

# Proposal of Guidelines for field description and classification of porous sediments from water well drilling - in situ fast procedure - ver 1.0

## *Proposta di linea guida per la descrizione e classificazione in campo dei sedimenti porosi derivanti dalla perforazione dei pozzi per acqua - procedura speditiva in situ – ver. 1.0*

Giovanni Pietro Beretta, Mariangelo Baio

**Riassunto:** Nella perforazione di pozzi per acqua, a rotazione con circolazione diretta o inversa o a percussione è necessario produrre una corretta descrizione delle classi granulometriche individuate nel sottosuolo sia dei sedimenti grossolani sia dei sedimenti fini. Viene proposta una linea guida che può essere applicata per descrivere la stratigrafia del pozzo, raggiungendo un ragionevole compromesso tra semplicità d'uso in campo e correttezza di impostazione scientifica. L'applicazione della linea guida consente un incremento dello standard qualitativo nella descrizione delle stratigrafie e quindi un miglioramento ed una maggiore attendibilità nell'interpretazione geologica del sottosuolo, soprattutto dal punto di vista sedimentologico e idrogeologico.

**Abstract:** *In water well drilling, with both cable tool and direct or reverse circulation, it is necessary to produce a correct description of the grain size distribution in the subsoil of porous sediments. Guidelines are proposed which can be applied to describe the stratigraphy of the borehole, reaching a reasonable compromise between ease of use on site and a correct scientific approach. Adoption of the Guidelines allows an increase in the qualitative standard of the stratigraphic description and thus an improvement and greater reliability in the geological interpretation of the subsoil, above all from the sedimentological and hydrogeological points of view.*

**Keywords:** *drilling, groundwater wells, grain size distribution, well stratigraphy, quick procedure.*

**Parole chiave:** perforazione, pozzi per acqua, distribuzione classi granulometriche, stratigrafia del pozzo, procedura speditiva.

Giovanni Pietro BERETTA 

Università degli studi di Milano  
Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" - Milano, Italia  
giovanni.beretta@unimi.it

Mariangelo BAIO

mariangeolo.baio@hotmail.com

Ricevuto/Received: 5 June 2020-Accettato/Accepted: 19 June 2020  
Pubblicato online/Published online: 30 June 2020

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

© Associazione Acque Sotterranee 2020

### Introduzione

Lo studio è nato dall'esigenza di standardizzare e uniformare le descrizioni dei sedimenti estratti durante la perforazione di un pozzo per acqua in corpi geologici a porosità interstiziale (depositi alluvionali, glaciali, lacustri, eolici, etc.), in modo da rendere più chiara e corretta la ricostruzione della geologia del sottosuolo mediante la correlazione dei dati stratigrafici rilevati.

Allo stato attuale uno stesso litotipo estratto da pozzi diversi viene spesso descritto in modo differente da parte degli operatori, rendendo difficoltosa l'interpretazione della distribuzione delle diverse unità nel sottosuolo con caratteristiche di acquiferi, acquitardi ed acquicludi. Si registra molto spesso una difficoltà nella conseguente ricostruzione delle caratteristiche idrogeologiche e delle modalità di flusso idrico sotterraneo, con risvolti negativi sia sul corretto sfruttamento della risorsa acqua che, come noto, sta assumendo una importanza strategica e sia sulle possibilità di prevenzione e tutela dall'inquinamento causato da fonti urbane, industriali e agricolo zootecniche.

Si è quindi cercato di produrre una linea guida per queste descrizioni, che dia il minor spazio ad interpretazioni soggettive da parte dell'operatore in sede di raccolta del dato nel corso della perforazione, seppure è pur sempre possibile annotare particolari, di significato locale o generale, che si ritengono utili per la migliore caratterizzazione del sottosuolo.

I pozzi per acqua allo stato dell'arte sono perforati a distruzione di nucleo e quindi si dispone generalmente dei detriti portati in superficie, sia che si operi a percussione sia a rotazione (con circolazione diretta o inversa); raramente e per scopi scientifici si effettua un carotaggio continuo per lo studio di particolari orizzonti stratigrafici, con successive misure in laboratorio su campioni di terreno (granulometrie, prove di permeabilità, etc.).

L'utilizzo di log geofisici in pozzo, laddove fattibili e talora previsti nei capitolati, possono essere d'aiuto alla identificazione delle variazioni litologiche in profondità, in particolare tetto, letto, spessore, etc..

Le descrizioni litologiche mediante procedure di campo, pur nel rigore tecnico-scientifico, devono essere impostate sulla semplicità di applicazione e su un uso contenuto di attrezzature e strumentazioni. Di conseguenza il carattere di linea-guida del presente scritto è impostato su un contenuto sintetico, in modo tale che possa essere agevolmente applicato in campo.

Con lo studio realizzato si ritiene quindi di aver raggiunto un ragionevole compromesso tra la semplicità d'uso e la correttezza di impostazione scientifica.

Ci si augura che, adottando queste procedure, si avrà come conseguenza un incremento dello standard qualitativo della descrizione delle stratigrafie e quindi un miglioramento e una maggiore attendibilità nell'interpretazione geologica del sottosuolo, con particolare riferimento alle condizioni idrogeologiche.

Pertanto l'utilizzo della procedura di seguito illustrata potrebbe anche essere considerata come un criterio di assicurazione di qualità nella perforazione dei pozzi per acqua e quindi pubblicizzato dagli operatori del settore, considerando anche la normativa UNI 11590 (UNI, 2015) relativa alla progettazione delle opere di captazione delle acque sotterranee.

### Obbiettivi e limiti della procedura

La procedura speditiva da utilizzarsi in campo permette di classificare con sufficiente attendibilità un sedimento, sia esso sciolto o cementato, mediante semplici operazioni manuali e sostanzialmente con il solo ausilio di alcuni setacci necessari a separare la componente grossolana da quella fine.

Il risultato del lavoro di campo sarà l'acquisizione di informazioni omogenee e confrontabili su colore, forma, dimensioni dei clasti, identificazione dei litotipi estratti dal sottosuolo durante una perforazione di un pozzo per acqua in una delle seguenti macroclassi (Tab. 1).

Si ritiene che, a fronte di una modesta riorganizzazione delle attrezzature da utilizzare in cantiere peraltro di basso costo, si ottenga un rilevante miglioramento nella descrizione delle stratigrafie dei pozzi per acqua.

La procedura proposta presenta alcuni aspetti particolari che sono di seguito descritti:

- i limiti di applicazione possono indurre in errore

soprattutto quando ci si trova in percentuale limite tra due classi; essendo però un metodo manuale da usare sul terreno senza ausilio di strumenti particolari, tranne le maschere visive che possono essere rappresentate anche su computer portatili o smartphone, si può supporre che difficilmente l'operatore si troverà in condizioni di percentuale limite;

- la descrizione del materiale fine (limo o argilla) viene eseguita dopo la setacciatura in modo da essere sicuri dell'assenza di sabbia;
- nella descrizione dei litotipi viene di seguito utilizzata la seguente classificazione (Tab. 2).

Tab. 2 - Dimensioni dei granuli e denominazione litologica (AGI 1977).

*Tab. 2 - Grain size and corresponding lithology nomenclature (AGI 1977).*

Dimensione (mm) <i>Size (mm)</i>	Denominazione litologia <i>Lithologies</i>
> 60	Blocchi, massi e ciottoli
60 ÷ 2	Ghiaia
2 ÷ 0,06	Sabbia
0,06-0.002	Limo
< 0,002	Argilla

Le principali differenze dalla Scala Italiana (AGI 1977) risiedono nei limiti: tra sabbia e limo viene posto a 0,075 mm (ASTM 1992 e 1993) anziché 0.06 mm (AGI) e il limite superiore delle ghiaie viene posto a 75 mm (ASTM) anziché a 60 mm (AGI). Anche per il limite tra limo e argille si ha una differenza in quanto si ha 0.002 mm (AGI) invece di 0.005 (ASTM).

Nella classificazione ASTM 1992 e 1993 si hanno anche le seguenti sottoclassi (Tab. 3).

Tab. 1 - Macroclassi litologiche.

*Tab. 1 -Lithological classes.*

Ghiaia <i>Gravel</i>	Sabbia <i>Sand</i>	Limo <i>Silt</i>	Argilla <i>Clay</i>	Altro <i>Other</i>	Note <i>Notes</i>
ghiaia	sabbia con ghiaia	limo	argilla e limo (o limo e argilla)	terreno di riporto	
ghiaia e sabbia	sabbia con limo	limo e sabbia (o sabbia e limo)	argilla	terreno agricolo	
ghiaia con sabbia	sabbia con argilla	limo e ghiaia (o ghiaia e limo)	argilla e sabbia	terreno organico (torba e lignite)	
ghiaia con limo	sabbia e ghiaia con argilla	limo con sabbia	argilla e ghiaia	ciottoli	
ghiaia con argilla		limo con ghiaia	argilla con sabbia	massi	
		limo e ghiaia e sabbia	argilla con ghiaia	conglomerato	
			argilla e ghiaia e sabbia	arenaria	
			argilla con ghiaia e sabbia	fossili	
				presenza di laterizi	

Tab. 3 - Dimensione dei granuli e denominazione litologica (ASTM, 1992 e 1993).

Tab. 3 - Grain size and corresponding lithological classe (ASTM, 1992 e 1993).

Dimensione (mm) Size (mm)	Denominazione litologia Lithologies
> 300	Massi (Boulders)
300 ÷ 75	Ciottoli (Cobbles)
75 ÷ 19	Ghiaia grossa (Coarse gravel)
19 ÷ 4,75	Ghiaia fine (Fine gravel)
4,75 ÷ 2	Sabbia grossa (Coarse sand)
2 ÷ 0,425	Sabbia media (Medium sand)
0,425 ÷ 0,075	Sabbia fine (Fine sand)
0,075 ÷ 0.005	Limo (Silt)
< 0.005	Argilla (Clay)

## Procedura operativa

### Attrezzatura necessaria

Per applicare la procedura di classificazione e descrizione dei litotipi in cantiere, l'attrezzatura di base necessaria è rappresentata da:

- setaccio N. 200 (74 micron) ed in qualche caso anche eventuali altri setacci,
- archetto metallico,
- contenitore dove raccogliere il passante al setaccio (può essere costituito da un comune secchio da cantiere preventivamente pulito),
- riserva d'acqua per facilitare l'operazione di setacciatura,
- righello o un nastro metrato, un calibro o altro strumento di misura di lunghezze,
- lente di ingrandimento,
- Munsell® soil colors charts (Soiltest Inc., 1975),
- acido cloridrico al 5%,
- macchina fotografica,
- strumentazione GPS.

I dati progressivamente raccolti in campo devono essere celermente riportati su un supporto cartaceo e/o su computer o tablet.

### Attività in campo

Per l'applicazione del metodo proposto nel corso della perforazione si prende una quantità apprezzabile di materiale, si depona nel setaccio che in questa prima fase fungerà da contenitore per le analisi preliminari.

Prima dell'analisi preliminare delle caratteristiche del sedimento è necessario però verificare che il sedimento in questione non sia antropico o rimaneggiato, rendendo inattendibili le osservazioni, oppure sia un suolo, così classificato dal punto di vista pedologico.

In questi due casi:

1. Se sono presenti materiali edili di scarto (mattoni, legni, frammenti metallici, macerie in genere, etc.) → terreno di riporto
2. Nel caso la perforazione abbia luogo in un fondo agricolo o in un'area a verde e il suolo rimaneggiato non abbia le

caratteristiche di un terreno di riporto, ma si tratti di un suolo dal punto di vista pedologico → terreno agricolo

In questi due casi la descrizione del sedimento è ultimata, in quanto non può dare informazioni di carattere significativo per gli scopi di descrizione delle caratteristiche idrogeologiche. In caso contrario si procede con l'analisi preliminare.

### Analisi preliminare

#### Fase 1 - Presenza di blocchi, ciottoli e massi

Estrarre dal campione tutti i clasti superiori a 75 mm eventualmente presenti; valutare la loro esistenza. Questo dato indica la presenza di blocchi, ciottoli e massi.

Possibili opzioni in "note":

- Sì / presenti
- No / non presenti

Nel caso dopo l'asportazione dei clasti superiori a 75 mm il campione risulti notevolmente diminuito in volume, reintegrarlo con nuovo materiale dello stesso orizzonte perforato.

#### Fase 2 - Presenza di ghiaia e forma e arrotondamento dei clasti

Osservare i clasti superiori a 2 mm considerando i soli clasti integri che non presentano segni di fratturazione e scheggiatura dovuti alla perforazione. Individuare se esiste una forma dominante relativa alla sfericità.

Possibili opzioni:

- Sferica o Isodiametrica
- Tabulare
- Piatta o Allungata

E' ammessa la possibilità di usare due termini per meglio identificare i litotipi.

Osservare la Figura 1 nella quale sono evidenziati anche i valori di arrotondamento.

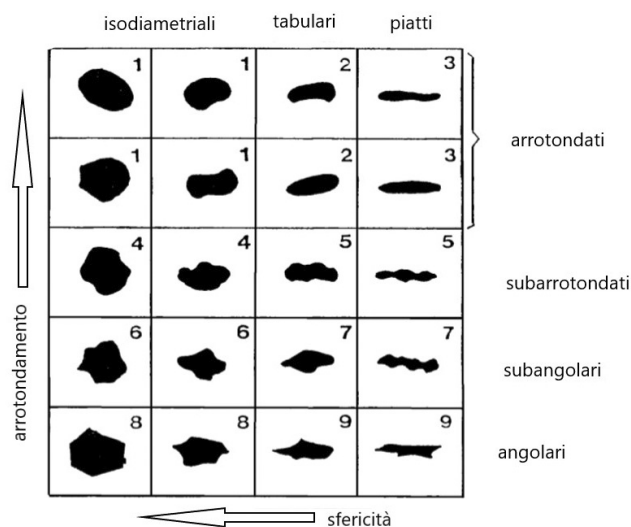


Fig. 1 - Diagramma di riferimento per la descrizione della forma dei clasti (Sanesi 1977).

Fig. 1 - Reference diagram for the description of clast shape and roundness (Sanesi 1977).

### **Fase 3 - Dimensioni ghiaia**

Con riferimento alla ghiaia si indica la dimensione (mm) più rappresentativa servendosi di un righello o altro strumento di misura. Fare una serie di misure (10-20) da cui derivare una mediana.

### **Fase 4 – Analisi del colore**

Il colore viene riferito unicamente al sedimento inferiore ai 2 mm (sabbia, limo e argilla), in quanto il colore delle ghiaie e generalmente irrilevante, se non per la descrizione della natura dei clasti (calcare, granito, basalto, etc.).

Possibili opzioni più comuni del colore (secondo la Munsell® Soil Color Charts) sono le seguenti:

- a. Yellowish red (5YR4/6)
- b. Reddish yellow ( 7.5YR7/6)
- c. Olive gray (5Y5/2)
- d. Dark olive gray (5Y3/2)
- e. Light gray (5Y6/1)
- f. Very dark gray (2.5YR3/0)

Annotare se il colore è uniforme o sono presenti screziature o chiazze e nel caso definire anche il secondo colore. Possibili opzioni in “note”:

- presenza di screziature o chiazze (se presenti indicare colore usando la stessa scala cromatica del sedimento fine).

### **Fase 5 - Presenza di materiale organico e fossili**

Indifferentemente dal tipo di sedimento va indicata la presenza di materiale organico (torba, legni, vegetali indistinti) e fossili.

Possibili opzioni in “note”:

- Torba o Lignite
- Fossili.

### **Fase 6 – Cementazione**

I clasti trattenuti appaiono legati tra loro da un cemento o matrice; i singoli clasti liberi riportano sulla superficie tracce o croste di matrice. Nome sedimento: conglomerato.

Osservare se con la semplice azione meccanica delle mani è possibile sgranarlo o disgregarlo. Possibili opzioni della cementazione in “note”:

- Sì / Debole
- No

Osservare il passante al setaccio se presente. Possibili opzioni in “note”:

- tracce di Limo
- tracce di Argilla

Osservare se con la semplice azione meccanica delle mani è possibile sgranarlo o disgregarlo. Possibili opzioni in “note”:

- Sì / Debole
- No

Osservare il passante al setaccio se presente. Possibili opzioni in “note”:

- tracce di Limo
- tracce di Argilla

### **Fase 7 - Osservazione degli aggregati**

Nel setaccio osservare degli aggregati, croste di materiale inferiore a 2 mm. Nome sedimento: Arenaria (Tufo in particolari situazione geologiche)

Osservare se con la semplice azione meccanica delle mani è possibile sgranarlo o disgregarlo. Valori possibili:

- Sì / Debole
- No

Osservare il passante al setaccio se presente. Possibili opzioni in “note”:

- tracce di Limo
- tracce di Argilla

### **Analisi speditiva di alcuni litotipi**

Facendo uso se necessario di acqua, passare al setaccio il sedimento aiutandosi con la mano, cautelandosi che il materiale che filtra cada in un contenitore.

Un aspetto particolare riguarda la distinzione in campo tra Limo e Argilla. Dopo la setacciatura prendere un campione del materiale passante, comprimerlo tra i palmi delle mani al fine di far uscire l'acqua in eccesso, se presente, e iniziare a lavorare il materiale con le mani:

- Limo: risulta plasmabile quando è umido, asciugandosi si crepa e perde plasticità. Premendo tra le dita porzioni di materiale si riescono a sentire i granelli di sedimento;
- Argilla: risulta perfettamente plasmabile, tra le dita non si sentono i granelli, al tatto il materiale è liscio.

Un semplice utensile che può essere di ausilio, soprattutto per le situazioni intermedie, è l'archetto metallico con il quale si seziona il materiale fine e si osserva l'aspetto della superficie di taglio, anche mediante lente di ingrandimento (Gasperi F. Gelmini R. 1976).

Si tratta di un archetto, anche disponibile in commercio, ottenuto piegando a U un tondino di ferro (è preferibile usare un tondino di ferro zincato) lungo 20 - 30 cm e di 4-5 mm di diametro alla cui estremità è fissato in tensione un filo di acciaio di 0.2 mm di diametro.

Dal punto di vista operativo:

- il campione va inumidito, se necessario, fino a superare di poco il limite plastico e lavorato così da ottenere un impasto omogeneo;
- il campione così ottenuto, sorretto nel palmo di una mano, va tagliato con il filo dell'archetto;
- si esamina la superficie prodotta dal taglio, mediante lente di ingrandimento, che si può presentare in due modi:
  - superficie liscia, speculare, senza increspature;
  - superficie con increspature.

Nel primo caso siamo in presenza di un campione costituito da argilla; i clasti sono così minuti che il filo d'acciaio non riesce a trascinarli mettendoli in evidenza microscopicamente. Nel secondo caso siamo invece in presenza di terreni che hanno una granulometrica superiore a quella delle argille. I clasti, trascinati dal filo, formano caratteristiche creste le cui dimensioni sono proporzionali a quelle dei granuli del

campione; si hanno creste minutissime assai ravvicinate tra loro che aumentano in dimensione e in distanza passando alle sabbie fini, a quelle medie e infine alle sabbie grossolane.

Il metodo illustrato consente la stima delle percentuali di sabbia, limo e argilla contenute nello stesso campione; ciò è possibile confrontando le aree coperte dai diversi tipi di struttura così descrivibile: liscia, creste minute, creste grossolane.

Per l'uso corretto dello strumento è consigliabile eseguire alcune prove su campioni a granulometria conosciuta, al fine di acquisire sperimentalmente gli elementi di comparazione da parte dell'operatore, che quindi svolgerà questa operazione con sufficiente esperienza.

### Percentuali di sedimento grossolano e fine

Dopo la setacciatura a 2 mm le due frazioni prevalenti, grossolana (g) e fine (f), si presenteranno in una delle seguenti combinazioni.

Le percentuali di seguito indicate hanno lo scopo di evidenziare l'intervallo di variazione di un litotipo; in fase di perforazione esse saranno dedotte dalla semplice osservazione oppure dalla comparazione con maschere a percentuale nota.

Si osservi che in caso di sedimenti composti da tre litotipi differenti, il nome dato dalla classificazione interesserà soltanto i litotipi a maggior percentuale; il litotipo con percentuale più bassa non compare nel nome del sedimento ma nelle relative note con la dicitura "tracce".

#### **Sedimento grossolano >> Sedimento fine (Sg >> Sf)**

Percentuali:

- 100% > Sg > 90%
- 0% < Sf < 10%

Il sedimento fine perde ogni significato ai fini della classificazione, ma comunque qualora se ne osservino tracce è necessario segnalarlo nelle "note" relative al campione.

#### **Sedimento grossolano > Sedimento fine (Sg > Sf)**

Percentuali:

- 90% > Sg > 60%
- 10% < Sf < 40%

#### **Sedimento grossolano ~ Sedimento fine (Sg ~ Sf)**

Percentuali:

- 60% > Sg > 40%
- 40% < Sf < 60%

#### **Sedimento grossolano < Sedimento fine (Sg < Sf)**

Percentuali:

- 40% > Sg > 10%
- 60% < Sf < 90%

#### **Sedimento grossolano << Sedimento fine (Sg << Sf)**

Percentuali:

- 10% > Sg > 0%
- 90% < Sf < 100%

Il sedimento grossolano perde ogni significato ai fini della classificazione ma comunque qualora se ne osservino tracce è necessario segnalarlo nelle "note" relative al campione.

### Analisi delle classi granulometriche

#### **SG >> SF**

Il sedimento fine non viene valutato in quanto la sua percentuale può essere al massimo del 10% e quindi lo reputiamo ininfluenza ai fini della classificazione; come precedentemente indicato si può segnare la presenza in tracce all'interno delle "note".

Si determina la natura del sedimento grossolano osservando la percentuale di clasti superiori alla dimensione di 2 mm (limite massimo per la sabbia).

#### **Sabbia >> Ghiaia**

Percentuali:

- 100% > Sabbia > 90%
- 0% < Ghiaia < 10%

Nome campione: **Sabbia**

Possibili opzioni in "note":

- tracce di sedimento fine,
- tracce di ghiaia.

#### **Sabbia > Ghiaia**

Percentuali:

- 90% > Sabbia > 60%
- 10% < Ghiaia < 40%

Nome campione: **Sabbia con Ghiaia**

Possibili opzioni in "note": tracce di sedimento fine

#### **Ghiaia ~ Sabbia**

Percentuali:

- 60% > Sabbia > 40%
- 40% < Ghiaia < 60%

Nome sedimento: **Ghiaia e Sabbia o Sabbia e Ghiaia**

Possibili opzioni in "note": tracce di sedimento fine.

#### **Sabbia < Ghiaia**

Percentuali:

- 40% > Sabbia > 10%
- 60% < Ghiaia < 90%

Nome sedimento: **Ghiaia con Sabbia**

Possibile opzione in "note": tracce di sedimento fine.

#### **Sabbia << Ghiaia**

Percentuali:

- 10% > Sabbia > 0%
- 90% < Ghiaia < 100%

Nome sedimento: **Ghiaia**

Possibili opzioni in "note":

- tracce di sedimento fine.
- tracce di Sabbia.

#### **SG > SF**

Si determina la natura del sedimento fine (argilla o limo).

Non sono ammesse classi intermedie:

- **Argilla**
- **Limo**

Si determina la natura del sedimento grossolano osservando la percentuale di clasti superiori alla dimensione di 2 mm (limite massimo per la sabbia).



**Sabbia > Ghiaia**

Percentuali:

- 100% > Sabbia > 60%
- 0% < Ghiaia < 40%

Nome sedimento:

*Sabbia con Argilla*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

*Sabbia con Limo*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

**Sabbia ~ Ghiaia**

Percentuali:

- 60% > Sabbia > 40%
- 40% < Ghiaia < 60%

Nome sedimento:

*Sabbia e Ghiaia con Argilla op. Ghiaia e Sabbia con Argilla**Sabbia e Ghiaia con Limo op. Ghiaia e Sabbia con Limo***Sabbia < Ghiaia**

Percentuali:

- 40% > Sabbia > 0%
- 60% < Ghiaia < 100%

Nome sedimento:

*Ghiaia con Argilla*

Possibile opzione in "note": tracce di Sabbia.

*Ghiaia con Limo*

Possibile opzione in "note": tracce di Sabbia

**Sg ~ Sf**

Si determina la natura del sedimento fine (argilla o limo).

Non sono ammesse classi intermedie.

- **Argilla**
- **Limo**

Si determina la natura del sedimento grossolano osservando la percentuale di clasti superiori alla dimensione di 2 mm (limite massimo per sabbia).

**Sabbia > Ghiaia**

Percentuali:

- 100% > Sabbia > 60%
- 0% < Ghiaia < 40%

Nome sedimento:

*Argilla e Sabbia op. Sabbia e Argilla*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

*Limo e Sabbia op. Sabbia e Limo*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

**Sabbia ~ Ghiaia**

Percentuali:

- 60% > Sabbia > 40%
- 40% < Ghiaia < 60%

Nome sedimento:

*Argilla e Ghiaia e Sabbia**Limo e Ghiaia e Sabbia***Sabbia < Ghiaia**

Percentuali:

- 40% > Sabbia > 0%
- 60% < Ghiaia < 100%

Nome sedimento:

*Argilla e Ghiaia op. Ghiaia e Argilla*

Possibili opzioni in "note": tracce di Sabbia.

*Limo e Ghiaia op. Ghiaia e Limo*

Possibili opzioni in "note": tracce di Sabbia.

**Sg < Sf**

Si determina la natura del sedimento fine (argilla o limo).

Non sono ammesse classi intermedie.

- **Argilla**
- **Limo**

Si determina la natura del sedimento grossolano osservando la percentuale di clasti superiori alla dimensione di 2 mm (limite massimo per sabbia).

**Sabbia > Ghiaia**

Percentuali:

- 100% > Sabbia > 60%
- 0% < Ghiaia < 40%

Nome sedimento:

*Argilla con Sabbia*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

*Limo con Sabbia*

Possibili opzioni in "note": tracce di Ghiaia.

**Sabbia ~ Ghiaia**

Percentuali:

- 60% > Sabbia > 40%
- 40% < Ghiaia < 60%

Nome sedimento:

*Argilla con Sabbia e Ghiaia op. Argilla con Ghiaia e Sabbia**Limo con Sabbia e Ghiaia op. Limo con Ghiaia e Sabbia***Sabbia < Ghiaia**

Percentuali:

- 40% > Sabbia > 0%
- 60% < Ghiaia < 100%

Nome sedimento:

*Argilla con Ghiaia*

Possibili opzioni in "note": tracce di Sabbia.

*Limo con Ghiaia*

Possibili opzioni in "note": tracce di Sabbia.

**Sg << Sf**

Determino la natura del sedimento fine (argilla o limo)

- **Argilla**
- **Limo**

La natura del sedimento grossolano in questo caso è irrilevante in quanto rappresenta una percentuale sicuramente minore del 10% perciò trascurabile. Se del caso lo si inserisce nelle note.

Si introduce inoltre una classe intermedia tra litotipi fini che possono raggiungere la percentuale del 90%.

Nome sedimento:

- Argilla
- Limo
- Argilla e Limo o Limo e Argilla

Possibili opzioni in “note” valide per tutti tre i tipi di sedimento:

- tracce di Ghiaia
- tracce di Sabbia
- tracce di Ghiaia e Sabbia oppure di Sabbia e Ghiaia.

### Riconoscimento visivo di percentuali granulometriche

Per una stima in campo delle percentuali granulometriche possono essere utilizzate le maschere comparative a percentuale conosciuta di Figura 2.

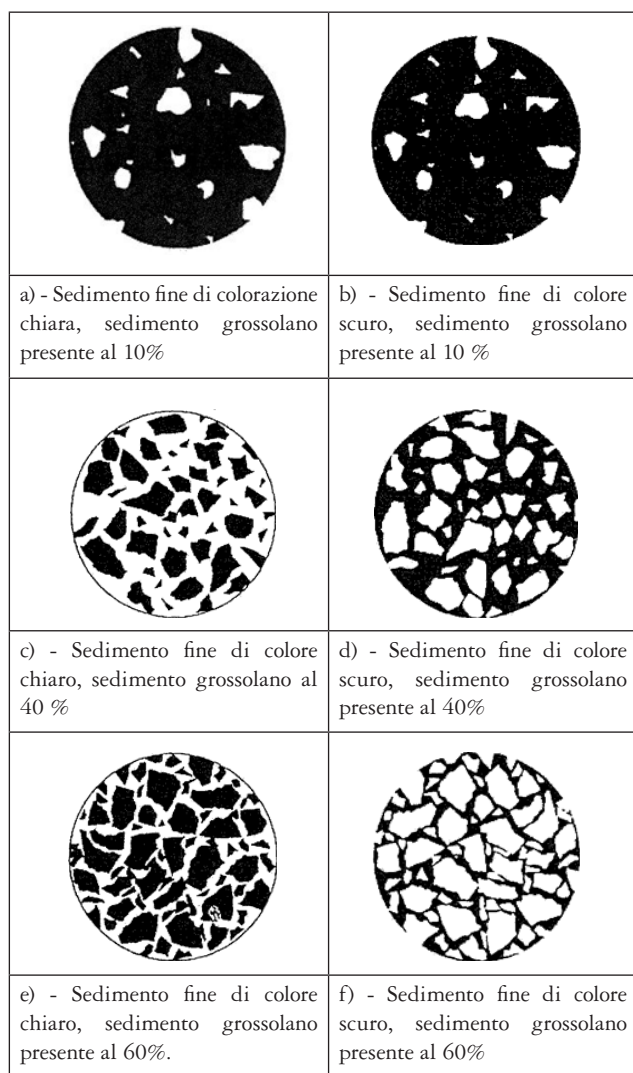


Fig. 2 - Stima con metodo grafico delle percentuali granulometriche (Gasperi F., Gelmini R. 1976)

Fig. 2 - Estimation of grain size percentage by graphical method (Gasperi F., Gelmini R. 1976).

### Rappresentazione grafica delle procedure di descrizione e di classificazione

Le procedure precedentemente descritte sono di seguito rappresentate in modo grafico mediante diagrammi di flusso con la seguente legenda e le seguenti denominazioni sintetiche:

Sf: Sedimento fine	Sb: Sabbia
Sg: Sedimento grossolano	Li: Limo
Gh: Ghiaia	Ag: Argilla

Le Tavole 1-7 possono essere portate in campo, per poter essere consultate direttamente per operare la classificazione, oppure segnate su un supporto informatico (computer o smartphone).

La Tabella 4 illustra il significato dei simboli proposti nelle Tavole.

Tab. 4 - Simbologgiatura della procedura da seguire per la descrizione delle granulometrie.

Tab. 4 - Symbols to be adopted in grain size description procedure.

Simbolo Symbol	Significato Meaning
	Dati utili e necessari alla descrizione del sedimento; l'insieme dei dati contenuti in queste cornici fornisce la descrizione preliminare del sedimento.
	Denominazione finale assegnata al sedimento dalla procedura di classificazione.
	Valore da aggiungere alla denominazione finale del sedimento.
	“Note” da aggiungere alla denominazione finale del sedimento.
	Indica il rimando ad altra tavola.

### Conservazione dei campioni

Una volta completata la classificazione, il campione di sedimento (sia la parte grossolana che quella fine) va conservato accuratamente in modo da permettere, nel caso fosse necessario, ulteriori studi, analisi e verifiche.

Questa esigenza può essere manifestata per scopi pratici o anche di studio, ad esempio per la evidenziare la presenza nei sedimenti di particolari minerali o rocce, per le prove granulometriche, per l'esame paleontologico o micropaleontologico, etc..

Sono necessari sacchetti di plastica resistente di diverse dimensioni a seconda del campione trattato e laccetti metallici per effettuare una chiusura ottimale.

Per poter riconoscere il campione si usano delle etichette di plastica che verranno inserite nel sacchetto dopo aver scritto il numero del campione con un pennarello indelebile.

Fare attenzione che l'etichetta abbia il numero rivolto verso l'esterno a contatto con la plastica e stringere il sacchetto in modo che l'etichetta non si sposti; lo sfregamento delle particelle sabbiose potrebbe cancellare il codice del campione.

Scritte esterne al sacchetto possono essere fatte ma non devono assolutamente essere le uniche in quanto lo stretto contatto tra diversi sacchetti potrebbe cancellarle. Una valida alternativa è scrivere il numero del campione all'interno del sacchetto nella parte che eccede l'allacciatura in modo che sia protetto dallo sfregamento.

I campioni di terreno vanno riposti in cassette identificabili esternamente con etichette adesive fissate con punti metallici riportante la denominazione del pozzo, la profondità e la data di esecuzione. Esse devono essere conservate in luogo opportuno per la durata di almeno un anno dalla data di ultimazione del pozzo. Questa data deve essere comunicata al Servizio Geologico Regionale e Nazionale secondo la norma (Repubblica Italiana 1984) e reperibile via Internet su questi siti ai fini dell'eventuale studio di dettaglio delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche.

### Un esempio di utilizzo della procedura

Viene di seguito proposto un esempio di utilizzo della procedura proposta nella descrizione di una stratigrafia di un pozzo realizzato nella pianura milanese.

Nell'**Allegato 1a** si riporta il testo letterale che si ricava dall'applicazione della procedura e nell'**Allegato 1b** si illustra la rappresentazione grafica della stessa stratigrafia con il possibile vantaggio di due modalità:

- una modalità classica (allo stato dell'arte) dei rapporti finali compilati relativi alla perforazione di un pozzo secondo quanto in uso e quindi di utilizzo tecnico-operativo, nella quale si evidenziano gli orizzonti dotati di diversa permeabilità e che quindi possono costituire acquiferi, acquitardi o acquiclude, orientando il successivo completamento e lo sviluppo dell'opera di captazione secondo anche le normative di settore (UNI, 20015);
- una modalità di descrizione della stratigrafia di carattere sedimentologico, che può essere utile nello studio del sottosuolo alle profondità interessate dalla captazione delle acque sotterranee anche a livello regionale.

Si ritiene che entrambe le modalità possano costituire un efficace supporto conoscitivo per un migliore utilizzo sostenibile dell'importante risorsa costituita dalle acque sotterranee e per una loro tutela dal punto di vista qualitativo.

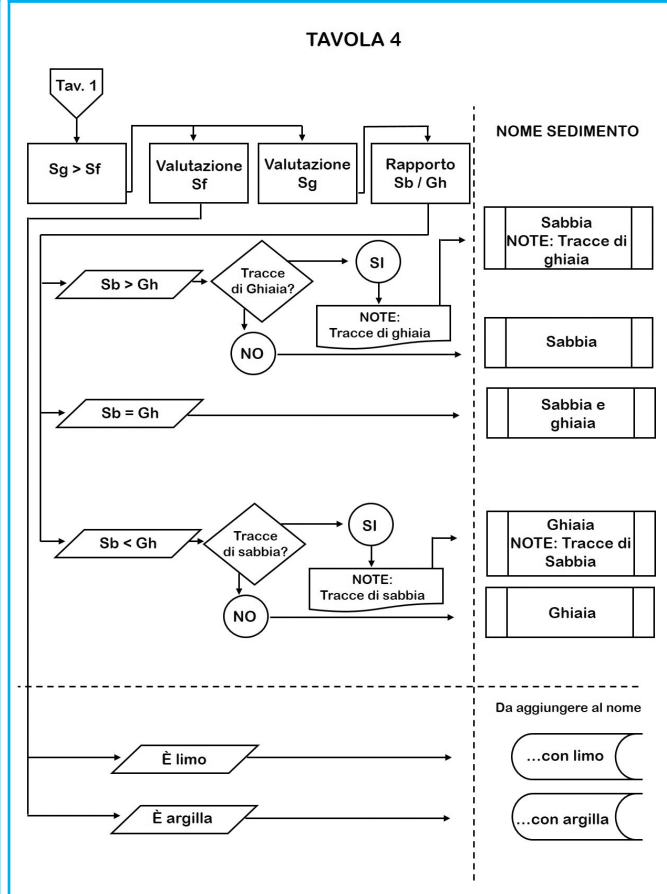
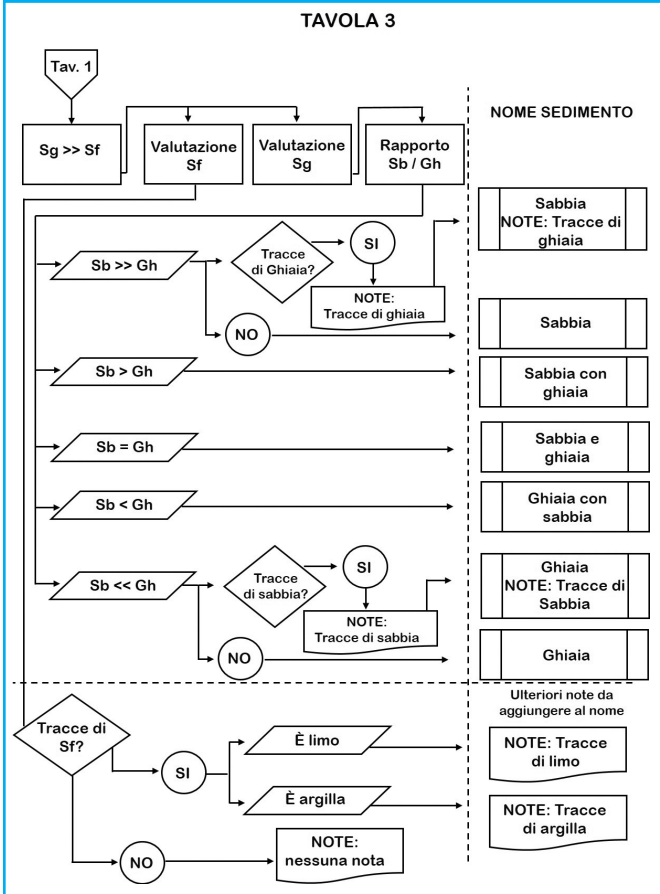
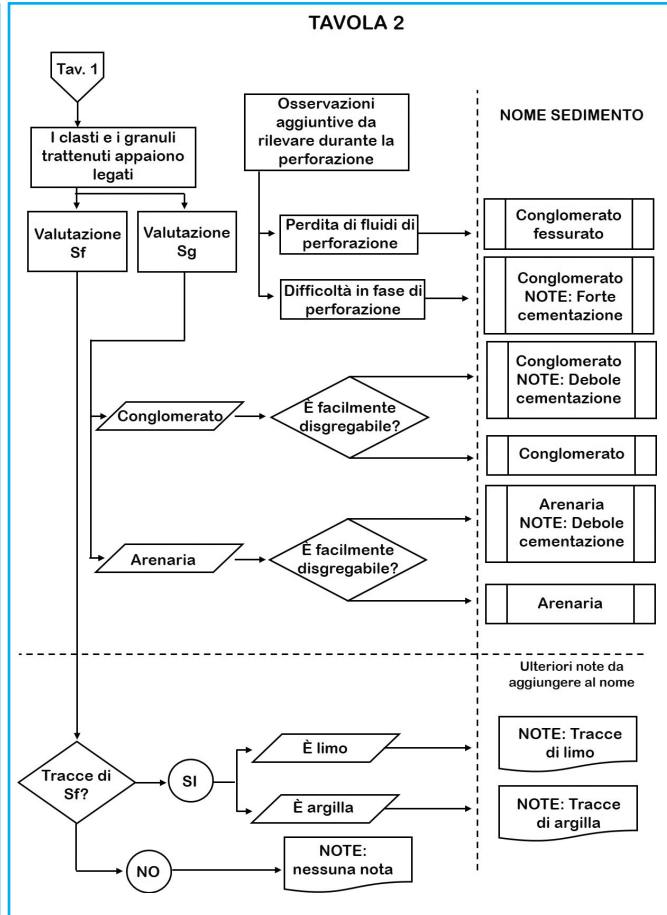
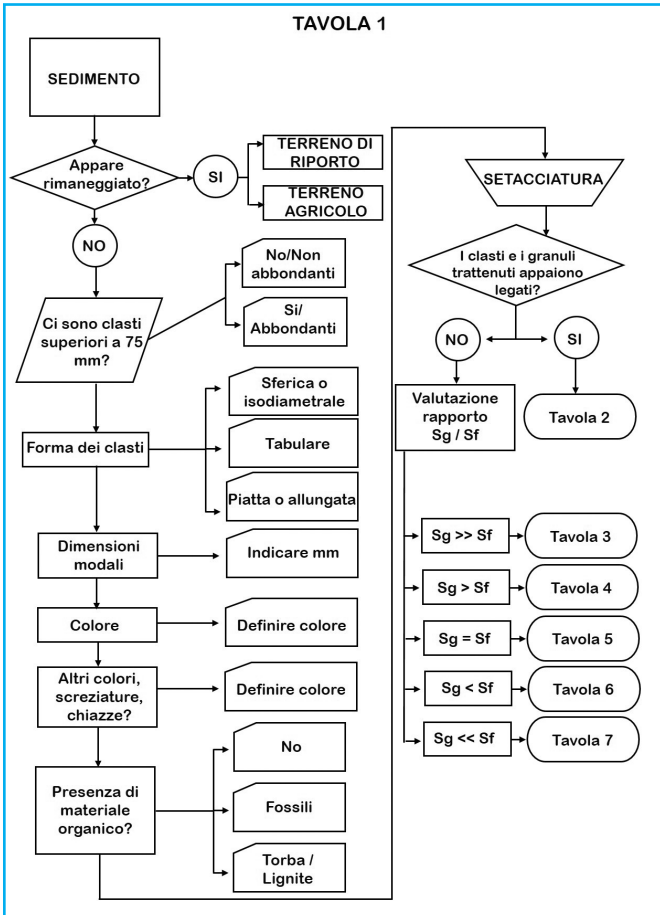
Alla luce di eventuali modifiche ed integrazioni della proposta, è anche possibile la produzione di uno strumento informatico che sia di utilizzo immediato, consentendo anche un miglioramento della descrizione dell'esplorazione del sottosuolo, da parte degli operatori, nel corso della perforazione di un pozzo.

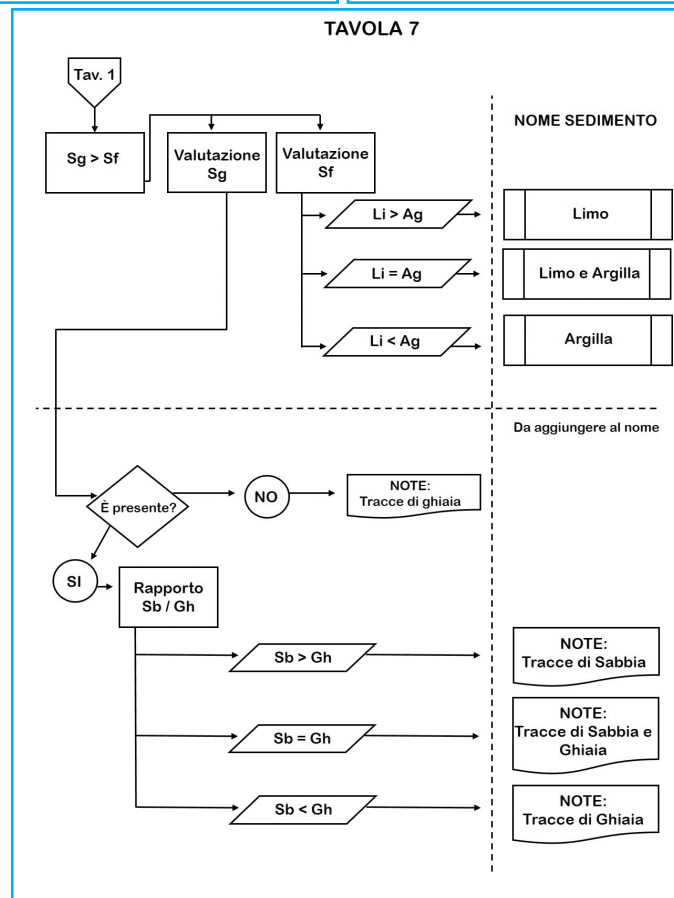
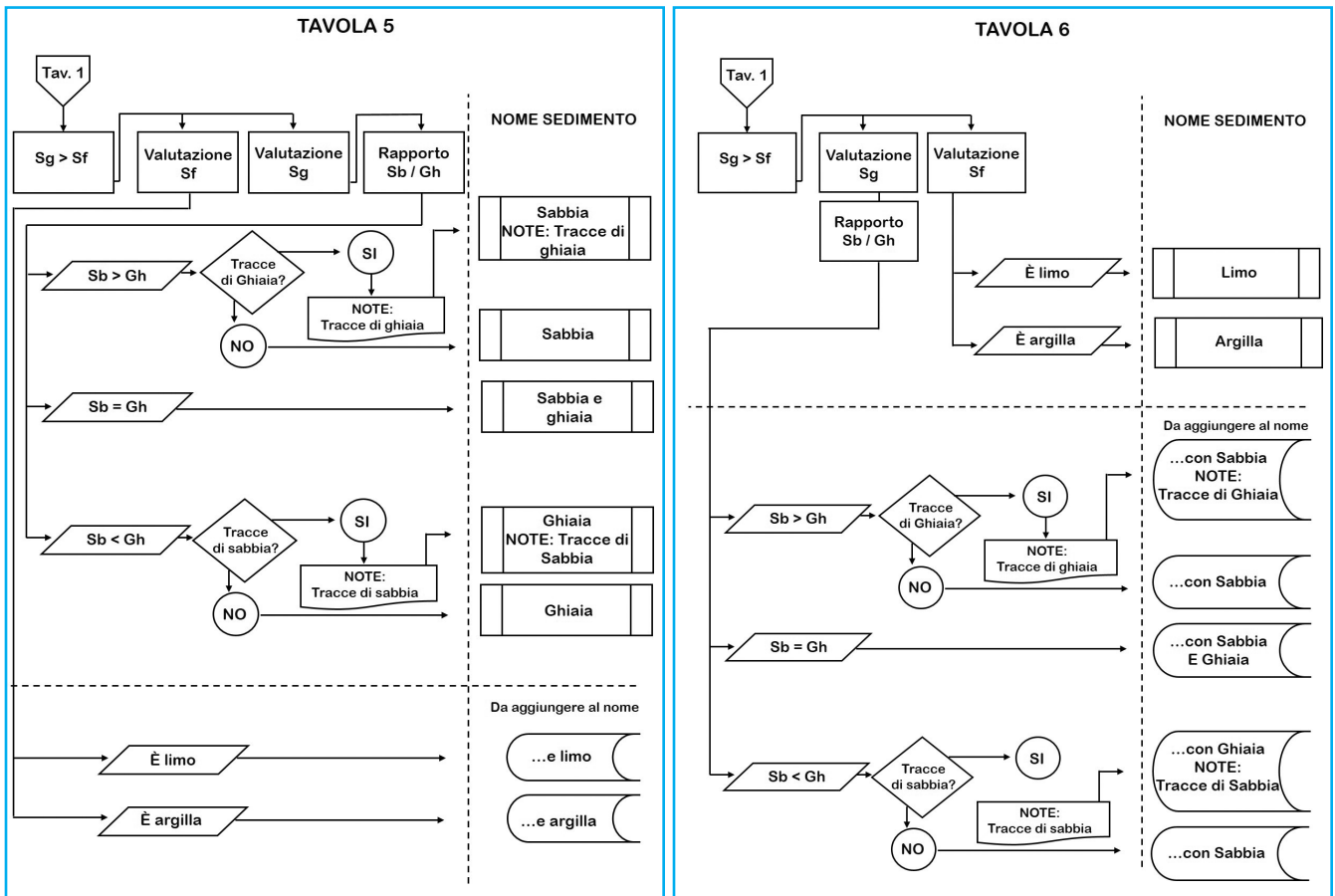
### BIBLIOGRAFIA

- ASTM (1992) Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)". American Society for Testing and Materials, Designation D 2487 - 92, Cincinnati OH
- ASTM (1993) Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual - Manual Procedure). American Society for Testing and Materials, Designation D 2488 - 93, Cincinnati OH
- AGI (1977) Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche "*Recommendations on the planning and execution of geotechnical investigations*". Associazione Geotecnica Italiana, Roma
- GASPERI F., GELMINI R. (1976) Determinazione speditiva delle granulometrie delle rocce sciolte. Quaderno n°3) "*Fast determination of the soil grain size distribution. Notebook n°3*". Pubblicazione n° 115, Gruppo di Studio del Quaternario Padano
- REPUBBLICA ITALIANA (1984) Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'Industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale "*Rules to facilitate the acquisition by the Geological Service of the General Directorate of Mining of the Ministry of Industry, Commerce and Handicrafts of elements of knowledge relating to the geological and geophysical structure of the national subsoil*". Legge 4 agosto 1984, n. 464, G.U. del 17/98/1984, n. 226, Roma
- SANESI G. (1977) Guida alla descrizione del suolo "*Soil description guide*". CNR, Firenze
- SOILTEST INC (1975) Munsell Soil Color Charts. 2205 Lee St. Evanston Ill, U.S.A. USDA (2001-2002)- Soil Texturing Field Flow Chart. Midwest Geosciences Group
- UNI - Ente Italiano di Normazione, (2015) Pozzi per acqua -Progettazione "*Water wells design*". UNI 11590

**Ringraziamenti:** Il presente documento è stato ricavato da un precedente studio effettuato dall'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio" nell'ambito di una Convenzione con la Provincia di Milano - Sistema Informativo Falda (attualmente Città Metropolitana di Milano) che si ringrazia per l'autorizzazione alla pubblicazione. Si ringrazia anche Marco Pilati per la collaborazione alla stesura del testo originale.







## **Allegato 1a - Descrizione letterale di una stratigrafia**

### ***Annex 1a - Literal description of a stratigraphy***

- 0,0 - 0,5 m: limo con sabbia e ghiaia e rari laterizi (arativo).
- 0,5 - 2,5 m: ghiaia media (70%) con sabbia media (30%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 7 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 2,5 - 5,5 m: ghiaia media (70%) con sabbia media (30%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 7 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 5,5 - 7,0 m: limo con sabbia fine. Colore 7.5YR5/4 (bruno) reazione allo HCl assente.
- 7,0 - 9,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 9,0 - 11,0 m: sabbia media (70%) con ghiaia fine. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 2,5 cm e moda 0,5 cm e reazione allo HCl assente.
- 11,0 - 12,5 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 12,5 - 15,0 m: ghiaia media (70%) con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 15,0 - 17,0 m: ghiaia media con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 17,0 - 19,0 m: ghiaia media (70%) con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 19,0 - 21,5 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 21,5 - 23,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti, isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 23,0 - 25,0 m: ghiaia media con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 25,0 - 27,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 27,0 - 29,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm. e reazione allo HCl assente.
- 29,0 - 31,5 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 6 cm e moda 1 cm. e reazione allo HCl assente.
- 31,5 - 33,0 m: limo argilloso sabbioso con screziature di colore 10YR6/4 (bruno giallastro chiaro). Colore 5Y7/3 (giallo pallido) e reazione allo HCl assente. Paleosuolo.
- 33,0 - 37,0 m: ghiaia media con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 37,0 - 39,0 m: sabbia media (60%) e ghiaia fine (40%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 3 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 39,0 - 41,0 m: ghiaia media con sabbia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 3,5 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 41,0 - 47,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 5 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 47,0 - 49,0 m: ghiaia media (75%) con sabbia media (25%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 9 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 49,0 - 51,0 m: sabbia media limosa. Colore 2.5Y6/4 (bruno giallastro chiaro) e reazione allo HCl assente.
- 51,0 - 52,5 m: limo argilloso e sabbia fine di colore 10YR6/8 (giallo brunastro) con screziature di colore 10YR4/4 (bruno giallastro scuro). Reazione allo HCl assente.
- 52,5 - 58,0 m: argilla laminata di colore 5GY6/1 (grigio verdastro) e argilla organica con sottili livelli di torba di colore 2.5Y4/3 (bruno oliva). Reazione allo HCl assente.
- 58,0 - 61,0 m: ghiaia media (80%) con sabbia media (20%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 7 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 61,0 - 71,5 m: sabbia media e ghiaia medio fine. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,5 cm e reazione allo HCl assente.
- 71,5 - 76,0 m: ghiaia (65%) con sabbia media (35%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 4 cm e moda 0,8 cm e reazione allo HCl assente.
- 76,0 - 84,0 m: sabbia da grossa a fine quarzosa. Colore 10YR5/6 (bruno giallastro) e reazione allo HCl assente

- 84,0 - 86,5 m: ghiaia media (80%) con sabbia media (20%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 7 cm e moda 1 cm e reazione allo HCl assente.
- 86,5 - 89,0 m: argilla di colore 5Y6/4 (oliva pallido) e reazione allo HCl assente.
- 89,0 - 94,0 m: sabbia da grossa a fine quarzosa. Colore 5Y7/2 (grigio chiaro) e reazione allo HCl assente.
- 94,0 - 96,0 m: limo argilloso sabbioso di colore 2.5Y7/6 (giallo) e reazione allo HCl assente.
- 96,0 - 98,5 m: argilla di colore 2.5Y4/3 (bruno oliva) con sottili livelli di torba di colore 2.5Y3/2 (bruno grigiastro molto scuro).  
Reazione allo HCl assente.
- 98,5 - 106,5 m: sabbia (85%) con ghiaia fine (15%). Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 2,5 cm e moda 0,5 cm e reazione allo HCl assente.
- 106,5 - 110,0 m: limo argilloso sabbioso micaceo; presenza di piccolissimi frammenti di macrofossili. Colore 2.5Y8/2 (giallo pallido) e reazione allo HCl forte.
- 110,0 - 114,5 m: sabbia media (55%) e ghiaia media. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 3 cm e moda 0,5 cm e reazione allo HCl debole.
- 114,5 - 116,5 m: argilla di colore 5Y6/3 (oliva pallido) e reazione allo HCl forte.
- 116,5 - 123,0 m: sabbia media (95%) con rara ghiaia fine. Clasti isodiametrici e subarrotondati, di dimensione massima 2 cm e moda 0,5 cm e reazione allo HCl debole.
- 123,0 - 124,5 m: argilla di colore 5Y5/4 (oliva) e reazione allo HCl forte.
- 124,5 - 126,5 m: sabbia da medio grossa a fine quarzosa. Colore 2.5Y6/6 giallo oliva) e reazione allo HCl assente.
- 126,5 - 139,0 m: argilla di colore 5GY6/1 (grigio verdastro) e reazione allo HCl forte.
- 139,0 - 141,0 m: sabbia da medio grossa a fine quarzosa. Colore 5Y6/2 (grigio oliva chiaro) e reazione allo HCl assente.
- 141,0 - 143,0 m: argilla con rari frammenti di macrofossili a guscio sottile. Colore 2.5Y7/3 (giallo pallido) e reazione allo HCl forte.

## Allegato 1b - Descrizione grafica di una stratigrafia Annex 1b - Graphical description of a stratigraphy

