



 Regione Emilia-Romagna

 servizio geologico  
sismico e dei suoli

**CARTA DELLA  
CONDUCIBILITÀ  
IDRAULICA SATURA DEI  
SUOLI DELLA PIANURA  
EMILIANO-ROMAGNOLA**

scala 1:50.000

**NOTE ILLUSTRATIVE 2018**

a cura di:

**Paola Tarocco, Nazaria Marchi, Francesca Staffilani**

*Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*





## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DEFINIZIONI .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA CARTA.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CONSULTAZIONE DELLA CARTA .....</b>	<b>9</b>
4.1	Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH .....	9
4.2	Consultazione sul sito WEBGIS.....	10
4.3	Scaricamento dati.....	12
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA UTILIZZATA.....</b>	<b>13</b>
5.1	Calcolo della Ksat dei siti di riferimento locali e delle UTS .....	13
5.2	Costruzione della carta .....	14
5.2.1	Metodo 1: utilizzo dei siti rappresentativi o di riferimento locali.....	15
5.2.2	Metodo 2: utilizzo dei valori di Ksat sulla base dei profili modali dei suoli .....	17
5.2.3	Metodo 3: assegnazione della classi di Ksat in base a giudizio di esperto .....	18
5.2.4	Confronto fra il metodo dei siti rappresentativi e il metodo dei profili modali .....	19
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>21</b>





## 1 INTRODUZIONE

La Comunicazione 179/2002 "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" individua tra le funzioni svolte dal suolo anche quella di magazzinaggio, filtraggio e trasformazione affermando che "il suolo immagazzina e in parte trasforma minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche. Funge inoltre da filtro naturale per l'acqua sotterranea, la fonte principale di acqua potabile, e rilascia nell'atmosfera CO<sub>2</sub>, metano e altri gas".

Le proprietà idrologiche dei suoli sono infatti parametri richiesti come dati di input in diversi modelli comunemente utilizzati per fare previsioni, stime, valutazioni dei fenomeni che riguardano il movimento di acqua nel sistema suolo/falda/acque superficiali; costituiscono inoltre i parametri per valutazioni in campo ambientale riguardo alla funzione di filtro esercitata dai suoli nei confronti dei contaminanti verso le acque sotterranee.

## 2 DEFINIZIONI

La **conducibilità idraulica satura (Ksat)** è una misura della **capacità di un suolo saturo di trasmettere l'acqua quando soggetta ad un gradiente idraulico**.

Si raggiunge la situazione di saturazione quando l'acqua occupa tutti i pori del suolo o di un orizzonte. La saturazione è una condizione che si raggiunge nei suoli emiliano-romagnoli solo in occasione di precipitazioni molto abbondanti o in particolari situazioni morfologiche o ancora in presenza di falde superficiali.

La conducibilità idrica satura è una caratteristica importante in quanto indice della facilità con cui il suolo si lascia attraversare dall'acqua. Dipende dalle proprietà sia del mezzo poroso (geometria dei pori) che del fluido (viscosità e densità) che lo satura. Se la Ksat è alta l'acqua si muove velocemente, se bassa l'acqua si muove lentamente. I fattori che influenzano la Ksat sono:

- La **tessitura**: le dimensioni dei pori diminuiscono con le dimensioni delle particelle e conseguentemente suoli a tessitura fine sono meno permeabili;
- la presenza di **sostanza organica**: favorisce la struttura del suolo e aumenta la stabilità degli aggregati;
- la **struttura**: è relazionata alla continuità dei pori, un suolo ben strutturato è più permeabile di un suolo poco strutturato;
- la presenza di **canali** formati dalle radici o dall'attività biologica;
- le **dimensioni e la continuità dei pori**: tanto più i pori sono continui e sufficientemente grandi da permettere il passaggio di acqua ed aria, tanto più l'acqua si muove velocemente.

La Ksat può essere riferita a singoli orizzonti, ad una combinazione di orizzonti o all'intero suolo. La classe di permeabilità riferita all'intero suolo è quella dell'orizzonte o strato per cui è stata stimata la classe più bassa di Ksat nell'ambito della sezione di controllo **0-150 cm**.

La conducibilità idraulica non descrive la capacità dei suoli di regolare il flusso d'acqua al proprio interno nel loro contesto naturale. Un suolo situato in una classe molto alta può contenere acqua libera perché ci potrebbero essere orizzonti limitanti sotto il suolo o perché il suolo si trova in una depressione dove l'acqua proveniente dalle aree circostanti si accumula più velocemente di quanto non riesca a passare attraverso il suolo. In questi casi l'acqua potrebbe in realtà muoversi molto lentamente nonostante la Ksat sia alta.

Le classi di Ksat utilizzate sono quelle definite dal Soil Survey Manual USDA (1993)

KSAT	Classe	micro m/s	cm/h
1	Molto bassa	< 0,01	<0.0036
2	Bassa	0,01-0,1	0.0036 - 0.036
3	Moderatamente bassa	0,1-1	0.036 - 0.36
4	Moderatamente alta	1-10	0.36 - 3.6
5	Alta	10-100	3.6 - 36
6	Molto alta	>100	>36

Tabella 1. Classi di Ksat (SSM, 1993). In Emilia-Romagna i valori di Ksat sono espressi in **cm/h**



### 3 DESCRIZIONE DELLA CARTA

La carta descrive la classe di conducibilità idraulica satura dei suoli nei poligoni della carta dei suoli di pianura in scala 1:50.000 ed. 2018. Ad ogni poligono è attribuito una classe di conducibilità idraulica satura in basata alla metodologia descritta nel paragrafo 5.

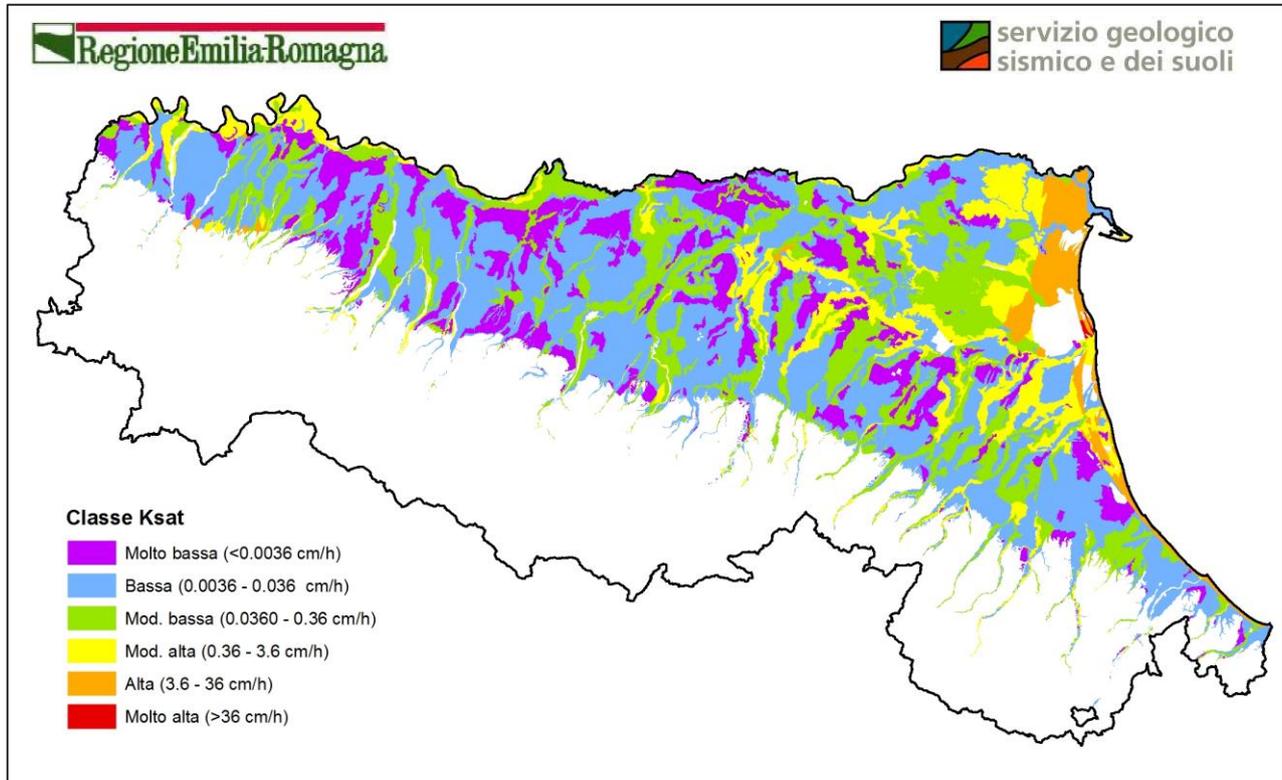


Figura 1. Carta della conducibilità idraulica satura dei suoli di pianura ed. 2018

Cod.	Classe Ksat	N. UTS <sup>1</sup>	% UTS
1	Molto bassa	44	21
2	Bassa	100	48
3	Moderatamente bassa	36	17
4	Moderatamente alta	12	6
5	Alta	13	6
6	Molto alta	4	2
		<b>209</b>	<b>100</b>

Tabella 2. Distribuzione dei 209 tipi di suoli (UTS) di pianura nelle classi di Ksat (sulla base dei profili modali)

Cod.	Classe Ksat	N. delineazioni	ha	% superficie
1	Molto bassa	400	184964.86	15.84
2	Bassa	1229	518717.30	44.43
3	Moderatamente bassa	551	275907.55	23.63
4	Moderatamente alta	202	139136.01	11.92
5	Alta	101	48065.40	4.12
6	Molto alta	2	646.70	0.06
		<b>2485</b>	<b>1167437.82</b>	<b>100</b>

Tabella 3. Distribuzione delle delineazioni e superfici complessive della pianura nelle classi di Ksat

<sup>1</sup> Sono state incluse in questo elenco solo i suoli di pianura (Ksat calcolata sui profili modali)

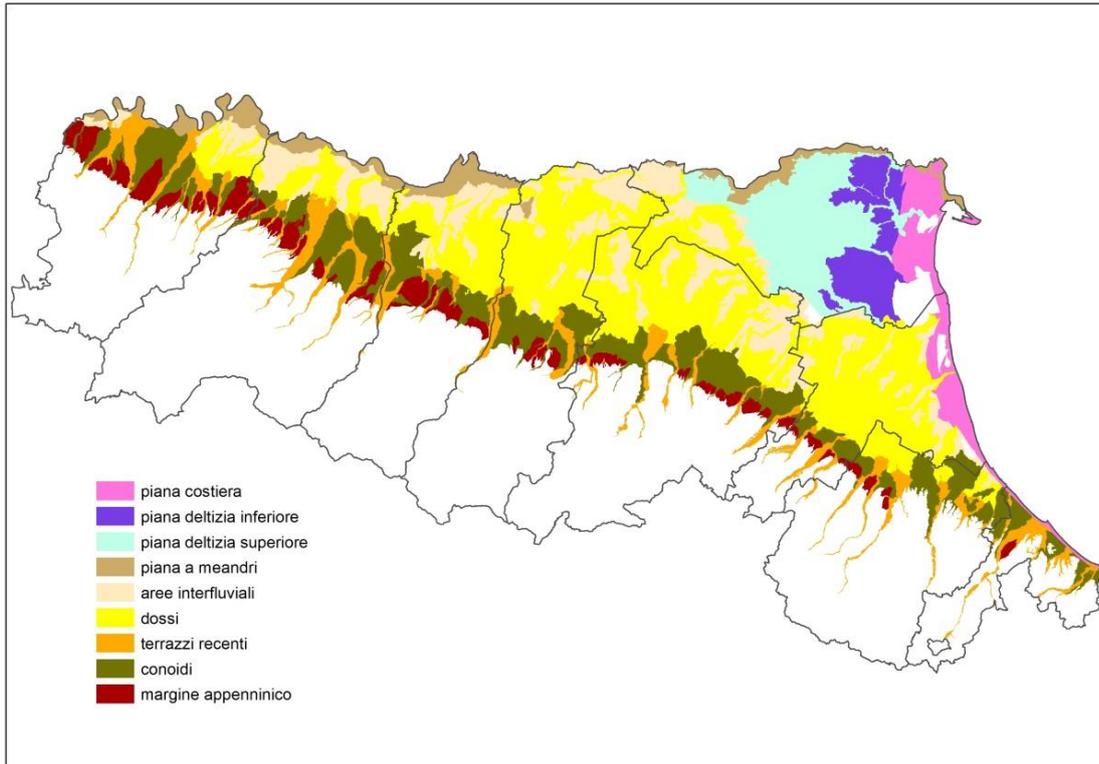


Figura 2. Pedopaesaggi della pianura emiliano-romagnola derivati dalla carta dei suoli in scala 1:50.000

### **Suoli a conducibilità idraulica satura molto bassa**

Ricadono in questa classe il 21% dei suoli (tabella 2) e il 16% della superficie di pianura (tabella 3). Sono per lo più Vertisuoli caratterizzati da valori di argilla piuttosto elevati (40-70%) presenti nelle aree depresse della pianura alluvionale, in interconoidi nella piana pedemontana e nel margine appenninico. Sono particolarmente diffusi nella pianura parmense, reggiana e modenese, ma c'è una buona presenza anche nella pianura bolognese e ferrarese. La loro diffusione in Romagna è più sporadica, per lo più nel Ravennate.

### **Suoli a conducibilità idraulica satura bassa**

Ricadono in questa classe quasi la metà dei suoli -48%- (tabella 2) ed il 44% della superficie di pianura (tabella 3). Vi si trovano suoli a tessitura argillosa e argillosa limosa (con valori di argilla di solito inferiori a quelli compresi nella classe molto bassa) e suoli caratterizzati da elevati contenuti di limo. A differenza di quanto accade nelle regioni limitrofe (Veneto, Toscana) i suoli a tessitura franco limosa e franco limosa argillosa in Emilia-Romagna sono caratterizzati da valori di densità apparente piuttosto elevati (Ungaro, 2007) e questo ovviamente condiziona la conducibilità idraulica. Questi suoli sono presenti in tutta la pianura, da Piacenza a Rimini, nella pianura alluvionale e deltizia interna in ambiente di dosso e di transizione con le valli, nelle conoidi ed interconoidi della piana pedemontana e nei terrazzi intravallivi.

### **Suoli a conducibilità idraulica satura moderatamente bassa**

Ricadono in questa classe il 17% dei suoli (tabella 2) e il 24% della superficie di pianura (tabella 3). Questi suoli, caratterizzati da tessitura franco limosa e franca, si ritrovano sui dossi della pianura alluvionale e deltizia interna e nella piana a meandri del Po. Sono particolarmente diffusi in provincia di Ferrara, nella zona vicina al Po della provincia di Reggio e sui dossi dei principali fiumi appenninici (Arda, Taro, Baganza-Parma, Enza, Secchia, Panaro, Reno, Idice, Lamone, Pisciatello, Conca).

### **Suoli a conducibilità idraulica satura moderatamente alta**

Ricadono in questa classe il 6% dei suoli (tabella 2) e l'12% della superficie di pianura (tabella 3). Questi suoli sono caratterizzati da tessitura franco sabbiosa o sabbiosa franca oppure sono suoli organici. Si concentrano nella piana alluvionale orientale sulla parte apicale dei dossi dei fiumi appenninici a partire dal



Reno e nella provincia di Ferrara nelle zone del delta esterno caratterizzate da suoli organici (Valle del Mezzano, zona fra Jolanda di Savoia, Mezzogoro e Codigoro). Si ritrovano anche nella piana a meandri attuale del Po.

#### **Suoli a conducibilità idraulica satura alta**

Ricadono in questa classe il 6% dei suoli (tabella 2) e il 4% della superficie di pianura (tabella 3). Sono suoli caratterizzati da tessitura sabbioso franca o sabbiosa. A questa classe appartiene quasi tutta la piana costiera, sporadicamente la piana a meandri attuale del Po (isoloni sabbiosi) e la parte culminale del dosso del Reno.

#### **Suoli a conducibilità idraulica satura molto alta**

Ricadono in questa classe il 2% dei suoli caratterizzati da tessitura sabbiosa (tabella 2) e solo 0.1% della superficie di pianura (tabella 3) in quanto nella carta solo due delineazioni della piana costiera appartengono a questa classe.



## 4 CONSULTAZIONE DELLA CARTA

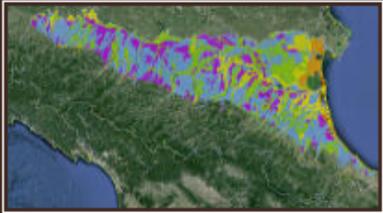
### 4.1 Consultazione sul sito basato su GOOGLE EARTH

La Carta della Conducibilità idraulica satura dei suoli della pianura emiliano-romagnola è consultabile sul sito [I suoli dell'Emilia-Romagna](http://geo.regione.emilia-romagna.it)<sup>2</sup>, definito brevemente CARTPEDO, nella sezione **Carte applicative**.

**2.17 Conducibilità satura (Ksat) dei suoli di pianura** new

Per conducibilità idraulica satura (Ksat) s'intende la capacità del suolo di trasmettere l'acqua quando è in condizioni di saturazione. Un suolo raggiunge la condizione di saturazione quando tutti i pori sono occupati da acqua. Nei suoli emiliano-romagnoli questa condizione si raggiunge in occasione di precipitazioni molto abbondanti, o in particolari situazioni morfologiche o ancora in presenza di falde superficiali. Le proprietà idrologiche dei suoli sono parametri richiesti per fare previsioni, stime e valutazioni dei fenomeni che riguardano il movimento di acqua nel sistema suolo/falda/acque superficiali. La conducibilità idrica satura è un indice della facilità con cui il suolo trattiene o rilascia acqua. La carta descrive la distribuzione areale della conducibilità idraulica satura dei suoli nei poligoni della carta dei suoli di pianura in scala 1:50.000. Ogni poligono è descritto da una classe di Ksat (SSM,1993).

**Scala 1:50.000**



- apri la [Carta della conducibilità satura \(Ksat\) dei suoli di pianura](#) in Google Earth
- apri la [Carta della conducibilità satura \(Ksat\) dei suoli di pianura](#) con il Plugin di Google Earth
- apri le note illustrative della [Carta della conducibilità satura \(Ksat\) dei suoli di pianura](#)
- visualizza i [metadati della Carta della conducibilità satura \(Ksat\) dei suoli di pianura](#)

Figura 3. Presentazione della carta nel sito I suoli dell'Emilia-Romagna

Questo sito è di facile utilizzo e usa come base cartografica GOOGLE EARTH. Presenta il vantaggio di poter essere personalizzato a piacere in quanto l'utente può sovrapporre alle cartografie proposte nel sito i propri tematismi.

Attivando il link [apri la carta della conducibilità idraulica satura dei suoli della pianura emiliano-romagnola](#) in Google Earth o con il plugin di Google Earth si apre la carta richiesta su base Google Earth.

Cliccando su un poligono si apre un balloon con i contenuti informativi ovvero la classe di conducibilità idraulica satura nel poligono interrogato, il giudizio di attendibilità e la legenda.

E' presente anche l'**attendibilità della stima**, ovvero il grado di affidabilità del valore fornito, che è un'informazione molto importante per una corretta interpretazione della carta.

E' possibile anche aprire le note illustrative correlate.

Il dato assente è stato assegnato agli alvei di piena ordinaria e ai corpi d'acqua.

**I suoli dell'Emilia-Romagna**

Carta della Conducibilità idraulica satura (Ksat) dei suoli della pianura emiliano-romagnola - Livello di dettaglio 1:50.000

**Classe**

Moderatamente bassa

**Attendibilità**

Alta

**Legenda**

**Classe Ksat [\*]**

- Molto bassa (<0.0036 cm/h)
- Bassa (0.0036 - 0.036 cm/h)
- Moderatamente bassa (0.036 - 0.36 cm/h)
- Moderatamente alta (0.36 - 3.6 cm/h)
- Alta (3.6 - 36 cm/h)
- Molto alta (>36 cm/h)

\* Soil Survey Manual USDA, 1993.

**Anno di aggiornamento**

2015

[apri note illustrative](#)



Figura 4. Interfaccia di consultazione dei poligoni

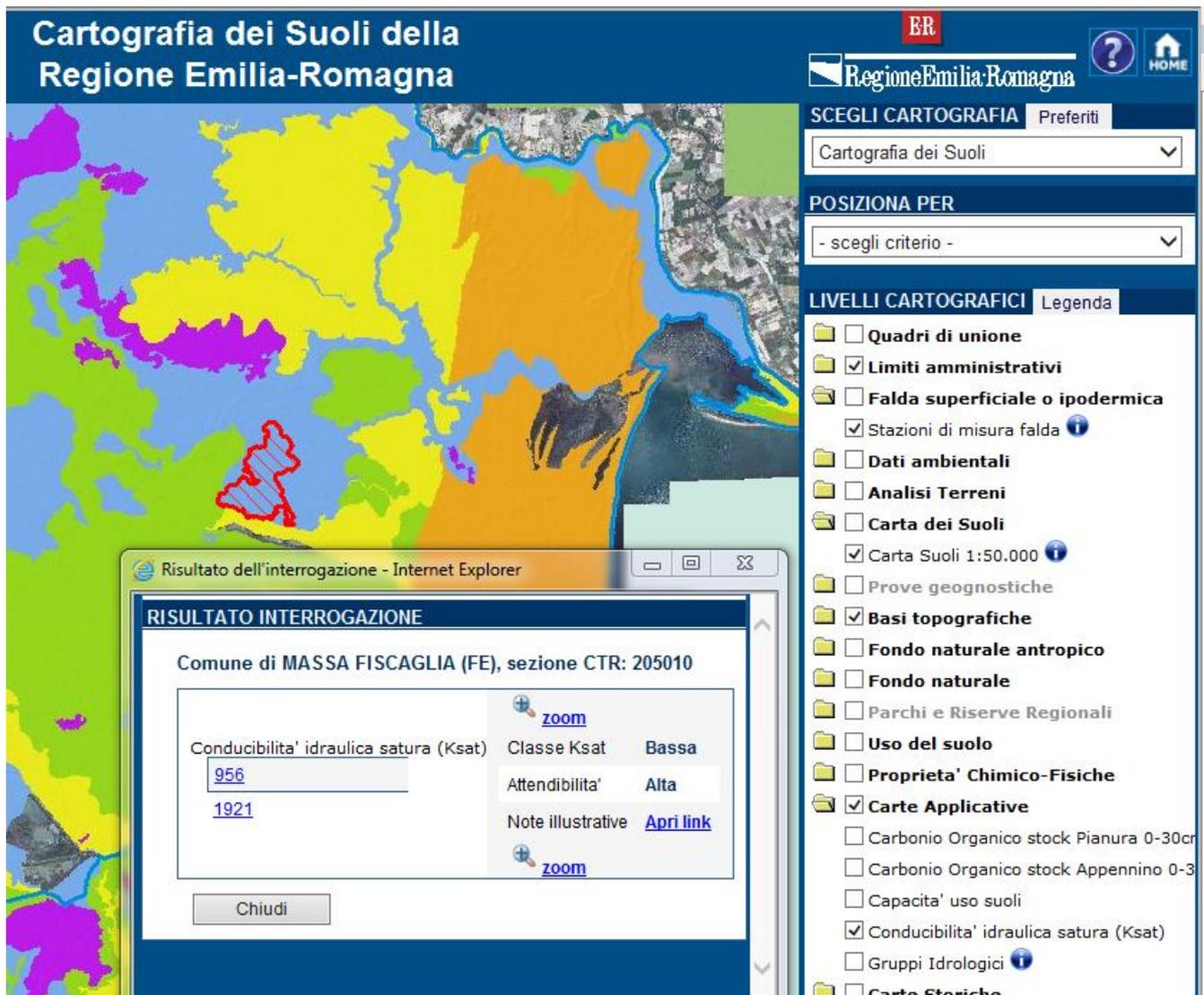
<sup>2</sup> <http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>



## 4.2 Consultazione sul sito WEBGIS

La carta della conducibilità idraulica satura dei suoli di pianura è consultabile sul sito **Cartografia dei suoli della Regione Emilia-Romagna**<sup>3</sup>, definito brevemente WEBGIS. All'apertura vanno attivati i pop-up, indifferente dal browser utilizzato.

Nella sezione di destra sono presenti le basi cartografiche visualizzabili, alcuni attivi di default altri no, il livello relativo alla carta di conducibilità idraulica satura, appartenente al gruppo Carte tematiche, deve essere attivato dall'utente. Nella sezione di sinistra vi sono gli strumenti di consultazione dei livelli cartografici. Per ulteriori informazioni consultare la Guida in alto a destra. . La carta è consultabile nella parte delle **Carte Applicative** mediante il pulsante IDENTIFY, dove cliccando sulla zona d'interesse questa viene selezionata e compare la seguente scheda, in cui compare la classe di conducibilità idraulica satura assegnata al poligono ed il giudizio di attendibilità.



The screenshot shows the 'Cartografia dei Suoli della Regione Emilia-Romagna' website. The main map area displays a colorful map of the region. A pop-up window titled 'RISULTATO INTERROGAZIONE' is open, showing data for the 'Comune di MASSA FISCAGLIA (FE), sezione CTR: 205010'. The data includes 'Conducibilita' idraulica satura (Ksat)' with values 956 and 1921, 'Classe Ksat' as 'Bassa', and 'Attendibilita'' as 'Alta'. There are 'zoom' and 'Apri link' buttons. The right sidebar contains a legend for 'LIVELLI CARTOGRAFICI' with various categories like 'Basi topografiche', 'Fondo naturale antropico', and 'Carte Applicative'. The 'Carte Applicative' section is expanded, showing 'Conducibilita' idraulica satura (Ksat)' as checked.

Figura 5. Esempio di consultazione sul sito WEBGIS con lo strumento IDENTIFY

La legenda dei colori (Fig. 5) si riferisce alla classe di conducibilità idraulica satura nei singoli poligoni.

<sup>3</sup> <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis-suoli>

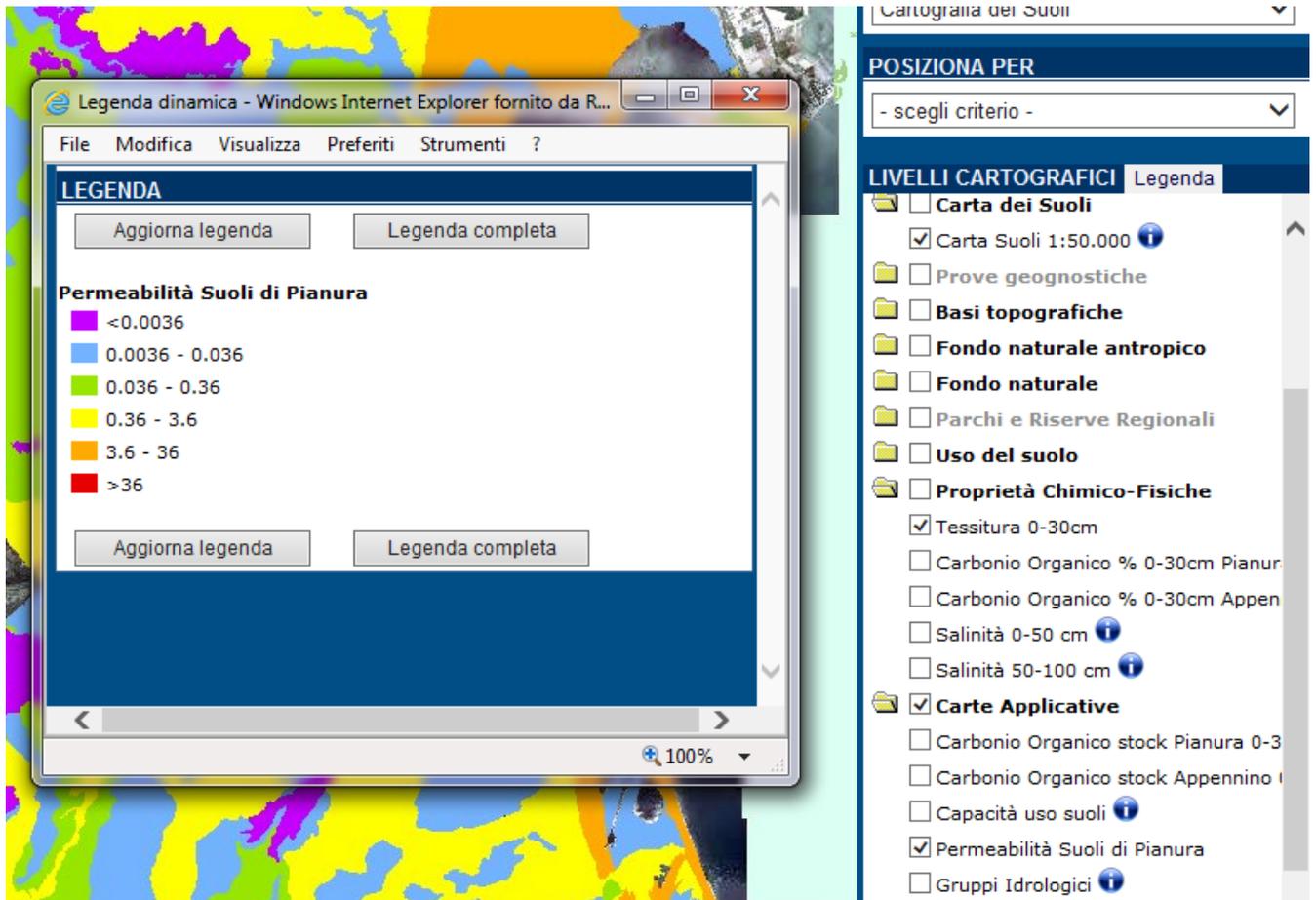


Figura 6. Legenda della carta sul sito WEBGIS



### 4.3 Scaricamento dati

Lo shapefile della carta della conducibilità idraulica satura si scarica dal sito del **Geocatalogo**<sup>4</sup> dalla sezione **Suoli - Carte applicative**.

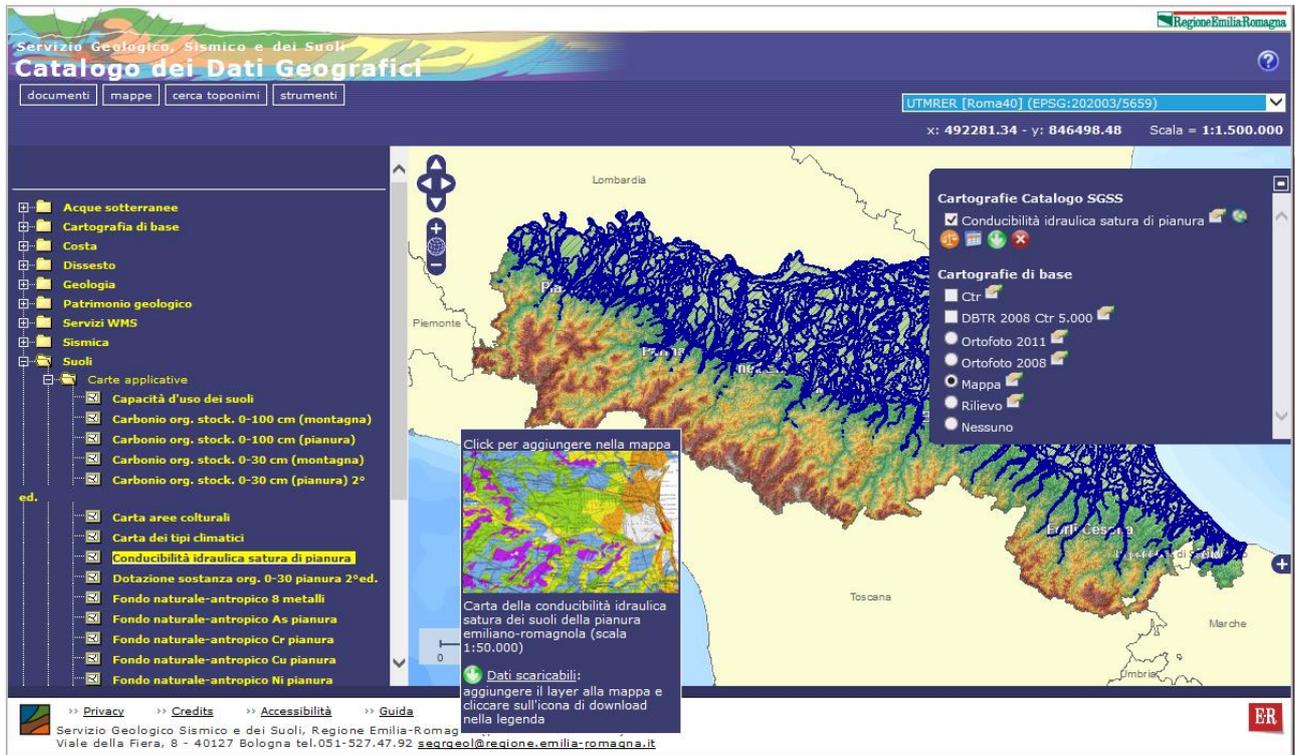


Figura 7. Interfaccia di scaricamento dei dati geografici

Lo scaricamento della cartografia è possibile anche cliccando il pulsante  nella sezione di destra del WEBGIS, alla voce *Apri nel Catalogo dei Dati Geografici*. Da qui ci si collega al sito del Geocatalogo da cui si può scaricare lo shapefile dell'area interessata.



<sup>4</sup> <http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>



## 5 METODOLOGIA UTILIZZATA

La carta della conducibilità idraulica satura dei suoli della pianura emiliano-romagnola descrive la distribuzione areale delle classi di Ksat nei poligoni della carta dei suoli regionale a scala 1:50.000.

I poligoni della carta dei suoli sono aree con presenza e distribuzione dei suoli tipica e ricorrente (la distribuzione è contenuta nella descrizione delle Unità Cartografiche - UC). Ogni poligono è descritto in modo univoco dalla percentuale e la distribuzione nel paesaggio dei suoli (Unità Tipologiche di Suolo - UTS) in esso presenti.

Ogni suolo, a sua volta, è descritto sia dal punto di vista morfologico (colori, figure pedogenetiche) che dal punto di vista chimico-fisico: le proprietà chimico-fisiche possono essere rilevate in campagna, determinate da analisi di laboratorio o in parte derivate da **pedofunzioni**. Queste ultime permettono di stimare quei caratteri dei suoli altrimenti difficilmente misurabili sia in campo che in laboratorio partendo da parametri semplici quali ad esempio la tessitura e il contenuto di carbonio organico.

In particolare nella Banca Dati dei Suoli della Regione Emilia-Romagna parametri fisici quali da densità apparente dei suoli (Bulk Density - BD) e la conducibilità idraulica a saturazione (Ksat) sono state in gran parte derivate da pedofunzioni (tabella 4):

- i. Calibrate: su dati misurati e disponibili a livello regionale, dal CNR-IBIMET di Firenze (Ungaro F., Calzolari C., 2013) nel caso della densità apparente;
- ii. di letteratura: (Brakensiek et al. 1984), partendo dalla tessitura, dal contenuto di carbonio organico e dalla densità apparente, nel caso della Ksat.

### 5.1 Calcolo della Ksat dei siti di riferimento locali e delle UTS

Le pedofunzioni per la stima della densità apparente e della Ksat sono state applicate ai singoli orizzonti delle osservazioni pedologiche ricollegate alle UTS appartenenti all'Archivio Regionale (**siti rappresentativi locali**) e ai **profili modali** delle UTS<sup>5</sup> fino alla profondità di **100-150 cm**. Il calcolo della Ksat è completo per i siti attribuiti a suoli di pianura, parziale per i siti attribuiti a suoli di collina e montagna, in quanto le pedofunzioni per il calcolo delle densità apparente (da cui dipende il calcolo della Ksat) degli orizzonti profondi dei suoli di collina e montagna sono state ritenute poco attendibili essendo supportate da un numero di misure molto basso e quindi non sono state applicate; per questi suoli il calcolo della Ksat è stato eseguito solo per gli orizzonti superficiali. Questa situazione si verifica nel margine appenninico, dove sono presenti nelle delineazioni una certa percentuale di suoli di collina.

Per una più completa trattazione sulle pedofunzioni usate consultare le note illustrative relative ai siti di riferimento locali<sup>6</sup>.

Cod. PTF	Pedofunzione di calcolo	Orizzonti sui cui la PTF viene utilizzata	Riferimento
1296	Densità apparente orizzonti con C organico. > 2,15%	orizzonti O torbosi e Ap con valori elevati di sostanza organica.	Hollis et al, 2012
1297	Densità apparente orizzonti A generici e forestali	orizzonti A di suoli su pascoli, prati stabili e forestali.	Hollis et al, 2012 ricalibrata
1298	Densità apparente orizzonti Ap generici	orizzonti Ap, Ap1 e Ap2	CNR, 2013
1299	Densità apparente orizzonti B generici di pianura	orizzonti B, Ap2 ,orizzonti sepolti, in ambiente di pianura	CNR, 2013
1301	Densità apparente orizzonti C generici di pianura	orizzonti C, CB e BC, in ambiente di pianura	CNR, 2013
1094	Ksat	Tutti	Brakensiek et al. 1984

Tabella 4. Elenco delle pedofunzioni utilizzate

<sup>5</sup> Per **profilo modale** dell'UTS (DerivedSoilProfile nel concetto INSPIRE) s'intende un profilo virtuale le cui caratteristiche sono derivate dai rispettivi valori delle varie osservazioni ricollegate all'UTS. I valori attribuiti alle singole proprietà del profilo modale derivano da elaborazioni statistiche, giudizio di esperto o da calcoli.

<sup>6</sup> [http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/SITI\\_BENCHMARK\\_RER.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/SITI_BENCHMARK_RER.pdf)



## 5.2 Costruzione della carta

La carta della Ksat utilizza i poligoni (delineazioni) della carta dei suoli 1:50.000 ed. 2018. In quest'ultima ogni delineazione è la rappresentazione grafica dell'estensione areale di una o più unità tipologiche di suolo rilevate in campo, dove la presenza del suolo è espressa in percentuale (%) di superficie occupata. La carta dei suoli di pianura è costituita da **2486**<sup>7</sup> delineazioni di cui 2330 sono descritte interamente da suoli di pianura, mentre 125 delineazioni appartenenti al margine appenninico comprendono anche suoli di collina.

Il valore di Ksat attribuito alla carta deriva dalla **media ponderata delle Ksat** attribuite ad ogni tipo di suolo (UTS). L'attribuzione del valore di Ksat alla delineazione è stata effettuata con tre modalità in funzione della disponibilità dei dati:

1. Utilizzo dei siti rappresentativi locali;
2. Utilizzo dei profili modali delle UTS;
3. Assegnazione per giudizio di esperto.

Sono state prodotte due carte di Ksat utilizzando rispettivamente i metodi 1 e 2.

Il **metodo 1**, che è quello ritenuto più preciso perché rispecchia maggiormente la variabilità locale e a cui viene attribuita attendibilità **alta**, è applicabile solo per le 1950 delineazioni che presentano solo suoli di pianura e tutti corredati da siti locali (figura 12).

Il **metodo 2** è applicabile a alle 2328 delineazioni (figura 13) con solo suoli di pianura, in quanto tutte le 209 UTS sono corredate di valori di Ksat nei profili modali; perde però di sensibilità locale e gli viene attribuita attendibilità **media**. Nella carta finale il metodo 1 prevale sul metodo 2. Nel paragrafo 5.2.4 vengono illustrate le differenze occorrenti sulle 662 delineazioni calcolate con entrambi i metodi che presentano classi di Ksat differenti.

Il **metodo 3** è stato usato solo per le 125 delineazioni del margine appennino dove sono presenti anche suoli di collina sui quali non è possibile calcolare la Ksat. A queste è stata attribuita attendibilità **bassa**.

La carta finale (figura 1) risulta dall'unione delle 1950 delineazioni calcolate con il primo metodo, delle 411 delineazioni residue calcolate con il secondo metodo e delle 125 calcolate con il terzo metodo.

Il quadro generale dei metodi applicati è desumibile tramite la rappresentazione dell'attendibilità (figura 8).

Metodo utilizzato assegnazione Ksat	N. Delineazioni calcolabili	%	N. delineazioni carta finale	%	Attendibilità assegnata
<b>1. Siti rappresentativi locali</b>	1950	78	1950	78	alta
<b>2. Profili modali</b>	2328	94	411	17	media
<b>3. Stima esperto</b>	125	5	125	5	bassa
			<b>2486</b>	<b>100</b>	

Tabella 5. Metodi applicati per il calcolo della Ksat nelle singole delineazioni

<sup>7</sup> Il numero delle delineazioni considerate di pianura è stato allargato rispetto a quanto descritto nelle note illustrative della carta dei suoli 1:50.000 in quanto sono stati inclusi in questa carta anche terrazzi alluvionali di vario ordine (di dimensioni talora molto piccole) presenti nell'ambiente collinare

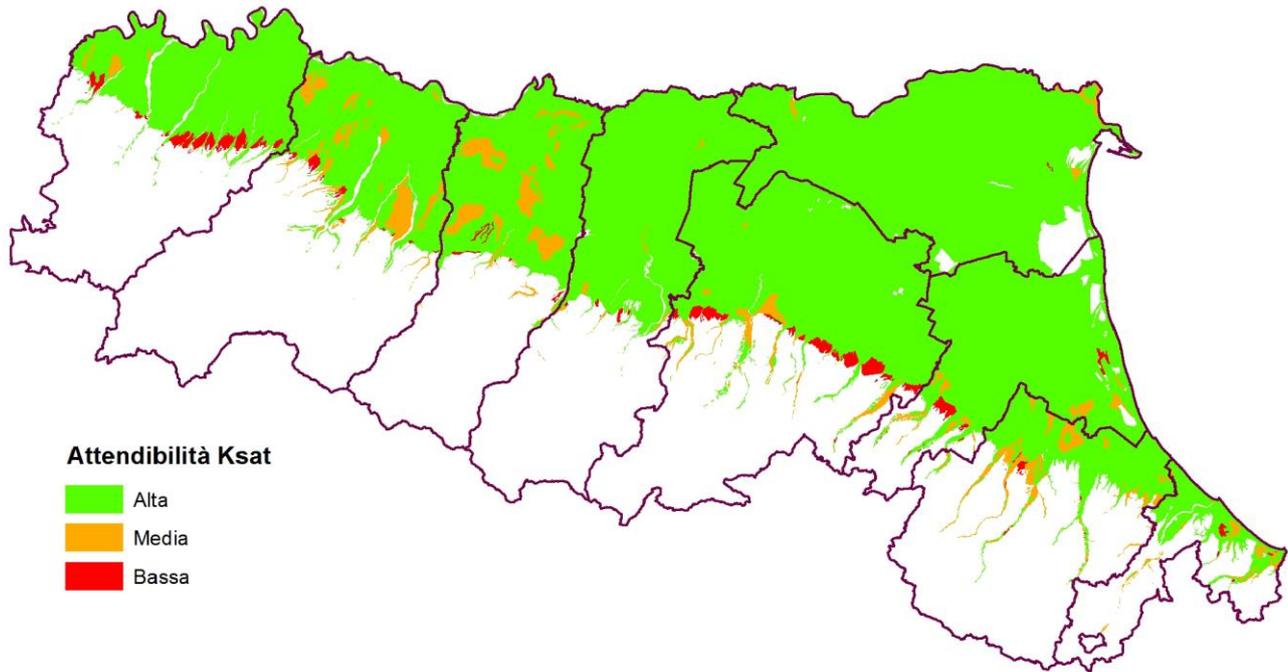


Figura 8. Carta del valore di attendibilità assegnato

### 5.2.1 Metodo 1: utilizzo dei siti rappresentativi locali

Nella carta dei suoli le UTS di ogni delineazione vengono nel dettaglio descritte attraverso osservazioni analizzate effettuate nella stessa delineazione o in prossimità di essa.

Osservazioni che rappresentano le caratteristiche tipiche locali di un tipo di suolo vengono definiti **siti rappresentativi** o **siti benchmark**. La scelta dei siti rappresentativi è stata eseguita tenendo conto anche della variabilità locale.

ID delin	Tipo	Data Agg	Grado Fiducia modello distribuzione suoli	Metodo apposizione Limite	Fiducia Limite
7546	rilevata e descritta singolarmente	19/01/2012	Moderato	per limite di pattern da analisi di immagine evidente	alto

Unità cartografica			
Lotto UC	Cod UC	Sigla UC	Descrizione UC
A1601	<a href="#">0220</a>	BAU1	consociazione dei suoli BAURA franco argillosi limosi

Note sui suoli		
Nessuna nota		

Ambiente		
Geomorfologia	Caratteri Stazionali	Uso del Suolo
argini naturali e dossi di piana dell'elizia		mais, sorgo, (ciclo estivo), frutteti: pomacee, frutteti: drupacee

Distribuzione dei suoli nella delineazione									
Archivio	Suolo	Suoli presenti			Distribuzione			Siti di riferimento nella delineazione	
		Nome Suolo	Rappresentatività regionale	%	Fiducia	Localizzazione	Sito	Rappresentatività	Localizzazione
F5008	<a href="#">BAU1</a>	BAURA franco argilloso limosi	Osservazioni rappresentative	55	Moderato	diffusione omogenea.	<a href="#">7596</a>	rappresentativo	nella delineazione
F5008	<a href="#">BAU4</a>	BAURA franco limosi	Osservazioni rappresentative	20	Moderato	piccoli canali o parti di essi	<a href="#">9263</a>	rappresentativo	delineazioni vicine
F5008	<a href="#">BOC1</a>	BOCCALEONE franco limosi	Osservazioni rappresentative	10	Moderato	piccoli canali o parti di essi	<a href="#">11393</a>	rappresentativo	delineazioni vicine
F5008	<a href="#">VAL1</a>	VALLONA franco argilloso limosi	Osservazioni rappresentative	5	Moderato	piccole depressioni	<a href="#">3253</a>	rappresentativo	delineazioni vicine
F5008	<a href="#">VOL1</a>	VOLANO franchi	Osservazioni rappresentative	4	Moderato	piccoli canali e ventagli di rotta	<a href="#">7599</a>	rappresentativo	delineazioni vicine
F5008	<a href="#">GAR1</a>	GARUSOLA franco sabbiosi	Osservazioni rappresentative	4	Moderato	piccoli ventagli di rotta	<a href="#">19020</a>	rappresentativo	delineazioni vicine
F5008	<a href="#">SRE1</a>	STRADA REALE franco limosi	Osservazioni rappresentative	2	Moderato	porzioni distali verso la piana dell'elizia esterna.	<a href="#">3208</a>	rappresentativo	delineazioni vicine

Figura 9. Esempio di delineazione che presenta per tutti i suoli un sito rappresentativo



Nelle 2486 delimitazioni della carta di pianura 1:50.000 sono disponibili **2341** siti rappresentativi locali. La Ksat attribuita ad ogni sito corrisponde al valore di Ksat dell'orizzonte meno permeabile nella sezione di controllo (profondità 0-150 cm). Non tutti i siti hanno valori analitici (e quindi di Ksat) fino a questa profondità per cui si sono verificate 3 situazioni:

- 1068 siti analizzati fino a profondità  $\geq 150$  cm: in questo caso è stato assegnato il valore di Ksat dell'orizzonte meno permeabile come esemplificato in figura 10.
- 1235 siti analizzati fino a profondità  $< 150$  cm (in media 100-120 cm). In questo caso è stato comunque assegnato un valore di Ksat sulla base di una valutazione ragionata sul tipo di suolo ricollegato al sito.
- 38 siti ricollegati a suoli collinari (presenti nell'ambiente di margine appenninico) dove è presente solo il valore di Ksat dell'orizzonte A(p). In questo caso il valore di Ksat del suolo non è stato assegnato.

PARAMETRI ANALITICI/STIMA DEL SITO DI RIFERIMENTO																							
DELINEAZIONE N. 7546, SUOLO: BAU4																							
		ORIZZONTI DEL SITO							ANALISI													METADATI	
		Orizzonte genetico				Prof.orizzonte			Campione			Analisi chimico-fisiche										Analisi fisiche	
SITO	N. oriz.	Discont	Orizmast	Sufalf	Sufnum	min cm	max cm	Schel. %	N. camp	min cm	max cm	Sabbia	Limo	Argilla	Classe	pH-H2O	C.org.	Sest.org.	Calc.Tot.	Calc.Att.	C.S.C.	Dens.App.	KSat
9263	1		A	p		0	50	0	1	30	50	10	63	27	FL	8,1	1,218	2,1	11	4	16,38	1,5	0,036
9263	2		B	w		50	100	0	1	65	85	7	64	29	FLA	8,2	0,928	1,6	10	4	19,29	1,53	0,019
9263	3		C	k	1	100	140	0	1	110	130	5	68	27	FL	8,2	0,58	1	18	9	16,49	1,69	0,006
9263	4		C	k	2	140	210	0	1	140	150	5	64	31	FLA	8,2	0,812	1,4	12	6	19,6	1,77	0,001

Figura 10. Esempio di sito rappresentativo con analisi disponibili fino a profondità  $\geq 150$  cm. Nel cerchio il valore di Ksat assegnato al sito.

L'**81%** (2012) delle **2486** delimitazioni di **pianura** hanno i siti rappresentativi per ogni suolo che le compongono, il **14%** (338) presentano il sito rappresentativo solo per alcuni dei suoli presenti e solo il **5%** (136) non presenta nessun sito rappresentativo. Se si considerano però le superfici complessive si riscontra che ben il **92%** del territorio interessato dalla carta dei suoli di pianura (sono esclusi alvei e corpi d'acqua) presenta i siti completi (vedi figura 11).

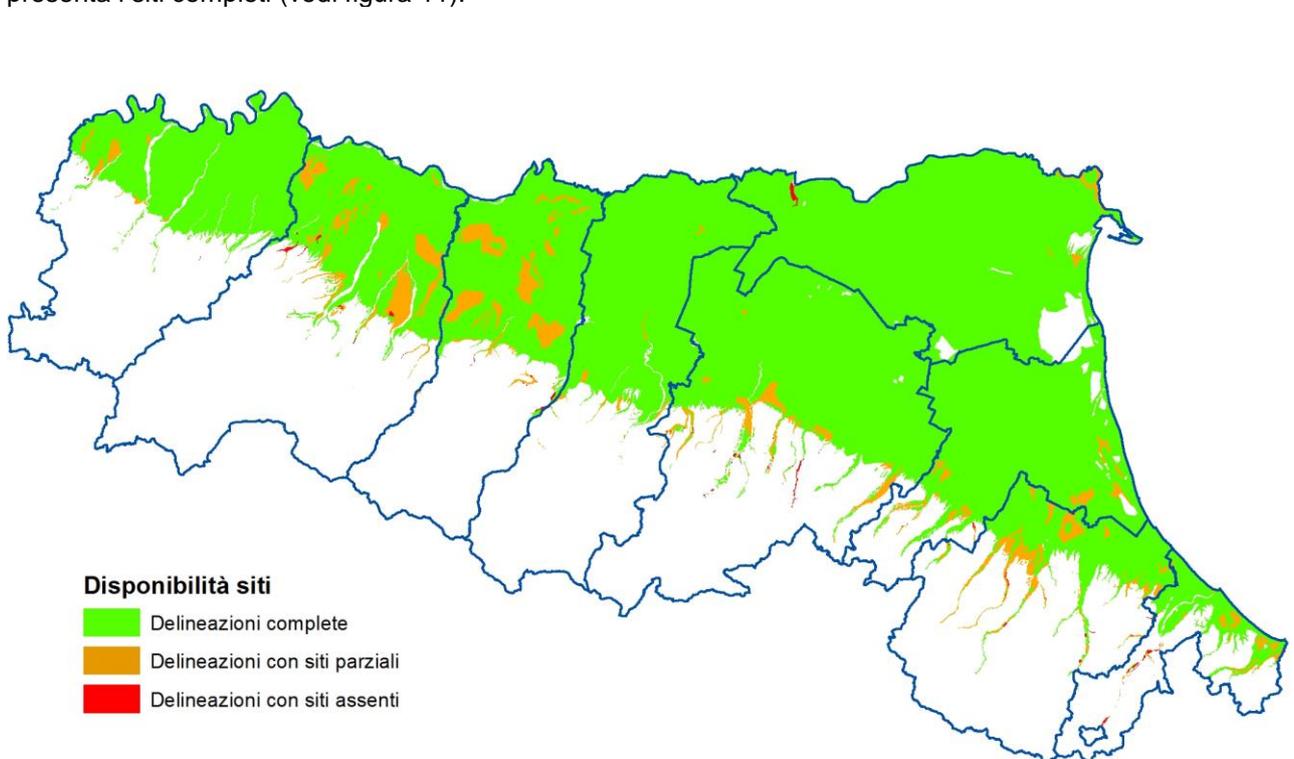


Figura 11. Rappresentazione della distribuzione delle delimitazioni con siti nella zona di pianura nell'edizione 2018 della carta dei suoli



E' stato possibile assegnare solo a **1950** delineazioni sulle 2012 complete il valore di Ksat che corrisponde al valore medio ponderato dei valori di Ksat dei singoli suoli in funzione della loro percentuale di diffusione all'interno della delineazione stessa. Per **70** delineazioni del margine appenninico che presentano comunque tutti i siti rappresentativi, il valore di Ksat non è stato calcolato in quanto è presente una certa percentuale di suoli di collina sui cui siti ricollegati non è stato calcolato il valore di Ksat.

Il valore di Ksat ottenuto sulle 1950 delineazioni (in cm/h) è stato poi classato sulla base della classificazione riportata alla tabella 1. A questi poligoni è stato assegnato un **valore di attendibilità alto**.

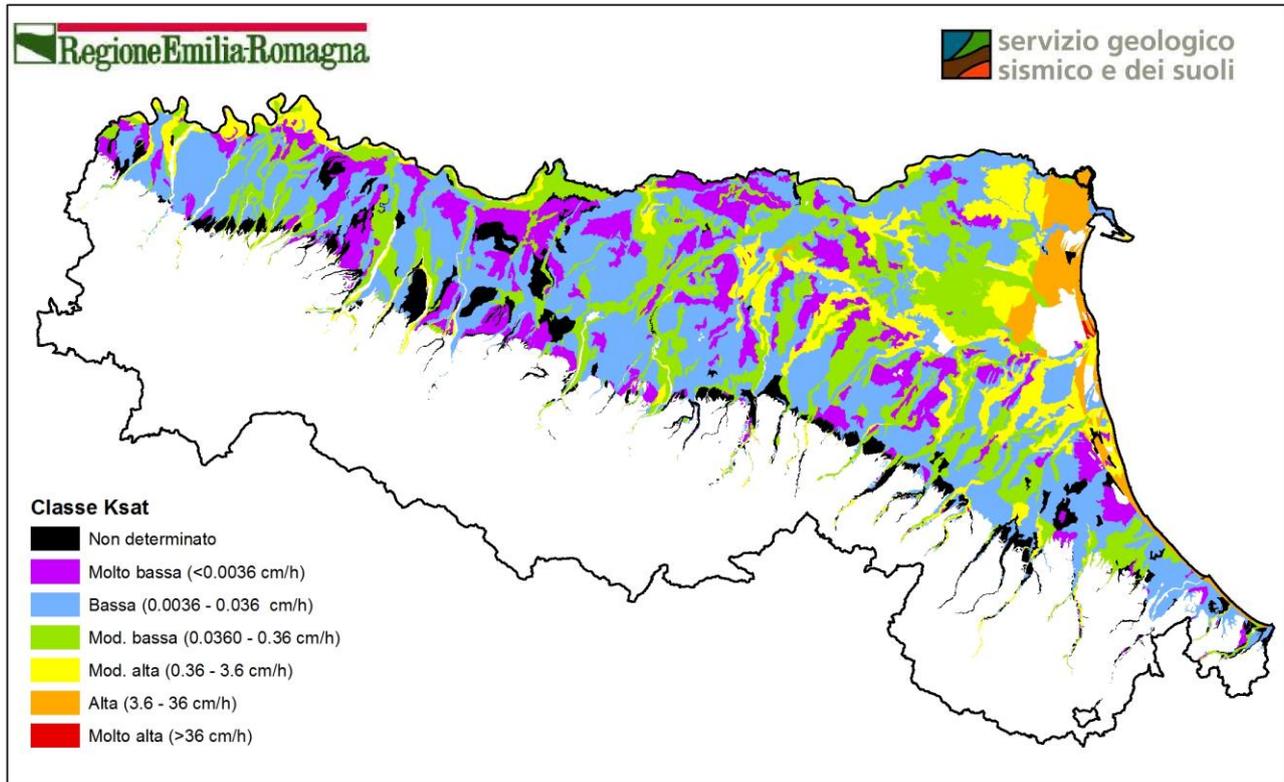


Figura 12. Carta della Ksat usando i siti rappresentativi locali. I poligoni non caratterizzati (perché incompleti oppure con suoli di collina) sono colorati di nero

### 5.2.2 Metodo 2: utilizzo dei valori di Ksat sulla base dei profili modali dei suoli

Ogni unità tipologica di suolo di pianura (UTS) viene descritta anche in termini di **sequenza tipica** di orizzonti genetici a cui sono allegati i **valori modali** di alcuni parametri (sabbia, argilla, % scheletro, sostanza organica) che sono stati utilizzati per calcolare, mediante pedofunzioni, i valori di densità apparente e di Ksat<sup>8</sup>. Il valore di Ksat del suolo viene assegnato in base al valore dell'orizzonte meno permeabile presente entro una profondità di 150 cm.

<sup>8</sup> Gli orizzonti genetici dei suoli (**profili modali**) sono consultabili sul Catalogo dei tipi di suolo [http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/catalogo\\_tipi\\_suolo.jsp](http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/catalogo_tipi_suolo.jsp)



Orizzonti genetici del suolo (valori modali)														
N°	OrizGen	ProfLimSup	Spes	Arg	Sab	% Schel	S.O.	CalcTot	pH	Ksat	BD	Concentrazioni	% Conc	Qualità
1	Ap	0	50	26	15	0	1.8	8	7.8	0.05101	1.5	masse cementate di carbonato di calcio	0	alta
2	Bw	50	35	26	15	0	1.3	11	8.1	0.02801	1.57	masse cementate di carbonato di calcio	0	bassa
3	Bk	85	40	23	20	0	0.7	20	8.1	0.03099	1.63	masse cementate di carbonato di calcio	2	media
4	BC o C (g)	125		25	28	0	0.8	21	8.3	0.14676	1.47			bassa

Figura 13. Dal Catalogo dei tipi di suolo -Orizzonti genetici modali dei suoli CATALDI franco limosi (CTL1). Nel cerchio il valore assegnato di Ksat al suolo.

Una volta assegnato ad ogni UTS il valore di Ksat su **2328** delineazioni (**94%** del totale) è stata effettuata la media ponderata del valore di Ksat sulla base della % attribuita ai suoli collegati. Il valore ottenuto è stato poi classato e attribuito alla delineazione. A questi poligoni è stato assegnato un valore di attendibilità **medio**.

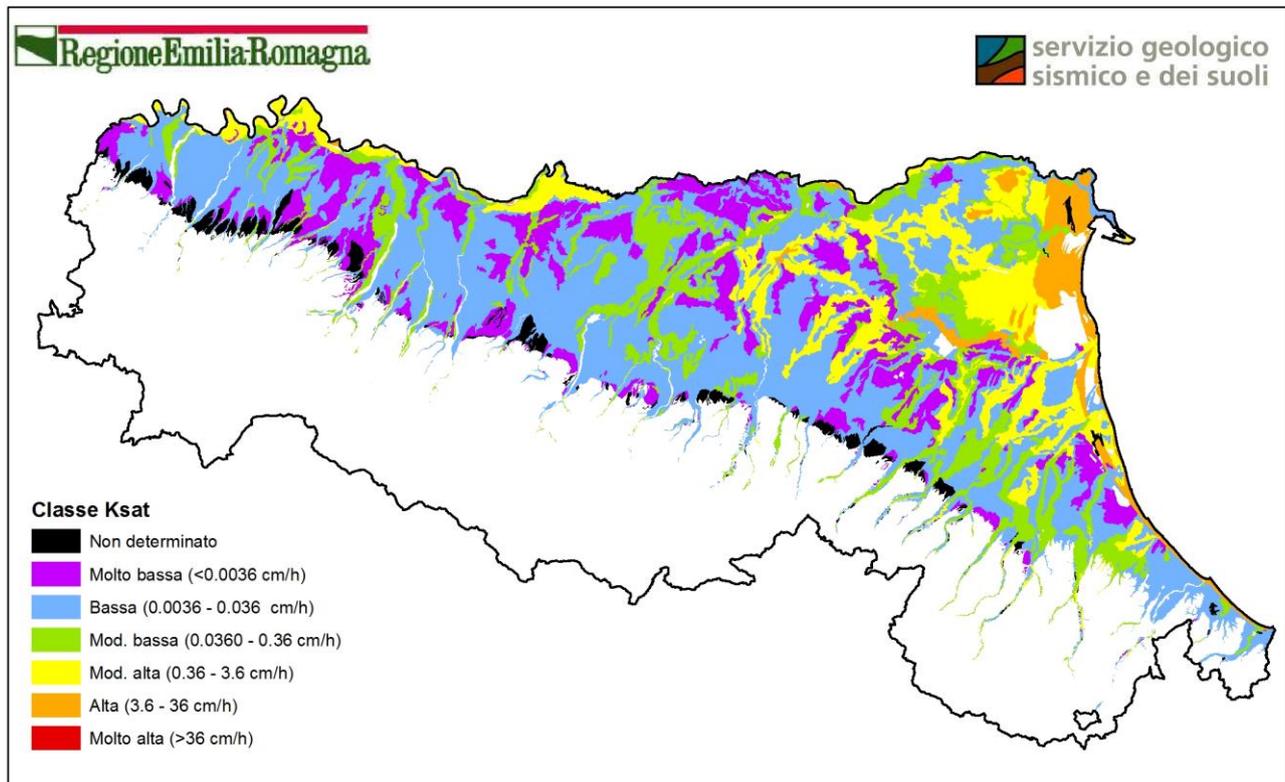


Figura 14. Carta della Ksat usando i profili modali. I poligoni non caratterizzati sono colorati di nero

### 5.2.3 Metodo 3: assegnazione della classi di Ksat in base a giudizio di esperto

Per 125 delineazioni (**5%** del totale) non è stato possibile assegnare un valore di Ksat con i due metodi precedenti in quanto sono presenti una certa percentuale di suoli di collina per i quali si è scelto di non calcolare i valori di densità apparente e di conseguenza i valori di Ksat degli orizzonti profondi (B e C), in quanto le pedofunzioni create erano supportate da un numero esiguo di dati misurati e ritenute poco attendibili. In questo caso è stato assegnato per stima di esperto alle UTS di collina una classe di Ksat e di conseguenza assegnata la classe al poligono.

A questi poligoni è stato assegnato un valore di attendibilità **basso**.



#### 5.2.4 Confronto fra il metodo dei siti rappresentativi e il metodo dei profili modali

Vi sono **1917** delimitazioni per cui è disponibile il dato calcolato con entrambi i metodi. Per la maggior parte il calcolo in entrambi i casi ha portato alla stessa classe di Ksat, mentre **662** delimitazioni appartengono a classi diverse (discrepanza del **35%**) e questa situazione si riscontra prevalentemente nelle delimitazioni caratterizzate da tipi di suoli che, in base ai siti ricollegati all'UTS, ricadono in più classi di Ksat.

Come si può notare dalla tabella 6 nella maggioranza dei casi vi è uno slittamento tra classi contigue. Solo in 33 casi il salto è fra classi non contigue e questo si verifica in presenza di situazioni dove i suoli locali si differenziano molto dal concetto centrale del tipo di suolo, rappresentato dal profilo modale.

Tendenzialmente l'uso dei siti locali comporta l'assegnazione dei poligoni a classi di Ksat più alte. Nella tabella 6 sono evidenziati da righe verdi 443 casi (67%) in cui l'uso del metodo 1 pone la delimitazione in una classe di Ksat più alta, mentre i 219 casi (33%) in cui la situazione è inversa sono evidenziati dalle righe arancioni.



n. delineazioni	Classe Ksat siti locali	Classe Ksat profili modali
99	molto bassa	bassa
1	molto bassa	moderatamente bassa
101	bassa	molto bassa
67	bassa	moderatamente bassa
8	moderatamente bassa	molto bassa
220	moderatamente bassa	bassa
37	moderatamente bassa	moderatamente alta
23	moderatamente alta	bassa
78	moderatamente alta	moderatamente bassa
15	moderatamente alta	alta
1	alta	moderatamente bassa
10	alta	moderatamente alta
2	molto alta	Alta
<b>662</b>		

Tabella 6. Confronto fra delineazioni che sono state attribuite a **classi diverse** usando i 2 metodi. In **verde** i casi in cui l'uso del metodo siti locali comporta il posizionamento di una delineazione in una classe di Ksat più elevata, in **arancione** i casi in cui si verifica l'opposto.



## 6 BIBLIOGRAFIA

ARPAV. *Valutazione della permeabilità e del gruppo idrologico dei Suoli del Veneto* (2011)

[http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/carta-dei-suoli/Relazione\\_permeabilita\\_Gruppo\\_Idrologico\\_giu2011.pdf](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/carta-dei-suoli/Relazione_permeabilita_Gruppo_Idrologico_giu2011.pdf)

ARPAV. *Carta dei Suoli della provincia di Padova*. 2013

Brakensiek, D. L., Rawls, W. J. & Stephenson, G. R. (1984): *Modifying SCS hydrologic soil groups and curve numbers for rangeland soils*. – ASAE Paper No. PNR-84-203; St. Joseph/ Michigan

Calzolari, C., Ungaro, F., 2013. *Definizione di pedofunzioni per la stima della densità apparente dei suoli benchmark. Convenzione "Sviluppo di applicazioni per la stima della profondità della falda ipodermica, della permeabilità e del gruppo idrologico dei suoli della pianura emiliano romagnola"*, Rapporto 2.1, 2013

INSPIRE Thematic Working Group Soil. *D2.8.III\_v3.0 Data specification on Soil. Technical Guidelines*. 2013

Regione Emilia-Romagna. *Carta dei suoli della pianura, del basso e del medio Appennino emiliano-romagnolo in scala 1:50.000. Edizione 2018*.

[http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/carta\\_suoli\\_50k.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/carta_suoli_50k.pdf)

Regione Emilia-Romagna. *Catalogo dei Suoli generale. Edizione 2018* [http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/catalogo\\_tipi\\_suolo.jsp](http://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/catalogo_tipi_suolo.jsp)

Regione Emilia-Romagna. *Siti locali rappresentativi dei suoli della pianura, del basso e medio Appennino emiliano-romagnolo* (ed. 2018)

[http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati\\_pedol/SITI\\_BENCHMARK\\_RER.pdf](http://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/SITI_BENCHMARK_RER.pdf)

Soil Survey Division Staff - *Soil Survey Manual*. USDA. 2017

Soil Survey Staff - *Keys to Soil Taxonomy, 12th edition*, USDA - NRCS, Washington D.C. 2014

Ungaro, F. (2007). *Considerazioni sullo sviluppo delle PTF per la stima della densità apparente in Veneto, Emilia Romagna e Toscana*. Rapporto interno CNR-IRPI Firenze, 12 pp

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

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. *National soil survey handbook, title 430-VI*. [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054242](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054242)