



REGIONE LIGURIA

Legge di riferimento	Ente realizzatore	AUTORI	Coordinatore Scientifico e Direttore di Rilevamento	Rilevatori
LR 7/1989	Regione Liguria	Università di Genova Dipartimento Per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse - DIPTERIS	F.M. Elter S. Giammarino	P. Balbi B. Corsi F.M. Elter G. Muzio L. Viarengo

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA

DIPARTIMENTO PER LO STUDIO DEL TERRITORIO E DELLE SUE RISORSE
Corso Europa 26 – 16132 – Genova



Note illustrative del foglio
Chiavari

Organigramma

Coordinatore Scientifico: Prof. F. M. Elter (Dip. Te. Ris.)

Direttore del Rilevamento: Prof. S. Giammarino (Dip. Te. Ris.)

Rilevatori:

Prof. F.M. Elter (Dip. Te. Ris.)

Dr. Geol. P. Balbi (Dip. Te. Ris.)

Dott.ssa Geol. B. Corsi (Dip. Te. Ris.)

Dott. Geol. G. Muzio

Dr. Geol. L. Viarengo

e da dati inediti di

A. Boccaccio, G.P. Cervellini, M. Firpo,

Y. Mattana, S. Terrile, S. Ansaldo

Analisi Petrografiche e Sedimentarie

Dott.ssa Geol. B. Corsi (Dip. Te. Ris.)

Dott. Geol. M. Piazza (Dip. Te. Ris.)

Analisi foto aeree

Prof. F.M. Elter (Dip. Te. Ris.)

Dott.ssa Geol. B. Corsi (Dip. Te. Ris.)

Elaborazione grafica

Sig. Salvemini Gaetano (Dip. Te. Ris.)

Dr. Dabove Gianmario (Dip. Te. Ris.)

Indice

Localazione geografica	pag.	05
Fasi Operative	pag.	05
DISSESTO IDROGEOLOGICO	pag.	07
<u>Premessa</u>	pag.	07
<u>Introduzione</u>	pag.	07
<u>DPGV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante)</u>	pag.	08
<u>Corpo di Frana Attivo ed eventuale Corona di Frana</u>	pag.	09
Tavoletta Leivi	pag.	09
Tavoletta San Rocco	pag.	10
Tavoletta Chiavari	pag.	10
Tavoletta Portofino	pag.	11
Tavoletta Recco	pag.	11
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	pag.	12
<u>Introduzione</u>	pag.	12
Formazione del Conglomerato di Portofino (Eocene sup.? – Oligocene inf.?)	pag.	13
<u>Cenni bibliografici</u>	pag.	13
<u>Caratteri Generali</u>	pag.	14
<i>Morfologia del corpo deposizionale</i>	pag.	14
<i>Lito-petro facies</i>	pag.	14
Lito-petrofacies basale tipo Paraggi	pag.	14
Lito-petrofacies di transizione tipo M.te Bocche	pag.	14
Lito-petrofacies sommatatale di M.te Bocche	pag.	15
<i>Descrizione delle lito-petro facies individuate</i>	pag.	15
Facies Paraggi	pag.	15
Facies Mte Pallone	pag.	15
Facies M.te Bocche	pag.	15
<u>Aspetti sedimentologico-tessiturali</u>	pag.	16
<i>Lito-petrofacies basale tipo Paraggi</i>	pag.	16
<i>Lito-petrofacies Monte Pallone – Monte Bocche</i>	pag.	19
<u>Caratterizzazione petrografia dei clasti e della matrice</u>	pag.	20
<i>Lito-petrofacies basale tipo Paraggi</i>	pag.	20
Matrice	pag.	20
Analisi diffrattometrica della matrice	pag.	21
<i>Lito-petrofacies Monte Pallone – Monte Bocche</i>	pag.	21
Matrice	pag.	21
Analisi diffrattometrica della matrice M.te Pallone	pag.	21
Analisi campioni litoclasti	pag.	21
Analisi diffrattometrica della matrice M.te Bocche	pag.	22
<u>Analisi statistica elementi planari</u>	pag.	22
<i>Poli delle giaciture stratificazione.</i>	pag.	22
<i>Direzione dell' imbriciatura dei ciottoli</i>	pag.	23
Formazione dei Calcari del Monte Antola	pag.	24
Descrizione litologica	pag.	24
Inquadramento strutturale	pag.	26
<u>Introduzione</u>	pag.	26
<u>Il Primo Evento Deformativi Duttile – Fragile D₁</u>	pag.	26
<u>I Fase</u>	pag.	26

Analisi statistica degli Elementi Planari e Lineari	pag.	26
Superfici S ₀ /S ₁	pag.	27
Assi	pag.	27
<u>II Fase</u>	pag.	28
Analisi statistica degli Elementi Planari e Lineari	pag.	28
Superfici C ₂	pag.	28
Assi	pag.	28
<u>III Fase</u>	pag.	28
Analisi statistica degli Elementi Planari	pag.	29
Superfici C ₃	pag.	29
<u>IV Fase</u>	pag.	29
<u>V Fase</u>	pag.	30
Analisi statistica degli Elementi Lineari	pag.	30
<u>Figure di Interferenza fra le Fasi I, II e V</u>	pag.	30
<u>Secondo Evento Deformativi nel campo fragile</u>	pag.	32
Analisi statistica delle varie superfici di taglio	pag.	33
Inquadramento strutturale fragile di alcune stazioni	pag.	34
Zona B066	pag.	34
Zona B 663-676	pag.	34
Zona B 703	pag.	34
Unita' del Gottero	pag.	35
Descrizione litologica	pag.	35
<u>Formazione dell'Arenarie del M.te Gottero</u>	pag.	35
<u>Formazione degli Scisti Zonati</u>	pag.	35
<u>Formazione delle Marne di M.te Verzi</u>	pag.	36
<u>Formazione degli Scisti Manganesiferi</u>	pag.	36
<u>Formazione delle Argilliti a Palombini</u>	pag.	37
<u>Analisi sedimentologica dell'Unità del Gottero</u>	pag.	37
Premessa	pag.	37
Analisi sedimentologica dei livelli arenacei – siltosi della		
Formazione delle Marne di M.te Verzi	pag.	38
Analisi sedimentologica dei livelli arenacei della		
Formazione delle Argilliti a Palombini	pag.	38
Inquadramento Strutturale	pag.	38
Prima Fase	pag.	38
Seconda Fase	pag.	39
Analisi statistica Elementi Planari e Lineari Unità del Gottero	pag.	39
Anisotropie Planari	pag.	39
Anisotropie Lineari	pag.	39
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	pag.	40
ELENCO FOTO PRESENTI NELLA RELAZIONE		
Foto 1: Casa Bianca Frana attiva (Corsi – Elter)	pag.	09
Foto 2,3,4: Frana delle Grazie (Corsi – Elter)	pag.	11
Foto 5: Foto aerea Bogliasco (Cervellini)	pag.	12
Foto 6,7 : Facies Paraggi (Corsi)	pag.	15
Foto 8,9,10 : Facies M.te Bocche (Corsi)	pag.	16
Foto 11,12,13: Facies Paraggi (Corsi)	pag.	17
Foto 14,15,16 : “ “ “	pag.	17
Foto 17,18,19 : “ “ “	pag.	18
Foto 20,21,22 : “ “ “	pag.	18
Foto 23,24,25 : Facies M.te Pallone – M.te Bocche (Corsi)	pag.	19
Foto 26,27,28 : Formazione dei Calcari del Monte Antola (Elter)	pag.	24
Foto 29,30,31,32,33 : “ “ “ “ “	pag.	24

Foto 34,35,36:	“	“	“	“	“	“	pag.	25
Foto 37,38,39:	“	“	“	“	“	“	pag.	25
Foto 40,41 :	“	“	“	“	“	(Corsi – Elter)	pag.	26
Foto 42:	“	“	“	“	“	(Balbi)	pag.	26
Foto 43,44,45 :	“	“	“	“	“	(Elter)	pag.	26
Foto 46,47 :	“	“	“	“	“	“	pag.	28
Foto 48:	“	“	“	“	“	“(Corsi, Elter)	pag.	28
Foto 49,50 :	“	“	“	“	“	“	pag.	29
Foto 51:	“	“	“	“	“	(Elter)	pag.	29
Foto 52 :	“	“	“	“	“	(Balbi)	pag.	29
Foto 53,54:	“	“	“	“	“	(Corsi – Elter)	pag.	30
Foto 55-60:	“	“	“	“	“	(Corsi – Elter)	pag.	32
Foto 61,62 :	“	“	“	“	“	(Elter)	pag.	33
Foto 63 :	“	“	“	“	“	(Corsi – Elter)	pag.	33
Foto 64, 65 :	Formazione del Conglomerato di Portofino (Corsi)						pag.	33
Foto 66:	Unità del Gottero (Corsi – Elter)						pag.	35
Foto 67-72:	“	“	“	“	“		pag.	36
Foto 73,74,75:	“	“	“	“	“		pag.	37
Foto 76, 77,78:	“	“	“(Ansaldo)	“	“		pag.	37
Foto 79:	“	“	(Bianchi)	“	“		pag.	37
Foto 80,81:	“	“	(Ansaldo)	“	“		pag.	37
Foto 83-88:	“	“	(Corsi – Elter)	“	“		pag.	39

Localione geografica

L'area rilevata si estende dal Comune di Chiavari fino a Genova Quarto, per il settore lungo costa – settore di Levante, mentre all'interno comprende parte della Val Fontanabuona, per il settore compreso nei comuni di Coreglia Ligure e Leivi. Per il settore di costa sono compresi i Comuni di Zoagli, Rapallo, Santa Margherita Ligure, Portofino, Camogli, Recco, Bogliasco, Sori e Genova (Fig. 1).



Fig. 1 : Localione geografica dell'area rilevata

Nell'area rilevata sono comprese due direttrici principali, la SS 1 Aurelia e l'Autostrada A 12 per i tratti compresi fra Chiavari e Genova Nervi.

Fasi Operative

Le fasi operative si sono espletate attraverso le seguenti tappe:

- stipulazione del contratto in data 20/03/2003
- inizio dei lavori gennaio 2004, comprendenti:
 - 1) rilevamento di sette tavolette 1:10000
 - 2) aree campione rilevate in scala 1:2500 e 1:5000
 - 3) prelievo di campioni orientati
 - 4) studio in sezione sottile
 - 5) elaborazione di dati strutturali
 - 6) analisi sedimentologico – stratigrafiche del Conglomerato di Portofino (C.d.P.)
 - 7) analisi geomorfologica comprendente:
 - rilevamento geomorfologico
 - studio delle foto aeree
 - analisi di confronto con i piani di bacino
 - 8) redazione della carta degli affioramenti alla scala 1:10000 e 1:25000
 - 9) redazione della carta geologica interpretativa alla scala 1:10000 e 1:25000 e relative sezioni geologiche
 - 10) presentazione dello stato dell'arte presso la Società Economica di Chiavari il giorno 17 giugno 2005, alla presenza di rappresentanti della

DISSESTO IDROGEOLOGICO

Premessa

Nei fogli Chiavari e Genova Nervi sono stati riportati i caratteri distintivi e relativi ai dissesti idrogeologici, individuati, sia attraverso indagini di terreno effettuate, sia da dati già esistenti in bibliografia e ricavabili dalla cartografia attualmente consultabile presso la Provincia di Genova e presso la Regione Liguria. Per quanto riguarda le informazioni fornite dalla Provincia di Genova è stata utilizzata la cartografia di Piano di Bacino 14 (213150, 213160, 214130, 214140, 230040, 231010, 231020), coordinata alla osservazione delle seguenti foto aeree:

- Volo 51:** Strisciata 19 (493-495)
Strisciata 18 (488-492): Bogliasco
Strisciata 17 (469-487): Sori
Strisciata 16A (456-468): Recco
Strisciata 16 (449-455): Recco
Strisciata 15 (425-448)
- Volo 58:** *Parco M.te Portofino 2002* tutto
- Volo 62:** *Parco M.te Portofino 2002* tutto
- Volo 57:** *Alto Sestri Levante-Levanto 2001* (scala $\cong 1:13.000$)
Strisciata 21 (470-477) tutta (Portofino)
Strisciata 18 (436-444) tutta (Genova)
Strisciata 17 (413-435) tutta (Genova-Rapallo)
Strisciata 15 (372-387) parziale (Bogliasco)
Strisciata 13 (323-361) parziale (Sori)
Strisciata 12 (288-322) parziale
Strisciata 11 (255-287) parziale
- Volo 41:** *Basso Recco 1996* tutto
- Volo 8:** *Basso costiero 1993* (scala $\cong 1:7.900$)
Strisciata 41 (623-658)
Strisciata 42 (659-674)
Strisciata 43 (675-685) Genova-Recco
Strisciata 44 (686-701)
Strisciata 45 (702-713)
Strisciata 46 (714-729) Portofino
Strisciata 47 (730-742) S. Margherita L.
Strisciate 48 - 49 Rapallo-S. Margherita L.
Strisciate 50 - 51 Zoagli
Strisciata 52 Chiavari

Introduzione

Tra le regioni italiane, la Liguria è una delle più colpite dai fenomeni franosi (Figura 2) in quanto risulta per la gran parte costituita da territorio montagnoso, con versanti dei monti ripidi e bacini idrografici piuttosto giovani. La propensione al dissesto risulta maggiore soprattutto nella parte orientale della regione, in cui affiorano litologie più suscettibili ai movimenti gravitativi.

Recentemente il progetto IFFI, inventario dei fenomeni franosi in Italia, ha censito per la Liguria 6003 frane di estensione superiore all'ettaro sull'intero territorio regionale. La superficie interessata da fenomeni franosi risulta essere di 352 km², pari a quasi il 7% dell'intero territorio ligure. In particolare il progetto IFI ha riscontrato per la Provincia di Genova ben 3114 movimenti gravitativi, che corrispondono a 1.7 frane per km².

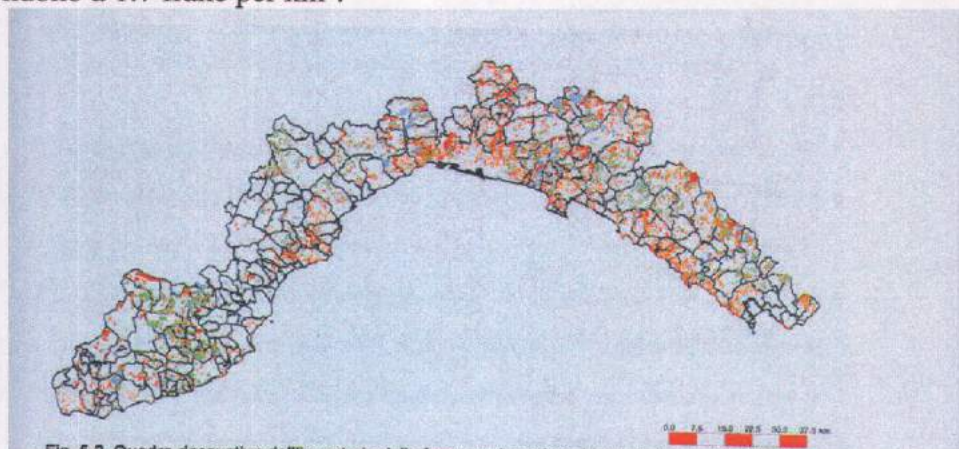


Fig. 2. Quadro riassuntivo dell'inventario delle frane per la regione Liguria

Nonostante l'accuratezza della cartografia di Piano di Bacino in possesso della Provincia di Genova, si sono rilevate alcune nuove frane, che sono state prontamente segnalate sia alla Provincia che alla Regione; localmente sono stati condotti sopralluoghi per circoscrivere ed aggiornare la cartografia esistente.

In tutte le tavolette rilevate sono presenti forme di dissesti: la loro distinzione è stata condotta secondo la seguente classificazione:

- DGPV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante)
- Corpo di Frana Attivo ed eventuale Corona di Frana
- Corpo di Frana non attiva ed eventuale Corona di Frana
- Paleofrane.

DGPV (Deformazioni Gravitative Profonde di Versante)

Tali movimenti gravitativi affiorano principalmente nella Tav. di Leivi (Figura 3) e nella Tav. Chiavari. Nella Tav. di Leivi si individuano due DGPV ubicate una, di maggiori dimensioni, nella riva orografica sinistra del Torrente Lavagna, in prossimità della fraz. Casarile o Piano Casarile, mentre la seconda è localizzata sotto la Frazione Casa del Capitano e a NE della Frazione di Certemoli. La prima interessa sia la Formazione delle Marne di M.te Verzi che la Formazione degli Scisti Zonati, mentre la seconda è interamente ubicata nella Formazione degli Scisti Zonati. Nei riguardi della prima si può notare, a livello cartografico, come il Torrente Lavagna subisca una deviazione del suo corso, in coincidenza del Piano di Casarile. La seconda invece presenta la sua porzione inferiore localizzata in coincidenza del Fosso Barbarasco.

Nella Tav. Chiavari, la DGPV interessa parte del versante compreso fra M.te Cucco e il paese di Sant'Andrea di Rovereto ed è interamente compresa nell'Unità dell'Antola. All'interno di tale DGPV si rinviene una serie di corpi franosi attivi, di minore sviluppo (Brandolini et al., 2005).

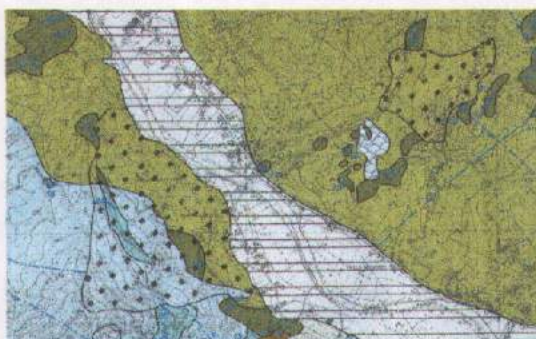


Figura 3 DPGV Foglio Leivi

Corpo di Frana Attivo ed eventuale Corona di Frana

Frequenza molto elevata dei corpi di frana attivi, presenti in tutta l'area rilevata. La frequenza più elevata di tali corpi si riscontra nella tav. di Leivi, seguita da quelle di San Rocco e Chiavari.

Tavoletta Leivi

Il settore più interessato da tali dissesti è la zona di Casa Bianca - La Costa (Foto 1), versante sinistro del fosso Camposasco; trattasi di corpi franosi di piccole/medie dimensioni, tutti compresi nell'Unità del Gottero, in parte nella Formazione degli Scisti Mangesiferi ed in parte nella Formazione delle Marne di M.te Verzi.



Foto1 Frana attiva presso Casa Bianca

Il dissesto di dimensioni maggiori è quello ubicato nel versante nord-orientale del crinale Larezza (figura 4), con il piede della frana che cade direttamente nel Torrente Lavagna in località Pian dei Cunei - Pian della Chiesa.

Alcuni di questi dissesti si instaurano su precedenti corpi non attivi.

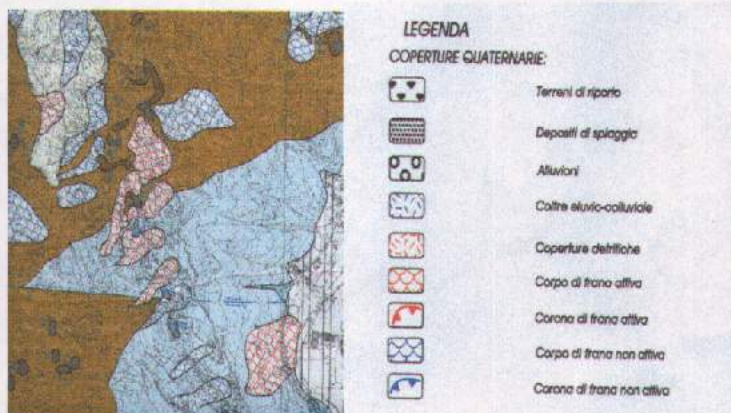


Figura 4 .Frane di Leivi

Tavoletta San Rocco

Nel Versante occidentale del Promontorio di Portofino (Figura 5) si possono distinguere alcuni processi morfogenetici attivi a cui si associano diverse morfologie. Terrile 2005, ha messo in evidenza che i movimenti che coinvolgono il versante sono in direzione SW, direzione in accordo con l'analisi strutturale, che ha confermato la presenza di un sistema di faglie suddividibili in due sistemi principali, uno in direzione N 155 ed uno, minore, in direzione N 70. Il sistema principale, contrassegnato dalla disposizione allineata delle varie nicchie di distacco, è quello avente direzione dominante N 155, direzione che è comune anche ad altre aree circostante (vedi Bogliasco). Segni di maggiore dissesto si notano in particolare presso le frazioni di San Rocco, Poggio Pego, Mortola e località Galletti. Tutti questi corpi sono interamente contenuti nell'Unità dell'Antola. Per la Formazione del Conglomerato di Portofino, l'incidenza della tettonica fragile è legata più di sovente alla fratturazione con conseguente distacco di blocchi.

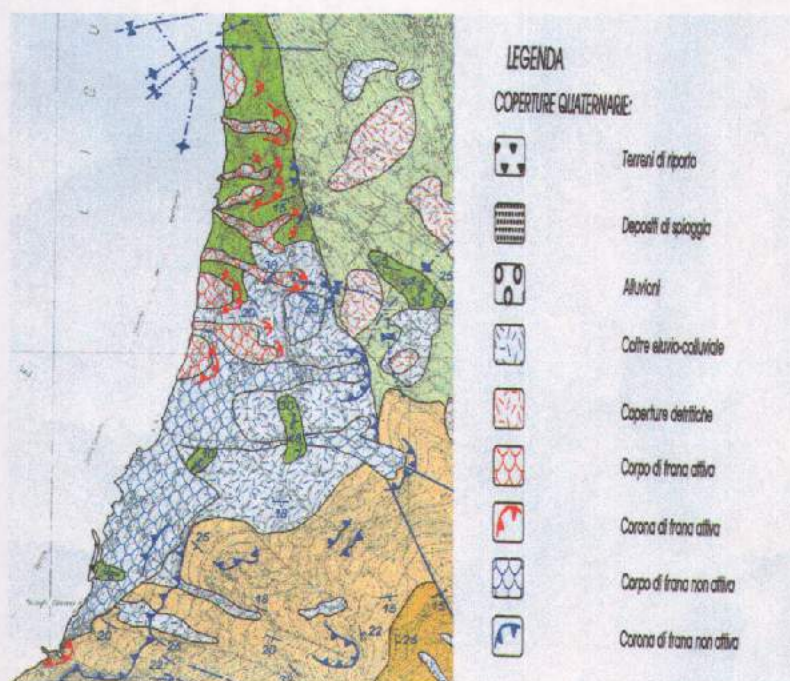


Figura 5. Carta alla scala 1.10.000 con i dissesti in località San Rocco

Tavoletta Chiavari

I corpi franosi sono quasi tutti ubicati lungo la costa nel tratto compreso fra Monte Bacezza e San Andrea di Rovereto (Brandolini et al., 2005). Sono vari corpi di dimensioni diverse e i cui fenomeni innescanti sono di natura tettonica. In particolare si rinviene lo stesso sistema di fratture segnalato per la tavoletta San Rocco (N150-N160), che però in tale tavoletta è ulteriormente aggravato dalla presenza di una megantiforme di V Fase con asse N 140, con uno dei fianchi che vengono a definire la morfologia del tratto di costa (Foto 2). Il movimento franoso è ben documentato dalla presenza di fratture beanti in vari manufatti (Foto 3, 4) che indicano uno scivolamento parallelo alla costa (verso SW), con analogie quindi a quelle riscontrate per la tavoletta San Rocco.



Foto 2: Frane delle Grazie, fianco dell'anticlinale di V Fase; Foto 3, 4 Fratture beanti lungo l'Aurelia;

Tavoletta Portofino

La frana più interessante è quella ubicata presso Punta Cervara (Figura 6) e che coinvolge sia l'Unità dell'Antola che il Conglomerato di Portofino: il coinvolgimento di due litologie diverse conferisce a tale dissesto un carattere composito: nella parte alta si riscontra ribaltamento e crollo (Formazione di Portofino) e scivolamento per la porzione inferiore (Unità dell'Antola). Altri dissesti sono presenti nella zona di Santa Barbara e si tratta di dissesti che si sono imposti su corpi di frane non attivi.



Figura 6. Corpo di frana di Portofino

Tavoletta Recco

Lungo il tratto di zona costiera tra Bogliasco e Recco (Foto 5) sono state individuate 76 frane, che possono essere suddivise in due ambiti, quello costiero e quello interno (Cervellini, 2005). Per l'ambito costiero sono state censite 28 movimenti franosi: la totalità di essi sono riconducibili a frane di crollo distinguibili in frane di crollo s.s. (25%), aree soggette a crolli diffusi (50%) ed aree soggette a fenomeni di crollo uniti a scivolamenti traslativi della copertura (soil slip, 21%). Lo stato di attività indica che il 60% delle frane in ambito costiero sono attive (classe di suscettibilità al dissesto, Pg4, 89% e Pg3, 11%). Le cause innescanti tali movimenti franosi sono da ricercare nell'assetto tettonico dell'Unità dell'Antola ed in particolare l'assetto fragile, con il sistema N150, sistema che è analogo a quello della Tav. San Rocco e della Tav. Chiavari.

Per l'ambito interno sono rilevabili 48 movimenti franosi. Il 73% presenta un tipo di movimento Complesso, originatesi quindi dall'unione di due o più movimenti, generalmente scivolamento rotazionale e traslativo. Si segnala anche un 17% di frane per colamento. Lo stato di attività è per il 65% quiescente e solo il 10% è attivo, con una conseguente suscettibilità al dissesto che si attesta per il 61% alla classe Pg3. In generale nell'area il tipo di movimento principale è per il 53% complesso, secondariamente (29%) per crollo.



Foto 5 Particolare Foto aerea Bogliasco con sistema N 150.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Introduzione

Nell'area rilevata affiorano tre complessi litologici, che dall'alto verso il basso geometrico sono:

- Formazione del Conglomerato di Portofino (Eocene sup.? – Oligocene inf.?, Corsi, 2003);
- Unità del Monte Antola (Campaniano – Maastrichtiano, Corsi, 2003);
- Unità del Monte Gottero (Campaniano – Daniano, Marroni et al., 2004).

La Formazione del Conglomerato di Portofino affiora nel settore sud occidentale dell'area, in un settore compreso fra i Comuni di Portofino e Camogli; la sua estensione areale è delimitata tra la costa e Monte Portofino Vetta; in tutta l'area rilevata non sono stati definiti altri affioramenti di tale Formazione. Tale Formazione è compresa nelle Tavolette alla scala 1:10.000 di San Rocco e Portofino.

L'Unità del Monte Antola è l'Unità che ha la maggior diffusione areale: Tale Unità è compresa nelle Tavolette alla scala 1:10.000 di Genova Nervi, Recco, Rapallo, Portofino, Chiavari e Leivi. L'Unità dell'Antola è caratterizzata da una successione costituita dall'alto verso il basso da: Argilliti di Pagliaro (Paleocene-?Eocene Inf.), Formazione dei Calcari del Monte Antola (Campaniano Superiore-Paleocene) e la Formazione delle Argilliti di Montaggio (Campaniano?). Nell'area rilevata affiora solo la **Formazione dei Calcari del Monte Antola**.

L'Unità del Gottero affiora principalmente nel settore sud occidentale, è limitata ad Ovest dall'Unità dell'Antola e si estende per tutto il versante orografico sinistro del fiume Lavagna e del fiume Rupinaro. Essa è compresa nelle tavolette al 10.000 di Leivi e Chiavari. Dall'alto verso il basso si incontrano, in serie rovesciata (seguendo quanto recentemente proposto da Marroni et Al., 2004):

- **Formazione delle Argilliti a Palombini** (Valanginiano – Santoniano)
- **Formazione degli Scisti Manganesiferi** (Campaniano inf.)
- **Formazione delle Marne di M. Verzi** (Campaniano inf. – Campaniano sup.)
- **Formazione degli Scisti Zonati** (Campaniano sup. - Maastrichtiano inf.)
- **Formazione delle Arenarie del M. Gottero** (Maastrichtiano inf. – Paleocene inf.)

La Formazione degli Scisti del Bocco (Paleocene inferiore) affiora poco dopo il Passo di Romaggi ed è fuori carta e pertanto non rientra nella descrizione sia litologica che strutturale.

Formazione del Conglomerato di Portofino (Eocene sup.? – Oligocene inf.?)

Cenni bibliografici

La Formazione del Conglomerato di Portofino, affiorante nel Promontorio omonimo è stata oggetto nel passato di analisi geologico-petrografiche e geomorfologiche (Pareto, 1861 – Mazzuoli, 1888 – Issel, 1892 – Rovereto, 1939).

Un accurato studio geologico e paleontologico è stato effettuato da Giammarino et al., 1969; gli autori, individuando la natura compositiva dei clasti, sottolineano:

- la presenza di ofioliti, probabilmente provenienti dalla Liguria orientale. Secondo gli autori è da escludersi il Gruppo di Voltri, a causa del non ritrovamento di litotipi che nel massiccio citato affiorano assieme al complesso ofiolitico;
- la presenza di calcari marnosi e arenarie, provenienti dal substrato;
- la presenza di diaspri e calcari micritici di probabile provenienza anch'essi dalla Liguria orientale;
- il ritrovamento di litoclasti rappresentati da scisti cristallini e rocce del Gruppo del Verrucano;
- la presenza di ciottoli eocenici;
- la provenienza della maggior parte del materiale clastico da sud e sud-est.

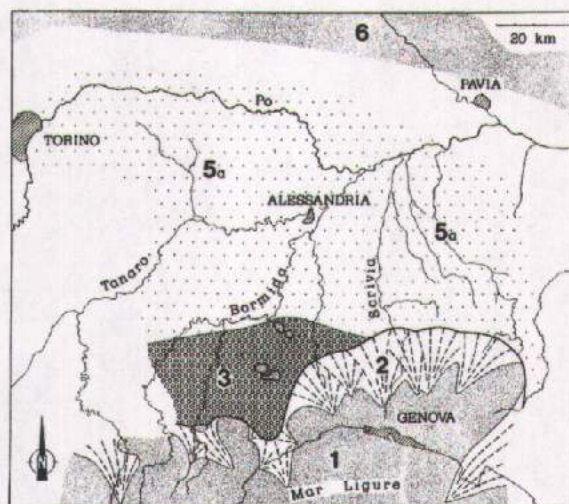
Nella stessa pubblicazione emerge che la sedimentazione è avvenuta in condizioni molto rapide ed in ambiente marino, con subordinati apporti continentali; la struttura geologica dominante è identificabile con una sorta di "*anfiteatro leggermente asimmetrico, rivolto verso sud*".

Una più accurata indagine petrografica dei clasti del Conglomerato di Portofino viene realizzata da Giammarino & Messiga nel 1979. Si distinguono:

- meta-gabbri, in facies metamorfica di Scisti blu;
- meta-basalti, con riequilibratura metamorfica in facies Scisti blu;
- calcari cristallini picchiettati;
- gneiss, foliati;
- granitoidi, con strutture blastomilonitiche;
- Verrucano, metamorfosato;
- Calcari eocenici.

Secondo gli autori l'unica area sorgente in cui sono presenti tutti i litotipi dei clasti costituenti il Conglomerato è rappresentata dalla Corsica Alpina, il cui prolungamento doveva presumibilmente trovarsi, nell'Eocene superiore, in posizione prossimale rispetto al bacino di sedimentazione del Conglomerato di Portofino; esso, verrebbe ad inquadrarsi come un deposito clastico di riempimento di residui e ristretti bacini post-orogenici nella zona di separazione tra Alpi ed Appennino, in un momento in cui, sempre secondo gli autori, la deformazione a vergenza europea si era già compiuta.

In un più recente lavoro, Gelati & Gnaccolini, 1982, nel tentativo di ricostruire l'evoluzione geologica dell'area, che abbraccia Appennino nord-occidentale, basso Monferrato, Collina di Torino e Langhe, tra la fine della "fase ligure" e l'inizio di quella "toscana", identificano il Conglomerato di Portofino come uno dei "fan-delta" oligocenici bordati a sud da un'area montuosa e sviluppati verso nord fino a raggiungere il mare (Figura 7). L'area montuosa si estendeva, secondo gli autori, probabilmente lungo la direttrice Genova-Savona, occupando anche il Golfo di Genova.



La regione in esame durante la parte media dell'Oligocene: 1) area emersa meridionale; 2) «fan-delta»; 3) area di piattaforma a sedimentazione terrigena; 4) conoidi sottomarine; 5) area emersa settentrionale; 6) area emersa settentrionale.

Figura 7 – Localizzazione dei fan-delta oligocenici secondo lo schema proposto da Gelati & Gnaccolini, 1982.

Caratteri Generali

Morfologia del corpo deposizionale

La morfologia del corpo deposizionale della Formazione del Conglomerato di Portofino (C.D.P.) ha un andamento abbastanza regolare, con inclinazione generalmente immergente verso i quadranti sud-orientali. L'inclinazione della stratificazione varia tra 0° e 30° verso SE. Localmente (Loc. M.te Pallone, Fosso dell'Acqua Viva) la stratificazione immerge verso i quadranti nord-occidentali con angoli variabili dai 10° ai 20° . Lungo la mulattiera che conduce da Pietre Strette a S.ta Margherita, nel settore compreso tra le Loc. Pietre Strette e M.te Bocche, la giacitura è sub-orizzontale. Presso l'abitato di Olmi e presso la stazione di osservazione di Cala dei Francesi la stratificazione assume pendenze comprese tra i 30° e i 45° ; sempre in questo settore le giaciture della stratificazione immergono verso nord-ovest. Tali pendenze elevate non si segnalano in altre zone. Il settore dell'intero corpo deposizionale che mantiene costante l'inclinazione della stratificazione è quello compreso tra P.ta Chiappa e S. Fruttuoso. Le giaciture in prossimità dei contatti con il substrato subiscono o cambiamenti nella direzione o forti incrementi nell'inclinazione (76°): da notare che tali variazioni rispetto al contesto generale sono da mettere in relazione con la presenza di diverse faglie. La morfologia attuale della Formazione del Conglomerato di Portofino si presenta caratterizzata da blocchi decametrici basculati, separati fra di loro da joints, ma che non necessariamente coincidono con superfici di faglia.

Lito-petro facies

Dal rilevamento è emerso che il corpo deposizionale del C. d. P., a differenza di quanto noto in bibliografia (Giammarino & Messiga, 1974), è costituito da tre *lito-petro facies* con caratteri distintivi. In particolare procedendo dal basso verso l'alto geometrico sono state riconosciute:

- la Lito-petro facies basale tipo Paraggi; rappresenta il corpo litologico di maggior spessore (max: 250 m). Essa risulta costituita quasi totalmente da clasti eterometrici di natura carbonatici; al suo interno sono stati individuati due corpi lentiformi, la sub lito-petro facies di P.ta chiappa (spessore max: 50 m) e la sub lito-petro facies tipo "le Batterie" il cui spessore massimo raggiunge i 70 m. Entrambe sono distinguibili dalla lito-petro facies inglobante per il loro aspetto sub-stratificato;
- la Lito-petro facies di transizione tipo M.te Pallone, il cui spessore varia da 0 a 50-60 m. E' caratterizzata da una diminuzione di clasti carbonatici sedimentari e da un marcato aumento

di clasti rappresentati da rocce carbonatiche metamorfiche, dolomie e rocce basiche metamorfosate;

- la Lito-petro facies sommitale di M.te Bocche, di spessore massimo di 150 m, caratterizzata dalla quasi totale scomparsa dei clasti carbonatici sedimentari e la dominanza di clasti di natura metamorfica, con comparsa di litoclasti gneissici, talora migmatitici, e metagranitoidi.

Tuttavia per motivi cartografici si è voluto accorpate le due lito-petrofacies, quella di transizione e quella sommitale in unica lito-petrofacies, nominata Lito-petrofacies Monte Pallone Monte Bocche; pertanto la Formazione dei Conglomerati di Portofino risulta costituita, dal basso verso l'alto da:

Lito-petrofacies basale tipo Paraggi.
Lito-petrofacies Monte Pallone – Monte Bocche

Descrizione delle lito-petro facies individuate

Per quanto riguarda la Facies Paraggi sia caratterizzata da un notevole contenuto di clasti carbonatici (60 – 88% ca, Foto 6). Subordinatamente si osservano clasti di natura calcarenitica ed in bassissime percentuali, talora addirittura assenti, clasti rappresentati da: rocce basiche (1 – 2.5% ca, Foto 7), silicee (0.5% ca), marnose (0 – 6% ca) e metamorfiche cristalline (1,5 – 2% ca). Possono essere presenti anche ciottoli costituiti da sola calcite.



Foto 6 : clasti carbonatici

Foto 7 Clasto di Pillow lava con sovrainpronta metamorfica

Mano a mano che ci si sposta verso la porzione medio-superiore della lito-petro facies, si nota un sensibile aumento dei clasti di natura basica (1.5 – 12% ca), dolomitica (0 – 10% ca) e metamorfica (compresi i marmi), a scapito del quantitativo di materiale clastico carbonatico sedimentario, che, comunque, risulta essere ancora abbondante e alquanto consistente (25 – 65% ca). Compaiono in quantità un po' più apprezzabili anche i clasti rappresentati dal solo quarzo (1.50% ca).

La Facies M.te Pallone (facies di transizione) è segnato dall'aumento marcato di clasti rappresentati da rocce basiche (4 – 30% ca), marmi (4 – 70%) e, anche se in minor misura, da rocce metamorfiche cristalline (fino al 10% ca). I ciottoli di natura carbonatica sono assai più scarsi rispetto alla facies precedente (0 – 29% ca). I clasti rappresentati da quarzo aumentano sensibilmente (5 – 32% ca) e sono probabilmente derivanti dalla disgregazione di rocce appartenenti al Verrucano Brianzese, che caratterizzano la facies sovrastante.

La Facies M.te Bocche, affiora nel settore sommitale del corpo conglomeratico. L'osservazione di campagna, avvalorata dal metodo delle maglie, ha consentito di individuare il passaggio dalla lito-petro facies sottostante a quella di M.te Bocche sovrastante grazie alla comparsa di clasti di rocce appartenenti al Verrucano e all'aumento considerevole di clasti para- ed orto-derivati.

In particolare, dalle analisi effettuate, la lito-petro facies sommitale risulta essere costituita da:

- clasti rappresentati da marmi, in quantità relativamente abbondante, ma sottoposti a marcate oscillazioni da una stazione all'altra (4 – 50%). La loro massima concentrazione si ha in

corrispondenza dei livelli basali (vedi stazione di misura CP24), in prossimità del passaggio, molto graduale, alla lito-petro facies sottostante;

- rocce appartenenti al Verrucano (10 – 37%), rappresentate da microconglomerati, quarziti e quarzoareniti (Foto 8);
- rocce metamorfiche (4 – 20%) rappresentate per lo più da micascisti e quarzoscisti, para- ed orto-gneiss, talora migmatitici (Foto 9, 10), e quarziti. Raggiungono la loro massima concentrazione nei livelli sommitali;
- rocce silicee (diaspri metamorfici);
- dolomie (0 – 21%);
- arenarie (0 – 15%).

I clasti carbonatici di natura sedimentaria sono assai scarsi (0 – 7%), mentre quelli marnosi possono talora raggiungere quantità attorno al 10 – 20%.



Foto 8: Sezione sottile (X10) Ciottolo di Verrucano Foto 9: Clasto di Gneiss migmatitico

Foto 10 (X25) sezione sottile Gneiss migmatitico

Aspetti sedimentologico-tessiturali

Lito-petrofacies basale tipo Paraggi.

I sedimenti della porzione inferiore del Conglomerato di Portofino sono rappresentati da una successione di conglomerati, spesso oltre 200 m, in strati di spessore variabile da 50 cm ad oltre 7 m. Gli strati fra loro presentano contatti erosivi da piani a debolmente ondulati e risultano spesso amalgamati. La successione inizia con una facies conglomeratica non organizzata e talora di aspetto caotico, costituita da elementi clastici da sub-arrotondati a sub-angolosi, di natura carbonatica, arenitica e marnosa, dispersi in una matrice di natura calcarenitica mal cernita. Al suo interno si rinviene anche un pezzame di strati carbonatici (Foto 11 e 12 - loc. Casa Rossa presso P.ta Cervara), dello spessore di 3-4 m, tettonizzato alla base (Foto 13 - loc. M.te Croci di Nozarego). L'aspetto di questi inclusi suggerisce per essi un trasporto limitato ed una provenienza dal substrato su cui si è impostato il bacino deposizionale.



Foto 11 (a sinistra - Loc. Casa Rossa c/o P.ta Cervara), Foto 12 (nel centro - Loc. Scogli Grossi) e Foto 13 (a destra - Loc. M.te Croci di Nozarego) - lembi di strati carbonatici (Flysch ad Elmintoidi) alla base del C.d.P., talora tettonizzati (foto a destra).

Alla suddetta facies basale segue una successione di episodi deposizionali rappresentati da una facies conglomeratica, prevalentemente ancora a tessitura matrice-sostenuta, con una quantità di clasti generalmente superiore al 50%; lo spessore degli strati, di non facile determinazione a causa della loro marcata amalgamazione, può talora superare i 15 m. I depositi risultano spesso mal classificati per la presenza di ciottoli estremamente eterometrici, essendo rappresentati nello stesso strato da elementi della taglia dai ciottoli ai blocchi, in maggioranza di natura carbonatica. Questi, che negli strati basali risultano essere non orientati, tendono gradualmente a disporsi embriciati, con immersione dominante verso i quadranti meridionali, o paralleli alla stratificazione.

Gli strati presentano aspetto sia massivo che gradato. Gli strati massivi non mostrano variazioni granulometriche verticali e sono caratterizzati da un aspetto per niente strutturato (Foto 14). Gli altri tipi di strati mostrano una gradazione: la più diffusa è quella inversa (Foto 15 e 16), mentre la gradazione normale è assai più rara.



Foto 14 (a sinistra) - facies conglomeratica, a tessitura matrice sostenuta, non gradata.

Foto 15 (nel centro - Loc. P.ta Chiappa), Foto 16 (a destra - Loc. Paraggi) - facies conglomeratica, a tessitura matrice sostenuta, a gradazione inversa.

Sono visibili anche strutture legate ai fenomeni di presso-soluzione tra clasti quali ciottoli impressi (Foto 17) fino ad essere incastonati l'uno nell'altro (Foto 18). Sulla superficie di alcuni clasti sono evidenti anche tracce di percussione.

Clasti isolati di grosse dimensioni (“*boulders*”), dell’ordine del metro sembrano essere trasportati passivamente dal fluido sottostante (Foto 19).



Foto 17 (a sinistra) - ciottolo impresso (Loc. P.ta Chiappa).

Foto 18 (nel centro) - ciottoli incastonati l’uno nell’altro (Loc. Paraggi).

Foto 19 (a destra) – “*boulders*” trasportati passivamente dal fluido sottostante (Loc. P.ta Chiappa).

La matrice, sempre di natura calcarenitica, si presenta generalmente mal cernita (Foto 20)



Foto 20 Matrice di natura calcarenitica (Loc. P.ta Chiappa)

Foto 21 Livelletti di carbone (Loc. P.ta Chiappa)

Foto 22 Embriatura ciottoli (Loc. P.ta Chiappa)

La successione sopra descritta assume un carattere predominante a P.ta Chiappa, conferisce agli affioramenti un aspetto stratiforme particolarmente intenso (facies sub stratificata della litopetro facies di P.ta Chiappa); essa definisce un corpo lentiforme. I ciottoli carbonatici, in essa contenuti, possono, in rarissimi casi, mostrare caratteri di *bio-erosione* determinati dall’azione meccanica di litofagi. Di tale successione stratiforme è stata analizzata al microscopio la relativa matrice: essa risulta contenere bioclasti.

Talora, al tetto della successione, si osserva un livello costituito da sola matrice ben cernita che va a, o a costituire un livello, spesso da pochi cm fino a 50 cm, di arenaria massiva, piuttosto cernita, oppure va a cementare il livello sommitale di conglomerato a tessitura clasto-sostenuta. In loc. P.ta Chiappa sono stati rinvenuti all’interno di essa sottilissimi livelletti di carbone, di pochi mm di spessore (Foto 21).

I livelli arenitici hanno sempre un’ estensione laterale discontinua. Le uniche strutture sedimentarie visibili al loro interno sono riconducibili a tenui laminazioni, rinvenute solo a tetto degli strati conglomeratici affioranti a P.ta Chiappa. Tali laminazioni sembrerebbero ondularsi, adattandosi alla morfologia irregolare sottostante probabilmente a causa di deformazioni di carico quando ancora il livello arenitico non si era completamente consolidato. Nella parte mediana delle areniti sono talora osservabili delle strutture sigmoidi rotazionali che coinvolgono una matrice meno cernita, più grossolana, ed indicanti un movimento da SW verso NE (particolare della Foto 22).

Lito-petrofacies Monte Pallone – Monte Bocche

I sedimenti conglomeratici sovrastanti la porzione basale precedentemente descritto sono caratterizzati da stratificazione mal definita: il fenomeno di amalgamazione tra uno strato e l'altro è risultato talmente spinto da non riuscire in molti casi a riconoscere la distinzione tra strato e strato. Laddove, invece, i giunti risultano più evidenti, anche se spesso amalgamati, gli strati hanno un spessore variabile da 50 cm a oltre 3 mt. Tra i clasti dominano ancora quelli natura calcarea, anche se cominciano ad aumentare quelli di dolomie, di marmi e di rocce basiche. Questi clasti sono moderatamente arrotondati ed immersi in una matrice calcarenitica, priva di bioclasti. Per lo più i conglomerati sono ancora a tessitura matrice-sostenuta (, con una percentuale in clasti generalmente minore a quella presente negli stessi della porzione inferiore. Fanno però eccezione alcuni strati in corrispondenza dei quali il contenuto clastico aumenta considerevolmente. I clasti, mano a mano che si procede verso l'alto stratigrafico, tendono sempre con maggiore frequenza a disporsi paralleli alla stratificazione; in più rari casi i ciottoli si accumulano in nuvole di concentrazione. Inoltre sono talora presenti livelli ghiaiosi, a tessitura clasto-sostenuta, con ciottoli ben arrotondati, di forma per lo più sferica o discoidale, e spessore variabile da 1 m a circa 2 m; le superfici basali sono tabulari, quelle sommitali o non sono visibili o risultano ondulate. La successione sedimentaria continua con strati e banconi dominati ancora da conglomerati a tessitura matrice sostenuta e di spessore di regola da 1 a 7 m, anche se spesso è difficilmente calcolabile a causa della presenza di ripetute amalgamazioni tra gli strati. Questi si differenziano dai precedenti, in quanto particolarmente ricchi in clasti di marmo, dolomie e rocce basiche (Foto 23), immersi in una matrice il cui aspetto macroscopico non mostra differenze sostanziali con quanto descritto per i depositi precedenti. I clasti si dispongono paralleli alla stratificazione, solo raramente mostrano una disposizione embriicata. Sono presenti anche strati conglomeratici a tessitura clasto-sostenuta, spesso preceduti da strati conglomeratici a tessitura matrice-sostenuta, ma con un contenuto in clasti superiore al 50%. Talora, invece, i clasti diminuiscono sostanzialmente dando luogo ad episodi deposizionali particolarmente ricchi in matrice e privi di gradazione inversa, contenenti pochi ciottoli di piccole dimensioni (Foto 24); non si osservano al tetto di ogni singolo strato le facies conglomeratiche a tessitura clasto-sostenuta. Alcuni banchi conglomeratici (vedi colonna stratigrafica "Antenne-Semaforo Vecchio) possono essere caratterizzati da gradazione sia normale che inversa all'interno di un stesso strato, con al tetto livelli conglomeratici clasto-sostenuti; i meccanismi deposizionali che determinano la comparsa di strati gradati, matrice-sostenuti, caratterizzati al tetto dalla presenza di livelli conglomeratici clasto-sostenuti (Foto 25), sono analoghi a quelli definiti per la porzione inferiore. Nello stesso settore si rinvengono caratteri tessiturali a livello di matrice, legati a fenomeni di dilavamento, anche se molto meno marcati rispetto a quelli osservati nel settore basale.



Foto 23 (a sinistra) – clasti rappresentati da marmi, dolomie e prasiniti abbondanti nel settore intermedio del corpo deposizionale (sentiero Pietre Strette-S. Fruttuoso). Foto 24 (al centro) – Conglomerati, matrice-sostenuti, con basso contenuto clastico e rari "boulders" (Loc. M.te Pallone). Foto 25 (a destra) – Banchi in facies conglomeratica clasto-sostenuta (Loc. sentiero Pietre Strette-Semaforo Nuovo).

Presso M.te Pallone sono presenti rari livelli lentiformi di calcarenite al di sopra delle superfici ondulate sommitali dei livelli clasto-sostenuti; le loro superfici superiori possono risultare

ondulate. Procedendo ancora verso la porzione sommitale del corpo deposizionale compaiono livelli di conglomerati caratterizzati da una nuova variazione a livello di composizione, in quanto qui predominano clasti di quarziti, di anageniti, di diaspri metamorfici, di micascisti e di gneiss e diminuiscono nettamente i clasti carbonatici. Si tratta di conglomerati a tessitura matrice-sostenuta con caratteristiche tessiturali simili a quelle affioranti nella porzione sottostante. Gli strati, infatti, di spessore da 1 a 2,5 m circa, mostrano di sovente gradazione inversa con al tetto livelli clasto-sostenuti delimitati superiormente da superfici ondulate, talora debolmente inclinate a causa della non continuità laterale del livello stesso. I medesimi potrebbero suggerire la presenza di strutture canaliformi. I clasti, moderatamente arrotondati, sia nei livelli a tessitura matrice-sostenuta che in quelli clasto-sostenuti, mantengono una disposizione prevalente parallela alla stratificazione. La matrice, generalmente mal cernita, in corrispondenza dei livelli sommitali clasto-sostenuti, può talora mostrare una maggiore cernita degli elementi costituenti. Al tetto del corpo deposizionale si assiste alla comparsa di clasti di rocce granitoidi e di rocce metamorfiche di alto grado (gneiss migmatitici) in facies conglomeratiche a più basso contenuto clastico, particolarmente ricche in matrice e con ciottoli prevalentemente di piccole dimensioni. Tale facies conglomeratica affiora in strati tabulari di spessore variabile da 50 cm a 2 m, che si alternano a facies ruditiche, caratterizzate da un maggior contenuto di clasti di dimensioni maggiori, e a rarissime facies arenitiche a grana grossolana, massive e caratterizzate dalla presenza di cemento di natura calcitica. I ciottoli in entrambe le facies conservano la loro disposizione parallela alla stratificazione.

Caratterizzazione petrografica dei clasti e della matrice

Sono stati analizzati clasti provenienti sia dalla porzione intermedia (M.te Pallone) che da quella sommitale (. M.te Bocche) della lito-petro facies M.te Pallone-M.te Bocche. Per quanto riguarda la lito-petro facies basale Paraggi sono stati analizzati per lo più campioni provenienti dalla matrice, fatta eccezione per alcuni campioni di rocce sedimentarie clastiche.

Lito-petro facies basale tipo Paraggi

I litotipi analizzati sono rappresentati da rocce sedimentarie clastiche, inequigranulari, con cemento di natura quarzitica, parzialmente sostituito da calcite. I clasti che le costituiscono sono costituiti da frammenti monomineralici di: quarzo, sia metamorfico che vulcanico (con anse di corrosione), plagioclasio metamorfico, k-feldspato, talora micropertitico, biotite, muscovite, clorite, titanite, epidoto, granato, tormalina, apatite, glauconite, ossidi. Sono presenti, inoltre, frammenti litici di filladi cloritiche e grafitosi e litoclasti micro-quarzitici; sono presenti anche rarissimi aggregati di sillimanite fibrolitica+quarzo e bioclasti, (foraminiferi bentonici?). Nei campioni analizzati non sono stati riconosciuti frammenti di roccia derivati da una sequenza ofiolitica. Tali litotipi possono essere definiti come grovacche, probabilmente ex arkose.

Matrice

La matrice della lito-petro facies Paraggi è caratterizzata dalla presenza di grani monomineralici di: quarzo, sia metamorfico (talora con microstrutture tipiche della facies anfibolitica) che vulcanico (con anse di corrosione), in quantità predominante sugli altri clasti, plagioclasio, k-feldspato, talora micropertitico, calcite con geminazioni di "tipo II" (Burkhard, 1993), muscovite, biotite, clorite, epidoto, apatite, glauconite. I frammenti litici sono rappresentati da: microquarziti, calcari micritici ad ooliti, calcari micritici con microfossili, talora rappresentati da globigerinidi, microquarziti metamorfiche a radiolari, rare rocce vulcaniche effusive-ipoabissali acide, rarissime rocce basiche (di cui non si conosce la natura, causa dimensioni troppo piccole dei frammenti; serpentiniti cloritizzate?). I bioclasti consistono in frammenti di Alghe, di Globigerinidi, di Textularidi, rari Gasteropodi, Echinoidi, rari Miliolidi e Nummuliti deformati. In particolare è stato rinvenuto in un campione di matrice (zona di P.ta Chiappa) un esemplare ben conservato ed

intatto di Globigerinatheka ? che permetterebbe di attribuire la parte basale del Conglomerato di Portofino all'Eocene medio-sup..

Il cemento della matrice risulta sempre di natura carbonatica, a grana da fine a molto fine.

In prossimità del passaggio con la sovrastante lito-petro facies di Monte Pallone, la matrice cambia composizione con un sensibile aumento dei frammenti litici rappresentati da rocce metamorfiche e basiche e scompaiono i bioclasti.

Analisi diffrattometrica della matrice

Le analisi diffrattometriche hanno evidenziato che la facies Paraggi alla sua base è caratterizzata da una matrice particolarmente ricca in calcite e subordinatamente, in ordine decrescente, in quarzo, albite e minerali del serpentino. La porzione sommitale della Facies Paraggi, in prossimità del passaggio alla soprastante, presenta una leggera diminuzione del contenuto in calcite ed un aumento nel quantitativo di quarzo. Compaiono minerali quali clinocloro, dolomite e muscovite. Il contenuto di albite è invece costante.

La lito-petro facies Monte Pallone-M.te Bocche

Della porzione identificabile nella lito-petro facies M.te Pallone sono stati analizzati alcuni litoclasti e la sua matrice.

I clasti di marmi, talora grafitosi sono caratterizzati dalla presenza di calcite (con geminazioni del tipo I, II e III - Burkhard, 1993, con quelle di tipo I che traspongono quelle di tipo II, indicanti condizioni di metamorfismo retrogrado e $T < 150^{\circ}\text{C}$), quarzo metamorfico, che sostituisce parzialmente la calcite, e pirite, molto rara. È presente una marcata "Lattice Preferred Orientation" secondaria definita da calcite+ossidi ed un crenulation cleavage tardivo meno marcato.

Le quarziti presentano un'anisotropia secondaria definita da quarzo+muscovite a strutture mica-fish, che indicano una deformazione non coassiale esplicitasi in condizioni metamorfiche ascrivibili alla facies di scisti verdi. Sono presenti anche cristalli di calcite e muscovite, tardivi, nonché quarzo microcristallino. Talora la quarzite risulta interessata anche da un corteo di vene ad epidoto+calcite (geminazioni del tipo III, II, I - Burkhard, 1993)+clorite.

Matrice

La matrice analizzata, risulta, nel complesso, essere costituita da una prevalenza di litoclasti quarzitici e basici, a scapito di quelli carbonatici. Il cemento è di natura calcitica. Si rinvencono quarziti e microquarziti, rocce carbonatiche micritiche fossilifere, filladi e/o filladi carboniose, grovacche quarzose, frammenti litici di: rocce basiche, talora con presenza di anfibolo violaceo, glaucofane? Mg-riebeckite?), in quantità più rilevante rispetto alla matrice della lito-petro facies sottostante, rarissime rocce vulcaniche-ipoabissali acide, in quantità inferiore rispetto alla matrice della facies sottostante. Tra i frammenti monomineralici si individuano: quarzo sia metamorfico che autogeno, serpentino, calcite (con geminazioni di tipo II e I - Burkhard, 1993), fillosilicati (mica bianca, clorite). Non sono presenti frammenti di bioclasti.

Analisi diffrattometrica della matrice M.te Pallone

Da tale analisi la matrice risulta costituita da quarzo e calcite in quantità uguali, con quarzo che però si dimezza rispetto al quantitativo della porzione sottostante mentre la calcite subisce un leggero aumento; la dolomite si mantiene costante mentre l'albite diminuisce, aumenta il clinocloro. Compare la nontronite, mentre i minerali del serpentino subiscono un aumento considerevole.

Analisi campioni di litoclasti

Della porzione rappresentata dalla lito-petro facies Monte Bocche sono stati analizzati campioni di litoclasti raggruppabili in diversi gruppi, in funzione del loro grado metamorfico.

Un primo gruppo comprende rocce metamorfiche in facies anfibolitica (micascisti, paragneiss quarzitici e gneiss migmatitici).

Nei micascisti e nei paragneiss quarzitici è possibile individuare un'evoluzione strutturale - metamorfica caratterizzata da due eventi dinamici e da due eventi statici.

Un primo evento dinamico, sin-deformazione non coassiale, a cui è associata la paragenesi mineralogica a granato + muscovite ± quarzo ± cianite ± plagioclasio ± kfeldspato ± tormalina ± apatite ± biotite ± titanite ± epidoto, indica condizioni metamorfiche ascrivibili alla facies anfibolitica.

Un secondo evento dinamico, associato anch'esso a deformazione non coassiale, è definito dalla paragenesi mineralogica a muscovite + quarzo ± clorite e suggerisce condizioni metamorfiche in facies di scisti verdi.

Gli eventi successivi (il I, associato alla comparsa di clorite ± apatite ± quarzo ± muscovite, il II a quella di quarzo + clorite), statici, potrebbero essere correlati a fenomeni di idrotermalismo.

Nei campioni rappresentati da gneiss migmatitici i livelli lepidoblastici sono caratterizzati dalla presenza di biotite + quarzo + epidoto + sillimanite fibrolitica con talora relitti di cianite completamente sostituiti da biotite; i livelli granoblastici sono caratterizzati dalla seguente associazione mineralogica: biotite + quarzo + feldspato caolinizzato + epidoto + granato + sillimanite fibrolitica?. La biotite è leggermente cloritizzata, la sillimanite fibrolitica risulta essere mimetica sul plagioclasio; il granato sembrerebbe coronitico ed è completamente sostituito da minerali di cui non si riesce ad individuare la natura. Tali gneiss migmatitici sono pertanto ascrivibili alla facies anfibolitica di più alto grado rispetto ai campioni precedenti.

Un secondo gruppo di campioni analizzati è rappresentato da rocce metamorfiche con metamorfismo in facies di scisti blu e comprende protoliti sia basici che acidi.

I campioni, i cui protoliti sono rappresentati da rocce basiche, presentano associazione mineralogica primaria a clinopirosseno + plagioclasio ± olivina. Un primo evento metamorfico di alta pressione comporta la comparsa di anfibolo blu ± lawsonite. Un secondo evento metamorfico successivo, con paragenesi a clorite + albite + quarzo, è invece ascrivibile alla facies degli scisti verdi.

I campioni, i cui protoliti sono rappresentati da rocce acide, presentano associazioni mineralogiche primarie a quarzo + plagioclasio + biotite ± k-feldspato. Anche per essi si individua un primo evento metamorfico di HP caratterizzato dalla comparsa di fengite + albite + pumpellyte ± k-feldspato, seguito talora da un secondo evento metamorfico in scisti verdi.

Un terzo gruppo di campioni comprende clasti di rocce metamorfiche di grado metamorfico non definibile.

Sono stati analizzati campioni di rocce quarzitiche a grana fine pseudo-grafitose, interessate da un evento metamorfico di basso grado, tardo-tettonico.

Si rinvengono anche ciottoli di micro-conglomerati costituiti da liditi (microquarziti), rarissimi litoclasti di filladi clorotiche e filladi grafitose. Sono presenti, inoltre, clasti monomineralici di quarzo, plagioclasio metamorfico, k-feldspato, muscovite detritica, epidoto, apatite, ossidi e tormalina. Il cemento è di natura quarzoso-micacea, con talora calcite, spesso dolomitizzata, cristallizzata successivamente.

Analisi diffrattometrica della matrice Mte Bocche

La matrice della Facies Monte Bocche risulta essere particolarmente ricca in quarzo; i minerali del serpentino subiscono una marcata diminuzione. La dolomite scompare mentre la calcite risulta scarsa. Aumentano i quantitativi di muscovite, albite e nontronite.

Analisi statistica elementi planari (Equal area projection, lower emisphere)

Poli delle giaciture stratificazione

La Figura 8 rappresenta la proiezione stereografica inerente ai poli di 140 misure di giacitura della stratificazione (S_0).

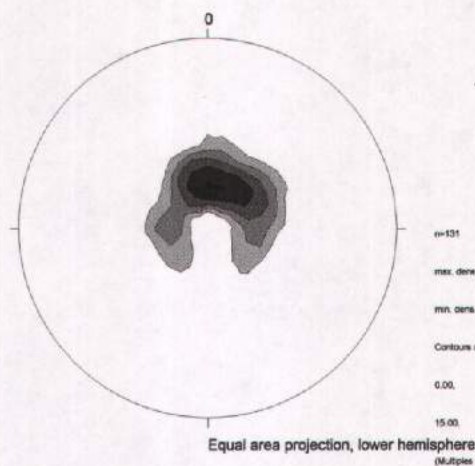


Fig. 8 Stereonet relativo alla distribuzione dei poli della stratificazione (n 131)

Dal net si può osservare come il massimo assoluto (20%) mostri una piccola dispersione (circa 20°) compresa fra N 0 e N 24 ed inclinazioni verso NE di 70° indicanti due piani Pi greco orientati rispettivamente N090 ed immergente verso S di 19° e N 114 ed immergente verso SW di 19° . Dispersioni maggiori si notano per la classe minore (15%) dove la dispersione è contenuta in un intervallo di circa 76° ed indicanti due poli, uno a N 158 ed immergente verso NW di 68° e l'altro N 054 ed immergente verso NE di 68° . Sono correlati con due piani Pi greco rispettivamente orientati N 068 22 SE e N 144 22 SW.

Direzione dell' imbriciatura dei ciottoli (Equal area projection, lower emisphere)

Nella Figura 9 sono riportate le direzioni (170) di imbriciatura dei ciottoli misurate sia nella Lito-Petrofacies basale di Paraggi che quella di M.te Pallone - M.te Bocche. Dallo steronet si può osservare che il massimo assoluto (8%) cade in un intervallo compreso fra N 052, immergente verso SW di 22° e N 065 ed immergente verso SW di 22° ; il massimo relativo (6%) mostra una maggiore dispersione, compresa fra NS, immergente verso S di 27° e N 075 immergente verso SW di 21° . E' presente anche un massimo relativo (sempre 6%) in direzione N 104 ed immergente verso NW di 20° . Da tale proiezione stereografica si può dedurre che tutto il corpo dei Conglomerati di Portofino ha una zona di alimentazione proveniente dai quadranti Sud-Occidentali, anche se si deve tener conto del processo di basculamento che tale corpo può aver subito in relazione alla tettonica fragile tardiva.

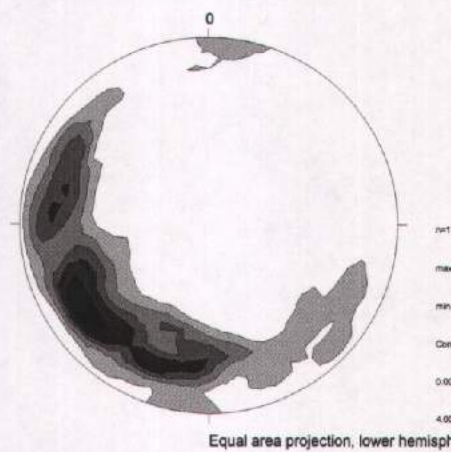


Figura 9: Direzioni di imbriciatura dei ciottoli nella Formazione dei Conglomerati di Portofino

Formazione dei Calcari del Monte Antola

Descrizione Litologica

Le caratteristiche dei litotipi affioranti ed osservati durante il rilevamento sono quelli tipiche della Formazione dei Calcari del Monte Antola, ovvero alternanze di strati di spessore variabile di calcari grigio scuri (Foto 26, 27, 28), calcareniti (Foto 29) con passaggi caratterizzati da “nuvole” (Foto 30), marne nocciola chiaro e giallognole (Foto 31), calcari marnosi grigi ed argilliti nere/nerastre (Foto 32) dove si possono osservare ben conservate tracce di *Helminthoida labyrinthica* (Foto 33). Nelle località Covo di NE e di San Apollinare si segnala anche uno strato costituito da Arenarie color tabacco micacee, mai segnalato in tale Formazione. Il litotipo predominante è costituito da un calcare marnoso grigio scuro/nerastro con spessore degli strati da decimetrici a metrici (le tonalità di colorazione varia da grigio giallastro a grigio bluastro). Alternati ai calcari marnosi si trovano livelli più argillosi di colore grigio scuro/nerastro, di potenza da centimetrica a decimetrica e talvolta strati calcarenitici o arenaci grigio marroni di potenza decimetrica a metrica. Gli strati calcarei e marnosi, sono presenti con potenze da centimetriche a metriche alternati a quelli calcareo-marnosi.



Foto 26 Alternanze di Calcari Marnosi Grigi (Località Zoagli); Foto 27 Bancone metrico Calcare Grigio (Località Zoagli); Foto 28 Particolare Calcari grigi Marnosi (Località Zoagli)



Foto 29: Calcareniti; Foto 30: “Nuvole” calcarenitiche al passaggio con i calcari; Foto 31: Marne (parte bassa); (tutte le foto Località Zoagli)



Foto 32: Argilliti nerastre; Foto 33: Tracce di *Helminthoida labyrinthica* (Località Zoagli)

Le strutture sedimentarie riconoscibili in questi litotipi sono legate principalmente alla deposizione di correnti di torbida nelle piane abissali cretacee. In accordo con Marroni, 1990, si riconoscono le caratteristiche proprie degli intervalli Tb-e della sequenza di Bouma (Balbi, 2001). In particolare sono riconoscibili:

- Laminazioni parallele (Tb, Foto 34); sono frequenti negli strati pelitici ed argillosi, ma presenti anche negli strati più competenti, in particolare in quelli marnosi e quelli arenacei;
- Laminazioni convolute (Foto 35), ondulate ed incrociate, presenti negli strati arenacei.

Tra le strutture sinsedimentarie si osservano:

- Strutture di carico (Load casts, Foto 36, 37): importanti indicatori di polarità degli strati, di solito al contatto tra uno strato più competente, geometricamente sovrastante ed uno meno competente sottostante, tipicamente argilloso;
- Strutture di solco (Groove casts): sono tracce lasciate sul fondale parzialmente consolidato da oggetti, di dimensioni almeno centimetriche, trascinati dalla forza trattiva della corrente di torbida;
- Strutture a becco di flauto (Flute casts): presenti in alcuni livelli calcarenitici (Torre Gropallo, Passeggiata di Nervi);
- Cogoli: concrezioni calcaree subsferiche che si formano durante la cementazione delle calcareniti (Località Molinetti e Zoagli);
- Canalizzazioni: strutture tipiche di una successione torbiditica (Foto 38, 39), sono solchi da centimetraci a decametrici operati da un flusso altamente energizzato ai danni dei sedimenti sottostanti, deposti in precedenza e parzialmente litificati.



Foto 34 Laminazioni parallele (località Campodonico); Foto 35 Laminazioni convolute (Località Zoagli); Foto 36 Load casts (Località Campodonico)



Foto 37 idem (Località Zoagli); Foto 38: Canalizzazioni (Località Campodonico); Foto 39: idem (Località Zoagli).

Inquadramento strutturale

Introduzione

In accordo con Corsi et al., 2001 nell'area rilevata, l'Unità dell'Antola risulta interessata da due Eventi Deformativi: un Primo Evento deformativo nel campo duttile-fragile ed un Secondo Evento deformativo nel campo fragile.

Il Primo Evento Deformativo Duttile-Fragile (D1) è caratterizzato dalla presenza di 5 Fasi deformative che si sviluppano in chiari ordini di sovrapposizione geometrica.

I Fase

E' la fase regionalmente più importante: ad essa è associata un'anisotropia planare secondaria a carattere continuo e penetrativo di tipo "slaty cleavage" (S_1) che generalmente si presenta parallela alla superficie di stratificazione (S_0) e solo localmente la traspone o sottende rapporti angolari subortogonali (da 10° ai 80° , Foto 40, 41, 42, 43, 44 Figura 10). L'intersezione delle due superfici S_0 e S_1 genera Lineazioni di Intersezione più o meno sviluppate. Associate a tale Fase si rinvengono rare pieghe a scala metrica o decimetrica che posso presentare la S_1 come scistosità di superficie assiale (Foto...).



Foto 40, 41, 42 Rapporti fra S_0 e S_1 (Località M.te Cordona) Foto : stessi rapporti (Località Genova Quinto)
SENW (Vista da SW)



Foto 43 Rapporti fra S_0 e S_1 (Località Campodonico); Foto 44: idem; Foto 45: vena di calcite = S_0 con strie indicanti piegamento per "flexural slip" (Località Zoagli)

Linea Gialla: Superficie di stratificazione S_0 ; Linea Rossa : superficie di Scistosità S_1 ; freccia viola: polarità
SW.....NW (vista da SE)

La vergenza delle anticlinali è sempre verso i quadranti occidentali. Il meccanismo di piegamento avviene per "Flexural Slip" (Foto 45), come testimoniato dalla presenza di lineazioni di tipo slickenline (Zona Molinetti) su le superfici S_0 S_1 . Comune anche vene di calcite parallele alla S_0/S_1 che vengono localmente trasposte o piegate. La morfologia delle pieghe osservate a seconda del litotipo interessato dalla deformazione, secondo le varie classificazioni può essere così sintetizzata:

Classificazione di Hudleston, 1973:

Classificazione di Fleuty, 1964

Classificazione di Roberts, 1967

Classificazione di Twiss, 1988

aspect ratio
tightness of fold
bluntness of fold

pieghe da debolmente a moderatamente inclinate

classi B3 e D5;

tight to open folds

broad to equant

acute to open

sharp to rounded.

Analisi Statistica degli elementi Planari e Lineari della I Fase

L'analisi di tutti gli elementi Planari e Lineari è riportata nelle figure sottostanti (Equal area Net, Emisfero Inferiore).

Superfici S_0/S_1

Sono stati plottati 376 poli di misura inerenti alla S_0/S_1 (Figura 12) da cui si evince che tale anisotropia planare risulta distribuita secondo poli (max 7%) a N087 NE 64, N 055 NE 63, N044 NE 54 e N032 NE 54 e N020 NE 54 che individuano i seguenti piani π a:

N087 NE 64 ►► N177 SW 26
N055 NE 63 ►► N145 SW 27
N044 NE 54 ►► N133 SW 36
N032 NE 54 ►► N122 SW 36
N020 NE 54 ►► N110 SW 36

Nonostante si abbiano diversi superfici di S_0/S_1 , si può osservare che viene mantenuta una direzione costante circa NW – SE con immersioni sempre verso SW.

Assi

Sono stati plottati 67 assi di I Fase (sia misurati direttamente che costruiti dalla intersezione fra le due superfici). Dal Net (Figura 12) si evince che gli assi hanno una distribuzione (max 6.5%) compreso fra N086 e N091 ed immergono verso W/SW da 2° ai 5° . Per la classe minore (5%) si osserva una distribuzione un po' più ampia, compresa fra N075 e N098 con immersioni verso SW/NW variabile dai 2° ai 6° . La dispersione è molto marcata invece per le classi minori (3 e 2%) dove il range di dispersione raggiunge i 128° (da N157 a N029).

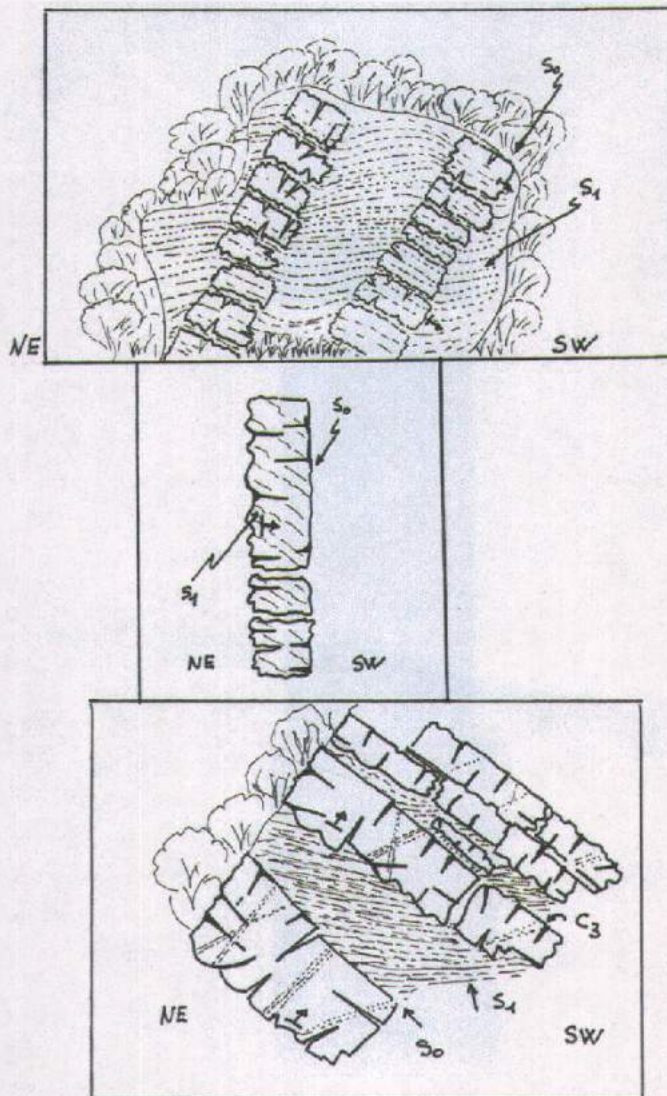


Figura 10: Schema dei rapporti fra S_0 e S_1 nelle aree di Sussista e Zoagli (Schizzo in Basso)

II Fase

Fase discontinua ma sviluppo regionale, generalmente associata ad un clivaggio spaziatto di tipo "fractured cleavage" (C₂, Foto 46). Tale Fase si riconosce principalmente per il grande numero di strutture plicative presenti a tutte le scale (Foto 47, 48). La vergenza di tale strutture plicative è sempre verso i quadranti orientali.



Foto 46 : C₂ (Località Stazione di Zoagli); Foto 47 Pieghe di II Fase: Località Punta Cannette; Foto 48: Lungo costa sotto San Rocco

La morfologia delle pieghe osservate a seconda del litotipo interessato dalla deformazione, secondo le varie classificazioni può essere così sintetizzata:

Classificazione di Hudleston, 1973:		classi B2, C4 e D3;
Classificazione di Fleuty, 1964		open to close folds
Classificazione di Roberts, 1967	pieghe moderatamente inclinate a debolmente inclinate	
Classificazione di Twiss, 1988	aspect ratio	broad
	tightness of fold	gentle to open
	bluntness of fold	rounded to angular

Analisi Statistica degli elementi Planari e Lineari della II Fase

Superfici C₂

Sono stati plottati 16 poli di misura inerenti alla C₂ (Figura 12) da cui si evince che tale anisotropia planare risulta distribuita secondo poli (max 14%) a N180 N 60, che individua il seguente piani π a:

$$N180 \text{ NE } 60 \gg \gg N090 \text{ S } 30$$

Assi

Sono stati plottati 46 assi di II Fase (sia misurati direttamente che costruiti dalla intersezione fra le due superfici). Dal Net (Figura 12) si evince che gli assi hanno una distribuzione (max 6.5%) compreso fra N059 e N066 ed immergono verso SW di 5°. La dispersione è più marcata invece per la classe minori (2%) dove il range di dispersione raggiunge i 85° (da N130 a N045).

Si osservi che gli assi di I e II Fase sottendono un angolo > di 30°.

Le figure di interferenza generate sono di tipo a fungo per i rapporti concernenti I e quelli di II.

III Fase

L'aspetto macroscopico più rilevamento di questa Fase è lo sviluppo di "shear band" (C₃, Foto 49, 50, 51) coniugate con angoli compresi fra 60° e 120° che traspongono tutte le superfici precedentemente descritte (S₀, S₁ e C₂) sempre con valori angolari elevati e bisettrice dell'angolo acuto dei piani coniugati sempre disposta ortogonalmente alle anisotropie planari precedenti. Lo spessore delle shear bands varia da qualche cm a dm e sono associate a cristallizzazione di calcite.

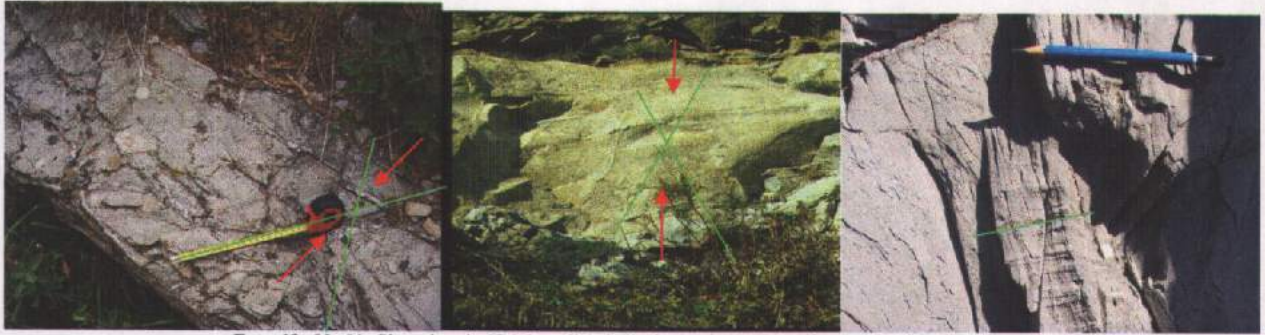


Foto:49, 50, 51: Shear bands (C_3) Località Galleria Anchetta; Località Passeggiata Mte Fasce

Analisi Statistica degli elementi Planari

Superfici C_3

Sono stati plottati 55 poli di superfici C_3 appartenenti alla III Fase (Figura 12). Dal Net si evince una distribuzione dei poli concentrata in due max (6%) compresi fra $N088\ 0^\circ$ e $N040\ 0^\circ$ che corrispondono ai seguenti piani π :

$N088\ 0^\circ \gg \gg N178\ 90^\circ$

$N040\ 0^\circ \gg \gg N130\ 90^\circ$

La presenza di due massimi assoluti è da imputare al carattere coniugato che tale III Fase riveste, come già descritto da Corsi et al., 2001.

IV Fase

A questa Fase sono associate rare zone di taglio a basso angolo che traspongono le strutture planari precedentemente descritte (I, II e III Fase) (Figura 11).

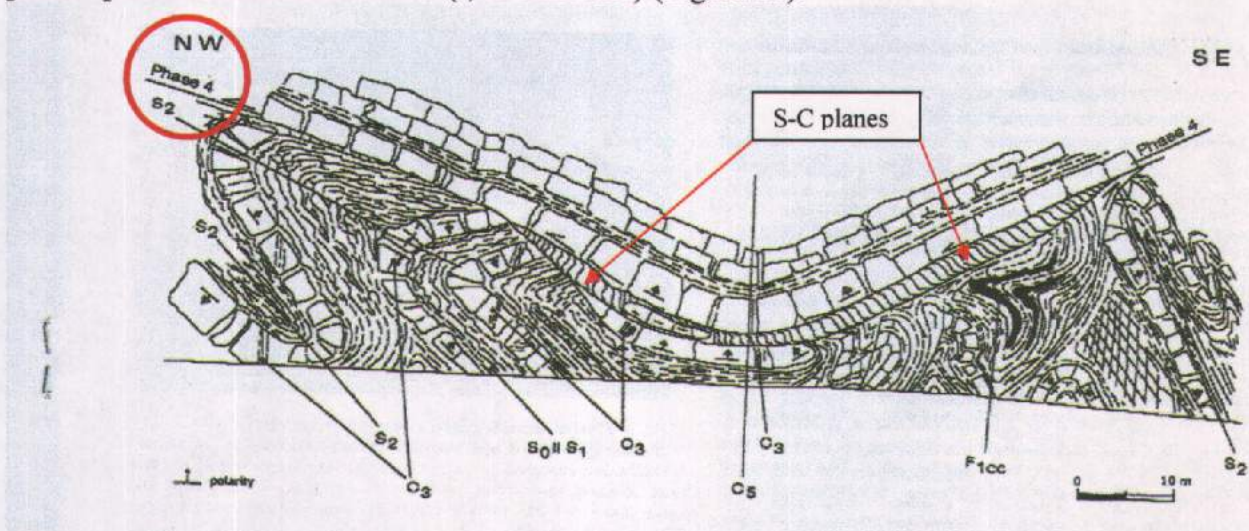


Figura 11: Schema dei rapporti fra la IV Fase e le altre Fasi (I,II,III, Località P.ta delle Cannette, da Corsi et al., 2001)

Associati a tali zone di taglio sono comuni i piani S-C (in prossimità dell'abitato di Sessarego, Località punta delle Cannette, Passeggiata Genova Nervi) o "shear drag folds" (Manico del Lume) che generalmente definiscono componenti di taglio top to NW (Foto 52).

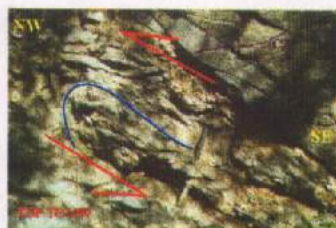


Foto 52 "Shear Drag Folds" di IV Fase (Località Manico del Lume)

V Fase

Tale Fase (Corsi et al., 2001, Corsi, 2003, Balbi & Corsi, 2005) è caratterizzata da una fase deformativa a distribuzione discontinua. È caratterizzata da pieghe sinformi ed antiforimi a largo raggio con clivaggio di frattura come superficie assiale verticale. Esse traspongono tutti gli elementi precedentemente descritti (Fase I, II, III, IV). Queste pieghe presentano in cerniera, rapporti angolari fra la loro superficie assiale (P.A.) ed la loro superficie di clivaggio di frattura (P.C.): tale rapporti geometrici implicano che anche gli elementi lineari abbiano rapporti geometrici differenti dalle pieghe comuni: infatti tali pieghe appartengono alla categoria delle cosiddette "cleavage transected folds" (Elter & Corsi, 1996, Foto 53)



Foto 53 . "transected cleavage fold, Località Molinetti

Analisi Statistica degli elementi Lineari

Sono stati plottati 15 assi di V Fase. Dal Rose diagram (Figura 12) si evince che gli assi hanno una distribuzione concentrata a N077 ed immergono verso SW di 10°.

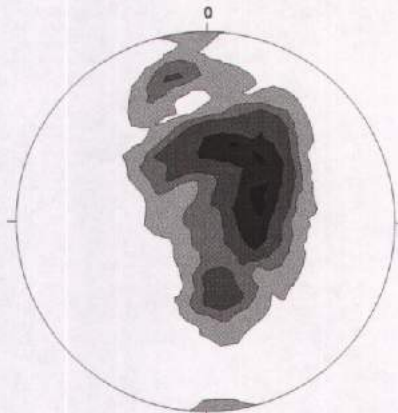
Figure di interferenza fra le Fasi I, II e V

Si osservi che gli assi di I e II Fase sottendono un angolo variabile dai 10° ai 30°, tipico di figure di interferenza variabili dal piegamento coassiale al piegamento a strutture a fungo. (Foto 54). Le figure di interferenza generate sono ancora di tipo coassiale per i rapporti concernenti I e V Fase.

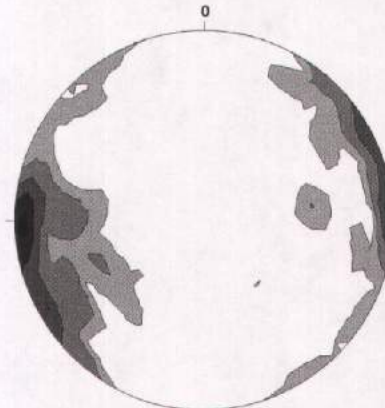


Foto 54 Interferenza fra I Fase (linea Rossa) e II Fase (linea Gialla)

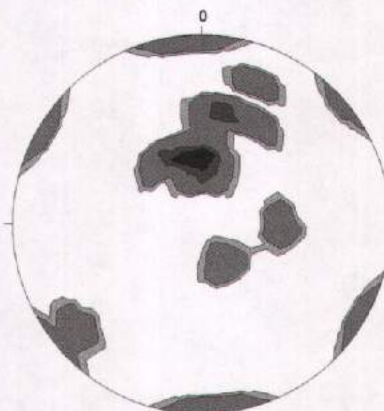
La figura di interferenza a fungo fra gli assi di II e V è testimoniata da valori angolari di intersezione compresi fra i 15° e i 20°.



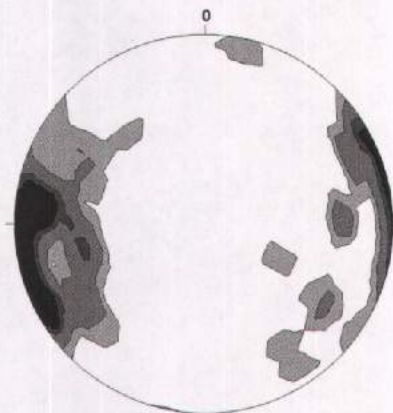
Equal area projection, lower hemisphere
(Multiplier of



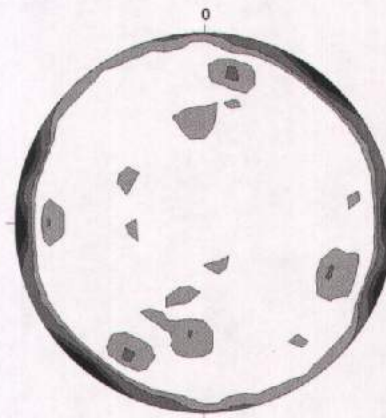
Equal area projection, lower hemisphere
(Multiplier of



Equal area projection, lower hemisphere
(Multiplier of



Equal area projection, lower hemisphere
(Multiplier of



Equal area projection, lower hemisphere
(Multiplier of

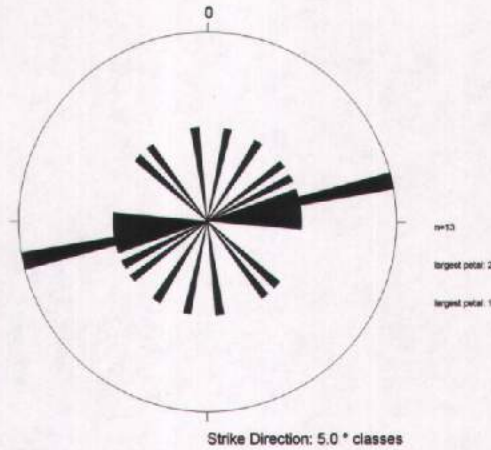


Figura: 376 poli di S0/S1 Antola; 67 Assi di I fase Antola: 16 poli di C2
Antola; 46 Assi di II Fase Antola 55 poli di III Fase Antola 13 Assi V Fase

Figura 12 Net relativi ai vari elementi planari e lineari misurati

Secondo Evento deformativo nel campo fragile.

L'Unità dell'Antola è caratterizzata da una marcata tettonica fragile (Corsi, 2003) che si esplica almeno attraverso 8 Fasi di cui le prime 6 sono associate a vene di calcite, mentre le ultime due non presentano tale associazione mineralogica. Sulla superficie di Faglia sono presenti lineazioni mineralogiche di tipo sia "slikenlines" sia "Down dip Lineation", che curvilinee; comuni anche strutture di tipo "Grooves o scalini", e sul piano XZ molti gli indicatori cinematici quali "pull apart basin", "Stright fibers", "tension gashes", "gauche", "domino like structures", piani S-C, e "drag folds" (Foto55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63).



Foto55..Superficie di Faglia con Grooves (località Molinetti, SSSZ) Foto 56 : domino (Top to NW, Località Galleria Anchetta) Foto 57 Pull Apart system (Dx, Località Passeggiata Zoagli)

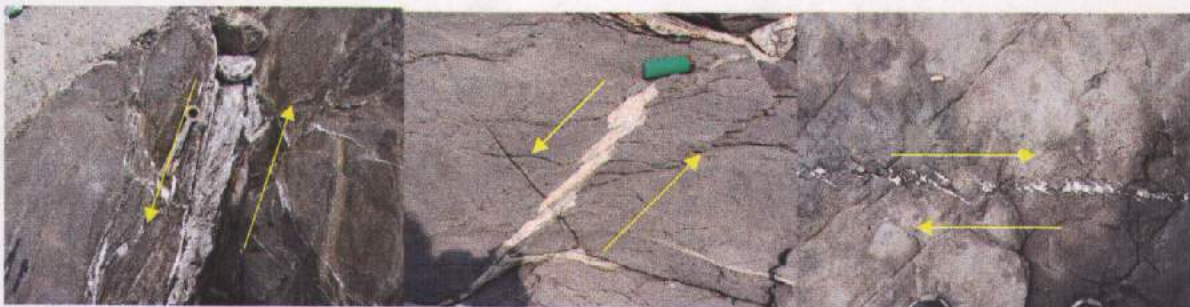


Foto 58 Gauche (SSSZ, Località Molinetti) Foto59 .Stright Fibers (SSSZ, Località Molinetti) Foto 60.Tension Gashes (DSSSZ, Località Molinetti)



Foto 61 .Superficie di Faglia (DSSSZ, Campodonico) Foto 62: Criteri di sovrapposizione fra zone di taglio (Località Molinetti)
Foto 63 Zona di taglio Sx che traspone la III Fase (Linea gialla, Località Mulattiera Polanesi – Cornua – B275)

Analisi Statistica delle varie superfici di taglio

Sono stati plottati 54 poli di misura inerenti alle varie superfici di faglia, non distinte in ordine cronologico per difficoltà di correlazione che sono nate nel corso interno del rilevamento (Figura 13). dal Plot da cui si evince che tali anisotropie planari risultano distribuite secondo i seguenti poli (max 7,6%) a N134 0° e N 032 0° (5%), che individuano i seguenti piani π a:

N134 0° ►► N044 90°
N031 0° ►► N122 90°

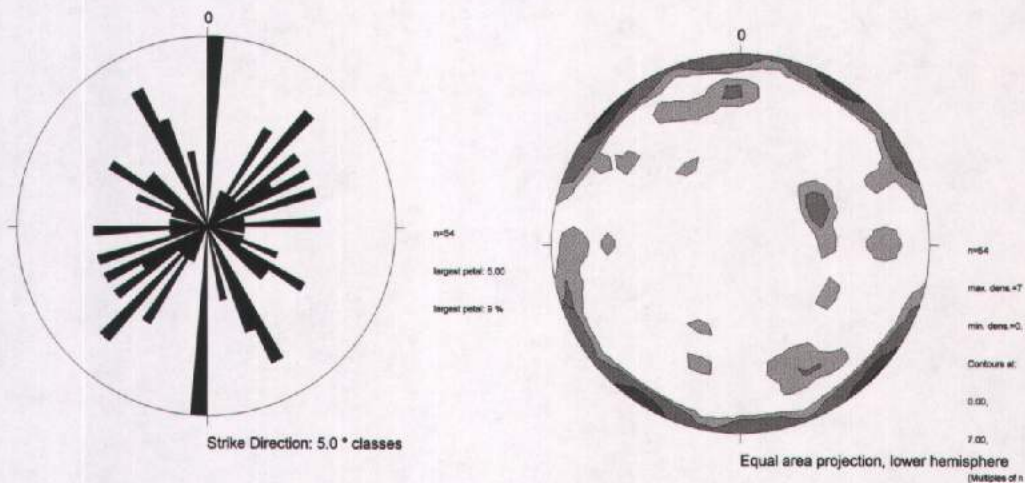


Figura 13 Rose diagram e plot delle varie fasi fragili

Tale Evento Fragile non interessa solamente l'Unità dell'Antola, ma coinvolge sia la Formazione del Conglomerato di Portofino che parzialmente anche l'Unità del Gottero.

Nella Formazione del Conglomerato di Portofino, in località Punta Chiappa, sono visibili fratture con calcite (Foto 64, 65) con componente di movimento di tipo normale.



Foto 64., Faglia diretta con vena di calcite (pallino rosso: livello arenitico con frammenti di carbone);
Foto 65 Clasto fratturato (Località P.ta Chiappa) (freccia gialla senso di movimento)

Inquadramento strutturale fragile di alcune stazioni

In alcune stazioni di misura si è potuto definire il criterio di sovrapposizione geometrico fra le varie zone di taglio che unitamente alla definizione della componente di taglio ha permesso di definire l'evoluzione dei parametri P e T, relativi alle singole zone di taglio.

Zona B066 (*Tavoletta Portofino – Località Casa Rossa*)

Sono state riconosciute tre zone di taglio che dalla più antica alla più giovane sono:

- F₁ N050 SE 80° – L_{ccF1} N 065 NE 56° - Sinistral Strike Slip Shear Zone ►► P N173 NW 45°; T N114 SE 29°;
 F₂ N065 SE 60° – L_{ccF2} N070 NE 52° - Dextral Strike Slip Shear Zone ►► P N138 SE 12°; T N017 NE 65°;
 F₃ N090 90° – L_{ccF3} N085 SW 48° - Reverse Slip Shear Zone ►► P N152 SE 37° - T N028 NE 36°;

Si può osservare come il passaggio dalla F1 Shear Zone alla F2 Shear Zone sia caratterizzata da una rotazione del parametro di raccorciamento P da N173 a N125, rotazione in senso antiorario, quindi rotazione in senso orario da N138 a N152 (Figura 14).

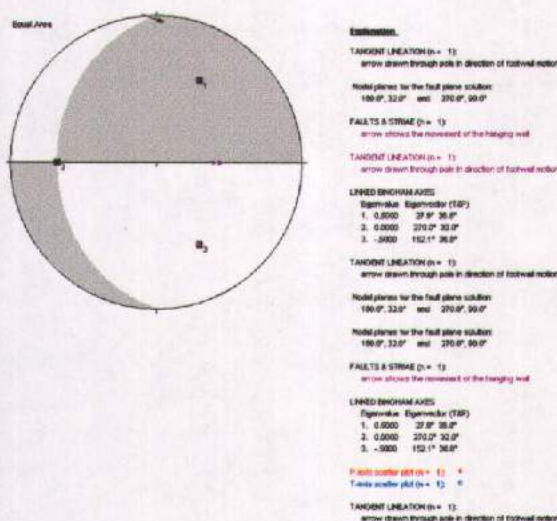


Figura 14 .Snow Ball P/T B066

Zone B663- B676 (*Tavoletta Chiavari –Località M.te Cucco*)

Sono state riconosciute tre zone di taglio che dalla più antica alla più giovane sono:

- F₁ N120 90° – L_{ccF1} N 120 0° - Dextral Strike Slip Shear Zone ►► P N165 - 0°; T N075 0°;
 F₂ N020 90 – L_{ccF2} N020 0° - Sinistral Strike Slip Shear Zone ►► P N155 - 0°; T N065 0°;
 F₃ N080 90 – L_{ccF3} N080 SW 10° - Dextral Slip Shear Zone ►► P N125 SE 07° - T N034 NE 07°;

Si può osservare come il passaggio dalla F1 Shear Zone alla F3 Shear Zone sia caratterizzata da una rotazione progressiva del parametro di raccorciamento P da N165 a N125, rotazione in senso antiorario.

Zona B703 (*Tavoletta Chiavari –Località Campodonico*)

Sono state riconosciute tre zone di taglio che dalla più antica alla più giovane sono:

- F₁ N035 90° – L_{ccF1} N 035 0° - Dextral Strike Slip Shear Zone ►► P N080 - 0°; T N170 0°;
 F₂ N115 NE 40° – L_{ccF2} N115 0° - Sinistral Strike Slip Shear Zone ►► P N082 SW 33°; T N148 SE 33°;

F₃ N025 90 – L_{ccF3} N025 0° - Sinistral Slip Shear Zone ►► P N160 - 0° - T N070 - 0°;
F₄ N120 90 – L_{ccF4} N120 0° - Sinistral Slip Shear Zone ►► P N075 - 0° - T N165 - 0°.

Unita' del Gottero

L'Unità del Gottero (Abbate et al., 1980) affiora nel settore nord-orientale dell'area rilevata ed in particolare nei fogli al 10.000 di Leivi, Chiavari e la parte nordorientale del foglio Rapallo.

Descrizione Litologica

Formazione dell'Arenarie del M. Gottero (AG, Maastrichtiano inf. – Paleocene inf.).

Affiora principalmente nel foglio Leivi, nel settore Nord – Orientale sul lato sinistro della Valle del T.te Lavagna e secondo Pandolfi, 1997, fa parte della Sub-unità Ramaceto (Marroni, 1990), Unità costituita dall'insieme Scisti Zonati- AG di età Campaniano- Paleocene Inferiore e dagli Scisti del Bocco (Paleocene inf.). Nella zona affiorano (zona di Romaggi – Passo di Romaggi e zona di Soglio) torbiditi arenaceo-pelitiche a composizione silicoclastica (arkose e subarkose), granulometria arenitica grossolana e ruditica (Passo di Romaggi), strati spessi e molto spessi (Soglio), geometrie piano parallele e prevalenza degli intervalli Ta-e e Tb-e della sequenza di Bouma (Pandolfi, 1997). La sezione che affiora nell'area rilevata è una sequenza rovesciata (in accordo con quanto già definito da Pandolfi, 1997) ed interessa la parte occidentale del M.te Mignano. (Foto 66)



Foto 66 Settore Occidentale del m.te Mignano e Arenarie del Gottero rovesciate (da Romaggi)
Linera gialla : stratificazione; freccia viola : polarità

Formazione degli Scisti Zonati (Campaniano sup. - Maastrichtiano inf.)

Affiorano lungo tutto il versante orientale del Torrente Lavagna, nelle Tavole Leivi e Chiavari. Sono costituiti da strati di torbiditi sottili a composizione silicoclastica che raramente hanno spessori superiori ai 50/70 cm. Fra le caratteristiche stratigrafiche dei livelli arenitici vanno evidenziate la granulometria fine o finissima, la presenza diffusa di sequenze di Bouma incomplete del tipo Tc-e e Td-e e la buona diffusione di strutture legate a decantazione più transizione quali ripple (Foto 67), climbing ripple e shear sorting (Pandolfi, 1997). I rapporti stratigrafici con la sovrastante Formazione dell'Arenarie del Gottero sono chiaramente esposti lungo la strada che da Romaggi porta al Passo Romaggi, o nella zona di Canevale o ancora nella zona di Soglio: si tratta di una serie di alternanze a sviluppo verticale (alcune cartografate) di spessore variabile dal cm al m; non sono invece stati definiti passaggi laterali, come segnalato da Pandolfi, 1997, (Foto 68, 69)

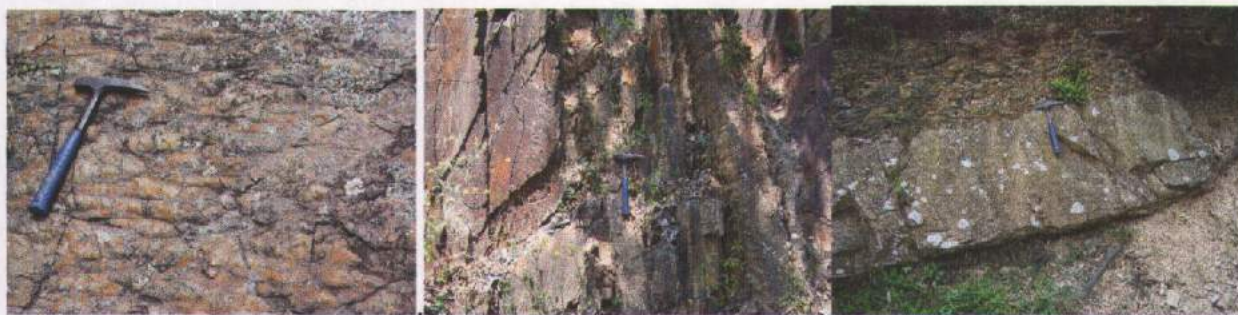


Foto 67 Ripple su superficie di strato rovescio (Lo. Romaggi); Foto 68 Alternanze di livelli arenacei e siltitici (Loc. Certemoli); Foto 69 Intercalazione di banco arenitico all'interno degli scisti zonati (località: Strada per Pa.sso Romaggi)

Il contatto degli Scisti Zonati con le Marne di M.te Verzi è poco chiaro: generalmente è caratterizzato dalla scomparsa improvvisa dei livelli carbonatici e aumento della frazioni pelitica. L'intensa tettonizzazione sia duttile che fragile tuttavia rende complessa la sua definizione.

Formazione delle Marne di M. Verzi (Campaniano inf. – Campaniano sup.)

Affiorano nel versante occidentale del Torrente Lavagna nelle tavolette Rapallo, Chiavari e Leivi. L'affioramento più interessante è localizzato lungo la strada per Villa Oneto. Tale membro litologico è conosciuto con varie denominazioni (e.g. Membro delle ardesie di M.te Verzi, Pandolfi, 1997) e si tratta di torbiditi pelitico-arenacee (Foto 70, 71, 72) caratterizzate da alternanze di strati silicoclastici medio spessi e strati calcareo marnosi spessi o molto spessi (Foto...). Gli strati silicoclastici presentano una composizione della frazione arenitiche del tutto comparabile con quella degli Scisti Zonati e delle Arenarie del Gottero.



Foto 70 Intercalazioni di Argilliti nere e livelli Arenacei; Foto 71: Livello Carbonatico molto Spesso; Foto 72 Intercalazione di livello Carbonatico Spesso all'interno di argilliti nere (tutte Località Strada per Villa Oneto)

Formazione degli Scisti Mangesiferi (Campaniano inf.)

Tale Formazione affiora nel settore occidentale del Torrente Lavagna nelle Tavolette Leivi e Chiavari, L'affioramento più tipico è nelle zone di Villa Oneto e di Maxena. Tale membro è costituito da una successione torbiditica di tipo pelitico-arenaceo a composizione esclusivamente silicoclastico (Foto 73).



Foto 73 Facies tipica degli Scisti Mangesiferi (Località Villa Oneto)
Foto 74 .intercalazioni di calcari neri in argilliti grigio scure (Località Campodonico)
Foto 75 Aspetto tettonizzato dei livelli carbonatici in prossimità del contatto con l'Unità dell'Antola (località P.ta Anchetta)

Formazione delle Argilliti a Palombini (Valanginiano – Santoniano)

Affiorano nelle Tavoleta Chiavari. La successione più chiara è lungo la mulattiera che da Maxena conduce verso P.ta Anchetta e lungo la strada che da San Pier di Canne conduce verso la Galleria autostradale dell'Anchetta. Sono costituite da una alternanza di strati torbiditici calcareo-marnosi (Foto 74) medio spessi ed emipelagiti prive di CaCO_3 medio spesse che possono occasionalmente superare lo spessore superiori al metro.

Lungo la mulattiera Maxena – P.ta Anchetta si possono osservare i rapporti con i sottostanti Scisti Manganesiferi (Serie rovesciata): il contatto è caratterizzato da un passaggio netto fra livelli scuri ed alternati a calcari grigio-neri di spessori metrico e livelli di scisti ossidati. Il limite superiore è delimitato tettonicamente dalla sovrastante Unità dell'Antola (Foto 75).

Le strutture sedimentarie riconoscibili in questi litotipi sono :

- Laminazioni parallele (Foto 76); sono frequenti negli strati pelitici ed argillosi;
- Laminazioni convolute (Foto 77), ondulate ed incrociate, presenti negli strati arenacei;
- Bioturbazioni (Foto 78);
- Stratificazione incrociata.

Tra le strutture sinsedimentarie si osservano:

- Ripple: (Foto 79);
- Strutture di carico (Load casts, Foto 80, 81) di solito al contatto tra uno strato arenaceo, geometricamente sovrastante ed uno meno competente sottostante, tipicamente argilloso;
- Slumps (Foto 82);



- Foto 76 : Laminazioni Piano Parallele; Foto 77: Convolute lamination (entrambi Valle di Orero); Foto 78: Bioturbazioni (Valli di Orero)



Foto 79 Ripple (Sestri Levante); Foto 80, 81: Load casts (Passo Romaggi, Valle di Orero);



- Foto 82: Slump (Valle di Orero);

Analisi sedimentologica Unità del del Gottero

Premessa

Nel corso del rilevamento è emersa la presenza di livelli arenacei di spessore variabile dal cm al dm, di color tabacco, fortemente micacei all'interno delle varie Formazioni. Sono stati

campionati per definirne composizione ed eventuali analogie sia composizionali che tessiturali.

Analisi sedimentologica dei livelli arenacei-siltosi Marne di M.te Verzi – Scisti Zonati

B 559 (strada per Certemoli, livello Arenaceo dentro agli Scisti Zonati)

Arenaria molto fine / siltite, granulosostenuta, ben classata, sterile; scheletro costituito da granuli angolosi monomineralici di quarzo, miche e calcite (in ordine decrescente di abbondanza), interstiziale costituito da cemento carbonatico. Vene cementate da quarzo e/o calcite, quarzo e calcite formano un tessuto "a pavimento" (sostituire con termine da schema della Barbara), i cristalli di quarzo non presentano crescita isoorientata, le calciti sono geminate. A luoghi si nota una isoorientazione dei fillosilicati che va a disegnare degli archi, sembrerebbe una struttura sedimentaria tipo laminazione convoluta.

B 579 (località strada per san Martino da Romaggi, Scisti Zonati)

Arenaria fine, granulosostenuta, ben classata, sterile; scheletro costituito da granuli angolosi monomineralici di quarzo, miche, calcite e feldspati (in ordine decrescente di abbondanza), interstiziale costituito da cemento carbonatico. Non presenta vene.

B 489 (località Val Fontabona, livello argillitico giallo al contatto Marne di M.te Verzi – Scisti Zonati)

Siltite fine / argillite, matrice-sostenuta, sterile; scheletro costituito da granuli angolosi monomineralici di quarzo e miche, interstiziale costituito da fango irrisolvibile (reagisce all'acido?). A luoghi piccoli cluster grossolanamente ogivali di siltite media / grossa composizionalmente identica alla circostante. Nessuna organizzazione delle scheletro.

B 496 (Val Fontanabona, livello arenaceo all'interno delle Marne di M.te Verzi)

Arenaria fine, granulosostenuta, ben classata, sterile; scheletro costituito da granuli angolosi monomineralici di quarzo, miche, calcite e feldspati (in ordine decrescente di abbondanza), interstiziale costituito da cemento carbonatico. Vene cementate da calcite e più raramente da quarzo, quarzo e calcite formano normalmente un tessuto "a pavimento" e più raramente sembrano essere un po' allungati e incurvati (sostituire con termini da schema della Barbara), i cristalli di quarzo non presentano crescita isoorientata, le calciti sono geminate.

Analisi sedimentologica dei livelli arenacei Argilliti a Palombini

B 623 (livello arenaceo all'interno dei Argilliti a Palombini, Località Campodonico)

Arenaria molto fine siltosa, granulosostenuta, ben classata, sterile; scheletro costituito da granuli angolosi monomineralici di quarzo, miche e calcite (in ordine decrescente di abbondanza), interstiziale costituito da cemento carbonatico. Vene cementate da quarzo e/o calcite, quarzo e calcite formano un tessuto "a pavimento", i cristalli di quarzo non presentano crescita isoorientata, le calciti sono geminate.

Inquadramento strutturale

Prima Fase

A tale fase è associata un'anisotropia planare (S_1) secondaria a carattere penetrativo, con una distribuzione regionale, di tipo "slaty cleavage". I suoi rapporti sono generalmente paralleli alla stratificazione (S_0). Tuttavia in alcune località (esempi lungo la strada che porta al passo Romaggi) si possono osservare, ben conservati, i rapporti di sovrapposizione angolari fra le due anisotropie planari, (Foto 83, 84). Le strutture plicative sono tuttavia poco frequenti: (esempi si riconoscono lungo la strada di Soglio e sempre lungo la strada che porta al Passo Romaggi, Foto 85, 86). Tali strutture plicative sono sia sinclinali che anticlinali, generalmente alla scala metrica e caratterizzati da una morfologia molto variabile e con collassi di cerniera marcati, dove si osserva una differente reologia. Le pieghe sono sia coricate che con superfici assiali variamente inclinate. La vergenze delle strutture plicative anticlinali, è sempre verso NE.

L'intersezione fra le due anisotropie planari genera o esempi marcati di "Pencil Cleavage" (Foto 87) o fenomeni di rifrazione di scistosità.

Seconda Fase

La seconda fase è presente solo localmente (Es. Passo Romaggi, Strada per Soglio) ed è caratterizzata da un clivaggio spaziato di tipo “fractured cleavage” (Foto 88), ben marcato nelle litologie più competenti. Rare le strutture plicative: le poche riscontrate danno una vergenza verso SW.



Foto 83 Rapporti S_0/S_1 (Loc. Romaggi) Foto 84 Rapporti S_0/S_1 (Loc. Romaggi) Foto 85 Sinclinale di I Fase (Loc. P.so Romaggi)



Foto 86 Anticlinale di I Fase (Lc. P.so Romaggi); Foto 87 .Pencil Cleavage (Loc. P.so Romaggi); Foto 88: “Fractured Cleavage C2” (Loc. P.so Romaggi)
Freccie Viola : Polarità Strato; Linea Gialla: S_0 ; Linea Rossa S_1 . (Tutte orientate SW-NE, viste da SE). Linea gialla $S_0=S_1$; riga bianca C_2 ; freccia viola polarità

Analisi statistica elementi Planari e lineari Unità del Gottero

Anisotropie planari

$S_0=S_1$: dalla proiezione stereografica relativa ai poli di $S_0=S_1$ (Figura 15a) si evince che i max assoluti sono compresi fra N016 e N 043 ed inclinano di 64° verso NE ed indicanti un piano pi greco orientato N 133 ed immergente verso SW di 26° .

C2: dalla proiezione stereografica relativa ai poli di C2 (Figura 15c) si evince che il max assoluto è a N007 ed inclina di 64° verso NE ed indica un piano pi greco orientato N 097 ed immergente verso SW di 26° .

Anisotropie Lineari

Assi/Lineazioni di intersezioni

I Fase

Lo stereonet relativo agli Assi/Lineazioni di intersezioni di I Fase (Figura 15 b) indica che essi sono orientati in direzioni comprese fra N 128 e N 150, con una dispersione di circa 22° sulla propria superficie assiale, tipico delle strutture plicative “tabular fold”; generalmente sono orizzontali.

II Fase

Lo stereonet relativo agli Assi/Lineazioni di intersezioni di II Fase (Figura 15d) indica che essi sono orientati in direzioni comprese fra N 093 e N 126, con una dispersione di circa 33° sulla propria superficie assiale, tipico delle strutture plicative “sheath folds”. La loro immersione è sia verso SE che verso NW con valori angolari variabili fra i 0° ed i 10° .

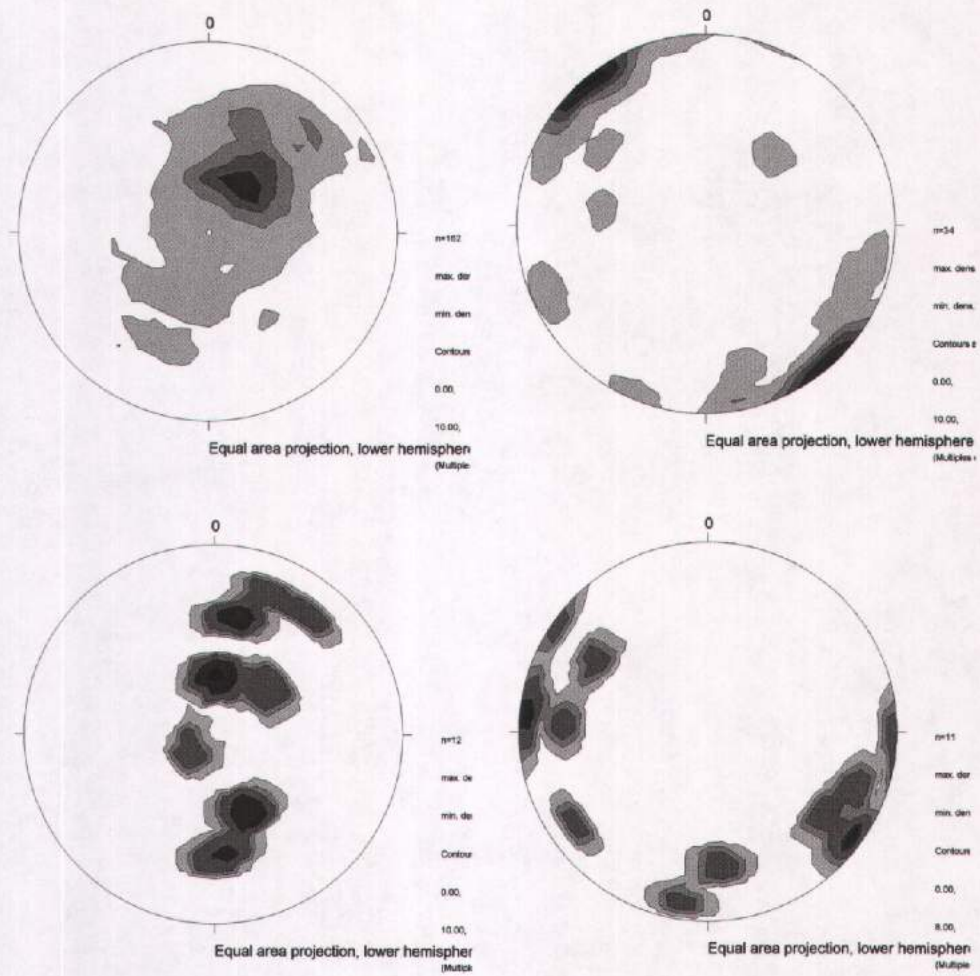


Figura 15a plot relativo ai poli S0=S1; 15b.plot relativo agli assi/lineazioni di intersezione di I Fase; 15c Plot relativo ai poli di C2; 15d Plot relativo agli assi/lineazioni di intersezione di II Fase

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ABBATE E., BORTOLOTTI V. & PRINCIPI G. (1980) – Apennine ophiolites: a peculiar oceanic crust. *Ofioliti, Special Issue on Tethyan ophiolites, I, Western Areas*, pg. 59-96.
- BALBI P. (2001) – Assetto geologico-strutturale del settore della Liguria Orientale compreso tra Nervi e S. Alberto di Bargagli (Ge), Tesi di Laurea, Università di Genova, pp.128.
- BALBI P. & CORSI B. (2005) – Hypothesis for the application of a transpression model in eastern Liguria, Italy. A059, EGU, Vienna 2005.
- BRANDOLINI P., FACCINI F., CANEPA G., ROBBIANO A. & TERRANOVA R. (2005) – Active landslides on the rocky coast of Tigullio gulf (Liguria, Italy). X548, EGU, Vienna 2005
- BURKHARD M., (1993).- Calcite twins, their geometry, appearance and significance as stress-strain markers and indicators of tectonic regime: a review. In Casey M., Dietrich D., Ford M., Watkinson J. & Hudleston P.J. (eds), *The geometry of naturally deformed rocks. Journ.Struct.Geol.*, 15, 351-368.
- CERVellini G.P. (2005) - Caratterizzazione strutturale dei versanti del settore compreso fra Recco e Bogliasco (Provincia di Genova) e relativo censimento della franosità. Tesi di Laurea, Università di Genova, pp 288.
- CORSI B. (2003) – Eventi tettonico-sedimentari del settore tra Chiavari e Genova Nervi nel quadro dell'evoluzione geodinamica del sistema Ligure Balearico e Tirrenico. Tesi di Dottorato, Università di Genova, pp.257.
- CORSI B., ELTER F.M. & GIAMMARINO S. (2001) – Structural fabric of the Antola Unit (Riviera di Levante, Italy) and implications for its Alpine versus Apennine origin. *Ofioliti*, 26,1, pg. 1-8.
- ELTER F.M. & CORSI B. (1996) - Segnalazione di Cleavage Transected Folds nella Formazione Calcarea-Marnosa di P.ta delle Rocchette (Complesso del Pseudoverrucano-Toscana Meridionale). *Atti Soc.Tosc. Sci.Nat.*, A, 103, pg. 51-56.
- FLEUTY M.J. (1964) – The description of folds. *Geological Association Proceedings*, 75, pg. 461-492.
- GELATI R. & GNACCOLINI M., (1982) - Evoluzione tettonico-sedimentaria della zona limite tra Alpi ed Appennini tra l'inizio dell'Oligocene ed il Miocene Medio. *Mem.Soc.Geol.It.*, 24, 183-191.
- GIAMMARINO S., MESSIGA B., (1979) - Clasti di meta-ofioliti e paragenesi di alta pressione nel conglomerato di Portofino: implicazioni paleogeografiche e strutturali. *Ofioliti*, 4 (1), 25-41.
- GIAMMARINO S., NOSENGO S., VANNUCCI G., (1969) - Risultanze geologico-paleontologiche sul Conglomerato di Portofino (Liguria Orientale). Estratto da: *Atti dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova*, 2, fasc. 2.
- HUDLESTON P.J. (1973) – Fold morphology and some geometrical implication of fold development. *Tectonophysics*, 16, pg. 1-46.
- ISSEL A., (1892) - Liguria geologica e preistorica – Genova.
- MARRONI M. (1990) – Le Unità Liguridi Interne tra l'Alta Val di Vara ed il Mar Ligure (Appennino Settentrionale): evoluzione di un settore del Dominio Ligure-Piemontese. Tesi di Dottorato, Università di Pisa, pp 357.
- MARRONI M., MENEGHINI F. & PANDOLFI L. (2004) – From accretion exhumation in a fossil accretionary wedge: a case history from Gottero unit (Northern Apennines, Italy). *Geodinamica Acta*, 17, pg. 41-54.
- MAZZUOLI L., (1888) - Sul modo di formazione dei conglomerati mioceni dell'Appennino ligure. *Boll.R.Com.Geol.It.*, 19, 9-30.
- PANDOLFI L. (1997) – Stratigrafia ed evoluzione strutturale delle successioni torbiditiche Cretacee della Liguria orientale (Appennino Settentrionale). Tesi di Dottorato, Università di Pisa, pp 164.
- PARETO L., (1861) - Coupes à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Po, depuis Livourne jusqu'à Nice. *Bull.Soc.Geol.France*, 22, 210-277.

ROBERTS J.C. (1961) – Feather fractures and the mechanics of rock jointing. *American Journal of Science*, 259, pg. 481-492.

ROVERETO G., (1939) - *Liguria geologica. Mem.Soc.Geol.It.*, 2.

TERRILE S. (2005) - Il versante occidentale del promontorio di Portofino: caratterizzazione geologica tecnica e rapporti con la viabilità e gli insediamenti. Tesi di Laurea, Università di Genova, pp 138.

TWISS R.J. (1988) – Description and classification of folds in single surfaces. *J.Struct.Geol.*, 16, pg.607-623.