

COMUNE DI LUSIANA CONCO VI

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E VERIFICHE IDRAULICHE

PROGETTO : RISTRUTTURAZIONE CENTRO ZOOTECNICO
CON AMPLIAMENTO

UBICAZIONE : LOCALITA' LEBENE

AZIENDA AGRICOLA : VILLANOVA PAOLO

Il relatore

novembre 2019

Dott.ssa Geol. Lilia Viero



INDICE

PREMESSA.....	2
RELAZIONE GEOLOGICA	3
1. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE	3
2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME.....	5
3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO.....	6
ESTRATTO CARTA LITOLOGICA DEL PAT	8
ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DEL PAT	8
4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO	9
ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL PAI.....	9
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	11
1. DATI DI INPUT.....	11
2. DETERMINAZIONE DEL VOLUME D'INVASO	13
3. DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI STOCCAGGIO E SMALTIMENTO	14
ALLEGATO : TABELLA PER IL DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME D'INVASO.....	18
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	19

PREMESSA

La presente indagine geologica e verifica di compatibilità idraulica è stata eseguita in relazione al progetto per la *ristrutturazione di un allevamento zootecnico con ampliamento dei fabbricati* di proprietà dei Sigg. Bagnara in località Lebene a Vitarolo nel comune di Lusiana Conco.

Lo scopo dello studio sarà pertanto quello di determinare, sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche le eventuali pericolosità dell'area d'intervento; inoltre una volta note le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, valutare le migliori condizioni di smaltimento delle acque meteoriche superficiali in ottemperanza a quanto previsto dal D.lgs 152/2006 e dal Piano di Tutela delle Acque, oltre che alle prescrizioni riportate nello studio di Compatibilità Idraulica, allegato al PI del comune di Lusiana.

Pertanto, dopo aver consultato le tavole di progetto, sono state dapprima individuate le caratteristiche geomorfologiche del territorio in esame, procedendo poi attraverso un'analisi geologica e stratigrafica del substrato roccioso presente nel sottosuolo dell'area d'intervento. Quindi sulla base dello studio di compatibilità idraulica del Piano degli Interventi del territorio comunale, dopo aver verificato le criticità dell'area d'intervento in termini idrogeologici ed idraulici, sono state dimensionate le opere di drenaggio necessarie per una corretta *mitigazione idraulica* delle acque meteoriche e di dilavamento superficiale provenienti dalla nuova copertura in progetto, come stabilito dal Dgr. 2948/2009 e s.m.i.

RELAZIONE GEOLOGICA

1. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE

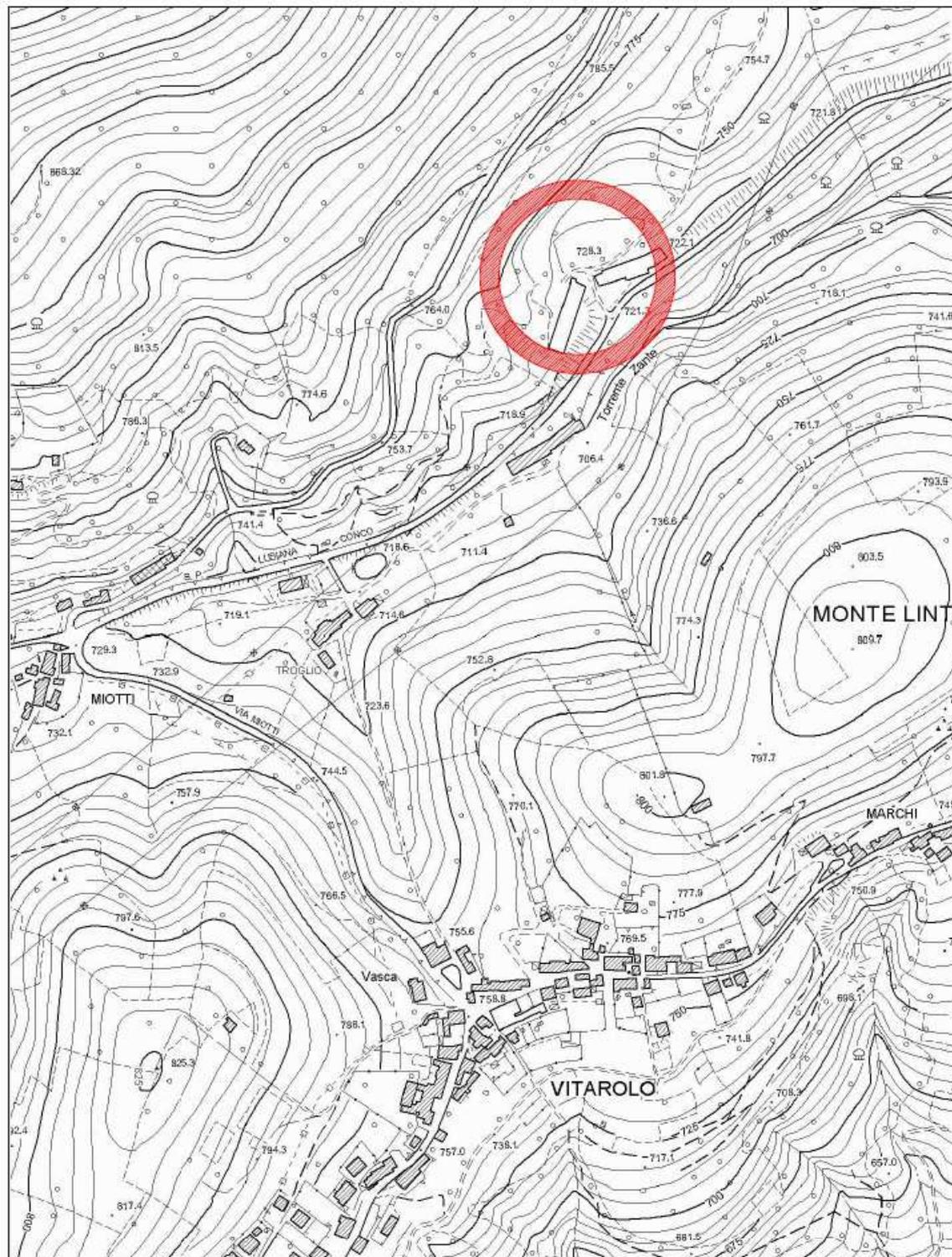
L'area in esame è situata poco più a nord dell'abitato di Lusiana, in località Vitarolo, nella fascia pedemontana compresa tra il monte *Campantile* a nord ed il monte *Linta* a sud. In particolare il sito d'intervento si posiziona a circa 730 m s.l.m., in posizione soprastante la strada comunale "a mezza costa" che collega l'abitato di Lusiana a quello di Conco.

L'acclività dei versanti vicini, piuttosto accentuata, è comunque omogenea a costante e sono entrambi delimitati alla base dall'incisione del torrente *Zante*; si tratta di una valle larga, percorsa solo occasionalmente da acque di ruscellamento superficiale provenienti dal territorio circostante.

L'Altopiano dei Sette Comuni è infatti impostato interamente nel substrato calcareo e, quindi, contraddistinto da morfologie tipicamente carsiche; qui i processi di dissoluzione ed erosione carbonatica si manifestano soprattutto lungo i pendii più esposti o in corrispondenza dei principali solchi torrentizi, quale testimonianza di un'erosione canalizzata da parte delle acque meteoriche.

L'intervento in progetto prevede la ristrutturazione del fabbricato ad uso zootecnico esistente, che misura circa 960 mq di superficie, e la realizzazione di un nuovo fabbricato a monte da 910 mq circa, in posizione sopra-elevata e ad una distanza di circa 20 ml. Quest'ultimo verrà realizzato in posizione semi-interrata lungo l'intero suo fianco nord, prevedendo la posa delle fondazioni a - 3.0 m dal profilo originario del versante.

ESTRATTO CTR SCALA 1 : 5000



2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

Il substrato roccioso nella zona d'indagine è rappresentato da due importanti formazioni geologiche quali il *Rosso Ammonitico* e il *Biancone* contraddistinto quest'ultimo da un ampio areale di affioramento in tutto il territorio dell'Altopiano (cfr. Carta geolitologica allegata).

Il *Rosso Ammonitico* che è stato individuato lungo la valle *Valle delle Zalme* su entrambi i fianchi vallivi, si trova in posizione sub-orizzontale ed in continuità stratigrafica con il soprastante *Biancone*. I suoi banchi calcarei si riconoscono non solo per il tipico colore rosato ma anche per la loro stratificazione ondulata e scabra che caratterizza gli affioramenti, spesso distanziati fra loro. Appaiono inoltre particolarmente *carsificati* con numerose venature e cavità interne riempite da materiale terrigeno e/o calcitico.

Le giaciture degli strati rocciosi affioranti sono disposte in direzione E-O e moderatamente inclinate (25° - 30°), con immersioni a sud; data la stratificazione dei banchi inferiori, generalmente superiore ai 50 cm, gli affioramenti appaiono poco fratturati e compatti, anche se suscettibili ai fenomeni atmosferici quali gelo-disgelo o precipitazioni meteoriche corrosive.

Per quanto riguarda invece il *Biancone*, che affiora verso sud andando a costituire le dorsali montane poste sia ad est che ad ovest, le unità calcaree a grana finissima (*calcilutiti*) e di colore bianco avorio assumono via via verso l'alto un aspetto calcareo-marnoso con intervallati lenti o noduli di selce grigiastra; questa differenziazione litologica è associata ad una diversa stratificazione dell'ammasso roccioso che passa infatti da banchi di spessore metrico ben compatti e resistenti tipici della porzione basale, a strati sottili di 5-10 cm molto fratturati ed degradati. Alla base del versante nella zona d'intervento affiora l'unità basale più compatta che, anche se discontinua, emerge a banchi rocciosi di potenza superiore ai 5 m.

DEPOSITI QUATERNARI

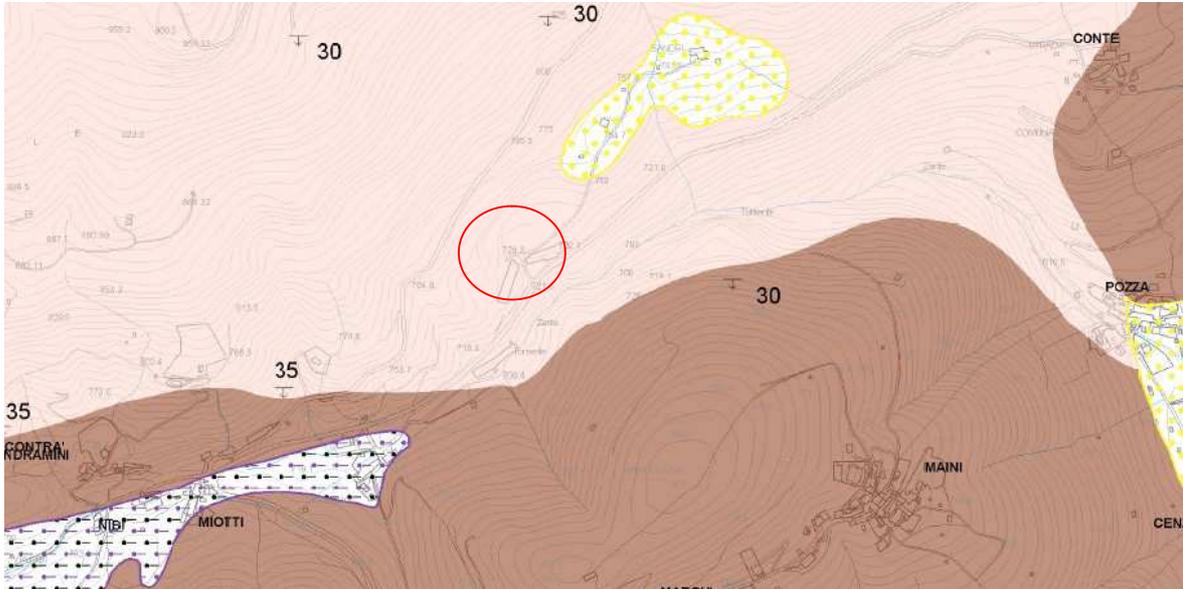
L'elevata degradazione e la facile fratturazione degli strati calcareo-marnosi posti al tetto, determina estese coltri detritiche eluviali e colluviali che si distribuiscono in superficie lungo i pendii debolmente inclinati, mascherando zone più o meno vaste del substrato roccioso affiorante. Questi terreni detritici incoerenti si depositano anche nelle zone di fondovalle, secondo morfologie a cono, sia per gravità che per dilavamento meteorico proprio alla base dei versanti montani; sono costituite da elementi lapidei eterogenei di dimensione decimetrica con matrice fine limoso-argillosa a scarsa coesione, molto ossidata e alterata. Lateralmente vanno poi a confondersi con le *alluvioni di fondovalle* a caratteristiche granulometriche molto simili ma con un maggior contenuto in elementi limoso-argillosi fini.

3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO

Dal punto di vista idrogeologico, nella zona d'intervento vi è una forte percolazione idrica sia superficiale che sotterranea in quanto l'elevata permeabilità del substrato roccioso per carsismo ha determinato le morfologie tipicamente carsiche quali il salto geomorfologico, ben visibile a valle dell'abitato di Santa Caterina, denominato Prialunga o la stessa valle del torrente *Zante*, pressochè priva di deflusso idrico superficiale.

Non si riscontrano pertanto emergenze d'acqua al piede del versante in esame mentre esse sono presenti più a sud dove le rocce calcaree si trovano a contatto con il substrato marnoso-arenaceo delle unità poste al tetto (Scaglia Rossa e Cinerea). Quest'ultime date le frequenti intercalazioni argillose che le caratterizzano denotano una scarsa permeabilità alle acque d'infiltrazione nonostante si presentino spesso fratturate ed attraversate da discontinuità strutturali molto estese.

ESTRATTO CARTA LITOLOGICA DEL PAT



LEGENDA

LITOLOGIA DEL SUBSTRATO

 Rocce compatte massicce o a stratificazione indistinta (L-SUB-01)

 Rocce compatte stratificate (L-SUB-03)

 Giacitura degli strati con inclinazione in gradi (L-SUB-09)

MATERIALI DELLA COPERTURA DETRITICA COLLUVIALE ED ELUVIALE

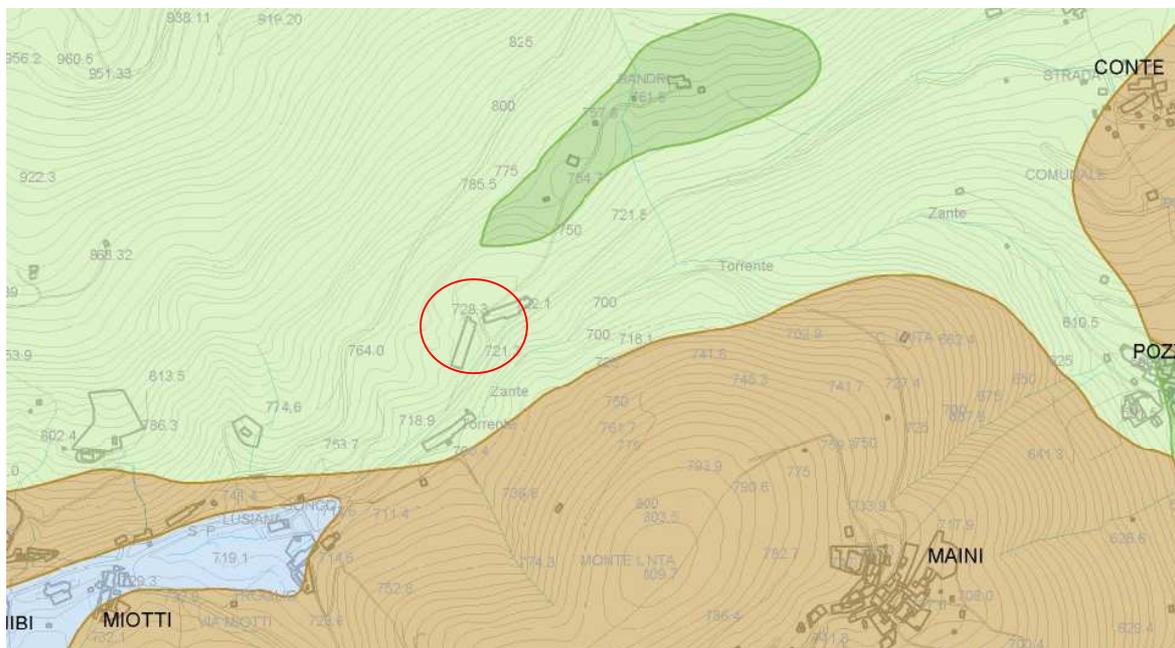
 Materiali della copertura detritica eluviale e/o colluviale poco addensati e costituiti da elementi granulari sabbioso-ghiaiosi in limitata matrice limo-sabbiosa (L-DET-01)

 Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura grossolana prevalente (L-DET-07)

MATERIALI ALLUVIONALI, MORENICI, FLUVIOGLACIALI, LACUSTRI, PALUSTRI E LITORALI

 Materiali di accumulo fluvio-glaciale o morenico grossolani in matrice fine sabbiosa, stabilizzati (L-ALL-08)

ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DEL PAT



LEGENDA

c0504 Permeabilità

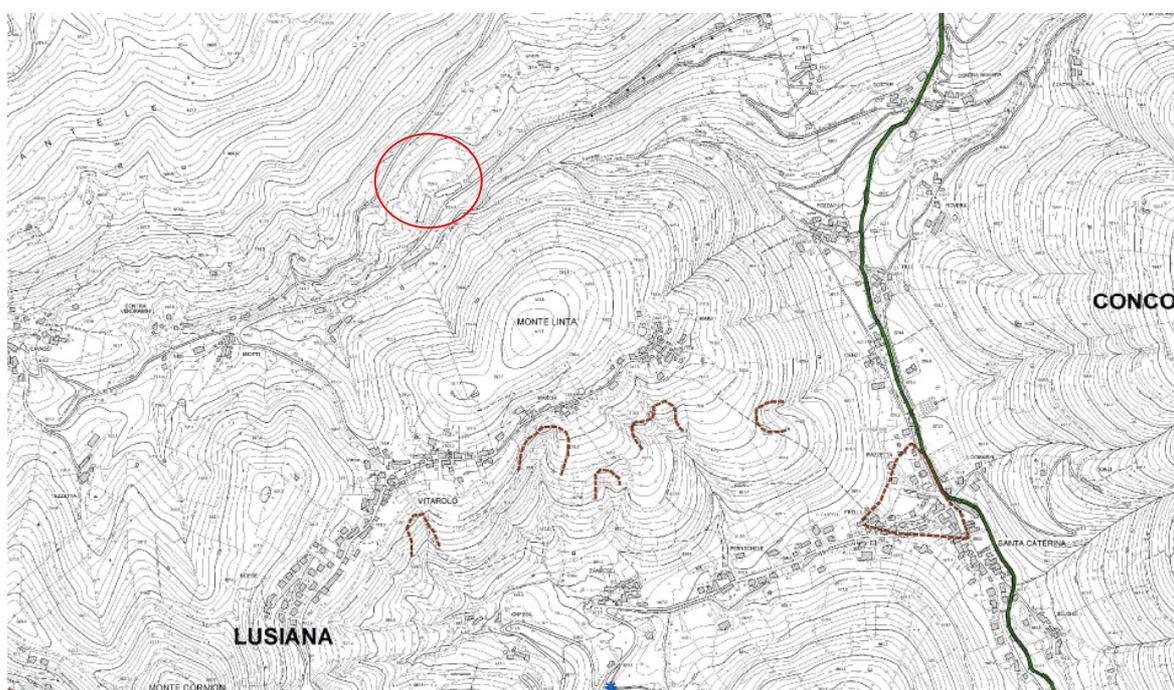
-  Unità calcareo-dolomitica - Permeabilità molto elevata (carsismo)
-  Unità marnosa-arenacea - Permeabilità bassa (fessurazione)
-  Unità marnosa-arenacea - Permeabilità bassa/molto bassa (fessurazione)
-  Unità vulcanica - Permeabilità bassa/molto bassa (fessurazione)
-  Depositi eluviali-colluviali - Permeabilità molto bassa (porosità)
-  Depositi detritici-alluvionali - Permeabilità elevata (porosità)

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO D'INTERVENTO

Considerata la giacitura del corpo roccioso affiorante, avente direzione N15°O - S15°E con immersione a sud di 25°, il versante montano nel tratto d'intervento si presenta in ottime condizioni di equilibrio e quindi morfologicamente stabile; infatti i banchi calcarei di Rosso Ammonitico anche se inclinati verso sud, contrastano così qualsiasi fenomeno di tipo gravitativo, quale crollo o ribaltamento di roccia e/o detrito.

Nell'estratto della tavola della *pericolosità geologica* del PAI qui di seguito allegata non sono state evidenziate situazioni di instabilità del versante a monte o a valle della zona d'intervento tali da precluderne l'edificabilità.

ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL PAI



LEGENDA

-  Localizzazione dissesto franoso non delimitato
-  Dissesto franoso delimitato
-  Indicazione o schematizzazione di un elemento geomorfologico connesso a fenomeni di instabilità

Va evidenziato inoltre che il versante in esame, a tergo del fabbricato esistente, denota una morfologia “arcuata” per la presenza di un fronte di scavo pregresso, dovuto ad una incipiente attività di cava del *Verdello* che è stata interrotta negli anni '60 per la scarsa qualità commerciale dei banchi estratti. L'estrazione, che si è spinta fino all'attuale piano della strada di accesso, ha determinato dei fronti di scavo fortemente verticalizzati di altezza circa 10 m, dove emergono le testate degli strati rocciosi calcarei nettamente stratificati e con immersione a SO. L'area sottostante, che coincide con il sedime del nuovo capannone agricolo in progetto (cfr. sezione allegata), è stata successivamente “colmata” e parzialmente “ripristinata” utilizzando i banchi rocciosi calcarei già sottoposti ad escavazione, quale accumulo caotico di blocchi rocciosi di grandi dimensioni (cfr. doc. fotografica).

Dopo tali premesse, considerato che l'escavazione del versante verrà a “riesumere” le vecchie scarpate di scavo della cava dismessa, **i fronti a tergo del fabbricato in roccia affiorante si presenteranno pressochè stabili.** L'edificio verrà edificato ad una distanza di circa 8 m dagli stessi ed è prevista una sistemazione a tergo mediante *terrazzamento* a due o tre livelli della parte inferiore in materiale di riporto “caotico”, mantenendo invece la porzione più elevata nelle attuali condizioni di affioramento (cfr. doc.fotografica).

SEZIONE NO-SE DELL'AREA D'INTERVENTO



VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Data l'elevata permeabilità del substrato roccioso affiorante e del riporto detritico eterogeneo presente in sito, lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal versante avviene attualmente per filtrazione diretta nel sottosuolo.

Considerato che l'intervento edilizio prevede l'inserimento di una nuova "impermeabilizzazione" data dalla copertura del capannone in progetto, si assisterà ad una modifica della situazione idraulica in essere in quanto l'ampliamento andrà a sottrarre suolo "permeabile" al territorio montano circostante.

Affinchè venga rispettato il principio dell'*invarianza idraulica* è necessario prevedere un sistema di raccolta delle acque meteoriche provenienti dalla copertura, quale una *vasca di laminazione* da posizionare a monte del sistema di smaltimento al suolo nei primi strati di terreno superficiale, allo scopo di rallentare i processi d'infiltrazione in occasione di eventi meteorici a carattere alluvionale.

1. DATI DI INPUT

La presente verifica qui di seguito riportata è stata effettuata seguendo la medesima metodologia indicata nello *studio di compatibilità idraulica* allegato al P.I. del comune di Lusiana.

In particolare nel sopracitato studio sono stati presi in considerazione i dati pluviometrici più critici per l'area d'intervento, ovvero gli eventi di durata compresa tra 1 e 5 gg, raccolti e misurati dall'Autorità di Bacino Alto Adriatico che ha redatto una cartografia tematica sulla "*regionalizzazione delle precipitazioni estreme*" nell'ambito di studio.

Da tale elaborazione è stato possibile individuare anche per il territorio montano in esame le *curve di possibilità pluviometrica* $\rightarrow h = a * t^n$ per precipitazioni critiche aventi i seguenti tempi di ritorno T_r , quali:

- $h=70.97*t^{0.35}$ per $T_r = 50$ anni
- $h=78.30*t^{0.35}$ per $T_r = 100$ anni
- $h=85.60*t^{0.35}$ per $T_r = 200$ anni

Come previsto dall'allegato A del Dgr Dgr. 2948 del 6/10/2009 sulle modalità operative per gli studi di *compatibilità idraulica*, **il dimensionamento del volume d'invaso verrà effettuato considerando la curva di possibilità pluviometrica con un tempo di ritorno $T_r = 100$ anni**, in linea con quanto stabilito dalla normativa vigente (Piano di tutela delle Acque 152/2006, DGRV 1841/2007 e s.m.i.) per i **territori montani ove si adottino sistemi di filtrazione facilitata al suolo**.

Una volta definiti i parametri a ed n della *curva di possibilità pluviometrica* caratteristica, e considerata la sola copertura del fabbricato in progetto ($S = 910$ mq) per la quale si assume un *coefficiente di deflusso* $\varphi = 0.9$ pari alla aree completamente impermeabilizzate, si dovrà valutare anche il *tempo di corrivazione* del bacino di nostro interesse.

In termini generali, il tempo di corrivazione si può definire ed associare ad ogni punto del bacino: è il tempo impiegato da una goccia d'acqua che cade in quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. In via semplificata, questo tempo viene considerato una costante dipendente solo dal punto e non dalle condizioni di moto che possono variare da un evento di pioggia all'altro (particolarmente in base alle caratteristiche del suolo e dell'evento di pioggia). Nel caso in esame il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento a studi svolti presso il Politecnico di Milano che individua il tempo di accesso in rete idrica in base alle caratteristiche morfologiche del territorio quali:

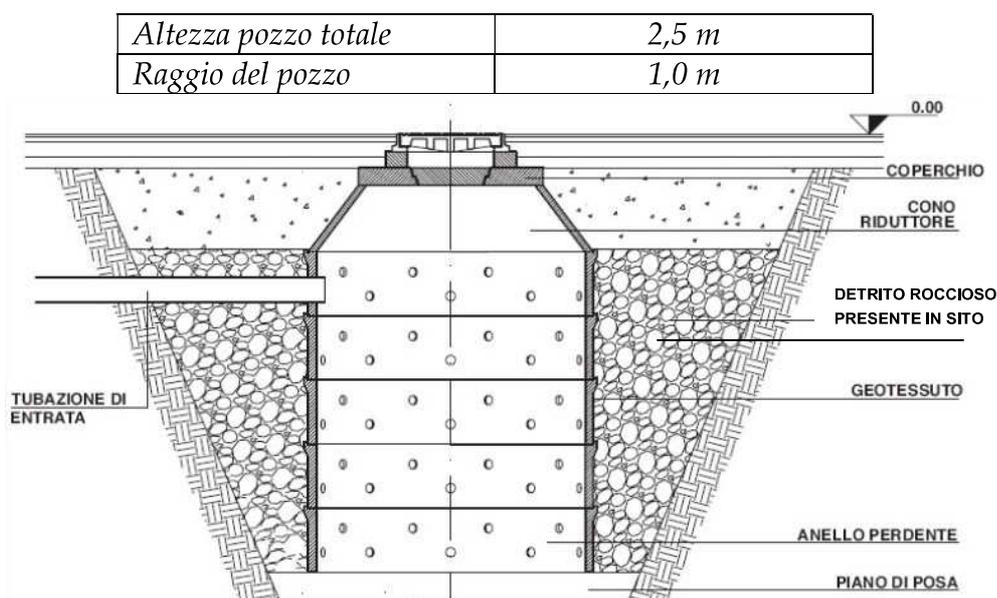
Descrizione del Bacino	T _a [min]
Aree di montagna con versanti ripidi	1 - 5
Aree collinari con pendenze moderate	10 - 15
Aree di pianura sub-orizzontali	15 - 30

2. DETERMINAZIONE DEL VOLUME D'INVASO

Per la determinazione del volume d'invaso è stato utilizzato il *metodo cinematico* il quale, partendo dai dati di input sopra descritti, schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico.

L'espressione del volume W invasato nella *vasca di laminazione* è funzione della durata della pioggia t_p , del tempo di corrivazione del bacino T_c , della portata uscente massima dalla vasca Q_u , del coefficiente di afflusso ϕ , dell'area del bacino A e dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica.

La Q_u dipende dalla portata d'infiltrazione dei *pozzi perdenti* oltre che dalla **permeabilità del terreno inglobante** che per l'area in esame costituita da detrito roccioso a pezzatura grossolana, è stata stimata pari a quella della ghiaione secco, vale a dire $K = 10^{-3} \text{ m/s}$. Le dimensioni dei pozzi perdenti proposti sono pari a :



Esempio costruttivo di pozzo perdente

Per il calcolo delle portate di infiltrazione dei pozzi disperdenti si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w$$

Dove:

Q_{out} = portata allontanata da ogni pozzo drenante;

r_p = raggio del pozzo;

K = permeabilità del terreno;

H_w = livello di pelo libero raggiunto dal pozzo;

C_u = coeff. adimensionale

$$C_u = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}{\ln\left(\frac{H_w}{r_p}\right)}$$

Nel caso del pozzo perdente proposto, avente le dimensioni sopra riportate, la portata d'infiltrazione vale:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w = 17,13 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0 \cdot 2,5 = 0,04283 \text{ m}^3/\text{s} = 42,8 \text{ l/s}$$

Ed il suo volume di accumulo :

$$V_p = \pi \cdot r_p^2 \cdot H = 7,85 \text{ mc}$$

Come indicato nella tabella allegata a fine relazione, il dimensionamento del sistema prevede un volume di laminazione complessivo di 37 mc (pari a 406 mc/ha) che è possibile ottenere mediante :

- N° 1 vasca di raccolta da 30 mc
- N°2 pozzi perdenti → $r = 1 \text{ m}$ $H = 2.5 \text{ m}$

3. DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI STOCCAGGIO E SMALTIMENTO

Calcolando il volumi relativi a varie durate di pioggia, il sistema proposto deve essere in grado di invasare e successivamente smaltire il volume critico relativo alle **precipitazioni con Tr = 100 anni**. In definitiva il volume d'acqua entrante (V_p) è sempre inferiore ai volumi d'acqua raccolti (V_i) e smaltiti (V_s) dai 2 pozzi perdenti sopra dimensionati, purchè venga realizzato un volume d'invaso (V_t) a monte delle dimensioni proposte:

$$V_s+V_i+V_t \geq V_p \text{ e quindi } V_p - (V_s+V_i+ V_t) \leq 0, \text{ dove:}$$

V_p = volume di progetto

V_s = volume smaltito per infiltrazione

V_i = Volume invasato dal pozzo

V_t = Volume invasato nella vasca di laminazione e nelle tubazioni di collegamento

Si riporta qui di seguito i risultati di tale verifica:

Superfici impermeabilizzata (copertura del nuovo capannone)= 910 m²

Coeff. Deflusso medio = 0,9 a =78,3 n= 0,35 tc = 5 min → **N° pozzi= 2**

Verifica pozzi per $\Delta V < 0$

T [min]	H [mm]	J [mm/h]	Qc [l/s]	Vp [mc]	Vs [mc]	Vi [mc]	Vt [mc]	ΔV [mc]
10	41,8	250,9	57,1	34,3	4,7	15,70	30	-16,13
15	48,2	192,8	43,9	39,5	7,0	15,70	30	-13,24
20	53,3	159,9	36,4	43,7	9,4	15,70	30	-11,40
25	57,6	138,3	31,5	47,2	11,7	15,70	30	-10,19
30	61,4	122,9	28,0	50,3	14,0	15,70	30	-9,42
35	64,8	111,2	25,3	53,1	16,4	15,70	30	-8,97
40	67,9	101,9	23,2	55,6	18,7	15,70	30	-8,77
45	70,8	94,4	21,5	58,0	21,0	15,70	30	-8,76
50	73,5	88,2	20,1	60,2	23,4	15,70	30	-8,92
55	76,0	82,9	18,8	62,2	25,7	15,70	30	-9,22
60	78,3	78,3	17,8	64,1	28,1	15,70	30	-9,64

T[h] Tempo di pioggia

Vp [mc] Volume di progetto

H [mm] Altezza di pioggia

Vs [mc] Volume smaltito per infiltrazione

mm/h Intensità di pioggia

Vi [mc] Volume invasato dai 2 pozzi

Qc [l/s] Portata critica entrante

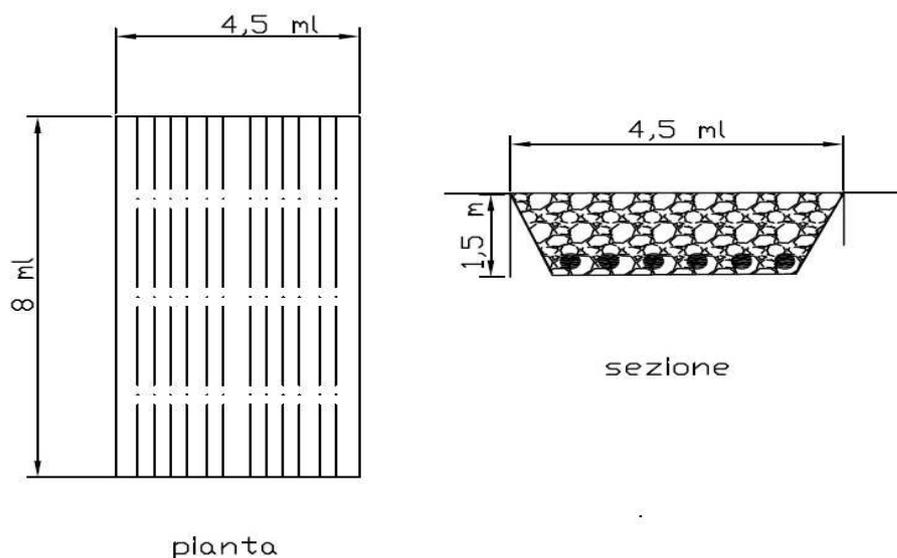
Vt [mc] Volume raccolto nella vasca di laminazione

In alternativa al sistema d'infiltrazione proposto a mezzo pozzi perdenti è possibile realizzare un *vassoio assorbente* in un'area marginale del lotto (es. settore ovest) dove non è previsto passaggio dei mezzi pesanti. Il suo dimensionamento dovrà tener conto sia del volume d'invaso necessario, sia della capacità di filtrazione del terreno posto sui fianchi e sul fondo della trincea, che avrà le seguenti dimensioni :

Larghezza	4,5 m
Lunghezza	8,0 m
Profondità	1,5 m

Al suo interno verranno alloggiate **n°6 tubazioni forate di $\varnothing = 0.2 \text{ m}$** per l'intera sua lunghezza (8 ml) e ricoperte da ghiaione secco.

SCHEMA TIPO VASSOIO ASSORBENTE



Il volume invasato dal sistema si calcola tenendo conto delle dimensioni del vassoio, riempito con ghiaione secco, per il quale il volume d'invaso è pari al 30% del suo volume effettivo (porosità del ghiaione), togliendo poi l'ingombro dei tubi ma sommando il volume interno incamerato dagli stessi, secondo la formula qui di seguito riportata:

$$V_i = 0.3 * [(4,5 * 8 * 1.5 - 0.031 * 6 * 8)] + 0.031 * 4 * 5 = \mathbf{16 \text{ mc}}$$

Per quanto riguarda invece la capacità di filtrazione del *vassoio assorbente* proposto, si considera come permeabilità del terreno posto sul fondo e sui fianchi la medesima utilizzata per i pozzi perdenti in quanto si tratta di *detrito roccioso misto* ad elevata capacità drenante ($K = 10^{-3} \text{ m/s}$), da cui:

$$Q = K * S = 10^{-3} * (4.5 * 8 + 1.5 * 8 * 2) = 0.06 \text{ m}^3/\text{s} = 60 \text{ l/s} > Q_c$$

che risulta essere **superiore alla portata critica di progetto Q_c** (cfr. tabella allegata).

Il sistema di raccolta, laminazione e smaltimento al suolo dimensionato, sia esso a mezzo *pozzi perdenti* sia a mezzo *vassoio assorbente* dovrà essere periodicamente “manutentato” provvedendo, dopo ogni evento pluviometrico di particolare intensità, allo svuotamento della vasca di laminazione a monte, per rendere disponibile il suo volume all’evento di pioggia critico successivo.

Saranno inoltre previsti dei *pozzetti di ispezione* a monte del vassoio o dei pozzi perdenti in progetto, per il controllo anche qualitativo delle acque meteoriche, affinché non si verifichino eventuali contaminazioni da parte delle acque di lavaggio dei locali interni al capannone e destinati all’attività di allevamento; quest’ultime di fatto saranno opportunamente raccolte mediante una rete separata e recapitate in un apposita vasca a tenuta per il trattamento depurativo previsto (per decantazione), prima di essere prelevate da una ditta specializzata allo smaltimento (cfr. planimetria di progetto - sistemazione area esterna).

Bassano, 13 novembre 2019

Dott.ssa Lilia Viero



ALLEGATO : TABELLA DI CALCOLO DEL VOLUME D’INVASO - METODO CINEMATICO

Dimensionamento volumi d'invaso per afflussi con tempi di ritorno 100 anni

a [mm/min^n]	18,681
n [-]	0,350
coeff. deflusso	0,900
portata uscente [l/s]	85,7
tempo di corrivazione [min]	5,000
Superficie [m^2]	910

	volumi di invaso [mc]	volumi di invaso specifico [mc/ha]
MODELLO INVASO	36,94	405,89
PRIMA PIOGGIA	4,095	
SECONDA PIOGGIA	32,84	360,89
TOTALE	37	406

DURATA MAX INVASO 213,9202403 min
 PARTI AD ORE 3,565337338 h

tempi di pioggia [minuti]	altezza di pioggia [mm]	intensità di pioggia [mm/ora]	intensità di pioggia efficace [mm/ora]	Portata entrante [l/s]	volumi entrante [mc]	volumi uscente [mc]	volumi di invaso [mc]	volumi di invaso spec [mc/ha]
tp	h	i	ieff	Od	Vin	Vout	Vinv	v inv spec
10	41,8	250,9	225,8	57,1	34,3	4,7	29,57	325,00
15	48,2	192,8	173,5	43,9	39,5	7,0	32,46	356,69
20	53,3	159,9	143,9	36,4	43,7	9,4	34,30	376,94
25	57,6	138,3	124,5	31,5	47,2	11,7	35,51	390,21
30	61,4	122,9	110,6	28,0	50,3	14,0	36,28	398,69
35	64,8	111,2	100,0	25,3	53,1	16,4	36,73	403,64
40	67,9	101,9	91,7	23,2	55,6	18,7	36,93	405,85
45	70,8	94,4	85,0	21,5	58,0	21,0	36,94	405,89
50	73,5	88,2	79,3	20,1	60,2	23,4	36,78	404,12
55	76,0	82,9	74,6	18,8	62,2	25,7	36,48	400,85
60	78,3	78,3	70,5	17,8	64,1	28,1	36,06	396,28
65	80,5	74,3	66,9	16,9	65,9	30,4	35,54	390,60
70	82,6	70,8	63,8	16,1	67,7	32,7	34,94	383,94
75	84,7	67,7	61,0	15,4	69,3	35,1	34,25	376,42
80	86,6	64,9	58,5	14,8	70,9	37,4	33,50	368,13
85	88,5	62,4	56,3	14,2	72,4	39,8	32,68	359,14
90	90,2	60,2	54,1	13,7	73,9	42,1	31,81	349,52
95	92,0	58,1	52,3	13,2	75,3	44,4	30,88	339,34
100	93,6	56,2	50,6	12,8	76,7	46,8	29,91	328,63
105	95,2	54,4	49,0	12,4	78,0	49,1	28,89	317,44
110	96,8	52,8	47,5	12,0	79,3	51,5	27,83	305,81
115	98,3	51,3	46,2	11,7	80,5	53,8	26,73	293,77
120	99,8	49,9	44,9	11,4	81,7	56,1	25,60	281,35
125	101,2	48,6	43,7	11,1	82,9	58,5	24,44	268,57
130	102,6	47,4	42,6	10,8	84,1	60,8	23,25	255,46
135	104,0	46,2	41,6	10,5	85,2	63,1	22,03	242,04
140	105,3	45,1	40,6	10,3	86,3	65,5	20,78	228,33
145	106,6	44,1	39,7	10,0	87,3	67,8	19,51	214,35
150	107,9	43,2	38,8	9,8	88,4	70,2	18,21	200,10
155	109,2	42,3	38,0	9,6	89,4	72,5	16,89	185,61
160	110,4	41,4	37,2	9,4	90,4	74,8	15,55	170,88
165	111,6	40,6	36,5	9,2	91,4	77,2	14,19	155,94
170	112,7	39,8	35,8	9,1	92,3	79,5	12,81	140,78
175	113,9	39,0	35,1	8,9	93,3	81,9	11,41	125,43
180	115,0	38,3	34,5	8,7	94,2	84,2	10,00	109,88
185	116,1	37,7	33,9	8,6	95,1	86,5	8,57	94,16
190	117,2	37,0	33,3	8,4	96,0	88,9	7,12	78,25
195	118,3	36,4	32,8	8,3	96,9	91,2	5,66	62,19
200	119,3	35,8	32,2	8,1	97,7	93,6	4,18	45,96
205	120,4	35,2	31,7	8,0	98,6	95,9	2,69	29,58
210	121,4	34,7	31,2	7,9	99,4	98,2	1,19	13,06
215	122,4	34,2	30,7	7,8	100,2	100,6	-0,33	-3,61
220	123,4	33,7	30,3	7,7	101,1	102,9	-1,86	-20,41
225	124,4	33,2	29,8	7,5	101,8	105,2	-3,40	-37,35
230	125,3	32,7	29,4	7,4	102,6	107,6	-4,95	-54,40
235	126,3	32,2	29,0	7,3	103,4	109,9	-6,51	-71,58
240	127,2	31,8	28,6	7,2	104,2	112,3	-8,09	-88,88
245	128,1	31,4	28,2	7,1	104,9	114,6	-9,67	-106,29
250	129,0	31,0	27,9	7,0	105,7	116,9	-11,27	-123,81
255	129,9	30,6	27,5	7,0	106,4	119,3	-12,87	-141,44
260	130,8	30,2	27,2	6,9	107,1	121,6	-14,48	-159,16
265	131,7	29,8	26,8	6,8	107,9	124,0	-16,11	-176,99
270	132,6	29,5	26,5	6,7	108,6	126,3	-17,74	-194,91
275	133,4	29,1	26,2	6,6	109,3	128,6	-19,38	-212,93
280	134,2	28,8	25,9	6,5	110,0	131,0	-21,02	-231,03
285	135,1	28,4	25,6	6,5	110,6	133,3	-22,68	-249,22
290	135,9	28,1	25,3	6,4	111,3	135,7	-24,34	-267,50
295	136,7	27,8	25,0	6,3	112,0	138,0	-26,01	-285,86
300	137,5	27,5	24,8	6,3	112,6	140,3	-27,69	-304,31
305	138,3	27,2	24,5	6,2	113,3	142,7	-29,38	-322,83
310	139,1	26,9	24,2	6,1	113,9	145,0	-31,07	-341,42
315	139,9	26,6	24,0	6,1	114,6	147,3	-32,77	-360,09
320	140,7	26,4	23,7	6,0	115,2	149,7	-34,47	-378,83
325	141,4	26,1	23,5	5,9	115,8	152,0	-36,19	-397,65
330	142,2	25,9	23,3	5,9	116,5	154,4	-37,90	-416,53
335	142,9	25,6	23,0	5,8	117,1	156,7	-39,63	-435,48
340	143,7	25,4	22,8	5,8	117,7	159,0	-41,36	-454,49
345	144,4	25,1	22,6	5,7	118,3	161,4	-43,09	-473,57
350	145,2	24,9	22,4	5,7	118,9	163,7	-44,84	-492,70
355	145,9	24,7	22,2	5,6	119,5	166,1	-46,58	-511,90
360	146,6	24,4	22,0	5,6	120,1	168,4	-48,34	-531,16
365	147,3	24,2	21,8	5,5	120,6	170,7	-50,09	-550,48
370	148,0	24,0	21,6	5,5	121,2	173,1	-51,86	-569,85
375	148,7	23,8	21,4	5,4	121,8	175,4	-53,62	-589,28
380	149,4	23,6	21,2	5,4	122,4	177,8	-55,40	-608,76
385	150,1	23,4	21,1	5,3	122,9	180,1	-57,18	-628,30
390	150,8	23,2	20,9	5,3	123,5	182,4	-58,96	-647,89
395	151,4	23,0	20,7	5,2	124,0	184,8	-60,74	-667,53
400	152,1	22,8	20,5	5,2	124,6	187,1	-62,54	-687,21
405	152,8	22,6	20,4	5,1	125,1	189,4	-64,33	-706,95
410	153,4	22,5	20,2	5,1	125,7	191,8	-66,13	-726,74
415	154,1	22,3	20,0	5,1	126,2	194,1	-67,94	-746,57
420	154,7	22,1	19,9	5,0	126,7	196,5	-69,75	-766,44
425	155,4	21,9	19,7	5,0	127,2	198,8	-71,56	-786,36
430	156,0	21,8	19,6	5,0	127,8	201,1	-73,38	-806,33
435	156,6	21,6	19,4	4,9	128,3	203,5	-75,20	-826,34
440	157,3	21,4	19,3	4,9	128,8	205,8	-77,02	-846,39
445	157,9	21,3	19,2	4,8	129,3	208,2	-78,85	-866,48
450	158,5	21,1	19,0	4,8	129,8	210,5	-80,68	-886,62
455	159,1	21,0	18,9	4,8	130,3	212,8	-82,52	-906,79
460	159,7	20,8	18,8	4,7	130,8	215,2	-84,36	-927,00
465	160,3	20,7	18,6	4,7	131,3	217,5	-86,20	-947,26
470	160,9	20,5	18,5	4,7	131,8	219,9	-88,05	-967,55
475	161,5	20,4	18,4	4,6	132,3	222,2	-89,90	-987,87
480	162,1	20,3	18,2	4,6	132,8	224,5	-91,75	-1008,24
485	162,7	20,1	18,1	4,6	133,3	226,9	-93,61	-1028,64
490	163,3	20,0	18,0	4,5	133,7	229,2	-95,47	-1049,07
495	163,9	19,9	17,9	4,5	134,2	231,5	-97,33	-1069,54
500	164,5	19,7	17,8	4,5	134,7	233,9	-99,19	-1090,05

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

