



Caratterizzazione idrologica dei suoli della Toscana per il Modello MOBIDIC

Autore: Lorenzo Gardin

Lavoro svolto nell'ambito dell' Accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Università degli Studi di Firenze. Attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico. Idrologia, idraulica, dinamica fluviale, manutenzione dei corsi d'acqua.

Con l'obiettivo di rivedere, approfondire e validare gli algoritmi di stima dei parametri idrologici dei suoli derivandoli dai parametri analitici di base più largamente disponibili, sono state fino ad oggi svolte diverse attività che in questa relazione vengono esplicitate, prima fra tutte una ricerca bibliografica sull'argomento sia relativa a lavori di livello nazionale che internazionale di cui vengono riportati i testi consultati più significativi in ultima pagina.

Poiché per mancanza di misure dirette, il comportamento fisico-idrologico dei suoli della Regione Toscana viene descritto ricorrendo a stime indirette a partire da dati misurati inerenti a caratteristiche degli orizzonti quali la tessitura, la densità apparente, il contenuto in sostanza organica, tramite le cosiddette pedofunzioni, siamo dovuti partire da alcune **operazioni di normalizzazione del database** dei suoli regionali. In particolare sono stati analizzati i singoli parametri di base presenti nella banca dati dei suoli e sono stati effettuati vari tipi di controllo sulla qualità del dato e sulla coerenza fra di essi. Il data base dei suoli è composto da circa 3800 profili di suoli provenienti da rilevamenti verificatisi in Toscana nel corso di circa 40 anni, composti a loro volta da circa 13.800 orizzonti (strati) descritti in campagna dai rilevatori e di cui 8900 analizzati in laboratorio per i principali caratteri pedologici (tessitura, carbonio organico, etc).

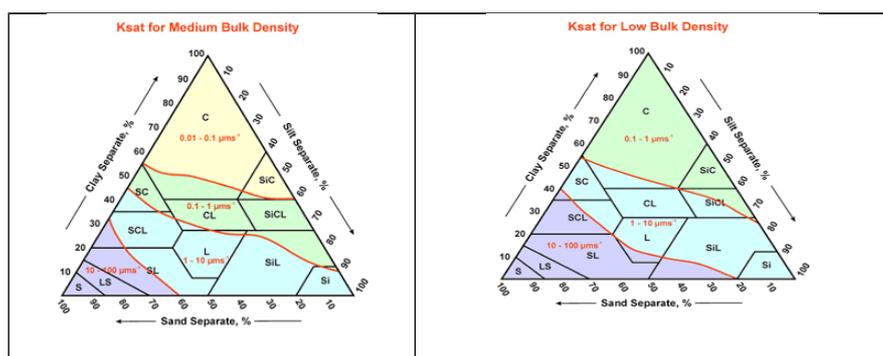
Con i dati di base misurati e con le stime di campagna sono stati controllati gli algoritmi di stima di alcuni parametri derivati di estrema importanza ai fini di questo lavoro quali la stima della densità apparente, effettuata mediante specifiche pedofunzioni validate e calibrate su un cospicuo numero di misurazioni, la profondità utile del suolo, la profondità dello strato roccioso, della falda.

Successivamente sono state valutate e poi **selezionati gli algoritmi** di stima dei parametri idrologici più importanti (conducibilità idraulica satura (K_{sat}) e ritenzione idrica (acqua gravimetrica e acqua capillare) e si sono analizzati i risultati delle pedofunzioni ritenute più significative e maggiormente performanti; nello specifico, rispetto a algoritmi già in precedenza analizzati ed implementati nella banca dati, sono state apportate alcune modifiche, quali, per esempio, il criterio del "topsoil" necessario per la pedofunzione Hypres (Wosten et al., 1998). Un aspetto importante su cui ci siamo concentrati sono stati i range di ammissibilità dei risultati ottenuti con le pedofunzioni, ovvero la valutazione delle classi entro quali accettare il risultato, e ciò è stato fatto sulla base di una più approfondita ricerca



di dati sia internazionali (Soil Survey Division Staff USDA, 1993) che provenienti da esperienze locali, maggiormente assimilabili alle nostre condizioni pedologiche (Guermadi, 2013).

Classe_TEXT	Low density		Medium density		High density	
	min	max	Min	max	Min	max
A	0,036	0,360	0,004	0,036	0,004	0,036
AL	0,036	0,360	0,004	0,036	0,004	0,036
AS	0,360	3,600	0,036	0,360	0,004	0,036
F	0,360	3,600	0,360	3,600	0,036	0,360
FA	0,360	3,600	0,036	0,360	0,004	0,036
FAS	3,600	36,000	0,360	3,600	0,036	0,360
FL	0,360	3,600	0,360	3,600	0,004	0,360
FLA	0,360	3,600	0,036	0,360	0,004	0,036
FS	3,600	36,000	3,600	36,000	0,360	3,600
L	0,360	3,600	0,360	3,600	0,036	0,360
S	3,600	36,000	3,600	36,000	0,360	3,600
SF	3,600	36,000	3,600	36,000	0,360	3,600



In tabella e in figura: valori del range di ammissibilità della Ksat (cm/h) per classe tessiturale in base alla densità del suolo (fonte SSM, 1993).

Rispetto alle elaborazioni effettuate nel 2008 per il calcolo della Ksat, vista la diffusione dei suoli scheletrici in Toscana e visto il significativo impatto che esso ha sul parametro, si è voluto inserire nell'algoritmo un fattore di correzione in base al contenuto di frammenti di roccia presenti nel suolo, secondo la metodologia proposta da Torri (Torri et al., 1994), ottenendo importanti risultati (grafico 1).

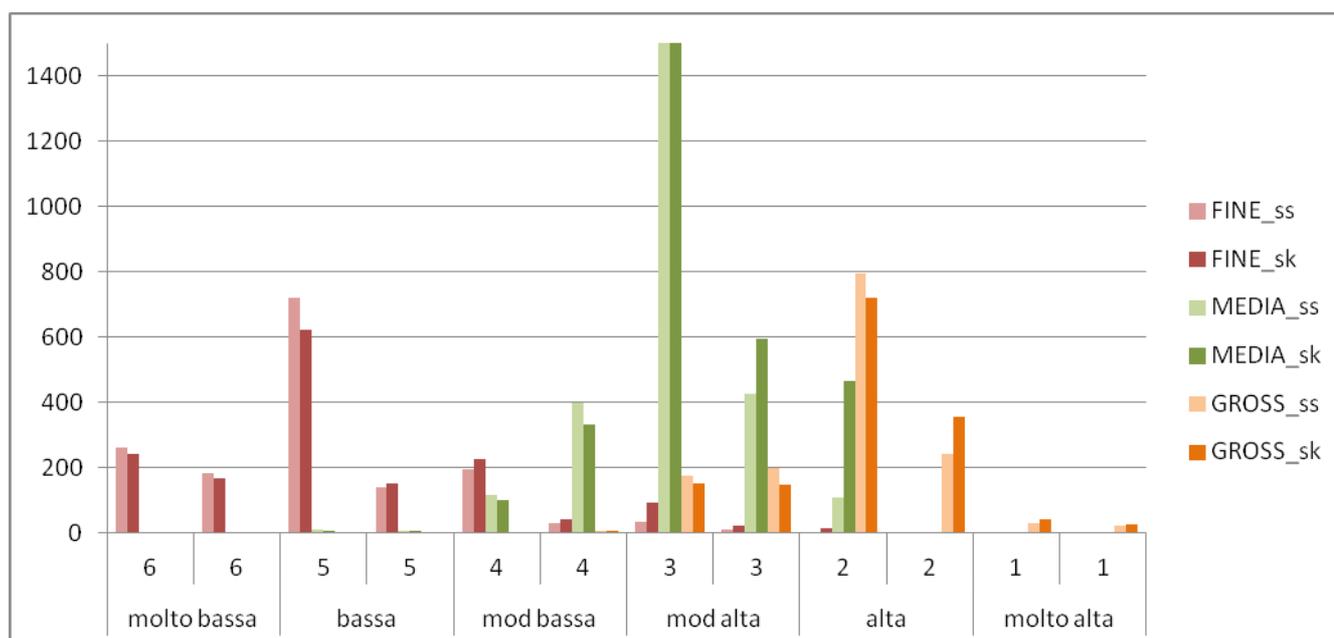


Grafico 1: Distribuzione di frequenza per classe di conducibilità (in ascissa) dei campioni di suolo stimati con PTF senza la correzione per il contenuto in frammenti di roccia (ss) e con la correzione (sk), suddivisi per classe tessiturale (Fine: argillosa, argillosa limosa, e argillosa sabbiosa; MEDIA: franca, franco argillosa, franco limosa, franco limoso argillosa; GROSS: franco sabbiosa, sabbioso franca e sabbiosa).

Per quanto riguarda la **scelta della pedofunzione** della conducibilità idraulica satura (K_{sat}), si è effettuato un confronto fra i risultati ottenuti con alcune pedofunzioni e le stime effettuate dai rilevatori in campagna; in mancanza di dati misurati tale calibrazione, che ha utilizzato appunto dati qualitativi e non numerici, si è rivelata comunque utile ed affidabile; tale elaborazione ci ha consentito inoltre di differenziare la scelta delle pedofunzioni in base alla classe tessiturale del suolo oggetto di stima. Infatti è largamente accettato in letteratura che non esiste una PTF valida per tutti i tipi di suolo; ci sono quelle che lavorano meglio per i suoli sabbiosi, quelle per i suoli argillosi etc. Pertanto per i suoli a tessitura fine, ad elevato contenuto in argilla e per quelli grossolani ad alto contenuto in sabbia, la pedofunzione di Brackensiek (Brackensiek, 1984) si è dimostrata la più performante, ovvero quella più fedele alle stime fatte in campagna e più simile ai risultati raggiunti per i suoli dell'Emilia Romagna (Guermandi, 2013) ottenuti con la medesima pedofunzione calibrata con un set di misurazioni; per le classi tessiturali medie invece la migliore si è rivelata la pedofunzione di Hypres (Wosten, 1998).

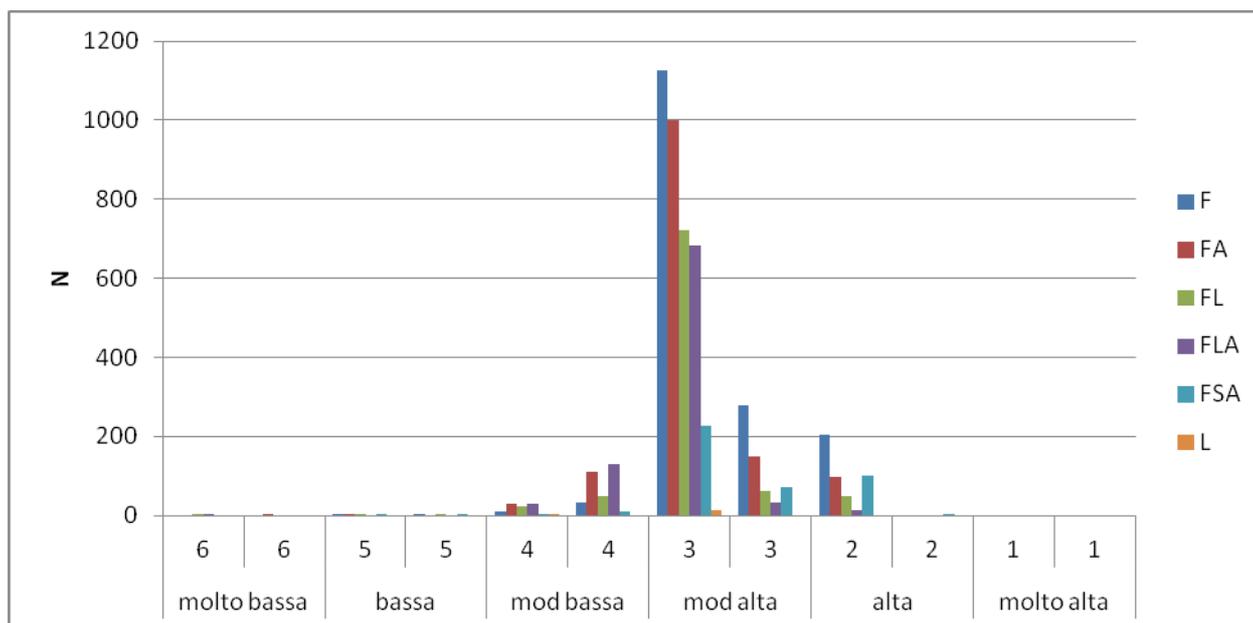


Grafico 2: frequenza dei campioni di suolo delle classi tessiture medie per classe di Ksat ottenuta con la PTF Hypres con correzione per lo scheletro.

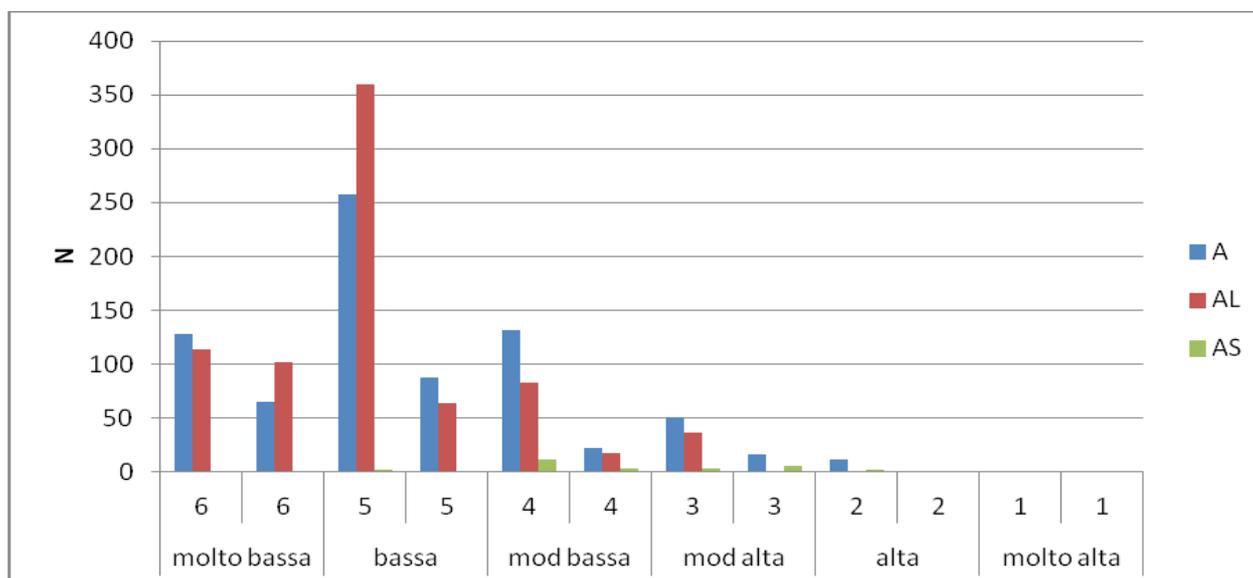


Grafico 3: frequenza dei campioni di suolo delle classi tessiture fini per classe di Ksat ottenuta con la PTF Brackensiek con correzione per lo scheletro.

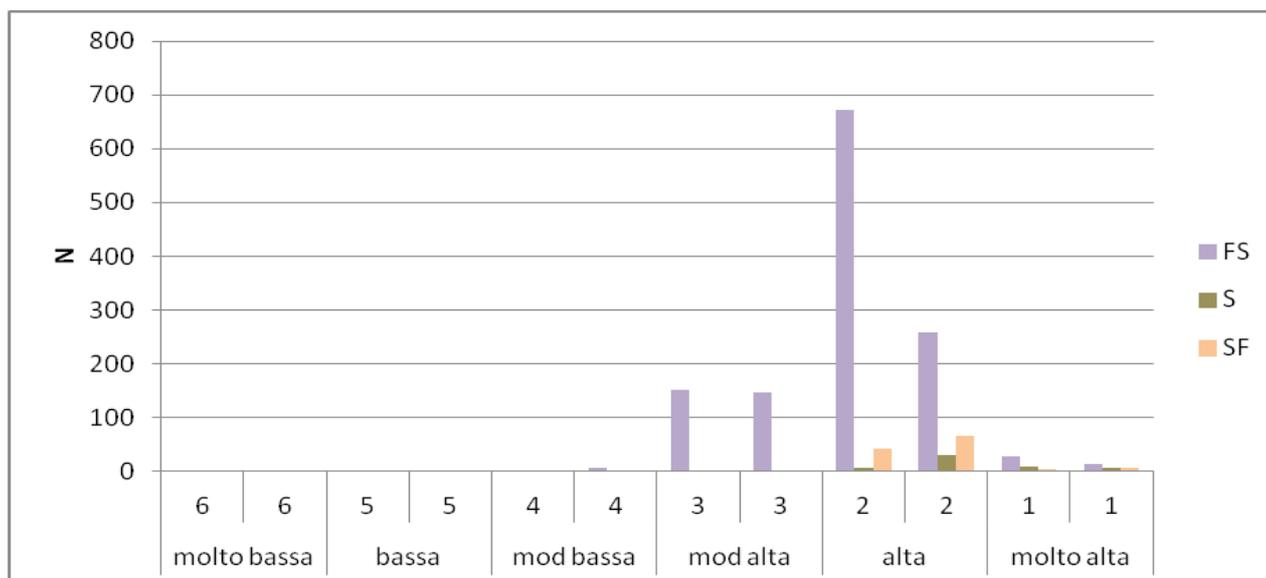


Grafico 3: frequenza dei campioni di suolo delle classi tessiturali grossolane per classe di Ksat ottenuta con la PTF Brackensiek con correzione per lo scheletro.

Per quanto riguarda la **ritenzione idrica** è stato fatto un accurato confronto per classe tessiturale fra l'AWC, (ovvero la capacità di acqua disponibile per le piante, intesa come differenza fra contenuto idrico alla capacità di campo e al punto di appassimento) ottenuta dalle varie pedofunzioni valori ottenuti da valori tabellari disponibili in letteratura per il settore agronomico. Per tali stime la pedofunzione del software Rosetta (Schaap, M.G., 1999) è apparsa decisamente la migliore, in particolare per i suoli a tessitura fine e media, largamente diffusi in Toscana.

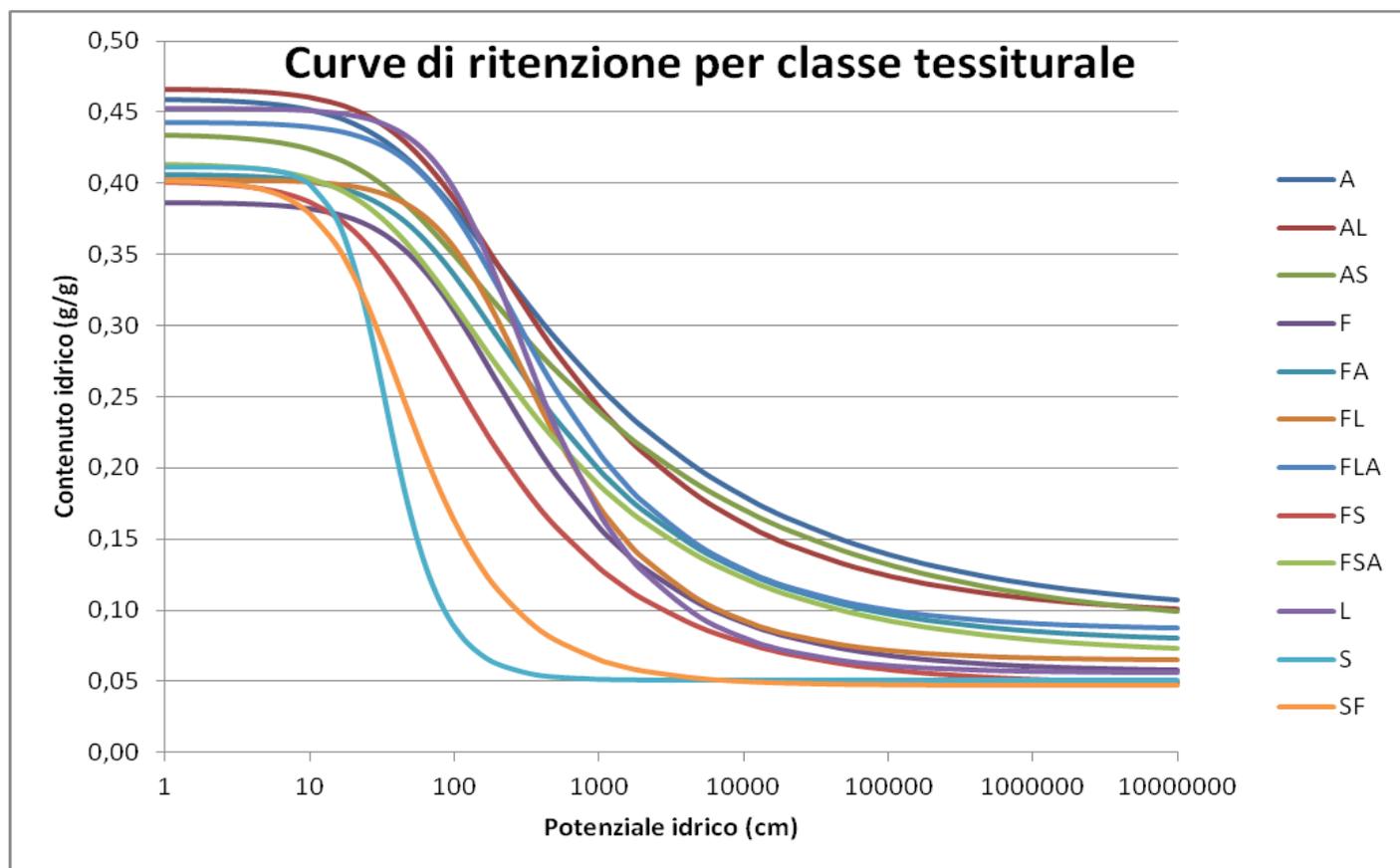


Grafico 5: si riportano le curve di ritenzione medie per classe tessiturale ottenute mediante l'utilizzo della PTF contenuta nel software Rosetta

Al fine di fornire al modello i parametri richiesti, si è approfondito le definizioni di “**acqua capillare**” e di “**acqua gravimetrica**” contenute nel Modello Mobidic.

Il limite dell’ “acqua gravimetrica” è posto nel modello ad un contenuto idrico del suolo alla tensione di 50 cm, 5 kPa; esso corrisponde all’acqua ritenuta nei pori di dimensioni pari a 60 micron (Busoni, 1986). Tale limite non è molto condiviso in letteratura: la scuola americana lo ha sempre posto a 330 cm (1/3 atm) anche se essi effettuano le misurazioni della ritenzione idrica su campioni di suolo disturbati; si è ritenuto quindi che più propriamente esso debba essere posto a 100 cm, corrispondente a pF 2, pari ad una dimensione porale di 30 micron.

Il limite superiore dell’acqua capillare corrisponde invece al contenuto idrico alla tensione massima ed esso può essere assunto pari a zero, per potenziali molto alti che raggiungono il limite igroscopico.

In seguito a tali considerazioni sono state implementate le routine di calcolo delle variabili suddette a partire dalle singole curve di ritenzione idrica calcolate per ciascun orizzonte di suolo fino ad arrivare alla quantificazione dell’acqua gravimetrica e dell’acqua capillare per ciascun profilo.

Un' importante revisione è avvenuta per quanto riguarda i **criteri di aggregazione** dei parametri idrologici stimati per i singoli orizzonti per ottenere un valore unico riferito al suolo inteso nella sua unicità.

Per quanto riguarda la Ksat, si è ritenuto funzionale fornire al modello Mobidic sia il valore minimo presente in uno spessore di suolo dei primi **30 cm**, dato utilizzabile per la modellazione dei processi legati all' infiltrazione superficiale, sia il valore della Ksat dell'intero suolo (inteso come valore minimo assunto dall'orizzonte più spesso di 5 cm presente entro **150 cm** di profondità) dato utilizzabile nella modellazione dei movimenti dell'acqua entro tutto lo spessore del suolo e al suo limite inferiore (flussi in uscita).

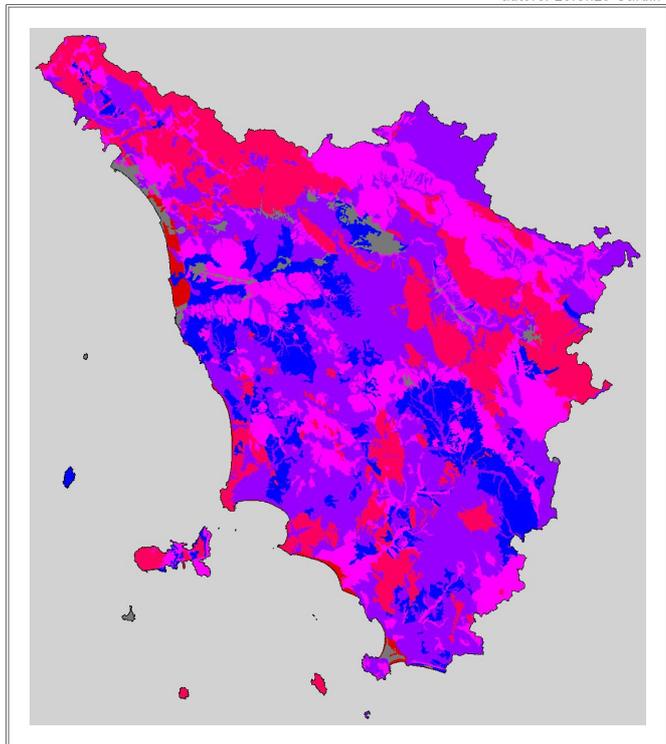
La spazializzazione dal dato puntuale riferito al profilo di suolo ad ambiti areali è avvenuto mediante criteri pedologici basati sull'aggregazione di individui suolo in categorie genetico-funzionali (unità tipologiche di suolo) e sulla relazione suolo-paesaggio. Lo strato vettoriale con il quale è stato possibile spazializzare le informazioni è il Livello 2 pedologico della Regione Toscana che recentemente è stato completato da parte del LAMMA per conto del Settore Sistema Informativo Territoriale ed Ambientale della Regione.

Qui di seguito vengono confrontati i layers della Conducibilità idraulica forniti rispettivamente nel 2008 e attuali per una valutazione immediata dell'approfondimento cartografico e dell'affinamento anche metodologico conseguiti con questo progetto.



Carta della conducibilità idraulica saturata media dei suoli

autore: Lorenzo Gardin

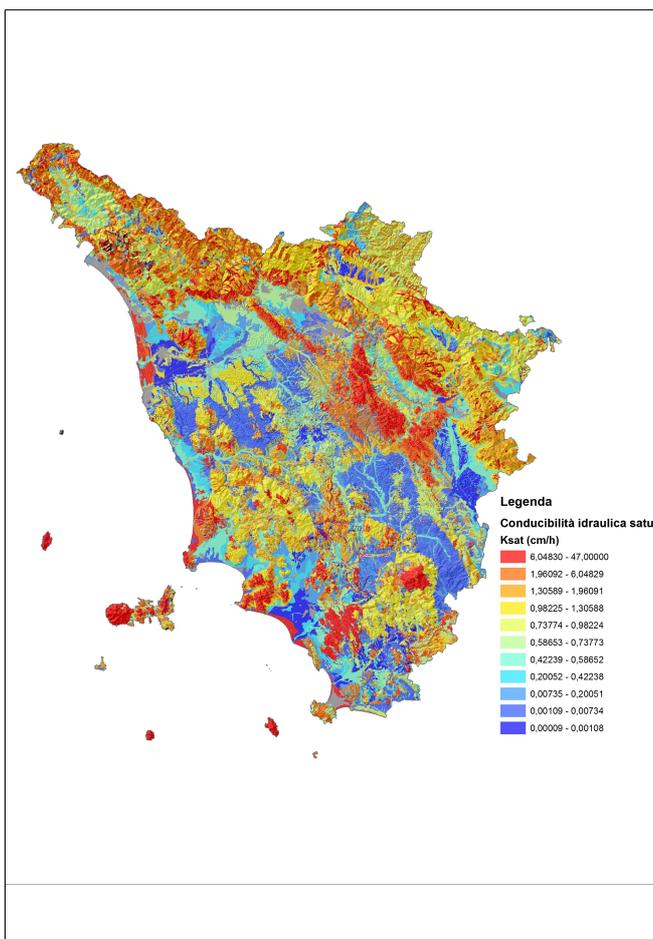


Legenda

Classi in cm/h

0.011 - 0.413
0.413 - 0.733
0.733 - 1.577
1.577 - 4.413
4.413 - 9.02

20000 0 20000 40000 Meters



Legenda

Conducibilità idraulica saturata
Ksat (cm/h)

6.04830 - 47.00000
1.96092 - 6.04829
1.30589 - 1.96091
0.98225 - 1.30588
0.73774 - 0.98224
0.58653 - 0.73773
0.42239 - 0.58652
0.20052 - 0.42238
0.00735 - 0.20051
0.00109 - 0.00734
0.00009 - 0.00108



Infine sono stati forniti i principali parametri elementari dei suoli dai quali sono state derivate i parametri idrologici, ovvero la composizione granulometrica e il contenuto in sostanza organica. La composizione granulometrica è intesa come contenuto percentuale in sabbia totale, limo totale e argilla, facendo riferimento alla dimensioni USDA delle particelle: argilla < 2micron; limo: 2-50 micron; sabbia: 50-2000.

La sostanza organica è espressa in percentuale.

Le elaborazioni qui sopra descritte sono fornite in formato shape file poligonale, proiettato nel sistema Monte Mario Italy 1 (Gauss Boaga fuso ovest), strutturato con i seguenti campi di cui si riporta il significato e l'unità di misura:

COD_UC	identificativo dell'unità cartografica dei suoli
AREA	area (mq)
GRAV	contenuto in acqua gravimetrica (mm)
CAP	contenuto in acqua capillare (mm)
KSAT_150	conducibilità idraulica satura intero suolo (cm/h)
KSAT_30	conducibilità idraulica satura strato 0-30 cm (cm/h)
SAB	contenuto in sabbia totale (%)
ARG	contenuto in argilla (%)
LIM	contenuto in limo (%)
SOSTORG	contenuto in sostanza organica (%)



Bibliografia

Brakensiek, D.L., Rawls, W.J. and Stephenson, G.R., 1984. Determining the saturated hydraulic conductivity of a soil containing rock fragments. *Soil Science Society of America Journal* 50, 834-835.

Schaap, M.G., 1999. Rosetta Version 1.0. US Salinity Laboratory, USDA, ARS: Riverside, CA. <http://www.usssl.ars.usds.gov/models/rosetta/rosetta.htm>.

Soil Survey Division Staff USDA – (1993) *Soil Survey Manual. Handbook 18*. Washington, D.C.

Torri D., Poesen J., Monaci F., Busoni E., 1994. Rock fragment content and fine soil bulk density. *Catena* 23, 65-71.

Wosten J. H. M., Lilly A., Nemes A., and Le Bas C., 1998. Using Existing Soil Data to Derive

Hydraulic Parameters for Simulation Models in Environmental Studies and in Land Use Planning. Final Report on the European Union Funded Project, SC-DLO, Wageningen.

Guermanni M. a cura di (2013) - Siti locali rappresentativi dei suoli della pianura e della collina emiliano-romagnola – Regione Emilia Romagna.