Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

S.S. 1 "Nuova Aurelia"

Viabilità di accesso all'hub portuale di Savona

SVINCOLO DI MARGONARA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

I PROGETTISTI:
Ing. FULVIO MARIA SOCCODATO
Ordine Ing. di Roma n. 18861

Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19654

IL GEOLOGO:
Geol. STEFANO SERANGELI
Ordine Geol. del Lazio n. 659

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.
Ing. GINEVRA BERETTA
Ordine Ing. di Roma n. 20458

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :
Ing. NICOLA DINNELLA

PROTOCOLLO | DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS
Ing. Giuseppe Danilo Malgeri – Responsabile Progetto
Ing. Gianfranco Fusani – Strade
Ing. Francesco Primieri – Strade
Ing. Gabriele Giovannini – Cartografia
Ing. Attilio Petrillo – Idraulica
Ing. Pierluigi Fabbro – Interferenze
Geom. Valerio Altomare – Espropri
Ing. Luca Cedrone – Opere in sotterraneo
Ing. Rita Gandolfo – Opere in sotterraneo
Geom. Alessandro Cortese – Opere in sotterraneo
Ing. Pia Iasiello – Geotecnica
Ing. Francesco Bezzi – Impianti
Arch. Roberto Roggi – Computi
Geom. Marco Spinucci – Computi
Geol. Giuseppe Cardillo – Caratterizzazione ambientale

RESPONSABILI DI UNITA'
Ing. Fulvio Maria Soccodato – Ingegneria Territorio
Ing. Alessandro Micheli – Ingegneria Geotecnica e Impianti
Ing. Achille Devitofranceschi – Ingegneria Opere Civili
Geom. Fabio Quondam – Ingegneria Computi, Stime e Capitolati
Geol. Serena Majetta – Caratterizzazione ambientale

GEOLOGIA E GEOTECNICA

Documentazione Rilievi Geomeccanici

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00_GE00_GEO_RE05_A		
LO901A	D	1301	CODICE ELAB. T00GE00GEORE05	A	--

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C					
B					
A	EMISSIONE	Ottobre 2013	S. SERANGELI	S. SERANGELI	A. MICHELI

2. PREMESSE

La presente relazione riporta i risultati dei rilievi geostrutturali eseguiti per il progetto esecutivo dell'opera in oggetto, per l'analisi delle caratteristiche degli ammassi rocciosi presenti nell'area compresa tra i comuni di Savona e Albissola Superiore, in corrispondenza del tracciato stradale in progetto o nelle immediate vicinanze.

Sono quindi stati eseguiti (Marzo 2010) n°12 rilievi geomeccanici su altrettante stazioni di misura per definire le caratteristiche meccaniche e strutturali degli ammassi rocciosi presenti nell'area di indagine necessari alla progettazione delle opere, in particolare le gallerie.

L'ubicazione delle stazioni di indagine è mostrata nel capitolo finale del presente documento e nella tavola relativa alle indagini geognostiche.

Le modalità di esecuzione delle indagini sono indicate nel **Capitolato Speciale d'Appalto** edito da Anas nel paragrafo "Rilievo geostrutturale di dettaglio". Più in particolare tale elaborato fa riferimento alle normative ISRM. L'esecuzione delle indagini ha inoltre comportato l'utilizzo del seguente materiale bibliografico:

- Clerici A., L. Griffini e R. Pozzi: **Procedura per l'esecuzione di rilievi strutturali geomeccanici di dettaglio su ammassi rocciosi a comportamento rigido**. *Geologia Tecnica 3/1988*
- Clerici A.: **L'acquisizione dei principali parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso: alcune proposte in fase progettuale**. *Geologica Romana, 30 - 1994*
- Hoek E.: **Rock Engineering – course notes**. *Evert Hoek C. Engineer Inc. – 2000*
- ISRM: **Metodologia per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose**. *Rivista italiana di Geotecnica 2/93*
- M. Scesi e L. Papini, P. Gattinoni: **Geologia Applicata – Il Rilevamento Geologico-Tecnico (vol1), Applicazione ai Progetti di Ingegneria Civile (vol 2).** *Casa Editrice Ambrosiana – 2003*

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di indagine è interessata dalla presenza di rocce di diversa natura e origine, legate alle vicende geologiche che hanno portato alla formazione della catena alpina e della linea di costa così come appare oggi.

Il particolare nell'area di Savona-Albissola si identificano litologie definite dalla letteratura geologica come rocce del basamento cristallino, sedimenti pliocenici tardo-alpini, depositi recenti e attuali.

Il primo gruppo, appartenente in gran parte al "massiccio" di Savona-Calizzano, di età riferibile all'Ordoviciano - Siluriano, comprende ortogneiss, paragneiss, anfoboliti e miloniti (queste ultime nelle aree di contatto tettonico alla base della sequenza). Il nome delle unità ha subito recentemente alcune modifiche rispetto alla cartografia dei Fogli dell Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 fino ad ora utilizzati. La cartografia di riferimento per il presente studio ("Carta Geologica con elementi di Geomorfologia" alla scala 1:25.000, n° 229-1 e 229- 4 edite dalla Regione Liguria nel 1997 a cura di G. Gabriele) identifica le seguenti formazioni:

- Ortogneiss I (graniti del Torrente Letimbro)
- Paragneiss e micascisti polimetamorfici in facies anfibolitica (Gneiss di Albissola)
- Anfiboliti (Anfiboliti di Monte Spinarda)
- Miloniti

Alla base della falda alloctona del massiccio si Savona – Calizzano sono presenti rocce di età permo-carbonifera, costituite in genere filladi grafitiche, appartenenti alla Formazione di Murialdo.

Le unità plioceniche sono costituite dalla formazione delle "Argille di Ortovero", che si depositò in golfi tra i rilievi alpini già formati. Attualmente alcuni di questi corpi sedimentari pliocenici sono situati ad una altezza sul livello del mare fino a 600 metri.

I depositi quaternari comprendono sedimenti alluvionali sabbiosi e ghiaiosi, depositi eluvio-colluviali e corpi di frana.

Le litologie appartenenti al terzo gruppo non sono oggetto di rilevamento gestrutturale, in quanto, per la loro natura detritica, non presentano caratteristiche tali per consentire questo tipo di analisi. Anche i depositi pliocenici, costituiti da sabbie argillose e a volte da livelli grossolani, non presentano strutture riconducibili ad eventi tettonici e, data la loro natura scarsamente litoide (sono state campionate argille marnose durante le perforazioni) possono essere assimilate al massimo a "rocce tenere", ma sono in genere appartenenti alla categoria ingegneristica delle "terre". I pochi affioramenti rimasti di queste litologie, in un'area intensamente urbanizzata, non consentono quindi alcun tipo di indagine geostrutturale.

Le rocce del basamento cristallino, di età paleozoica, hanno invece subito alcuni eventi tettonici a partire dall'orogenesi ercinica. La loro natura originaria è stata quindi in massima parte metamorfosata, lasciando gneiss, micascisti e anfiboliti in luogo degli originali graniti, basalti e sedimenti terrigeni. In questo caso si è in presenza di ammassi rocciosi competenti con segni delle numerose vicende che li hanno interessati dal paleozoico ad oggi. I rilievi strutturali sono stati eseguiti su queste ultime litologie.

4. MODALITA' ESECUTIVE

Il rilievo geomeccanico comporta una serie di misure e valutazioni sia quantitative che qualitative eseguite su affioramenti naturali o artificiali al fine di determianare le caratteristiche strutturali e di qualità di un ammasso roccioso.

Le schede di rilevamento comprendono tutti le voci utilizzate per la descrizione generica degli affioramenti di interesse, aggiungendo i dati elencati di seguito, informazioni sull'assetto strutturale dell'affioramento indagato, sullo stato di alterazione dell'ammasso, sulle condizioni idrauliche e la stima dell'indice GSI di Hoek.

I parametri misurati sui giunti presenti negli ammassi comprendono:

- Immersione
- Inclinazione
- Persistenza
- Spaziatura
- Intercetta
- Apertura
- Alterazione
- Riempimento
- Rugosità (JRC)
- Condizioni idrauliche
- Risposta allo sclerometro

Nella caratterizzazione geomeccanica degli ammassi si riportano, per ognuno degli affioramenti, i dati raccolti in campagna e le sintesi di quanto rilevato sulle condizioni dei giunti presenti, segnando con SC la giacitura media della scistosità, con Kα quella delle famiglie di giunti riconosciute come più significative. Gli altri parametri sopra elencati sono stati ricavati secondo i metodi generalmente riconosciuti a livello internazionale.

4.1. ORIENTAZIONE DEI PIANI DI FRATTURAZIONE

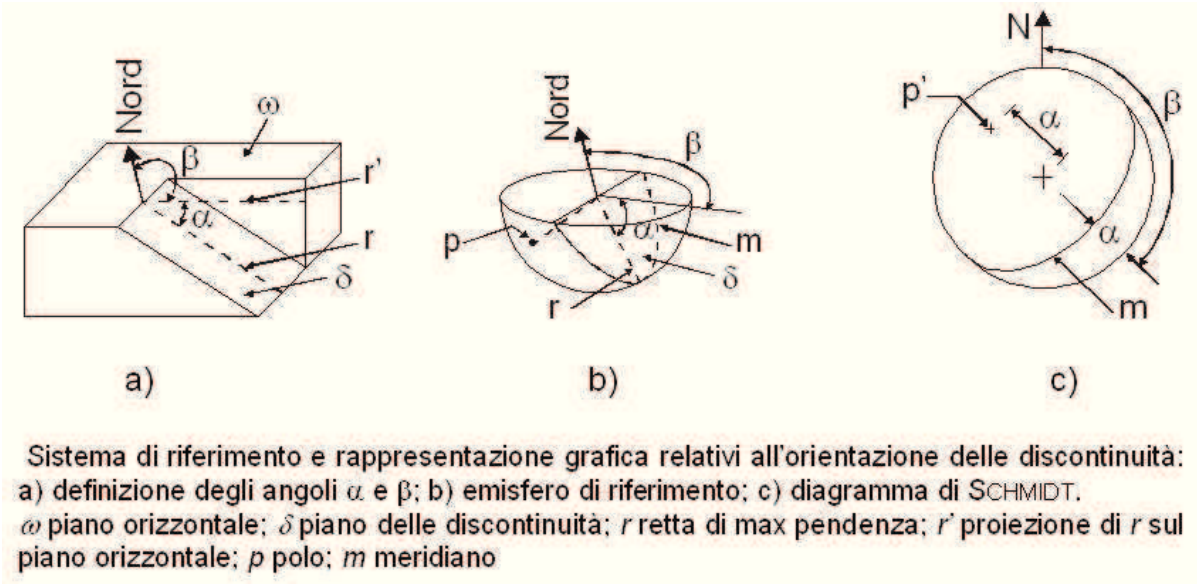
L'orientazione del piano di giunto viene descritta dall'angolo di inclinazione α e dall'azimut di immersione β, come riportato in Figura 4-1.

L'inclinazione, definita dall'angolo fra la retta di massima pendenza e la sua proiezione sul piano orizzontale, varia fra 0 e 90°; l'azimut di immersi one, definito dall'angolo fra tale proiezione e la direzione Nord, viene misurato in senso antiorario ed assume valori compresi fra 0° e 360°.

I valori di α e β rappresentativi della giacitura di ciascuna superficie di discontinuità vengono restituiti in forma grafica sui diagrammi circolari di Schmidt, utilizzando la tecnica grafica della proiezione sferica a conservazione di aree.

A tal fine, si immagini una sfera di raggio unitario che, essendo libera di traslare ma non di ruotare, mantiene rispetto al Nord un'orientazione costante. Portando idealmente a coincidere il centro della sfera con un punto del piano di discontinuità, quest'ultimo interseca la superficie sferica secondo un cerchio massimo o "meridiano".

Oltre che dal meridiano, l'orientazione del piano di discontinuità può essere univocamente rappresentata dal "polo", punto di intersezione fra la superficie dell'emisfero inferiore e la retta, normale al piano, passante per il centro.



Sistema di riferimento e rappresentazione grafica relativi all'orientazione delle discontinuità: a) definizione degli angoli α e β; b) emisfero di riferimento; c) diagramma di SCHMIDT. ω piano orizzontale; δ piano delle discontinuità; *r* retta di max pendenza; *r'* proiezione di *r* sul piano orizzontale; *p* polo; *m* meridiano

Figura 4-1: Rappresentazione polare dei piani di discontinuità

4.2. NOTE SULLO SCLEROMETRO

Per il calcolo della resistenza alla compressione monoassiale (σc) del materiale roccia lungo i giunti, è stato utilizzato in campagna uno sclerometro (martello di Schimdt) di tipo "L", con un'energia di 0.075 Kg*m, appropriati per l'esame di elementi in calcestruzzo di piccole dimensioni oppure per prove di classificazione di materiali rocciosi.

Le tabelle fornite con tali strumenti comprendono un abaco (Figura 4-2) di conversione del valore di rimbalzo di uno sclerometro in "**σc"** o meglio "**JCS**" (joint compression strength – resistenza alla compressione dei giunti) per materiali rocciosi, tenendo anche in considerazione la densità del materiale testato oltre all'inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale.

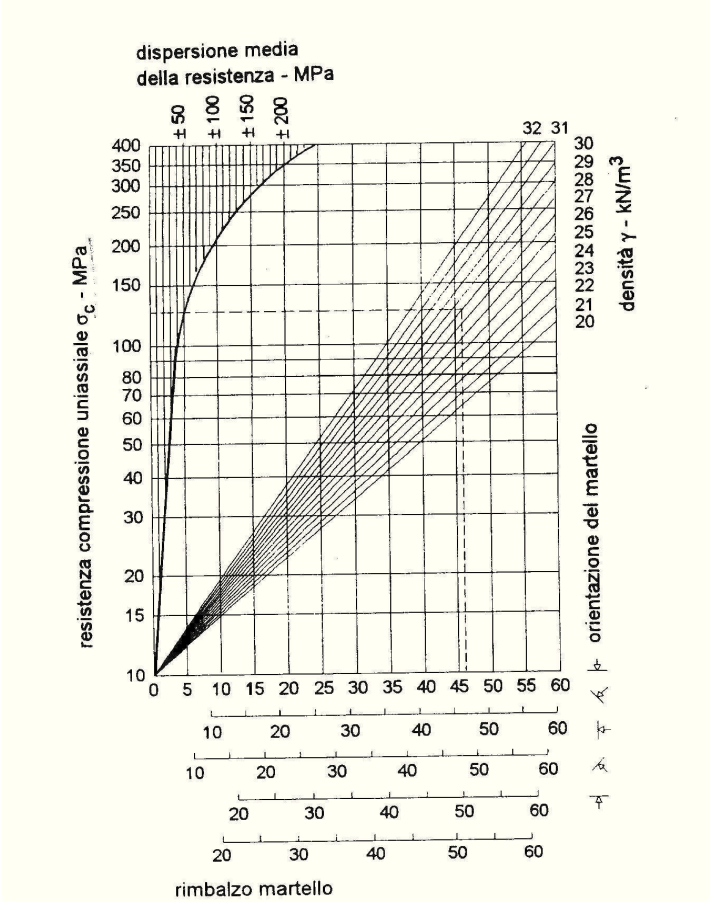


Figura 4-2: abaco di conversione tra rimbalzo sclerometro e res. compressione monoassiale

4.3. INDICE GSI

Secondo gli Autori, l'indice GSI (Geological Strength Index) rappresenta le caratteristiche intrinseche dell'ammasso roccioso, tralasciando i parametri legati al contesto di analisi (condizioni idrauliche, orientamento delle discontinuità, condizioni tensionali ecc.). Tale indice, costituito da un numero da 0 a 100, può essere correlato al valore di UBMR (Bieniawski) o all'indice Q (Barton), oppure all'indice Rmi (Palmstrom).

La procedura consigliata per la valutazione dell'indice GSI è quella di Marinos e Hoek (2000 e succ.).

La stima del valore GSI è derivata dall'abaco riportato in tabella di Figura 4-3

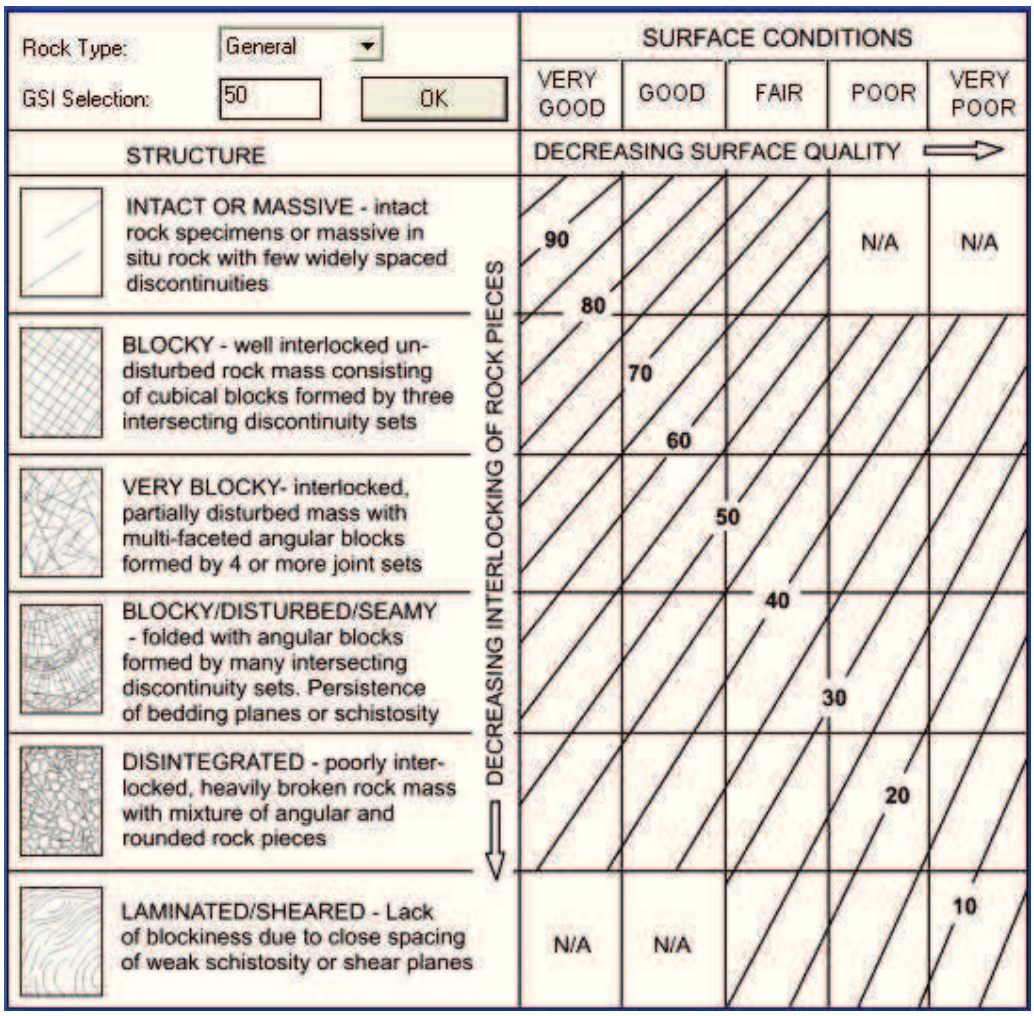


Figura 4-3: tabella per la stima dell'indice GSI degli ammassi rocciosi non flyscioidi.

5. SCHEDE RILIEVI

Per ciascuna delle stazioni di misura analizzate vengono riportati i dati di campagna e i risultati di una prima analisi degli stessi.

In particolare è presente:

- scheda generale con la descrizione dell'affioramento e l'ubicazione dello stesso (coordinate in UTM - WGS 84 e numero sezione CTR alla scala 1:10.000 della Regione Liguria);
- tabelle con i dati raccolti in campagna;
- scheda riassuntiva delle caratteristiche della fratturazione dell'ammasso;
- sterogrammi di tutti i piani di cui si è misurata la giacitura e i piani scelti come giacitura media di ciascuna famiglia di discontinuità;
- fotografie

Poiché gli affioramenti studiati presentano caratteristiche diverse di dimensione, esposizione, accessibilità e qualità dell'ammasso roccioso, i dati raccolti in campagna non sempre sono omogenei e a volte non è stato possibile rilevare con completezza quanto previsto dal Capitolato d'Appalto.

Le schede che seguono sono state elaborate tenedo conto di osservazioni relative ad altri affioramenti presenti nell'area e sulla base di un rilievo geologico che ha interessato una porzione di territorio più estesa delle immediate vicinanze dell'asse di progetto, consentendo quindi una visione d'insieme che ha consentito di uniformare il più possibile i dati disponibili.

5.4. STAZIONE GM4

SCHEDA RILIEVO

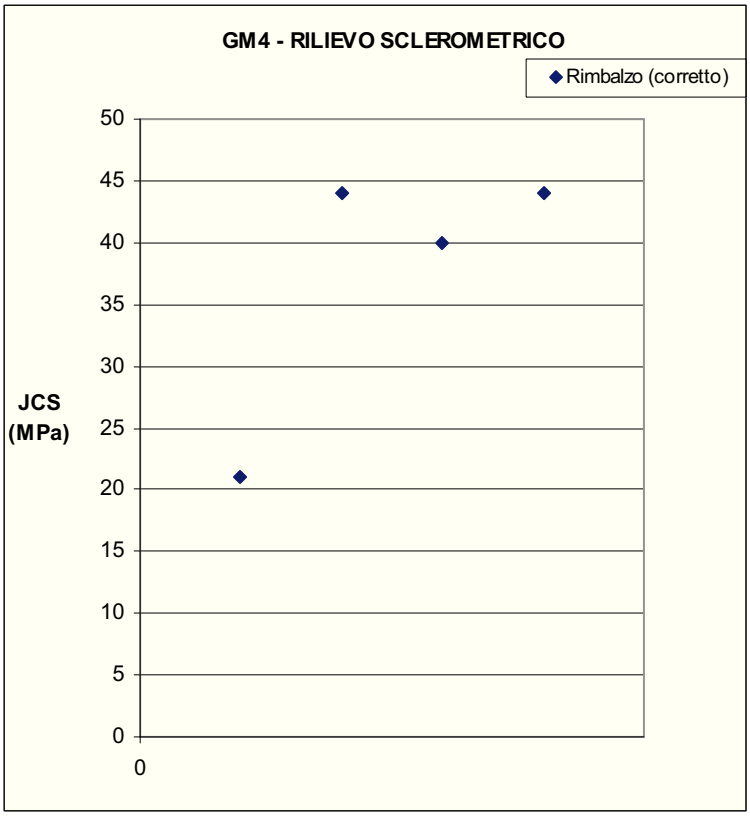
COMMITTENTE	CMC	**RILIEVO**	GM4
LAVORO	SS1 SAVONA-ALBISSOLA	**FOTO N°**	11-13

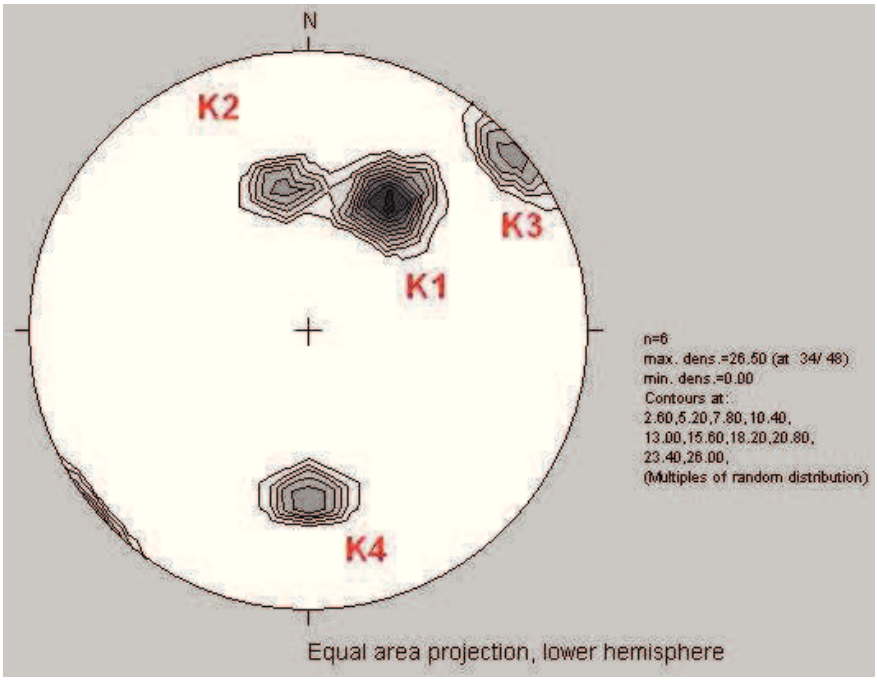
UBICAZIONE	SAVONA VIA GENOVA PRESSO OSPEDALE			
COORDINATE		**LONG**	459670 **LAT**	4907660
SISTEMA DI RIFERIMENTO			UTM FUSO 32 T	
FOGLIO CTR	229060			

DIMENSIONI AFFIORAMENTO	7 x 2 m.
MORFOLOGIA PICCOLO AFFIORAMENTO IN AMBIENTE URBANO IN PARTE RIMANEGGIATO PER ALLARGAMENTO STRADA	
FORMAZIONE GEOLOGICA ORTOGNEISS I	
DESCRIZIONE LITOLOGICA ROCCIA SCISTOSA TIPO GNEISS DI COLORE GRIGIO SCURO TENDENTE AL ROSSASTRO IN ALTERAZIONE . LA FRATTURAZIONE TENDE A FORMARE DI BLOCCHI TABULARI.	
GIACITURA PARETE ROCCIOSA	180/40
GIACITURA STRATIFICAZIONE/SCISTOSITA'	NON RILEVATA
FAMIGLIE DI GIUNTI	K1-K2-K3
ALTERAZIONE	BASSA
PRESENZA DI ACQUA	NO
INDICE GSI	50
NOTE	L'AMMASSO APPARE LOCALMENTE MASSIVO. IN ALTRE AREE DELLO STESSO AFFIORAMENTO PIU' ALTERATO E FRATTURATO

RILIEVO SCLEROMETRICO

formazione	sistema	orient.	rimbalzo	JCS (MPa)
ORTOGNEISS I	K1	45	15	21
ORTOGNEISS I	K1	45	30	44
ORTOGNEISS I	K2	45	28	40
ORTOGNEISS I	K2	45	30	44


GM4 - RILIEVO SCLEROMETRICO
Rimbalzo (corretto)
JCS (MPa)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0


N
K2
K3
K1
K4
n=6
max. dens.=26.50 (at 34/ 48)
min. dens.=0.00
Contours at:
2.60,5.20,7.80,10.40,
13.00,15.60,18.20,20.80,
23.40,26.00,
(Multiples of random distribution)
Equal area projection, lower hemisphere

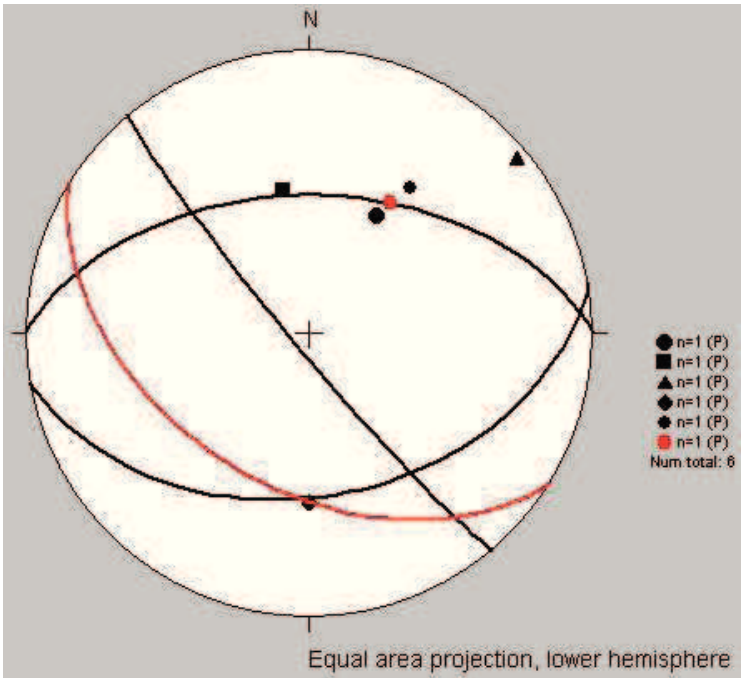


TABELLA RIASSUNTIVA STAZIONE GM4

sistema	orientazione		spaziatura	persistenza	scabrezza	alterazione	apertura	riempimento	H2O
	dip dir	dip	cm	m	JRC		mm		
K1	210	39	8	3	5	BASSA	0-20	ASSENTE	ASSENTE
K2	170	42	21	2	8	BASSA	0-10	ASSENTE	ASSENTE
K3	230	85	32	<1	10	BASSA	0-10	ASSENTE	ASSENTE
K4	360	50	83	<1	8	BASSA	0-5	ASSENTE	ASSENTE



Figura 5-9: Affiosamento indagato

5.5. STAZIONE GM5

SCHEDA RILIEVO

COMMITTENTE	CMC	**RILIEVO**	GM5
LAVORO	SS1 SAVONA-ALBISSOLA	**FOTO N°**	83-86

UBICAZIONE	IMPLUVIO RIO TERMINE			
COORDINATE		**LONG**	459715 **LAT**	4907857
SISTEMA DI RIFERIMENTO			UTM FUSO 32 T	
FOGLIO CTR	229060			

DIMENSIONI AFFIORAMENTO	9 x 4 m.
MORFOLOGIA FORRA DEL TORRENTE RIO TERMINE (IN EROSIONE)	
FORMAZIONE GEOLOGICA ORTOGNEISS I	
DESCRIZIONE LITOLOGICA GNEISS OCCHIADINI E GRANITI DI COLORE GRIGIO. ASPETTO MEDIAMENTE MASSIVO. LA SCISTOSITA' RAPPRESENTA UN PIANO DI FRATTURAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO.	
GIACITURA PARETE ROCCIOSA	345/60
GIACITURA STRATIFICAZIONE/SCISTOSITA'	168/55
FAMIGLIE DI GIUNTI	K1-K2-K3
ALTERAZIONE	ASSENTE
PRESENZA DI ACQUA	NO
INDICE GSI	60
NOTE	ESSENDO COSTANTEMENTE A CONTATTO CON ACQUE CORRENTI L'AMMASSO APPARE INTATTO, NON ROSSASTRO PER ALTERAZIONE COME IN ALTRE AREE.

sistema	orientazione	
	dip dir	dip
SC	164	50
K1	22	61
K1	30	60
K1	38	55
K2	245	54
K3	346	60
K3	325	74
K1	50	61
K3	303	66
SC	167	46
K	282	70
K1	30	45
K2	290	62
SC	176	68
K3	313	65
K2	280	40
K3	316	80
K3	310	85

sistema	spaziatura
	cm
SC	8
SC	53
SC	36
SC	4
SC	8
SC	18
K2	38
K2	46
K2	71

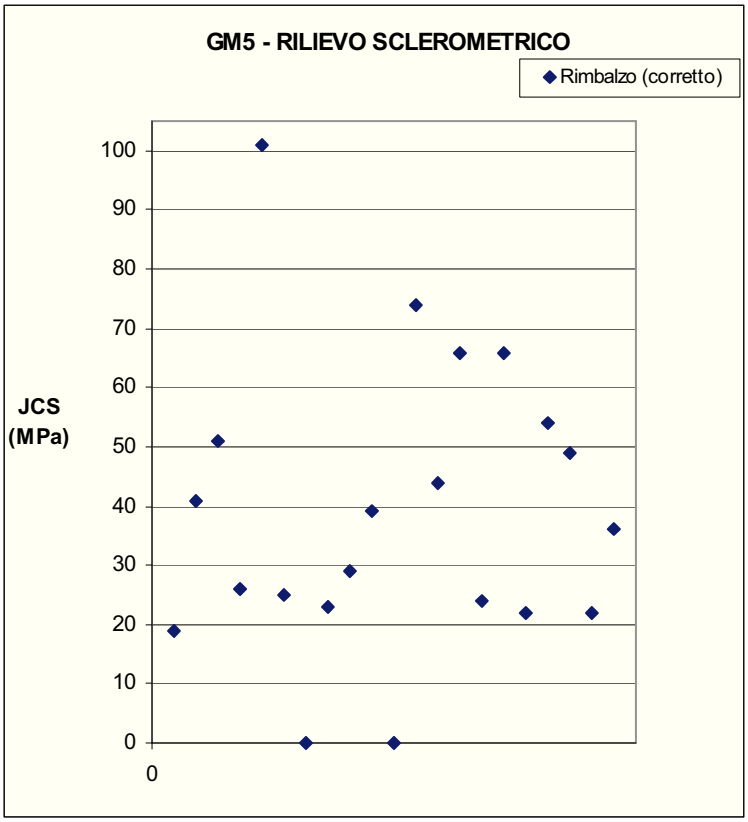
sistema	spaziatura
	cm
K3	40
K3	38
K3	60
K1	15
K1	26
K1	44
K1	34
K1	18
K1	9

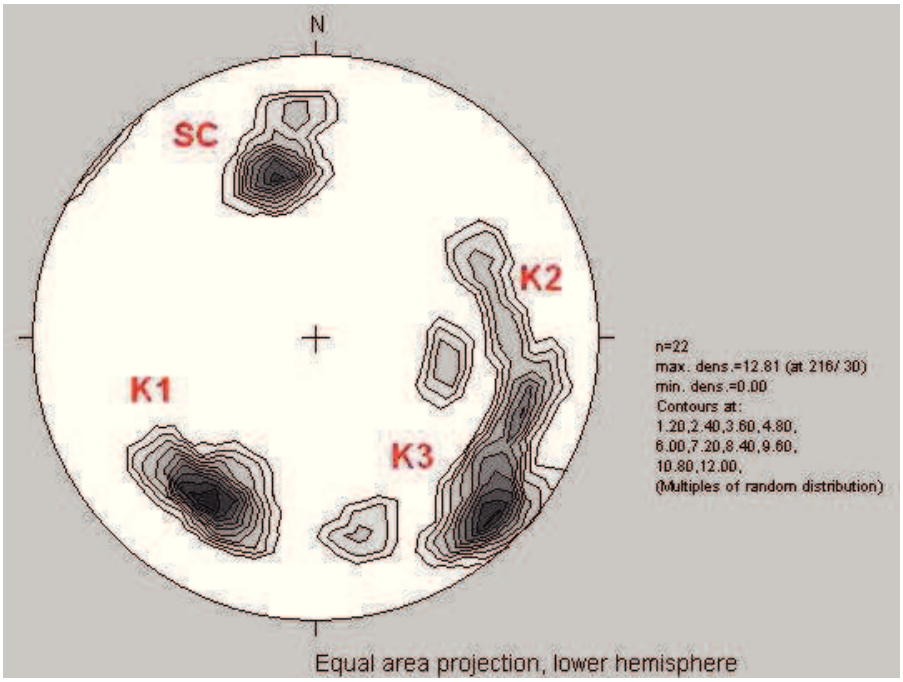
intercetta delle discontinuità

lunghezza scanline 170 cm orizzontale			
progr cm.	tipo	progr cm.	tipo
0	F	83	F
19	K3	90	K
22	K2	108	K
33	SC	112	SC
40	F	126	K
50	F	140	K1
64	K1	168	SC
75	SC	170	K2

RILIEVO SCLEROMETRICO

formazione	sistema	orient.	rimbalzo	JCS (MPa)
ORTOGNEISS I	SC	-45	20	19
ORTOGNEISS I	SC	-45	34	41
ORTOGNEISS I	SC	-45	38	51
ORTOGNEISS I	K	0	22	26
ORTOGNEISS I	K	0	48	101
ORTOGNEISS I	K	0	21	25
ORTOGNEISS I	K	0	0	0
ORTOGNEISS I	K	0	20	23
ORTOGNEISS I	K	0	24	29
ORTOGNEISS I	K	0	30	39
ORTOGNEISS I	K	0	0	0
ORTOGNEISS I	K	45	40	74
ORTOGNEISS I	K	45	30	44
ORTOGNEISS I	K	45	38	66
ORTOGNEISS I	K	45	18	24
ORTOGNEISS I	K	45	38	66
ORTOGNEISS I	K	45	16	22
ORTOGNEISS I	K	45	34	54
ORTOGNEISS I	K	45	32	49
ORTOGNEISS I	K	45	16	22
ORTOGNEISS I	K	45	26	36


GM5 - RILIEVO SCLEROMETRICO
Rimbalzo (corretto)
JCS
(MPa)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0


N
SC
K2
K1
K3
n=22
max. dens.=12.81 (at 216/ 30)
min. dens.=0.00
Contours at:
1.20,2.40,3.60,4.80,
6.00,7.20,8.40,9.60,
10.80,12.00,
(Multiples of random distribution)
Equal area projection, lower hemisphere

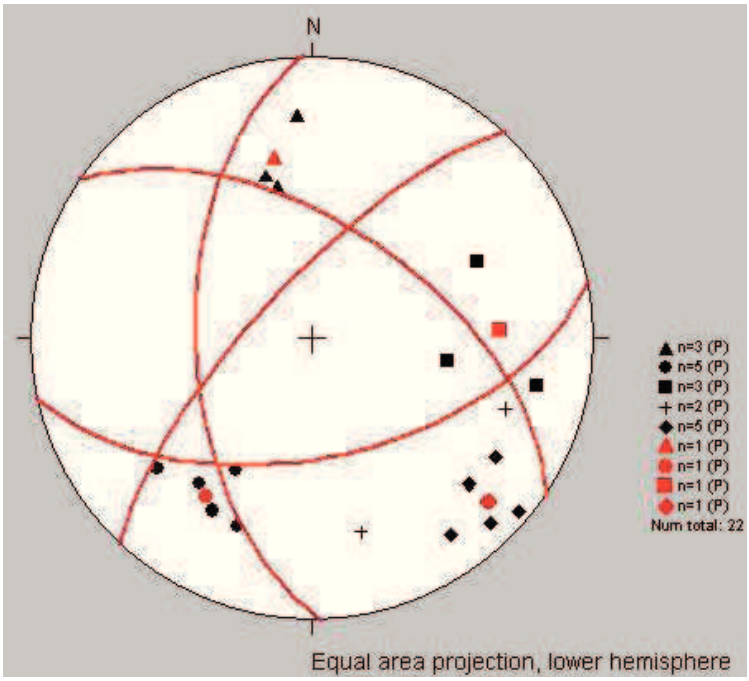
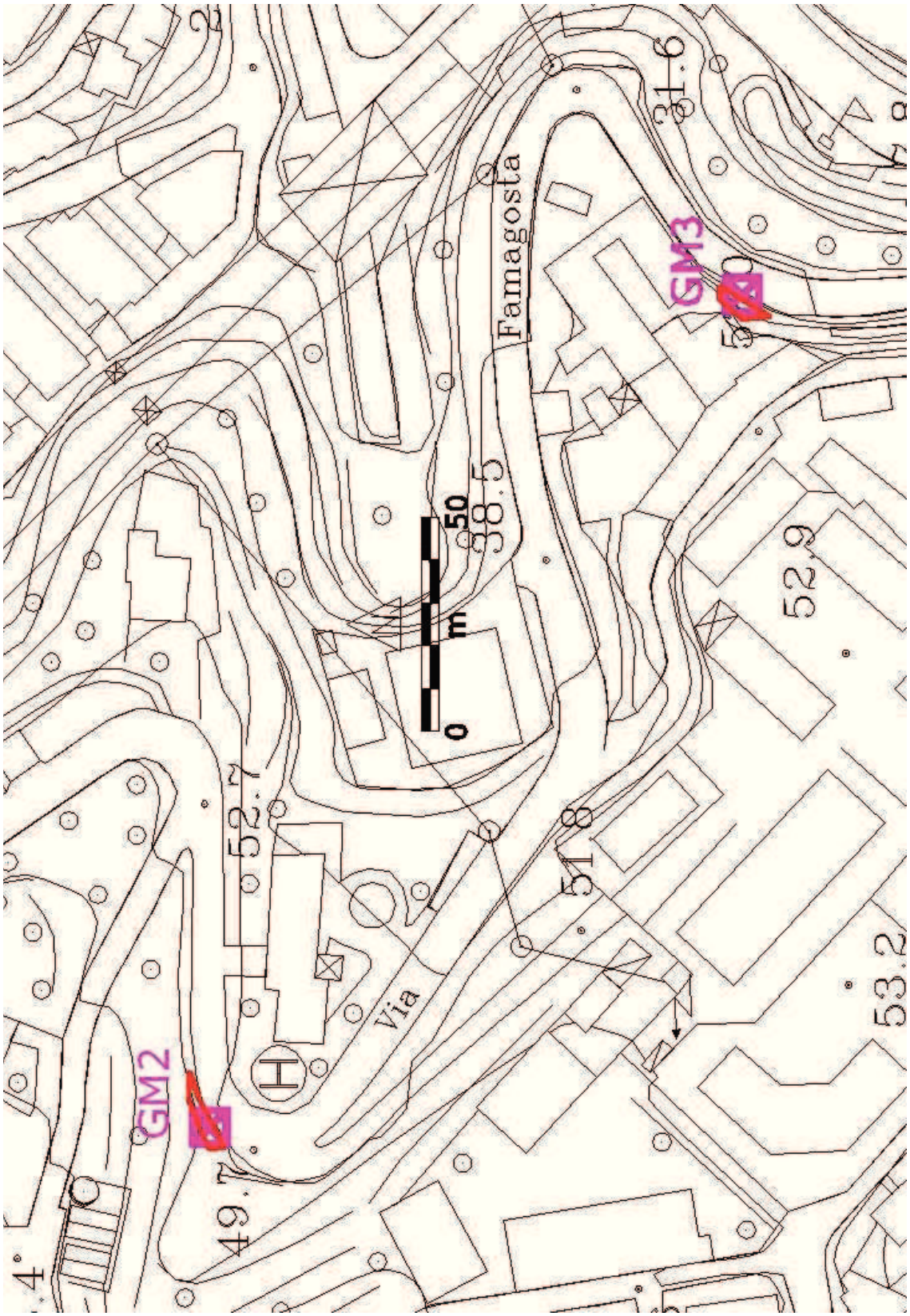


TABELLA RIASSUNTIVA STAZIONE GM5

sistema	orientazione		spaziatura	persistenza	scabrezza	alterazione	apertura	riempimento	H2O
	dip dir	dip	cm	m	JRC		mm		
SC	168	55	21	1.5	14	BASSA	0-10	ASSENTE	ASSENTE
K1	34	57	24	1.5	13	BASSA	0-8	ASSENTE	ASSENTE
K2	268	56	52	1	10	BASSA	0-8	ASSENTE	ASSENTE
K3	313	74	46	0.4	8	BASSA	0-10	ASSENTE	ASSENTE



Figura 5-10: Panoramica dell'affioramento lungo il greto del torrente.


Famagosta
GM3
GM2
Via
50
m
0
52,9
53,2
51,8
52,7
49,7
38,5