

COMUNE di CARDINALE

Provincia di Catanzaro

Progetto di Consolidamento

Studio Geologico e Geotecnico

RELAZIONE GENERALE

Geol. Prof. Antonino Ietto

Relazione Consolidamento

Cardinale

Premessa

In esito agli eventi alluvionali 1972-73 e ai fenomeni relati, l'abitato di Cardinale è stato parzialmente delocalizzato e il provvedimento eseguito per la fascia di abitazioni più direttamente sottoposte al rischio frana, alla base dei versanti. Cardinale, infatti, è un antico insediamento urbano, situato in destra orografica alla media valle del fiume Ancinale, originariamente esteso tra la stretta fascia alluvionale, poco al di sopra dell'alveo di magra (q 560 circa), e la porzione basale (q 600 circa) delle pendici che limitano la valle e, in questo tratto, culminano tra i 700 e i 750 m/slm.

Il tempo trascorso dal provvedimento di delocalizzazione urbana (circa 25 anni), la valutazione dei primi esiti sociali ed economici del provvedimento stesso, nonché le mutate condizioni socio - politiche di approccio ai problemi dei trasferimenti abitati, oltre all'assenza di alcun intervento pubblico di sistemazione territoriale, hanno orientato l'attuale Amm/ne Comunale a riconsiderare l'intera problematica derivata dai provvedimenti pregressi e principalmente a verificare la possibilità o meno di recuperare il vecchio tessuto urbano in condizioni di sicurezza e garanzia da rischi frane e alluvionamento dai tributari in destra dell'Ancinale. Condizione, questa, preliminare al recupero dell'abitato più antico ad una migliore funzionalità e rivitalizzazione sociale ed economica.

In tale prospettiva, è stato condotto lo studio geologico, geotecnico e geomorfologico che segue, considerato che lo stato delle conoscenze a riguardo era rimasto fermo ai dati di primo approccio subito dopo il già richiamato evento alluvionale 1972/73.

Le colline che, con culmine sui 700–750 m, sovrastano direttamente l'abitato di Cardinale in destra al fiume Ancinale, rappresentano le propaggini vallive joniche del sistema montuoso delle Serre. In particolare, la piccola dorsale di Cardinale, continua morfologicamente verso le Serre, fino a monte Burilli (q 1178), mentre rispetto al tessuto urbano non si eleva più di 100-150 m (ved. Cartografia allegata).

Le rocce costituenti sono rappresentate esclusivamente da un complesso d'alto metamorfismo: graniti delle Serre, a composizione minero-petrografica variabile dalle tonaliti ai graniti biotitici, alle masse aplitiche (a quarzo e muscovite). Frequenti filoni di quarzo con spessori da centimetraci a metrici.

All'esame di superficie, l'intero ammasso granitoide si presenta ovunque arenizzato e, più o meno, disaggregabile manualmente, fatti salvi i processi di alterazione mineralogica, del granito ne conserva la tessitura e la composizione macroscopica. Sono questi i ben noti terreni da weathering o saproliti granitici la dove:

- la roccia è totalmente arenizzata al punto da essere disaggregata manualmente; i componenti melanocrati (biotite in particolare) si presentano di norma fortemente ossidati; i feldspati anch'essi ossidati e/o argillificati; la muscovite, molto abbondante nelle masse aplitiche, presenta alterazione più contenuta;
- i filoni di quarzo, ovunque cataclastici, restano sempre ben evidenti e, sulle superfici degli affioramenti rialzano per erosione differenziale.

Per "coltri da weathering" intendiamo rocce per le quali l'azione degli atmosferici (aria, acqua) è prevalente nel determinare lo stato di consistenza meccanica e minero-petrografica, quale oggi si rileva, rispetto a quello che può ritenersi un granito "fresco", anche se tettonizzato.

È evidente che la diffusione di processi di alterazione nell'interno dell'ammasso roccioso è favorito o meno dall'assetto tettonico (fagliamenti, specie tensivo), dalla

frequenza dei filoni di quarzo e dal detensionamento generale del sistema. È di conseguenza attendibile che le coltri da weathering abbiano spessori molto variabili e a ciò concorre, di norma, il variare per punti dell'intensità dell'erosione: lineare, fluviale e in massa (frane).

Tutte le indagini eseguite (rilevamento geologico; valutazione geotecnica dei carotaggi fino a 50 m; sismica a rifrazione; prove di permeabilità e quant'altro) confermano tale quadro. Le coltri da weathering evolvono gradualmente verso la superficie a veri e propri suoli humificati, specie in quelle porzioni di versante meno aggredite dall'erosione e meno acclivi. Il carattere eluviale di tali suoli è confermato da numerosi piccoli filoni di quarzo, che sfumano direttamente in essi dal gruss di base (gruss = granitoidi arenizzati).

Il grado di arenizzazione intenso e diffuso, fatta eccezione per i filoni di quarzo, ovunque ben riconoscibili, tende lievemente a ridursi solo sullo sperone sinistro orografico del fosso A, là dove è ancora riconoscibile roccia fessurata a blocchi. Anche su questi elementi, però, il martello di Schmidt non supera valori di 10, in effetti di rimbalzo. In quasi tutti gli altri affioramenti testati (circa 25 stazioni vedi tav. n° 2), il martello di Schmidt non rileva alcuna resistenza meccanica.

A riguardo va comunque segnalato, nonostante l'improprietà geotecnica della prova, che l'uso dello scissometro portatile Pilcon ha misurato valori di taglio sostanzialmente coerenti con lo stato di addensamento dei terreni, sia pure valutato quest'ultimo con sistemi speditivi di terreno, quali: disaggregabilità manuale, resistenza alla punta del martello o mezzi similari leggeri di scavo. Il gruss da poco disaggregabile o tenace (impenetrabile allo scissometro), al molto disaggregabile verso la superficie, alla paletta piccola (diametro 19 mm) infissa per 5 / 6 cm, ha misurato valori variabili da 30 a 70 KPa. Valori piuttosto costanti e più alti (in media 60/70 KPa) si sono rilevati nei suoli bruni superficiali humificati; là dove è certamente attiva una prevalente resistenza per coesione.

Al test SPT in foro (ved tab. relativa), le coltri da weathering hanno consentito di valutare, su tutti i sondaggi, valori della D_r variabili da minimi di 5 (D_r media) a 8

(da denso a molto denso) e una corrispondente resistenza di attrito mai inferiore ai 35 – 38°, con massimi fino a 40 – 42°. Tali valori risultano bene ordinati ed aumentano progressivamente con la profondità.

Anche prove di taglio diretto su campione da sonda negli intervalli 10-15 m dal boccaforo (sondaggio 1, 3, 5), hanno dato valori dell'angolo d'attrito dell'ordine dei 40° (ved. fogli di misura allegati). Sul campione n°3 e relativo al sondaggio n° 5 (ϕ di picco = 41° circa) è stato valutato anche il valore dell'angolo di attrito residuo, pari a 27° circa.

Ai sondaggi eseguiti (4 sondaggi a carotaggio continuo) le coltri da weathering, a un esame a vista delle carote, hanno mostrato spessori minimi (esplorati) di 30 m (S3, 4, 5) e solo il sondaggio 1 (spinto fino a 50 m) ha rilevato un intervallo di roccia poco alterata (R.Q.D. possibile) dai 30 ai 42 m, per poi proseguire in roccia cataclastica e argillificata (ma non più ossidata) fino al fondo foro.

La stratigrafia litomeccanica, deducibile dalle colonne del sondaggio n°1, trova concreto riscontro nell'indagine sismica in Cross-hole tra il foro n°1 e 2. Le informazioni così derivate possono ritenersi altamente rappresentative dell'intero ammasso roccioso, che costituisce l'intera impalcatura delle colline sovrastanti Cardinale.

Dagli stessi dati (stratigrafie e Cross-hole) è derivabile infine la variazione dell'Indice di degradazione generale dei terreni, secondo ILIEV, rispetto a un granito fresco. Questo, riferito al sondaggio 1 e confermato indirettamente dagli altri sondaggi, avrebbe un andamento, escluso i suoli bruni di superficie, come riportato nel diagramma relativo.

Dall'Indice di degradazione e dai dati di terreno (disgregabilità, alterazione, martello di Schmidt e quant'altro) si può attribuire alle coltri da weathering un valore equivalente di classe geomeccanica, come dalla classifica IAEG, dell'ordine V prevalente, almeno per i primi 20 m dal p.c.

Nuclei più protetti o livelli ascrivibili alla classe IV, possono rinvenirsi solo oltre i 20 m. Volumi contenuti e limitati, prossimi ad una classe III, possono rinvenirsi solo e occasionalmente oltre i 30 m dal p.c.

Le indagini sismiche a rifrazione infine confermano sostanzialmente il quadro generale fin ora delineato come successione verticale di mezzi litomeccanici. Nei sei tracciati eseguiti, il mezzo superiore più esterno, ovunque con velocità inferiori a 1 km/sec, va interpretato come corrispondente ai suolo humificati e ai primi 3-4 m di granitoidi a massima alterazione soggiacenti.

Valori di velocità (V_L) superiori a 1.220 m/sec (bed-rock relativo) vanno attribuiti all'ammasso arenizzato di base che rappresenta il mezzo litomeccanico di zona più significativo.

Le variazioni con la profondità del grado di consistenza dei terreni lungo i versanti che sovrastano Cardinale, sono inoltre controllate dalla geometria delle faglie tensive ad alto angolo, come si evince dalle cartografie geologiche e relative sezioni interpretative n° 1, 2, 3.

Le faglie tensive, infatti, nel momento che inducono estensione dell'ammasso roccioso, costituiscono vie preferenziali e attive per la penetrazione degli atmosferili in profondità con conseguente decadimento meccanico e petrografico del litotipo originario ai bordi delle discontinuità stesse.

In conclusione, le rilevazioni di superficie, quelle strumentali e i sondaggi, portano a identificare l'ammasso roccioso, che costituisce le colline di Cardinale, come un'unica e spessa coltre di granitoidi fortemente alterati e arenizzati per spessori al minimo di 30 m dal p.c. Con l'aumento della profondità (S1), livelli di roccia più fresca sembrano costituire volumi occasionali e limitati. Nel contesto di Cardinale, è più che probabile, pertanto, che veri e propri "corestones" di granito fresco si rinvenivano a profondità, dalla superficie, di ben oltre 50 m, e che l'intervallo dai 30-35 ai 60-70 m minimo, individui un mezzo roccioso di transizione litomeccanica tra masse totalmente arenizzate e ossidate di superficie e un bed-rock fresco e relativamente continuo. Le discontinuità nel bed-rock, certamente ancora presenti,

vanno ricondotte alla storia tettonica dell'intero ammasso: thrust e tettonica tensiva ultima. Ad ognuna di tali discontinuità, così come ai grossi filoni di quarzo, vanno associate, verosimilmente, bande cataclastiche e degradazione della roccia verso processi d'argillificazione e/o arenizzazione. Il grado di ossidazione dei terreni che in profondità borda le discontinuità tettoniche può quindi assumersi come fattore indice dell'entità della penetrazione degli atmosferici all'interno del corpo geologico e quindi della storia deformativi dei singoli volumi in esame.

Tuttavia, per il problema in esame, livelli rocciosi al di sotto dei 40-50 m dal p.c, non assumono significato di rilievo.

Lo spessore complessivo dell'arenizzato, almeno come corpo geologico limitato alla base da un diverso rifrattore ben distinguibile, viene suggerito da una campagna sismica eseguita nel 1977, a seguito dei ben noti eventi alluvionali del 1973. I tracciati di tale indagine, che si allegano come fig. n° A1-A5 denotano un primo mezzo continuo su tutto il versante, nel quale valori di V_L da 0,35 a 1,5 km/sec sono rappresentativi di terreni di classe (IAEG) IV-V (arenizzato superiore), mentre valori di V_L da 2,8 a 4,2 km/sec potrebbero essere indicativi di rocce ascrivibili a classe III-II, e cioè a un bed-rock generale costituito da granitoidi da freschi a poco alterati e fratturati.

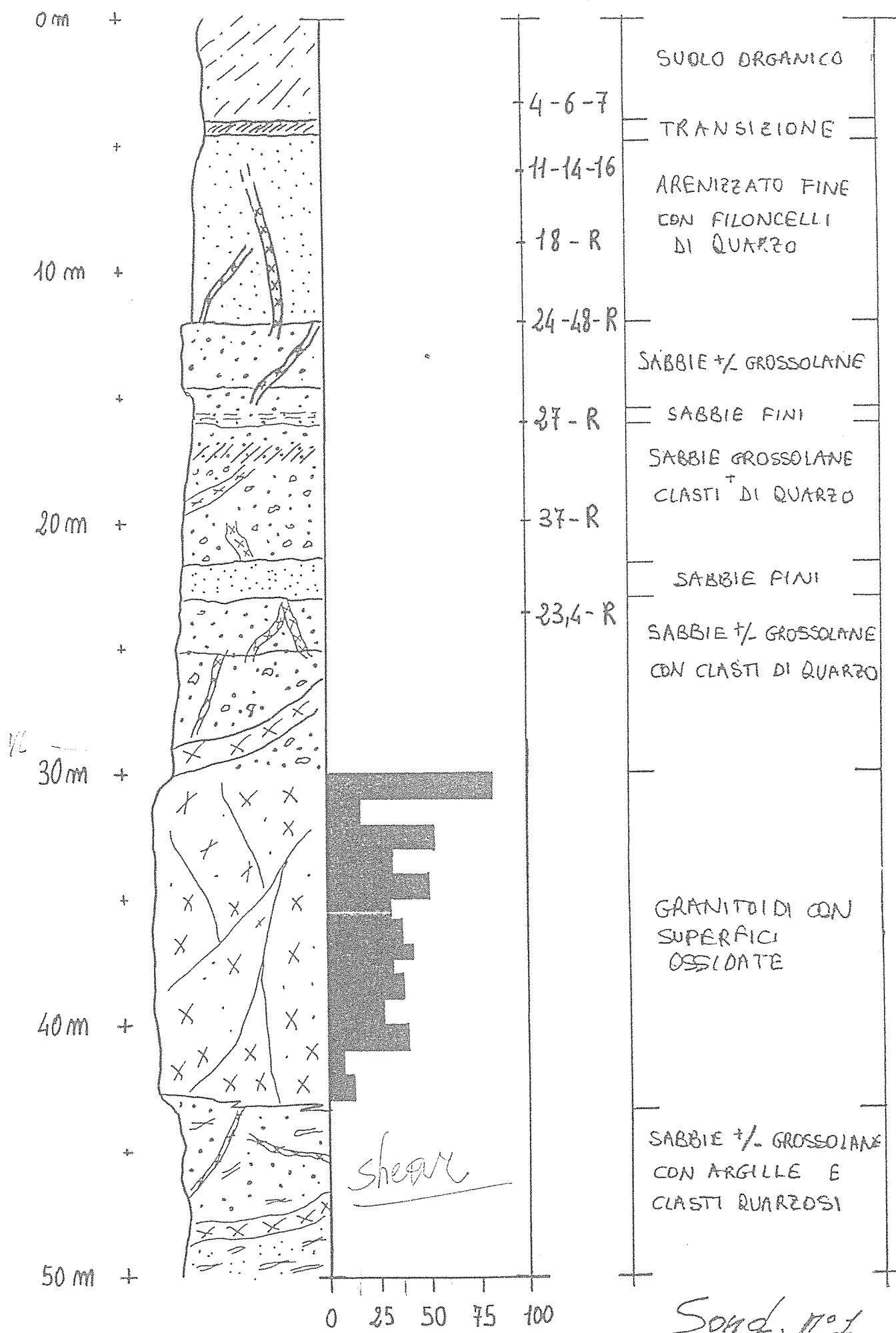
In tale indagine, lo spessore dell'arenizzato superiore, avrebbe spessore da minimi di 10 m (in asse ad alcuni fossi più incisi: fosso B o fosso Rizzella) a massimi di 50-55 m. Valori del tutto coerenti con i risultati delle indagini recenti eseguite e trattate nella presente relazione.

LITOLOGIA

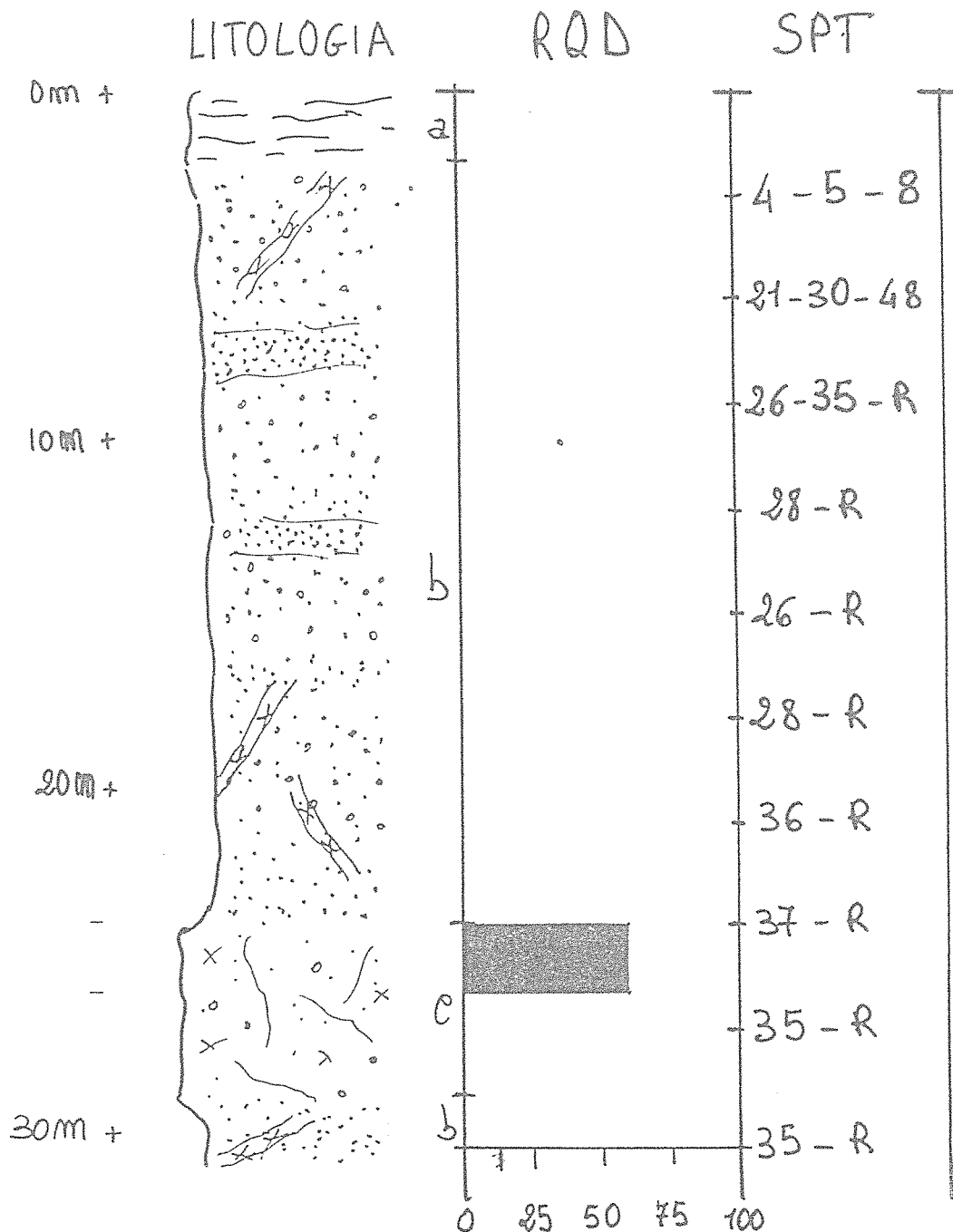
RQD

SPT

ANNOTAZIONI



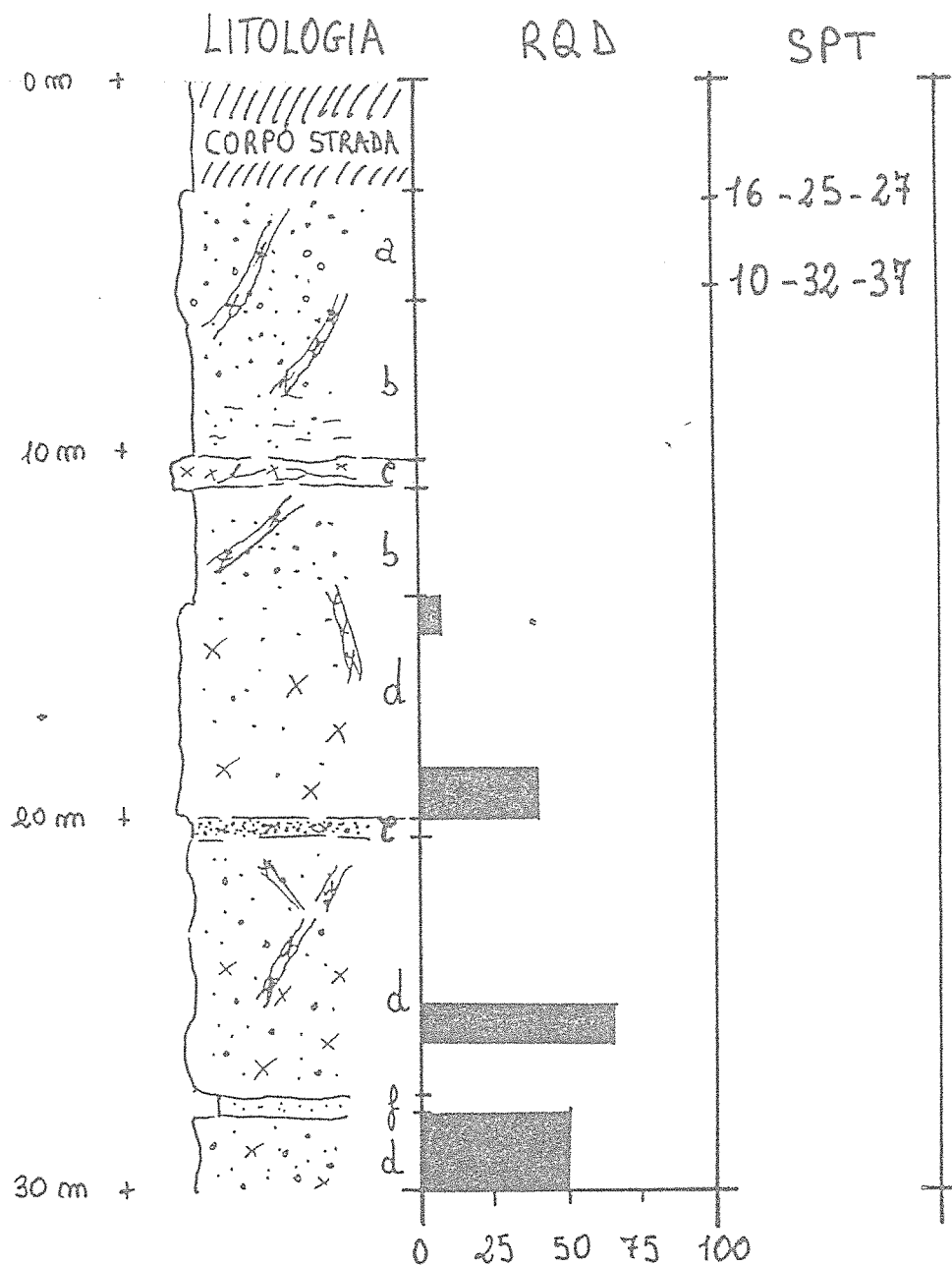
Sond. n° 3



2: SUOLO ORGANICO BRUNO

b: GRUSS A GRANULOMETRIA VARIABILE

c: PEGMATITE ALTERATA E DISARTICOLATA



a : GRUSS SABBIOSO - GHIAIOSO

b : GRUSS +/- ARGILLIFICATO

c : LEUCOGRANITO OSSIDATO

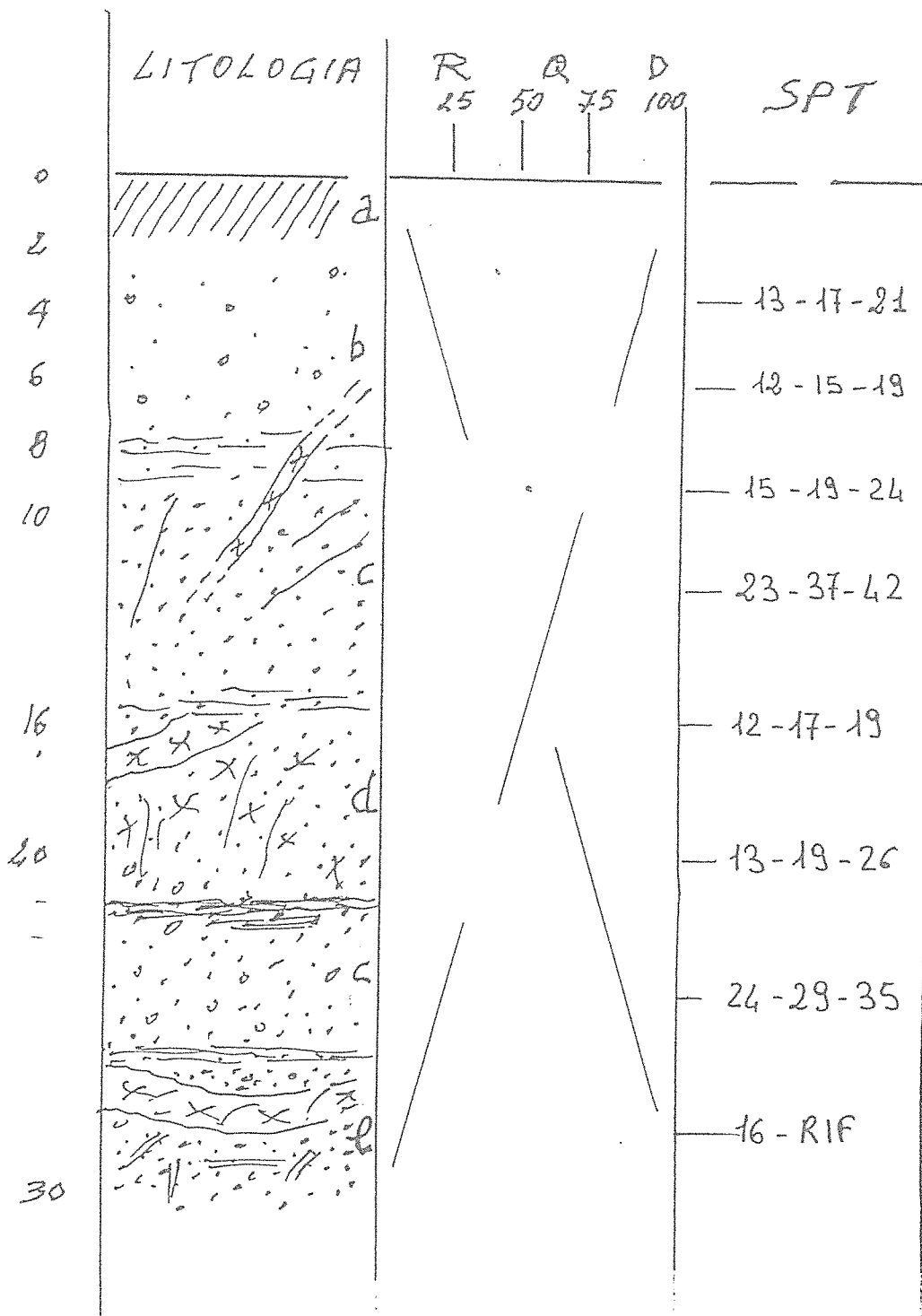
d : GRANITOIDE ALTERATO

e : GRUSS SABBIOSO FINE

f : GRUSS ARGILLIFICATO

Sond. N° 4

S. m. 5



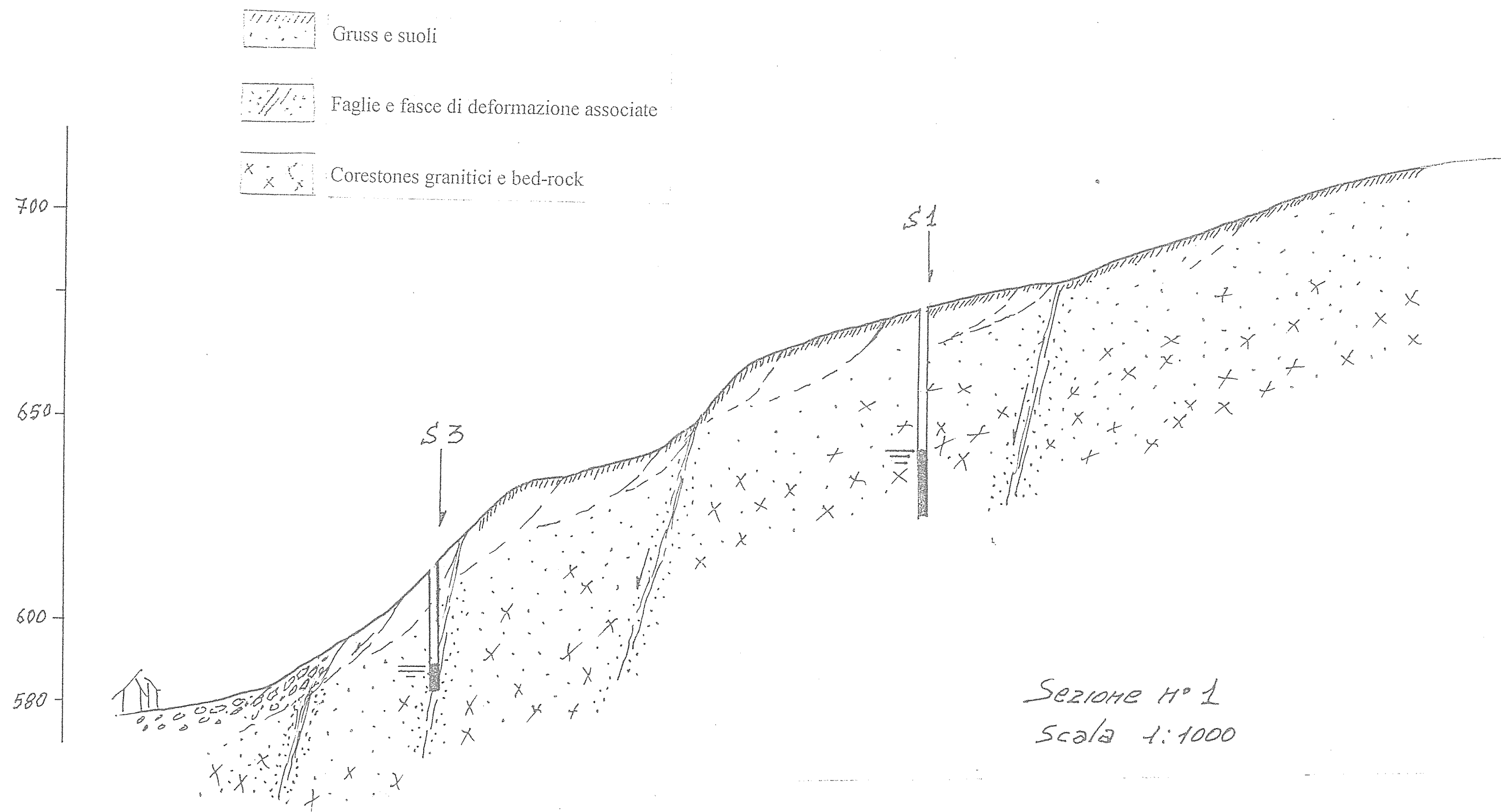
a: SUOLO ORGANICO

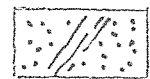
b: GRUSS SABBIOSO-GROSSOLANO

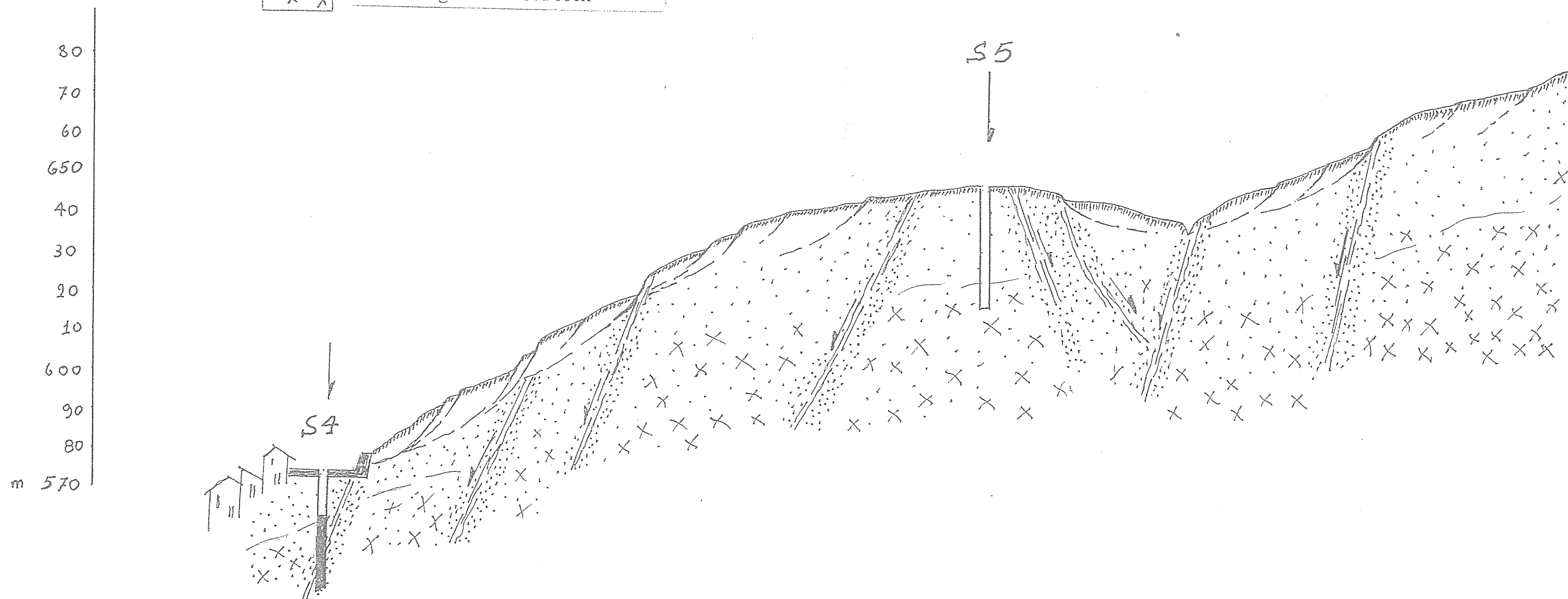
c: GRUSS SABBIOSO ADDENSATO

d: LEUCOGRANITO DISFATTO CON FILONI APLITICI

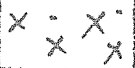
e: GRUSS MOLTO ADDENSATO CON PORZIONI ARGILLIFICATE

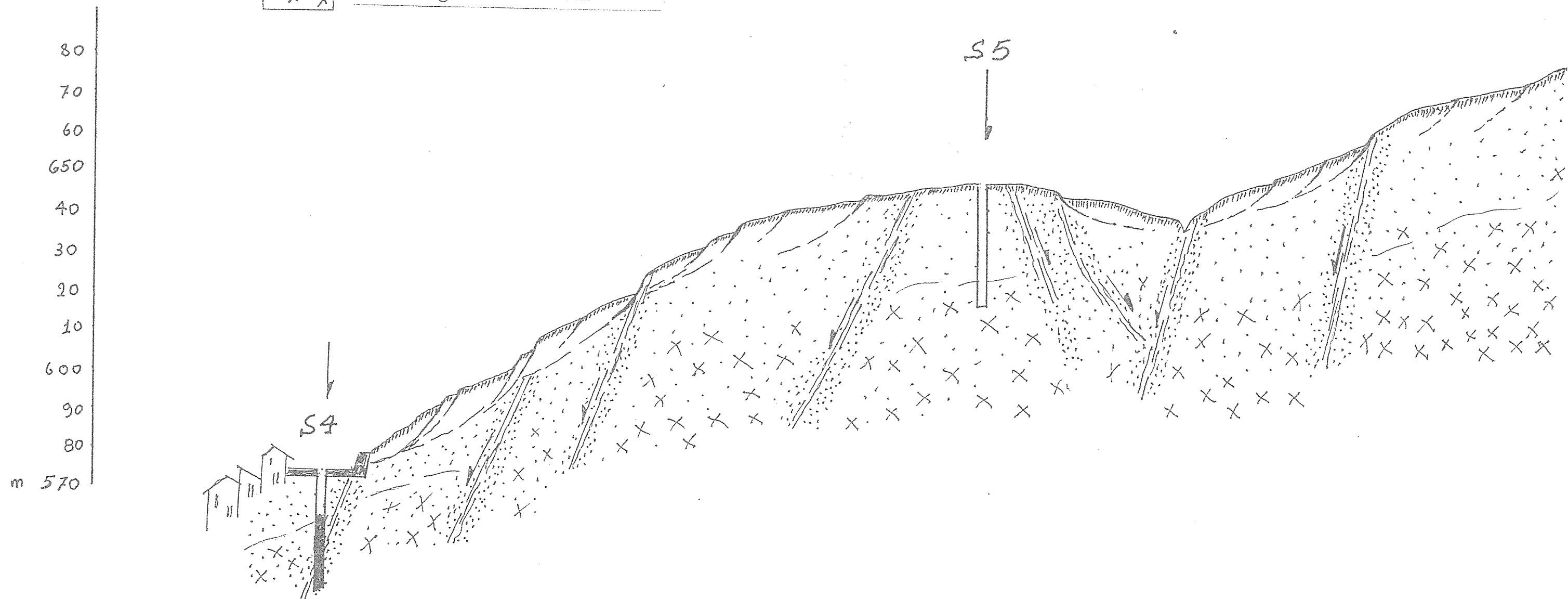


-  Gruss e suoli
-  Faglie e fasce di deformazione associate
-  Corestones granitici e bed-rock



Sezione n. 3
Scala 1:1000

-  Gruss e suoli
-  Faglie e fasce di deformazione associate
-  Corestones granitici e bed-rock



Sezione n. 3
Scala 1:1'000

Martello di Schmidt



Fronte	N° Prove	Valore medio Registrato	Dimensioni
1	15	0	15 x 4m
2	14	0	19 x 3m
3	14	0	15 x 4m
4	15	0	21 x 5m
5	17	0	25 x 4m
6	15	10	12 x 3m
7	15	0	20 x 3m
8	14	0	22 x 3m
9	14	0	14 x 4m
10	15	0	21 x 2m
11	15	0	13 x 2m
12	14	0	32 x 3m
13	17	0	26 x 4m
14	12	10	18 x 4m
15	16	0	17 x 4m
16	15	0	15 x 4m
17	14	0	18 x 5m
18	15	0	16 x 4m
19	15	0	15 x 4m
20	15	0	13 x 4m
21	12	10	15 x 4m
22	12	15	17 x 5m
23	15	10	18 x 4m
24	15	15	18 x 6m

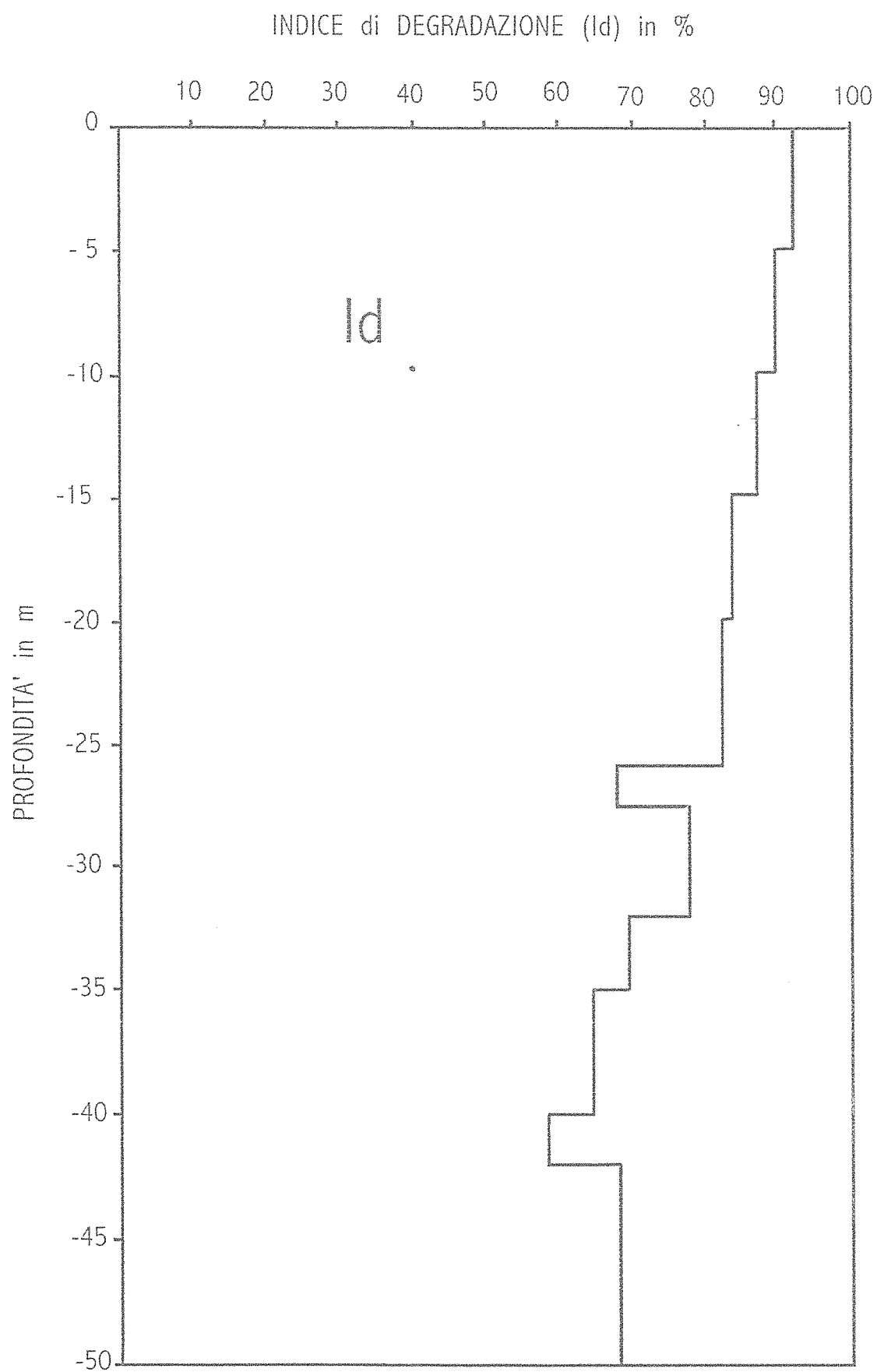
Scissometro PILCON



N° Stazioni	N° Prove eseguite	Valore medio Registrato in K/Pa	Dimensioni	1) Suolo 2) Gruss sup 3) Gruss bas
1	5	40	18 x 4m	1 - 2
2	6	45	19 x 3m	1 - 2
3	5	45	25 x 4m	1 - 2
4	5	45	22 x 4m	1 - 2
5	7	40	25 x 4m	2
6	7	45	19 x 3m	2
7	6	Rif	20 x 3m	/
8	5	Rif	22 x 3m	/
9	5	40	14 x 4m	1 - 2
10	5	50	21 x 2m	1 - 2
11	7	35	13 x 4m	2
12	5	65	32 x 3m	1
13	5	45	26 x 4m	1 - 2
14	5	Rif	18 x 4m	/
15	6	50	17 x 4m	2 - 3
16	6	40	15 x 4m	1 - 2
17	6	Rif	18 x 5m	/
18	5	45	26 x 4m	1 - 2
19	8	60	25 x 4m	2 - 3
20	5	65	23 x 4m	1
21	5	45	15 x 4m	1 - 2
22	5	45	17 x 5m	1 - 2
23	5	40	18 x 4m	1 - 2
24	5	50	18 x 6m	2
25	5	50	13 x 4m	2
26	6	65	32 x 3m	1
27	5	60	26 x 4m	1 - 2
28	5	60	28 x 5m	1 - 2
29	5	45	27 x 4m	2
30	5	Rif	15 x 4m	/
31	5	35	18 x 5m	2
32	5	70	26 x 4m	1
33	5	70	25 x 4m	1
34	5	Rif	33 x 4m	/
35	5	35	25 x 4m	2
36	5	55	18 x 5m	2 - 3
37	5	50	28 x 4m	1 - 2
38	6	65	18 x 6m	1
39	6	Rif	23 x 4m	/
40	7	Rif	22 x 3m	/
41	5	Rif	33 x 4m	/
42	5	Rif	23 x 5m	/

Correlazione tra INDICE di DEGRADAZIONE (Id) e VELOCITÀ del suono in CROSS-HOLE (V)

$$Id = (V_0 - V_m) / V_0$$



RISULTATI SPT CANTIERE CARDINALE

Sondaggio 1	Profondità	N° colpi (15cm)	Dr	Angolo di attrito
	3,5	4-6-7	0,2-0,4	30-35
	5,8	11-14-16	0,4-0,6	35-40
	9,0	18-RIF.	0,6- >0,8	35-40
	12,1	24-28-RIF.	0,6- >0,8	40-45
	16,0	27-RIF.	0,6- >0,8	35-40
	20,0	37-RIF.	0,8- >0,8	40-45
	23,4	RIF.	>0,8	40-45

Sondaggio 3	Profondità	N° colpi (15cm)	Dr	Angolo di attrito
	3,0	4-5-8	0,2-0,4	30-35
	5,8	21-30-48	0,4-0,8	35-40
	9,0	26-35-RIF.	0,4-0,8	35-40
	12,0	28-RIF.	0,6- >0,8	40-45
	15,0	26-RIF.	0,6- >0,8	35-40
	18,0	28-RIF.	0,6- >0,8	40-45
	21,0	36-RIF.	0,8- >0,8	40-45
	24,0	37-RIF.	0,8- >0,8	40-45
	27,0	35-RIF.	0,8- >0,8	40-45
	30,5	35-RIF.	0,8- >0,8	40-45

Sondaggio 4	Profondità	N° colpi (15cm)	Dr	Angolo di attrito
	3,0	16-25-27	0,4-0,6	35-40
	5,5	10-32-37	0,4-0,6	35-40

Sondaggio 5	Profondità	N° colpi (15cm)	Dr	Angolo di attrito
	3,4	13-17-21	0,4-0,6	35-40
	6,0	12-15-19	0,4-0,6	35-40
	9,0	15-19-24	0,4-0,6	35-40
	12,0	23-37-42	0,4-0,8	40-45
	15,8	12-17-19	0,4-0,6	35-40
	20,0	13-19-26	0,4-0,6	35-40
	24,0	24-29-35	0,4-0,8	35-40
	28,0	16-RIF.	0,6- >0,8	40-45

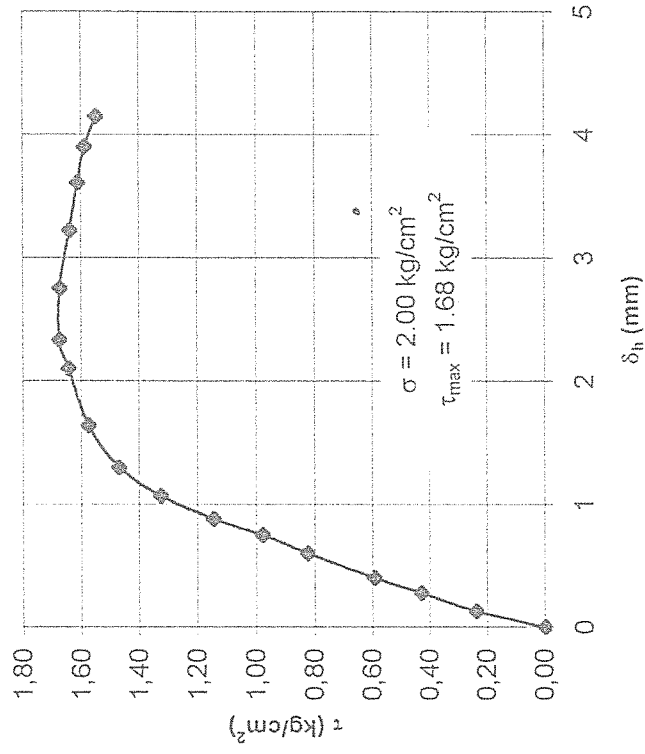
Località: Cardinale (Cz)
Campione 2
Provino 1

k = 0,080

$\tau_{max} = 1,684$
 $\tan\phi' = 40,1$

rova N $\sigma = 2$

Lv	δ_H	Lh	La	δ_h	T	τ
0	0	0	0	0	0,0	0,00
2	0,02	35	109	0,13	8,6	0,24
3	0,03	67	195	0,28	15,5	0,43
3	0,03	94	269	0,4	21,4	0,59
3	0,03	135	373	0,6	29,7	0,83
3	0,04	164	443	0,75	35,2	0,98
4	0,04	192	518	0,88	41,3	1,15
4	0,04	227	599	1,07	47,7	1,33
4	0,04	263	665	1,3	53,0	1,47
5	0,05	306	712	1,64	56,7	1,58
5	0,05	359	743	2,1	59,2	1,64
5	0,05	384	757	2,33	60,3	1,68
5	0,05	426	757	2,75	60,3	1,67
5	0,06	470	741	3,22	59,0	1,64
5	0,06	507	729	3,61	58,1	1,61
6	0,07	534	718	3,9	57,2	1,59
6	0,08	555	701	4,15	55,8	1,55

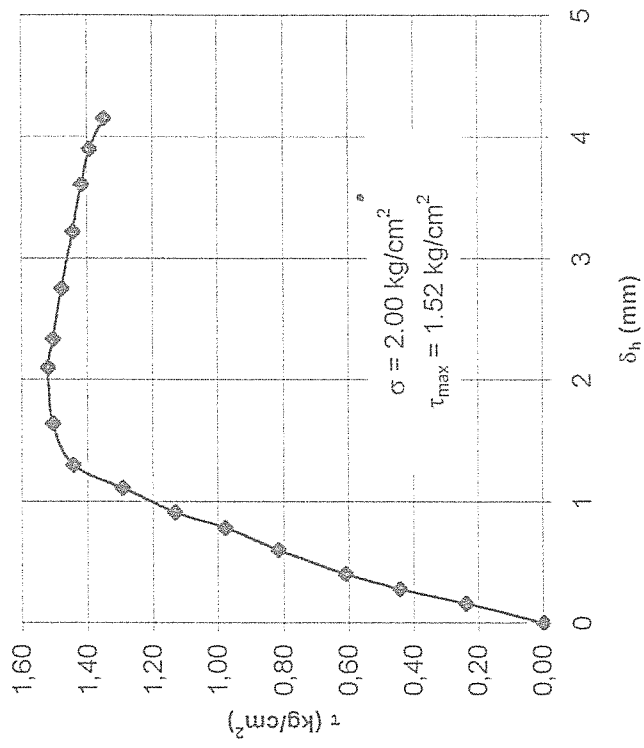


Località: Cardinale (Cz)
Campione 3
Provino 1

k = 0,080

$\tau_{\max} = 1,518$
 $\tan\phi = 37,2$

rova N	$\sigma =$	δ_v	Lh	La	δ_h	T	τ
Lv							
0	0	0	0	0	0	0,0	0,00
2	0,02	0,02	38	109	0,16	8,6	0,24
3	0,03	0,03	68	201	0,28	16,0	0,44
3	0,03	0,03	95	276	0,4	22,0	0,61
3	0,03	0,03	134	369	0,6	29,4	0,82
4	0,04	0,04	167	443	0,78	35,2	0,98
4	0,04	0,04	193	512	0,91	40,8	1,13
4	0,04	0,04	228	585	1,11	46,6	1,29
4	0,04	0,04	261	653	1,3	52,0	1,44
5	0,05	0,05	300	681	1,64	54,2	1,51
5	0,05	0,05	347	687	2,1	54,7	1,52
5	0,05	0,05	369	681	2,33	54,2	1,51
5	0,05	0,05	409	669	2,75	53,3	1,48
6	0,06	0,06	453	653	3,22	52,0	1,44
6	0,06	0,06	489	642	3,61	51,1	1,42
7	0,07	0,07	516	630	3,9	50,2	1,39
8	0,08	0,08	537	610	4,15	48,6	1,35



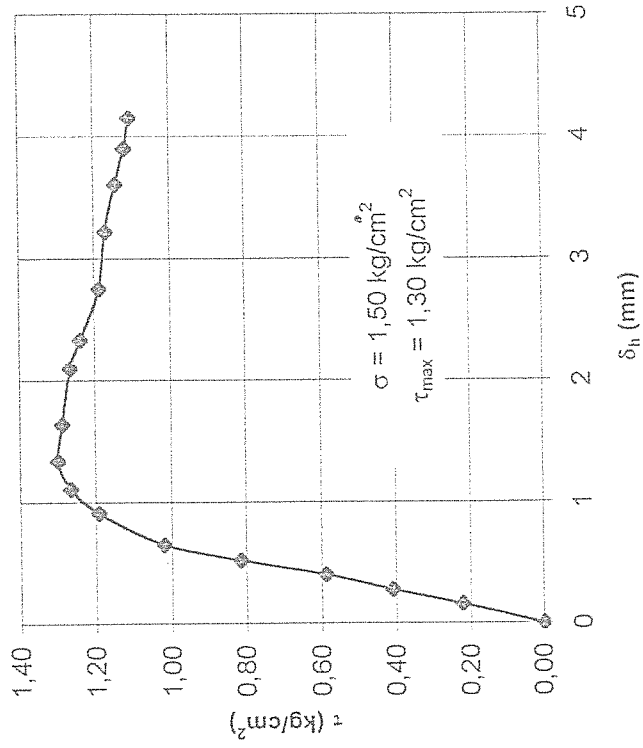
Località: Cardinale (Cz)
Campione 1
Provino 2

k = 0,080

$\tau_{\max} = 1,295$
 $\tan\phi = 40,8$

rova N $\sigma = 1,5$

Lv	δ_v	Lh	La	δ_h	T	τ
0	0	0	0	0	0,0	0,00
1	0,02	36	100	0,16	8,0	0,22
2	0,03	65	186	0,28	14,8	0,41
3	0,03	93	266	0,4	21,2	0,59
4	0,03	126	369	0,52	29,4	0,82
5	0,04	157	462	0,65	36,8	1,02
5	0,04	199	540	0,91	43,0	1,19
5	0,04	226	573	1,11	45,6	1,27
6	0,04	252	588	1,34	46,8	1,30
6	0,05	281	583	1,64	46,4	1,29
6	0,05	325	573	2,1	45,6	1,27
7	0,05	345	561	2,33	44,6	1,24
8	0,05	383	538	2,75	42,8	1,19
8	0,06	428	530	3,22	42,2	1,17
8	0,06	464	517	3,61	41,2	1,14
9	0,07	491	506	3,9	40,3	1,12
9	0,08	515	500	4,15	39,8	1,11

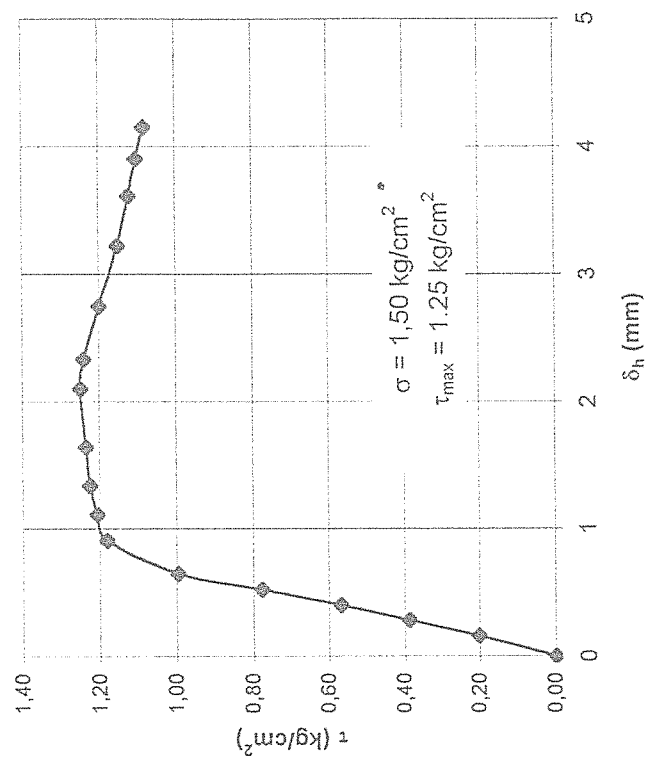


Località: Cardinale (Cz)
Campione 2
Provino 2

k = 0,080

$\tau_{\max} = 1,25$
 $\tan\phi' = 39,8$

rova N	$\sigma =$	Lh	La	δ_h	T	τ
Lv	δ_v					
0	0	0	0	0	0,0	0,00
1	0,02	34	92	0,16	7,3	0,20
2	0,03	63	176	0,28	14,0	0,39
2	0,03	91	257	0,4	20,5	0,57
3	0,03	122	352	0,52	28,0	0,78
3	0,04	155	451	0,65	35,9	1,00
4	0,04	198	534	0,91	42,5	1,18
4	0,04	220	545	1,11	43,4	1,21
5	0,04	245	564	1,34	44,1	1,23
5	0,05	276	558	1,64	44,5	1,24
6	0,05	323	565	2,1	45,0	1,25
7	0,05	345	561	2,33	44,6	1,24
8	0,05	384	543	2,75	43,2	1,20
9	0,06	426	521	3,22	41,5	1,15
8	0,06	463	508	3,61	40,4	1,12
8	0,07	490	499	3,9	39,7	1,10
8	0,08	513	490	4,15	39,0	1,08

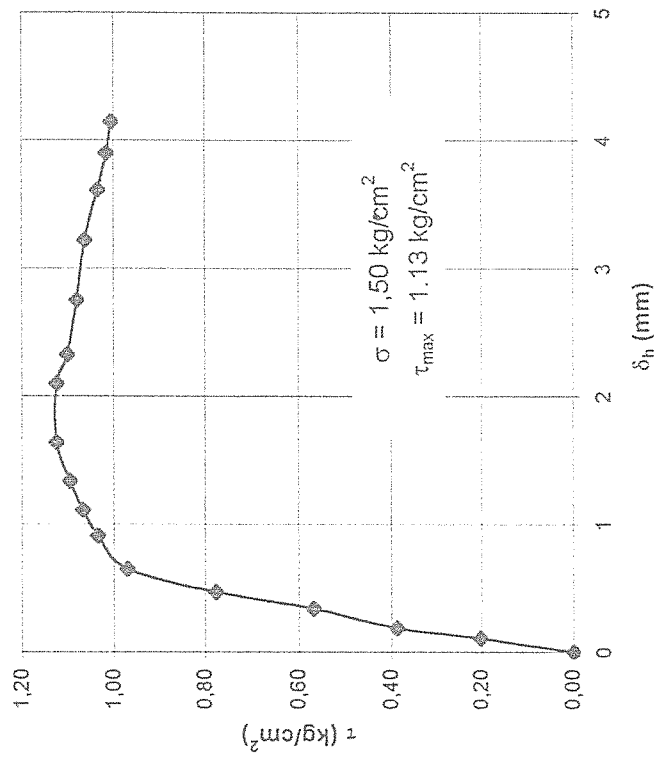


Località: Cardinale (Cz)
Campione 3
Provino 2

k = 0,080

$\tau_{\max} = 1,126$
 $\tan\phi = 36,9$

rova N	$\sigma =$	Lh	La	δ_h	T	τ
Lv	δ_v					
0	0	0	0	0	0,0	0,00
2	0,02	29	92	0,11	7,3	0,20
2	0,03	54	176	0,19	14,0	0,39
3	0,03	85	257	0,34	20,5	0,57
3	0,03	117	352	0,47	28,0	0,78
4	0,04	153	439	0,65	35,0	0,97
5	0,04	185	468	0,91	37,3	1,04
6	0,04	208	483	1,11	38,4	1,07
7	0,04	233	495	1,34	39,5	1,10
8	0,05	266	509	1,64	40,5	1,13
8	0,05	312	509	2,1	40,5	1,13
8	0,05	333	498	2,33	39,6	1,10
9	0,05	373	488	2,75	38,9	1,08
9	0,06	418	481	3,22	38,3	1,06
8	0,06	455	468	3,61	37,3	1,04
9	0,07	482	459	3,9	36,6	1,02
9	0,08	506	455	4,15	36,2	1,01



Località: Cardinale (Cz)

Campione 1 res

Provino 2res

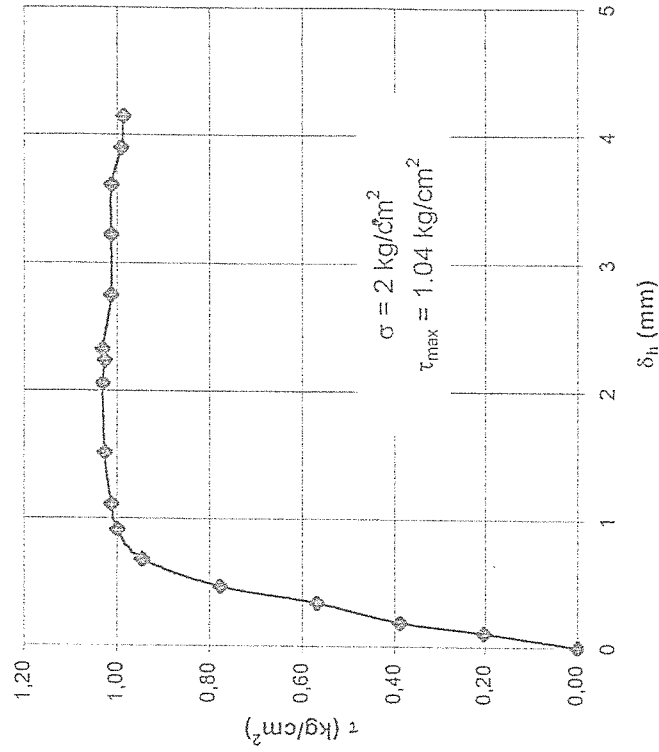
k = 0,080

$\tau_{\max} = 1,04$

$\tan\phi' = 27,47$ Attrito residuo

rova N $\sigma = 2$

Lv	δ_v	Lh	La	δ_h	T	τ
0	0	0	0	0	0,0	0,00
2	0,02	29	92	0,11	7,3	0,20
2	0,03	54	176	0,19	14,0	0,39
3	0,03	85	257	0,34	20,5	0,57
3	0,03	117	352	0,47	28,0	0,78
4	0,04	154	428	0,68	34,1	0,95
5	0,04	181	452	0,91	36,0	1,00
6	0,04	203	458	1,11	36,5	1,01
7	0,04	245	464	1,52	37,0	1,03
8	0,05	299	466	2,06	37,1	1,03
8	0,05	317	464	2,24	37,0	1,03
8	0,05	326	466	2,33	37,1	1,03
9	0,05	367	458	2,75	36,5	1,01
9	0,06	414	458	3,22	36,5	1,01
8	0,06	453	458	3,61	36,5	1,01
9	0,07	480	448	3,9	35,7	0,99
9	0,08	504	446	4,15	35,5	0,99



Località: Cardinale (Cz)
 Sintesi dei risultati delle prove di taglio

Cam/Pr	σ (kg/cm ²)	τ_{max} (kg/cm ²)
C1-P1	2,00	1,75
C1-P2	2,00	1,68
C1-P3	2,00	1,52
C2-P1	1,50	1,3
C2-P2	1,50	1,25
C2-P3	1,50	1,13

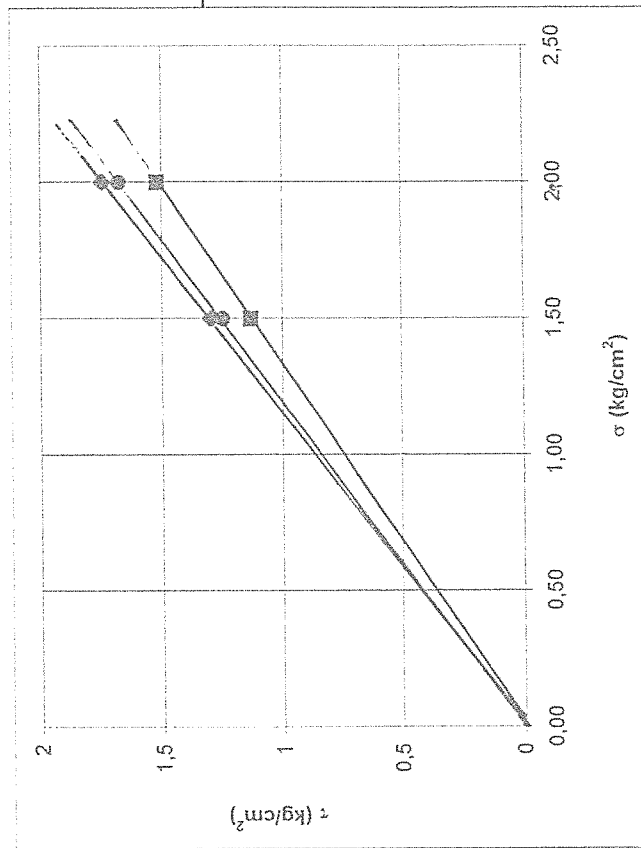


FIG. A1

LINEA G

FIG. A1

LINEA A

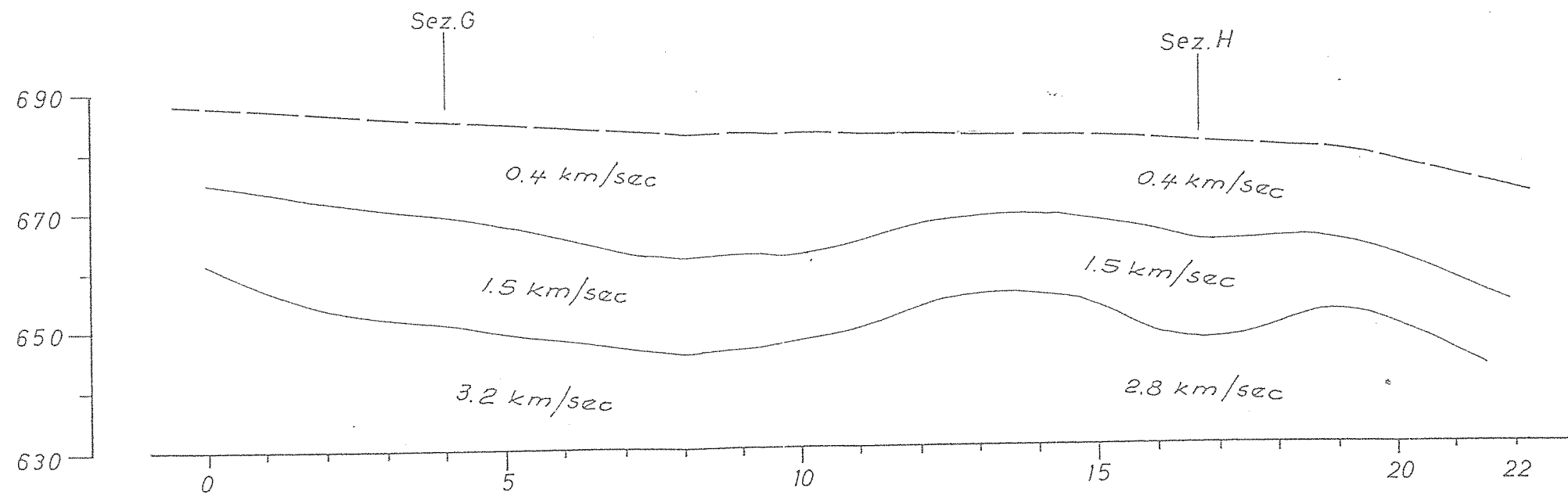
LINEA H

LINEA F

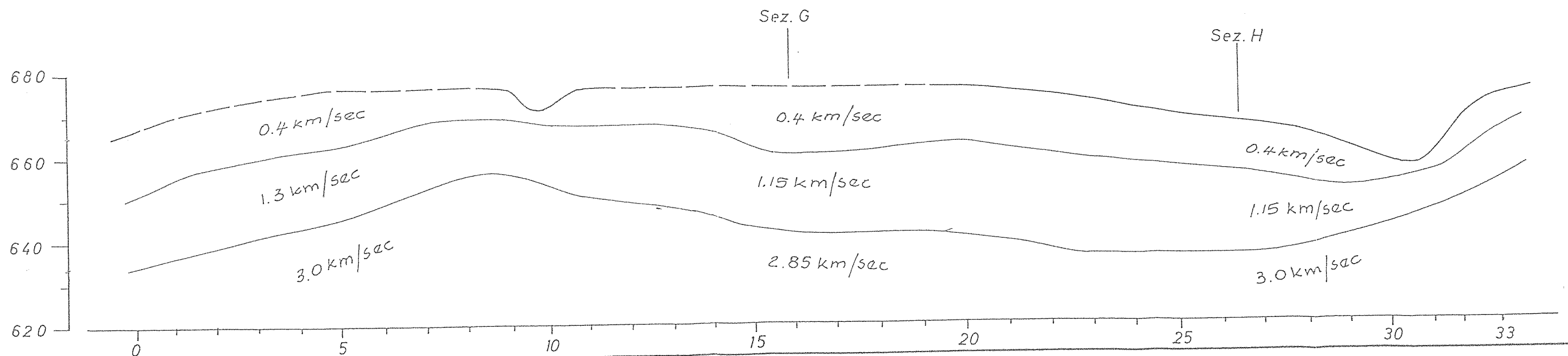


Sezione A

FIG
A2



Sezione B



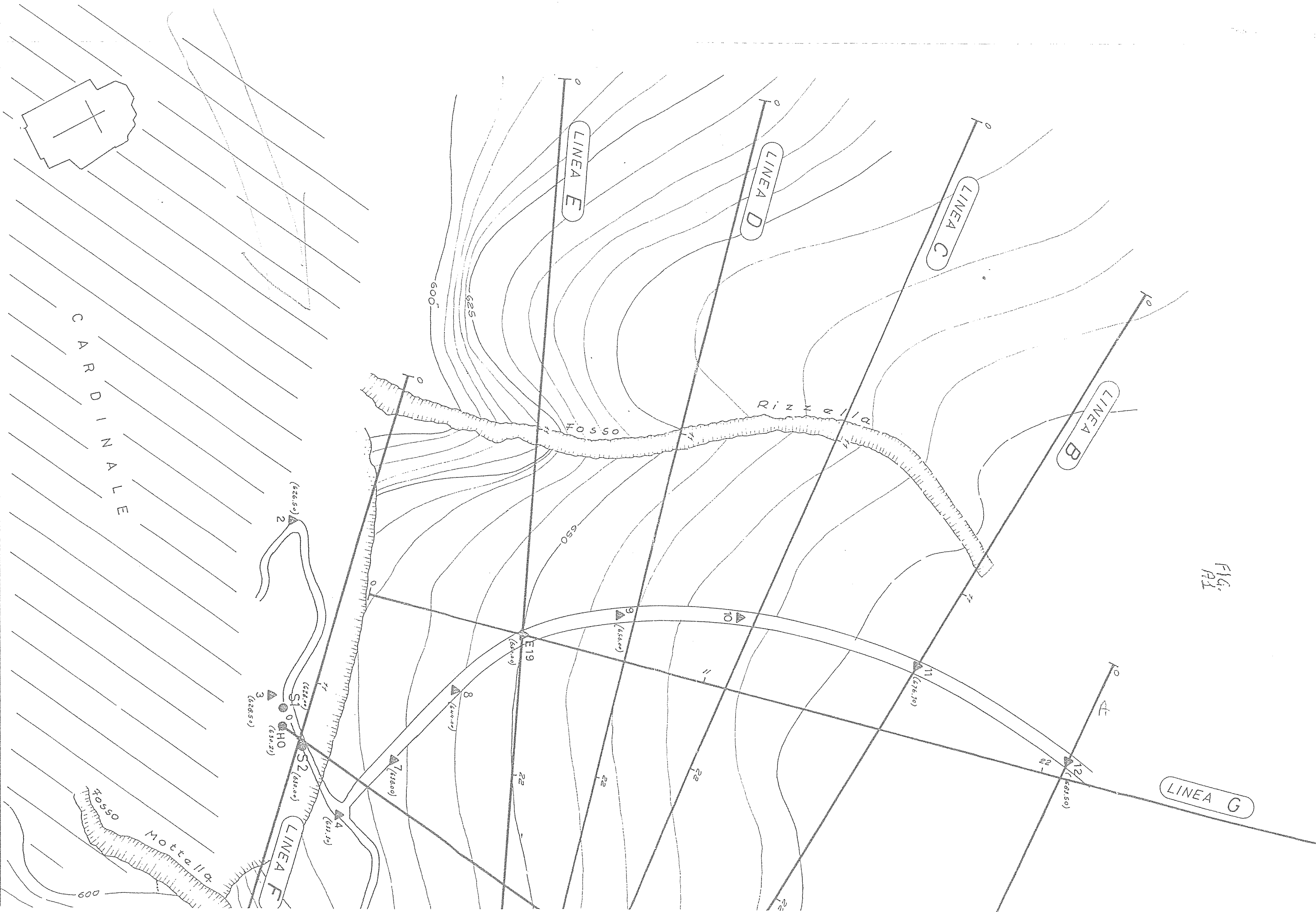
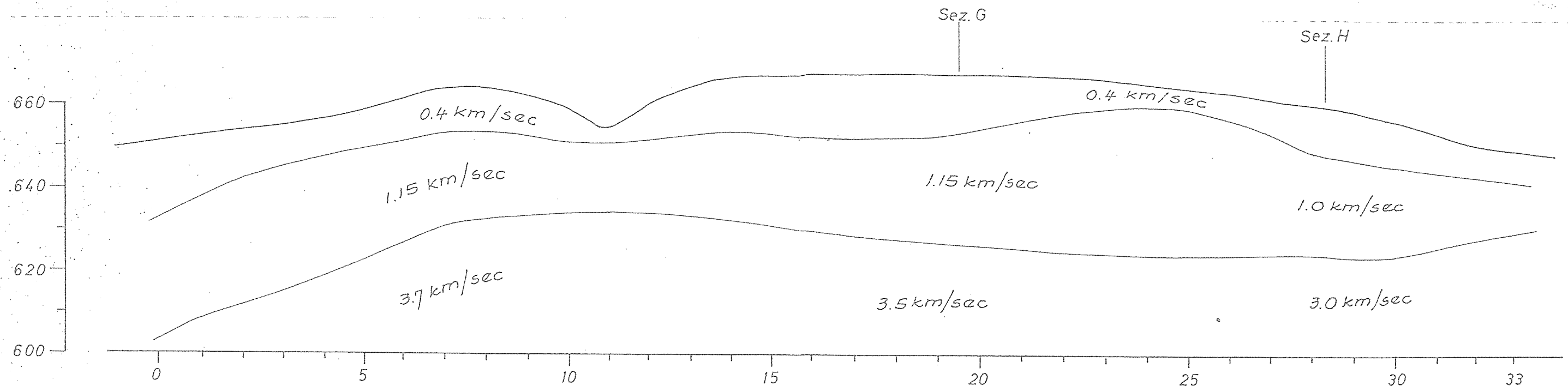


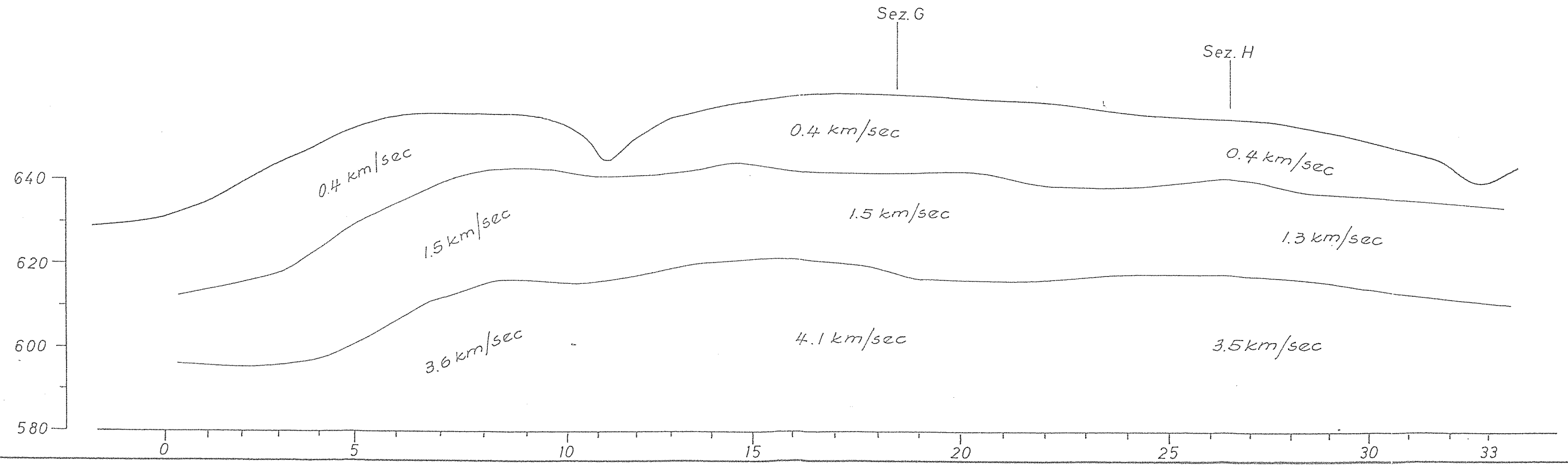
FIG.
A1

Fig.
A3

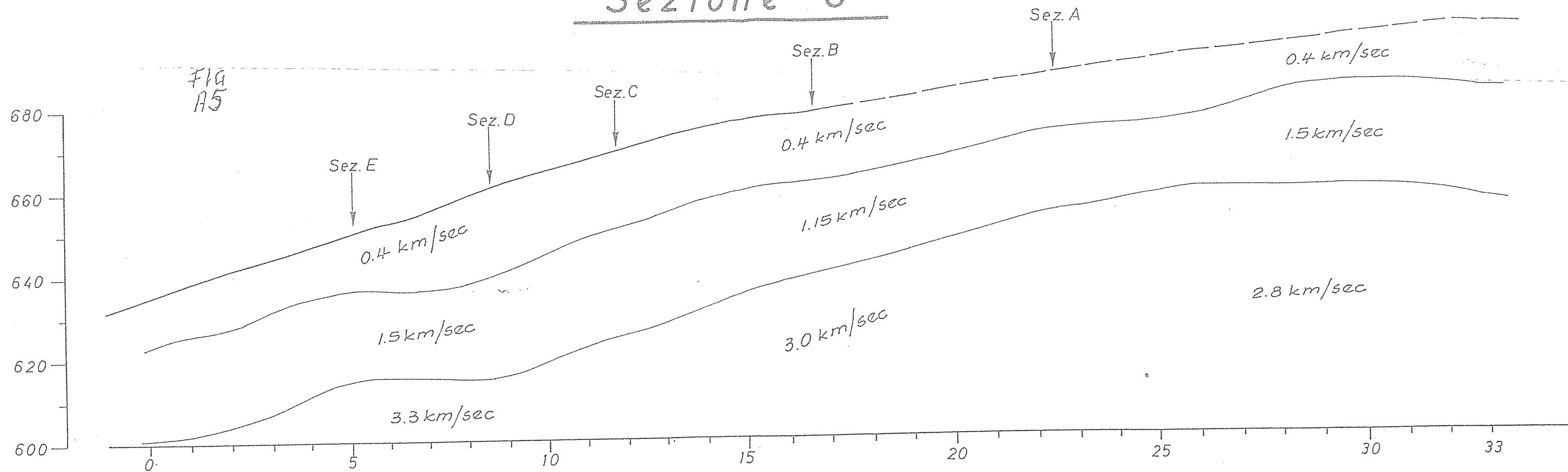
Sezione C



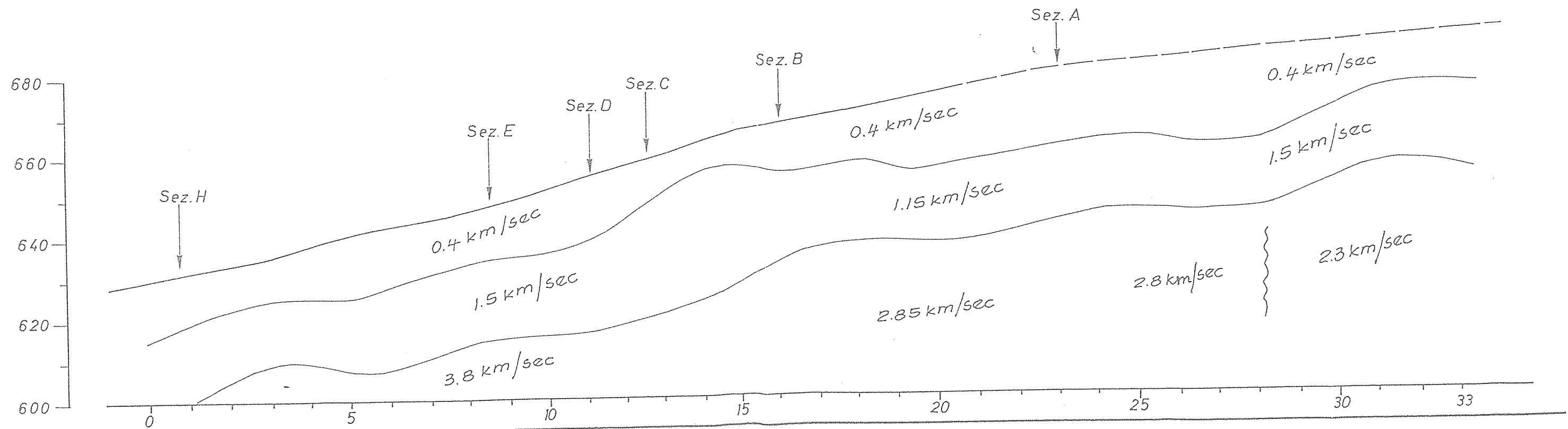
Sezione D



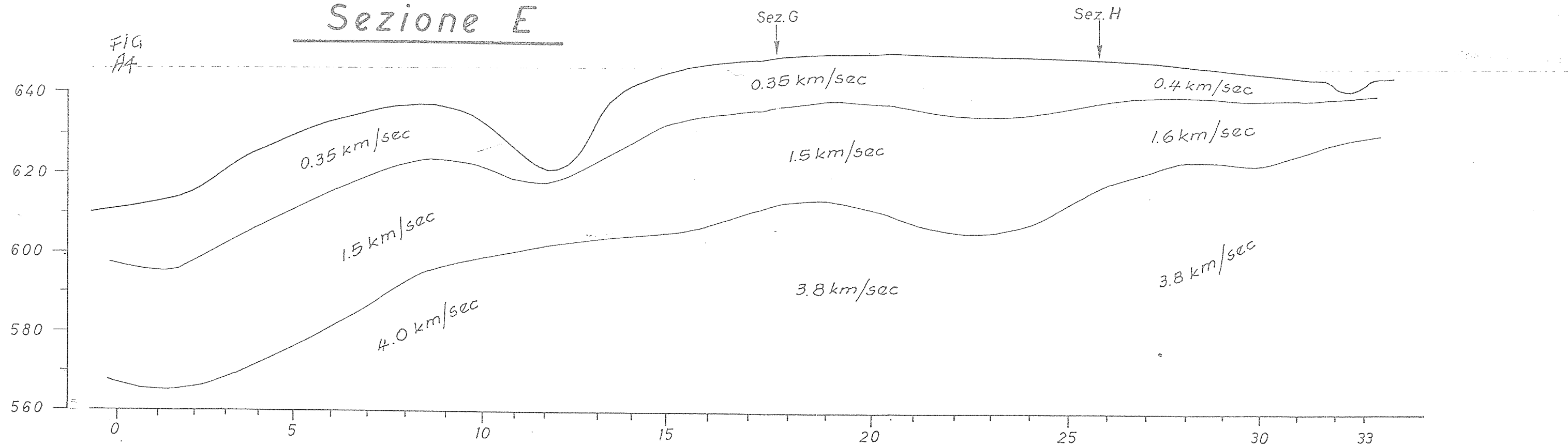
Sezione G



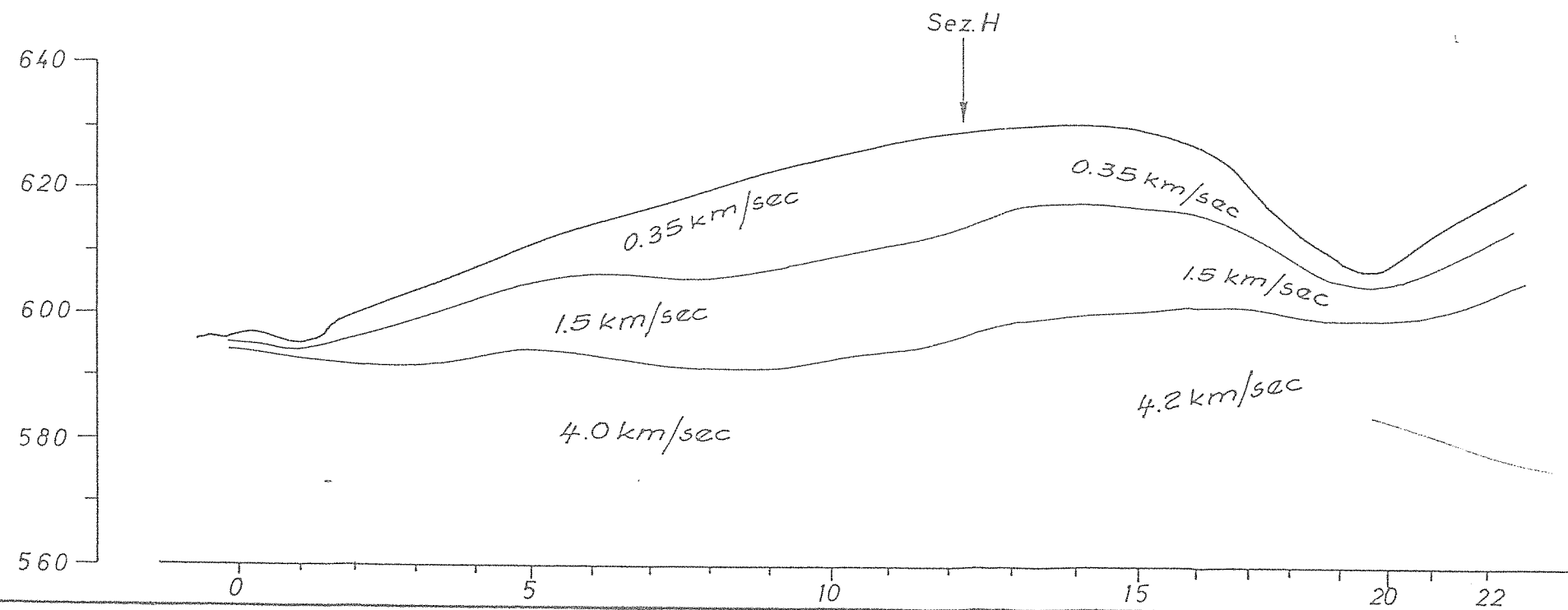
Sezione H



Sezione E



Sezione F



2-Quadro idrogeologico

Le spesse coperture da weathering che marginano verso monte Cardinale, formano come detto, dei rilievi collinari allineati su una piccola dorsale NE-SO, che ha spartiacque topografico attorno ai 700 m (700-750). Tale dorsale degrada: ad ovest verso Cardinale e quindi l'alveo del fiume Ancinale, qui, attorno quote dai 560 ai 570 m; ad est verso la valle del torrente Usito, qui, mediamente attorno quote 650-700, e cioè circa 100 m al di sopra dell'Ancinale.

Allo spartiacque topografico, dato il generale assetto geologico del sistema, corrisponde grosso modo uno spartiacque geologico, se come tale viene assunto il tetto del bed-rock granitico più fresco. In tale considerazione, i deflussi idrici sotterranei, dovrebbero fluire in misura nettamente prevalente verso l'Ancinale e, data la modestia degli apporti meteorici medi annuali, localizzarsi in via perenne al di sotto delle coltri a massima alterazione. Considerato che il livello di base degli stessi deflussi è la quota media dei 550 m (alveo Ancinale) e che lo spartiacque geologico va assunto attorno ai 620-630 m al massimo, si deriva una pseudo-piezometrica, in condizioni di magra, appena sfiorata o al di sotto delle quote esplorate dai sondaggi. Ciò, sempre che esista una separazione netta tra gruss (arenizzato) e bed-rock, e non già uno spessore di terreno di transizione nel quale volumi permeabili (cataclasiti, filoni di quarzo) si alternano a volumi di roccia più fresca, fratturata ma comunque meno permeabile. In altri termini, i terreni che sottostanno alle coltri arenizzate di superficie (esplorate per spessori mai inferiori ai 30 m) sono sufficienti a fare defluire un eventuale "falda di fondo" in periodi di magra; falda interamente o quasi drenata dall'Ancinale per via sotterranea. Tale quadro trova per altro conferma indiretta nell'assenza di sorgenti perenni lungo i versanti al di sopra di Cardinale, salvo una sola emergenza effimera attorno quota 569 m, al margine Nord dell'abitato, e altre due simili allo sbocco sull'area urbana dei fossi A e B. Tanto è inoltre rilevabile dai dati di superficie e attiene a quella circolazione idrica sotterranea alimentata dai rilievi alti della catena di M.te Burilli e Trematerra (q 1788 e q 1228).

Quadro ben differente può, invece, delinearsi per le fasi di piena dei deflussi sotterranei, legati questi sia all'aumento degli afflussi sotterranei, dal grosso della catena montuosa, e sia da apporti zenitali, in periodi di prolungate e intense precipitazioni.

In tali condizioni, specie quelle di consistenti apporti zenitali, un ruolo determinante è svolto dalla forte permeabilità delle masse arenizzate più esterne. Queste, infatti, funzionano da primo serbatoio efficace e quindi come sede potenziale di falda superficiale in movimento. Infatti, alle prove Lugeon in foro, le coltri da weathering hanno mostrato permeabilità d'ordine 10^{-4} per non meno dei primi 15-20 m e, quindi, d'ordine progressivamente inferiore con la profondità ma mai al di sotto di 10^{-5} (ved. Tab di correlazione K-Prove Lugeon). Ciò consente l'ipotesi che nei periodi autunno – primavera la base delle masse di weathering sia sede di falda attiva, così come possono andare in saturazione o quasi i livelli più porosi di superficie, in genere fino ai 10-15 m dal p.c.

E' questa una condizione che potrà essere oggettivamente testata con la lettura dei piezometri installati nei fori di sondaggio a partire dall'autunno venturo. L'ultima e più attendibile lettura dei piezometri, effettuata in data 11/07/2001, ha dato i seguenti valori (a 20 giorni dall'ultimazione sondaggi):

- Foro S1: acqua a -35 m dal boccaforo (q 640 circa)
- Foro S3: acqua a -26 m dal boccaforo (q 595 circa)
- Foro S4: acqua a -11 m dal boccaforo (q 560 circa)
- Foro S5: asciutto

Questi dati, da considerare del tutto indicativi, data la brevità temporale delle letture imposta dai tempi contrattuali, attestano comunque una presenza di circolazione attiva a quote relativamente medio basali nel corpo delle masse arenizzate di monte. Verosimilmente tale circolazione è rappresentativa di un deflusso costante di falda per la quale l'assetto tettonico di zona e le variazioni di permeabilità del gruss suggeriscono una geometria a gradini della piezometrica relativa. Tale geometria è

confortata dalla successione delle faglie dirette con effetto drenante che scalettano i versanti, come si evince dalle sezioni allegate, n° 1, 2, 3.

A prescindere dalle interpretazioni è comunque certo che il piezometro installato nel foro del sondaggio n°3, proprio al di sopra dell'abitato nella porzione trasferita e lungo uno dei versanti più acclivi e con frane pressoché contigue, anche se relativamente poco spesse (non oltre 10 m sulla verticale alla superficie di taglio), come si riporta nelle allegate fotografie, rivela almeno 4 m d'acqua all'ultima lettura e cioè un periodo di netta magra dei deflussi sotterranei. Tale dato autorizza la previsione che in fase di piena dei deflussi sotterranei, possa prevedersi qui una piezometrica più alta di almeno 5-6 m, cioè a quote assolute almeno di 600-605m. Da tali quote, la piezometrica tende naturalmente a deprimersi nel pedemonte urbanizzato e cioè nei depositi detritici e di frana dal piede dei versanti e alla testata dell'abitato. Ciò trova anche conferma nel piezometro del sondaggio n°4, nel quale il livello statico si rileva ad appena 11 m al di sotto del piano stradale, al perimetro di monte del tessuto urbano e cioè a quote assolute attorno ai 560m.

Il rialzo di tale livello in fase di piena, oltre che avere influenza sulla franosità delle pendici sovrastanti (come l'acqua del piezometro al foro n°3), potrebbe comportare anche problemi relativi a un aumento della vulnerabilità dell'abitato per fenomeno di liquefazione sotto evento sismico. Il controllo artificiale dei possibili rialzi di piena della piezometrica rilevata, così come la sua depressione eventuale anche in condizione di magra, specie per le fasce altimetriche subito al di sopra dell'abitato, divengono quindi elemento fondamentale per la stabilizzazione dei terreni in questione e dell'abitato stesso di Cardinale.

RELAZIONE DI "DRÖGUE PUECH, 1968"

$$K = 6 \times 10^{-8} \lg(2z/d) \text{ UL}$$

TRATTO DI PROVA	UL	VALORI DI K
3 - 6	26	k= 2,92x10-4 cm/s
6 - 9	19,6	k= 2,20x10-4 cm/s
9 - 12	31,3	k= 3,52x10-4 cm/s
12 - 15	16,0	k= 1,80x10-4 cm/s
15 - 18	7,3	k= 8,21x10-5 cm/s
18 - 21	13,0	k= 1,46x10-4 cm/s
21 - 24	14,0	k= 1,57x10-4 cm/s
24 - 27	10,4	k= 1,17x10-4 cm/s
27 - 30	6,8	k= 7,65x10-5 cm/s
30 - 33	3,9	k= 4,39x10-5 cm/s
33 - 36	8,0	k= 9,0x10-5 cm/s
36 - 39	10,5	k= 1,18x10-4 cm/s
39 - 42	6,6	k= 7,42x10-5 cm/s
42 - 45	3,7	k= 4,16x10-5 cm/s
45 - 48	9,0	k= 1,01x10-4 cm/s

La franosità che coinvolge diffusamente le pendici a monte di Cardinale è essenzialmente una franosità “di copertura” che per punti sembra poter superare anche spessori d’ordine decametrico. I fattori che la controllano, al di là dell’uniforme bassa consistenza meccaniche delle litologie di zona, possono essenzialmente ricondursi:

- Contenuto d’acqua dell’ammasso roccioso coinvolto, ovvero entità e altezza della falda ed entità degli apporti diretti zenitali e ipodermici;
- Acclività delle pendici, ovvero profondità delle incisioni che solcano i versanti con percorsi pressoché rettilinei monte-valle.

Le osservazioni di terreno, tradotte nella cartografia e foto allegate, oltre che i dati delle verifiche di stabilità eseguite in condizioni molto cautelative ($\phi = 35^\circ$; $c = 0$), nonché i dati indiretti ricavabili dalle altre indagini portano inoltre ad interpretare le frane e la franosità, che si rilevano al perimetro di monte di Cardinale e lungo i versanti sottesi, come totalmente confinati negli spessori delle coltri arenizzate da weathering. Sono delle frane che si attivano nei punti di maggiore acclività quali il piede dei versanti a monte di Cardinale, nonché ai bordi delle profonde incisioni che attraversano questi ultimi. I fenomeni gravitativi, così derivanti, hanno una veloce regressione verso monte e in molti punti, quasi senza soluzione di continuità, regrediscono fino alla cattura della linea di displuvio. Tale ultimo fenomeno è per esempio evidente alla testata dell’impluvio A e nella zona di cresta tra impluvio A e B. In altre aree, come in destra orografica dell’impluvio C, l’arretramento topografico continuo dei collassi nelle masse esterne del gruss più alterato sta determinando una nuova incisione morfologica secondo linea di massima pendenza e in rapido approfondimento (ved carta morfotettonica). Lo spessore dei corpi di frana, nelle espressioni più definibili ai piedi delle pendici, non sembra superare i 10-15 m massimo e tende naturalmente a ridursi nelle relative regressioni verso monte.

Non sono evidenti al suolo fenomeni di frana con cinematiche da sovrapposizione, ma questi non sono da considerare dal momento che specie i suoli humificati, alle quote più alte del versante o formanti nicchia di frana, possono attivarsi in colate di fango e riversarsi così sui corpi di frana, al piede, preesistenti. Tale evento potrebbe essere suggerito dalla stratigrafia litomeccanica del sondaggio n°4, nel quale un intervallo metrico a forte ossidazione interrompe la continuità del gruss attorno ai 20 m.

Questo livello, del quale però non è possibile accertare la giacitura, è rappresentativo di un intervallo a massima degradazione costituito da terreno a grana fine (silt sabbioso). Pertanto potrebbe essere ricondotto, con eguale probabilità, a un gruss fine superficiale (quasi paleosuolo) o a una fascia cataclastica di faglia, quale viene rilevata al di sotto del sondaggio stesso. Noi si ritiene più probabile un'origine tettonica, del tutto coerente col quadro geologico; mentre un paleosuolo attesterebbe un corpo di frana del quale però non si hanno indizi significativi sul terreno. Alle quote di rinvenimento comunque, un eventuale corpo di frana dovrebbe già essere eroso o quantomeno del tutto stabilizzato, data l'assenza in questa porzione di area urbana di qualsivoglia indizio di dissesto sui corpi costruiti, dei quali alcuni superano abbondantemente il secolo di età.

Altro indizio per una sovrapposizione di piccoli volumi di frana, coinvolgenti quasi esclusivamente i suoli e le porzioni più esterne del gruss, sembra potersi ravvisare nel tracciato sismico n°3, la dove l'areato di superficie tende lateralmente a chiudersi verso il piano campagna anziché seguire in profondità il profilo topografico esterno. Di queste e altre frane che talora sembrano occupare l'intera estensione della pendice, con corpi di modesto spessore ma contigui e riconducibili a diverse fasi temporali, è comunque incerto e difficile seguirne gli esatti contorni sul terreno o per foto aeree, specie in fase estiva allorché è massimo lo sviluppo vegetale. Se ne individuano però con sufficiente approssimazione i contorni marginali che perimetrano le intere porzioni di pendice coinvolte. In sintesi, la franosità che si rileva sui versanti a ridosso di Cardinale sembra potersi ricondurre a un generale fenomeno di creep più o

meno lento e continuo, che interessa tutte le coltri arenizzate e i sovrastanti suoli, il quale si attiva, con gli spessori maggiori e con geometrie di frane singole e relativamente spesse, nei punti di maggiore acclività e quindi di maggior richiamo gravitativo.

Con i dati ricavati dalle prove SPT in foro e Prove di Taglio diretto su campioni, assumendo cautelativamente un valore dell'angolo di attrito medio di 35° per l'intero delle coltri da weathering, sono state eseguite numerose verifiche di stabilità per tratti più o meno lunghi di versante e in diverse condizioni idrogeologiche:

- a) terreni asciutti;
- b) terreni con falda nell'arenizzato e piezometrica prossima al bed-rock,
- c) terreni con falda alta di almeno 10-15 m al di sopra del bed-rock presunto (non è mai in affioramento).

Nella condizione a) -terreni asciutti-, le verifiche eseguite e allegate danno valori prossimi o nettamente superiori al minimo di equilibrio fissato a un fattore di sicurezza pari a 1.3 e per 35° il valore dell'angolo di attrito. Condizione di instabilità si raggiungono solo, e non sempre, per $\phi \leq 32^\circ$.

Nella condizione b) -falda bassa- quasi tutti i cerchi testati, specie al piede dei versanti e confinati nelle coltri arenizzate, risultano instabili nettamente, eccetto quelli passanti per il bed-rock assunto come granitoidi freschi o almeno di classe III IAEG.

Le condizioni di equilibrio dei terreni peggiorano nettamente nella condizione

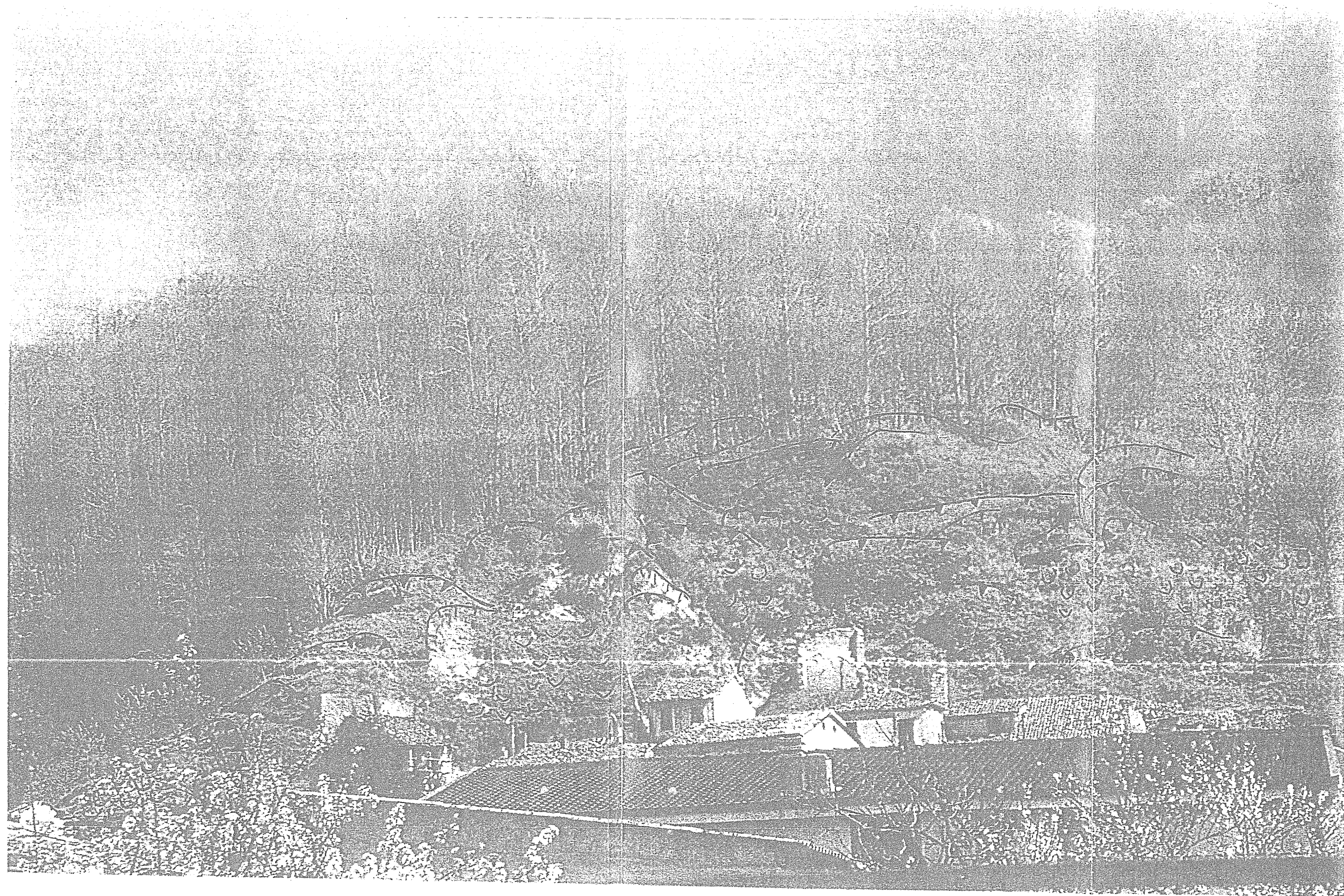
c) -falda alta-, anche nelle verifiche delle aree sommatali delle pendici relativamente meno acclivi e più protette dai processi di erosione in massa.

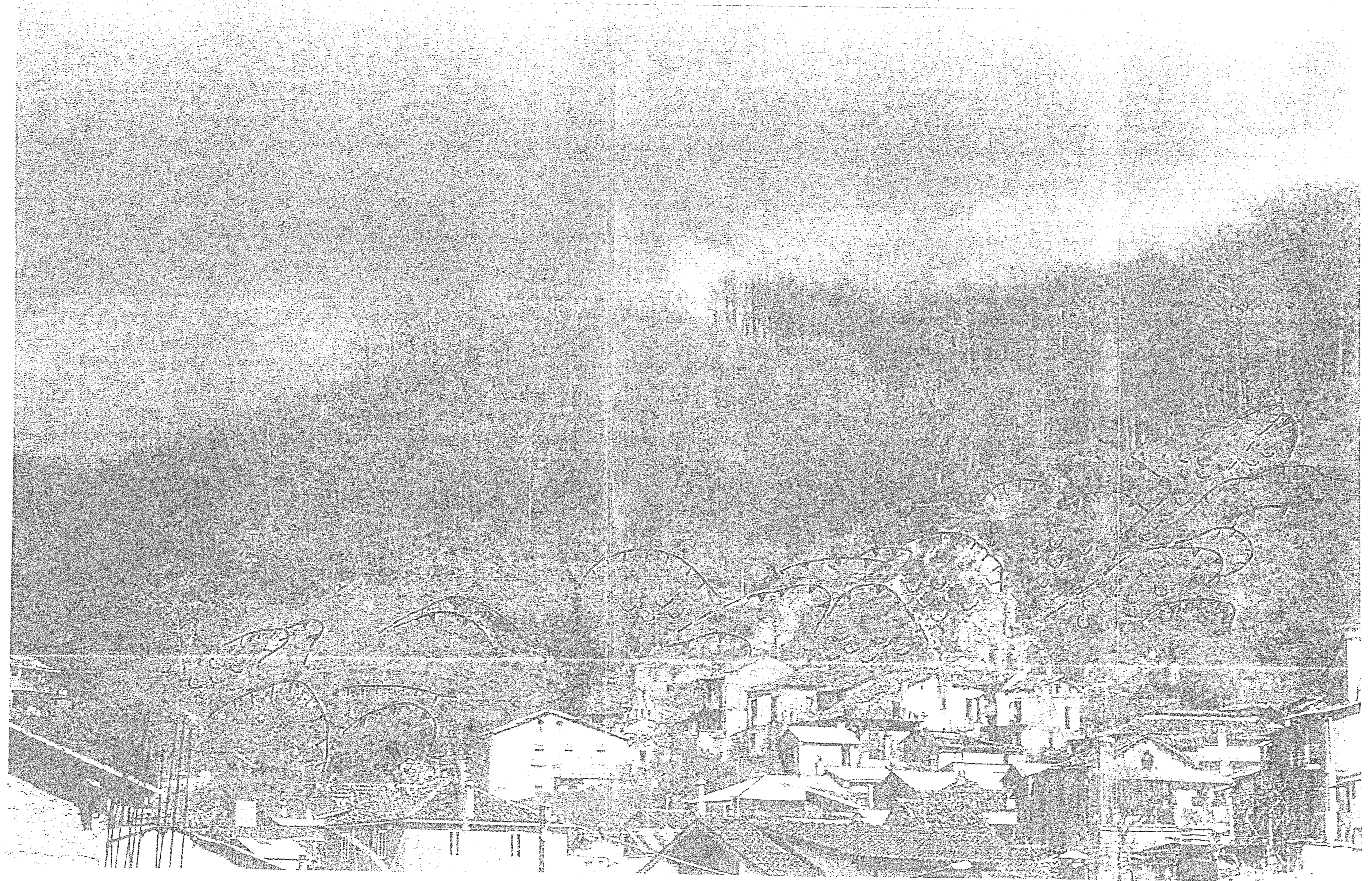
Le verifiche sono coerenti con le interpretazioni avanti espresse sul complesso sistema geomorfologico in questione.

In relazione alla franosità appare quindi del tutto proponibile una cinematica di deformazione gravitativa generalizzata e riconducibile a collassi, in genere rapidi, attivati dal variare delle condizioni idrauliche dell'ammasso roccioso:

- stabile in condizioni asciutte salvo punti limitati di maggiore acclività;
- diffusamente instabili (le coltri da weathering) in condizioni di falda attiva o comunque di significative filtrazioni d'acqua anche di sola provenienza zenitale diretta.

Il ruolo e l'entità degli apporti idrici, come detto, andranno accuratamente controllati nel tempo ma ai fini della stabilizzazione dei siti in dissesto è comunque consigliabile prevedere un intervento di drenaggio superficiale e profondo; quest'ultimo a ridosso del piede dei versanti e con andamento sotterraneo continuo alla base delle coltri arenizzate.





4-Criteri di intervento

Al fine di un intervento di radicale abbattimento dei processi erosivi per frana sulle pendici che direttamente sovrastano Cardinale, sulla base delle considerazioni e dei dati riportati nei capitoli precedenti, vanno derivati e tenuti a base i seguenti elementi di sintesi:

- a) la franosità dei versanti che direttamente incombono sull'abitato è generalizzata e si esprime al suolo con dissesti singolarmente modesti ma diffusi o contigui;
- b) le frane, per lo più in successione retrogradante verso monte e occasionalmente sovrapposte, sembrano essere confinate entro spessori non eccedenti i 20 m del gruss originario. Le stesse si esauriscono comunque totalmente nei terreni arenizzati per weathering;
- c) in condizioni asciutte, e cioè senza falde sotterranee attive, le frane tendono rapidamente a stabilizzarsi e, nel caso di volumi d'ordine di qualche migliaio di mc. o minori, portano in genere alla disgregazione totale del gruss e il corpo di frana corrispondente si espande al piede come massa detritica sciolta eterogranulare (ghiaie, sabbie, piccoli blocchi);
- d) in condizioni di forte piovosità possono tendere a condizioni di saturazione sia i suoli che le porzioni più esterne dell'arenizzato di base; dando così luogo a colate di fango e detriti che vergono verso i punti di maggior richiamo: il piede generale del versante o il fondo delle tre incisioni profonde trasversali;
- e) con falda sotterranea attiva, verosimilmente con rapida ricarica stagionale, al variare della sua entità i fenomeni franosi di piede (con corpo non ancora eroso) tendono a riattivarsi in toto o in parte e possono anche attivarsene di nuove là dove la topografia e l'energia di versante lo favoriscono: base delle pendici a ridosso di Cardinale e spalle delle incisioni maggiori (ved. verifiche di stabilità);

- f) le pendici che sovrastano Cardinale subiscono una deformazione gravitativa pressoché ciclica e ripetitiva: frane e colate in condizioni di sufficiente alimentazione idrica, zenitale e/o di falda; intensa erosione lineare e rimodellamento delle pendici in condizioni secche o di bassa piovosità.

In tale scenario è consequenziale che un progetto di stabilizzazione dei versanti e di garanzia per l'area urbana sottoposta debba muovere essenzialmente per tre vie:

- 1) rimodellamento su profili d'equilibrio (o sostanzialmente prossimi) delle pendici in frana o più instabili e più direttamente incombenti sull'area urbana;
- 2) controllo e riduzione degli afflussi idrici nelle coltri arenizzate, siano questi afflussi superficiali e/o sotterranei;
- 3) pulizia, ripresa morfologica dell'alveo e delle sponde nonché sistemazione idraulica delle tre incisioni (A, B, C, ved cartografia) che versano direttamente in area urbana. All'atto dello studio, e da questi tre piccoli torrenti che possono originarsi gravi eventi di alluvionamento di acqua e detriti in pieno abitato, specie dal fosso A, ormai colmo da corpi vegetali, piccole frane di terre sciolte e, non assenti, rifiuti antropici.

Coordinando opportunamente e tenendo in conto tutte le informazioni che lo studio geologico fornisce, si ritiene possibile quindi conferire all'abitato di Cardinale sufficienti condizioni di sicurezza per frane e alluvionamenti e, così, recuperare pressoché in toto tutta la porzione di abitato ancora abitata e vitale al piede delle pendici.

Nel caso di soluzione progettuale che preveda la realizzazione di una via di circonvallazione di monte all'abitato, si può ribadire qui parere favorevole di fattibilità. Una tale soluzione, infatti, potrebbe costituire un efficace elemento di

stabilizzazione del piede delle pendici in frana oltre che un franco di garanzia per l'area urbana sottoposta. La stessa, inoltre, potrebbe costituire quota di riferimento sulla quale rimodellare le pendici sovrastanti. A queste ultime vanno conferiti angoli di scarpa che tengano conto sia dei parametri geotecnica derivabili dai dati rilevati e, sia, principalmente, dal radicale alleggerimento dei corpi di frana riconoscibili dalle foto allegate e relative sezioni geologiche interpretative.

Per quanto infine attiene la generale stabilizzazione delle pendici, sia quelle che verranno coinvolte dall'opera stradale che quelle direttamente più a monte, la via più efficace la si riconosce negli interventi di drenaggio e controllo delle acque sotterranee con carattere di falda, per i quali si riporta nella cartografia allegata (tav n°3) la fascia topografica più idonea corrispondente, fermo restando che le quote d'imposta vanno fissate su quelle minime possibili e consentite dalla topografia. Da queste si potranno poi intercettare e deprimere i deflussi superficiali superiori di piena, e così come controllare i deflussi di magra, mediante sistemi di fori drenanti orientati orizzontalmente e verticalmente rispetto al livello della stessa galleria drenante di base. I deflussi di galleria, in ultimo, possono essere previsti in asse ai fossi trasversali e collegati con le opere di presidio idraulico della via oppure versati direttamente nell'Ancinale al limite nord-est dell'abitato, dove le quote di terreno lo consentano agevolmente. Non va escluso, infine, a riguardo che le acque di captazione in sotterraneo possano essere utilizzate anche per uso antropico, una volta verificate le escursioni annuali di portata e cioè le quantità di minima garantibili oltre che la loro idoneità come caratteri geochimici.

5- Monitoraggi e controlli

In un contesto di versante in veloce evoluzione geomorfologica per frane e controllato dall'entità e rapidità delle variazioni di portata dei deflussi idrici sotterranei, quale quello che insiste sull'abitato di Cardinale e ne condiziona direttamente il grado di sicurezza da fenomeni alluvionali e di frana, ogni verifica o calcolazione di previsione e preliminare (idrogeologica, geotecnica, geomorfologica), per quanto corretta, non può mai attendere all'esatta quantizzazione dei problemi, come, invece, le rilevazioni strumentali e in continuo delle fenomenologie in atto.

Ciò equivale a dire che prima di procedere al definitivo recupero e riordino urbanistico dell'abitato è indispensabile procedere ad una fase di monitoraggio sia della stabilità di quelle pendici che non verranno toccate dalle opere stradali di piede e sia delle variazioni stagionali delle acque sotterranee in quei punti più significativi per l'efficacia dell'intero programma di consolidamento.

Un progetto di monitoraggio minimo si dovrà articolare sul controllo di almeno 6 punti d'acqua (mediante altrettanti piezometri) e due verticali inclinometriche, tutti spinti ad almeno 30 m dal piano campagna. A tali rilevazioni va aggiunta la misura degli spostamenti orizzontali e verticali di 6 capisaldi, oltre ai 2 inclinometri, che potrebbero coincidere con la testa dei 6 fori piezometrici. Lo schema esecutivo potrà essere determinato in esito alla definizione delle altre opere di progetto di consolidamento e potrà costituire uno stralcio progettuale funzionale a se stante. Con tali premesse, e tenuto conto dei dati e delle considerazioni svolte nei capitoli precedenti, le principali operazioni di progetto possono indicarsi come di seguito:

5.1 - Realizzazione di una via di circonvallazione al perimetro di monte dell'abitato, avente tra l'altro le seguenti finalità:

- costituire livello di riferimento per il rimodellamento delle scarpate in condizioni di sicurezza, ovvero conferendo loro profili di equilibrio dopo un radicale alleggerimento dei corpi di frana esistenti;

- costituire un fattore di stabilizzazione del piede delle pendici incise sfruttando a tale scopo le strutture di fondazione e di contenimento di controripa;
- costituire comunque un'ampia fascia di sicurezza per l'area urbana sottoposta, una volta questa riabitata e ammodernata.

5.2 - Pulizia, ripristino delle sezioni d'alveo e sistemazione idraulica dei fossi A, B, C, così indicati e riportati in cartografia. A riguardo, data la generale finalità del progetto (recupero urbano), possono essere presi in considerazione tipologie d'opera di impatto paesaggistico basso o nullo, quali per esempio briglie selettive o di trattenimento in legname o miste e limitare i calcestruzzi alle strutture di soglia per il vincolo del livello di erosione in alveo e alle sponde;

5.3 -Avvio del progetto di monitoraggio e controllo in continuo della franosità e delle piezometriche in foro almeno fino ai 30 m da p.c. La durata delle misure non dovrà essere inferiore ad 1 anno prima di qualsivoglia progetto di recupero urbanistico. I costi di una tale campagna di misure (piezometri ed inclinometri installati; misure comprese) va previsto al minimo su un ordine dei 7-800 milioni, al netto di oneri fiscali;

5.4 - Esecuzione, ed eventuale e comunque minimale adeguamento ai nuovi dati piezometrici, del sistema di drenaggio in sotterraneo (gallerie e fori drenanti). Quest'opera, lo si ribadisce, è fondamentale ai fini di un miglioramento delle generali condizioni di equilibrio delle pendici di interesse;

5.5 - Progetto di recupero urbanistico con discriminazione qualitativa e quantitativa dei fattori di rischio residui, sia in condizioni statiche che sotto sisma.

Le operazioni sopra indicate e che potrebbero costituire gli stralci funzionali dell'intero programma di recupero dell'abitato, dal 5.1 al 5.4, non pongono l'obbligo di una analoga successione temporale, così come non ostacolano l'attivazione contemporanea di due o più fasi, stanti le adeguate disponibilità finanziarie. A riguardo, comunque, la sistemazione degli alvei ha urgenza pari a quella della riprofilatura delle pendici (collegata alle opere stradali), così come il tempo di avvio del monitoraggio è inversamente proporzionale alla funzionalità e utilizzo ottimale dei dati nei riguardi delle opere di IV e V Fase (galleria di drenaggio e recupero definitivo dell'abitato con sospensione dei processi di trasferimento edilizio in atto).

In mancanza dei criteri prudenziali e operativi sopra riportati è nostro parere che nello scenario di generale dissesto in atto dei terreni di versante incombenti, il recupero abitativo di Cardinale possa connotarsi come un azzardo tecnico e, anche se auspicabile e socialmente raccomandabile purché con maggiori garanzie e gradi di sicurezza, un'operazione di esito incerto ed economicamente improduttiva se attuata nelle condizioni tal quali del territorio intero, più o meno direttamente coinvolto.

Cosenza, 17/07/01

Geol. Prof. Antonino Ietto