

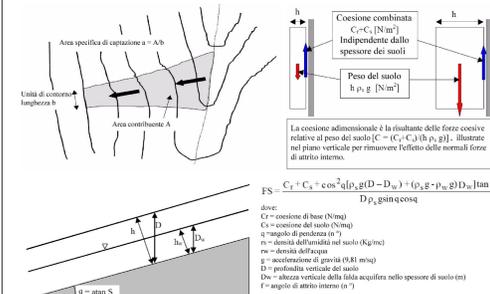
POTENZIALE INSTABILITA' DEI VERSANTI

Legend

Potenziale instabilità dei versanti

- 0.5 > SI > 0.0 *soglia massima* Fattori destabilizzanti non sono richiesti per l'innescò dell'instabilità
- 1.0 > SI > 0.5 *soglia minima* Fattori destabilizzanti non sono richiesti per l'innescò dell'instabilità
- 1.25 > SI > 1.0 *zone quasi stabili* Fattori destabilizzanti minori possono innescare l'instabilità
- 1.5 > SI > 1.25 *zone mod. se stabili* Fattori destabilizzanti moderati possono innescare l'instabilità
- SI > 1.5 *zone stabili* Fattori destabilizzanti significativi possono innescare l'instabilità

- Cartografia Tecnica Regionale
- Limite collina-pianura
 - Idrografia primaria
 - Periodizzazione viabilità
 - Viabilità presenti nell'anno
 - 1900
 - 2002
 - Periodizzazione edifici
 - Edifici presenti nell'anno
 - 1900
 - 2002



L'approccio adottato col modello idrologico semplificato ipotizza lo spessore del suolo perpendicolare al piano di pendenza (h), piuttosto che misurato verticalmente (D). Lo spessore h del suolo (m) è ricavabile dalla equazione $h = D \cos \alpha$ (2). L'equazione ed è seguito riportata permette di determinare i relativi valori massimi e minimi del Fattore di Sicurezza FS (3)

$$FS = \frac{C + \cos \alpha [1 - wr] \tan f}{\sin \alpha}$$

dove

- wr = Dw/D = hw/h (4) è l'umidità relativa interna
- C = (C_r + C_s)(h rs g) (5) è la coesione combinata adimensionale relativa allo spessore perpendicolare del suolo
- f = w/r/s (6) è il rapporto di densità dell'acqua nel suolo.
- C_r = Cr + Cs [N/mq] = (Cr + Cs)(h rs g) è la Coesione risultante
- q = angolo di pendenza (n°)
- f = angolo di attrito interno (n°)

L'equazione (3) è una forma adimensionale del modello del piano inclinato infinito che adottiamo. E' conveniente perché le diverse coesioni cohesion sono combinate in un unico fattore adimensionale coesivo C. Questo può essere considerato come rapporto tra le forze coesive relative al peso del suolo e del relativo contributo alle forze coesive di stabilità dei versanti.

L'umidità relativa interna si determina con la seguente equazione:

$$wr = \frac{R a}{T \sin \alpha}$$

dove:

- R = coefficiente di ricarica idrica [m/h]
- T = trasmittività idrica del suolo [mq/h]

Pertanto, procedendo per sostituzione, il Fattore di Stabilità si determina con la seguente equazione:

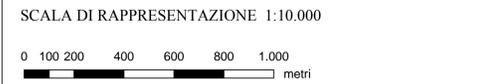
$$FS = \frac{C + \cos \alpha [1 - \min \left(\frac{R a}{T \sin \alpha}, 1 \right)] \tan f}{\sin \alpha}$$

L'Indice di Stabilità SI è ricavabile dal Fattore di Stabilità FS, e consiste nella probabilità che luogo assuma una distribuzione uniforme del Fattore di Stabilità entro certi margini di incertezza.

Nelle aree con FS_{min} < 1, si definisce SI = Prob(FS > 1).

Nelle aree con FS_{max} < 1, si definisce SI = Prob(FS < 1) = 0.

Le aree con SI = 1 (FS_{min} = 1), 0 < SI < 1 and SI = 0 (FS_{max} < 1) sono illustrate nel grafico.



Tab. 10.1 - valori orientativi di alcune delle grandezze sopra definite per alcuni terreni!

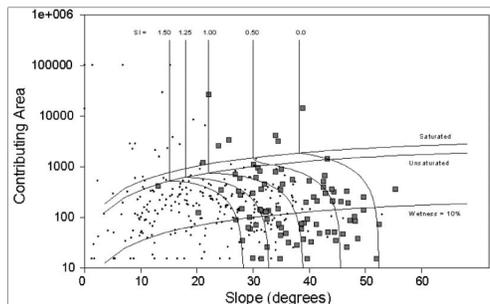
Terreno	n [%]	c [-]	W [%]	γ _d [kN/m ³]	γ ₀ γ ₁ [kN/m ³]	K ₁ [kg/cm ²]
Ghiaia	25-40	0.3-0.67	-	14-21	18-23	5-7
Sabbia	25-50	0.3-1.00	-	13-18	16-21	2-5
Limo	35-50	0.5-1.00	-	13-19	16-21	-
Argilla tenera	40-70	0.7-2.3	40-100	7-13	14-18	<1
Argilla compatta	30-50	0.4-1.0	20-40	14-18	18-21	1.5-3
Torba	75-95	3-19	200-600	1-5	10-13	-

TABELLA MCT.3 - PROPRIETÀ VOLUMETRICHE DI ALCUNI TERRENI COESIVI

Tipo di terreno	γ (t/m ³)	Consistenza dei terreni				
		duro o molto compatto	compatto	mediamente compatto	da molle a molto molle	
W _l %						
inorganici	sabbia debolmente limosa	2.65	10/2,20	13/2,15	16/2,10	19/2,05
	limo sabbioso	2.66	14/2,15	17/2,10	19/2,05	22/2,00
	limo	2.67	18/2,05	21/2,05	23/2,00	26/1,95
	sabbia argillosa	2.67	12/2,20	15/2,20	17/2,10	24/2,00
	limo argilloso e sabbioso	2.67	16/2,15	19/2,10	21/2,05	27/1,95
	limo argilloso	2.68	20/2,10	20/2,10	22/2,00	30/1,90
	sabbia-argilla	2.68	14/2,15	17/2,10	19/2,05	20/1,95
	sabbia-limo-argilla	2.69	18/2,10	18/2,10	24/2,00	35/1,90
	limo-argilla	2.71	22/2,00	22/2,00	28/1,90	42/1,80
	argilla sabbiosa	2.70	18/2,10	18/2,10	25/1,95	40/1,80
argilla	2.72	22/2,00	22/2,00	30/1,85	45/1,75	
argilla limosa	2.75	25/1,90	25/1,90	33/1,80	50/1,70	
organici	limi con tracce di materiali organici	2.30	20 + 40/200 + 1.80			
	depositi alluvionali organici	2.15 + 2.60	20 + 150/1,90 + 1,50			
	materiali torbosi	1,50 + 2,15	20 + 40/1,90 + 1,00			

TABELLA MCT.2 - PROPRIETÀ VOLUMETRICHE DI ALCUNI TERRENI NON COESIVI

Tipo di terreno	Stato di saturazione	γ _l (t/m ³)	Stato di compattazione dei terreni		
			denso	medio denso	sciolto
W _l %					
inorganici	ghiaie, ciottoli, frammenti di rocce, ecc.	poco umido	3/1,85	4/1,75	5/1,70
	umido bagnato	2.65	10/2,00	12/1,90	15/1,85
			14/2,10	18/2,05	23/2,00
	sabbie quarzose: grossolane e medie (contenuto in limo < 10%, contenuto in argilla < 2%)	poco umido	4/1,80	5/1,70	6/1,65
	umido bagnato	2.65	12/1,90	14/1,85	16/1,80
			18/2,05	22/2,00	25/1,95
organici	sabbie fini e limose (contenuto in limo < 10%, contenuto in argilla < 2%)	poco umido	5/1,70	6/1,65	7/1,60
	umido bagnato	2.65	14/1,85	16/1,80	19/1,75
		22/2,00	24/1,90	28/1,85	
organici	sabbie organogene	poco umido	5/1,60	6/1,55	7/1,50
	umido bagnato	2.65	16/1,75	18/1,70	21/1,65
		24/1,90	28/1,85	30/1,75	



Statistiche Indice di Stabilità IS

DA 0.50 A 1.00	7471705
DA 1.00 A 1.25	5361947
DA 0 A 0.50	433033
OLTRE 1.50	357941
DA 1.25 A 1.50	104019

Il modello di instabilità sviluppato è stato definito mediante una apposita estensione GIS nota come SINMAP, la quale descrive i fenomeni di cedimento superficiale sulla base di equazioni che esprimono una condizione di equilibrio limite statico in modo da tenere conto dell'effetto della forza media indotta sul generico elemento di pendio dal processo di infiltrazione e di filtrazione, che si realizza nell'ammasso.

La descrizione del processo di distacco superficiale è costruita su due parti: un modello idrologico statico, per la descrizione dei processi di filtrazione parallela al pendio, ed un modello basato sulla teoria dell'equilibrio limite di un pendio infinito, per l'analisi della stabilità dei versanti in presenza di deflusso sottosuperficiale (Montgomery and Dietrich, 1994).

Secondo questa impostazione, la dimensione temporale dei processi non viene colta esplicitamente dalla metodologia, quindi l'analisi deve essere riferita ad un particolare periodo di tempo con condizioni climatiche particolari che possano avere innescato i fenomeni frainosi. Assunti importanti nella teoria di SINMAP sono che la superficie della falda sia parallela al pendio e che lo spessore del suolo e la sua conducibilità idraulica siano ritenuti uniformi. Inoltre lo spessore del suolo deve essere interpretato come perpendicolare al pendio (fig. 1).

Di grande interesse è l'introduzione nel modello del fattore coesivo, derivante dalla combinazione delle proprietà del suolo e delle radici della copertura vegetale. Il fattore coesivo così calcolato fornisce il rapporto tra la forza coesiva del suolo relativamente al suo peso proprio (fig. 2). Infine, l'altro elemento innovativo del modello è l'introduzione dell'incertezza dei parametri, attraverso la teoria di distribuzione di probabilità uniforme, definendo delle soglie minime e massime per ogni parametro di calibrazione. Il software comprende uno strumento di calibrazione interattivo, con interfaccia grafica. Un diagramma area contributiva-pendenza con linee delimitanti le diverse classi di stabilità e una tabella con i risultati statistici sono disponibili simultaneamente come supporto alla calibrazione (figura 3). I parametri possono essere calibrati rispetto alle frane cartografate fino a raggiungere l'ottimale mappatura delle classi di stabilità.

