

# REGIONE TOSCANA

DIREZIONE GENERALE POLITICHE  
TERRITORIALI E AMBIENTALI  
SERVIZIO SISMICO REGIONALE

Legge Regionale 30.7.97 n.56

## PROGRAMMA VEL VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

### ISTRUZIONI TECNICHE PER LE INDAGINI GEOLOGICHE, GEOFISICHE, GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI NEI COMUNI CLASSIFICATI SISMICI DELLA TOSCANA

*VOLUME 4*

*Legende per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica e litologico-  
tecnica per le aree del Casentino*

*“PROGRAMMA VEL” CASENTINO*

Direzione Generale delle  
Politiche Territoriali e Ambientali

Servizio  
Sismico Regionale

SETTEMBRE 2007

# REGIONE TOSCANA

---

DIREZIONE GENERALE POLITICHE  
TERRITORIALI E AMBIENTALI  
SERVIZIO SISMICO REGIONALE

Legge Regionale 30.7.97 n.56

## PROGRAMMA VEL VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

---

**ISTRUZIONI TECNICHE  
PER LE INDAGINI GEOLOGICHE, GEOFISICHE,  
GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PER LA  
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI NEI COMUNI  
CLASSIFICATI SISMICI DELLA TOSCANA**

*VOLUME 4*

*Legende per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica e litologico-  
tecnica per le aree del Casentino*

---

*“PROGRAMMA VEL” CASENTINO*

Direzione Generale delle  
Politiche Territoriali e Ambientali

Servizio  
Sismico Regionale

SETTEMBRE 2007

**Prima edizione: Settembre 2007 - Decreto Dirigenziale n.4753 del 05/10/07**

## INDICE

Introduzione.....	pag.1
<u>Sezione A</u> : Legenda per la cartografia geologica scala 1:5.000-1:2.000.....	pag.3
<u>Sezione B</u> : Legenda per la cartografia geomorfologica scala 1:5.000-1:2.000.....	pag.19
<u>Sezione C</u> : Indagini geotecniche di base. Legende per la definizione di unità litologico- tecniche (U.L.T.) scala 1:5.000.....	pag.27
<u>Sezione D</u> : Indagini geotecniche di base. Legenda per la definizione di unità litologico- tecniche (U.L.T.) scala 1:2.000.....	pag.41



## INTRODUZIONE

Nell'ambito del Programma VEL, a seguito di una serie di incontri con i rappresentanti della comunità scientifica coinvolti nel programma, è stata fatta la scelta di eseguire una cartografia geologica, geomorfologica e litologico-tecnica in scala 1:2.000 o 1:5.000 nelle aree interessate dalle indagini.

La scelta è scaturita dalla necessità di ottenere un maggior dettaglio e una maggiore precisione nella definizione della geologia alla scala dei centri urbani, in relazione soprattutto alla ricostruzione delle geometrie delle unità geologiche, con particolare riferimento agli spessori delle coperture.

Dalla ricostruzione delle geometrie e degli spessori dipende infatti l'affidabilità della sezione geologica sulla quale, una volta acquisiti i parametri geofisici e geotecnici sufficienti, viene effettuata l'analisi di amplificazione. La qualità finale della valutazione degli effetti di sito dipende dunque dall'accuratezza e della qualità della sezione geologica e dei dati acquisiti.

La scelta delle sezioni geologiche per l'analisi di amplificazione è un'operazione fondamentale in quanto queste devono risultare significative nel contesto geologico ed in quello del centro urbano.

Nelle sezioni vengono evidenziate le unità geologiche sulla base dei valori di velocità delle onde SH e dei dati derivanti dalle indagini geotecniche e geognostiche.

A seguito dell'analisi di amplificazione, i parametri ottenuti (spettri di risposta, fattori di amplificazione) sono estrapolati arealmente per il centro urbano indagato sulla base di valutazioni della corrispondenza tra gli spessori e le differenti litologie fatte in relazione alla cartografia geologica e litologico-tecnica e sulla base delle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche eseguite.

Definire i parametri di amplificazione in relazione alle unità litologico tecniche ed ai relativi spessori può consentire di effettuare estrapolazioni anche in altri terreni non indagati direttamente ma con caratteristiche simili (in termini di spessori e di VSH).

Il presente volume illustra le legende per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica e litologico-tecnica relativamente alle aree del Casentino.

In tali zone l'attività di rilevamento di campagna e la stesura finale degli elaborati cartografici geologici, geomorfologici e litologico-tecnici è avvenuta ad opera dei rilevatori dell'Università di Firenze.

Tale lavoro è stato coordinato dalla Regione Toscana con il contributo del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze che ha fornito una consulenza scientifica per la realizzazione delle legende per la cartografia geologica e geomorfologica e del Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie dell'Università di Milano-Bicocca per la definizione delle unità litologico-tecniche, contenute nel presente volume.



## **SEZIONE A**

# **Legenda per la cartografia geologica**

*Scala 1:5.000 - 1:2.000*

*La cartografia geologica deve essere realizzata secondo la simbologia ed i colori (numero colore Stabilo Original ultima versione) indicati nella seguente legenda.*

*In questa legenda figurano unità litostratigrafiche del rango della formazione, del membro e della litofacies.*

*Nella carta geologica saranno evidenziati gli affioramenti con colorazione più marcata ("affiorante"), rispetto alle aree in cui l'unità geologica ("sub-affiorante") è ricoperta da una modesta coltre di copertura (spessori inferiori a 2m, non cartografabili).*



## DEPOSITI ANTROPICI



Bianco+  
nero 750

Terreni di riporto ( $h_n$ ) di spessore inferiore a 2m. Se possibile indicare tra parentesi lo spessore o il suo range in metri (es. 0,2 m oppure 0,2-1 m).



Bianco+  
rosso 305

Terreni di riporto ( $h_r$ ) con spessore maggiore di 2m. Se possibile indicare tra parentesi lo spessore o il suo range in metri (es. 2,5 m oppure 2,5-3 m).



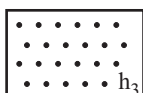
Bianco+  
arancio 220

Discariche per inerti e rifiuti solidi urbani ( $h_1$ )



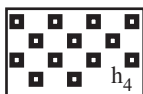
Bianco+  
azzurro 390

Discariche di miniere ( $h_2$ )



Bianco+  
azzurro 390

Discariche di cave, ravaneti ( $h_3$ )



Bianco+  
marrone 635

Discariche di rifiuti speciali ( $h_4$ )



Bianco+  
grigio 708

Depositi di colmata ( $h_5$ )

## CORPI DI FRANA

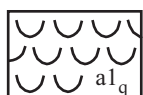


Bianco+  
rosso 305

### Corpi di frana attivi ( $a1_a$ )

Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice limoso-sabbiosa e assetto disorganizzato, legati a processi in atto o ricorrenti a ciclo breve.

*Olocene*



Bianco+  
arancio 235

### Corpi di frana quiescenti ( $a1_q$ )

Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici, di materiali litoidi e non, in matrice limoso-sabbiosa e assetto disorganizzato, con possibilità di riattivazione nell'attuale sistema morfoclimatico.

*Olocene*



Bianco+  
viola 340

### Corpi di frana stabilizzati ( $a1_s$ )

Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi, in matrice limoso-sabbiosa, con assetto disorganizzato, non più attivabili in quanto stabilizzati artificialmente ( $a1_{Sa}$ ) o naturalmente ( $a1_{Sn}$ ), ove distinti.

*Pleistocene Medio/Superiore-Olocene*

# DEPOSITI PLIO-QUATERNARI

## Depositi alluvio colluviali



Bianco

### Depositi alluvionali attuali (b=all)

Depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari.

*Olocene*

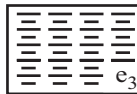


Bianco+  
rosso 305

### Alteriti, regoliti, suoli, etc. (ar)

Spessori superiori a 2 m.

*Olocene*

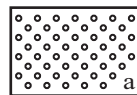


Bianco+  
verde 595

### Depositi palustri (e<sub>3</sub>)

Sedimenti prevalentemente limosi e argillosi, con torbe in quantità variabile.

*Pleistocene Superiore-Olocene*



Puntinato rosso (305) se  
generico, altrimenti il  
colore della formazione  
di provenienza

### Detrito di versante (a = dt)

Detrito di versante costituito da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa, accumulato lungo i versanti principalmente per gravità.

*Pleistocene Medio/Superiore-Olocene*

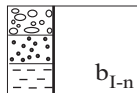


Bianco+  
rosso 305

### Depositi eluvio-colluviali (b<sub>8</sub>)

Depositi costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

*Pleistocene Medio finale-Olocene*



Azzurro 470+  
blu 390

### Depositi alluvionali antichi terrazzati e recenti (b<sub>I-n</sub>=at)

Depositi di piana alluvionale: ciottolami in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

Questi depositi sono numerati (con numeri romani) a partire dal terrazzo morfologicamente più alto fino alla pianura alluvionale recente. Quest'ultima può essere localmente soggetta a fenomeni di esondazione.

Dove possibile viene indicata la granulometria prevalente:

ghiaie prevalenti (○)

sabbie prevalenti (•)

limi e argille (–)

In alcune aree vengono riconosciuti ordini intermedi entro un terrazzo principale. In questo caso, al numero romano del terrazzo di riferimento può essere associata una lettera in ordine alfabetico, a partire dai terrazzi più alti (**(I-n)<sub>a</sub>**-**(I-n)<sub>n</sub>**).

*Pleistocene Medio-Olocene*



Bianco+  
rosso 305

### Depositi di conoide alluvionale (m)

Ciottolami eterometrici e poligenici in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto- a matrice-sostenuta, e subordinatamente ghiaie, sabbie e limi.

*Pleistocene Inferiore?-Olocene*

# SUCCESSIONE DEL CASENTINO

## Depositi alluvionali del Bacino del Casentino

Sono i depositi alluvionali depositisi all'interno del Bacino del Casentino tra il Pleistocene medio e l'Olocene. Vengono suddivisi in tre unità. Poggiano in discordanza sul substrato pre-quadernario e sui depositi fluvio-lacustri. Presentano generalmente una diminuzione granulometrica verso l'alto stratigrafico: ciottoli alla base, sabbie e limi al tetto.

Al di fuori del bacino del Casentino, che si estendeva a Sud fino a Corsalone ed a Nord non oltre Pratovecchio, non è più possibile stabilire le correlazioni tra gli ordini dei terrazzi alluvionali riconosciuti e queste tre unità. Si è scelto quindi di utilizzare le tre unità esclusivamente all'interno del bacino, dove sono fisicamente correlabili, hanno spessori significativi e presentano peculiari caratteristiche pedogenetiche a tetto.



Blu 450+  
nero 750

### Unità ARN3 (=b<sub>III</sub>)

Depositi alluvionali, di piana alluvionale e di conoide: ciottoli eterometrici e poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, in abbondante matrice sabbioso-limosa avana, ghiaie, sabbie e limi. Lo spessore può raggiungere i 10 m.

*Pleistocene Superiore?-Olocene*



Blu 430+  
nero 750

### Unità ARN2 (=b<sub>II</sub>)

Depositi alluvionali, di piana alluvionale e di conoide: ciottoli prevalentemente arenacei eterometrici e poligenici, da subarrotondati ad arrotondati, in abbondante matrice sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi. Lo spessore medio è di circa 10 m.

*Pleistocene Medio?-Superiore*



Blu 405+  
nero 750

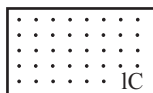
### Unità ARN1 (=b<sub>I</sub>)

Depositi alluvionali, di piana alluvionale e di conoide: ciottolami arenacei e calcarei eterometrici (diametro massimo 20 cm), in abbondante matrice sabbioso limosa, ghiaie, sabbie e limi, caratterizzati da un'intensa pedogenesi che gli conferisce un'accentuata colorazione rosso-giallastra. Lo spessore massimo osservato è di circa 15 m.

*Pleistocene Medio*

## Depositi fluvio-lacustri del Bacino di Arezzo

All'interno del Bacino di Arezzo sono state distinte tre unità: alla base ci sono argille lacustri su cui poggiano, in discordanza, depositi alluvionali ciottolosi. Al colmamento del bacino è seguita una fase finale di terrazzamento testimoniata dalla presenza, a tetto, di limi (**Limi di Campoluci**) che giacciono in discordanza sui **Ciottolami del Maspino**.

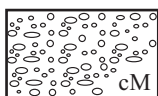


Rosa 355+  
nero 750

### Limi di Campoluci (IC)

Limi, limi sabbiosi e sabbie limose giallo ocre, terrazzati. Lo spessore può essere stimato intorno ai 4 m.

*Pleistocene Superiore*

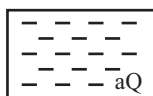


Rosa 350+  
nero 750

### Ciottolami del Maspino (cM)

Ciottolami ad elementi prevalentemente calcarei in abbondante matrice sabbiosa, sabbiosa-limosa, con intercalazioni di sabbie grossolane. A tetto possono presentare pedogenesi a pseudogley o contatto erosivo con ciottolami arenacei alterati. Lo spessore, molto variabile, può raggiungere i 25 m.

*Pleistocene Medio*



Rosso 305+  
nero 750

### Argille di Quarata (aQ)

Argille, argille limoso-sabbiose, ricche di sostanza organica, resti vegetali, con lenti torba, di ambiente lacustre. Quest'unità può raggiungere i 25 m di spessore.

*Pleistocene Medio*

## Depositi fluvio-palustri del Bacino del Casentino

Sono i depositi di riempimento del Bacino fluvio-palustre del Casentino tra il Pliocene Superiore ed il Pleistocene Medio. Sono state distinte due unità: al di sopra di un'unità basale, prevalentemente argillosa e lignitifera, poggiano in discordanza depositi alluvionali grossolani.



Giallo 205+  
marrone 655

### Unità CAS2

Depositi alluvionali: ciottolami arenaceo calcarei eterometrici (diametro massimo di circa 40 cm) in matrice sabbioso-limosa (**cg**), limi, limi argillosi e limi sabbiosi massivi (**arg**). Al tetto si presentano arrossati ed ossidati per intensi processi pedogenetici e di decarbonatazione. Lo spessore massimo è intorno ai 30-40 m.

*Pleistocene Inferiore?-Medio*



Giallo 200+  
marrone 655

### Unità CAS1

Argille e limi grigio scuri massivi (**arg**), ricchi di sostanza organica, con livelli lignitiferi, intercalati con livelli decimetrici di sabbie, ghiaie e ciottoli. Nelle porzioni più prossime al margine del bacino sono presenti lenti di ciottolami eterometrici (**cg**), in matrice limoso argillosa. Localmente presentano un'intensa pedogenesi a pseudogley. Non si hanno indicazioni di spessore.

*Pliocene Superiore?-Pleistocene Inferiore*

# SUBSTRATO PRE-PLIOCENICO

## DOMINIO EPILIGURE

### Gruppo delle Arenarie di Bismantova

#### Formazione del Monte Fumaiolo (MFU)

Si distinguono, andando dalla base al tetto della formazione, tre litofacies:

- a. la porzione basale è costituita da conglomerati poligenici con clasti, costituiti prevalentemente da elementi liguri, dispersi in abbondante matrice arenacea grossolana. Verso l'alto si passa gradualmente ad arenarie medio-grossolane massive;
- b. arenarie glauconitiche grigie a grana medio-grossolana organizzate in strati e con laminazioni piano-parallele;
- c. sabbie glauconitiche grigie a granulometria medio-fine, poco cementate ed intensamente bioturbate. Sono presenti corpi arenacei lentiformi di spessore da decimetrico a metrico.

*Serravalliano*



Rosso 315+  
nero 750

#### Formazione di San Marino-La Verna (SMN)

Conglomerati poligenici e calcareniti bioclastiche massive di colore grigio a granulometria da media a grossolana. Stratificazione da piano-parallela ad incrociata concava. Sono presenti, talvolta, laminazioni suborizzontali sottolineate da stiloliti.

*Burdigaliano-Serravalliano Inferiore*



Arancio 235

#### Formazione di Antognola (ANT)

Marne e marne siltose grigio chiaro con spalmature manganesifere scure intervallate a peliti più o meno siltose di colore grigio scuro. A tratti si ritrovano strati decimetrici di arenarie quarzoso-feldspatiche scarsamente cementate e prive di strutture sedimentarie. La degradazione delle arenarie ad opera degli agenti esogeni induce vistosi fenomeni di desquamazione che portano alla completa disgregazione con la formazione di sabbioni e in qualche caso all'isolamento di corpi sferoidali di roccia.

*Rupeliano-Aquitano*



Marrone 630

# DOMINIO LIGURE ESTERNO

## UNITA' TETTONICA MORELLO

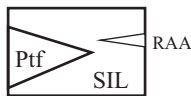


Verde 585 (MML)

### Formazione di Monte Morello (MLL)

Alternanza di marne giallo-brune con frattura a saponetta, calcari marnosi bianco-giallastri a grana finissima e frattura concoide, argilliti ed argilliti marnose grigie, arenarie calcarifere micacee avana e rare calcareniti biancastre; lo spessore degli strati varia da pochi centimetri ad alcuni metri.

*Eocene Inferiore-Medio*



Verde 520 (SILL)  
grigio 728 (Ptf)  
blu 390 (RAA)

### Formazione di Sillano-S. Fiora (SIL)

Argilliti e siltiti di colore grigio scuro, verdi e rossastre, con intercalazioni di arenarie calcaree da medio-fini a grossolane e di torbiditi calcareo marnose. Localmente si riconosce una *litofacies (RAA)*, nota in letteratura come “Formazione di Villa a Radda”, costituita da argilliti, argilliti marnose di colore rosso, rosso scuro e verdi, talora alternate a livelli calcarei bianco-grigi con stratificazione da sottile a media.

*Cretaceo Superiore-Eocene Inferiore*

### Formazione della Pietraforte

Regolare alternanza di arenarie torbiditiche quarzoso-calcaree grigie, in strati da medio fini a molto spessi, e di argilliti. Pur avendo il rango stratigrafico di formazione, la Pietraforte si trova, come lente, all'interno della Formazione di Sillano Santa-Fiora.

*Cretaceo Superiore*

# DOMINIO SUB-LIGURE

## UNITA' TETTONICA CANETOLO



Rosso 325

### **Arenarie di Monte Senario (AMS)**

Arenarie quarzoso-feldspatiche, con base molto grossolana. Il rapporto arenaria/pelite è compreso fra 1 e 3. Gli strati sono da spessi a molto spessi e presentano laminazione piano-parallela e convoluta.

*Eocene Medio/Superiore-Oligocene Inferiore*

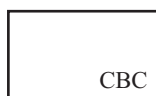


Viola 380

### **Brecciole di Monte Senario (BNS)**

Calcari, calcari marnosi grigi, marne argillose alternate ad arenarie-arenarie calcaree torbiditiche, talvolta grossolane. Verso il tetto della formazione le arenarie aumentano, fino ad un rapporto arenaria/calcare > 3.

*Eocene Medio*



Rosso 315

### **Calcari di Borgo alla Collina (CBC)**

Calcari micritici grigi, calcareniti finissime grigie che passano verso l'alto a marne e marne siltose grigie gradate. Calcareniti fini grigio chiare, passanti a marne argillose e siltose grigie. Sono presenti breccie tettoniche ben cementate con spessori di oltre un metro. Il rapporto calcare/marna è spostato sempre verso il primo termine.

*Eocene Medio*



Rosa 350

### **Argille e Calcari di Canetolo (ACC)**

Argilliti ed argille marnose grigio scuro o nerastre, in strati da medi a molto spessi, alternate a calcari torbiditici grigio-biancastri; calcareniti fini e finissime grigie.

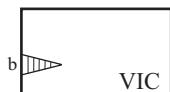
*Paleocene Inferiore-Eocene Medio*

# DOMINIO TOSCANO

## UNITA' TETTONICA CERVAROLA - FALTERONA

### Successione del Pratomagno

#### Marne di Vicchio (VIC)

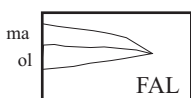


Marrone 685 (VIC)  
marrone 685+  
marrone 635 v. (b)

Marne siltose e marne calcaree grigie a frattura scheggiata. Stratificazione da sottile a media, talora poco marcata per bioturbazione o scarsa classazione granulometrica. Presenti sottili livelli di siltite o arenite fine a componente calcarea; a luoghi diventa preponderante la frazione calcarea e la tessitura è massiva e con un elevato numero di vene di calcite. Presenti sottili strati calcarenitici fini di colore biancastro. Si distingue una litofacies (b) marnoso-calcarea con livelli guida: calcare selcioso con liste di selce nera, marna siltosa azzurra con noduli baritici. Presenta pacchi di strati decametrici con calcisiltiti e calcareniti medie e sottili bioturbate.

*Aquitaniense superiore-Burdigaliano*

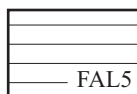
#### Arenarie del Monte Falterona (FAL)



Marrone 625 (FAL)  
verde 575 (ma)  
marrone 635 (ol)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche-micacee, grigie al taglio fresco, giallastre all'alterazione, con granulometria da media a grossolana, alternate a siltiti, argilliti e marne grigio scure, giallastre se alterate. Localmente sono intercalati livelli da metrici a decametrici di marne grigio-giallastre (litofacies marnosa-**ma**) talora associati ad olistostromi (**ol**) ad affinità ligure e subligure staccatisi dal fronte del thrust in avanzamento durante l'Oligocene terminale-Miocene basale. Questi sono costituiti da argilliti, talvolta marnose, con struttura caotica, di colore grigio chiaro rossastre, inglobanti calcari e calcari marnosi grigio chiari, calcari silicizzati verdi in strati sottili, areniti da microconglomeratiche a fini (*Oligocene Superiore-Miocene Inferiore*).

Le Arenarie del Monte Falterona, in base al rapporto Arenaria/Pelite, vengono suddivise nei seguenti membri:



Giallo 215 +  
marrone 630 o.

#### Membro di Fal5

Marne e marne siltose grigie, subordinate areniti, in strati sottili, con granulometria da fine a finissima. Rare calcareniti in strati di sottilissimo spessore.

*Aquitaniense (MNN1d)*



Marrone 630 +  
nero 750 ob.

#### Membro di Lonnano (FAL4)

Siltiti, argilliti e marne prevalenti,  $A/P < 1/4$ , con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm. Le marne sono generalmente di colore grigio chiaro, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone. Contatto su FAL3.

*Aquitaniense inferiore (MNN1d)*

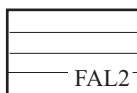


Marrone 655

#### Membro di Montalto (FAL3)

Arenarie, marne, argilliti e siltiti con  $1/4 < A/P < 2$ . Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi. All'interno è stato riconosciuto un livello guida calcarenitico di spessore metrico (Livello Arno-**ar**). La potenza massima è di almeno 800 metri. Contatto inferiore su FAL2.

*Chattiano-Aquitaniense (MNN1a-MNN1d)*



Marrone 655 +  
marrone 635 o.

#### Membro di Camaldoli (FAL2)

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate.  $2 < A/P < 10$ , le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi. La potenza è stimabile intorno ai 600 metri. Contatto inferiore su FAL1.

*Chattiano (MNP25b)*





Verde 530

**Marne Varicolori di Villore (MVV)**

Marne e marne argillose di colore variegato grigio chiaro, verdino, talora rossastro, caratterizzate da vistosa fissilità. Potenza parziale di circa 100 metri. Contatto inferiore non affiorante poiché la formazione è sempre troncata da superfici di sovrascorrimento. Depositi pelagici ed emipelagici.

*Rupeliano - Chattiano*

## DOMINIO UMBRO-ROMAGNOLO





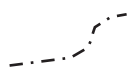



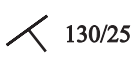











Rosso 315





















### **Formazione della Marnoso-Arenacea (FMA)**










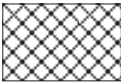




Torbiditi pelitico arenacee silicoclastiche in strati da sottili a molto spessi. La frazione pelitica è costituita da marnosiltiti grigie con frattura da scheggiosa a saponetta. Le arenarie hanno grana generalmente media e colore grigiastro, avana all'alterazione. Localmente si presentano poco cementate.

*Miocene Medio-Superiore*

## Segni convenzionali

Nero 750		Contatto stratigrafico di posizione certa
Nero		Contatto stratigrafico di posizione incerta
Nero		Contatto stratigrafico sepolto, presunto (dove ipotizzabile in base ai dati di superficie)
Rosso 305		Contatto tettonizzato
Nero		Stratificazione normale (direzione di immersione di strato/inclinazione)
Nero		Stratificazione rovesciata (direzione di immersione di strato/inclinazione)
Nero		Strati senza indicazioni di polarità (direzione di immersione di strato/inclinazione)
Nero		Stratificazione orizzontale (senza indicazione di polarità)
Nero		Stratificazione orizzontale (normale)
Nero		Stratificazione orizzontale (rovescia)
Nero		Stratificazione verticale (senza indicazione di polarità)
Nero		Stratificazione verticale (la posizione del pallino indica la polarità stratigrafica)
Rosso		Giacitura di assi di pieghe mesoscopiche (direzione di immersione dell'asse/inclinazione)
Rosso		Traccia di superficie assiale di piega antiforme
Rosso		Traccia di superficie assiale di piega sinforme
Nero		Traccia di superficie assiale di piega principale
Rosso		Giacitura della scistosità di piano assiale
Rosso		Piano assiale di piega mesoscopica

Rosso		Scistosità di piano assiale verticale
Rosso		Scistosità di piano assiale orizzontale
Rosso		Giacitura di asse di piega minore e di lineazione di intersezione
Nero		Asse di piega minore e lineazione di intersezione orizzontale
Rosso		Giacitura di lineazione di estensione
Rosso		Lineazione di estensione orizzontale
Rosso		Sovrascorrimento
Rosso		Sovrascorrimento sepolto
Rosso		Sovrascorrimento sepolto presunto (dove ipotizzato dai dati geologici di superficie)
Rosso		Faglia
Rosso		Faglia incerta
Rosso		Faglia sepolta presunta (dove ipotizzata sulla base dei dati geologici di superficie)
Rosso		Faglia diretta
Rosso		Faglia diretta incerta
Rosso		Faglia diretta sepolta presunta (dove ipotizzata sulla base dei dati geologici di superficie)
Rosso		Faglia inversa
Rosso		Faglia inversa incerta
Rosso		Faglia inversa sepolta presunta (dove ipotizzata sulla base dei dati geologici di superficie)
Nero		Orlo di scarpata di frana
Nero		Deformazione gravitativa profonda di versante, spostamento in blocco

Blu 390		Slump
Nero		Sorgente: regimata, non regimata, termale, termale scomparsa
Nero		Emergenza diffusa o stillicidio
Bianco		Laghi, specchi d'acqua e corpi idrici
Rosso		Strati contorti
Viola 641		Zona di taglio duttile, zona milonitica (sovrassegno da sovrapporre ad una formazione geologica)
Viola 641		Zona cataclastica (sovrassegno da sovrapporre ad una formazione geologica)
Viola 641		Area interessata da intensa fratturazione
Viola 641		Area di alterazione idrotermale ( <b>i</b> ), silicizzazione ( <b>s</b> ), dolomitizzazione ( <b>d</b> )
Sovrassegno grigio (con sfondo del colore del subaffiorante o del deposito di copertura)		Area fortemente antropizzata: la struttura antropica impedisce l'osservazione degli elementi geologici e geomorfologici
Nero		Area interessata da attività estrattiva attiva
Nero		Area interessata da attività estrattiva abbandonata
Grigio		Traccia di sezione
Nero		Sondaggi geognostici, geotecnici, down-hole etc. : <b>S</b> stazione di rilievo geomeccanico; <b>Psc</b> prove sclerometriche; <b>Pcpt</b> prova penetrometrica statica; <b>Pdp</b> prova penetrometrica dinamica pesante; <b>Pdl</b> prova penetrometrica dinamica leggera; <b>Ppk/v</b> prova pocket penetrometer/vane test; <b>Sm</b> saggio manuale; <b>Se</b> saggio con escavatore; <b>SI</b> saggio m/e con prova di lab. per la determinazione dei parametri indice; <b>Sg</b> sondaggio geognostico; <b>Sgc</b> sondaggio geognostico con prelievo di campioni e prove di laboratorio; <b>dh</b> prova down hole; <b>ch</b> prova cross hole

Blu



Stendimenti di sismica a rifrazione, SASW<sup>1</sup>:

**PSp** prospezione sismica a rifrazione con onde P;

**PSsh** prospezione sismica a rifrazione con onde SH;

**PSpsh** prospezione sismica a rifrazione con onde P e onde SH;

**PSr** prospezione sismica a riflessione;

**SW/FK** prova SASW e/o prova multicanale con onde di superficie

<sup>1</sup> Il nome identificativo dell'indagine sarà costituito da un campo alfa-numerico:

- la prima parte è la sigla dell'indagine (in conformità a quanto è riportato sopra) con una numerazione progressiva tra tutte le indagini, univoca per ogni Comune;
- La seconda parte definirà la provenienza del dato e sarà:
  - "VEL" per le indagini effettuate nell'ambito del Programma Vel, con la sigla con cui l'indagine è identificata nel Programma Preliminare consegnato al Comune;
  - "pv" per i dati forniti dai liberi professionisti, con l'identificazione originaria dell'indagine;
  - "pb" per i dati forniti da Enti pubblici, con la sigla originaria dell'indagine;
  - "730" per le indagini relative alla L.R. 730/86;
  - "DOCUP" per le indagini effettuate nell'ambito del Programma Docup, con la sigla con cui l'indagine è identificata nel Programma Preliminare consegnato al Comune.

#### ESEMPI

**Sg22\_VELS3** = Sg: Sondaggio geognostico -22: ventiduesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune -VEL: indagine realizzata nell'ambito del Programma VEL-S3: indagine indicata come S3 nel Programma Preliminare predisposto dalla Regione Toscana e inviato al Comune.

**PSp49\_pvL1** = PSp: Prospezione di sismica a rifrazione con onde P 49: quarantanovesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune pv: indagine realizzata da privato L1: indagine indicata originariamente dal privato come L1.

Eventuali altre tipologie non previste (prova del cono sismico, prova scissometrica, etc.) e/o altre simbologie possono essere concordate con la Regione Toscana.

Per i sondaggi geognostici e pozzi dovrà essere indicato in carta la profondità della copertura e la profondità della falda rilevata al momento della perforazione (per distinguere le misure utilizzare il colore nero per la profondità della copertura ed il blu per la falda).



## SEZIONE B

### Legenda per la cartografia geomorfologica

*Scala 1:5.000 - 1:2.000*

*Nella seguente legenda per la carta geomorfologica sono stati evidenziati con un cerchietto (○), sul lato destro della pagina, tutte quelle forme e depositi dei processi geomorfologici che sono stati ritenuti più significativi alla fine della Valutazione degli Effetti Locali, distinguendo cioè quelli indispensabili da quelli facoltativi.*

*La cartografia geomorfologica deve essere realizzata secondo la simbologia e i colori (numero colore Stabilo Original) indicati nella seguente legenda.*

*Nella carta geomorfologica dovranno essere riportati i dati strutturali indicati nella carta geologica (faglie, sovrascorrimenti, giaciture), le unità geologiche ed eventuali lineazioni rilevate dalle foto aeree.*

*Nel caso dei rilievi geomorfologici relativi ai fenomeni di instabilità dei versanti viene considerato, oltre alla genesi delle forme, anche il loro stato di "attività". Sono stati quindi distinti diversi raggruppamenti genetici, ossia forme connesse all'azione delle acque correnti superficiali, della gravità, del ghiaccio e della neve e forme tettoniche, carsiche, vulcaniche e antropiche.*

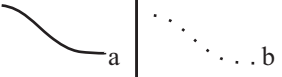
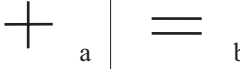
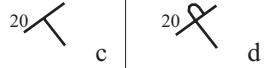
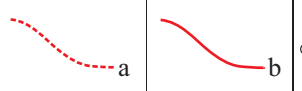
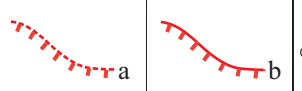
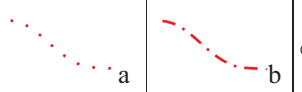
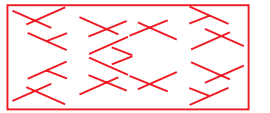
*Sono stati inoltre considerati tre stati di attività: forme attive, ossia legate a processi in atto o ricorrenti a ciclo breve; quiescenti, ossia con possibilità di riattivazione nell'attuale sistema morfoclimatico; inattive, cioè riferibili a condizioni morfologiche non più attivabili oppure a condizioni climatiche diverse dalle attuali.*

*Per le "scarpate" è stata proposta una legenda riferita sia alla genesi, sia allo stato di attività, che tiene conto anche delle dimensioni.*


*Le frane complesse saranno cartografate distinguendo, dove possibile, le aree a diverso meccanismo di movimento, altrimenti l'intero fenomeno sarà rappresentato dalla tipologia di movimento prevalente.*






## 1 - DATI STRUTTURALI

	Stabilo	nero 750	rosso 305
1.1 Limite a) definito b) non ben definito			
1.2 Giacitura degli strati a) orizzontale b) verticale c) inclinato d) rovesciato			
			
1.3 Faglia a) presunta b) certa			
1.4 Sovrascorrimento a) presunto b) certo			
1.5 Frattura a) frattura b) beante			
1.5 Roccia intensamente fratturata			

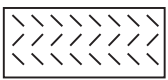
## 2 - FORME TETTONICHE

	Stabilo	marrone 630	
2.1 Orlo di scarpata di faglia a) h < 10 m b) h > 10 m			

## 3 - FORME STRUTTURALI

	Stabilo	marrone 630	
3.1 Orlo di scarpata di erosione a) h < 10 m b) h > 10 m			
3.2 Selle			
3.3 Creste			

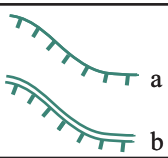
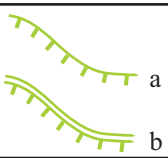
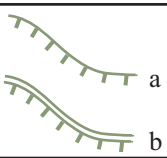





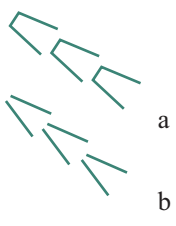
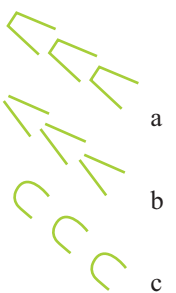
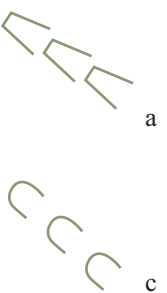

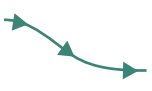
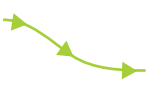







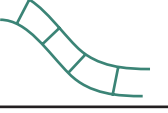
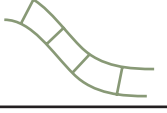
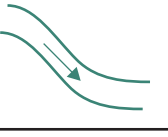
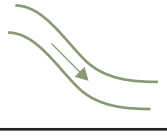



## 4 - DEPOSITI DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE













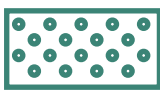
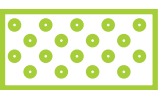
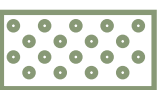



	Stabilo	rosso 305	
4.1 Alteriti, regoliti, suoli, etc.	CG S T/A		

## 5 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

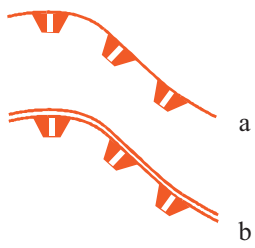


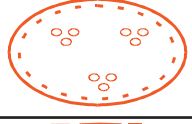
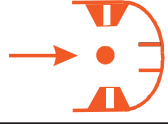
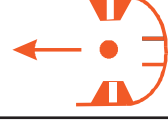
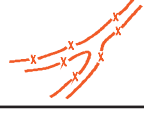

Stato di attività colore (Stabilo)	attivo (rosso 305)	quiescente (arancio 235)	non attivo (viola 340)
5.1 Orlo di scarpata di frana a) $h < 10$ m b) $h > 10$ m			
5.1.1 Orlo di scarpata d'erosione a) $h < 10$ m B) $h > 10$ m			
5.2 Trincea o fessura			
5.3 Frattura di trazione			
5.4 Area interessata da deformazioni gravitative profonde			
5.5 Area interessata da deformazioni superficiali			
5.6 Area interessata da soliflusso generalizzato			
5.7 a) falda di detrito b) cono di detrito c) detrito di versante			
5.8 Corpo di frana per crollo o ribaltamento			
5.9 Corpo di frana per scorrimento: a) traslativo b) rotazionale			
5.10 Corpo di frana per colamento			
5.11 Corpo di frana per espansione			
5.12 Scorrimento di roccia in blocco			
5.13 Frana non fedelmente cartografabile			
5.14 Ripiano di frana con contropendenza			
5.15 Reptazione			
5.16 Gradino di frana			

## 6 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

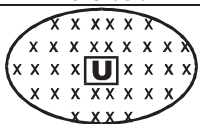
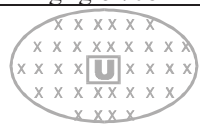
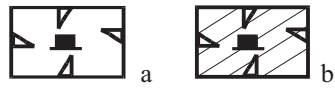
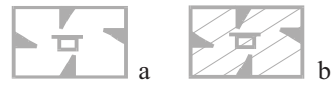







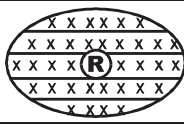

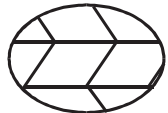

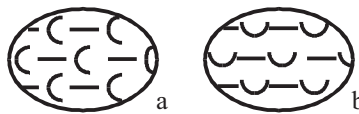




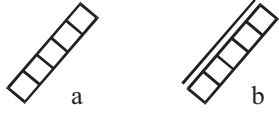
Stato di attività colore (stabilo)	attivo (verde 520)	quiescente (verde 575)	non attivo (verde 585)
6.0 Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia a) $h < 10$ m b) $h > 10$ m			
6.1 Cascata o rapida			
6.2 Ripiano di erosione			
6.3 Vallecola a) a fondo piatto b) a V c) a fondo concavo			
6.4 Alveo con tendenza all'approfondimento			
6.5 Solco di erosione concentrata			
6.6 Area calanchiva			
6.7 Area interessata da ruscellamento diffuso			
6.8 Conoide alluvionale			
6.9 Dosso fluviale			
6.10 Traccia di corso fluviale			
6.11 Tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati			

6.12 Sito di deviazione fluviale conosciuta attribuita essenzialmente a fenomeni naturali				
6.13 Ventaglio di esondazione (cono di rotta)				o
6.14 Depressione palustre				o
6.15 Area depressa in pianura alluvionale, conca di decantazione				o
6.16 Deposito colluviale				o
6.17 Superficie alluvionale (con indicazione della superficie a partire dalla più alta)				o
6.18 Colata da trasporto in massa (debris-flow, mud-flow)				o


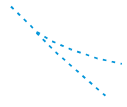

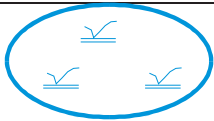
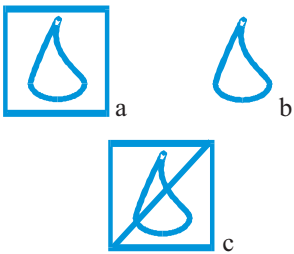


## 7 - FORME E DEPOSITI CARSICI

colore (stabilo)	arancio 235
<p>7.1 Orlo di scarpata carsica, bordo di poljie, bordo di canyon:            a) <math>h &lt; 10</math> m            b) <math>h &gt; 10</math> m</p>	
7.2 Area con campi solcati	
7.3 Dolina, grande depressione carsica	
7.4 Campo di doline ravvicinate	
7.5 Depressioni da subsidenza in rocce coerenti e incoerenti, non carsificabili sovrastanti rocce carsificabili	
<p>7.6 Dolina di crollo:            a) a pozzo            b) a pozzo con blocchi di frana</p>	
7.7 Valle cieca	
7.8 Valle chiusa	
<p>7.9 Grotta            a) nicchia con risorgenza            b) imboccatura di grande pozzo</p>	
7.10 Planimetria di cavità vicino alla superficie (rapportata in superficie)	
7.11 Inghiottitoio	

## 8 - FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI E MANUFATTI

stato di attività colore (stabilo)	funzionanti nero 750	abbandonati grigio 708
8.1 Discarica		
8.2 Cava, cavità artificiale: a) asciutta; b) con fondo allagato		
8.3 Area interessata da attività estrattiva		
8.4 Miniera a cielo aperto a) asciutta b) con fondo allagato		
8.5 Terrazzamento agrario		
8.6 Orlo di scarpata di scavo/accumulo: a) h < 10 m b) h > 10 m		
8.7 Superficie di riporto ® o di colmata ©		
8.8 Imbocco di galleria: a) di cava b) di miniera		
8.9 Superficie di sbancamento		
8.10 Area subsidente in seguito ad attività estrattiva		
8.11 Area degradata a) da disboscamento b) da pascolo		
8.12 Tratto di fiume incanalato artificialmente		
8.13 Opere principali di sbarramento fluviale		
8.14 Traverse e briglie		
8.15 Cassa di espansione delle piene		
8.16 Muri di sostegno: a) h < 10 m b) h > 10 m		

## 9 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

colore (stabilo)	blu 405
9.1 Corso d'acqua perenne	
9.2 Corso d'acqua temporaneo	
9.3 Lago, specchio d'acqua	
9.4 Ristagni d'acqua	
9.5 Sorgente localizzata a) captata b) non captata c) in disuso	
9.6 Emergenza diffusa o stillicidio	
9.7 Area di alterazione idrotermale	

## **SEZIONE C**

### **Indagini geotecniche di base Legende per la definizione di unità litologico- tecniche (U.L.T.)**

*Scala 1:5.000*





*LEGENDA SCHEMATICA PER LA DEFINIZIONE DI  
UNITA' LITOLOGICO - TECNICHE  
NEL "SUBSTRATO" E NELLA "COPERTURA"*

PARTE I

SUBSTRATO

*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: A*

MATERIALE, LAPIDEO COSTITUITO DA UNICO  
LITOTIPO NON STRATIFICATO  
(colore grigio- 49)

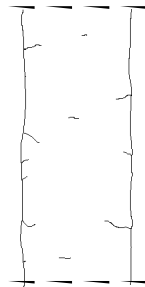
L'U.L.T. comprende le rocce lapidee massicce.



**A** - Rocce non stratificate o con bancate di spessore superiore a 3 mt.

Es: Calcarea Massiccio, Basalto, Granito, ecc.

*STRUTTURA DELL'AMMASSO*



UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: **B**

MATERIALE LAPIDEO STRATIFICATO O COSTITUITO  
DA ALTERNANZE DI DIVERSI LITOTIPI  
(colore celeste - 57)

L'U.L.T. comprende sia le rocce stratificate (**B<sub>1</sub>**, **B<sub>2</sub>**), che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza) (**B<sub>3</sub>**, **B<sub>4</sub>**, **B<sub>5</sub>**), nonché quelle costituite da alternanze disordinate (caotiche) (**B<sub>c</sub>**)

Le rocce pelitiche ricadono nella U.L.T. **B<sub>5</sub>**

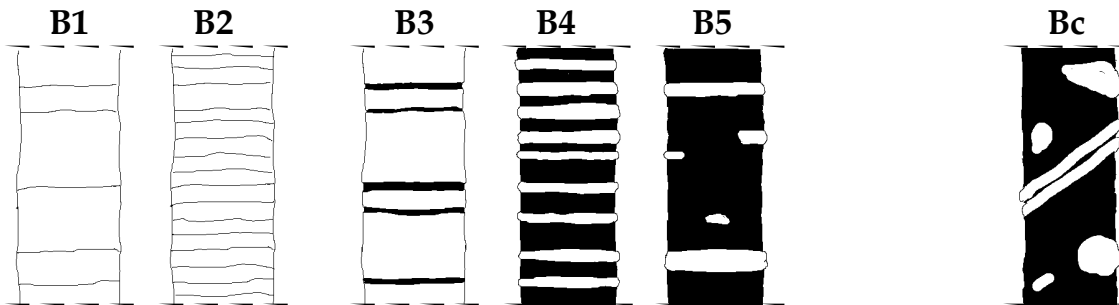


**B** - Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi.

STRUTTURA DELL'AMMASSO

STRUTTURALMENTE ORDINATI

STRUTTURALMENTE DISORDINATI



Nota: **B<sub>1</sub>** può essere paragonato ad **A**

Distinzione in base ai rapporti %  
□ >75%    25% < □ < 75%    75% > ■

□ (Es. Calcari, Calcari marnosi, Marne, Calcareniti, Arenarie, Radiolariti, ecc)

■ Siltiti o argilliti

□ Giunto di stratificazione

Nota: grossi olistoliti possono rientrare in **A** e **B**


UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: C

MATERIALI GRANULARI CEMENTATI

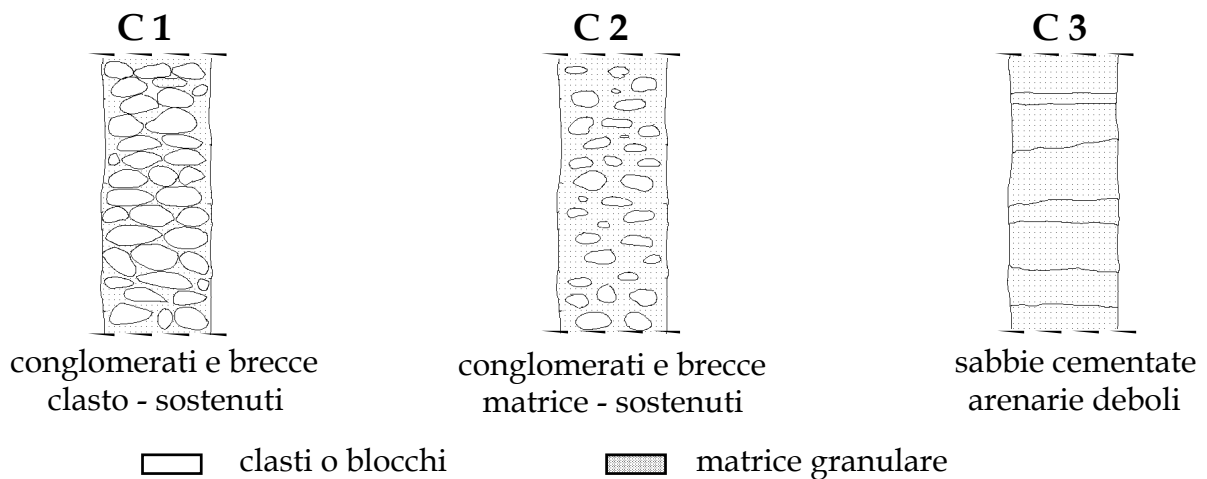
(colore arancio - 18)

In questa U.L.T. sono comprese rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in s.s.; Possono rientrare in questa U.L.T. anche le rocce lapidee intensamente degradate ed alterate (es. blocchi di arenaria "Macigno" in matrice sabbiosa residuale poco cementata).

Le breccie ed i conglomerati ad elevato grado di cementazione possono essere considerati rocce lapidee e pertanto ricadono nell'U.L.T. A. Le arenarie molto cementate ricadono nell'U.L.T. A o B. Le sabbie ed il detrito grossolano non cementato ricadono, fra i materiali di copertura, nell'U.L.T. E. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

 C - Breccie conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione

STRUTTURA DELL'AMMASSO



*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: D*

**MATERIALI COESIVI CONSISTENTI**

(colore verde - 36)


In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi con consistenza elevata. La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro tascabile e/o scissometro. Le argilliti e le siltiti ricadono nella U.L.T. **B**. Le argille e i limi poco consistenti ricadono nell'Unita **F**. Il limite tra U.L.T. **D** e U.L.T. **F** può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*

 **D** - Argille e limi

Ove sia possibile è opportuno distinguere le due granulometrie.

 **D 1** - Limi

 **D 2**- Argille

In Casentino questo tipo di terreno può essere individuato tra i depositi lacustri e fluvio-lacustri all'interno dei quali formazioni o porzioni di esse possono essere state consolidate dalla sovrapposizione di depositi più recenti.

*LEGENDA SCHEMATICA PER LA DEFINIZIONE DI  
UNITA' LITOLOGICO - TECNICHE  
NEL "SUBSTRATO" E NELLA "COPERTURA"*

PARTE II

COPERTURA

*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: E*

MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

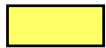
(colore giallo - 24)

In questa U.L.T. sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituite da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione.

Per le diverse granulometrie può essere valutato lo stato di addensamento mediante prove manuali.

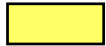
Le sabbie, le breccie ed i conglomerati con grado di cementazione medio basso ricadono nell'U.L.T. C. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*



**E 1** - Ciottoli e blocchi

(elementi lapidei di dimensioni mediamente > 60 mm)



**E 2** - Ghiaie

(elementi lapidei compresi mediamente tra 2 - 60 mm)



**E 3** - Sabbie

(granuli di dimensioni comprese tra 2 mm. e 0,06 mm)



*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: F*

MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

(colore beige - 39)

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro e/o scissometro tascabile.

I terreni a consistenza elevata sono classificati nell'U.L.T. **D**. Il limite tra U.L.T. **D** e U.L.T. **F** può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*



**F** - Limi e Argille

Ove sia possibile è opportuno distinguere le due granulometrie.



**F 1**- Limi



**F 2** – Argille

Tipologia di indagini  
per la caratterizzazione delle U.L.T.

## La tipologia delle indagini per la caratterizzazione delle U.L.T.

Nella Carta Litologico-tecnica devono essere marcati i siti dove viene classificata l'unità litologico-tecnica sia essa substrato o copertura, indicando la tipologia del dato secondo la simbologia seguente:

S	stazione di rilievo geomeccanico
Psc	prove sclerometriche;
Pcpt	prova penetrometrica statica;
Pdp	prova penetrometrica dinamica pesante;
Pdl	prova penetrometrica dinamica leggera;
Ppk/v	prova pocket penetrometere/vane test
Sm	saggio manuale;
Se	saggio con escavatore;
Sl	saggio m/e con prova di lab. per la determinazione dei parametri indice;
Sg	sondaggio geognostico
Sgc	sondaggio geognostico con prelievo di campioni e prove di laboratorio;
dh	prova down hole
ch	prova cross hole
PSp	prospezione sismica a rifrazione con onde P;
PSsh	prospezione sismica a rifrazione con onde SH;
PSpsh	prospezione sismica a rifrazione con onde P e onde SH;
PSr	prospezione sismica a riflessione;
SW/FK	prova SASW e/o prova multicanale con onde di superficie.

Sia nella carta geologica che in quella litologico- tecnica saranno ubicate tutte le indagini effettuate nel Comune sia nell'ambito del Programma VEL che al di fuori del Programma VEL e fornite dagli Uffici Tecnici Comunali nonché dai liberi professionisti locali.

Queste indagini saranno nominate in maniera da essere identificate inequivocabilmente.

Il nome identificativo dell'indagine sarà costituito da un campo alfa- numerico:

- ✓ la prima parte è la sigla dell'indagine (in conformità a quanto è riportato sopra) con una numerazione progressiva tra tutte le indagini, univoca per ogni Comune;
- ✓ la seconda parte definirà la provenienza del dato e sarà:
  - "VEL" per le indagini effettuate nell'ambito del Programma Vel, con la sigla con cui l'indagine è identificata nel Programma Preliminare consegnato al Comune;
  - "pv" per i dati forniti dai liberi professionisti, con l'identificazione originaria dell'indagine;
  - "pb" per i dati forniti da Enti pubblici, con la sigla originaria dell'indagine;
  - "730" per le indagini relative alla L.R. 730/86.

### ESEMPI

**Sg22\_VELS3** = Sg: Sondaggio geognostico -22: ventiduesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune -VEL: indagine realizzata nell'ambito del Programma VEL -S3: indagine indicata come S3 nel Programma Preliminare predisposto dalla Regione Toscana e inviato al Comune.

**PSp49\_pvL1** =PSp: Prospezione di sismica a rifrazione con onde P –49: quarantanovesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune – pv: indagine realizzata da privato –L1: indagine indicata originariamente dal privato come L1.

Eventuali altre tipologie non previste (prova del cono sismico, prova scissometrica, etc.) e/o altre simbologie possono essere concordate con la Regione Toscana.

Per i sondaggi geognostici e pozzi dovrà essere indicato in carta la profondità della copertura e la profondità della falda rilevata al momento della perforazione (per distinguere le misure utilizzare il colore nero per la profondità della copertura ed il blu per la falda).



## **SEZIONE D**

### **Indagini geotecniche di base Legenda per la definizione di unità litologico-tecniche (U.L.T.)**

*Scala 1:2.000*



## PREMESSA

Di seguito vengono elencate norme tecniche e tabelle di riferimento per la classificazione litotecnica degli ammassi rocciosi e dei terreni, supportate da principi scientifici e validate in ambito internazionale.

Nelle pagine successive viene proposta una classificazione litotecnica articolata in tre gruppi e semplificata rispetto a quella qui descritta, questo per ottenere differenziazioni che siano strettamente utili alla valutazione degli effetti locali ossia per ridurre al minimo utile il numero di suddivisioni degli ammassi. E' comunque opportuno per rigore scientifico e completezza dell'indagine, ove i dati a disposizione lo permettano, applicare integralmente la seguente suddivisione.

Nel caso di rocce affioranti (Macigno, Calcari a selci scure, Marne a *Posidomya*, Flysch, ecc.) devono essere definite la struttura dell'ammasso, i valori di resistenza alla compressione uniassiale della roccia intatta, la spaziatura media delle discontinuità e la condizione delle stesse; per i materiali sciolti (detriti, corpi di frana, alluvioni, ecc) devono essere valutati la granulometria prevalente, lo stato di addensamento o di consistenza e la tessitura ed indicato lo spessore misurato o presunto del materiale.

### **Litologie competenti (U.L.T. A-B)**

La caratterizzazione litotecnica delle litologie competenti può avvenire per mezzo di osservazioni dirette, prove in situ e prove di laboratorio.

Una prima divisione in classi è operata sulla base della struttura dell'ammasso (rocce stratificate, alternanza di litotipi diversi), sono poi definite le sottoclassi a seconda dell'intervallo di stratificazione o del rapporto roccia lapidea – materiale pelitico. Infine vanno valutate le seguenti caratteristiche:

#### *RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE DELLA ROCCIA INTATTA*

La resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta può essere stimata in campagna nei seguenti modi:

- 1) Prove manuali;
- 2) Sclerometro di Schmidt (*modello L*);
- 3) Prova di Carico Puntuale (*Point Load Test*)

Suffisso	resistenza a compressione uniassiale	Resistenza al carico puntuale	Descrizione Prove manuali	Peso RMR
<b>r 1</b>	> 200 MPa	> 8 MPa	ROCCIA ESTREMAMENTE RESISTENTE la roccia può essere solo scheggiata con il martello	15
<b>r 2</b>	100 - 200 MPa	4 - 8 MPa	ROCCIA MOLTO RESISTENTE la roccia può essere rotta con molti colpi di martello	12
<b>r 3</b>	50 - 100 MPa	2 - 4 MPa	ROCCIA RESISTENTE la roccia può essere rotta con più di un colpo di martello	7



<b>r 4</b>	25 - 50 MPa	1 - 2 MPa	ROCCIA MEDIAMENTE RESISTENTE la roccia può essere rotta con un unico deciso colpo di martello; non può essere scalfita con il coltello	4
<b>r 5</b>	10 - 25 MPa	< 1 MPa	ROCCIA DEBOLE un colpo deciso con la punta del martello lascia un impronta profonda; la roccia può essere scalfita con il coltello con difficoltà	2
<b>r 6</b>	3 - 10 MPa	-	ROCCIA MOLTO DEBOLE la roccia si frantuma con un unico deciso colpo dato con la punta del martello; può essere scalfita con il coltello	1
<b>r 7</b>	1 - 3 MPa		ROCCIA ESTREMAMENTE DEBOLE la roccia si spezza in blocchi con il piccone	0

### **Determinazione della resistenza a compressione uniassiale con Sclerometro di Schmidt:**

Per una valutazione speditiva si può ricorrere ad un test di campagna, utilizzando lo sclerometro di Schmidt.

Questo attrezzo consente la correlazione tra indice di Schmidt e resistenza alla compressione uniassiale in funzione del peso di volume della roccia.

La superficie su cui viene eseguita la prova deve essere poco rugosa ( $JRC < 8$ ) e lontana da altre discontinuità.

La procedura per l'utilizzo dello sclerometro è la seguente:

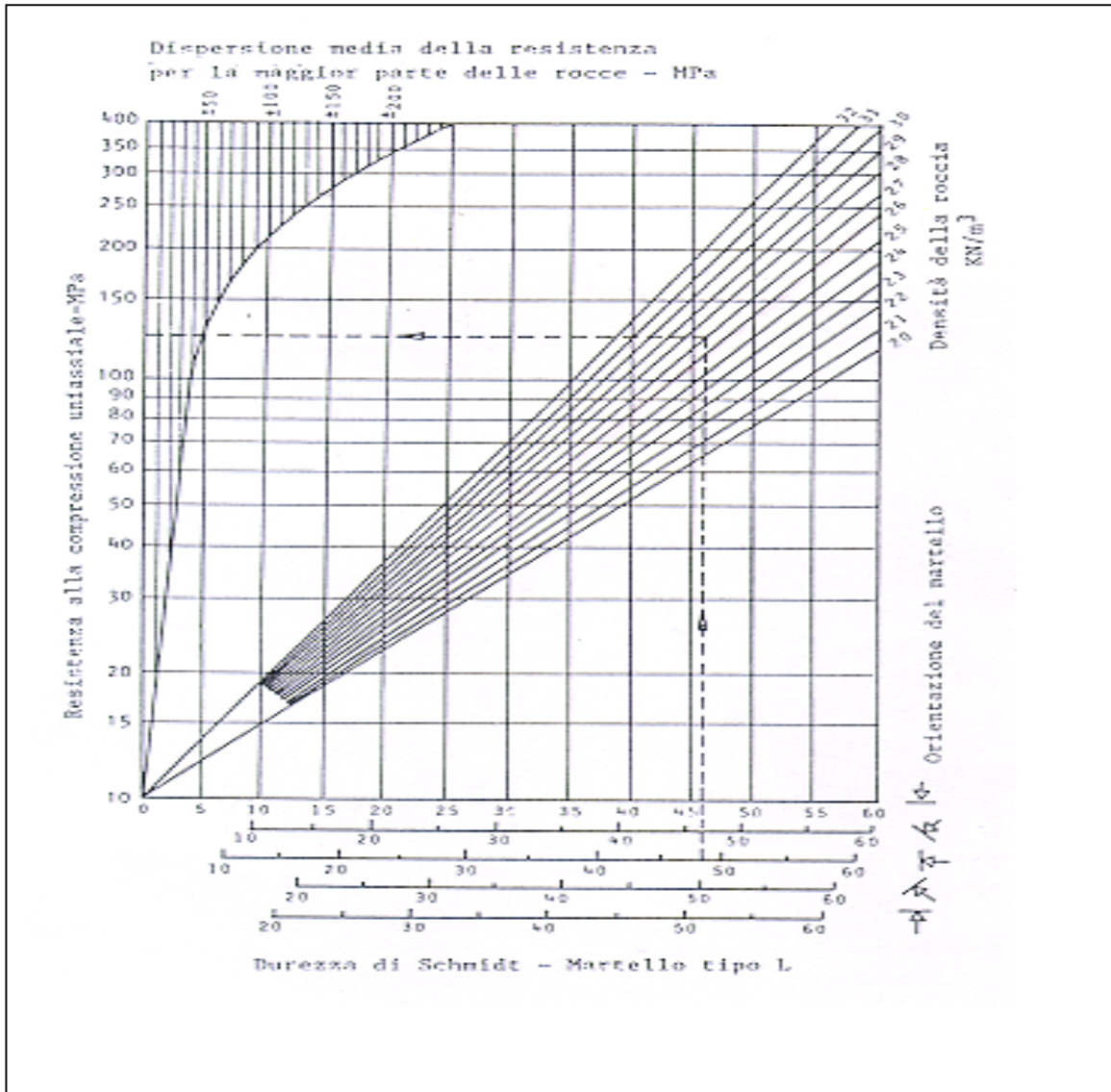
- a) Pulizia ed eventuale "raschiatura" della porzione di roccia in esame per l'eliminazione delle eventuali patine d'alterazione;
- b) Posizionamento dello sclerometro ortogonalmente alla superficie rocciosa;
- c) Pressione del pistone contro la superficie fino ad ottenere lo sgancio della massa d'urto;
- d) Lettura dell'indice di rimbalzo.

Dato che l'errore cui può essere affetta la misura, per valori superiori a 100 MPa, è mediamente abbastanza elevato ( $> \pm 50$  MPa), è opportuno che ogni prova consti di almeno dieci letture, si calcola quindi il valore medio e la relativa deviazione standard.

Per ogni lettura si sposta il punto di carico di 5 – 10 cm mantenendolo sempre lontano da altre discontinuità, coprendo così un'area maggiore ed eventualmente cambiando la direzione di carico.

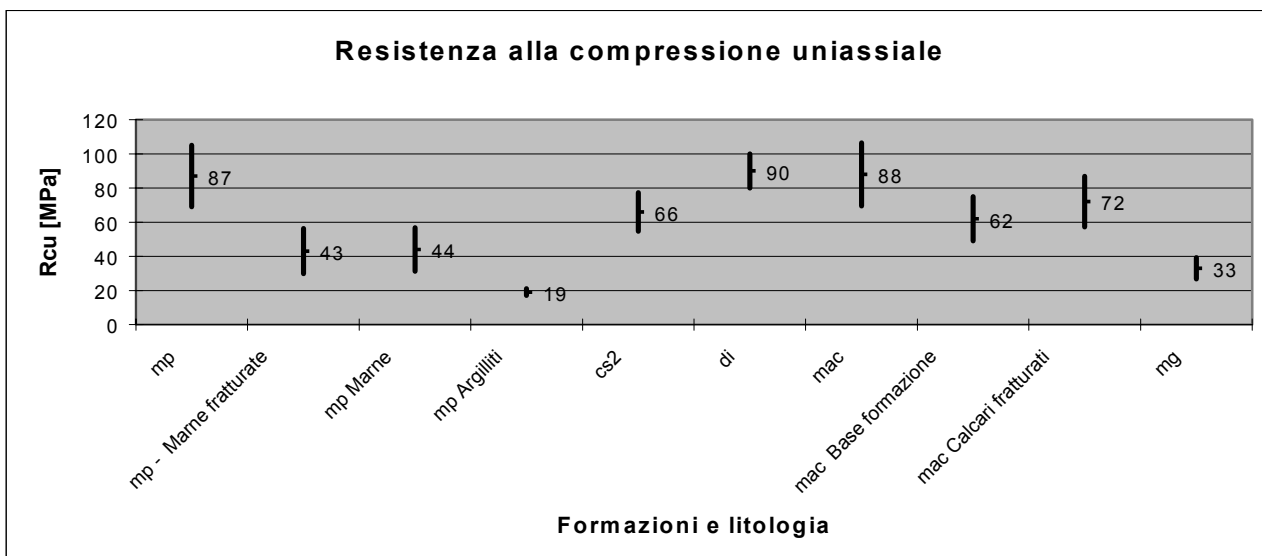
Nota il peso di volume medio della formazione interessata (vedi punto successivo), è possibile utilizzare il diagramma che segue; questo consente di mettere in relazione l'indice di rimbalzo, rilevato con lo strumento, con la resistenza alla compressione uniassiale.

Sull'asse delle ascisse sono riportati gli indici di rimbalzo, secondo l'inclinazione del martello rispetto all'orizzontale, al centro le linee guida che rappresentano i pesi di volume espressi in  $KN/m^3$  ( $9,8 KN/m^3 = 1 t/m^3$ ), e sull'asse delle ordinate sono riportati i relativi valori di resistenza alla compressione uniassiale in MPa ( $98066 Pa = 1 Kg/cm^2$  ossia  $1MPa = 10,197 Kg/cm^2$ ); il rigato verticale a sinistra fornisce l'errore medio. Nella seguente tabella è riportato un esempio dei valori misurati su rocce affioranti nella Garfagnana.



Valori medi di resistenza alla compressione uniaxiale per diverse unità litotecniche con relative deviazioni standard.

Formazione	Litologia	Resistenza alla compressione uniaxiale [MPa]	Deviazione standard [MPa]
Marne a Posidonomya	Marne	87	± 18
	Marne fratturate	43	± 13.2
	Alternanza marne – argilliti	44 - 19	± 12.8 - ± 2
Calcari grigio scuri a selci nere	Calcari selciferi	66	± 11.3
Maiolica	Calcari	88	± 18.5
	Base formazione	62	± 12.9
	Calcari fratturati	72	± 14.8
Macigno	Arenarie alterate	33	± 6.2

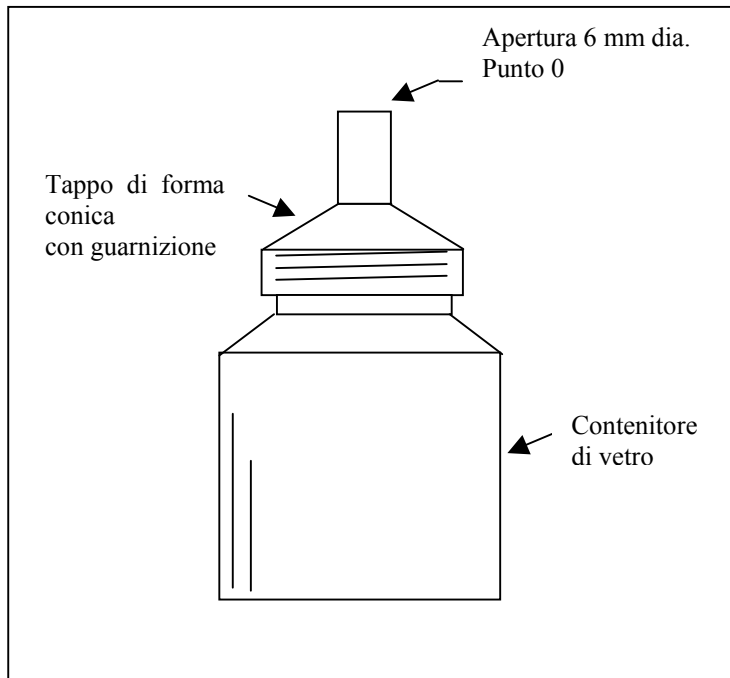


### DETERMINAZIONE DEI PESI DI VOLUME

Per determinare il peso di volume di litologie competenti si utilizza un picnometro o si può seguire la procedura descritta di seguito.

Si raccolgono alcuni (indicativamente cinque) campioni rappresentativi per ogni formazione e si effettuano pesate degli stessi immersi in acqua, utilizzando un contenitore analogo a quello esemplificato nella figura ed operando secondo i seguenti punti:

- a) Pulizia dei campioni ed eventuale riduzione delle dimensioni;
- b) Pesata a secco dei campioni ( $P_c$ );
- c) Impermeabilizzazione dei campioni con vernice spray fissativa;
- d) Nuova pesata a secco dei campioni per valutare l'eventuale assorbimento dell'impermeabilizzante e relativo aumento di peso ( $P_{ci}$ );
- e) Pesata del contenitore colmo d'acqua fino al punto 0 ( $P_1$ ) (vedi Figura);
- f) Pesata del contenitore colmo d'acqua fino al punto 0 con immerso il campione ( $P_2$ ).



Contenitore di vetro per le pesate dei campioni immersi in acqua

Con i dati suddetti è possibile calcolare il peso di volume per ogni campione con la seguente relazione:

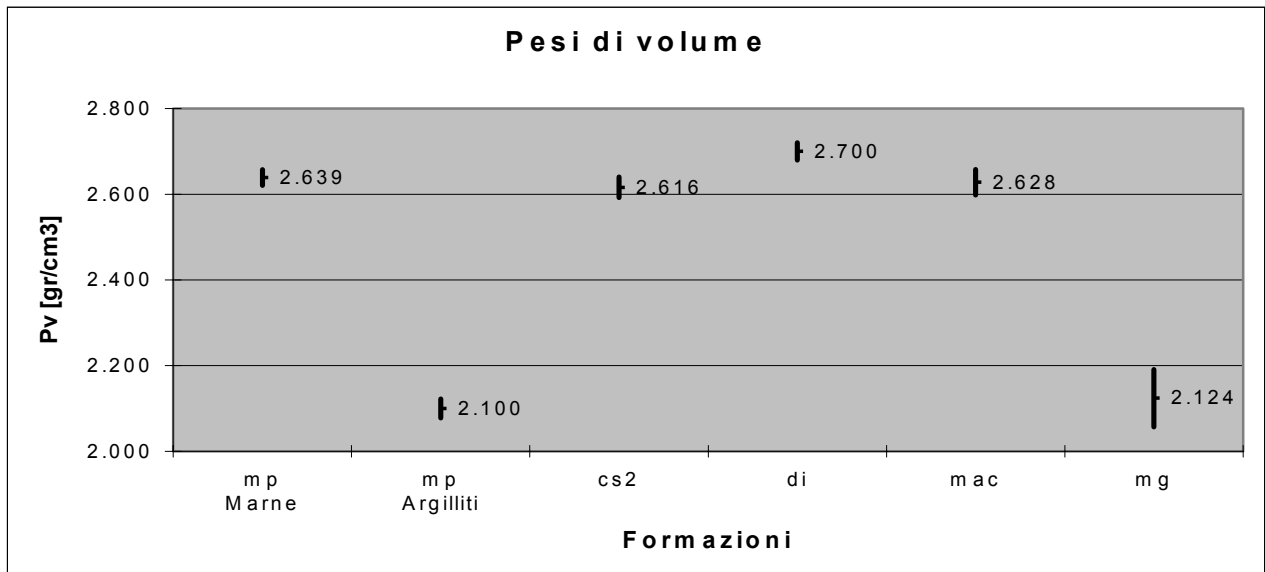
$$P_v = \frac{P_c \cdot d_{H_2O}}{P_1 - P_2 + P_c}$$

- Dove
- $P_v$       Peso di volume
  - $P_c$       peso del campione a secco
  - $d_{H_2O}$     densità dell'acqua a 20°C (0.9982 gr/cm<sup>3</sup>)
  - $P_1$       peso del contenitore colmo d'acqua
  - $P_2$       peso del contenitore colmo d'acqua insieme al campione impermeabilizzato immerso
  - $P_{ci}$      peso del campione a secco impermeabilizzato

Controllare che la differenza  $P_c - P_{ci}$  sia trascurabile rispetto ai pesi e relativi volumi utilizzati nel calcolo.

Mediando i valori ottenuti si calcola il peso di volume medio e la deviazione standard come esemplificato nella seguente tabella e nel relativo grafico.

Formazione	Litologia	Peso di volume [g/cm <sup>3</sup> ]	Deviazione standard [g/cm <sup>3</sup> ]
Marne a Posidonomya	Marne	2.639	± 0.018
	Argilliti	2.100	± 0.022
Calcari grigio scuri a selci nere	Calcari selciferi	2.616	± 0.024
Maiolica	Calcari	2.628	± 0.030
Macigno	Arenarie	2.124	± 0.067



### *DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

Il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso è espresso dalla **spaziatura media** ( $X_m$ ) **delle discontinuità** misurata con la media intercetta tenendo conto dell'angolo formato dai piani di discontinuità con la direzione dello stendimento secondo la seguente procedura:

- a) osservazione dell'ammasso nel suo insieme;
- b) individuazione delle principali discontinuità che possono rappresentare effettive superfici di separazione del materiale;
- c) ubicazione della misura in un punto rappresentativo e significativo delle condizioni strutturali dell'ammasso;
- d) determinazione dell'intercetta media lungo uno stendimento di 10-20 metri, calcolata come rapporto fra la lunghezza dello stendimento ed il numero di discontinuità intercettate;
- e) dove le condizioni giaciturelle dell'affioramento lo consentano la spaziatura dovrà essere misurata lungo tre stendimenti con diversa orientazione e si deve fare riferimento alla media dei tre valori ottenuti;
- f) si raccomanda la rappresentazione delle discontinuità mediante le proiezioni stereografiche (reticolo di Schmidt emisfero inferiore).

Di norma la valutazione della spaziatura media ( $X_m$ ) delle discontinuità andrebbe calcolata con stendimenti di almeno 10 – 20 m, tuttavia nella maggior parte dei casi l'area indagata non presenta la possibilità di effettuare stendimenti di tale lunghezza. La spaziatura media deve essere allora elaborata sulla base degli stendimenti disponibili cercando di utilizzarne un numero elevato, meglio se diversamente orientamenti.

Si opera secondo i punti a) – e) e si calcola il valore della spaziatura media delle discontinuità:

$$X_m = \frac{S}{n_d}$$

dove  $s$  lunghezza dello stendimento (cm)  
 $n_d$  numero delle discontinuità intercettate

E' così possibile calcolare i valori medi e la deviazione standard della spaziatura media per ogni unità litotecnica e da questa valutare l'RQD relativo mediante la relazione empirica di Priest Hudson (1976).

$$RQD = 100(1 + 0,1\lambda)^{(-0,1\lambda)}$$

con  $\lambda$  frequenza delle discontinuità espressa dal reciproco della spaziatura media in m:

$$\lambda = 1/X_m$$

Con tali valori è possibile individuare la classe corrispondente (d1 / d5) dell'unità litotecnica in esame.

Suffisso	Spaziatura	RQD	Descrizione	Peso RMR
<b>d 1</b>	> 3 m	100	spaziatura molto ampia	30
<b>d 2</b>	1 - 3 m	99 - 100	spaziatura ampia	25
<b>d 3</b>	30 - 100 cm	90 - 99	spaziatura media	20
<b>d 4</b>	5 - 30 cm	15 - 90	spaziatura fitta	10
<b>d 5</b>	< 5 cm	< 15	spaziatura molto fitta	5

#### CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

Suffisso	Descrizione	Peso RMR
<b>c 1</b>	discontinuità molto rugose, non collegate, chiuse, con pareti inalterate ed asciutte	25
<b>c 2</b>	Discontinuità rugose leggermente rugose, apertura < 1 mm, con pareti lievemente alterate e/o umide	20
<b>c 3</b>	discontinuità leggermente rugose, apertura < 1 mm, molto alterate e/o bagnate	12
<b>c 4</b>	discontinuità striate o lisce <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore < 5 mm <i>oppure</i> discontinuità collegate con apertura di 1-5 mm	6
<b>c 5</b>	discontinuità con riempimento di spessore > 5 mm <i>oppure</i> discontinuità collegate con apertura > 5 mm	0

#### Terre/rocce sciolte (U.L.T. C, D, E, F)

Per quello che attiene i terreni da cementati a sciolti lo stato di cementazione, di addensamento o consistenza può essere descritto nel seguente modo:

- per i terreni da molto a mediamente cementati oltre alle prove manuali possono essere utilizzati i dati relativi alla consistenza delle classi r5 ed r6 delle rocce, unitamente ai valori di spaziatura media delle fratture ed alla descrizione delle condizioni delle discontinuità;
- per quelli lievemente cementati oltre le prove manuali possono essere utilizzati i dati relativi alla consistenza della classe r7 delle rocce e/o il numero di colpi della prova Spt, unitamente a spaziatura media e condizioni delle fratture. Per questi terreni il numero di colpi della prova Spt pari a 50 separa i terreni lievemente cementati o molto addensati da quelli addensati e/o poco cementati;

- per i terreni granulari non cementati o poco cementati lo stato di addensamento viene descritto mediante prove manuali e dal numero di colpi della prova Spt secondo la seguente tabella;

#### STATO DI ADDENSAMENTO

Suffisso	N(Spt)	Descrizione	Prove manuali
<b>a 1</b>	30 - 50	Addensato	Non è sufficiente la pala per scavarlo
<b>a 2</b>	10 - 30	Moderatamente addensato	Può essere scavato con la pala con molta difficoltà
<b>a 3</b>	4 - 10	Poco addensato	Può essere scavato con la pala con difficoltà
<b>a 4</b>	< 4	Sciolto	Può essere scavato con la pala

- per i terreni coesivi da estremamente consistenti a privi di consistenza il grado di consistenza può essere descritto sia mediante prove manuali, sia dal valore di resistenza misurato con il penetrometro tascabile e/o dal numero di colpi della prova Spt, secondo la seguente tabella. Il valore di 250 kPa o N<sub>spt</sub> pari a 15 colpi delimita il campo di esistenza dei terreni da molto ad estremamente consistente da quelli da privi di consistenza a consistenti.

#### STATO DI CONSISTENZA

Suffisso	Resistenza penetrometro tascabile	N(Spt)	Descrizione Prove manuali
<b>s 1</b>	> 500 kPa	> 30	TERRENO COESIVO ESTREMAMENTE CONSISTENTE Può essere scalfito con difficoltà con l'unghia del pollice
<b>s 2</b>	250 - 500 kPa	15 - 30	TERRENO COESIVO MOLTO CONSISTENTE Può essere scalfito con l'unghia del pollice. Non può essere modellato con le dita
<b>s 3</b>	100 - 250 kPa	8 - 15	TERRENO COESIVO CONSISTENTE Non può essere modellato con le dita
<b>s 4</b>	50 - 100 kPa	4 - 8	TERRENO COESIVO MODERATAMENTE CONSISTENTE Può essere modellato solo con forte pressione delle dita
<b>s 5</b>	25 - 50 kPa	2 - 4	TERRENO COESIVO POCO CONSISTENTE Può essere facilmente modellato con le dita
<b>s 6</b>	< 25 kPa	< 2	TERRENO COESIVO PRIVO DI CONSISTENZA Cede acqua se compresso con le dita

Inoltre per i terreni granulari o coesivi le ulteriori caratteristiche tessiturali e delle eventuali discontinuità dell'ammasso possono essere descritte mediante le seguenti tabelle:

#### TESSITURA

Suffisso	Descrizione
<b>t 1</b>	presenza di frammenti di dimensioni maggiori
<b>t 2</b>	presenza di frazione sabbiosa
<b>t 3</b>	presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno
<b>t 4</b>	presenza di materiale torboso

*DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

<b>Suffisso</b>	<b>Descrizione</b>
<b>f 1</b>	fissilità primaria
<b>f 2</b>	fessurazione secondaria
<b>f 3</b>	superfici di taglio preesistenti





## SCHEDA PER IL RILIEVO GEOMECCANICO



**SCHEDA 1**

<i>Scheda di rilievo geomeccanico</i>			stazione n°		
<b>Località</b>			<b>formazione</b>		<b>Data</b>
<b>Coordinate Gauss Boaga</b>			<b>tipo di roccia</b>		
coord nord					
coord est					
<b>Resistenza della roccia integra (1)</b>	resistenza a compr.	indice di resistenza			
definizione	monoassiale (MPa)	point - load (MPa)			
molto alta	>200	>8			
alta	100 - 200	4 - 8			
media	50 - 100	2 - 4			
moderata	25 - 50	1 - 2			
bassa	10 - 25	<1			
molto bassa	5 - 10				
estremamente bassa	< 5				
<b>Valori di immersione/inclinazione</b> (riferite al Nord magnetico) (2)					
	immersione(0/360)	da ..... a .....	inclinazione		
famiglia 1					
famiglia 2					
famiglia 3					
famiglia 4					
famiglia 5					
famiglia 6					
-----					
<b>Spaziatura delle discontinuità (3)</b>		famiglia 1	famiglia 2	famiglia 3	famiglia 4
molto ampia	>3 m				
ampia	1 - 3 m				
media	30 - 100 cm				
fitta	5 - 30 cm				
molto fitta	< 5 cm				
<b>Spaziatura media dell'ammasso</b>					
<b>RQD</b> relativo calcolato con la relazione di Hudson e Priest.					
		<b>Condizioni delle discontinuità</b>			
<b>Persistenza (continuità)</b>		famiglia 1	famiglia 2	famiglia 3	famiglia 4
molto alta	>20 m				
alta	10 - 20 m				
media	3 - 10 m				
bassa	1 - 3 m				
molto bassa	< 1 m				
<b>Separazione (apertura)</b>		famiglia 1	famiglia 2	famiglia 3	famiglia 4
disc. chiuse	0				
parzialmente aperte	<1 mm				
aperte	1 - 5 mm				
molto aperte	>5 mm				
<b>Scabrezza (4)</b>					
sup. molto rugose	indicare se				
rugose	piane				
leggermente rugose	ondulate				
liscie	o a gradini				
striate (slickensided)					
<b>Riempimento (5)</b>					
tipo					
spessore					
attritivo / coesivo					
porosità					
<b>Pareti delle discontinuità</b>					
inalterate					
lievemente alterate					
molto alterate					
completamente alterate					
<b>Acqua nelle discontinuità</b>					
flusso continuo					
stillicidio					
presenza di umidità					
asciutte					
gg trascorsi da ultima pioggia					
<b>Note generali e dati aggiuntivi</b>					



SCHEDA 2

**Rilievo della resistenza a compressione uniass. mediante misure sclerometriche**  
(sclerometro o martello di Schmidt mod. L)

<b>località</b> coord nord coord est	<b>stazione di rilievo geomeccanico n°</b> formazione tipo roccia	<b>Data</b>
--	---	-------------

<b>Prova sclerometrica n°</b> per le ..... almeno 10 prove per le ..... almeno 20 prove			
prova N°	valore di rimbalzo	Inclinazione martello	valore corretto
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
		valore medio	
		resistenza a compr	
		corrispondente	

prelevati n°  
campioni da sottoporre a Point load strenght test

note



## NOTE ALLA SCHEDA DI RILIEVO GEOMECCANICO

- (1) Formazione e tipo di roccia – Nel caso di formazioni costituite da più litotipi nel campo formazione si potranno riportare nome e sigla formazionale come indicate nella Sezione A del presente volume) mentre nel campo tipo di roccia verrà riportato il litotipo su cui viene effettuata la prova.
- (2) Resistenza della roccia integra e delle pareti delle discontinuità – La resistenza della roccia può essere misurata in vari modi: mediante *Prova Speditiva* con stima in funzione dell'entità della scalfittura provocata da una punta d'acciaio (vedi Volume 1, par. A.1.2.1); con *Sclerometro di Schmidt mod. L* secondo la metodologia indicata precedentemente nella presente Sezione D; oppure mediante prova *Point Load Strenght* (vedi Volume 1, par. A.1.2.1).
- (3) Valori di immersione/inclinazione - Si ritiene più sintetico indicare con solo 2 valori numerici la disposizione nello spazio delle famiglie, indicando l'angolo (variabile da 0 a 360°) tra la direzione del Nord magnetico a la direzione di Immersione della discontinuità, accompagnato dall'angolo (inclinazione) tra l'orizzontale e la direzione di Immersione.
- (4) Spaziatura delle discontinuità – In base ai valori di spaziatura è possibile calcolare il valore dell' R.Q.D. mediante la relazione di Priest-Hudson (1976) di cui si è scritto in precedenza nella presente Sezione D.
- (5) Scabrezza – Alla descrizione rugosa/liscia è opportuno aggiungere se la superficie nel suo insieme si presenta piana, ondulata o a gradini. Una categoria a parte (striate) è stata lasciata per le discontinuità che presentano indizi di movimento.
- (6) Riempimento – Per il tipo di riempimento potranno essere usate le seguenti dizioni:
  - Calcite di origine primaria (CC)
  - Calcite di deposizione (CC+)
  - Quarzo (QZ)
  - Breccie/sabbie di frizione (BS)
  - Limo di frizione (LI)
  - Breccie/sabbie di deposizione (BS+)
  - Limo/argille di deposizione (LI+)
  - altro .....

Nel campo attritivo / coesivo dovrà essere indicata una stima del comportamento meccanico in toto del riempimento. Nel campo porosità dovrà essere indicata una stima della porosità del materiale di riempimento (bassa – media – alta).





*LEGENDA SCHEMATICA PER LA DEFINIZIONE DI  
UNITA' LITOLOGICO - TECNICHE  
NEL "SUBSTRATO" E NELLA "COPERTURA"*

PARTE I

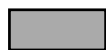
SUBSTRATO



*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: A*

MATERIALE, LAPIDEO COSTITUITO DA UNICO  
LITOTIPO NON STRATIFICATO  
(colore grigio- 49)

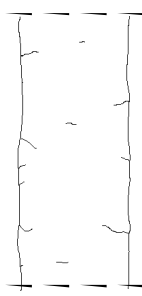
L'U.L.T. comprende le rocce lapidee massicce.



**A** - Rocce non stratificate o con bancate di spessore superiore a 3 mt.

Es: Calcare Massiccio, Basalto, Granito, ecc..

*STRUTTURA DELL'AMMASSO*



*RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE DELLA ROCCIA INTATTA*

La resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta può essere stimata in campagna secondo la seguente tabella:

Suffisso	resistenza a compressione uniassiale	Resistenza al carico puntuale	Descrizione Prove manuali	Peso RMR
<b>r 1 - 4</b>	25 - 200 MPa	1 - 8 MPa	ROCCIA DA ESTREMAMENTE RESISTENTE A MEDIAMENTE RESISTENTE la roccia può essere rotta con uno o più colpi di martello	4 - 15
<b>r 5 - 6</b>	3 - 25 MPa	<1 MPa	ROCCIA DA DEBOLE A MOLTO DEBOLE un colpo deciso con la punta del martello lascia un impronta profonda <i>oppure</i> la roccia si frantuma con un unico deciso colpo dato con la punta del martello; la roccia può essere scalfita con il coltello <i>oppure</i> può essere scalfita con difficoltà	2 - 4

*DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

Il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, è espresso dalla **spaziatura media (Xm,) delle discontinuità** misurata con la media intercetta secondo la procedura indicata in premessa e riferita alla seguente tabella:

Suffisso	Spaziatura	RQD	Descrizione	Peso RMR
<b>d 1 - 3</b>	> 30 cm	> 90	spaziatura da molto ampia a moderata	20 - 30
<b>d 4 - 5</b>	< 30 cm	< 90	spaziatura da fitta a molto fitta	5 - 10

CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

Suffisso	Spaziatura	Peso RMR
<b>c 1 - 3</b>	discontinuità molto rugose, non continue, chiuse, con pareti non degradate; <i>oppure</i> discontinuità leggermente rugose, apertura < 1 mm, da lievemente ad intensamente degradate	12 - 25
<b>c 4 - 5</b>	discontinuità striate <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore < 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura di 1- 5 mm <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore > 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura > 5 mm	0 - 6

ESEMPIO

**A.r1-4.d1-3.c1-3** = roccia lapidea costituita da un unico litotipo non stratificato, moderatamente resistente, discontinuità con spaziatura molto ampia, leggermente rugose, apertura < 1 mm, lievemente degradate.

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: **B**

MATERIALE LAPIDEO STRATIFICATO O COSTITUITO  
DA ALTERNANZE DI DIVERSI LITOTIPI  
(colore celeste - 57)

L'U.L.T. comprende sia le rocce stratificate (**B<sub>1</sub>**, **B<sub>2</sub>**), che quelle costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza) (**B<sub>3</sub>**, **B<sub>4</sub>**, **B<sub>5</sub>**), nonché quelle costituite da alternanze disordinate (caotiche) (**B<sub>c</sub>**)

Le rocce pelitiche ricadono nella U.L.T. **B<sub>5</sub>**



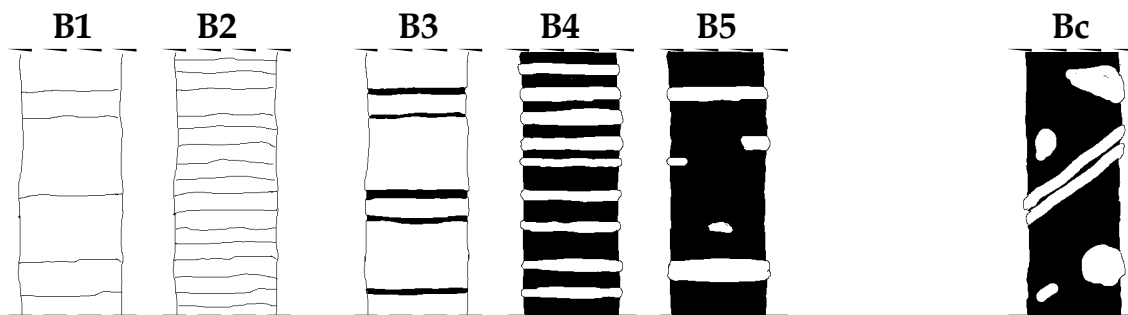
**B** - Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi.

Es: arenarie- pelite, calcare - pelite, marne argillose, argilliti, siltiti ecc.

STRUTTURA DELL'AMMASSO


STRUTTURALMENTE ORDINATI

STRUTTURALMENTE DISORDINATI



Nota: **B<sub>1</sub>** può essere paragonato ad **A**

Distinzione in base ai rapporti %  
 $\square > 75\%$      $25\% < \square < 75\%$      $75\% > \blacksquare$

 (Es. Calcari, Calcari marnosi, Marne, Calcareniti, Arenarie, Radiolariti, ecc)

 Siltiti o argilliti

 Giunto di stratificazione

Nota: grossi olistoliti possono rientrare in **A** e **B**

*RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE DELLA ROCCIA INTATTA*

La resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta (o dei due tipi di roccia, utilizzando un doppio suffisso) può essere stimata in campagna secondo la seguente tabella:

Suffisso	resistenza a compressione uniassiale	Resistenza al carico puntuale	Descrizione Prove manuali	Peso RMR
<b>r 1 - 4</b>	25 - 200 MPa	1 - 8 MPa	ROCCIA DA ESTREMAMENTE RESISTENTE A MEDIAMENTE RESISTENTE la roccia può essere rotta con uno o più colpi di martello	4 - 15
<b>r 5 - 6</b>	3 - 25 MPa	<1 MPa	ROCCIA DA DEBOLE A MOLTO DEBOLE un colpo deciso con la punta del martello lascia un impronta profonda <i>oppure</i> la roccia si frantuma con un unico deciso colpo dato con la punta del martello; la roccia può essere scalfita con il coltello <i>oppure</i> può essere scalfita con difficoltà	2 - 4

*DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

Il grado di fratturazione, o più in generale nel caso di rocce stratificate il grado di discontinuità dell'ammasso roccioso, è espresso dalla **spaziatura media (X<sub>m</sub>) delle discontinuità** misurata con la media intercetta secondo la procedura indicata in premessa e riferita alla seguente tabella:

Suffisso	Spaziatura	RQD	Descrizione	Peso RMR
<b>d 1 - 3</b>	> 30 cm	> 90	spaziatura da molto ampia a moderata	20 - 30
<b>d 4 - 5</b>	< 30 cm	< 90	spaziatura da fitta a molto fitta	5 - 10

*CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'*

Suffisso	Spaziatura	Peso RMR
<b>c 1 - 3</b>	discontinuità molto rugose, non continue, chiuse, con pareti non degradate; <i>oppure</i> discontinuità leggermente rugose, apertura < 1 mm, da lievemente ad intensamente degradate	12 - 25
<b>c 4 - 5</b>	discontinuità striate <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore < 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura di 1- 5 mm <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore > 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura > 5 mm	0 - 6

ESEMPIO:

**B4.r1/4p5/6.d1/3.c1/3** - alternanza regolare roccia lapidea - pelite con rapporto 25% < r/p < 75%, i livelli lapidei sono moderatamente resistenti mentre quelli pelitici sono molto deboli; discontinuità con spaziatura molto ampia, leggermente rugose, apertura < 1 mm, lievemente degradate.

**Bc.r1/4p5/6.d1/3.c4/5** - complesso caotico con blocchi immersi in una matrice pelitica, i blocchi sono mediamente resistenti mentre la matrice pelitica è debole; sono presenti discontinuità con spaziatura ampia, striate e con riempimento di spessore < 5 mm.

*LEGENDA SCHEMATICA PER LA DEFINIZIONE DI  
UNITA' LITOLOGICO - TECNICHE  
NEL "SUBSTRATO" E NELLA "COPERTURA"*

PARTE II

MATERIALI A  
COMPORTAMENTO INTERMEDIO<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Per tutti i materiali a comportamento intermedio devono essere sempre indicati gli spessori.





UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: C

MATERIALI GRANULARI CEMENTATI

(colore arancio - 18)

In questa U.L.T. sono comprese rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio basso, che presentano caratteristiche intermedie fra quelle delle rocce e quelle dei terreni in s.s..

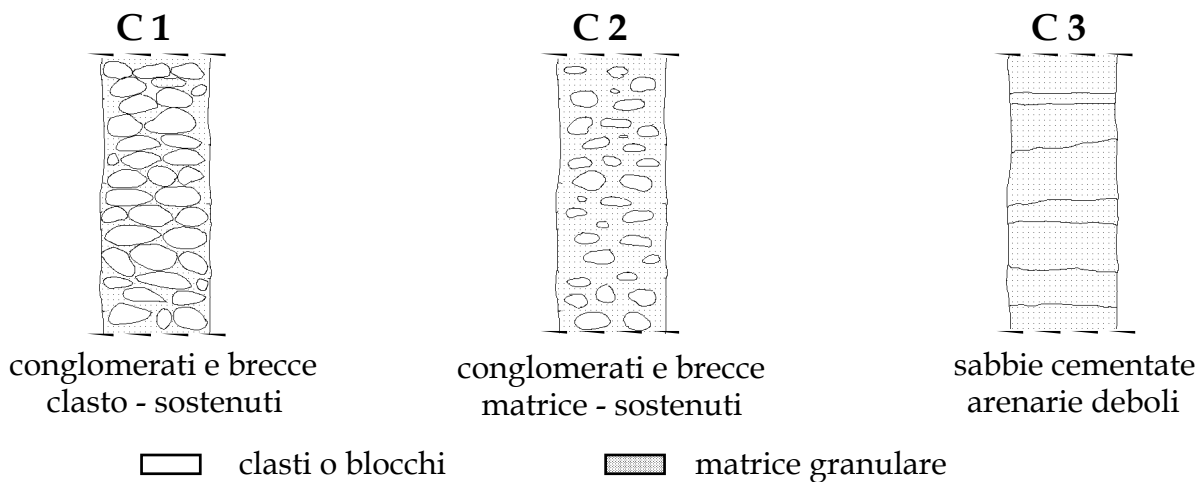
Possono rientrare in questa U.L.T. anche le rocce lapidee intensamente degradate ed alterate (es. blocchi di arenaria "Macigno" in matrice sabbiosa residuale poco cementata).

Le breccie ed i conglomerati ad elevato grado di cementazione possono essere considerati rocce lapidee e pertanto ricadono nell'U.L.T. A. Le arenarie molto cementate ricadono nell'U.L.T. A o B. Le sabbie ed il detrito grossolano non cementato ricadono, fra i materiali di copertura, nell'U.L.T. E. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.



C - Breccie conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione

STRUTTURA DELL'AMMASSO



*RESISTENZA A COMPRESSIONE UNIASSIALE / GRADO DI CEMENTAZIONE DELL'AMMASSO*

Suffisso	resistenza a compressione della roccia	Descrizione Prove manuali	Peso RMR
<b>U.L.T. A e B r 5-6</b>	3 - 25 MPa	ROCCIA DA DEBOLE A MOLTO DEBOLE TERRENO DA MOLTO A MEDIAMENTE CEMENTATO un colpo deciso con la punta del martello lascia un impronta profonda oppure frantuma la roccia; la roccia può essere scalfita con il coltello; i clasti si isolano solo con il martello	1 - 2
<b>r 7</b>	1 - 3 MPa	ROCCIA ESTREMAMENTE DEBOLE TERRENO LIEVEMENTE CEMENTATO la roccia si spezza in blocchi con il piccone i clasti si isolano a mano	0

*DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

L'eventuale grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, è espresso dalla **spaziatura media** ( $X_m$ ) **delle discontinuità** misurata con la media intercetta secondo la procedura indicata in premessa e riferita alla seguente tabella:

Suffisso	Spaziatura	RQD	Descrizione	Peso RMR
<b>d 1 - 3</b>	> 30 cm	> 90	spaziatura da molto ampia a moderata	20 - 30
<b>d 4 - 5</b>	< 30 cm	< 90	spaziatura da fitta a molto fitta	5 - 10

*CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'*

Suffisso	Spaziatura	Peso RMR
<b>c 1 - 3</b>	discontinuità molto rugose, non continue, chiuse, con pareti non degradate; <i>oppure</i> discontinuità leggermente rugose, apertura < 1 mm, da lievemente ad intensamente degradate	12 - 25
<b>c 4 - 5</b>	discontinuità striate <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore < 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura di 1 - 5 mm <i>oppure</i> discontinuità con riempimento di spessore > 5 mm <i>oppure</i> discontinuità continue con apertura > 5 mm	0 - 6

ESEMPI:

**C1.r5/6** = breccia clasto sostenuta, mediamente cementata, fratturazione limitata o non rilevabile.

**C3.r7.d1/3.c4/5** = sabbie lievemente cementate, fratturazione con spaziatura ampia e con riempimento di spessore < 5 mm.

*UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: D*

**MATERIALI COESIVI CONSISTENTI**

(colore verde - 36)

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi con consistenza elevata. La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro tascabile. Nel caso siano disponibili dati di prove in situ la consistenza può essere stimata facendo riferimento a relazioni tra questa e le grandezze relative alle prove.

Le argilliti e le siltiti ricadono nella U.L.T. **B**. Le argille e i limi poco consistenti ricadono nell'Unita **F**. Il limite tra U.L.T. **D** e U.L.T. **F** può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa. (Nspt = 15)

*GRANULOMETRIA DOMINANTE*

 **D 1** - Limi

 **D 2**- Argille

*CONSISTENZA*

<b>Suffisso</b>	<b>Resistenza penetrometro tascabile</b>	<b>N(Spt)</b>	<b>Descrizione Prove manuali</b>
<b>s 1</b>	> 500 kPa	> 30	TERRENO COESIVO ESTREMAMENTE CONSISTENTE Può essere scalfita con difficoltà con l'unghia del pollice
<b>s 2</b>	250 - 500 kPa	15 - 30	TERRENO COESIVO MOLTO CONSISTENTE Può essere scalfita con l'unghia del pollice. Non può essere modellata con le dita

*DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO*

<b>Suffisso</b>	<b>Descrizione</b>
<b>f 1</b>	fissilità primaria
<b>f 2</b>	fessurazione secondaria
<b>f 3</b>	superfici di taglio preesistenti

ESEMPIO:

**D1.s2.f2** = Limi molto consistenti fessurati.



*LEGENDA SCHEMATICA PER LA DEFINIZIONE DI  
UNITA' LITOLOGICO - TECNICHE  
NEL "SUBSTRATO" E NELLA "COPERTURA"*

PARTE III

COPERTURA<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Per tutti i materiali della copertura devono essere sempre indicati gli spessori, indicando l'attendibilità del dato (D = misura diretta da sondaggio Ds, da scavo artificiale Dsv; IN = stima indiretta)

UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: E

MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI

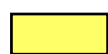
(colore giallo - 24)

In questa U.L.T. sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituite da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione.

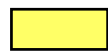
Per le diverse granulometrie può essere valutato lo stato di addensamento mediante prove manuali. Nel caso siano reperibili prove in situ lo stato di addensamento può essere valutato facendo riferimento al numero di colpi della prova Spt, od a relazioni tra N(Spt) ed altre grandezze relative ad altre prove.

Le sabbie, le breccie ed i conglomerati con grado di cementazione medio basso ricadono nell'U.L.T. C. Il limite fra l'U.L.T. C e l'U.L.T. E può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

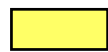
GRANULOMETRIA DOMINANTE



**E 1** - Ciottoli, blocchi e detrito grossolano  
(elementi lapidei di dimensioni mediamente > 60 mm.)



**E 2** - Ghiaie e detrito  
(elementi lapidei compresi mediamente tra 2 - 60 mm.)



**E 3** - Sabbie  
(granuli di dimensioni comprese tra 2 mm. e 0,06 mm.)

STATO DI ADDENSAMENTO

Suffisso	N(Spt)	Descrizione	Prove manuali
a 1 - 2	10 - 50	Da addensato a moderatamente addensato	Non è sufficiente la pala per scavarlo <i>oppure</i> può essere scavato con la pala con difficoltà
a 3 - 4	< 10	Da poco addensato a sciolto	Può essere scavato con la pala con difficoltà <i>oppure</i> può essere scavato con la pala

TESSITURA

Suffisso	Descrizione
t 1	presenza di frammenti di dimensioni maggiori
t 2	presenza di frazione sabbiosa
t 3	presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno

DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO

Suffisso	Descrizione
f 1	fissilità primaria
f 2	fessurazione secondaria
f 3	superfici di taglio preesistenti

ESEMPI:

**E2.a1/2.t3** = ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva.

**E3.a3/4** = sabbie sciolte.



UNITA' LITOLOGICO-TECNICA: **F**

MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

(colore beige - 39)

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro tascabile. Nel caso siano disponibili dati di prove in situ la consistenza può essere stimata facendo riferimento a relazioni tra le grandezze relative alle prove e la resistenza alla penetrazione con penetrometro tascabile.

I terreni a consistenza elevata sono classificati nell'U.L.T. **D**. Il limite tra U.L.T. **D** e U.L.T. **F** può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

GRANULOMETRIA DOMINANTE

 **F 1** - Limi

 **F 2** - Argille

STATO DI CONSISTENZA

Suffisso	Resistenza penetrometro tascabile	N(Spt)	Descrizione
			Prove manuali
s 3 - 4	50 - 250 kPa	4 - 15	TERRENO COESIVO DA CONSISTENTE A MODERATAMENTE CONSISTENTE Non può essere modellato con le dita <i>oppure</i> può essere modellata solo con forte pressione delle dita
s 5 - 6	< 50 kPa	< 4	TERRENO COESIVO DA POCO CONSISTENTE A PRIVO DI CONSISTENZA Può essere facilmente modellato con le dita <i>oppure</i> cede acqua se compresso con le dita

TESSITURA

Suffisso	Descrizione
t 1	presenza di frammenti lapidei di dimensioni maggiori
t 2	presenza di frazione sabbiosa
t 4	presenza di materiale torboso

DISCONTINUITA' DELL'AMMASSO

Suffisso	Descrizione
f 1	fissilità primaria
f 2	fessurazione secondaria
f 3	superfici di taglio preesistenti

ESEMPIO:

**F2.s3/4.t2** = Argille moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa.

Tipologia di indagini  
per la caratterizzazione delle U.L.T.

## La tipologia delle indagini per la caratterizzazione delle U.L.T.

Nella Carta Litologico-tecnica devono essere marcati i siti dove viene classificata l'unità litologico- tecnica sia essa substrato o copertura, indicando la tipologia del dato secondo la simbologia seguente:

S	stazioni di rilievo geomeccanico;
Psc	prove sclerometriche;
Pcpt	prova penetrometrica statica;
Pdp	prova penetrometrica dinamica pesante;
Pdl	prova penetrometrica dinamica leggera;
Ppk/v	prova pocket penetrometere/vane test
Sm	saggio manuale;
Se	saggio con escavatore;
Sl	saggio m/e con prova di lab. per la determinazione dei parametri indice;
Sg	sondaggio geognostico
Sgc	sondaggio geognostico con prelievo di campioni e prove di laboratorio;
dh	prova down hole
ch	prova cross hole
PSp	prospezione sismica a rifrazione con onde P;
PSsh	prospezione sismica a rifrazione con onde SH;
PSpsh	prospezione sismica a rifrazione con onde P e onde SH;
PSr	prospezione sismica a riflessione;
SW/FK	prova SASW e/o prova multicanale con onde di superficie.

Sia nella carta geologica che in quella litologico- tecnica saranno ubicate tutte le indagini effettuate nel Comune sia nell'ambito del Programma VEL che al di fuori del Programma VEL e fornite dagli Uffici Tecnici Comunali nonché dai liberi professionisti locali. Queste indagini saranno nominate in maniera da essere identificate inequivocabilmente.

Il nome identificativo dell'indagine sarà costituito da un campo alfa- numerico:

- ✓ la prima parte è la sigla dell'indagine (in conformità a quanto è riportato sopra) con una numerazione progressiva tra tutte le indagini, univoca per ogni Comune;
- ✓ la seconda parte definirà la provenienza del dato e sarà:
  - "VEL" per le indagini effettuate nell'ambito del Programma Vel, con la sigla con cui l'indagine è identificata nel Programma Preliminare consegnato al Comune;
  - "pv" per i dati forniti dai liberi professionisti, con l'identificazione originaria dell'indagine;
  - "pb" per i dati forniti da Enti pubblici, con la sigla originaria dell'indagine;
  - "730" per le indagini relative alla L.R. 730/86.

### ESEMPI

**Sg22\_VELS3** = Sg: Sondaggio geognostico -22: ventiduesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune -VEL: indagine realizzata nell'ambito del Programma VEL -S3: indagine indicata come S3 nel Programma Preliminare predisposto dalla Regione Toscana e inviato al Comune.

**PSp49\_pvL1** = PSp: Prospezione di sismica a rifrazione con onde P -49: quarantanovesimo dato a disposizione tra tutte le indagini effettuate nel Comune – pv: indagine realizzata da privato – L1: indagine indicata originariamente dal privato come L1.

Eventuali altre tipologie non previste (prova del cono sismico, prova scissometrica, etc.) e/o altre simbologie possono essere concordate con la Regione Toscana. Per maggiori dettagli relativi all'esecuzione dei rilievi geomeccanici e alle prove sclerometriche si rimanda a quanto specificato in precedenza nella presente Sezione D.

Per i sondaggi geognostici e pozzi dovrà essere indicato in carta la profondità della copertura e la profondità della falda rilevata al momento della perforazione (per distinguere le misure utilizzare il colore nero per la profondità della copertura ed il blu per la falda). Alla cartografia dovranno anche essere allegate le schede relative alle misure sclerometriche effettuate e le stratigrafie delle indagini geognostiche utilizzate per la caratterizzazione delle U.L.T. e derivanti da precedenti campagne/indagini dalle quali risulterà la data di perforazione e l'eventuale misura del livello della falda.

Lo spessore della copertura dovrà essere indicato anche per le indagini penetrometriche.

Ove con la perforazione o con la prova penetrometrica non venga raggiunto il substrato indicare comunque che la profondità della copertura è maggiore rispetto a quella di indagine.

*Aree di versante:* per le unità di copertura deve essere indicato lo spessore massimo supposto e/o valutato sulla base dei dati geologici di superficie e/o sulle prove di cui sopra.

*Aree di pianura:* deve essere indicato lo spessore delle coperture mediante isopache.

Le isopache verranno costruite mediante opportune tecniche di triangolazione e/o di interpolazione lineare, sulla base dei sondaggi geognostici e di tutti gli altri dati a disposizione sul territorio. Le isopache saranno rappresentate con isolinee equidistanti 2,5 m (linee di colore nero a tratto continuo per le porzioni note e con tratto discontinuo per quelle supposte; le isolinee principali di 5-10-15...m saranno indicate con tratto di spessore 0,5 mm.; le isolinee secondarie di 2,5, 7,5 e 12,5... m saranno indicate con tratto di 0,25 mm).

Le isopache rappresentate in carta saranno tanto più rispondenti alla reale situazione geologico-stratigrafica quanto maggiori e più omogeneamente distribuiti saranno i dati a disposizione per effettuare l'interpolazione. Qualora tali dati risultassero insufficienti al fine di ricostruire le isopache sarà opportuno contattare la Regione Toscana- U.O.C. Rischio Sismico per concordare le modalità operative.

Si ricorda che ai fini della Valutazione degli Effetti Locali per copertura si intendono i materiali con velocità delle onde S minore di 800 m/sec.

Per l'attribuzione delle velocità delle onde S verranno fornite apposite tabelle di correlazione  $V_p$  -  $V_s$  che saranno basate sulle prove di sismica a rifrazione con onde P e SH svolte o in corso di svolgimento in alcuni centri urbani campione.