

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

Comune di PAESANA



Oggetto:

Variante di adeguamento del P.R.G.C. al P.A.I.
MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO

Relazione geologica illustrativa

Elab	Codice Comune Paesana G//1/018	Rev. .	Data
		0	15/12/2018
		1	
		2	
		3	

Il Committente:

Comune di PAESANA

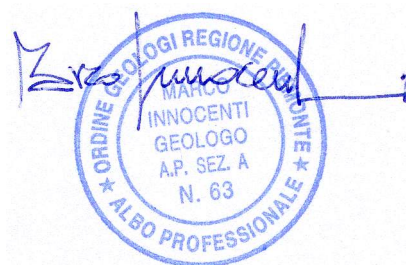
Via Barge 6 - PAESANA (CN)

PEC: comune.paesana.cn@cert.legalmail.it

Il Progettista:

Il geologo incaricato :

Dott. Geol. Marco INNOCENTI



Studio di Geologia tecnica e ambientale - Dott. Marco INNOCENTI - Geologo

Via P. Belli, 65 - Torino tel/fax 011-7495917 cell. 335 5898260 e-mail: marcoinnocenti.geo@gmail.com

P.IVA 08530160012 - C.F. NNCCMCV49T15L219E - N° 63 Ordine Geologi Piemonte

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
2. COLLOCAZIONE GEOGRAFICA	7
3. CARATTERISTICHE CLIMATOLOGICHE	7
3. CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	12
3. CARATTERI IDROGRAFICI E IDROGEOLOGICI	20
3. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	21
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23

1. INTRODUZIONE

Sono stati predisposti gli studi di Microzonazione Sismica sul territorio di Paesana in attuazione dei disposti dell' Art . 11 del Decreto-Legge 28 aprile 2009 n.39, convertito con modificazioni dalla L.24 giugno 2009 n.77 e sulla base dei criteri riportati nell'All.2 dell'O.P.C.M. n.400/2012, con approfondimenti equivalenti al Livello 1 degli Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica , secondo quanto previsto nella D.D. n.2862 del 25/11/2013 e dell'All. B alla D,G,R, n.20-1250 del 10 marzo2015.

L'elaborato tecnico di riferimento per l'esecuzione degli studi è rappresentato dagli "*Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)*" (2008) e da Colombi et alii (2011).

Per la redazione degli elaborati cartografici e l'organizzazione delle informazioni, i documenti di riferimento sono stati gli "Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica" versione 4.0b dell'ottobre 2015, elaborati dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.

Le attività fondamentali dello studio sono consistite nella raccolta di tutti i dati geologici, geomorfologici, geologico tecnici, sondaggi, indagini geofisiche e sismiche relativi al territorio oggetto di indagine e nella esecuzione di rilevamenti geologici di controllo sul terreno necessari per la ricostruzione dell'assetto geologico locale, previa raccolta preliminare dei dati esistenti presso gli archivi comunali e le banche dati degli enti pubblici. Inoltre per alcune aree suscettibili di amplificazioni locali ritenute significative, sono state eseguite indagini con tecnica HVSR finalizzate a verificare la frequenza naturale del sito.

Al fine di interpretare in termini di spessori i dati acquisiti con tecnica HVSR, per la ricostruzione del modello geologico e geotecnico del terreno, sono state eseguite indagini di sismica superficiale con la metodologia MASW espresse in termini di valori di Vs (velocità delle onde sismiche di taglio, dette anche trasversali o S).

I prodotti sono consistiti in:

- *Carta delle indagini* (scala 1/10.000) dove sono state riportate le indagini pregresse e quelle di nuova esecuzione; tutte le prove sono state classificate in base al tipo e alla profondità raggiunta,
- *Carta geologico-tecnica* (scala 1/10.000) predisposta sulla base dei rilievi geologici e geomorfologici disponibili e dei dati derivanti dai rilievi di controllo effettuati, corredata da sezioni geologiche significative in un numero adeguato orientate sia trasversalmente sia longitudinalmente ai principali elementi geologici.
- *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* (scala 1/10.000) dove sono indicate le zone omogenee in prospettiva sismica, propedeutiche ai successivi livelli di approfondimento.
- *Banche dati* contenenti i dati relativi alle carte prodotte.
- *Relazione illustrativa* dove sono descritte in dettaglio le metodologie di studio utilizzate, i risultati ottenuti, le cartografie e le banche dati prodotte.

La base topografica utilizzata è la Base Dati Territoriale di Riferimento (BDTRE) degli Enti della Regione Piemonte.

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per la definizione della pericolosità sismica di base del Comune di Paesana si è fatto riferimento a quanto riportato dalle banche dati ufficiali INGV e ARPA Piemonte; in particolare sono state consultate le seguenti fonti:

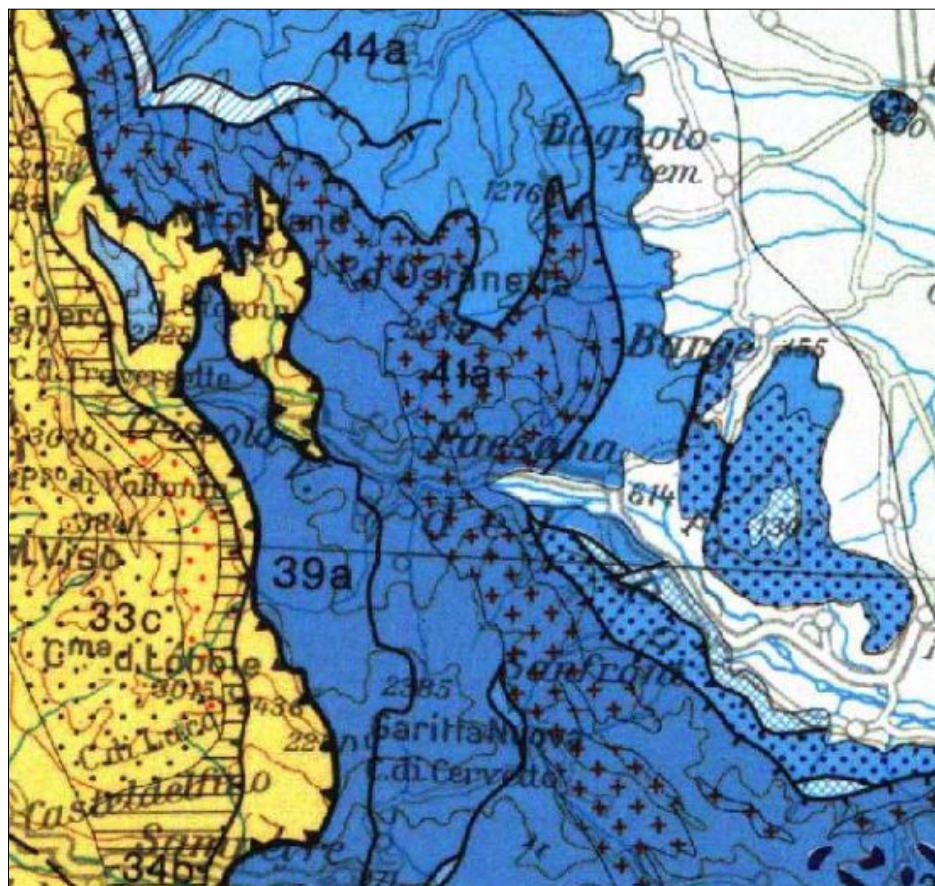
- il Database Macrosismico Italiano versione DSMI15 (M. Locati et Alii, luglio 2016);
- il Database ARPA Piemonte relativo alla sismicità strumentale dal 1982 ad oggi, visualizzabile sul sito <http://webgis.arpa.piemonte.it/flxview/GeoViewerArpa/>;
- il Database online della pericolosità sismica in Italia, visualizzabile sul sito: <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La *D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011* ha definito l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico e recepito la classificazione sismica di cui alla *D.G.R. n. 11-13058 del 19.01.2010*. Sulla scorta di tale classificazione il **Comune di Paesana** risulta inserito in **Zona sismica 3**.

Con la *Determinazione Dirigenziale n. 540/DB1400 del 03.09.2012* sono state approvate le modalità per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico a supporto degli strumenti urbanistici generali e loro varianti generali e strutturali dei Comuni ricadenti nelle Zone sismiche 3 e 3S.

In relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06) nella Zona 3 sono inseriti quei territori la cui accelerazione sismica a_g (accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni) è compresa fra 0,05 e 0,15.

Come evidenzia lo *Strctural Model of Italy* (C.N.R., 1990) (**Fig. 2.1**), nel territorio Comunale di Paesana è impostato un lineamento tettonico che rappresenta il contatto fra le unità penniniche superiori e medie. Non sono peraltro documentate rilevanti strutture tettoniche di faglia che possano condizionare la risposta sismica locale.



UPPER-PENNINE UNITS

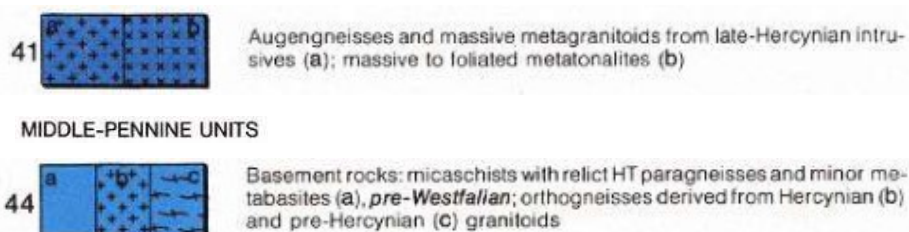
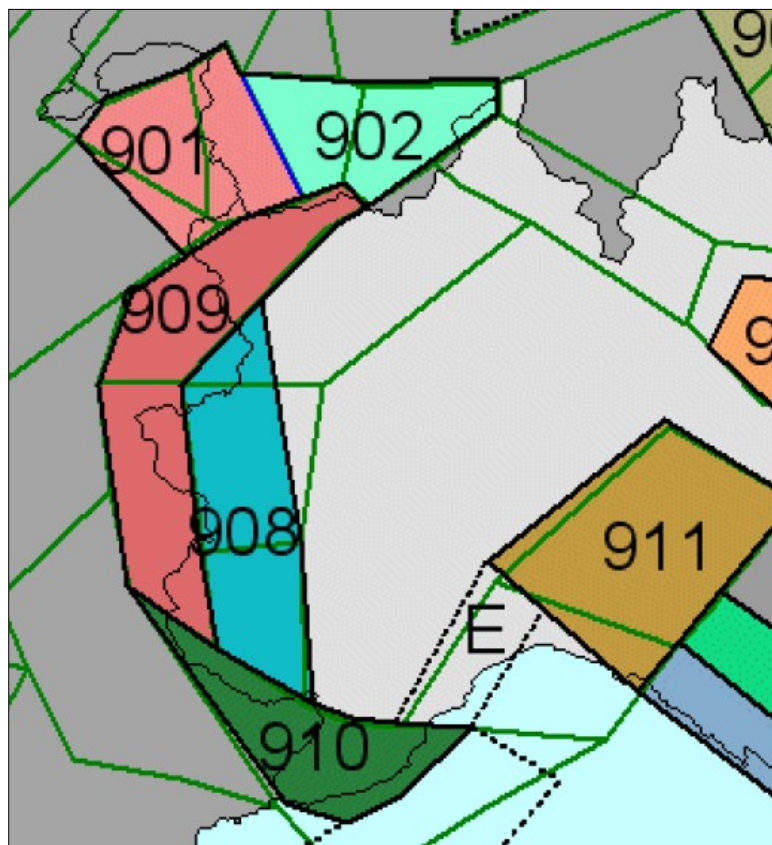


Fig. 2.1 – Tratto da "Structural Model Of Italy"(CNR 1990)

Nella Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9, elaborata nel 2004 dal Gruppo di lavoro dell'INGV, vengono individuate zone che si caratterizzano per diversi valori della M_{wmax} (magnitudo momento massima). Il territorio di Paesana ricade all'interno della zona sismogenetica 908 (**Fig. 2.2**) nella quale il valore della magnitudo risulta pari a 6,14.



**Fig. 2.2 – Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord-Italia (bordi in nero)
(INGV - C. Meletti, G. Valensise, 2004)**

Il meccanismo di fagliazione prevalente attribuito alla zona sismogenetica 908 è quello trascorrente; la profondità efficace dei terremoti, assegnata sulla scorta dei valori della moda e della forma della distribuzione della frequenza degli eventi, è compresa fra 8 e 12 km.

La magnitudo di eventi sismici attesi al sito può essere tuttavia stimata con maggiore precisione (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) attraverso il processo di disaggregazione della pericolosità sismica, operazione che consente la valutazione dei contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

Dal lavoro *Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R- ϵ* (D. Spallarossa, S. Barani, 2007) si trae la seguente, testuale specificazione: *La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.*

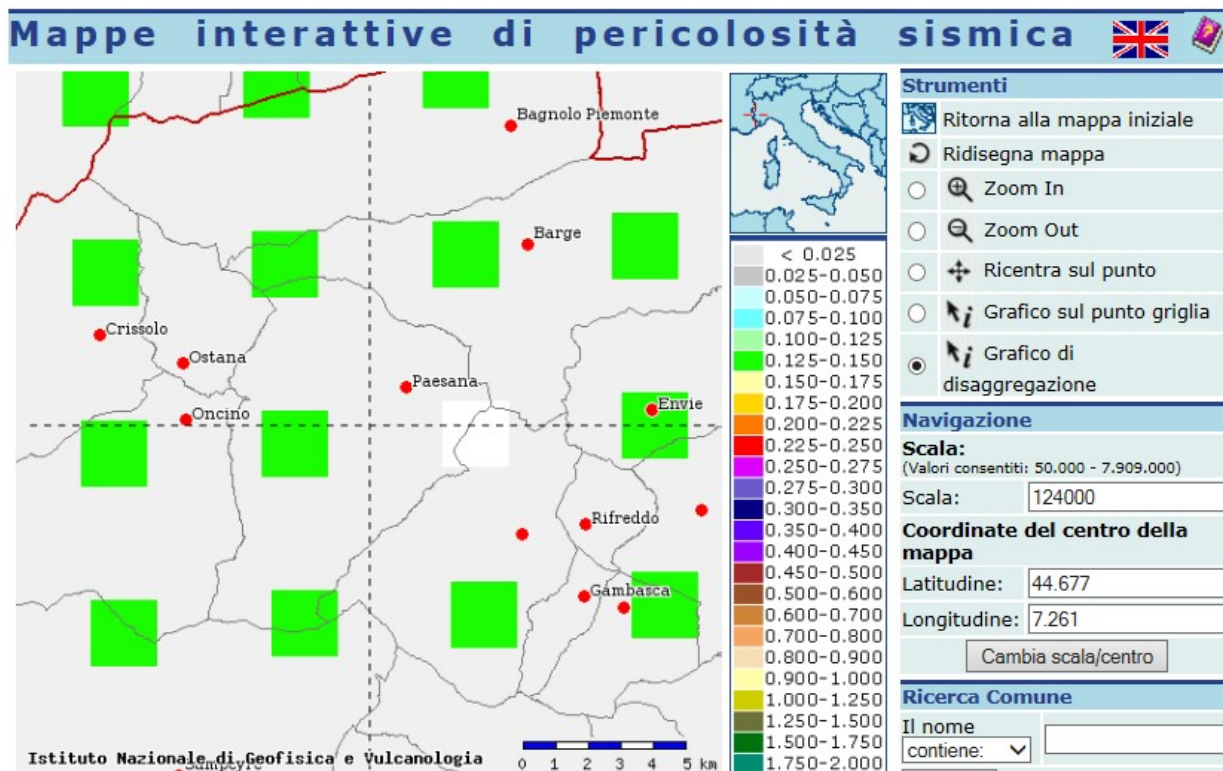


Fig. 2.3 – Tabella di disaggregazione dei valori di Magnitudo M_{wmax} (da INGV)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.6745, lon: 7.3023, ID: 15341)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	25.900	34.100	11.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.870	11.700	6.720	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.192	1.190	1.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.018	0.209	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.001	0.100	0.275	0.329	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.014	0.124	0.185	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.730	8.360	0.861

Fig. 2.2 – INGV - Mappa interattiva di pericolosità sismica

Come è possibile osservare, il valore di $M_{w\max}$ pari a 4,73, ottenuto con il metodo della disaggregazione risulta apprezzabilmente inferiore alla magnitudo di momento massima attribuita alla zona sismogenetica 908 che, come più sopra riportato, è, invece, di 6,14.

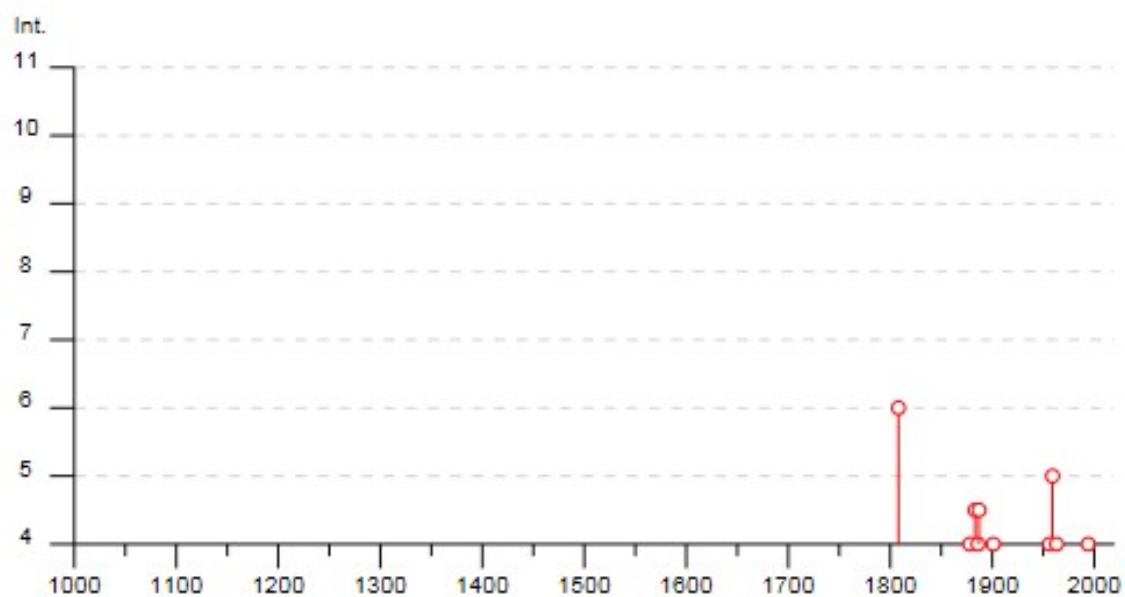
L'utilizzo dell'uno o dell'altro di questi valori per le verifiche statiche è funzione della tipologia delle opere da realizzare e delle verifiche da effettuare.

Il DBMI15 (Database Macrosismico Italiano 2015 - INGV, M. Locati et Alii, luglio 2016) fornisce i dati macrosismici relativi alla storia sismica di Paesana. Il grafico e le tabelle seguenti riassumono gli eventi accaduti dal 1800 ad oggi; da essi si ricava che il sisma di maggior intensità nel territorio considerato si è verificato il 2 aprile 1808, con area epicentrale in Val Pellice. Quel terremoto produsse un risentimento nel territorio comunale di Paesana di magnitudo M_w 5,69.

Paesana

PlaceID	IT_06377
Coordinate (lat, lon)	44.683, 7.276
Comune (ISTAT 2015)	Paesana
Provincia	Cuneo
Regione	Piemonte
Numero di eventi riportati	15

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	📄	1808	04	02	16	43	Val Pellice	105	8	5.64
4	📄	1878	06	07	22	25	Cuneese	34	6	4.86
4-5	📄	1883	03	07	21	15	Piemonte sud-occidentale	21	4-5	4.17
4	📄	1886	09	05			Torinese	101	7	5.22
4-5	📄	1887	10	01	03	05	Cuneese	4	4-5	3.93
4	📄	1901	05	25	03	59 2	Piemonte centro-meridionale	35	5	4.50
4	📄	1956	06	01	08	32 4	Alta Valle del Po	62	5-6	4.30
5	📄	1959	04	05	10	48	Ubaye	207	7-8	5.39
4	📄	1963	07	19	05	46 0	Mar Ligure	412		5.95
NF	📄	1966	04	07	19	38 5	Cuneese	101	6	4.51
3	📄	1971	02	01	12	26 5	Cuneese	22	5	4.39
NF	📄	1989	12	26	19	59 5	Mar Ligure	290		4.46
NF	📄	1991	02	11	15	43 4	Briançonnais	72		4.33
3	📄	1993	03	15	23	43 2	Cuneese	59	5	4.06
4	📄	1994	01	20	06	59 1	Cuneese	67	5-6	4.34



Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Sanfront	7	5
Barge	23	6
Rifreddo	11	7
Oncino	6	7
Ostana (Villa)	3	7
Envie	9	8
Gambasca	6	8
Bagnolo Piemonte	7	9
Martiniana Po	5	9
Revello	10	10
Crissolo (Villa)	10	10

3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

3.1. CARATTERI MORFOLOGICI

Il territorio comunale di Paesana, caratterizzato da una superficie di 58.08 kmq, è situato nel settore centrale della Valle Po.

Di forma assimilabile a quella di un trapezio presenta maggiore estensione in direzione N-S. Sotto il profilo altimetrico copre un dislivello di 1835,80 m, essendo sviluppato tra una quota minima di 540 m, registrata sul fondo vallivo, al confine orientale, e una massima di 2375,80 m che connota il punto più elevato del Monte Riba, nello spigolo sud-occidentale del confine comunale.

Il fondovalle principale, stretto e incassato ad occidente, si amplia notevolmente nel settore orientale del territorio, a valle della Frazione di Ghisola, divenendo nella zona del capoluogo un'ampia conca chiusa ad oriente dal rilievo del Monte Bracco.

Il tratto della valle principale del F. Po compreso nel Comune di Paesana presenta caratteri vari. Nel settore di monte, fino all'altezza della Frazione di Ghisola, la sezione è ridotta ed il fiume scorre profondamente incassato; in quello a valle la sezione si amplia notevolmente ed il fondovalle è colmato da depositi alluvionali terrazzati.

Tra l'abitato di Calcinere ed il confine comunale orientale, questi depositi risultano profondamente reincisi dal Po, mentre nel tratto più a monte appaiono sospesi di oltre 10 m sul fondo dell'alveo.

I diversi cicli erosivi hanno dato origine ad un sistema di superfici terrazzate, sospese le une sulle altre, di età progressivamente decrescente procedendo dall'alto verso il basso.

Lo sviluppo di queste unità è maggiore in sinistra idrografica, dove si registra la maggiore estensione areale dei depositi alluvionali; in destra Po sono presenti solo a valle di Erasca.

In sinistra idrografica l'altezza della scarpata principale che delimita il terrazzo superiore decresce gradualmente verso valle ed in corrispondenza del capoluogo si sdoppia. Parallelamente la scarpata stessa, subverticale nel tratto a monte di Paesana, diviene meno acclive nel settore del capoluogo.

A valle dell'abitato il terrazzo si fa più sfumato e le diverse superfici sono solo debolmente sospese le une rispetto alle altre.

Al contrario, in destra idrografica l'altezza della scarpata si mantiene pressochè costante tra Erasca ed il limite comunale orientale.

Queste scarpate di erosione separano le superfici poste a quote superiori da quelle terrazzate più recenti di quota inferiore.

Lungo il fondovalle, in corrispondenza degli sbocchi dei rii laterali nei corpi terrazzati si innestano gli apparati di conoide edificati dagli affluenti.

I conoidi dei torrenti Cornaschi e Croesio, che sottendono ampi bacini, sono costituiti da grandi corpi terrazzati troncati frontalmente e reincisi dal corso d'acqua generatore.

In sinistra idrografica i rii compresi tra le loc. Calcinere sup. e Ghisola sono caratterizzati da apparati di conoide meno estesi poiché connessi a bacini arealmente più ridotti, e sono anch'essi troncati frontalmente.

3.2. CARATTERI GEOLOGICI

All'interno del settore di territorio perimetrato ai fini di microzonazione sismica si individuano depositi sciolti di età quaternaria e litotipi di età paleozoica costitutivi il basamento litoide.

I primi comprendono depositi di genesi diversa e possono essere suddivisi in complessi ed unità secondarie sulla scorta dei rispettivi caratteri litostratigrafici, pedostratigrafici e morfologici.

Il substrato roccioso è riferibile a litotipi appartenenti al Complesso Cristallino pretriassico Dora-Maira.

A. Copertura quaternaria

Nell'area sono presenti depositi di origine alluvionale e glaciale nonché prodotti detritici ed eluviali derivanti dai processi di disaggregazione fisico-meccanica ed alterazione chimica del substrato.

a.1 Depositi alluvionali

Il fondovalle principale del Po è costituito da depositi alluvionali di età olocenica che formano una serie di superfici terrazzate e sono rappresentati da materiali a granulometria grossolana: ghiaie eterometriche con massi a grado di arrotondamento medio-alto e matrice sabbiosa o sabbioso-limosa localmente abbondante.

All'interno della successione sono presenti intercalazioni lentiformi di potenza metrica di sabbia e sabbia limosa bruno-grigiastra.

I depositi alluvionali attuali sono presenti lungo gli alvei di piena del Po e dei suoi affluenti. Geneticamente riferibili ad un ambiente caratterizzato da energia medio-alta sono costituiti da ghiaie eterometriche e massi con scarsa matrice sabbiosa.

I depositi alluvionali recenti costituiscono le superfici terrazzate intermedie che fiancheggiano l'alveo del Po e presentano caratteri sedimentologici del tutto uguali a quelli del complesso precedente.

I depositi alluvionali di età più antica formano le superfici terrazzate di quota superiore presentando analoghi caratteri sedimentologici.

a.2 Depositi glaciali

Sporadicamente conservati sui fianchi vallivi sono formati da elementi lapidei sub-arrotondati immersi in abbondante matrice fine limoso-sabbiosa. Nel settore nord-orientale del territorio i depositi glaciali presentano fine granulometria.

a.3 Prodotti detritici ed eluvio-colluviali

I prodotti detritico-eluviali sono caratterizzati da scheletro lapideo eterometrico inglobato in matrice sabbioso-limosa e costituiscono la coltre di copertura che maschera estesamente il substrato roccioso lungo i versanti; la loro potenza risulta variabile da pochi centimetri fino ad un ordine metrico nei settori meno acclivi o alla base dei pendii.

I depositi eluvio-colluviali sono rappresentati essenzialmente nel settore nordorientale della conca del capoluogo, verso la zona della Colletta di Barge, dove formano un accumulo

caratterizzato da granulometria essenzialmente fine.

B. Substrato roccioso

Il substrato roccioso, affiorante diffusamente in tutta l'area in corrispondenza dei settori più acclivi e lungo le aste dei corsi d'acqua maggiormente approfonditi, è costituito da litotipi appartenenti al **Complesso Cristallino Dora-Maira**, suddivisibili in tre gruppi di età crescente:

- coperture metasedimentarie
- basamento polimetamorfico
- ortoderivati legati al ciclo magmatico tardo-ercinico

b.1 Ortoderivati legati al ciclo magmatico tardo-ercinico

Questi litotipi rappresentano i derivati metamorfici di rocce granitiche di età permo-carbonifera.

L'elemento caratterizzante è la presenza di grossi cristalli feldspatici, relitti degli originari minerali granitici, cui si accompagnano quarzo, plagioclasio, mica ed epidoto.

La struttura è molto variabile, da granitoidi sfumano in gneiss laminati con tessitura a bande millimetriche.

b.2 Basamento polimetamorfico

I litotipi riferibili allo zoccolo del massiccio sono rappresentati da micascisti e subordinati gneiss minuti, localmente con anfiboliti.

I micascisti, caratterizzati da elevata scistosità e colore argenteo, presentano composizione mineralogica simile a quella degli gneiss minuti da cui differiscono per la maggiore quantità di mica e clorite e minore composizione feldspatica.

Gli gneiss minuti risultano costituiti da quarzo, feldspato, mica bianca, biotite e clorite e sono contraddistinti da tessitura scistosa e grana fine.

Il passaggio tra i due litotipi è sempre sfumato e graduale.

b.3 Copertura metasedimentaria

Serie grafica di Pinerolo

Le rocce appartenenti a questa unità affiorano nella zona della Colletta di Barge e sul fianco destro della valle Po in corrispondenza della confluenza del T. Croesio.

I litotipi riferibili alla Serie grafica presentano caratteristiche simili agli gneiss minuti ed ai micascisti del basamento, da cui differiscono per la presenza della componente grafica che li rende tipicamente di colore scuro (da grigio a nero), consentendone l'attribuzione al Carbonifero.

4. DATI GEOTECNICI, GEOFISICI E SISMICI

I dati geosismici disponibili per lo studio di microzonazione sono stati ricavati sia da indagini pregresse, sia da prospezioni appositamente finalizzate allo scopo. Le tre indagini più recenti sono state localizzate sul grande conoide del T.Croesio, nella zona ad oriente del capoluogo (Colletta) dove si ha la presenza di un deposito eluvio-colluviale esteso e potente, ed infine alla periferia orientale del capoluogo nel settore compreso tra la Via Monviso e il T.Agliasco, oggetto di probabile intensa espansione urbanistica.

Nel complesso risultano utilizzabili le seguenti indagini sul sottosuolo:

A. Sondaggi

- **sondaggio S4** a carotaggio continuo, profondo 12,20 m perforato a cura della Provincia di Cuneo in corrispondenza della spalla del ponte Erasca sul F. Po (lato monte);
- **sondaggio S5** a carotaggio continuo, profondo 8 m, perforato a cura della Provincia di Cuneo in corrispondenza della spalla del ponte Erasca sul F. Po (lato fiume);
- **sondaggio S6** a carotaggio continuo, profondo 30 m, eseguito in Via Reinaud
- **sondaggio S7** a carotaggio continuo, profondo 30 m, munito di prova down-hole eseguito in Piazza Piave.

Nello specifico:

- Il sondaggio n.6 (**S6**) ha intercettato un complesso sedimentario di origine alluvionale formato da ghiaie grossolane di natura poligenica in matrice sabbiosa grossolana fino a circa 22 m di profondità: al disotto la granulometria diminuisce ed aumenta la matrice sabbiosa di color grigio-verdognolo;
- Il sondaggio n.7 (**S7**) ha evidenziato, fino a circa 18 m di profondità, una sequenza di ghiaie molto grossolane con blocchi di dimensioni anche metriche, cui fanno seguito ghiaie medio-grossolane con ciottoli, talvolta alterati, fino a circa 25 m ed infine ghiaie sabbiose fino a fondo foro.

B. Prospezioni geosismiche

- **MASW n.1** eseguita in Frazione Croce nel campo ubicato ad ovest della Cappella di San Sebastiano;
- **MASW n.2** eseguita in Frazione Croesio, nei pascoli localizzati ad est di località Cascina Chiri;
- **MASW n.3** eseguita nel settore occidentale del concentrico di Paesana nei prati compresi fra il T. Agliasco e Via Monviso;
 - **MASW n.4** eseguita in Via Reinaud;
 - **MASW n.5** eseguita in corrispondenza della SP26 (Via San Firmino) all'altezza di Erasca;
- **MASW n.6** eseguita fra le località Brichet e Ghisola, all'altezza della separazione fra la SP n. 26 e la S.P. n. 27.
- **Prova down-hole** eseguita in corrispondenza del sondaggio n. 7.

Le prospezioni geosismiche hanno prodotto i sottoelencati risultati:

la **MASW n.1**, evidenzia sostanzialmente una successione di depositi in prevalenza medio fini, il cui addensamento aumenta progressivamente con la profondità; il modello di velocità delle onde di taglio distingue 2 sismostrati: quello più superficiale esteso da p.c. fino a circa 8 m di profondità costituito da materiali sciolti o scarsamente addensati, caratterizzato da valori di V_s compresi fra 190 e 240 m/s; quello più profondo, esteso oltre la massima profondità di indagine e caratterizzato da depositi a grado di addensamento medio-basso (rigidità crescente con la profondità; $V_s = 290\div 470$ m/s).

La categoria sismica di sottosuolo riferibile a questa successione è quella di tipo **C**.

Nella **MASW n.2** il profilo di velocità delle onde di taglio è definito da tre livelli sismostratigrafici: uno superficiale, esteso fino a circa 2 m di profondità da p.c., costituito da materiali sciolti ($V_s 190\div 400$); un secondo esteso fino a 23 m di profondità caratterizzato da depositi a grado di addensamento crescente con la profondità ($V_s 310\div 570$ m/s); il terzo più profondo, esteso oltre i 23 metri, rappresentato da materiali eterogenei ad elevata rigidità ($V_s > 700$ m/s).

La sequenza sismostratigrafica di questo sito individua una categoria sismica di sottosuolo di tipo **B**.

Nella **MASW n.3**, il modello sismostratigrafico è definito da 3 livelli: uno superficiale esteso fino a circa 2 m di profondità dal p.c., costituito da materiali sciolti ($V_s 210\div 220$ m/s); un successivo esteso fino a circa 8 metri, caratterizzato da materiali a grado di addensamento medio-moderato ($V_s 300\div 390$ m/s); un terzo più profondo, esteso oltre gli 8 m da p.c., caratterizzato da depositi eterogenei a medio-alta rigidità, con grado di addensamento crescente con la profondità ($V_s 520\div 780$ m/s).

Anche in questo caso, viene individuata una categoria di sottosuolo di tipo **B**.

La **MASW n.4** ha individuato 4 sismostrati: il primo potente 9 m di ghiaie poco addensate con V_s comprese tra 390 e 516 m/s, il secondo tra 9 e 17 m in cui le V_s crescono notevolmente fino a 1164 m/s per la probabile presenza di grossi blocchi/trovanti, il terzo tra 17 e 29 m in cui le V_s tornano compatibili con ghiaie addensate (660 m/s), ed infine uno strato finale con V_s di circa 1800 m/s correttamente interpretabile come bedrock di riferimento ($V_s > 800$ m/s) di tipo lapideo.

La categoria sismica di sottosuolo definita dall'indagine è quella di tipo **B**.

Nella **MASW n.5** vengono individuati 3 sismostrati: il primo potente circa 11 m di sedimento alluvionale meno addensato con V_s comprese tra 325 e 410 m/s, il secondo tra 11 e 17 m con depositi più addensati (V_s fino a 608 m/s), il terzo da 17 a 30 m con valori di V_s di oltre 800 m/s compatibili con un sedimento ghiaioso-sabbioso molto addensato costituente il bedrock sismico di riferimento, non di tipo litoide.

La sismostratigrafia del sito è riconducibile ad una categoria sismica di tipo **B**.

Nella **MASW n.6** i sismostrati riconosciuti sono 4: il primo potente circa 6 m con V_s di 307-431 m/s corrisponde a ghiaie/ghiaie sabbiose poco addensate, il secondo compreso tra 6 e 11 m con V_s di quasi 900 m/s probabilmente per la presenza di grossi blocchi/trovanti, il terzo tra 11 e 19 m con valori di V_s compatibili con depositi ghiaiosi

addensati (500/600 m/s), il terzo oltre i 19 m con V_s di circa 1900 m/s per la presenza del substrato sismico di riferimento di tipo litoide.

Anche in questo caso la categoria sismica di sottosuolo cui può essere ricondotta la sequenza sismostratigrafica che caratterizza il sito, è di tipo **B**.

In unione alle indagini MASW 1, 2 e 3 sono state effettuate anche registrazioni a stazione singola dei microtrempi naturali HVSR.

I risultati ottenuti sono riportati sotto:

Punto	1	2	3
f_0	1,878	-	5.737

Non è stata elaborata una carta delle frequenze di risonanza f_0 dato il limitato numero di indagini effettuate.

Le registrazioni HVSR in unione con i risultati delle MASW, consentono di esprimere le seguenti interpretazioni :

- nella HVSR n.1 il picco di frequenza di 1.878 Hz è molto probabilmente legato a risonanza stratigrafica della copertura sedimentaria sul substrato roccioso a 45 m di profondità;
- nella HVSR n. 2 non è stato registrato un picco preciso causa rumori ambientali: è comunque ipotizzabile la presenza di depositi eterogenei ad elevata rigidità alternati a livelli di minore densità con potenza totale di 40-50 m.
- nella HVSR n.3 il picco a circa 5.737 Hz è attribuibile all'interfaccia copertura/substrato sismico a 25 m di profondità (in analogia con quanto riscontrato alla non lontana MASW n.3 della indagine pregressa anche se i valori massimi di V_s non hanno superato gli 800 m/s);

Prova down-hole. La prova down-hole eseguita in corrispondenza del sondaggio S7 conferma la presenza dei 3 sismostrati con V_s rispettivamente fino a 636 m/s, comprese fra 636-714 m/s e 714-768 m/s. Il crescente valore delle V_s è riconducibile, con tutta probabilità, ad un progressivo aumento della densità. La categoria di sottosuolo individuata in corrispondenza di questo sito di indagine è la **B**.

La numerazione e la precisa ubicazione delle prospezioni elencate sono riportate nella "Carta delle indagini".

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Con l'ausilio di tutti i dati disponibili, ottenuti dalle indagini pregresse e da quelle di nuova esecuzione, si è proceduto alla ricostruzione del modello di riferimento per il sottosuolo del territorio studiato, finalizzata all'elaborazione della Carta Geologico Tecnica.

Come è a tutti evidente, laddove il modello non è supportato dai dati di prospezioni dirette diviene necessariamente interpretativo, anche se comunque basato su rigorosi criteri di tipo geologico-stratigrafico. Nonostante ciò non vi è dubbio che permangono, in diversi settori del territorio comunale ampi margini di incertezze circa la reale

configurazione del sottosuolo, non tanto in termini litologici, quanto piuttosto relativi alla profondità del substrato roccioso e, conseguentemente, alla potenza dei depositi della copertura quaternaria.

In ogni caso il modello ricalca nelle sue linee generali la morfologia di superficie: un solco vallivo di profondità pluridecimetrica nella sua zona assiale, che assume dapprima un andamento all'incirca Ovest-Est, per poi piegare successivamente in direzione Sud-Est in corrispondenza del capoluogo. L'incisione valliva risulta colmata da sedimenti di origine alluvionale legati allo scioglimento del ghiacciaio della Valle Po, cui si sono sovrapposti depositi di conoide, sempre di origine alluvionale, agli sbocchi vallivi dei solchi torrentizi laterali.

La sezione trasversale, ridotta nel settore più tipicamente intramontano, si allarga notevolmente nella conca del capoluogo, in corrispondenza dell'estesa piana intravalliva formatasi per la riduzione di pendenza dell'alveo fluviale del Po, per poi proseguire, così ampliata, verso Sud-Est.

Per quanto riguarda il complesso geolitologico di colmamento del solco vallivo di erosione, dapprima probabilmente glaciale e poi certamente fluviale, esso risulta costituito, fino alle profondità direttamente indagate, da una miscela di ghiaia e sabbia con componente limosa in percentuale variabile ma modesta, ed è classificabile secondo la classificazione delle terre U.S.C.S. come GM.

E' caratterizzato da un grado di addensamento generalmente modesto ma presenta caratteristiche geotecniche da buone ad elevate.

L'alternanza di fasi deposizionali e di erosione, succedutesi in epoca olocenica, ha consentito la formazione di diversi ordini di terrazzi, la cui disposizione e sviluppo riconduce agli antichi tracciati del F. Po.

L'ambiente genetico-deposizionale è di terrazzo fluviale (tf).

Anche se non è direttamente conosciuta la formazione su cui questi sedimenti poggiano, è ragionevole supporre che sia costituita dal substrato roccioso, come riscontrato nella fascia più prossima al fianco vallivo sinistro, in quanto i depositi glaciali di fondo sono stati quasi certamente asportati dall'erosione subglaciale da parte dei torrenti alimentati dalle acque di fusione nelle fasi di regresso cataglaciale.

Lo schema dei rapporti stratigrafici è delineato nelle due sezioni (A-B e C-D) tracciate rispettivamente in direzione N-S, all'altezza del concentrico abitato, e O-E, a nord del F. Po, a partire dal concentrico per arrivare fino al limite orientale del territorio comunale. Le sezioni sono riportate nella carta delle MOPS.

6. ELABORATI CARTOGRAFICI

Nell'ambito dello studio di microzonazione sono state elaborate, in scala 1:10.000, la Carta delle indagini, la Carta geologico-tecnica e la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

CARTA DELLE INDAGINI

In questo documento cartografico vengono riportate le localizzazioni e la tipologia di tutte le indagini disponibili, sia preesistenti, sia di nuova esecuzione.

Per quanto concerne i dati d'archivio, sono stati reperiti quelli relativi ai sondaggi meccanici a carotaggio continuo, muniti di prove SPT in foro, la prova down-hole, le indagini MASW già effettuate sul territorio.

Ad esse si sono aggiunte le nuove indagini MASW e le registrazioni HVSR.

Alla carta è allegata la banca dati inerente tutte le informazioni previste negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (Vers.4.0b, ottobre 2015)

CARTA GEOLOGICO-TECNICA

La carta geologico tecnica a supporto degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 ha la funzione di condensare tutte le informazioni geologiche raccolte e quelle rese disponibili dagli studi geologici effettuati.

Obbiettivo finale è quello di supportare la definizione di microzone omogenee in prospettiva sismica e quindi, nel caso delle zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, quello di indicare la profondità dell'ipotetico substrato rigido, lapideo e non, inteso come materiale caratterizzato da Vs superiori a 800 m/s, nonché la tipologia di sedimento che lo ricopre (unità litotecniche).

I terreni di copertura, con riferimento ai caratteri sedimentologici e agli ambienti genetico-deposizionali previsti dagli standard sono :

- le ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (GWtf e GWca);
- le ghiaie limose e le miscele di ghiaia, sabbia e limo, idonee a qualificare i depositi alluvionali (GMtf), quelli di conoide (GMca), i depositi glaciali (GMti), nonché il detrito di falda (GMfd);
- le sabbie limose e le miscele di sabbia e limo che designano i depositi alluvionali a granulometria più fine, sia di origine fluviale (SMtf), sia gravitativa o legata ad alterazione chimico-fisica in posto dei depositi di versante (SMec).

Per quanto riguarda il substrato geologico rigido si ha il substrato litoide (LP)

La carta riporta anche le tracce delle sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello geologico.

Sono pure riportati i sondaggi con indicazione della profondità del substrato o nel caso del non raggiungimento la profondità del sondaggio ed i pozzi per acqua o piezometri con indicazione

delle soggiacenza della falda.

Quali elementi geomorfologici si hanno le forme di superficie riconosciute come i conoidi alluvionale nonché le valli sepolte stretta ($C \geq 0.25$) e larga ($C < 0.25$).

A fine testo sono riportate le sezioni geologico-tecniche finalizzate alla costruzione della carta MOPS in cui sono ricostruiti gli andamenti dei terreni di copertura fino al

raggiungimento del substrato sismico di riferimento sia litoide che granulare caratterizzato da velocità delle onde S maggiori di 800 m/s

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (M.O.P.S.)
(LIVELLO 1)

Sulla scorta delle informazioni raccolte e delle indagini geofisiche effettuate a supporto è stata redatta la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Con riferimento agli Standard vers. 4.0b punto 1.1.3 le microzone sono state classificate in tre categorie:

- a) *Zone stabili*, nelle quali non si ipotizzano effetti locali dovuti ad amplificazione litostratigrafica (substrato geologico in affioramento e subaffioramento);
- b) *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico per effetto dell'assetto litostratigrafico locale;
- c) *Zone di attenzione per instabilità di versante*, riconducibili alle aree interessate da instabilità di versante attiva o quiescente.

Le aree di cui alla categoria b) sono state suddivise in 11 zone diverse, caratterizzate dalla presenza di terreni di copertura di diversa composizione litologico-granulometrica e potenza fino al raggiungimento del terreno caratterizzato da Vs maggiori di 800 m/s.

Sono presenti Zone di attenzione (ZA) legate ad instabilità del versante, mentre mancano quelle legate a fenomeni di liquefazione, a faglie attive e capaci e a cedimenti differenziali.

In particolare :

- la *zona 1* si identifica con l'asta del Po e la sua fascia di alluvioni attuali, nel tratto compreso tra il limite occidentale del territorio comunale e la Frazione di Ghisola. Il modello litostratigrafico locale ipotizzato, vede la presenza del substrato roccioso, in questa zona assiale valliva, a partire dai 20 m di profondità, sormontato da una copertura di ghiaie a granulometria assortita e da miscele di ghiaia, sabbia e limo;

- la *zona 2* rappresenta l'asta del Po e le sue alluvioni attuali e recenti nel tratto successivo, ovvero fra la Frazione Ghisola e il limite orientale del territorio comunale.

In questo caso lo spessore del materasso alluvionale prima descritto viene supposto maggiore, poiché legato al progressivo approfondimento del bed rock mano a mano che si procede verso la piana alluvionale di Paesana, dove la valle fa registrare un sensibile allargamento;

- la *zona 3* designa una sottile fascia territoriale disposta in direzione N-S, corrispondente al corso del Torrente Merdarello, dall'altezza dell'aggregato urbano di Merla fino alla sua confluenza nel F. Po. In questo caso il substrato roccioso, a motivo della vicinanza della fascia al versante montuoso, viene considerato in posizione più superficiale, collocato a partire da una profondità di 10 metri. Anche lo spessore della coltre alluvionale ghiaioso-sabbioso-limoso risulta di conseguenza più ridotto;

- alla *zona 4* sono stati attribuiti tutti quei settori territoriali che rappresentano le alluvioni meno recenti del F. Po, disposte sia in destra che in sinistra idrografica del principale corso d'acqua, ma anche in prossimità dello sbocco dei principali tributari

monori (T. Croesio, T. Agliasco, T. Erasca). Data la loro posizione a ridosso dei versanti vallivi, la localizzazione del basamento roccioso è ragionevolmente immaginata più superficiale rispetto alla zona precedente, minima (2÷3 m) in corrispondenza del contatto con il versante, progressivamente più profonda quando ci si allontani da esso.

In questo caso è inoltre considerato assente lo strato più superficiale di ghiaie grossolane pulite, blocchi e massi individuato in tutte le classi precedenti;

- la *zona 5* rappresenta le alluvioni del Po contigue alla fascia assiale del corso d'acqua, nel settore orientale del territorio comunale dove l'incisione valliva risulta verosimilmente più profonda e quindi massima la potenza dei depositi alluvionali. Anche per questa zona non è più considerato significativo lo strato ghiaioso grossolano superficiale, caratteristico delle prime tre;

- la *zona 6* identifica il settore di Roè, Ruata Bossa e Croce, a nord-est del territorio comunale, connotato da depositi di copertura a granulometria più fine (sabbie limose, miscele di sabbia e limo) rispetto a quelli fino ad ora considerati. In assenza di dati ottenuti da prospezioni dirette, l'indicazione del loro spessore non può che contemplare valori assai variabili;

- le *zone 7 e 8* designano i depositi dei conoidi alluvionali formati dai tributari laterali del Po al loro sbocco nel fondovalle, distinti a seconda della supposta, prevalente granulometria. Lo schema litostratigrafico proposto vede la loro sovrapposizione ai sedimenti alluvionali del principale corso d'acqua.

La loro potenza e, di conseguenza, la profondità dell'imbasamento roccioso, è stata posta con ampio margine di variabilità, in mancanza di dati da prospezioni sismiche.

A motivo delle condizioni geologiche al contorno, nella *zona 8* lo spessore della copertura quaternaria che sormonta il bed rock è decisamente inferiore rispetto alla *zona 7*;

- la *zona 9* è circoscritta al modesto conoide alluvionale localizzato al confine con il limite orientale del territorio comunale, in località C.na Pra D'Alia. Si tratta di un apparato di deiezione formato da un tributario di sinistra del Torrente Merdarello.

Anche in questo caso si ipotizza una sovrapposizione dei depositi di conoide a quelli alluvionali del corso d'acqua ricettore. La posizione del substrato roccioso è immaginata piuttosto superficiale;

- la *zona 10* rappresenta i settori territoriali interessati dall'affioramento dei depositi glaciali, ascritti alla categoria GM (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo) della legenda della CGT_MS (standard di rappresentazione e archiviazione informatica MS).

Tali sedimenti sormontano direttamente il basamento roccioso localizzato a modesta profondità;

- la *zona 11*, infine, è stata attribuita ai principali affioramenti di depositi detritici di versante, rappresentati su entrambi i versanti vallivi.

Fra gli elementi lineari sono rappresentati sia gli orli di scarpata morfologica, sia quelli di terrazzo fluviale, ambedue distinti sulla scorta dell'altezza (da 10 a 20 m e >20 m);

Come elementi morfologici superficiali (forme) sono riportati i conoidi alluvionali e le falde di detrito.

Sono pure indicati i punti di misura del rumore ambientale HVSR con i relativi valori di frequenza di risonanza f_0 e le tracce delle sezioni topografiche per gli eventuali successivi approfondimenti.

Torino, 14 novembre 2018

Dott. Geol. Marco INNOCENTI

N. 63 Ordine dei Geologi del Piemonte

