

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA  
 QUARTO CONVEGNO DI GEOTECNICA  
 Padova, Maggio 1959

# LO STUDIO DELLE AREE FRANOSE PER MEZZO DEI SONDAGGI ELETTRICI ESEGUITI COL METODO DIRETTO DELLA MISURA DELLA RESISTENZA ELETTRICA APPARENTE DEL TERRENO

G. PETRUCCI (\*)

**SOMMARIO** - Vengono riportati alcuni casi di rilievi geoelettrici eseguiti col metodo diretto della misura della resistenza elettrica apparente del terreno che mettono in vista le ottime possibilità pratiche del metodo per lo studio dei terreni di fondazione e delle frane.

## 1 - Generalità

Come è noto la geofisica mineraria si occupa anche dello studio del sottosuolo per la soluzione dei problemi riguardanti l'ingegneria civile: Ricerche idriche, indagine preliminare sui terreni di fondazione, studio delle frane.

In questa relazione ci occuperemo delle possibilità applicative, per lo studio delle frane, del metodo messo a punto dallo scrivente. Rimandiamo il lettore alle memorie già pubblicate [1, 2, 3, 4, 5, 6] per la conoscenza del metodo il quale presenta dei notevoli vantaggi [4] sia di sensibilità che di speditezza rispetto al metodo classico di WENNER. Questi vantaggi hanno permesso di ottenere dei risultati pratici notevoli sia per quanto riguarda le ricerche idriche, che per quanto riguarda lo studio dei terreni di fondazione.

La lunga pratica sul terreno ha permesso poi di perfezionare le modalità di esecuzione dei rilievi in maniera di ottenere, da tali sondaggi, il massimo rendimento ai fini della conoscenza del sottosuolo.

L'applicazione di essi allo studio delle frane permette determinare:

1) L'andamento dello spessore degli strati detritici argillosi permeabili.

2) L'andamento topografico del tetto delle formazioni di argille, marne, graniti, ecc. impermeabili sulle quali scorrono le frane.

E' possibile cioè ottenere le pendenze in tutte le direzioni delle superfici di scorrimento delle frane.

3) Le condizioni idriche degli strati permeabili soprastanti alle formazioni impermeabili.

Gli elementi ora elencati sono di importanza fondamentale per la determinazione delle cause dei fra-

namenti, infatti le forti pendenze delle formazioni argillose e l'esistenza di infiltrazioni acquifere nella massa di esse costituiscono le condizioni favorevoli ai franamenti.

Pertanto la conoscenza preliminare di tali elementi permette di stabilire se una data area può essere soggetta a franamenti e permette anche di prevedere le opere necessarie per renderla stabile. In particolare i sondaggi elettrici permettono di ubicare le gallerie drenanti nei punti ove è massimo l'afflusso dell'acqua.

Riportiamo alcuni casi pratici di rilievi geofisici, a mezzo sondaggi elettrici secondo il metodo dello scrivente.

## 2 - Rilievo geoelettrico preliminare per indagare la stabilità del suolo ove dovrà costruirsi il palazzo comunale di S. Cataldo Caltanissetta

Siccome le aree adiacenti alla zona da rilevare risultano franose, infatti le costruzioni ivi esistenti presentano delle lesioni più o meno importanti, il Comune di S. Cataldo, prima di costruire il palazzo, volle accertare le condizioni del sottosuolo ai fini di determinarne la stabilità.

Gli strati superficiali dell'area esplorata sono costituiti da terreni di riporto argillosi poggianti su argille.

La zona è stata battuta con 18 sondaggi elettrici, con una distanza media, fra un sondaggio e l'altro, di circa 16 m.

I punti sondati sono stati indicati nel terreno con dei picchetti numerati ed è stato eseguito un rilievo topografico di essi e dell'area esplorata.

Con gli elementi topografici e quelli dedotti dai sondaggi elettrici, qui non riportati, è stato possibile

(\*) Dott. Prof. Giuseppe PETRUCCI, Istituto di Geodesia - Università di Palermo.

costruire la tavola della Fig. 1 e le sezioni della Fig. 2. Nella Fig. 1 sono tracciati le curve di livello del tetto dell'argilla. L'equidistanza è di 1 m. Le

guire due profili di sondaggi elettrici, dei quali uno a monte della strada, a circa 10 m dal bordo di essa, ed uno immediatamente a Valle. Effettivamente per

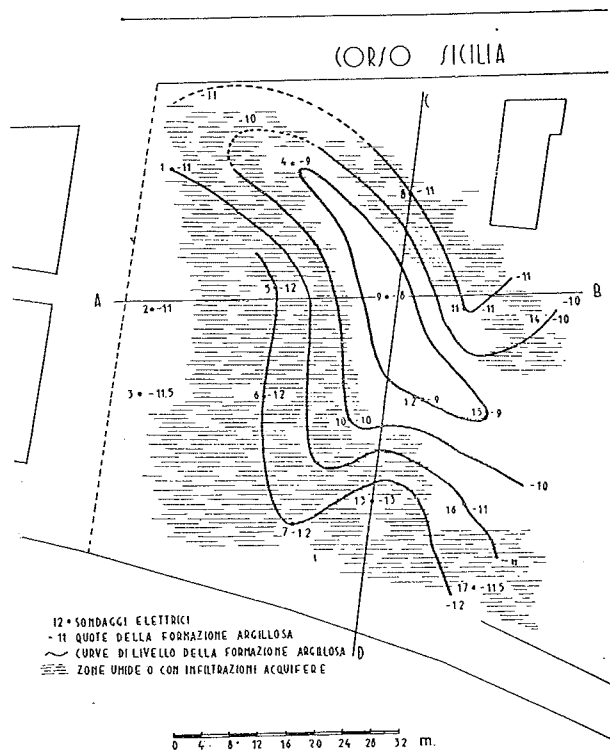


Fig. 1 - Rilievo geoelettrico del tratto di terreno del costruendo palazzo municipale di S. Cataldo (Caltanissetta). Le curve di livello del tetto della formazione argillosa, con la presenza di infiltrazioni acquifere, mostrano che la zona è soggetta a franamenti.

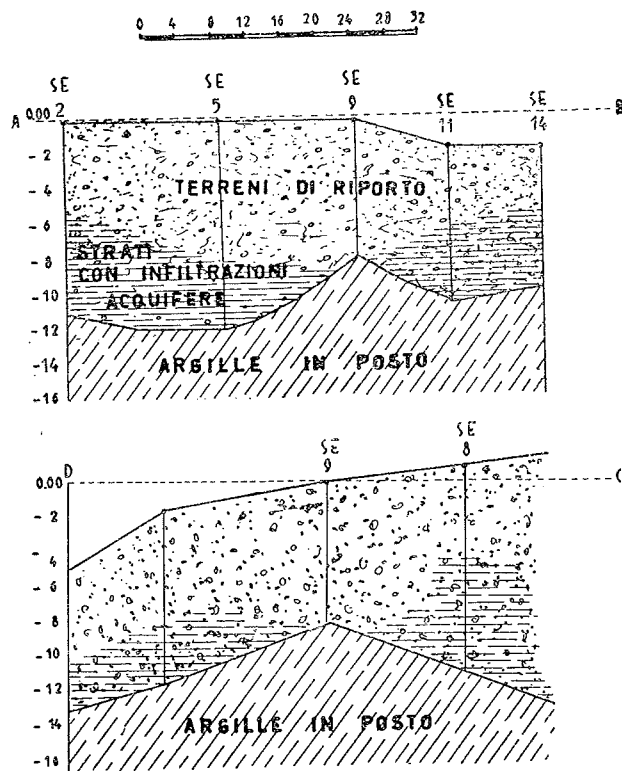


Fig. 2 - Sezioni del sottosuolo secondo le direzioni AB e DC di cui alla fig. 1 che mettono in vista il sollevamento della formazione argillosa e la sua presenza.

curve di livello mettono in vista un sollevamento della formazione argillosa proprio in corrispondenza della zona centrale del costruendo palazzo. Nelle aree indicate a tratteggio esistono degli strati con infiltrazioni acquifere i cui spessori, dedotti dai sondaggi elettrici, sono indicati nelle sezioni della Fig. 2. Il rilievo geoelettrico mostra pertanto che a causa delle forti pendenze (25%) del sollevamento argilloso ed a causa della esistenza di strati impregnati di acqua la zona risulta molto franosa.

D'onde la necessità che le fondamenta del palazzo raggiungano l'argilla in posto perché la costruzione sia stabile.

### 3 - Studio geoelettrico della frana Angimbè S. S. 113 dal km 339 al km 340 Alcamo-Trapani

Questa frana ha la estensione di circa 1 km. La strada statale S.S. 113 dal km 339 al km 340 è stata da circa 20 anni tormentata da continui franamenti. Le opere tendenti alla stabilizzazione sono state molte ma sempre con scarsi risultati.

Il Capo compartimento dell'A.N.A.S. per la Sicilia, intuendo l'importanza dei sondaggi elettrici per la conoscenza effettiva degli elementi geotopografici e idrici della frana, ha chiesto l'esecuzione di un rilievo geoelettrico.

Per ragioni di economia è stato stabilito di ese-

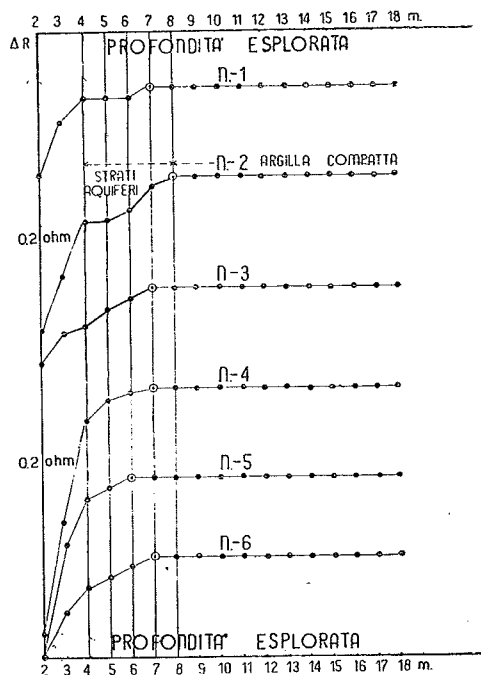


Fig. 3 - Diagrammi di sondaggi elettrici eseguiti col metodo diretto in corrispondenza della frana Angimbè sulla Statale 113 Alcamo-Trapani.

uno studio completo sarebbe stato necessario eseguire un altro profilo immediatamente a monte della strada.

La distanza media fra un sondaggio e l'altro, lun-

TABELLA CONTENENTE GLI ELEMENTI TOPOGRAFICI E GEOIDROLOGICI DEDOTTI A MEZZO DEI SONDAGGI ELETTRICI RELATIVI AI PUNTI SONDATI.

Punti sondati	Intervallo di variazione	Profondità argilla compatta	Quote		Condizioni idriche
			terreno	argilla	
1	4-7	7	99,7	92,7	piccole infiltrazioni
2	4-8	8	99,8	91,8	" "
3	3-7	7	101,1	94,1	strati acquiferi
4	4-7	7	102,4	95,4	piccole infiltrazioni
5	4-6	6	101,6	95,6	strati umidi
6	4-7	7	102,1	95,1	piccole infiltrazioni
61	3-7	7	102,0	95,0	infiltrazioni
7	4-7	7	101,5	95,1	infiltrazioni
8	3-5	5	101,1	96,1	strati umidi
9	3-5	5	100,4	95,4	" "
10	3-5	5	100,2	95,2	strati umidi
11	2-4	4	99,5	95,5	piccole infiltrazioni
12	3-5	5	98,0	93,0	" "
64	2-5	5	96,0	91,0	infiltrazioni
13	3-6	6	97,2	91,2	" "
14	2-4	4	95,8	91,8	piccole infiltrazioni
15	3-8	8	99,2	91,2	infiltrazioni
16	5-8	8	98,2	90,2	" "
17	5-8	8	99,2	91,2	piccole infiltrazioni
18	2-4	4	98,8	94,8	" "
19	—	1	95,4	94,4	argilla affiorante
20	2-3	6	94,4	91,4	infiltrazioni
20 ripet.	2-3	6	—	—	infiltrazioni
21	1-2	2	96,1	94,1	strati umidi superficiali
22	2-4	4	97,0	93,0	strati umidi
60	3-4	4	96,0	92,0	" "
23	5-12	12	96,6	84,6	strati acquiferi
63	2-10	10	96,4	86,4	" "
24	3-4	4	96,3	92,3	strati umidi
62	3-7	7	96,6	88,6	infiltrazioni
25	4-7	7	94,5	87,5	" "
26	2-4	4	93,4	89,4	strati umidi
27	2-3	3	92,5	89,5	" "
28	2-3	3	92,9	89,9	" "

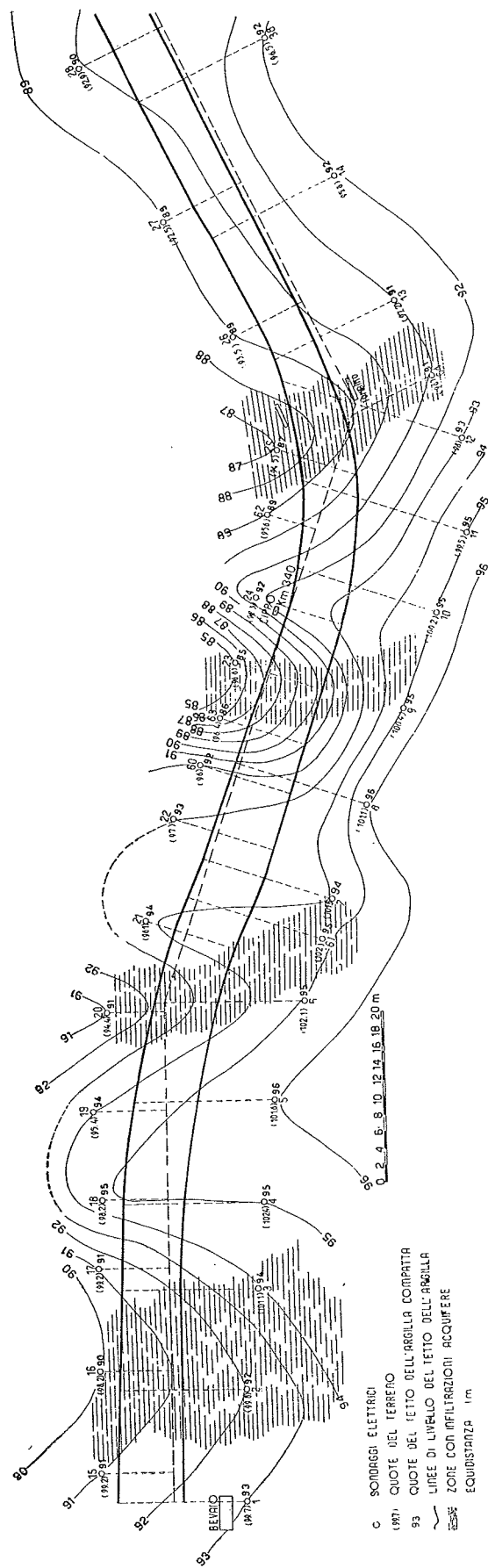


Fig. 4 - Curve del tetto dell'argilla compatta rilevate col metodo diretto in corrispondenza della frana Angimbè sulla Statale 113 Alcamo-Trapani.

go i due profili, è stata di 11 m, ed essa è stata bastevole per potere determinare l'effettivo andamento del tetto dell'argilla, il quale è risultato capriccioso. I punti sondati sono stati indicati sul terreno con dei picchetti numerati.

Essi sono stati rilevati topograficamente assieme agli altri elementi relativi alla strada, in maniera da vere un piano quotato dei punti sondati contenente anche la strada in frana. Per ogni sondaggio elettrico è stato costruito un diagramma nel quale, sull'asse delle ascisse sono riportate le profondità esplorate di metro in metro e sull'asse delle ordinate le variazioni riscontrate nelle misure in Ohm. L'attrezzatura per le misure permetteva di apprezzare i decimi di Ohm. Nella Fig. 3 sono riportati alcuni diagrammi, relativi ad un tratto molto accidentato i quali mettono in vista chiaramente le condizioni idriche degli strati permeabili e l'andamento della profondità della formazione argillosa miocenica sottostante.

Sono stati riportati solo i diagrammi relativi ai S.E. n. 1, 2, 3, 4, 5.

Le ascisse corrispondenti ai punti con cerchietto danno la profondità della argilla compatta (3). I diagrammi n. 2 e n. 3 presentano delle variazioni segnate a tratto ingrossato; variazioni che sono dovute a strati permeabili acquiferi. Da notare che nei punti 2 e 3, ove l'argilla compatta è più profonda, 8-7 m, rispettivamente, i diagrammi presentano delle variazioni dovute a strati acquiferi, mentre nei punti ove l'argilla compatta è più superficiale i diagrammi non presentano variazioni e quindi escludono la presenza dell'acqua. Naturalmente i diagrammi mostrano che le zone comprendente i punti 1 e 2 è la più adatta per l'impianto di gallerie drenanti. Dai numerosi diagrammi rilevati è stato possibile redigere la tabella precedente nella quale sono riportati:

- 1) I punti sondati.
- 2) Gli intervalli di variazione, riscontrati nei diagrammi, attribuibili a strati umidi o con infiltrazioni acquifere.
- 3) La profondità dell'argilla compatta.
- 4) Le quote del terreno e del tetto dell'argilla compatta.
- 5) Le condizioni idriche.

Con gli elementi dedotti dalla tabella è stato possibile costruire le curve di livello del tetto dell'argilla compatta Fig. 4 e le due sezioni relative ai profili a monte o a Valle della strada Fig. 5 e Fig. 6.

#### 4 - Planimetria e sezione relative alla frana Angimbè

La planimetria, Fig. 4, mostra, a colpo d'occhio che il sottosuolo della zona in frana è molto accidentato; le curve di livello mostrano l'esistenza di sollevamenti e di avvallamenti della formazione argillosa. Le aree a tratteggio indicano che nei corrispondenti avvallamenti scorre dell'acqua sopra l'argilla compatta. La distanza ravvicinata delle curve di livello mette in risalto le aree con pendenza elevata che con la

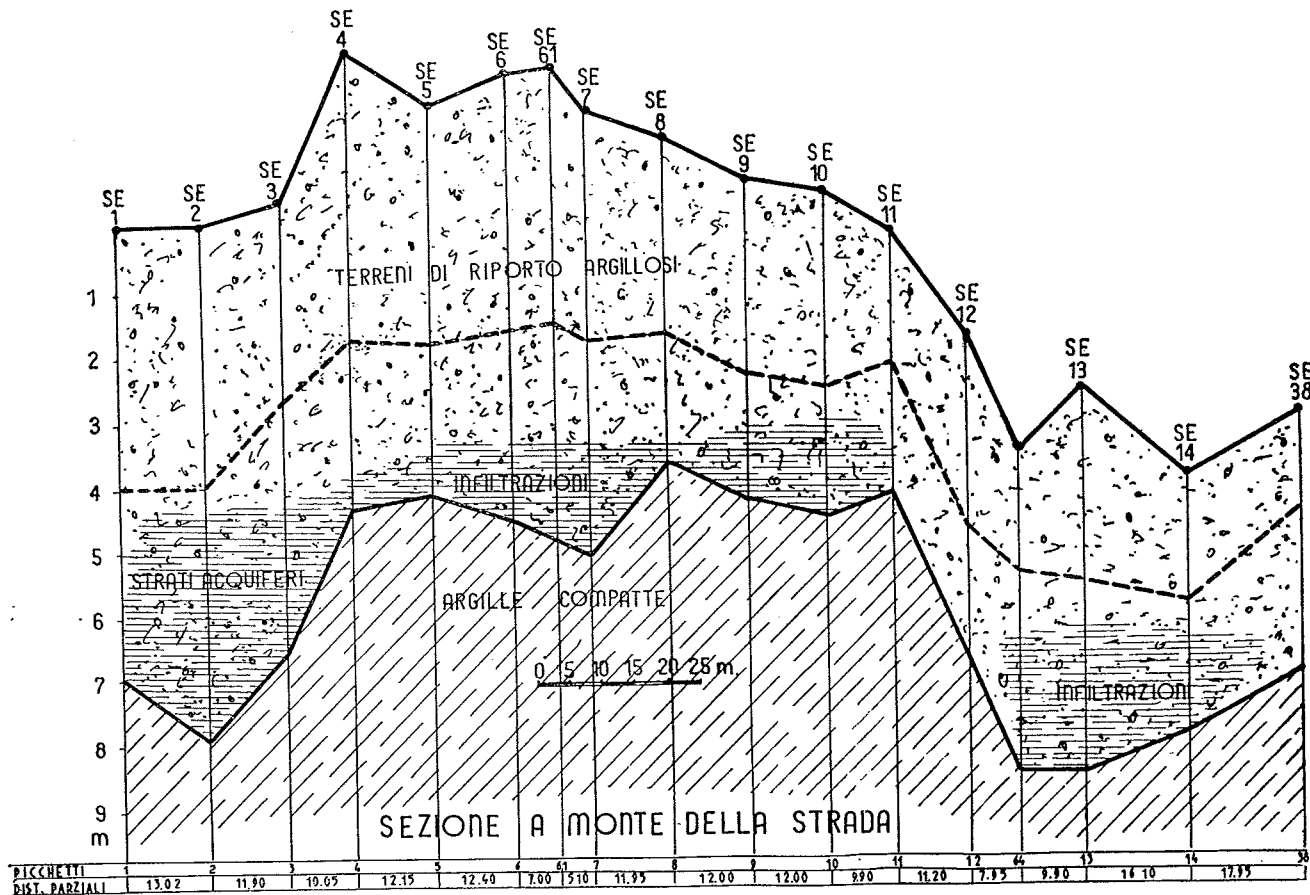


Fig. 5 - Sezione a monte della strada in frana lungo la poligonale passante per i punti 1, 2, 14, 38 fig. (4).

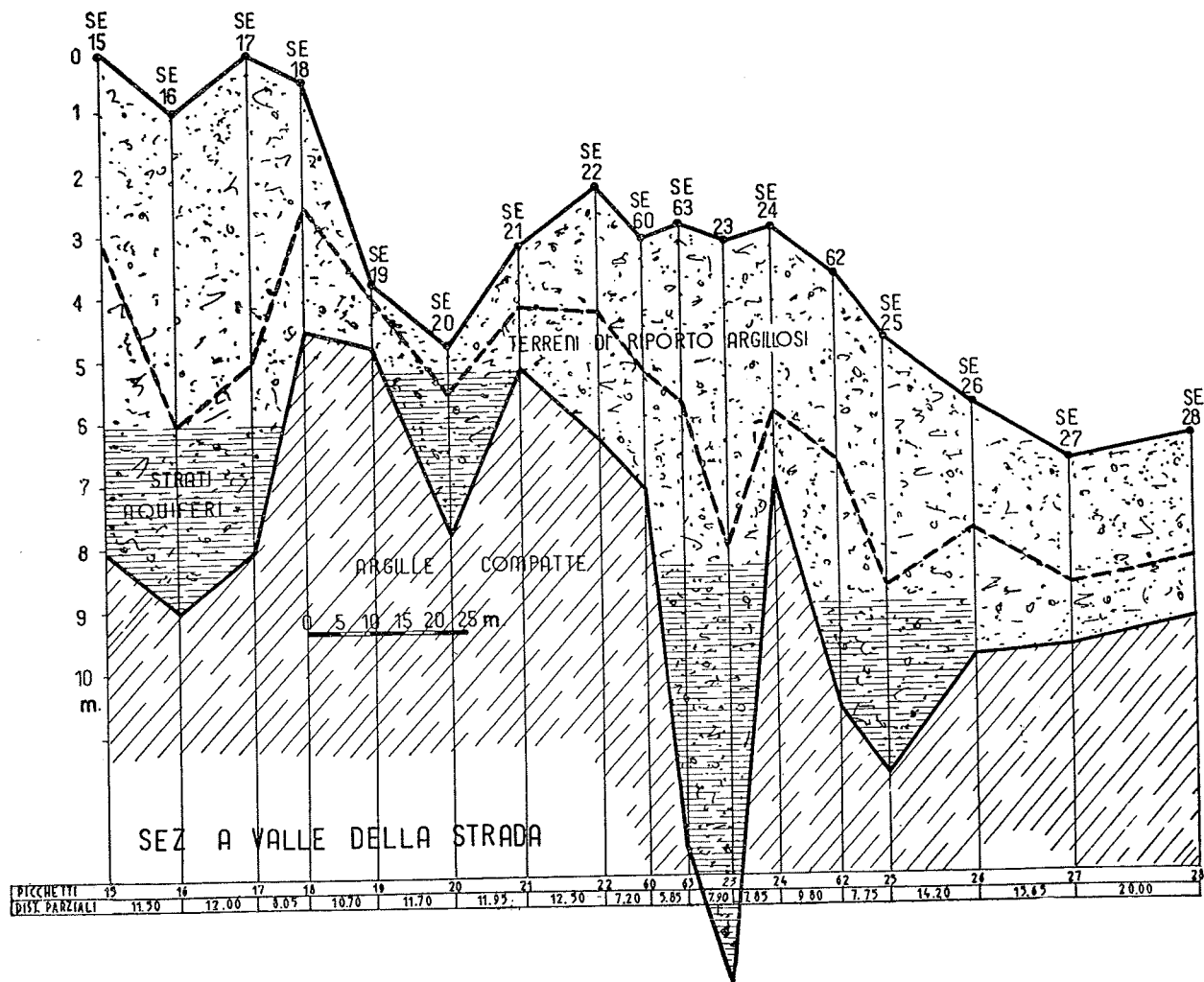


Fig. 6 - Sezione a valle della strada in frana lungo la poligonale passante per i punti 15, 16, 17... 25, 26, 27, 28 fig. (4).

presenza dell'acqua mettono in vista l'esistenza di zone estremamente pericolose come quelle in corrispondenza dei punti 9, 23 e 63. *Le aree a tratteggio corrispondono a quelle che hanno dato i più forti movimenti franosi.* Le Fig. 5 e 6 rappresentano le sezioni eseguite lungo i profili di sondaggi elettrici eseguiti a monte e a valle della strada, in esse le ordinate sono state ingrandite di 5 volte rispetto alle ascisse per far risaltare l'andamento delle dette sezioni; in esse sono ben visibili le zone ove è incana-

lata l'acqua, cioè le zone di massimo avvallamento delle argille compatte, che corrisponde alle zone ove dovranno eseguirsi i drenaggi.

La planimetria e le sezioni danno subito l'idea degli spessori del materiale detritico argilloso acquifero soggetto ai franamenti, delle pendenze dell'argilla compatta; pendenze che in qualche zona (9-23) raggiungono il valore del 50% esse quindi permettono di determinare tutti gli elementi necessari alla progettazione delle opere di stabilizzazione.

## Bibliografia

(Pubblicazioni del Prof. G. PETRUCCI)

- [1] *Sulla prospezione geoelettrica diretta dell'acqua nel sottosuolo* - Geofisica e Meteorologia, vol. 1 (1953), n. 2-3.
- [2] *Lo studio dei terreni di fondazione per mezzo dei sondaggi elettrici* - Giornale del Genio Civile, n. 4 (1951).
- [3] *I sondaggi elettrici col metodo diretto di misura della resistenza elettrica apparente del terreno - Teoria - Applicazioni pratiche* - Boll. dell'Ufficio Geologico di Italia (1956), n. 4-5.
- [4] *L'insufficienza del sondaggio elettrico WENNER e derivati e la necessità di nuovi dispositivi di misura per una migliore utilizzazione del parametro conduttività elettrica* - Memoria presentata alla IV assemblea della Società Italiana di Geofisica e Meteorologia, Genova 5-8 aprile 1956.
- [5] *La microgeoelettrica per la ricerca diretta dell'acqua nel sottosuolo e per lo studio delle frane* - rivista Mineraria Siciliana (1957), n. 44.
- [6] *Su alcuni casi pratici di applicazione del metodo PETRUCCI per l'esecuzione dei sondaggi elettrici* - Boll. dell'Ufficio Geologico d'Italia (1958), (1°).

SUMMARY - Some cases of geoelectrical tests performed with the direct method of measuring the apparent electrical resistance of the soil have been reported, these tests point out the excellent practical possibilities of the method for the study of the foundation soil and of the landslides.

SOMMAIRE - Rapport sur quelques cas de reliefs géoelectriques exécutés avec la méthode directe de la mesure de la résistance apparente du terrain qui met en évidence meilleures possibilités pratiques de la méthode pour l'étude des terrains de fondation et des éboulements.