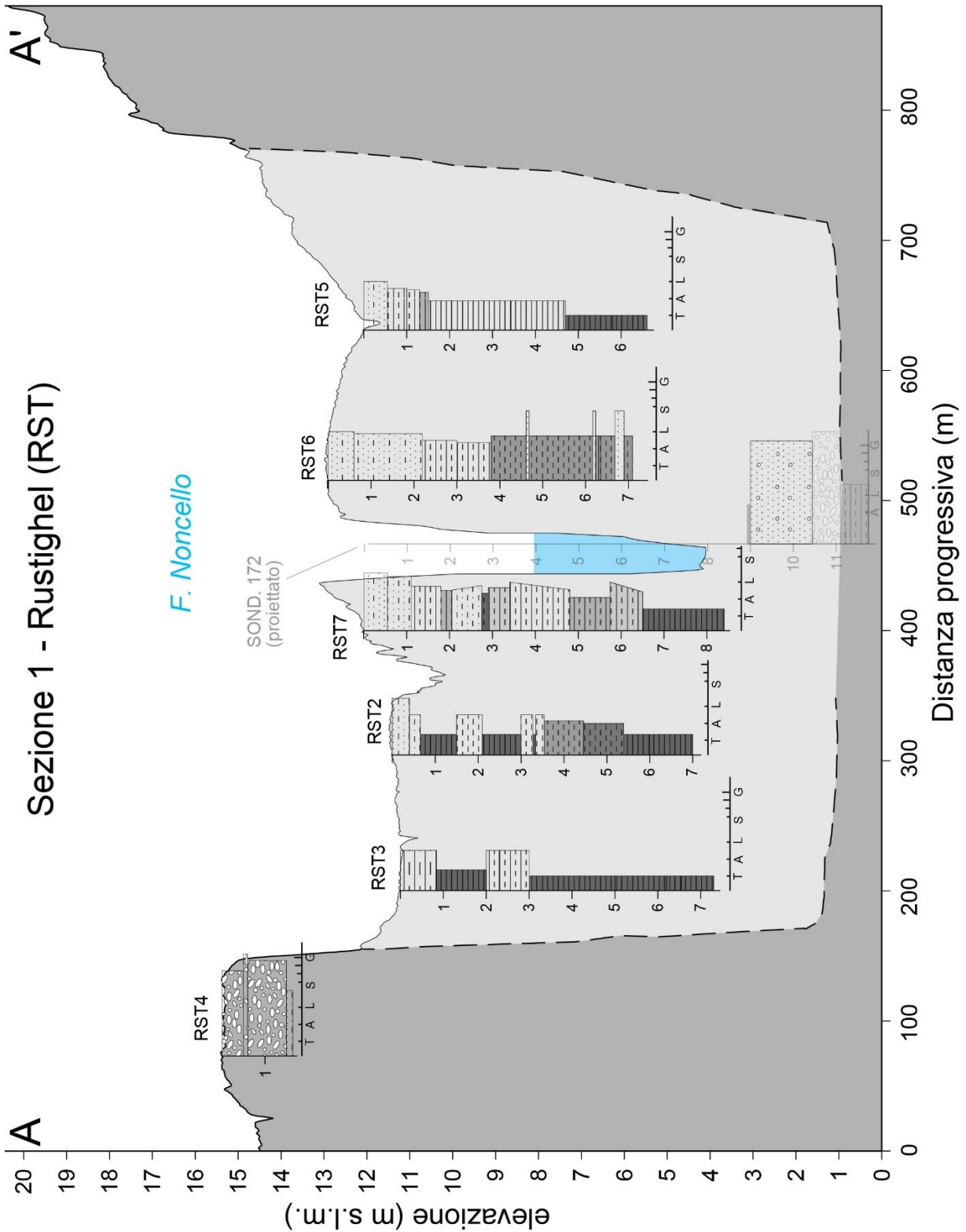


Figura 5.19: Profilo stratigrafico A-A' riferito al Transetto 1 - Rustighel (RST). Sono state riportate le stratigrafie dei 6 sondaggi eseguiti dallo scrivente e i livelli ghiaiosi (linee spezzate) del sondaggio preesistente SOND.172. Le aree di colore grigio scuro rappresentano i depositi LGM. Le aree di colore grigio chiaro rappresentano i depositi recenti post-LGM - Attuale della valle del Noncello.



Figura 5.20: Fotografia del sondaggio RST2 con profondità max. 7.20 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.21: Fotografia del sondaggio RST3 con profondità max. 7.30 m. Ogni spezzone misura 1 m.

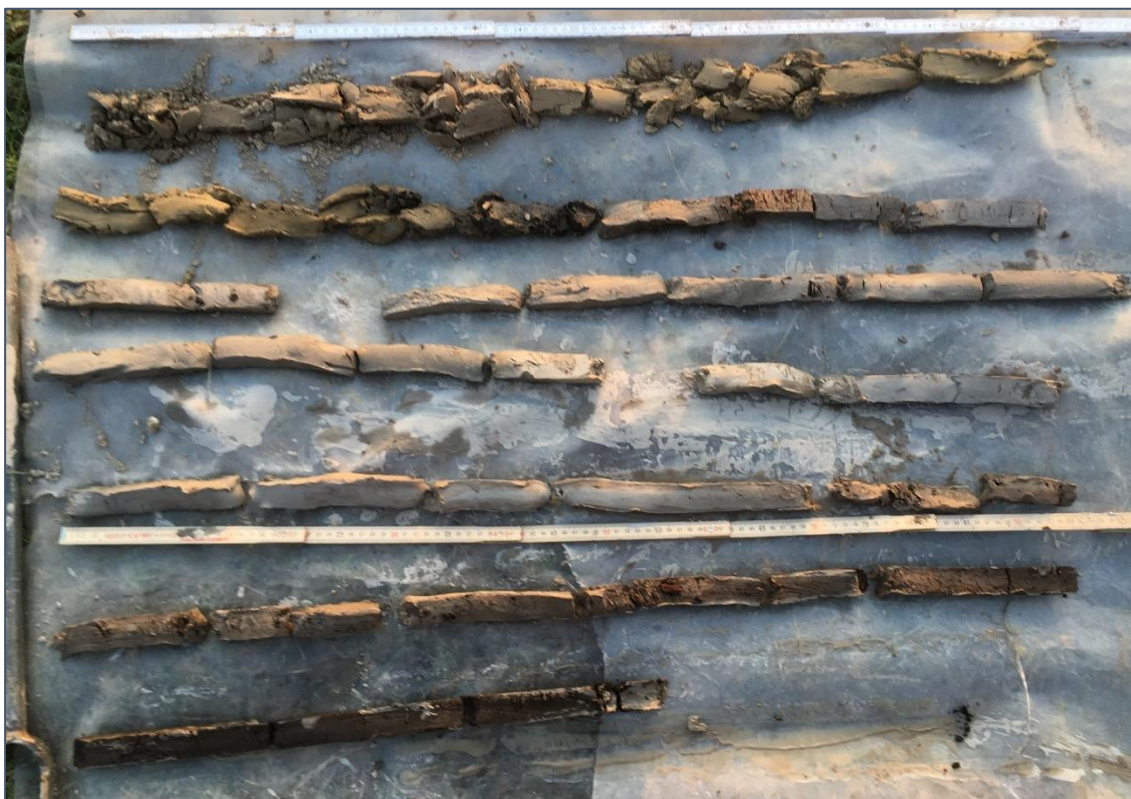


Figura 5.22: Fotografia del sondaggio RST5 con profondità max. 6.60 m. Ogni spezzone misura 1 m.

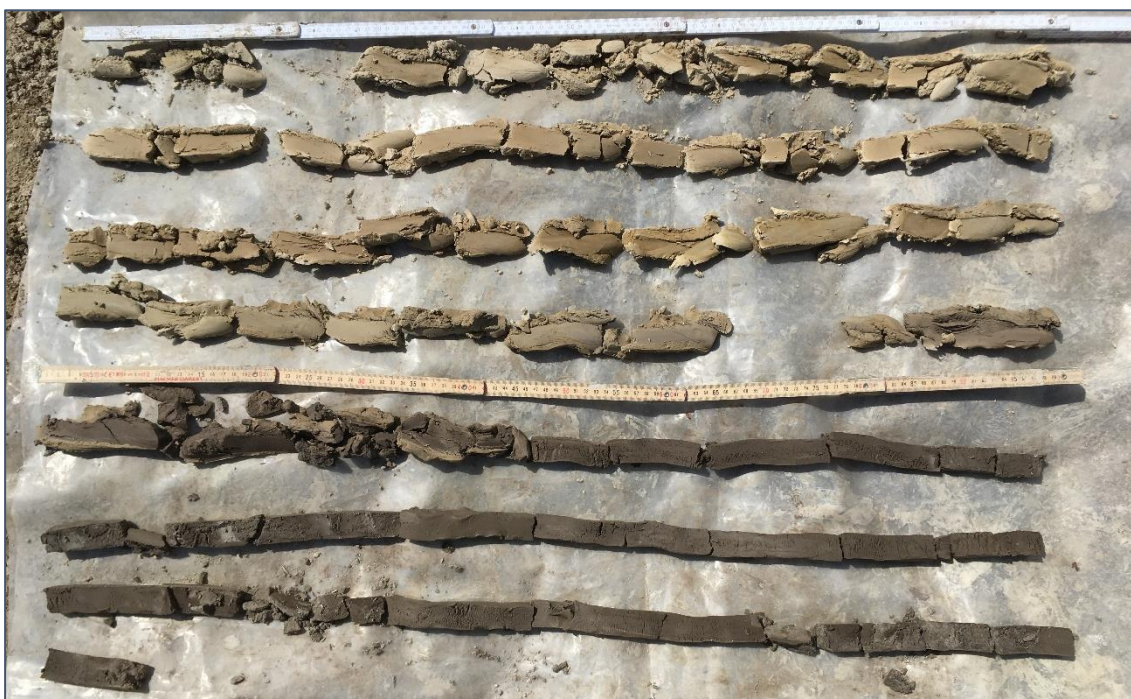


Figura 5.23: Fotografia del sondaggio RST6 con profondità max. 7.10 m. Ogni spezzone misura 1 m.

5.3.4.2 Transetto 2 - Case Mariz (MRZ)

Il Transetto 2 è stato effettuato nei pressi della località Case Mariz nel Comune di Pordenone, mentre il lato in sinistra idrografica del fiume ricade nella località di Rondover del comune di Porcia. Sono stati eseguiti quattro sondaggi manuali ubicati all'interno della valle incisa del corso Noncello in direzione pressoché ortogonale al corso stesso (Fig. 5.20).

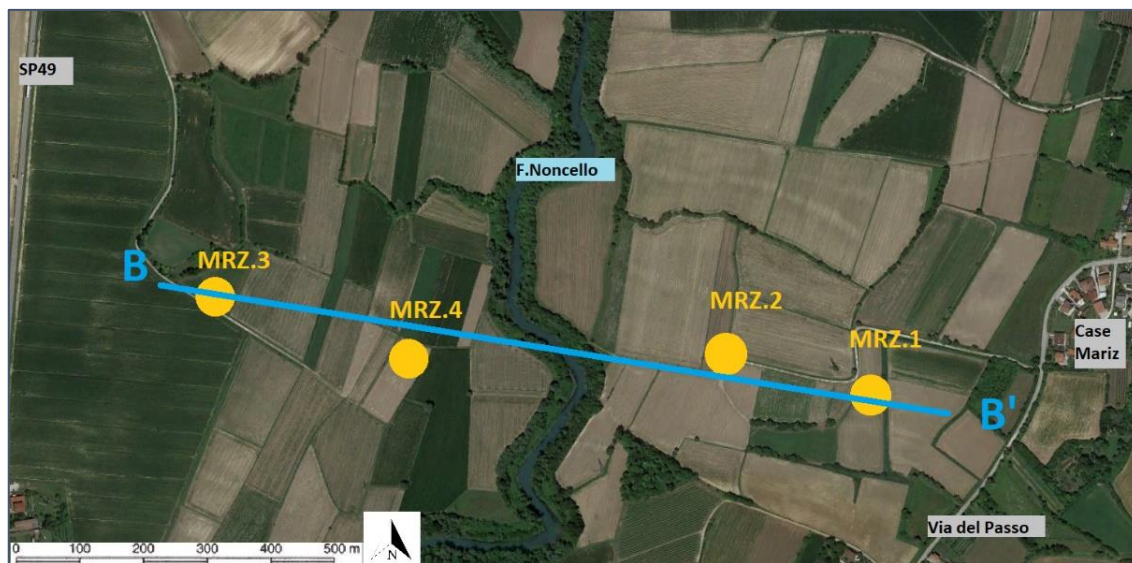


Figura 5.24: Stralcio da immagine www.GoogleMaps.com. In figura si nota la distribuzione dei quattro sondaggi (cerchi gialli) effettuati nei pressi della località Case Mariz. La traccia del transetto è indicata con la linea blu

Carotaggio MRZ1

Data 6/3/19, coordinate (45.9233770; 12.6281780), quota 13.4 m s.l.m., profondità raggiunta 3.70 m, profondità falda 1.80 m.

- 0.00 - 0.40 m = Arativo, Limo debolmente sabbioso. Colore 2.5Y 5/3. Clasti dispersi aventi dimensioni ≈ 1 mm di diametro. HCl: 4;
- 0.40 - 0.90 m = Limo argilloso debolmente sabbioso. Colore 2.5Y 6/3. HCl: 4;
- 0.90 - 1.60 m = Limo argilloso. Colore 2.5Y 6/2. Presenza di screziature arancioni. Presenza di resti vegetali (frustoli, radici) e di frammenti di gusci. Nei primi 5 cm (1.55 - 1.60 m) dello strato sono presenti rari clasti ($\varnothing = 1-3$ mm) subarrotondati. Il colore è più scuro dello strato soprastante 2.5Y 5/1 - 4/1. Più argilloso, più organico. HCl: 2;
- 1.60 - 2.50 m = ghiaie in abbondante matrice limosa. Clasti di dimensioni $\varnothing = 0.5$ cm, subarrotondati/subangolosi. Composizione prevalentemente carbonatica (qualche raro quarzo).
- 2.50 - 2.90 m = Argilla limosa. Colore 2.5Y 4/1. Presenza di clasti dispersi (nell'intervallo 2.65 - 2.75 m), i clasti hanno dimensioni i circa $\varnothing = 1-3$ mm, sono alterati. Presenza di piccoli resti vegetali (2.80 m). HCl: 1;
- 2.90 - 3.70 m = Argilla limosa. Colore 2.5Y 6/2. Presenza di rari clasti ($\varnothing = 1-2$ mm) alterati e di composizione carbonatica. Presenza di screziature. HCl: 1;

Carotaggio MRZ2:

Data 6/3/19, coordinate (45.9237047; 12.6259772), quota 14.0 m s.l.m., profondità raggiunta 5.80 m, profondità falda 2.00 m.

- 0.00 - 0.50 m = Limo sabbioso, arativo. Colore 2.5Y 6/3. Clasti rari di dimensioni ($\varnothing \approx 2$ mm);
- 0.50 - 0.90 m = Limo debolmente sabbioso. Colore 2.5Y 6/3. HCl:4
- 0.90 - 1.30 m = Limo. Colore 2.5Y 6/3. Rari resti vegetali carbonatici (frustoli). HCl: 4;
- 1.30 - 2.10 m = Limo argilloso. Colore che varia dal tetto alla base passando da 2.5Y 6/1 a 2.5Y 5/1. Presenza abbondante di screziature di colore arancione. Le screziature aumentano con la profondità passando da (10% a 30%). HCl (top) 4; HCl (bed) 2;
- 2.10 - 2.35 m = Ghiaia in abbondante matrice limosa. Clasti subarrotondati pedogenizzati. Composizione dei clasti prevalentemente carbonatica. Presenza di resti vegetali (frustoli di dimensioni massime di 1 cm, alterati).
- 2.35 - 2.50 m = Intervallo con minor presenza di ghiaia. Aumenta la matrice di tipo limoso sabbiosa.
- 2.50 - 2.60 m = Ghiaia in abbondante matrice limosa (GMS). Clasti subarrotondati molto pedogenizzati. Composizione dei clasti prevalentemente carbonatica di dimensione media ($\varnothing \approx 1$ cm). Presenza di resti vegetali (frustoli di dimensioni massime di 1 cm, alterati).
- 2.60 - 3.15 m = Limo argilloso, diminuisce limo con la profondità. Colore che varia dal tetto alla base passando da 2.5Y 6/1 a 5Y 6/1. Presenza di screziature ocracee. Comuni resti vegetali (frustoli con dimensioni variabili da 1 mm a 1cm). HCl (top) 2; HCl (bottom): 1;
- 3.15 - 4.90 m = Limo debolmente argilloso. Colore 5Y 6/3. Comuni resti vegetali ossidati con lunghezza variabile tra 2-3 cm. Rare screziature ocracee (5%). HCl: 2/3;
- 4.90 - 5.40 m = Argilla limosa molto organica; Colore (top) 2.5Y 5/1 e colore (bed) 5Y 5/1. La percentuale organica aumenta con la profondità. Gli ultimi 5 cm sono di colore 10YR 2/1 con reazione all' HCl: 0;
- 5.40 - 5.53 m = Ghiaie in matrice limoso argillosa. Clasti di dimensioni $\varnothing > 1$ cm. Limite inferiore erosivo;
- 5.53 - 5.80 m = Limo argilloso con sabbia fine. Colore 5Y 7/1. Presenza di concrezioni carbonatiche ($\varnothing \approx 2$ cm) dure nell'intervallo (5.58 - 5.66 m). HCl: 4;

Carotaggio MRZ3:

Data 12/3/19, coordinate (45.9243279; 12.6175005), quota 13.40 m s.l.m., profondità raggiunta 7.10 m, profondità falda 0.90 m.

- 0.00 - 0.55 m = Limo sabbioso debolmente argilloso. Colore 2.5Y 5/2. Presenza di resti vegetali (radici). Assenza di clasti. HCl: 3/4;
- 0.55 - 0.90 m = Limo debolmente argilloso. Colore 2.5Y 5/3. Diffuse screziature color mattone. Rari frammenti di gusci non riconoscibili. HCl: 3/4;
- 0.90 - 1.20 m = Limo argilloso. Abbondanti screziature di colore verde/arancione. Comuni frammenti di gusci. HCl: 2/3;
- 1.20 - 2.75 m = Argilla limosa. Colore (top) 2.5Y 5/1, colore (bed) 2.5Y 6/1. Presenza resti vegetali (rametti, foglie, frustoli) ben conservati. Nell'intervallo (1.20 - 1.65 m) le screziature assumono colore marrone scuro e diminuiscono di spessore con la profondità;

Negli intervalli (1.50 - 1.60); (1.73 - 1.90); (2.40 - 2.55) la materia organica diviene dominante. Strati di colore scuro 10YR 2/1;

- 2.75 - 6.30 m = Alternanze di argille limose e argille debolmente limose. Colore 5Y 5/1. Localmente presenti frustoli isolati (5.50 m) e (4.60 m). Intervallo omogeneo. HCl: 3;
- 6.30 - 7.10 m = Argilla con alto contenuto organico. Colore 10YR 4/2. Presenza di resti vegetali. HCl: 1;

Carotaggio MRZ4:

Data 12/3/19, coordinate (45.2938901; 12.6204797), quota 14.00 m s.l.m., profondità raggiunta 6.80 m, profondità falda 3.00 m.

- 0.00 - 0.35 m = Sabbia limosa. Arativo. Coesione quasi assente. Assenza di clasti.
- 0.35 - 1.00 m = Limo sabbioso (sabbia fine). Coesione maggiore dell'intervallo precedente. HCl: 4;
- 1.00 - 1.70 m = Limo debolmente argilloso. Colore 2.5Y 6/2. Presenza di screziature di colore arancione, più diffuse nella parte alta e più sottili, meno diffuse e con uno spessore maggiore nella parte finale dell'intervallo. HCl: 3;
- 1.70 - 1.90 m = Limo sabbioso, sabbia fine. HCl: 4;
- 2.00 - 2.25 m = Limo debolmente argilloso. HCl: 3;
- 2.25 - 3.00 m = Limo argilloso. Colore grigi scuro 2.5Y 5/2. Presenza di screziature diffuse (top) che diminuiscono di frequenza verso la base. Negli intervalli (2.52 - 2.62 m) e (2.95 - 3.00 m) sono presenti ossidazioni di radici verticali. HCl: 2;
- 3.00 - 4.90 m = Limo argilloso. Colore 2.5Y 6/1. Rari frammenti di gusci sparsi. HCl (top) 2; HCl (bottom) 3/4. Nell'intervallo (3.00 - 3.20 m) presenza di screziature ocracee. Nell'intervallo (4.15 - 4.20 m) presenza resti vegetali maggiore;
- 4.90 - 6.80 m = Argilla debolmente limosa. Colore 2.5Y 6/1 che diviene più chiaro verso la base. HCl: 3/4. Nell'intervallo (5.10 - 6.80 m) presenza di una singola concrezione carbonatica dura (5.10 m), e sparse concrezioni carbonatiche tenere ($\varnothing \approx 1$ mm).

Analizzando il profilo relativo al Transetto 2 - Case Mariz (Fig. 5.20), si nota come la totalità dei sondaggi effettuati siano all'interno della piana alluvionale del fiume Noncello. I depositi incontrati confermano la presenza di alternanze di sedimenti prevalentemente fini (limi argillosi e limi sabbiosi), ad eccezione dei sondaggi (MRZ2 e MRZ1), i quali, invece, a profondità di circa 2 m dal p.c. presentano depositi costituiti da ghiaie in matrice limoso sabbiosa.

In questo transetto non sono stati individuati depositi di età LGM, è comunque plausibile la presenza di questi a più elevate profondità.

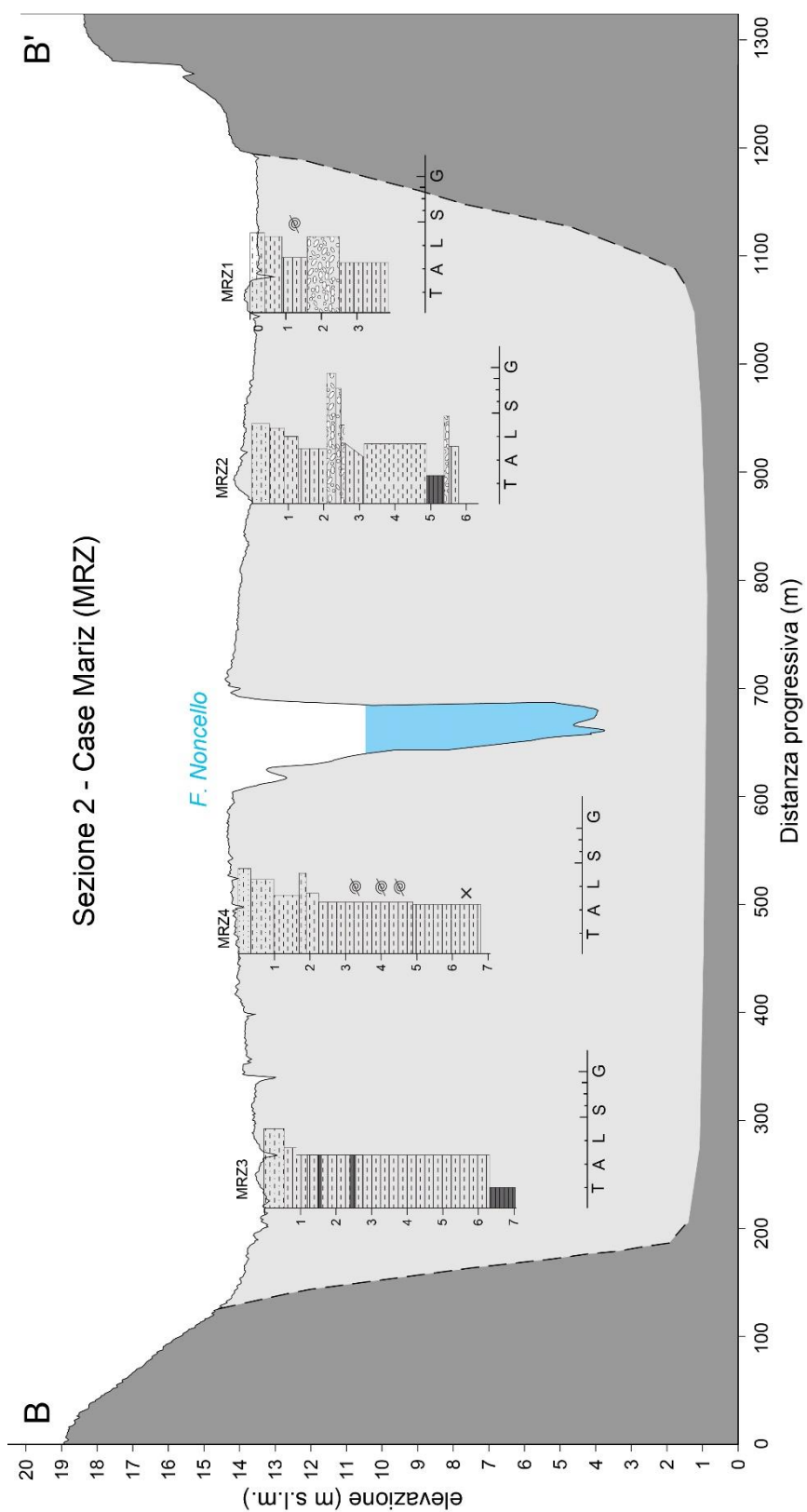


Figura 5.25: Profilo stratigrafico B-B' riferito al Transetto 2 - Case Mariz (MRZ). Sono state riportate le stratigrafie dei 4 sondaggi eseguiti dallo scrivente. Le aree di colore grigio scuro rappresentano i depositi LGM. Le aree di colore grigio chiaro rappresentano i depositi recenti post-LGM - Attuale della valle del Noncello.



Figura 5.26: Fotografia del sondaggio MRZ1 con profondità max. 3.70 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.27: Fotografia del sondaggio MRZ2 con profondità max. 5.80 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.28: Fotografia del sondaggio MRZ3 con profondità max. 7.10 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.29: Fotografia del sondaggio MRZ4 con profondità max. 6.80 m. Ogni spezzone misura 1 m.

5.3.4.3 Transetto 3 - Rondover (ROND)

Il transetto 3 è stato effettuato nei pressi della frazione Rondover nel Comune di Porcia e nel lato in destra idrografica del F. Noncello è presente la parte meridionale della località di Vallenoncello. Sono stati eseguiti quattro sondaggi manuali ubicati lungo una linea perpendicolare all'andamento della valle incisa del corso Noncello (Fig. 5.22), in particolare i sondaggi ROND1 e ROND6 sono stati effettuati su superfici pleistoceniche, poste a quote più alte rispetto all'interno della valle, mentre i sondaggi ROND2, ROND3, ROND4, ROND5 sono stati effettuati all'interno della valle, in depositi recenti.

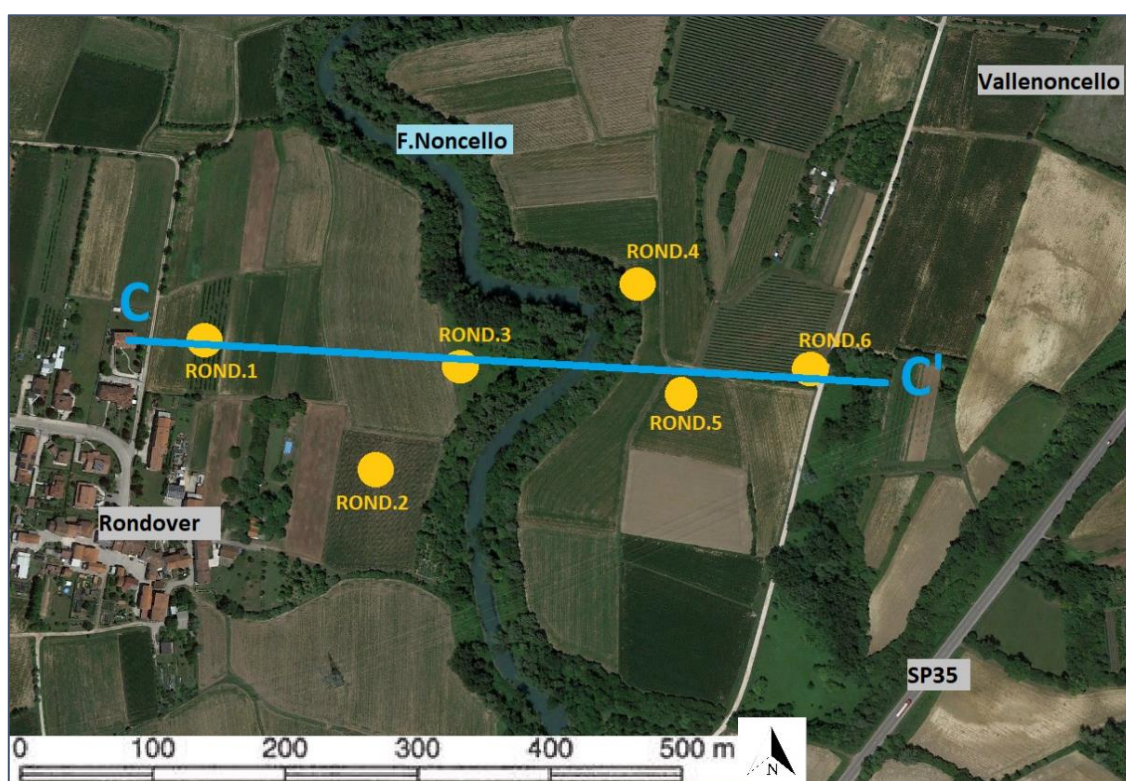


Figura 5.30: Stralcio da immagine da www.GoogleMaps.com. In figura si nota la distribuzione dei quattro sondaggi effettuati nei pressi della località Rondover. Il transetto (linea blu) ha un'orientazione pressoché ortogonale al corso d'acqua Noncello. I sondaggi effettuati sono rappresentati da cerchi rossi con la loro relativa nomenclatura identificativa.

Carotaggio ROND1:

Data 16/4/19, coordinate (45.916312; 12.619450), quota 18.6 m s.l.m., profondità raggiunta 3.20 m, profondità falda 2.50 m dal p.c.

- 0.00 - 0.90 m = Limo argilloso, Arativo. Colore 10YR 5/3. HCl: 3/4;
- 0.90 - 1.20 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 5/4. Presenza di clasti sparsi di dimensione ($\varnothing \approx 0.5$ cm) di composizione prevalentemente carbonatica. HCl: 4;

- 1.20 - 1.80 m = Limo argilloso. Colore 10YR 5/4. Rari resti vegetali (frustoli verticali). HCl: 4;
- 1.80 - 2.10 m = Limo sabbioso debolmente argilloso. Colore 2.5Y 5/4. Frequenti concrezioni carbonatiche di dimensioni $\varnothing \approx 0.5$ cm. Presenza di screziature ocracee. HCl: 4;
- 2.10 - 2.55 m = Limo sabbioso (umido). Colore 2.5Y 6/3. Presenza di screziature ocracee. HCl: 4;
- 2.55 - 2.80 m = Argilla dura cementata. Colore 2.5Y 6/1. Abbondanti concrezioni carbonatiche ($\varnothing \approx 0.5$ cm). Presenza diffusa di screziature ocracee. HCl: 4;
- 2.80 - 3.05 m = Argilla limosa meno cementata. Colore 2.5Y 6/3. Assenza di screziature. HCl: 4;
- 3.05 - 3.10 m = Argilla limosa. Colore grigio chiaro 2.5Y 7/2. Presenza di clasti ($\varnothing \approx 1-2$ cm) di composizione carbonatica. Presenza di clasti di selce. HCl: 4;
- 3.10 - 3.20 m = Argilla limosa. Colore grigio chiaro 2.5Y 7/2. Presenza di resti vegetali ossidati. HCl: 4;

Carotaggio ROND2:

Data 16/4/19, coordinate (45.9154778; 12.6212388), quota 14.5 m s.l.m., profondità raggiunta 7.00 m, profondità falda 1.60 m dal p.c.

- 0.00 - 0.70 m = Limo sabbioso, arativo. Colore 2.5Y 5/3. HCl: 4;
- 0.70 - 0.90 m = Limo argilloso. 2.5Y 5/3. Presenza di screziature ocracee. HCl: 4;
- 0.90 - 1.60 m = Limo argilloso. Colore grigio chiaro 2.5Y 6/3. Abbondanti screziature ocracee. HCl: 4;
- 1.60 - 3.30 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 5/4. Nell'intervallo 1.55 - 2.00 m) sono presenti screziature ocracee. Nell'intervallo (2.00 - 2.45 m) le screziature sono assenti ed è presente un clasto di composizione carbonatica ($\varnothing \approx 1$ cm). Nell'intervallo (2.45 - 3.30 m) sono presenti screziature ocracee ed è presente una concrezione carbonatica dura ($\varnothing \approx 1$ cm) a 3.30 m. HCl (top): 4; HCl (bottom): 2/3;
- 3.30 - 6.00 m = Limo. Colore 2.5Y 6/1. Rare screziature ocracee. HCl: 3/4. Nell'intervallo (3.30 - 3.50 m) presenza di sabbia fine.
- 6.00 - 7.00 m = Argilla limosa. Colore grigio/marrone scuro 10YR 5/2. Molto malleabile. HCl: 3/4;

Carotaggio RON3:

Data 1/6/19, coordinate (45.916112; 12.622215), quota 14.7 m s.l.m., profondità raggiunta 7.00 m, profondità falda 2.00 m dal p.c.

- 0.00 - 0.60 m = Arativo, Limo sabbioso. Colore 2.5Y 5/2. HCl: 4;
- 0.60 - 1.80 m = Limo sabbioso debolmente argilloso. Colore 2.5Y 5/3. Presenza di frammenti di gusci. A 1.70 m si nota la presenza di piccole screziature colore arancione. HCl: 4;
- 1.80 - 2.90 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 6/3. Presenza di resti di gusci. Presenza di screziature ocracee. Tra 2.00 e 2.10 m sono presenti resti vegetali carbonizzati e tracce di radici ossidate. A 2.70 m è presente un clasto ($\varnothing \approx 0.3$ cm) di composizione carbonatica, arrotondato e resti di laterizio rossastro. HCl: 4;

- 2.90 - 3.00 m = Limo argilloso debolmente sabbioso, Colore 2.5Y 6/2. Presenza diffusa di resti vegetali carbonizzati e resti di gusci. HCl: 3;
- 3.00 - 4.10 m = Limo a tratti limo debolmente argilloso. Colore 2.5Y 6/2. Presenza di screziature ocracee spesse. Presenza di clasti, puntini rossastri ossidati e presenza di resti vegetali carbonizzati millimetrici. A 3.30 m presenza di guscio ($\varnothing \approx 1$ cm) interno. A 3.50 m presenza di frammenti di gusci. A 3.70 m presenza di gusci e resti vegetali ossidati. HCl: 4;
- 4.10 - 4.65 m = Limo debolmente argilloso. Colore grigio/azzurino 5Y 6/1. Presenza di screziature spesse ocracee. Presenza di tracce ossidate di radici e resti carbonizzati. HCl: 4;
- 4.65 - 5.30 m = Limo argilloso. Colore grigio/azzurino 5Y 6/1. Rare screziature. Tracce di radici ossidate e rari resti di gusci. HCl: 4;
- 5.30 - 6.00 m = Argilla limosa. Colore grigio/azzurino 5Y 6/1. Rare screziature. Tracce di radici ossidate e rari resti di gusci. HCl: 4;
- 6.00 - 6.30 m = Argilla limosa grigia/azzurina 5Y 6/1. Presenza di screziature spesse di colore marrone. HCl:4;
- 6.30 - 6.50 m = Argilla debolmente limosa. Colore grigio/azzurino GLEY1 6/10Y. Presenza di screziature sottili ocracee. HCl: 4;
- 6.50 - 6.85 m = Argilla grigia/azzurra GLEY1 7/10Y. Presenza di resti carbonizzati. Rare screziature colore ocra. HCl: 4;
- 6.85 - 7.00 m = Argilla grigio/azzurina GLEY1 7/10Y. Rari frammenti di gusci.

Carotaggio ROND4:

Data 31/5/19, coordinate (45.916708; 12.624065), quota 14.55 m s.l.m., profondità raggiunta 6.80 m, profondità falda 2.40 m dal p.c.

- 0.00 - 0.40 m = Arativo, Sabbia limosa (sabbia fine). Colore marrone 2.5Y 6/4; Sedimenti sciolti;
- 0.40 - 1.00 m = Arativo, Limo sabbioso. Colore marrone scuro 2.5Y 6/4;
- 1.00 - 1.30 m = Limo sabbioso debolmente argilloso. Colore marrone scuro 2.5Y 6/4. Omogeneo. HCl: 4;
- 1.30 - 2.40 m = Limo argilloso con sabbia. Colore grigio/marrone. Presenza di screziature ocracee. Rari resti vegetali carbonizzati. HCl: 4;
- 2.40 - 3.30 m = Limo argilloso. Colore grigio 2.5Y 5/1. Presenza di screziature ocracee e di tracce di radici ossidate. Da 2.90 a 3.05 m, presenza di clasti di composizione carbonatica aventi diametri compresi tra \varnothing 0.3 e 1.5 cm. HCl: 4;
- 3.30 - 5.00 m = Limo argilloso. Colore grigio /azzurro 5Y 6/1. Frequenti resti vegetali carbonizzati di dimensioni millimetriche. HCl: 2/3;
- 5.00 - 6.40 m = Argilla limosa. Colore grigio/azzurro 5Y 6/1. Rara presenza di resti vegetali carbonizzati. HCl: 2/3;
- 6.40 - 6.80 m = Argilla limosa con contenuto organico. Colore grigio scuro 5Y 5/1. HCl: 2.

Carotaggio RON5:

Data 31/5/19, coordinate (45.9160584; 12.6145453), quota 14.2 m s.l.m., profondità raggiunta 7.00 m, profondità falda 1.70 m dal p.c.

- 0.00 - 0.25 m = Arativo, Limo sabbioso
- 0.25 - 0.65 m = Arativo, Limo sabbioso (sabbia fine). Colore marrone 2.5Y 6/4. Omogeneo. Umido. HCl: 4;
- 0.65 - 1.00 m = Limo debolmente sabbioso. Colore grigio con screziature ocracee. Presenza di frammenti di gusci. Frequenti screziature ocracee.
- 1.00 - 2.30 m = Limo sabbioso. Colore 2.5Y 6/1. Presenza di screziature di ocracee di colore 2.5Y 6/3 e 6/4. A 1.80 m le screziature diventano più spesse e più frequenti. HCl: 4;
- 2.30 - 2.45 m = Limo argilloso debolmente sabbioso. Colore 2.5Y 5/1. Presenza di screziature ocracee. Presenza di resti vegetali carbonizzati.
- 2.45 - 2.95 m = Limo argilloso. Colore grigio scuro. Rare screziature ocracee. Presenza di rari clasti sparsi di dimensioni comprese tra Ø 0.3 e 2.00 cm. Presenza di rari frammenti di gusci. HCl: 3;
- 2.95 - 5.40 m = Limo argilloso. Colore grigio/azzurro 5Y 6/1. Presenza di resti vegetali carbonizzati. Presenza di rari clasti. HCl: 4;
- 5.40 - 5.80 m = Argilla limosa. Colore grigio scuro 2.5Y 5/2. HCl: 4;
- 5.80 - 6.60 m = Argilla limosa organica. Colore grigio/marrone scuro. Presenza di resti vegetali carbonizzati. HCl: 2/3;
- 6.60 - 7.00 m = Limo argilloso di aspetto omogeneo. Colore 5Y 6/1. HCl: 3.

Carotaggio ROND6:

Data 1/6/19, coordinate (45.916017; 12.626031), quota 17.4 m s.l.m., profondità raggiunta 3.20 m, profondità falda 2.00 m dal p.c.

- 0.00 - 0.60 m = Arativo, Limo sabbioso. Colore marrone scuro 2.5Y 4/3. HCl: 4;
- 0.60 - 1.00 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 6/1. Presenza di screziature ocracee 2.5Y 6/4. Presenza di concrezioni carbonatiche (Ø≈ 0.3 cm) e frammenti di concrezioni carbonatiche. Presenza di tracce ossidate di radici. HCl: 4;
- 1.00 - 1.45 m = Limo argilloso con sabbia. Colore 2.5Y 5/1. Presenza di screziature ocracee. Presenza di piccole concrezioni carbonatiche (Ø= 0.2 - cm). HCl: 4;
- 1.45 - 2.10 m = Limo sabbioso. Colore quasi bianco 2.5Y 7/2. Abbondanti screziature ocracee. Compattezza mediocre. HCl: 4;
- 2.10 - 2.30 m = Sabbia limosa (sabbia fine). Colore marrone chiaro. Presenza di sparse screziature ocracee. HCl: 4;
- 2.30 - 2.40 m = Limo. Colore quasi bianco 2.5Y 7/2. Più consistente dell'intervallo precedente. HCl: 4;
- 2.40 - 2.50 m = Limo argilloso. Colore grigio chiaro. Presenza di screziature ocracee. Presenza di tracce ossidate di radici. HCl: 4;
- 2.50 - 3.10 m = Limo argilloso con sabbia. Colore grigio 2.5Y 6/1. Presenza di spesse screziature ocracee. HCl: 4;
- 3.10 - 3.20 m = Limo sabbioso debolmente argilloso. Colore 2.5Y 6/1. Presenza di spesse screziature ocracee. HCl: 4.

Analizzando il profilo relativo al Transetto 3 - Rondover, si può notare come i sondaggi ROND1 e ROND6 siano stati effettuati in punti aventi quote maggiori rispetto a quelle che caratterizzano la piana alluvionale, tali sondaggi sono infatti stati effettuati sui depositi di età LGM. I restanti quattro sondaggi sono stati eseguiti all'interno della piana d'esondazione del Fiume Noncello.

I depositi relativi ai sondaggi eseguiti all'interno della piana alluvionale sono caratterizzati da tessiture prevalentemente fini, disposte in alternanze di limi argillosi, limi e limi sabbiosi. È possibile comunque apprezzare un trend di diminuzione tessiturale con la profondità nei sondaggi ROND3, ROND4 e ROND5.

Non è stata intercettata la superficie LGM nel sottosuolo della piana alluvionale, comunque è stato possibile ipotizzare l'andamento della superficie (linea tratteggiata) grazie ai sondaggi effettuati alle quote più elevate quali ROND1 e ROND2 descritti in precedenza.



Figura 5.31: Profilo stratigrafico C-C' riferito al Transetto 3 - Rondover (ROND). Sono state riportate le stratigrafie dei 6 sondaggi eseguiti dallo scrivente. Le aree di colore grigio scuro rappresentano i depositi LGM. Le aree di colore grigio chiaro rappresentano i depositi recenti post-LGM - Attuale della valle del Noncello.



Figura 5.32: Fotografia del sondaggio ROND1 con profondità max. 3.20 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.33: Fotografia del sondaggio ROND2 con profondità max. 7.00 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.34: Fotografia del sondaggio ROND3 con profondità max. 7.00 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.35: Fotografia del sondaggio ROND4 con profondità max. 6.80 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.36: Fotografia del sondaggio ROND5 con profondità max. 7.00 m. Ogni spezzone misura 1 m.



Figura 5.37: Fotografia del sondaggio ROND6 con profondità max. 3.20 m. Ogni spezzone misura 1 m.

6 Discussioni

L'analisi dei dati cartografici e stratigrafici pregressi, uniti alle nuove informazioni raccolte durante il lavoro di tesi, consente di delineare l'evoluzione che ha coinvolto l'area di studio dal LGM all'Attuale. In particolare, dopo le ricerche di Alvisè Comel (1956a; 1956b) nella zona del centro di Pordenone e lungo il Fiume Noncello non ci sono stati altri lavori scientifici che abbiano considerato in dettaglio i processi geomorfologici e le fasi geologiche che hanno condotto all'attuale paesaggio presente nella zona. Si ritiene quindi interessante provare a descrivere in primo luogo il tema dell'evoluzione dell'area di Pordenone. In secondo luogo, grazie ai sondaggi effettuati nella valle del Noncello, verrà interpretata la possibile evoluzione verificatasi lungo il fiume, provando anche ad evidenziare i limiti dei metodi utilizzati e proponendo uno spunto per uno studio futuro più approfondito, in grado di fornire nuovi risultati.

6.1 Evoluzione dell'area di Pordenone

Le classi tessiturali analizzate sul terreno e l'osservazione dei dati relativi alle indagini preesistenti su tutto il territorio di tesi hanno evidenziato il cambiamento granulometrico dei depositi al passaggio dalle aree di alta pianura alle aree di bassa pianura.

La transizione tra le due tipologie di depositi è ben evidente a livello della fascia delle risorgive, dove sono presenti depositi aventi classi tessiturali varie, con un trend generale di passaggio da tessiture GSM (ghiaia, sabbia e limo) a SMG (sabbia limoso ghiaiosa).

In particolar modo, l'analisi delle indagini profonde preesistenti ha premesso di recuperare informazioni riguardo alle classi tessiturali dei depositi del primo sottosuolo e del sottosuolo profondo nelle aree inaccessibili in fase di rilevamento su terreno o nelle aree che presentano un forte impatto antropico. Il centro storico di Pordenone che, a differenza delle altre zone nell'area di tesi, non permetteva di acquisire nuovi dati riguardanti le tessiture superficiali, è stato studiato grazie ai dati preesistenti, tentando un'analisi areale del primo sottosuolo. Dalla analisi effettuate è stato possibile dedurre alcuni elementi che possono descrivere l'evoluzione dell'area di Pordenone

6.1.1 Tessiture superficiali anomale

In alcuni punti, sono state cartografate dallo scrivente delle porzioni, di ampiezza limitata, di depositi aventi tessiture differenti rispetto a quelle prevalenti nell'area circostante. Nella Fig. 6.1 è stato riportato uno stralcio della Cartografia delle tessiture superficiali, raffigurante un'area compresa tra le località facenti parte del comune di Porcia quali Spinazzedo II, Rive, Baros e Palse.

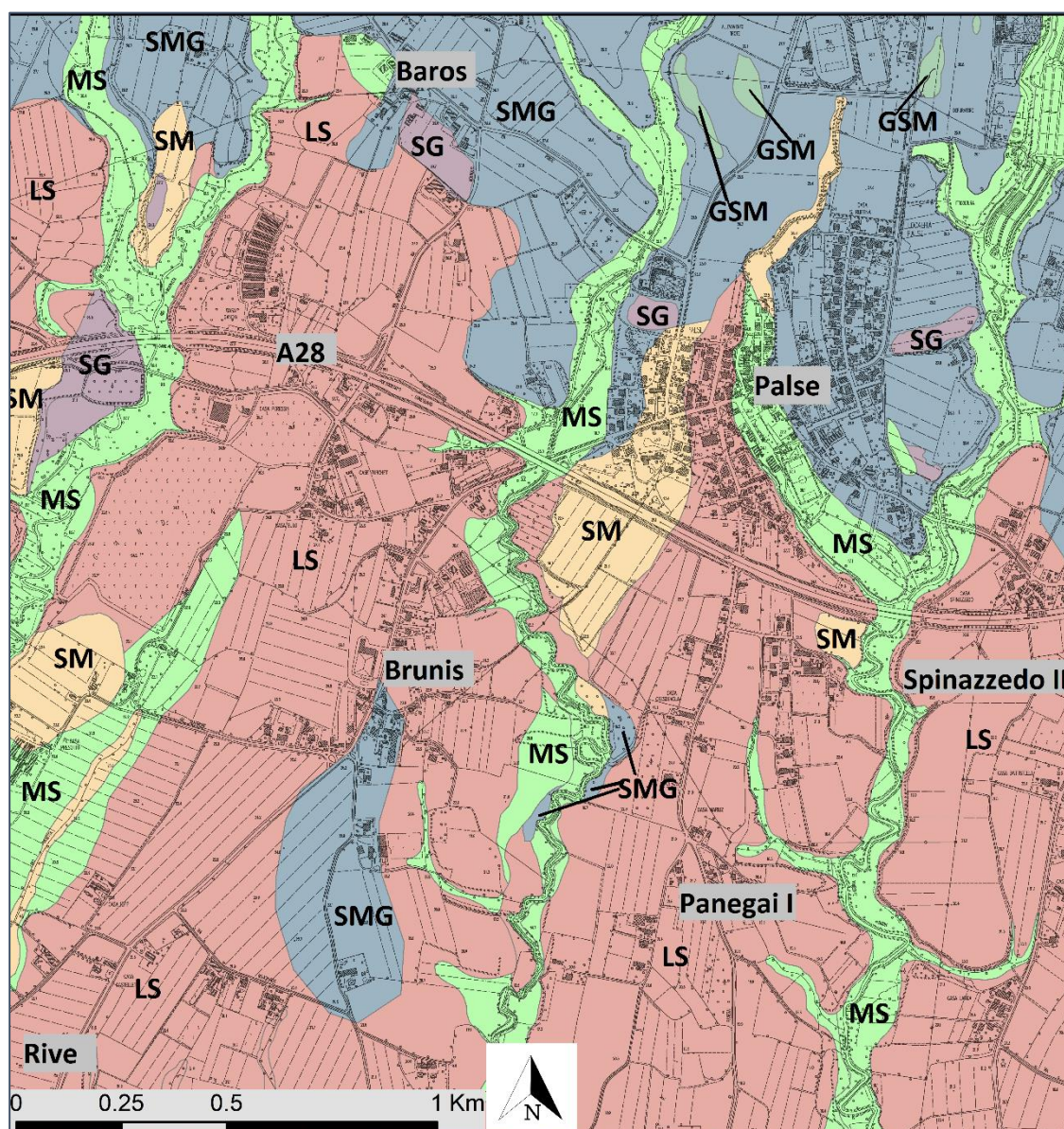


Figura 6.1: Stralcio della Cartografia delle tessiture superficiali relativo all'area tra le frazioni facenti parte del comune di Porcia quali: Spinazzedo II, Rive, Baros e Palse. Si possono notare le porzioni limitate di depositi aventi classi tessiturali differenti da quelle circostanti. Possiamo notare come tali porzioni siano costituite da depositi con tessiture maggiori delle circostanti. Per la legenda delle sigle utilizzate nelle classi tessiturali si rimanda al paragrafo 4.8.3.

Queste sono costituite, in prevalenza, da depositi con granulometria maggiore delle aree circostanti; un esempio è osservabile a sud della località di Brunis in Fig. 6.1, dove i depositi sabbioso limosi (SM), sabbioso limosi con ghiaie (SMG) e sabbie e ghiaie (SG), sono inserite in una ben più estesa zona di depositi limoso sabbiosi (LS).

Quando i depositi grossolani si trovano in aree in cui la superficie è attribuibile all'unità di Vivaro (VIV), la loro presenza è riconducibile ad eventi di maggior trasporto solido da parte del fiume Cellina durante la formazione del conoide stesso. Mentre, quando tali depositi sono ubicati all'interno delle incisioni di risorgiva, è ipotizzabile che essi costituiscano sedimenti di tipo residuale, dovuti quindi ad un'asportazione da parte dei corsi di risorgiva del materiale fine della pianura LGM, lasciando in posto o rielaborando un po' i depositi più grossolani. In vari casi, le aree con tessitura differente che hanno un'estensione limitata non sono state mantenute nella cartografia finale per evitare un'eccessiva suddivisione. Ovviamente, nella cartografia geologica e, più in generale, in quella geotematica, sono necessarie delle scelte di disegno che sono frutto di un compromesso tra la qualità dei dati raccolti in campagna, della loro omogeneità e della scala finale di rappresentazione.

6.1.2 Sottosuolo del centro storico di Pordenone

Dall'analisi dei sondaggi profondi disponibili nel centro storico è stato possibile constatare la conformità delle tessiture presenti in tale area con quelle presenti nella restante carta, quindi con la transizione a tessiture di tipo ghiaioso sabbiose (GS) a ghiaioso sabbiose con limo (GSM), fino a sabbie limose con ghiaia (SMG). Di fatto, come accennato nel paragrafo 5.3.1.1, il sottosuolo del centro urbano di Pordenone presenta tre principali classi tessiturali distribuite su tre fasce disposte in direzione ONO-ESE. È possibile osservare una variazione delle classi tessiturali dei depositi seguendo la direzione di pendenza del conoide del Cellina. Infatti, si passa da depositi essenzialmente ghiaiosi a depositi con una presenza di livelli granulometricamente più fini, i quali aumentano di spessore e frequenza procedendo verso ESE.

6.1.3 Tessiture superficiali nell'area di centro storico di Pordenone

Dalle osservazioni dell'elaborato cartografico "Carta Geolitologica di superficie del comune di Pordenone" possiamo notare come, nell'area del centro storico di Pordenone, siano stati cartografati solamente depositi con tessiture sabbiose limose con ghiaie (SMG) e depositi di tipo antropico (Fig. 3.10), con la scomparsa della fascia (GS) che si sviluppa a partire dalla parte occidentale della carta rappresentata in Fig. 5.11.

Da queste analisi si è rilevata una classe tessiturale differente dei depositi superficiali di tale zona rispetto alle restanti aree analizzate. Si può dunque ipotizzare che questa distinzione sia dovuta ad un'importante attività antropica nel corso degli anni, la quale ha portato ad una completa modifica delle tessiture superficiali presenti nell'area. È possibile avvalorare tale ipotesi grazie all'osservazione dei dati di cartografia catastale storica risalenti al XIX secolo, raffiguranti la distribuzione del centro storico del comune di Pordenone nel 1840 (Fig. 5.6), e in cui si può notare la forte espansione urbana verificatasi in tale area durante gli ultimi 180 anni. Risulta interessante rilevare come, dal confronto della cartografia catastale pregressa con la cartografia geolitologica di superficie del comune di Pordenone (Fig. 3.10) e dalla analisi dei dati DTM, le aree di riporto antropico coincidano quasi totalmente con gli antichi corsi di risorgiva passanti nell'area circa due secoli fa. Tali aree ricoprono una porzione particolarmente estesa e sono distribuite su tutto il centro storico, ipotizzando presumibilmente che anche le porzioni non soggette a riporto possano aver subito un forte impatto antropico. Tale osservazione va ad accreditare l'ipotesi espressa in precedenza di una profonda modificazione generale delle tessiture superficiali nel settore in questione, le quali evidenziano quindi depositi aventi classi tessiturali contrastanti con il trend di distribuzione di queste in tutta l'area di tesi (Fig. 5.11).

6.1.4 Limite tra i sistemi deposizionali presenti nell'area di tesi

Un altro aspetto riguardante l'evoluzione dell'area di interesse è la presenza di depositi derivanti da tre bacini montani differenti. Infatti, dai dati bibliografici, è possibile notare come l'area sia uno dei luoghi ove i sistemi deposizionali del megafan del Tagliamento, del conoide del Cellina e del conoide del Meduna si incontrano. Per quanto riguarda i

depositi del bacino del Fiume Meduna, quelli presenti nell'area di tesi sono attribuibili alla unità di Grado (GRA) di età post-LGM - Attuale. L'estensione di tali depositi nell'area di tesi si limita alla valle stessa creata dal fiume Meduna. Quindi, i contatti con le altre unità stratigrafiche di Vivaro (VIV) e la subunità di Canodusso (SPB3) sono facilmente osservabili sia basandosi su analisi dei depositi che su osservazioni morfologiche. Mentre, le unità riferite ai depositi pleistocenici del Cellina (unità di Vivaro, VIV) e del Tagliamento (subunità di Canodusso, SPB3) non presentano depositi ghiaiosi nella parte di bassa pianura e, dunque, risulta inefficace applicare i criteri di analisi composizionale petrografica macroscopica dei clasti descritti nel capitolo 4,. Per questo motivo, non è stato possibile né confermare né obbiettare le osservazioni riportate nel lavoro di Comel (Comel, 1950; 1956a; 1956c). Data la notevole affidabilità dei rilievi effettuati da tale studioso, si è quindi mantenuta la suddivisione fornita nei suoi elaborati, ritenendo che lui abbia potuto vedere affioramenti che attualmente non sono disponibili. Da qui, si può confermare come l'area di tesi è costituita nella sua parte centro-orientale dal sistema deposizionale del megafan del Tagliamento, rimasto attivo fino al termine dell'LGM e l'inizio del periodo tardoglaciale (tra 22.000 e 19.000 anni fa) (Zanferrari et al., 2008d; 2008e; Fontana et al; 2014b). Invece, nella estesa zona occidentale dell'area di studio, i depositi presenti sono riconducibili al sistema deposizionale del conoide del Cellina e, nello spazio compreso tra quest'ultimo e quello del Tagliamento, sono presenti depositi correlabili al sistema deposizionale del conoide del Meduna. In base alle informazioni geocronologiche disponibili in letteratura, entrambi i conoidi del Cellina e del Meduna sono rimasti attivi fino allo Younger Dryas (10.800-9700 a.C.) (Avigliano et al. 2002a; 2002b).

6.1.5 Differenze tessiturali dei sistemi deposizionali presenti nell'area di tesi

Possiamo individuare nella zona sud-orientale della tesi la presenza di depositi limoso argillosi (M) e limoso argillosi con sabbia (MS), a differenza della restante parte centro orientale e sud-orientale, ove le classi tessiturali prevalenti corrispondono a limi sabbiosi (LS). Questa differenza trova risposta nelle dinamiche deposizionali dei megafan. Infatti,

la parte costituita prevalentemente da classi tessiturali più fini, limi argillosi, corrisponde ai depositi derivati dal sistema deposizionale del megafan del Tagliamento. La porzione del megafan che ricade all'interno dell'area di tesi appartiene alla sezione di bassa pianura di questo e, non meno importante, alla zona più distale con sviluppo verso occidente del conoide stesso. Questo comporta una presenza di sedimenti aventi classi tessiturali fini. L'area occidentale dell'area di studio invece, fa parte del sistema deposizionale del conoide del Cellina che possiede infatti depositi che passano da prevalentemente ghiaiosi ad aree che sono caratterizzate da intercalazioni tra sabbie e ghiaie, fino alla zona di bassa pianura con la quasi totale scomparsa delle ultime. Risulta quindi un po' difficile classificare il sistema deposizionale del Cellina come un semplice conoide, in quanto anch'esso è dotato di un settore distale dominato da depositi limoso argillosi. Tuttavia, la sua estensione areale totale è di circa 350 km² e, quindi, è notevolmente minore rispetto alle dimensioni minime che dovrebbe avere un megafan alluvionale (cfr. Fontana et al., 2014a).

6.2 Evoluzione della valle del Noncello

6.2.1 Genesi della valle incisa

Come riportato nei lavori di Avigliano et al. (2002a; 2002b), si ipotizza che solo all'inizio dell'Olocene il Cellina e il Meduna iniziarono una rapida azione di incisione del proprio alveo rispetto alla superficie del conoide. È presumibile che a questo processo sia legata anche la formazione della valle in cui scorre il Fiume Noncello.

Un parametro di analisi per caratterizzare la storia evolutiva della valle del Noncello è l'ampiezza di questa. Infatti, è possibile notare come essa si sviluppi con delle dimensioni anomale rispetto all'attività del fiume che l'attraversa. Tale caratteristica potrebbe essere riconducibile ad una precedente azione del fiume Meduna e/o del fiume Cellina, che potrebbero aver dato una forte impronta morfologica lungo l'attuale corso del Noncello per effetto delle sue maggiori portate liquide. Si può attribuire così la formazione dell'ampia valle ai fiumi Cellina e/o Meduna, i quali poi hanno abbandonato tale percorso, deviando verso SE, ove scorrono attualmente. Tale ipotesi coincide con quella proposta da Comel (Comel, 1950) il quale riporta: “...come l'ampiezza del solco attraversato dal

Noncello e i terrazzi qui esistenti che sono sproporzionati alle capacità che possono essere attribuite ad un corso di risorgiva; d'altro canto si nota una eccessiva semplicità del suo solco percorso attualmente dal Meduna, inciso entro un piano argilloso molto più antico e privo di importanti terrazzi atti a rivelare una progressiva riduzione delle acque; ben modesta è inoltre l'azione di rimaneggiamento effettuata dalle acque di piena sulle più antiche alluvioni che si riesce a mala pena a rintracciare lungo una sottile striscia di terreno rivierasco. appare tosto con netta evidenza il naturale collegamento del Meduna col Noncello e quindi fondata la supposizione che il Noncello altro non rappresenti che la principale via di deflusso del Meduna impinguato dalle risorgive che abbandonati scaturivano alla base dell'arretrato cono alluviale del Cellina.”.

6.2.2 Livello intermedio della valle

Durante le fasi di incisione della valle sono venute a formarsi morfologie particolari, come ad esempio i terrazzi intermedi ubicati lungo le sponde della valle stessa. Come descritto nel paragrafo 5.1, i terrazzi in questione presentano quote intermedie tra i sedimenti recenti all'interno della valle e le superfici pleistoceniche dalle quali derivano. In Fig. 6.2 è riportato il terrazzo intermedio ove è stato possibile effettuare un sondaggio manuale; esso si colloca all'interno del Transetto 1 - Rustighel ed è costituito prevalentemente da depositi ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi (GS). Tali terrazzi sono il risultato di periodi di incisione del fiume lungo le sponde, le quali, una volta abbandonate dal corso d'acqua, presentano sostanzialmente depositi residuali e, talvolta, limitati depositi lasciati dal corso d'acqua che li ha formati.

Queste forme permettono di definire e quantificare la migrazione fluviale durante le fasi dell'incisione, offrendo superfici aventi quote correlabili alle diverse altezze assunte dalla valle durante il periodo della sua incisione.

Dal punto di vista geomorfologico, nella rappresentazione cartografica, sono state considerate entrambe le scarpate, sia quella che contorna la superficie pleistocenica che forma il top originario del conoide del Cellina, sia della scarpata che separa il terrazzo intermedio dal riempimento recente della valle.

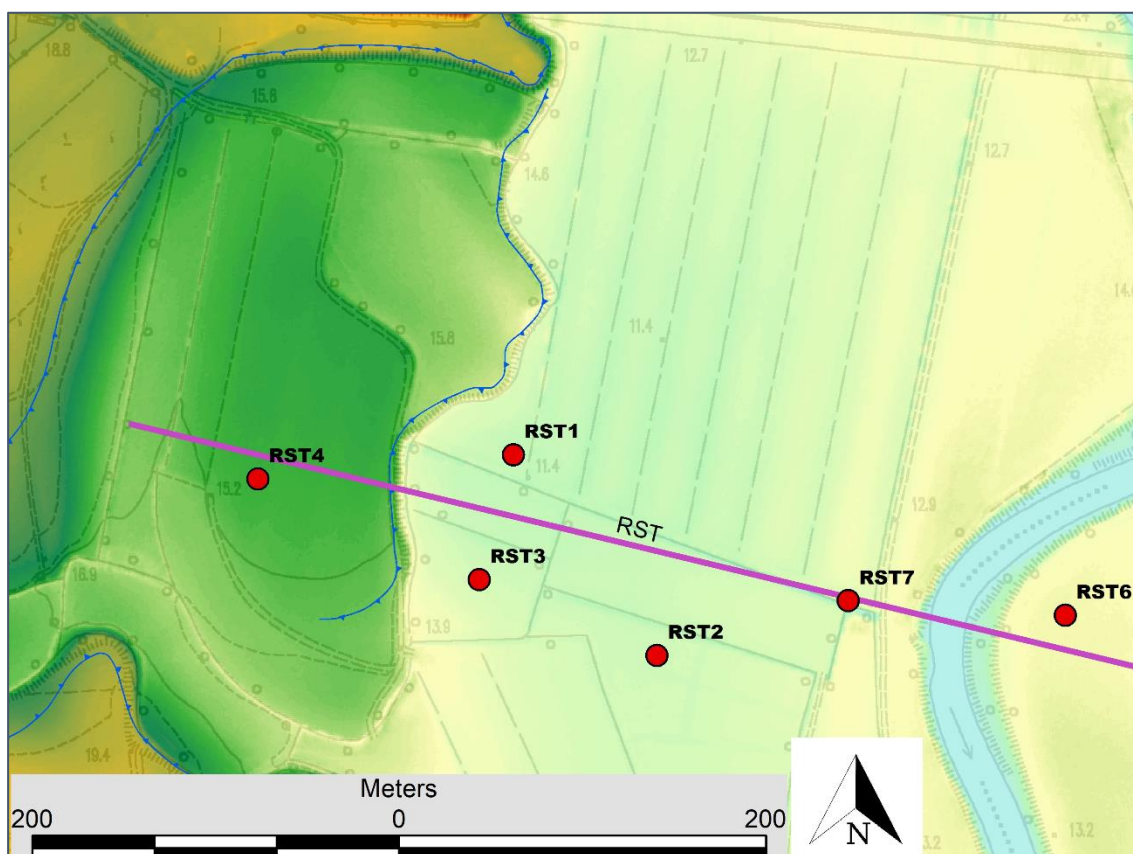


Figura 6.2: Stralcio del DTM. In figura è presente il doppio terrazzo ove è stato effettuato il sondaggio manuale RST4. In figura sono riportati gli orli di terrazzo fluviale (linee blu con triangoli).

Dal punto di vista di suddivisione delle unità, le superfici che costituiscono i terrazzi intermedi appartengono genericamente a depositi di età preromana e sono stati quindi attribuiti alla subunità di Rauscedo, che comprende i depositi del sistema Cellina-Meduna post-LGM ma preromani.

6.2.3 Ampiezza della valle e sua variabilità

Un'ulteriore osservazione che possiamo effettuare dal punto di vista morfologico, è la variazione della larghezza che la valle assume lungo tutto il suo sviluppo, arrivando ad avere dimensioni di circa 1 km nel settore di massima espansione, fino a restringersi in un passaggio di 300 m. In particolare, grazie alla analisi dei transetti effettuati sul DTM, è stato possibile notare come il settore centrale (grossomodo corrispondente al Transetto 2 - Case Mariz possiede una larghezza maggiore rispetto ai settori settentrionali (Transetto Rustighel) e meridionali (Transetto Rondover).

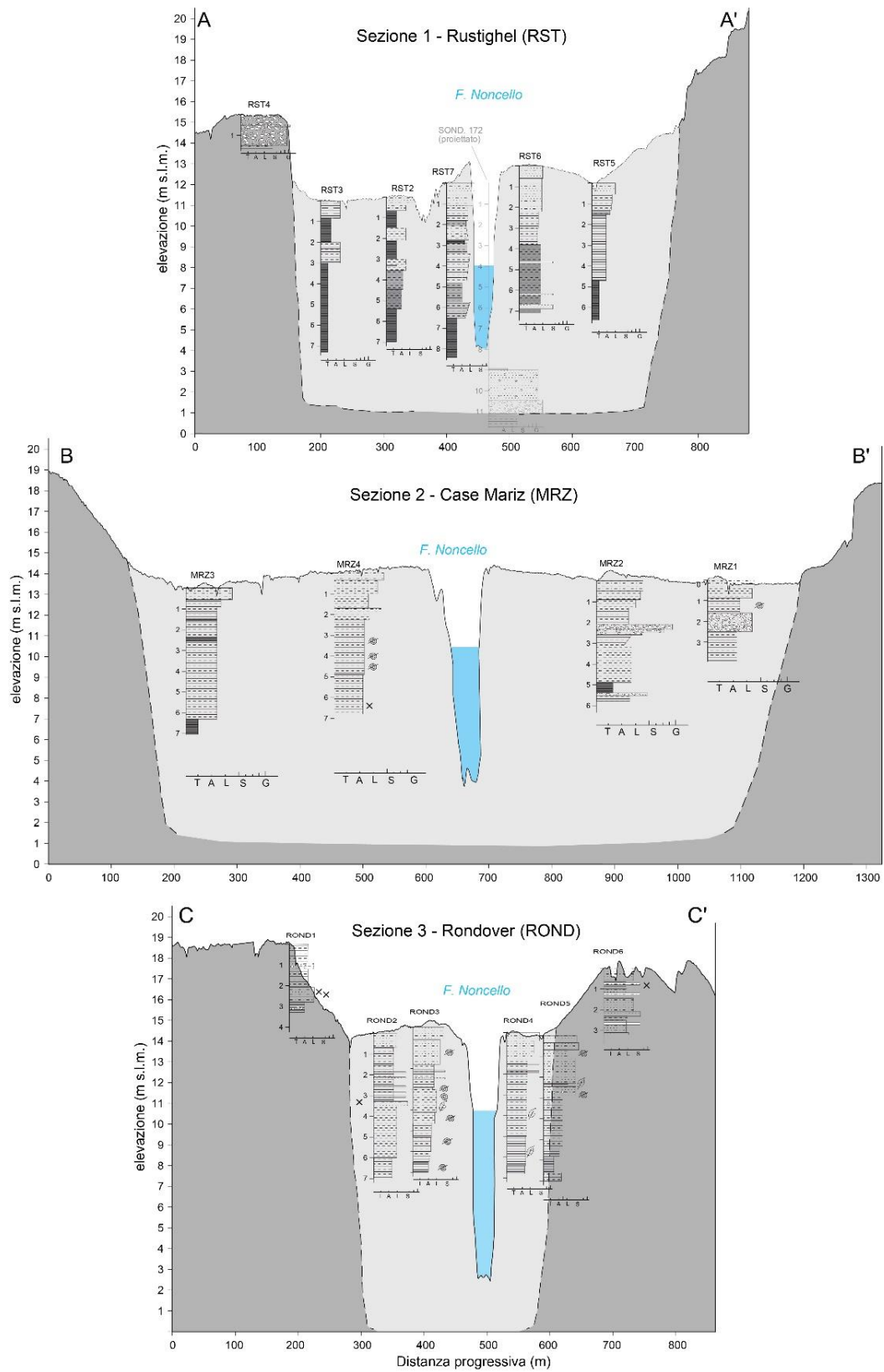


Figura 6.3: Rappresentazione dei tre profili topografici corrispondenti ai transetti di indagini eseguiti. Si nota la variazione di larghezza della Valle del Noncello. Per l'ubicazione dei transetti si veda la Fig. 6.4.

In Fig. 6.3 sono stati riportati i profili, tutti alla medesima scala orizzontale e verticale, così da poter evidenziare il cambiamento di dimensioni della valle.

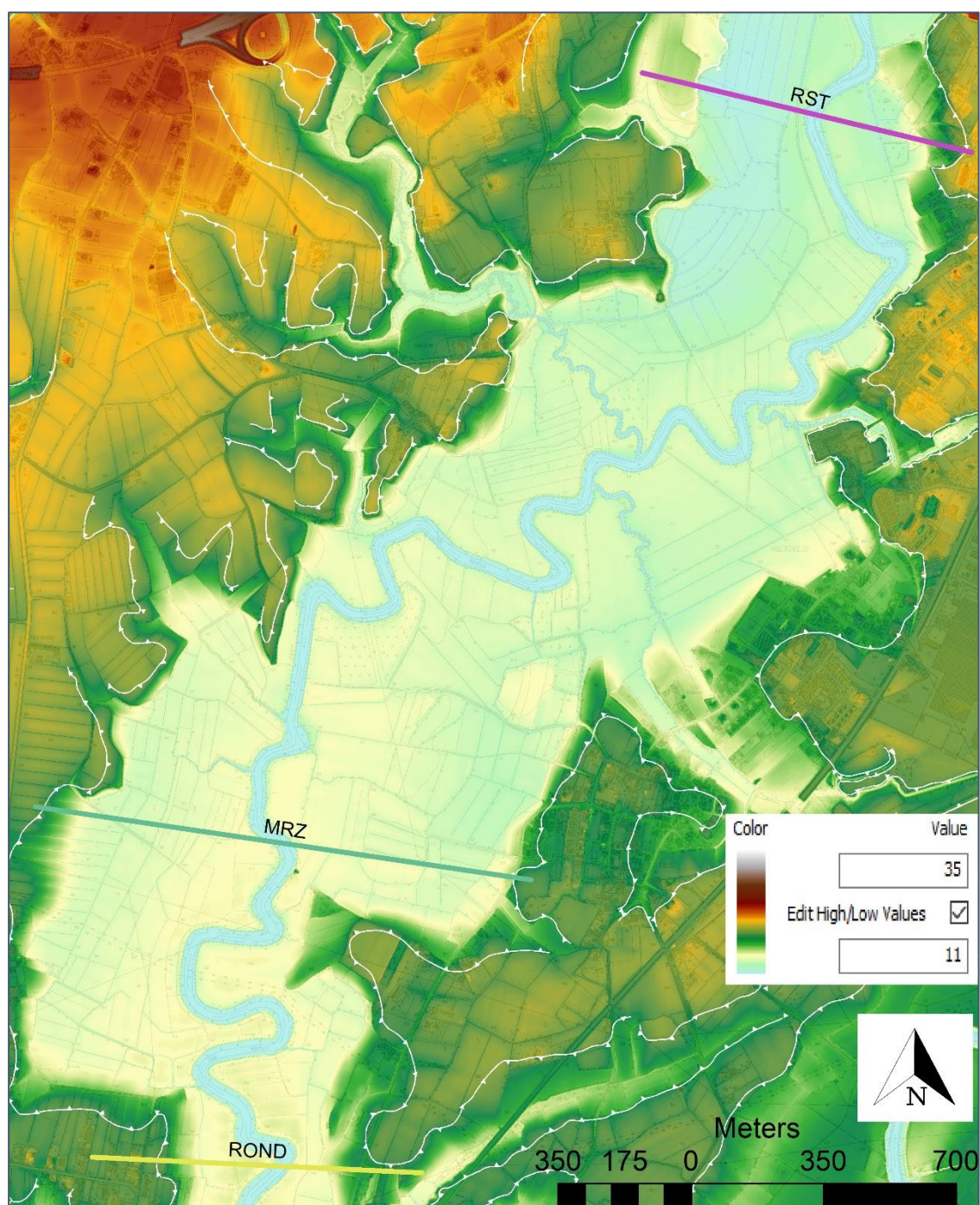


Figura 6.4: Stralcio della Cartografia geomorfologica derivata da dati DTM. Immagine aerea ove è possibile apprezzare la differenza di ampiezza della valle nei vari settori analizzati coincidenti con i tre transetti in figura contraddistinti dalle sigle identificative: (RST) Transetto 1 - Rustighel; (MRZ) Transetto 2 - Case Mariz; (ROND) Transetto 3 - Rondover. In figura sono presenti gli andamenti degli orli di terrazzo (linee bianche con triangoli).

Possiamo quindi supporre come, durante la fase di incisione rispetto alla pianura precedente, il settore centrale della valle sia stato caratterizzato da una migrazione fluviale maggiore, consentendo così una maggior espansione della stessa.

Da un'analisi morfologica del settore centrale appare evidente come alcune forme erosive, testimoniate dall'andamento delle scarpate che bordano la pianura antica siano facilmente imputabili alla presenza di ampi meandri (Fig.6.4).

Il cambio di pendenza delle superfici deposizionali del conoide tra alta e bassa pianura, e il cambio di granulometria dei depositi presenti nelle superfici pleistoceniche, che divengono sempre più fini dall'apice fino all'unghia del conoide, portano al corso d'acqua che le incide ad assumere morfologie sempre più meandriiforme e ad una tendenza alla migrazione più accentuata permettendo quindi alla valle di aver raggiunto le ampiezze odierne.

La dinamica sopra descritta trova conferma anche grazie ai dati raccolti durante il periodo di rilevamento, i quali documentano la presenza di depositi argilloso-limosi con sabbie nelle aree ove la valle raggiunge la sua massima espansione (circa 1000 m). In Fig. 6.5 sono stati riportate le classi tessiturali superficiali delle superfici pleistoceniche che costeggiano la valle individuate durante il periodo di rilevamento.

Tale ampiezza viene interrotta bruscamente nel settore meridionale della valle stessa, ove raggiunge valori di circa 300 m. L'area in questione coincide con il tratto investigato tramite il Transetto 3 - Rondover. Dalla analisi delle stratigrafie dei sondaggi effettuati sulle superfici pleistoceniche ROND1 e ROND6, è stato possibile osservare la presenza di depositi caratterizzati da classi tessiturali più grossolane rispetto a quelle evidenziate nei depositi pleistocenici più a monte, mostrando intercalazioni di limi argillosi sabbiosi, con livelli di limi e sabbia limosa e, nel caso specifico del sondaggio ROND1, la presenza di livelli argillosi cementati. Possiamo inoltre notare la presenza di granulometrie maggiori, rispetto al normale trend riscontrato nelle aree di bassa pianura, anche nella superficie pleistocenica poco più a nord del Transetto 3 Rondover, la quale genera restringimento della valle, riportata in Fig. 6.5 all'intero del riquadro colore blu. In questo caso dai dati di rilevamento sul terreno è stato possibile attribuire, ai depositi della suddetta superficie, una classe tessiturale corrispondente a sabbie limose e sabbie limose con ghiaie.

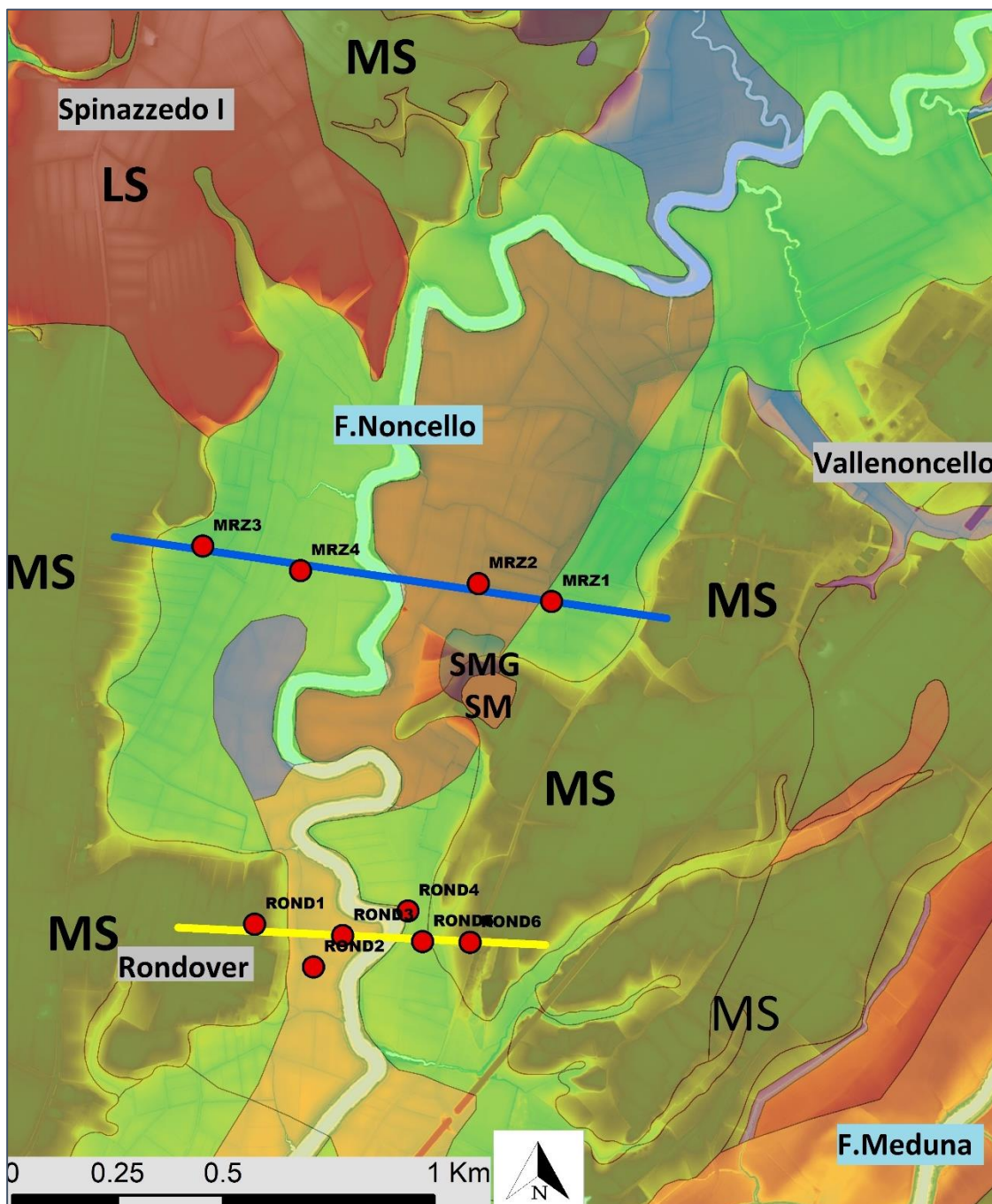


Figura 6.5: Stralcio della Cartografia delle tessiture superficiali drappeggiato sopra al layer DTM. Il settore della valle è interposto tra le località di valle del Noncello, la frazione di Spinazzedo I e la località Rondover di Porcia. In figura vengono mostrate le classi tessiture superficiali delle superfici pleistoceniche che costeggiano il settore meridionale della valle. In figura sono stati riportate le tracce dei transetti: Case Mariz (linea blu) e Rondover (linea gialla), riportando l'ubicazione dei sondaggi. Nel riquadro blu è indicato un brandello di superficie pleistocenica avente classe tessitura superficiale sabbioso limosa e sabbioso limosa con ghiaie. Per la legenda delle sigle utilizzate nelle classi tessiture superficiali si rimanda al paragrafo 4.8.3.

6.2.4 Fase di sedimentazione all'interno della valle

Successivamente alle azioni di incisione, che hanno dato vita alla valle del Noncello, si susseguirono regimi di sedimentazione e aggradazione interna alla valle che continuano anche ai giorni nostri, sebbene limitati da alcuni interventi umani.

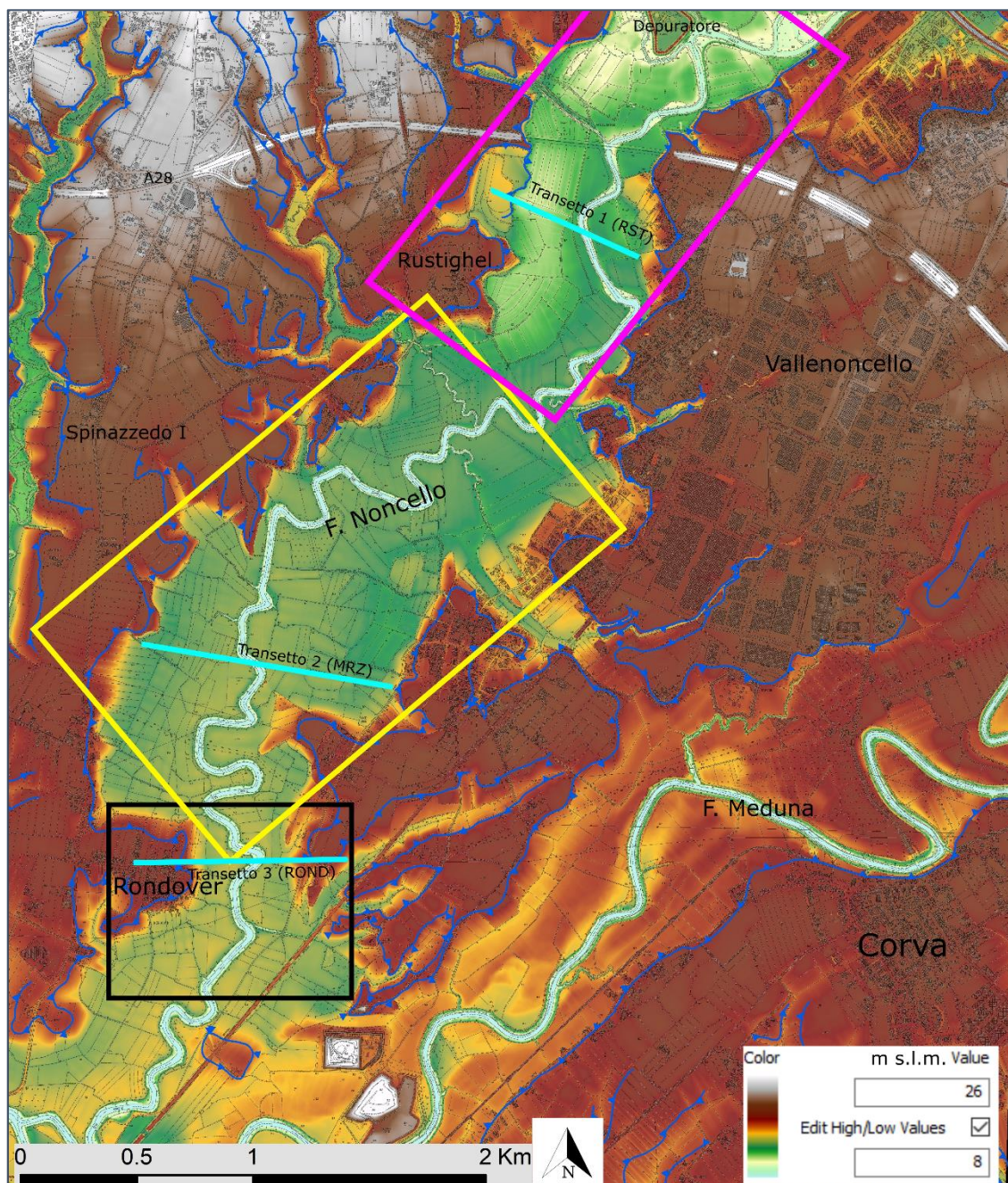


Figura 6.6: Stralcio del DTM dell'area inerente alla valle del Noncello all'interno della area di tesi. In figura sono osservabili i riquadri che delimitano i tre settori della valle utilizzati in questo paragrafo. Settore settentrionale (riquadro magenta), settore intermedio (riquadro giallo, settore meridionale (riquadro nero).

Grazie alla esecuzione di 17 sondaggi manuali descritti nel paragrafo 5.3.4, quasi unicamente ubicati all'interno della valle, è stato possibile studiare e caratterizzare la tipologia di sedimenti presenti nei primi 8 - 10 m di profondità dal piano campagna in varie sezioni lungo il corso del fiume. Possiamo notare infatti, in linea generale, come le classi tessiturali che costituiscono la maggior parte dei depositi che costituiscono la valle del Noncello sono costituiti da limi sabbiosi e limi argillosi.

Il paragrafo prevede di analizzare le caratteristiche e le modalità di sedimentazione all'interno della valle, suddividendo questa in tre settori principali: settore settentrionale (indicativamente identifica lo sviluppo della valle dalla zona di Fiera di Pordenone fino alle aree limitrofe al Transetto 1 - Rustighel), un settore intermedio (che comprende il tratto della valle compreso tra il Transetto 1 - Rustighel e giunge poco a monte del Transetto 3 - Rondover) ed infine un settore meridionale (il quale comprende le aree limitrofe al Transetto 3 - Rondover). Nella Fig. 6.6 è possibile notare la distribuzione dei settori descritti.

In base alle stratigrafie rilevate lungo il Transetto 1 - Rustighel (RST), durante la fase di riempimento della valle il corso del fiume pare aver avuto la sua fascia di attività sempre nel settore centrale dell'incisione, come coincidente con la situazione attuale. In base ai dati dei carotaggi è lecito ipotizzare che la sedimentazione nell'interno della valle sia avvenuta ad intermittenza, essendo presenti intercalazioni di depositi con tessitura limoso sabbiosa e limoso argillosa all'interno di un generale accumulo di sostanza organica.

6.2.5 Informazioni sulla dinamica fluviale dalle analisi dei dossi fluviali

Dalla analisi delle stratigrafie relative al Transetto 2 - Case Mariz, è possibile notare la netta diminuzione della presenza di livelli di depositi costituiti da materia organica rispetto alle stratigrafie appartenenti al Transetto - 1 Rustighel.

Questo potrebbe essere quindi la testimonianza di un cambiamento per quanto riguarda la dinamica fluviale precedente, passando quindi da uno scorrimento prettamente nel settore orientale della valle, ad uno caratterizzato da numerosi eventi di migrazione durante la fase di sedimentazione all'interno della valle. Questa dinamica infatti, non consentendo la formazione di aree di ristagno nel settore, genera una quasi totale assenza di livelli organici nei sedimenti del settore intermedio della valle.

L'ipotesi è confermata, oltre che dalla presenza o meno di livelli organici, anche dalla morfologia stessa del dosso fluviale. Infatti, è possibile notare la presenza di un dosso fluviale ben sviluppato nel settore settentrionale della valle, il quale assume valori di circa 1-1.5 m di elevazione rispetto alla piana inondabile attorno; mentre nel settore intermedio il dosso fluviale ha elevazioni minori rispetto al primo citato, raggiungendo altezze rispetto alla piana inondabile di 0.75-0.80 m.

Queste caratteristiche permettono quindi di ipotizzare una impossibilità di creazione di un dosso ben sviluppato nel settore intermedio della valle, causata da una frequente migrazione dell'alveo stesso. In Fig. 6.7 e Fig. 6.8 sono stati riportati due profili topografici raffiguranti i due tipo di dosso fluviale descritti.

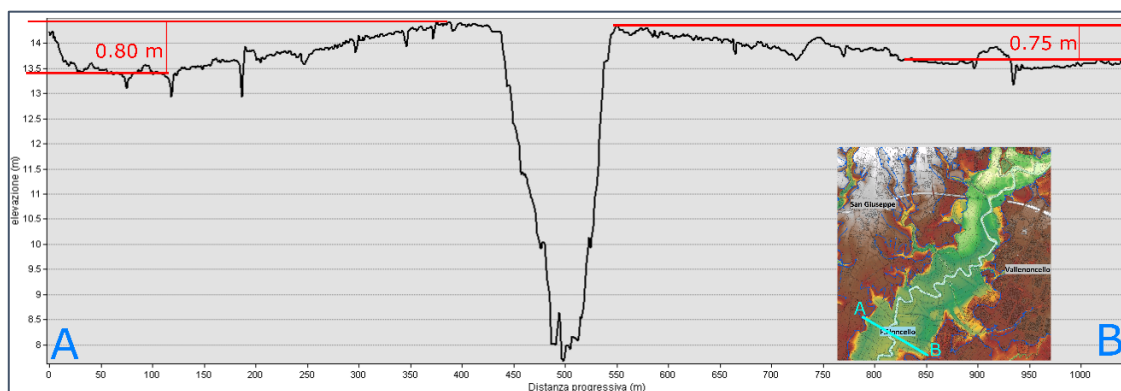


Figura 6.7: Profilo topografico A-B nel settore intermedio della valle del Noncello. In figura sono riportati i valori delle altezze del dosso rispetto alla piana inondabile circostante. Nella miniatura è riportato uno stralcio del DTM della valle con l'ubicazione del profilo topografico.

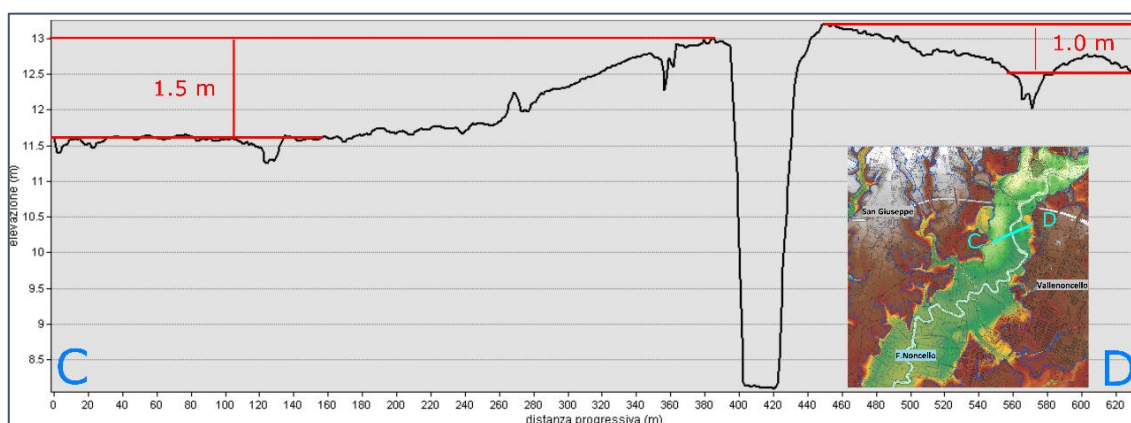


Figura 6.8: Profilo topografico C-D nel settore settentrionale della valle del Noncello. In figura sono riportati i valori delle altezze del dosso rispetto alla piana inondabile circostante. Nella miniatura è riportato uno stralcio del DTM della valle con l'ubicazione del profilo topografico.

È possibile applicare la stessa analisi dei dati anche per le stratigrafie appartenenti al Transetto 3 - Rondover, nelle quali possiamo notare un'assenza di depositi torbosi, riconducibile ad una limitata possibilità di migrazione fluviale, vista la morfologia della valle in tale area, che non ha permesso quindi la creazione di aree abbandonate e di ristagno di acque, con la conseguente impossibilità di formare depositi torbosi.

6.2.6 Antiche testimonianze di inizio sedimentazione

Osservando i dati relativi al sondaggio preesistente SOND. n172, ubicato all'interno della valle in corrispondenza dell'attraversamento dell'autostrada A28 sul Noncello (Fig. 6.9), è possibile notare la presenza di livelli ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi che si sviluppano in due intervalli alle profondità rispettivamente di 9.00-11.20 m e 13.00-16.20 m. che data la quota iniziale del sondaggio, si svilupperebbero rispettivamente da 2.40 a 0.20 m s.l.m. e da -1.60 a -4.80 m s.l.m.



Figura 6.9: Stralcio del layer relativo ai dati DTM. In figura è riportata l'ubicazione del sondaggio preesistente SOND. 172. È riportata l'ubicazione del Transetto 1 - Rustighel (RST) (linea viola).

Dalla analisi di questa stratigrafia è quindi possibile ipotizzare la corrispondenza dei depositi ghiaiosi a possibili livelli di canale, i quali potrebbero essere legati alle prime fasi di riempimento della valle. Ciò può essere preso quindi come punto di partenza per l'esecuzione futuri studi mirati alla individuazione del proseguimento dei depositi ghiaiosi individuati e la datazione di resti organici che consentano di datare con precisione i primi eventi di riempimento della valle del Noncello.

6.2.7 Sedimenti del Meduna nella valle del Noncello

Per l'interpretazione delle fasi di sedimentazione all'interno della storia evolutiva della valle del Noncello è utile esaminare quanto osservato tramite l'analisi morfologica del DTM. Questa ha permesso di notare una morfologia che presenta quote più basse nella parte settentrionale rispetto alla parte meridionale, nei pressi della confluenza con il Fiume Meduna (Fig. 5.8). Questo può essere ricondotto ad una azione di risalita idraulica da parte delle acque di piena del Meduna all'interno della valle, partendo dalla zona di confluenza e spingendosi verso nord lungo la valle del Noncello.

Ad ulteriore prova di tale ipotesi è possibile notare come la classe tessiturale dei depositi nella parte terminale della valle sia la medesima che si presenta all'interno della valle incisa dal Meduna. Spostandosi lungo la valle del Noncello dalla confluenza con il Meduna verso monte, si nota come i sedimenti che formano il fondovalle siano progressivamente più fini andando in direzione di Pordenone

6.2.8 Ghiaie superficiali nella valle del Noncello

Infine, un'altra caratteristica da prendere in considerazione per l'evoluzione della valle del Noncello è riferibile alla presenza di depositi ghiaiosi e sabbioso ghiaiosi tra i 2 e 3 m dal p.c. nei sondaggi MRZ1 e MRZ2 del Transetto 2 - Case Mariz, riportati in Fig. 5.21.

Una prima ipotesi per motivare la presenza di tali sedimenti ghiaiosi, a simili quote, è stato attribuirne la loro origine a processi di trasporto colluviale derivante da depositi con componente ghiaiosa che potevano essere presenti nelle superfici pleistoceniche

limitrofe. È da notare, però, come la distanza delle superfici pleistoceniche dai punti di ubicazione dei sondaggi MRZ1 e MRZ2 assumano valori che variano da 150 - 250 m. Queste distanze, unite alla presenza di scarpate con altezze massime di 10 m, che separano la valle dalla superficie pleistoceniche in questo settore e, unito alla mancanza di testimonianze di possibili eventi colluviali che hanno interessato le superfici coinvolte, hanno suggerito di scartare tale ipotesi

Un'altra ipotesi, per poter spiegare i livelli ghiaiosi presenti nei sondaggi MRZ1 e MRZ2 si è basata sull'ipotizzare la presenza di un terrazzo intermedio con quote coincidenti circa con le ghiaie rinvenute. Ipotizzando così che i livelli grossolani possano essere i residui di un possibile livello ghiaioso che originariamente si sviluppava all'interno dei depositi pleistocenici limitrofi a tale settore, alle profondità di circa 8 m dal top della superficie pleistocenica.

L'ipotesi di un terrazzo intermedio pleistocenico può essere avvalorata dalla presenza di concrezioni carbonatiche al di sotto del livello ghiaioso inerente al sondaggio MRZ1, più precisamente nel livello compreso tra i 5.53 e i 5.80 m dal p.c., testimoniando la presenza di una possibile superficie pleistocenica intermedia, in tale settore, al di sotto dei sedimenti recenti della valle. Per convalidare questa ipotesi sarebbe opportuno effettuare sondaggi che mirino ad osservare una possibile continuità, sia alle profondità di 2-3 m dal p.c. all'interno della valle, che a profondità di circa 8-9 m dal p.c. dalle superfici pleistoceniche limitrofe.

Infine, un'ultima ipotesi per spiegare la presenza di depositi ghiaiosi a tali profondità all'interno della valle, vede l'azione non solo del fiume Noncello, ma anche quella di un altro corso d'acqua maggiore, quali per esempio il fiume Meduna o il fiume Cellina durante le fasi di sedimentazione all'interno della valle. Infatti, possiamo ricondurre i sedimenti ghiaiosi ritrovati nei sondaggi MRZ1 e MRZ2 alla sedimentazione di un corso d'acqua in grado di trasportare tali sedimenti e che, vista la quota ove sono ubicati, tale deposizione si sia verificata in tempi relativamente recenti. Infatti, vista la loro debole profondità, se tali depositi ghiaiosi fanno parte del riempimento della valle, si devono essere depositi negli ultimi millenni, quando la valle era già quasi totalmente riempita. Si sottolinea che tali sedimenti ghiaiosi sono situati a quote significativamente maggiori di

quelle a cui si trovano attualmente al fondo dell'alveo del Noncello, rendendole quindi non correlabili ad una deposizione da parte di quest'ultimo.

Un'altra ipotesi, potenzialmente verosimile, è che si tratti di depositi di natura antropica, archeologica, come ad esempio potrebbero essere livelli di frequentazione del fondo valle che, come oggi, sono caratterizzati dalla presenza di stradine ricoperte di ghiaia.

Purtroppo, i dati attualmente disponibili non consentono di accreditare con sicurezza una delle ipotesi, anche se, specie in base al ridotto spessore delle ghiaie, si ritiene che quelle più probabili siano quella di un temporaneo passaggio per la valle del Noncello da parte del Cellina o Meduna, oppure la natura antropica.

7 Conclusioni

Lo studio eseguito dallo scrivente ha coinvolto le aree comprese tra i comuni di Pordenone e Porcia, al passaggio tra alta e bassa pianura del settore occidentale della Pianura Friulana. L'area di tesi si colloca nel punto di incontro tra i conoidi di Cellina e Meduna e il megafan del Tagliamento. Questa caratteristica consente la coesistenza di porzioni di superficie pleistocenica, le quali sono caratterizzate in alcuni casi da pendenze contrastanti tra loro, a testimonianza della diversa orientazione dei conoidi.

Nella zona di confluenza dei tre sistemi deposizionali citati, scorrono tutt'ora due importanti fiumi: il Noncello ed il Meduna. Il primo ha origini di risorgenza, sebbene la valle su cui scorre è ben lontana dall'avere le caratteristiche riscontrabili negli altri corsi di risorgiva nell'area di studio; il fiume Meduna, invece, ha origine dal proprio bacino montano ed attraversa il settore sud-orientale dell'area di tesi per poi ricevere le acque del Noncello presso la frazione di Visinale di Pasiano di Pordenone.

L'obiettivo primario di questa tesi è stata la realizzazione di elaborati cartografici riguardanti l'area compresa tra i comuni di Pordenone e Porcia. In particolare, sono state realizzate due sezioni del foglio 085 "Pordenone": la 085080 "Vallenoncello" e la 085040 "Pordenone ovest", entrambe in scala 1:10.000, le quali rientreranno all'interno del geodatabase del progetto GEO-CGT della Regione Friuli Venezia Giulia. Le cartografie rappresentano le forme geomorfologiche individuate, le differenti classi tessiturali superficiali che caratterizzano i depositi presenti e la suddivisione di questi nelle varie unità stratigrafiche di appartenenza.

Inoltre, una parte significativa del lavoro di tesi è stata dedicata allo studio della valle del Noncello, eseguendo 17 sondaggi suddivisi in 3 transetti perpendicolari al corso del fiume attuale; i nuovi dati raccolti hanno consentito di comprendere alcuni significativi aspetti di questo elemento geomorfologico del suo sottosuolo; un altro tema sviluppato nella tesi riguarda lo studio dei depositi che costituiscono il sottosuolo profondo del centro storico di Pordenone.

Per raggiungere gli obiettivi descritti sono stati utilizzati diversi strumenti e metodi:

- microrilievo topografico. Ha permesso uno studio approfondito della morfologia dell'area di tesi, anche grazie alla grande precisione del DTM fornito dalla Regione, permettendo di evidenziarne le aree più interessanti che, unite ai dati di rilevamento, hanno permesso di ipotizzarne la genesi. Quindi, lo studio dettagliato della morfologia dell'area, ha permesso la creazione delle cartografie degli elementi geomorfologici delle due sezioni citate in precedenza, inserendo forme relative agli orli di terrazzi fluviali in tutta l'area di tesi.
- rilevamento in campagna. Ha permesso di cartografare con molto dettaglio le classi tessiturali dei depositi presenti nell'area di tesi e di individuare le principali unità stratigrafiche. Il rilevamento ha inoltre consentito di apprezzare in modo diretto l'entità delle forme geomorfologiche già individuate tramite il microrilievo topografico, ma che non era stato possibile definire con precisione.
- analisi cartografie geotematiche precedenti. Questo ha rappresentato uno dei metodi più utili per ottenere la massima accuratezza negli elaborati finali. Ha permesso, in primo luogo, di poter inquadrare in maniera dettagliata l'evoluzione geologica e le caratteristiche dei depositi che sono stati cartografati precedentemente nell'area di studio, offrendo la possibilità di integrazione di dati geologici ove, per motivi di impossibilità logistica, non è stato possibile osservarne le caratteristiche in modo diretto tramite rilevamento sul terreno. Lo studio dei dati preesistenti nel loro complesso ha poi permesso di evidenziarne i limiti e le possibili imprecisioni che li possono caratterizzare. D'altra parte, la loro disponibilità ha consentito di superare alcuni limiti dei metodi utilizzati dallo scrivente, che non permettevano di cartografare con il dettaglio voluto alcune aree di tesi.
- analisi delle indagini preesistenti. Il metodo si è basato sull'osservazione e sulla interpretazione di 167 indagini preesistenti ubicate in varie zone dell'area di tesi. Tali dati derivavano da prove statiche dettagliate, pozzetti geognostici e da sondaggi meccanici. In particolare, è stato possibile analizzare il sottosuolo del centro storico del comune di Pordenone e della Discarica di Rifiuti Solidi Urbani Vallenoncello.

- sondaggi stratigrafici manuali. Sono stati eseguiti 17 sondaggi manuali distribuiti in tre transetti lungo la valle del Noncello. Essi hanno permesso di indagare con dettaglio sia i sedimenti recenti che costituiscono l'interno della valle sia, in alcuni casi, i depositi pleistocenici entro cui è incisa. Le stratigrafie sono state descritte in modo dettagliato ed utilizzate, almeno per i primi metri dal p.c., come dettagliata integrazione dei dati di classificazione tessiturale dei depositi determinati durante il periodo di rilevamento. Inoltre, è stato possibile ricostruire tre profili stratigrafici attraverso i quali si sono correlati elementi morfologici e depositi stratigrafici, studiando così l'evoluzione della valle del Noncello durante le sue fasi di incisione e di riempimento.
- utilizzo dei software ArcGis e AutoCAD. Durante il lavoro di tesi è stato fatto un ampio uso del software ArcGis, mirato soprattutto all'analisi del DTM e alla creazione delle cartografie geomorfologiche e geologiche, riuscendo ad acquisire una buona padronanza di tale sistema informatico. Per la realizzazione dei profili stratigrafici è stato utilizzato il software AutoCAD. Tale scelta è stata fatta dallo scrivente considerando l'esperienza acquisita con tale software durante i suoi studi negli anni precedenti, riuscendo a restituire risultati molto dettagliati dei profili. Questi sono stati poi "vestiti" con i retini utilizzati nel software Adobe Illustrator per produrre i profili secondo gli standard concordati con la Regione Friuli-Venezia Giulia.

Lo studio condotto ha permesso dunque di osservare diversi aspetti di questo territorio, precedentemente non studiati o poco approfonditi:

- L'area del centro storico del comune di Pordenone risulta disposta sopra la fascia di transizione da sedimenti prettamente ghiaiosi a depositi caratterizzati da importanti livelli argilloso limosi. Questo è stato possibile grazie alla analisi dei sondaggi profondi preesistenti nell'area di centro storico, individuando le tipologie di depositi costituenti i primi 20 m di sottosuolo e permettendone una suddivisione in tre fasce, ognuna caratterizzata da depositi con caratteristiche tessiturali simili.

- Si è potuto constatare come l'importante espansione dell'area urbana del comune di Pordenone, avvenuta degli ultimi 250 anni, abbia portato all'obliterazione delle antiche risorgive che attraversavano il centro storico.

Dall'analisi della Valle del Noncello è stato possibile comprendere alcuni elementi dell'evoluzione della stessa:

1) Incisione

- I nuovi dati raccolti permettono di accreditare ulteriormente l'ipotesi di Comel sull'attribuzione della incisione della valle ad altri corsi d'acqua diversi dal Noncello, quali Cellina o Meduna.
- È stato possibile documentare la presenza di un livello intermedio raggiunto dalla valle durante la fase di incisione della stessa, rappresentato da piccoli terrazzi posizionati a quote comprese tra i 16 e i 19 m s.l.m.
- Nell'area di tesi è stata ipotizzata la presenza di depositi appartenenti alla subunità di Rauscedo, appartenente alla unità di Vivaro, formati nell'Olocene in epoca pre-romana. Tuttavia, sarebbero necessari ulteriori studi per giungere ad una sua datazione più precisa.
- È stato possibile constatare come la valle del Noncello presenta un'ampiezza più limitata nel suo settore meridionale, dove è stata verosimilmente condizionata dalle litologie più fini e più resistenti all'erosione laterale

2) Sedimentazione

- L'ampia presenza di torbe documentate su un settore relativamente ampio della valle del Noncello ha permesso di ipotizzare una fase di impaludamento del fondo valle molto prolungata, probabilmente della durata di alcuni millenni, verosimilmente nell'Olocene iniziale o medio. Poco a valle dell'autostrada sembra che il Noncello sia sempre corso lungo la porzione orientale della sua valle, lasciando che in quella occidentale si sedimentassero depositi palustri.
- È stata avvalorata, grazie ai dati di rilevamento e dall'analisi del DTM, una notevole influenza del Meduna sul riempimento della valle del Noncello. Infatti, con le sue piene il Meduna ha costruito un dosso che dalla confluenza dei due fiumi è progradato verso Pordenone lungo il costo del Noncello.

- Il fondo della valle non si è potuto documentare direttamente, ma si è ipotizzato sulla base del sondaggio SOND172 della banca dati della Regione (cap.5.3.2), in cui si è osservata la presenza di depositi ghiaiosi a profondità di 9-10 m e 16 m dal p.c. Quelli posti tra 9 e 10 m circa corrispondono a sedimenti di canale legati alla valle del Noncello, mentre quelli a circa 16 m potrebbero essere un livello ancora più inciso della valle, oppure sedimenti del LGM sottostanti il fondo. Purtroppo, è presente solamente un sondaggio profondo all'interno della valle, risultando quindi difficoltoso confermare tale ipotesi. Studi futuri, effettuati con sondaggi profondi, potrebbero fornire dati utili sulla continuità verso valle di tali livelli ghiaiosi e sulle effettive dimensioni dell'incisione del Noncello.
- Dall'analisi di sedimenti ghiaiosi a profondità di 2-3m dal p.c., situati nel settore meridionale della valle (Transetto 2 MRZ), sono state formulate due ipotesi principali per spiegare la loro presenza. La prima vede come artefice della loro deposizione un corso differente dal Noncello, plausibilmente Cellina o Meduna, temporaneamente subentrato nella valle negli ultimi millenni in occasioni di piene catastrofiche. Una seconda ipotesi è incentrata invece sulla teoria della presenza di una superficie pleistocenica ghiaiosa intermedia, ricoperta da sedimenti recenti dello spessore di 2-3 m.

Per quanto riguarda i limiti riscontrati dallo scrivente durante la realizzazione del primo obiettivo di tesi, possiamo evidenziare l'impossibilità di un recupero di informazioni dei depositi presenti in alcuni settori. Questi infatti corrispondono a zone con un forte impatto antropico (es. Zona industriale di Pordenone e il centro storico stesso) e zone risultate inaccessibili dal punto di vista logistico, ma che avrebbero potuto rappresentare una fonte di informazione importante.

Un altro limite riscontrato durante la realizzazione cartografica è rappresentato dalla inefficacia dell'utilizzo del criterio di analisi compositiva petrografica macroscopica dei clasti per attribuzione delle unità stratigrafiche ai depositi nelle aree di bassa pianura. Nel caso specifico per la distinzione dei depositi appartenenti alle unità di Vivaro (VIV) e subunità di Canodusso (SPB4) nell'area di tesi.

Invece, i limiti riscontrati durante lo studio della valle del Noncello sono riferibili solamente a quelli della strumentazione stessa, infatti l'impossibilità di poter raggiungere profondità superiori ai 9 m dal p.c. ha infatti impedito di conoscere lo spessore dei depositi basali che costituiscono il primo riempimento della valle.

8 Bibliografia

Amorosi A., Fontana A., Antonioli F., Primon S. & Bondesan A. (2008) - Post-LGM sedimentation and Holocene shoreline evolution in the NW Adriatic coastal area. *GeoActa*, 7: 41-67.

Andersen H.E., E. Reutebuch S. & Mcgaughey R. (2006) - Active remote sensing. 10.1007/978-1-4020-4387-1_3.

Antonioli F., Ferranti L., Fontana A., Amorosi A.M., Bondesan A., Braitenberg C., Dutton A., Fontolan G.; Furlani S., Lambeck K., Mastronuzzi G., Monaco C., Spada G., Stocchi P. (2009) - Holocene relative sea-level changes and vertical movements along the Italian and Istrian coastlines. *Quaternary International* 206 (1), 102-133.

Avigliano, R., Calderoni G., Monegato G. & Mozzi P. (2002a) - The late Pleistocene Holocene evolution of the Cellina and Meduna alluvial fans (Friuli, NE Italy). *Mem. Soc. Geol. It.*, 57 (2002), 133-139.

Avigliano R., Monegato G., Zanolla S., Michelutti G. & Mozzi P. (2002b) - Confronto tra informazioni geologiche e pedologiche sul conoide del Cellina (Friuli, Italia). *Il Quaternario*, 15, 1, 99-104.

Bard E., Delaygue G., Rostek F., Antonioli F., Silenzi S. & Schragh D. (2002) - Hydrological conditions over the western mediterranean basin during the deposition of the cold sapropel6 (ca. 175 kyr B.P.). *Earth Plan. Sci. Lett.*, 202: 481-494.

Bariviera G. (2011) - La nostra casa. Il Friuli Occidentale. Edizione illustrata. Biblioteca Dell'immagine, Pordenone (PN).

Bates R.L. & Jackson J.A., (1987) - Glossary of Geology (3rd ed.). Alexandria, American Geol. Institute, 778 pp.

Bini A., Borsato A., Carraro F., Carton A., Corbari D., Cucato M., Monegato G. & Pellegrini G.B. (2004) - Definizione di alcuni termini in uso nella cartografia dei depositi quaternari continentali in ambito alpino. – *Il Quaternario – It. J. Quat. Sci.*, 17(1): 75-82, Torino.

Blum M.D. & Tornqvist T.E. (2000) - Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. *Sedimentology*, 47. Suppl. 1, 2-48.

Bondesan A., Bertani B., Fontana A., Furlanetto P. & Primon S. (2002c) - Carta della fotointerpretazione e dei siti archeologici della provincia di Venezia tra i fiumi Livenza e Tagliamento. Cd-Rom, Soprintendenza Archeologica del Veneto, Magistrato alle Acque di Venezia, realizzazione, Consorzio Venezia Nuova - Servizio informativo.

Bondesan A., Calderoni G. & Mozzi P. (2002a) - L'assetto geomorfologico della pianura veneta centro orientale: stato delle conoscenze. In: Zuniga M. & Varotto M., *Scritti in ricordo di Giovanna Brunetta*. Dip. Geografia, Padova, 19-38.

Bondesan A., Mozzi P., Primon S. & Zamboni C., (2002b) - Antiche acque e antiche genti: l'indagine geomorfologica tra passato e presente. In Ghedini F., Bondesan A. & Busana M.S. (a cura di) – *La tenuta di Ca'Tron, ambiente e storia nella terra dei dogi*. Cierre, Sommacamagna, 16-68.

Bondesan A., Primon S., Bassan V. & Vitturi A. (2008) - *Le unità geologiche della Provincia di Venezia* - Provincia di Venezia, Università di Padova. Ed. Cierre Grafica, Verona, 184 pp.

Bondesan, M. (2001) - Hydrography. In G.B. Castiglioni & G.B. Pellegrini (a cura di), 33-44.

Bosellini, A. (2005) - Storia geologica d'Italia – Gli ultimi 200 milioni di anni. Zanichelli, Bologna.

Burrato, P., Poli, M.E., Vannoli, P., Zanferrari, A., Basil, R., Galadini F. (2008) - Sources of Mw 5+ earthquakes in northeastern Italy and western Slovenia: An updated view based on geological and seismological evidence. *Tectonophysics*, 453, 157–176.

Carulli, G. B. (2006) - Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia, scala 1:150.000. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine; Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio, 44 pp., 1 carta scala 1:150.000, Selca, Firenze.

Carulli, G. B. (2006) - Note illustrative Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia, scala 1:150.000. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine; Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio, 44 pp., 1 carta scala 1:150.000, Selca, Firenze.

Castiglioni G.B. (2004) - Quaternary glaciations in the eastern sector of the Italian Alps. *Developments in Quaternary Science*, 2.

Castiglioni, G.B. & Pellegrini, G.B. (a cura di) (2001) - Note illustrative della Carta Geomorfologica della Pianura Padana. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, suppl. IV, 207 pp.

Chaline J. & Jerz H. (1984) - Arbeitsergebnisse der Subkommission für Europäische Quartarstratigraphie. *Stratotypendes Wurm-Glazials. Eiszeitalter und Gegenwart*, 35, 185-206.

Clark P., Dyke A., Shakun J., Clarson A., Clark J., Wohlfarth B., Mitrovica J., Hostetler S. & McCabe A., (2009) - The Last Glacial Maximum. *Science*. 325: 710-714.

Cohen K.M., Finney S.C., Gibbard P.L., Fan J.X. (2013) - International Chronostratigraphic Chart 2013. *Episodes*, 36, 199-204

Comel A. (1956a) - Carta Geologica delle Tre Venezie scala 1:100.000, Foglio 39 Pordenone – Uff. Idrogr. Magistrato alle Acque di Venezia.

Comel, A. (1956b) - Monografia sui terreni della pianura friulana. III. Genesi della pianura occidentale costruita dal Meduna e dal Cellina e da corsi d'acqua minori. *N. Ann. Ist. Chim. Agr. Sperim. Gorizia*, 7, 5-93.

Comel A. (1956c) - Note illustrative, Carta Geologica delle Tre Venezie scala 1:100.000, Foglio 39 Pordenone - Uff. Idrogr. Magistrato alle Acque di Venezia.

Comel, A. (1950) - La bassa pianura del Friuli occidentale fra “Tagliamento” e “Livenza” e zone contermini. *Annali Staz. Chim. Agr. Sperim. Udine*, s. 3, 4:

Comel, A., Nassimbeni, P. & Nazzi, P. (1982) - Carta pedologica della pianura friulana e del connesso anfiteatro morenico del Tagliamento. *Reg. Auton. Friuli–Venezia Giulia, Trieste*.

Contratti G. (2015) - Relazione geologica generale del territorio comunale – Comune di Pordenone, P.R.G.C. di Pordenone.

Correggiari A., Field M., & Trincardi F. (1996) - Late Quaternary trasgressive large dunes on the sediment-starved Adriatic shelf. In: De Batist . & Jacobs P. (eds) – *Geology of Siliciclastic Shelf Seas. Geol. Soc. Spec. Pub.* 117, 155-169

Costantini, E., Fantappiè, M. & L'Abate G. (2007) - Il rilevamento dei suoli. *Linee Guida Dei Metodi Per Il Rilevamento e L'informatizzazione Dei Dati Pedologici*. 1-25.

Cremaschi M., Rodolfi G. (a cura di) (1987) - Il Suolo, NIS, Roma, pp. 427

Cucchi F. (2014) - Le acque della pianura isontina, Introduzione al progetto GEP. Evento informativo-divulgativo. Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze.

Dal Piaz, G.V., Bistacchi, A. & Massironi, M. (2003) - Geological outline of Alps. Episodes, 26, 3, 175-180.

Dal Prà A. (1971) - Risultati preliminari di ricerche idrogeologiche nella pianura alluvionale tra Astico e Brenta. Tecnica Italiana, 36, 9-10, Trieste

Dal Prà A., Bellati, R., Costacurta, R. & Sbettega, G. (1977) - Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta. Quaderni dell'Istituto di Ricerca sulle Acque, 366 pp.

Fabbroni A. (2012) - Relazione e Normativa. Integrazione allo studio geologico ed idraulico del territorio comunale. Variante n. 26 al P.R.G.C., Comune di Porcia provincia di Pordenone. Elaborato G4.

Ferranti L., Antolini F., Mauz B., Amorosi A., Dal Pra G., Mastronuzzi G., Monaco C., Orrù P., Pappalardo M., Radtke U., Renda P., Romano P., Sanso P & Verubbi V. (2006) - Markes of the last interglacial sea level highstand along the coastal of Italy: tectonic implication. Quaternary Iinternational, 145-146, 30-54.

Floris M. (2017) - Dispense corso di Progettazione Geotecnica. Corso di laurea magistrale in Geologia e Geologia tecnica AA. 2017/2018. Università degli studi di Padova.

Fogato M. (2006a) - Carta litologica ed ubicazione dei punti di indagine con elementi di morfologia ed idrogeologia, scala 1:10.000. Piano Regolatore Generale Comunale, Studio Geologico ed Idraulico Comune di Porcia.

Fogato M. (2006b) - Relazione e normativa, per la mitigazione del rischio in relazione ai possibili pericoli naturali. Piano Regolatore Generale Comunale, Studio Geologico ed Idraulico, Comune di Porcia.

Fontana A. (2008a) - Introduzione alla geologia della Provincia di Venezia. In: Bondesan A., Primon S., Bassan V. & Vitturri A. (2008) - Le unità geologiche della Provincia di Venezia. Cierre Grafica, Caselle di Sommacampagna (VR), 20.

Fontana A. (2008b) - Le unità geologiche - In: Bondesan A., Primon S., Bassan V. & Vitturri A. (2008) - Le unità geologiche della Provincia di Venezia - Cierre Grafica, Caselle di Sommacampagna (VR), 20.

Fontana A., Mozzi P. & Bondesan A. (2010) - Late pleistocene evolution of the Venetian-Friulian Plain. Rend.Fis.Acc.Lince, Spincer-Verlag.

Fontana A., Mozzi, P. & Bondesan, A. (2004) - L'evoluzione geomorfologica della pianura veneto-friulana. In: Bondesan, A. & Meneghel, M. (a cura di) - Geomorfologia della provincia di Venezia. Esedra, Padova, 113-138.

Fontana A. (2016) - Dispense corso di Geomorfologia Applicata. - Corso di laurea magistrale in Geologia e Geologia tecnica AA. 2016/2017. Università degli studi di Padova.

Fontana, A. (2006) - Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni on le dinamiche insediative antiche. Monografie del Museo Friulano di Studia Naturale, Udine, 47: pp. 288, 1carta (scala 1: 50.000).

Fontana, A., Mozzi P., Bondesan A., (2008) - Alluvial megafans in the Venetian– Friulian Plain (north-eastern Italy): evidence of sedimentary and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene, Quaternary International, 189, pp. 71-90

Fontana A., Bondesan A., Meneghel M., Toffoletto F., Vitturi A., Bassan V. (a cura di). (2012) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 107 Portogruaro. Regione Veneto, Infocartografica, Piacenza: 2 fogli, 168 pp

Fontana A., Monegato G., Devoto S., Zavagno E., Burla I. & Cucchi F. (2014) - Geomorphological evolution of an Alpine fluvioglacial system at the LGM decay: the Cormor type megafan (NE Italy). *Geomorphology*, 204, 136-153

Galadini, F., Poli, M.E., Zanferrari, A. (2005) - Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with $M \geq 6$ in eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy). *Geophysical Journal International*, 161, 739-762.

Galassi P. & Marocco R. (1999) - Relative sea-level rise, sediment accumulation and subsidence in the Caorle Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy) during the Holocene. *Il Quaternario*, 12 (2), 249-256.

Gatto P., Previatello P. (1974) - Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di un'argilla sovraconsolidata nota come "caranto", Rapporto Tecnico 70, C.N.R., Istituto per lo Studio della Dinamica Grandi Masse, Venezia, pp. 45.

Gelati, R. (2016) - Storia geologica del Paese Italia. Diabasis collana I tempi della Terra.

Gomasasca A. (2004) - Elementi di Geomatica. Associazione Italiana Telerilevamento

Guandalini B., Salerno G. (2013) - MANUALE ArcGIS 10 - Guida pratica con esercizi svolti. Dario Flaccovio Editore s.r.l., Palermo.

Head M., Gibbbrd P., Salvador A. (2008) - The Quaternary: its character and definition. *Episodes*, 31, 234-238.

Lapini, L., dall'Asta, A., Bressi, N., Dolce, S., Pellarini, P. (1999) - Atlante cronologico degli anfibi e dei rettili del Friuli-Venezia-Giulia. Edizione del Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine, Pubblicazione n.43.

Luis I. González de Vallejo (2005) - *Geoingegneria*, Pearson Education Italia S.r.l.

Martinson D.G., Pisias N.G., Hays J.D., Imbrie J., Moore T. C. & Shackleton N.J., (1987) - Age dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high-resolution 0 to 300000-year chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 27, 1-29 pp.

Michelutti G., Zanolla S., & Barbieri S. (2003) - Suoli e Paesaggi del Friuli-Venezia Giulia, 1. Pianura e colline del Pordenonese. ERSA, Agenzia Regionale per lo sviluppo agrario, Pozzuolo del Friuli, Udine, 510 pp.

Minelli, A., Ruffo, S., Stoch, F., Cosentino, A., La Posta, A., Morandini, C., Muscio, G., Lapini, L., Paradisi, S., Sburlino, G., Solari, M. (2001) - "Risorgive e fontanili. Acque sorgenti di pianura dell'Italia Settentrionale". Ministero Dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Museo Friulano di Storia Naturale

Miola A., Albanese D., Valentini G., Corain L. (2003) - Pollen data for a biostratigraphy of LGM in the Venetian Po Plain. *Il Quaternario*, 16, 21-25.

Miola A., Bondesan A., Corain L., Favaretto S., Mozzi P., Piovan S. & Sostizzo I. (2006) - Wetlands in the Venetian Po Plain (north-eastern Italy) during the Last Glacial Maximum: vegetation, hydrology, sedimentary environments. *Review of Paleobotany and Palynology*, 141, 53-81.

Monegato G., Ravazzi C., Donegana M., Pini R., Calderoni G. & Wick L. (2007) - Evidence of a two-fold glacial advance during the last glacial maximum in the Tagliamento and moraine system (eastern Alps). *Quaternary Research*, 68: 284-302

Monegato G. & Poli, M.E. (2014) - Tectonic and climatic inferences from the terrace staircase in the Meduna valley, eastern Southern Alps, NE Italy. *Quaternary Research*. 83. 10.1016/j.yqres.2014.10.001.

Mozzi P. (2004) - Il caranto nel sottosuolo della laguna di Venezia in Bondesan A., Meneghel M. (a cura di), *Geomorfologia della provincia di Venezia*, Esedra, Padova, pp. 342-346.

M.U.R.S.T. (1997) - *Carta Geomorfologica della Pianura Padana - Carta altimetrica e dei movimenti verticali del suolo della Pianura Padana*. scala 1:250.000, S.EL.C.A., Firenze.

Muscio, G. (2015) - *Le rocce raccontano. Un viaggio nel tempo fra le meraviglie geologiche del Friuli-Venezia Giulia*. Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine.

Nell, J.P., Van Niekerk A., Muller J., Vermeulen D., Pauw T., Stephenson G., & Kemp J. (2015) - Methodology for monitoring waterlogging and salt accumulation on selected irrigation schemes in South Africa. 10.13140/RG.2.2.17398.24642.

Orombelli G. & Ravazzi C. (1996) - The late glacial and early Holocene chronology and paleoclimate. *Il Quaternario*, 9, 439-444.

Orombelli G., Ravazzi C., & Cita M.B. (2005) - Osservazioni sul significato dei termini LGM (UMG), tardoglaciale e postglaciale in ambito globale, italiano ed alpino. *Il Quaternario*, 18 (2) 147-156.

Purkis S. & Brock J. (2013) - *Coral Reef Remote Sensing*. 10.1007/978-90-481-9292-2_5.

Riccadonna A., Crippa R. (2011) - AutoCAD, imparare disegnando. Collana tecnico-scientifica a cura di CNOSFAP. Seconda Edizione, Editore Ulrico Hoepli Milano.

Riccio A. (2015a) - Carta Geolitologica di Superficie scala 1:10.000. Piano Regolatore Generale Comunale, Comune di Pordenone.

Riccio A. (2015b) - Carta Geolitologica del Sottosuolo (5m) scala 1:10.000. Piano Regolatore Generale Comunale, Comune di Pordenone.

Seriani, F. (1998) - Relazione geologica comune di Pordenone. Piano regolatore generale comunale, Comune di Pordenone.

Seriani F. (1996) - Scheda sondaggi meccanici. Studio Geologico per il PRG. Comune di Pordenone.

Sirioni M. B. C., Capotondi L. & Asioli A. (2005) - The Tyrrhenian stage in the Mediterranean: definition, usage and recognition in the deep-sea record. A proposal. Rend. Fis. Acc. Lincei. 16, 297-310.

Sirovich, L., Pettenati, F. & Bobbio, M., (2000) - Inversione di intensità macrosismiche per le faglie di terremoti storici, in Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996–1999), pp. 237–245, eds Galadini, F., Meletti, C. & Rebez, A., CNR—Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, Italy.

Stefanini S. & Cucchi S. (1978) - Gli acquiferi del sottosuolo della pianura veneta fra i fiumi Piave e Tagliamento. C.N.R., Quaderni dell'Ist. di Ric. sulle Acque, 34 (12): p. 287-299.

Stefanini, S. & Cucchi, F., (1977) - Le ghiaie del sottosuolo della pianura veneta a oriente del F. Piave. Quaderni dell'Ist. di Ricerca sulle Acque, 34, 3, 67-78

Valensise, G. & Pantosti, D. (2001) - Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy, version 2.0, *Annali di Geofisica*, 44, 797–964, supplement.

Vitturi A., Bondesan A., Fontana A., Mozzi P., Primon S., Bassan V. (2011) - Geologia in Vitturi A., Bassan V., Mazzuccato A., Primon S., Bondesan A., Ronchese F., Zangheri P. (Eds), *Atlante geologico della Provincia di Venezia - Note illustrative*, Quarto d'Altino (Venezia), Arti Grafiche Venete, pp. 333-357.

Zanatta B. (1995) - *Stratigrafie derivate da sondaggi meccanici*. Committente progetto: GETAS s.r.l.

Zanferrari, A., Avigliano, R., Grandesso, P., Monegato G., Paiero G., Poli M.E. & Stefani C. (2008a) - “Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 065 Maniago. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Autonoma Friuli- Venezia Giulia”. Arti Grafiche Friulane, Udine, 224 pp.

Zanferrari A., Avigliano R., Monegato A., Paiero G., Poli E. & Toffolon G. (2008b) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 066 “Udine”. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1 foglio.

Zanferrari A., Avigliano R., Fontana A. & Paiero G. (2008c) - Note illustrative della Carta Geologia d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 087 “San Vito al Tagliamento”. Graphic Linea, Tavagnacco, Udine, 178 pp.

Zanferrari A., Avigliano R., Monegato A., Paiero G., Poli E. & Toffolon G. (2008d) - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: Foglio 086 “San Vito al Tagliamento”. APAT-Servizio Geologico d'Italia - Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1 foglio.

Zenari, S. (1926) - *Studio geo-idrologico del bacino del Cellina*. Uff. Idrogr. R. Magistrato Acque Venezia, 139pp., Padova.

Zenari, S. (1929) - Note illustrative della Carta geologica delle Tre Venezie: Foglio Maniago. Min. LL. Pubbl., Sez. Geol., Uff. Idrogr. R. Magistr. Acqua, pp. 102, Padova.

Wolf U., Carnicelli S. (2011) - Manale per la descrizione del suolo. ARPAV, servizio regionale dei suoli, Progetto carta dei suoli di Italia scala 1: 250.000 Treviso, 108 pp.

046	047	048	049
	064	065	066
	085 Pordenone	086	087
	106	107	108

Quadro d'unione Fogli 1:50.000

064150	064160	086010
085030	085040	086050
085070	085080	086090

Quadro d'unione Sezioni 1:10.000

Legenda

SUCCESSIONE QUATERNARIA

GRA	Unità di Grado - GRA (post-LGM - attuale)
SCH	Unità di Schiavoi - SCH (post-LGM - attuale)
UIN	Unità dei depositi ubiquitari - UIN (Pleistocene Sup. - attuale)
SPB	Unità di Spilimbergo - SPB (Pleistocene Sup.: LGM)
SPB4	Subunità di Remanzacco - SPB4 (Pleistocene Sup.: LGM)
SPB3	Subunità di Canodussò - SPB3 (Pleistocene Sup.: LGM)
VIV	Unità di Vivaro - VIV (Pleistocene Sup.: LGM - Tardoglaciale)

SISTEMA DEPOSIZIONALE

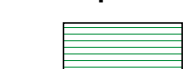
Depositi alluvionali

Ghiaia e blocchi	Ghiaia	Ghiaia sabbiosa	Ghiaia con sabbia e limo
Sabbia	Sabbia e limo	Limo	Limo e argilla con sabbia
Limo e argilla			

Deposito palustre



Deposito lacustre



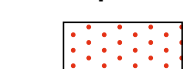
Deposito eluvio-colluviale



Deposito di origine mista



Deposito di versante



Deposito antropico



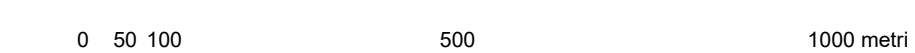
Segni convenzionali

---	Limite tessiturale	●●●●●	Limite superiore della fascia delle risorgive
---	Contatto stratigrafico e/o litologico: certo	●	Sorgente
---	- incerto e/o sepolto	■	Cava adibita a discarica
TTTTTTTTT	Orlo di terrazzo	■	Cava attiva
▲	Traccia di sezione geologica	■	Cava inattiva
		●	Carotaggio o punto di affioramento

**CARTA GEOLOGICO FORMAZIONALE
PROGETTO GEO-CGT**

**FOGLIO 085 - PORDENONE
SEZIONE 085080 - "VALLENONCELLO"**

Coordinate chilometriche nazionali ETRF2000 (ETRS89-TM30)



Scala 1:10.000

046	047	048	049
	064	065	066
	085 Pordenone	086	087
	106	107	108








Quadro d'Unione Fogli 1:50.000

085030	085040	086050
085070	085080	086090
085110	085120	086130

Quadro d'Unione Sezioni 1:10.000

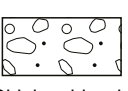
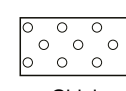
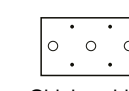
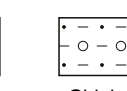
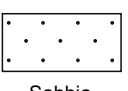


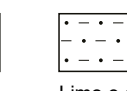
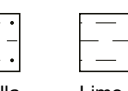
Legenda

SUCCESSIONE QUATERNARIA

	Unità di Grado - GRA (post-LGM - attuale)
	Unità di Schiavoi - SCH (post-LGM - attuale)
	Unità dei depositi ubiquitari - UIN (Pleistocene Sup. - attuale)
	Unità di Spilimbergo - SPB (Pleistocene Sup. - LGM)
	Subunità di Remanzacco - SPB4 (Pleistocene Sup. - LGM)
	Subunità di Canadusso - SPB3 (Pleistocene Sup. - LGM)
	Unità di Vivero - VIV (Pleistocene Sup. - LGM - Tardoglaciale)

SISTEMA DEPOSIZIONALE

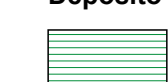
Depositi alluvionali

				
Ghiaia e blocchi	Ghiaia	Ghiaia sabbiosa	Ghiaia con sabbia e limo	
				
Sabbia	Sabbia e limo	Limo	Limo e argilla con sabbia	Limo e argilla

Deposito palustre



Deposito lacustre



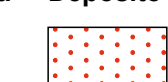
Deposito eluvio-colluviale



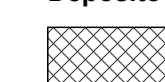
Deposito di origine mista



Deposito di versante



Deposito antropico



Segni convenzionali

	Limite tessaturale		Limite superiore della fascia delle risorgive
	Contatto stratigrafico e/o litologico: certo - incerto e/o sepolto		Sorgente
	Orto di terrazzo		Cava adibita a discarica
	Traccia di sezione geologica		Cava attiva
			Cava inattiva
			Carotaggio o punto di affioramento