



COMPAGNIA PETROLIFERA ITALIANA S.p.A.

**STUDIO FOTOGEOLOGICO DEL  
PERMESSO ACQUASANTA**

Preparato da

P. Facibeni

Fotointerpretazione  
Rapporto finale

R. Capaccioli

Controllo sul terreno

P. Facibeni



**GEOMAP**  
**STUDIO GEOLOGICO**  
FIRENZE - Novembre 1977

## I N D I C E

1. INTRODUZIONE . . . . .	pag.	1
2. GEOLOGIA . . . . .	"	3
2.1. CARTA GEOLOGICA . . . . .	"	4
2.2. CARTA DELLE DIREZIONI DI STRATO . . . . .	"	15
3. MORFOLOGIA . . . . .	"	19
3.1. CARTA DEL DRENAGGIO . . . . .	"	19
3.2. CARTA DEL CONTRASTO MORFOLOGICO . . . . .	"	20
4. ANALISI DELLE FRATTURE . . . . .	"	24
4.1. DISTRIBUZIONE AZIMUTALE . . . . .	"	24
4.2. DENSITA' DEL CAMPO TOTALE DELLE FRATTURE . . . . .	"	28
5. CONCLUSIONI . . . . .	"	31
6. BIBLIOGRAFIA . . . . .	"	36

APPENDICE 1 : METODO E TECNICA

APPENDICE 2 : DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE  
MISURATE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.

## TAVOLE

		Scala:
1 - 17	Carta geologica	1: 25.000
18	Carta delle direzioni di strato	1:50.000
19	Carta del drenaggio	1: 50.000
20	Carta del contrasto morfologico	1: 50.000
21	Campo totale delle fratture	1: 50.000
22	Carta del campo delle lineazioni lunghe	1: 50.000
23	Carta di densità del campo totale delle fratture	1: 50.000
24	Distribuzione azimutale delle lineazioni e direzioni di strato per unità di superficie di una tavoletta I.G.M. e per unità stratigrafiche	1:50.000
25	Carta delle principali unità strutturali	
26 - 29	Sezioni stratigrafiche	1: 1.000

## FIGURE

1	Cartina di inquadramento
2	Distribuzione azimutale delle lineazioni e delle direzioni di strato
1	(Appendice 2) Ubicazioni delle sezioni stratigrafiche

## 1. INTRODUZIONE

Questo studio condotto per la Compagnia Petrolifera Italiana, C.P.I., si riferisce ad un'area di circa 860 Km<sup>2</sup>. che include il permesso di Acquisanta Terme.

L'area ubicata nelle Marche sud occidentali, compresa tra 42°39' e 42°57' lat.nord. e 0°46' e 1°10' long. Est da Roma, interessa parte dei fogli, 132 Norcia, 133 Ascoli Piceno, 139 L'Aquila e 140 Teramo, della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. (Fig.1).

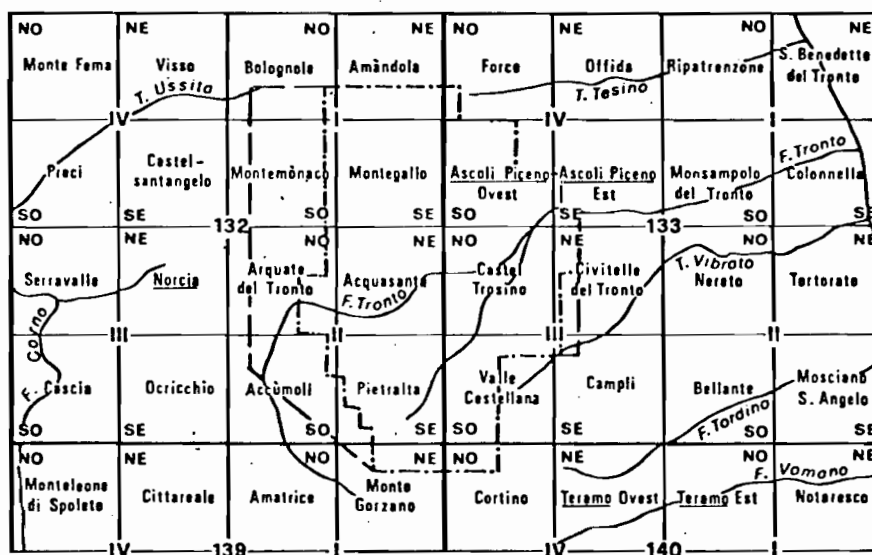


Fig.1

Scopo dello studio è di assistere l'esplorazione petrolifera con nuovi dati fotogeologici e strutturali tali da fornire elementi addizionali atti ad ottenere sia una migliore descrizione delle strutture superficiali sia una più precisa conoscenza delle strutture coperte e quindi, per quanto possibile, ricostruire la struttura del substrato calcareo.

Per rispondere a queste esigenze il lavoro fotogeologico, imperniato sulla geologia superficiale, sulla morfologia e sull'analisi delle fratture, è stato integrato da un accurato controllo sul terreno che è stato eseguito dagli stessi fotogeologi Geomap durante il periodo 26 Maggio - 6 Giugno 1977 per un totale di 20 giorni/uomo.

Scopo di questo lavoro sul terreno era quello di raccogliere dati sulla stratimetria e stratigrafia delle formazioni presenti ed in particolare modo, della serie carbonatica mesozoica affiorante esternamente ai bordi orientali ed occidentali del permesso.

Il metodo e le tecniche adottate sono illustrate nell'Appendice 1; i documenti utilizzati per lo studio sono:

- fotografie aeree stereoscopiche in bianco e nero di buona qualità alla scala 1:33.000 circa;
- Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, fogli 132, 133, 139 e 140;
- carta topografica d'Italia dell'I.G.M. a scala 1:25.000;
- bibliografia esistente di cui è dato elenco al Capitolo 6.

Il lavoro iniziato nel marzo del 1977 è terminato alla data del presente rapporto.

## 2. GEOLOGIA

La fotointerpretazione, partendo dalle divisioni litostratigrafiche della carta geologica alla scala 1:100.000 è stata orientata, sfruttando la visione d'insieme offerta dall'osservazione stereoscopica verso un perfezionamento dei limiti formazionali e verso la ricerca del maggior numero possibile di dati riguardanti la stratimetria e la tettonica.

Di notevole utilità è risultato il controllo sul terreno; questo infatti è servito non solo a raccogliere una serie cospicua di dati stratimetrici ed a risolvere alcuni interrogativi sorti nel corso della fotointerpretazione preliminare, ma anche e soprattutto ad ottenere una più profonda conoscenza della serie mesozoica. Quest'ultima a causa delle affinità litologiche della quasi totalità delle formazioni carbonatiche che la compongono, non permette alla osservazione stereoscopica una chiara e precisa differenziazione dei litotipi in essa presenti. Nelle formazioni calcaree sono state così misurate alcune serie stratigrafiche le quali hanno messo in evidenza la presenza di diverse condizioni ambientali, anche a breve distanza, giustificate da variazioni non tanto di spessori quanto di litologia.

Nell'annotazione delle foto aeree è stata tenuta in particolare conto la ricerca di possibili livelli caratteristici o guida nell'ambito delle formazioni turbiditiche mioceniche, in modo da offrire indizi utili all'individuazione di possibili cambiamenti di facies.

Un dettaglio particolare è stato riservato alla ricerca ed all'annotazione delle pendenze di strato in quanto esse, oltre ad integrare la carta geologica servono come valido appoggio, tramite la carta delle direzioni di strato, all'interpretazione strutturale. Proprio per facilitare questa interpretazione, durante l'annotazione delle foto, è stata riservata una speciale cura a ricercare ed ad evidenziare tutti i possibili effetti strutturali estraibili dalla visione stereoscopica.

Sono stati non solo annotati ma dove possibile anche distinti i vari fenomeni strutturali, si è cercato di classificare le faglie dirette ed inverse, di indicare i loro spostamenti verticali ed orizzontali, di stabilire una cronologia relativa, e di evidenziare gli eventuali sovrascorrimenti, in modo da poter avere il maggior numero di dati possibili atti ad una

ricostruzione non solo della struttura superficiale e profonda ma anche della dinamica orogenica della zona.

## 2.1. CARTA GEOLOGICA

La carta geologica presentata alla scala 1:25.000 (Tavv. 1-17) consiste in un documento ottenuto tramite rielaborazione della cartografia esistente, principalmente per quanto concerne i terreni mesozoici, arricchita mediante fotointerpretazione di dati inerenti prevalentemente all'assetto degli strati, alla presenza di livelli guida, alla tettonica superficiale e mediante il rilevamento sul terreno di dati riferibili prevalentemente alla litostratigrafia.

Le partizioni che ne sono derivate, sebbene a volte siano arealmente distribuite in maniera diversa dalla cartografia ufficiale a scala 1:100.000 e siano state indicate con sigle in parte originali, ricalcano le suddivisioni e quindi le denominazioni litostratigrafiche della bibliografia ufficiale.

Nella legenda, posta in destra di ciascun foglio, sono state illustrate, unitamente alla spiegazione dei segni convenzionali, le principali caratteristiche delle varie formazioni che possono essere raggruppate in tre seguenti serie:

- Serie calcareo-mesozoica;
- Serie flyschioide miocenica;
- Serie clastica plioquaternaria.

La prima, affiorante prevalentemente al bordo occidentale e nell'angolo sudorientale dell'area di studio, comprende le formazioni calcaree depositatesi tra il lias ed il paleogene; la seconda, di gran lunga la più diffusa arealmente, comprende i terreni flyschioide sedimentati tra il paleogene ed il miocene; la terza, dislocata prevalentemente a cavallo dei principali corsi d'acqua, comprende i depositi plioquaternari.

Più in dettaglio le caratteristiche litostratigrafiche e stratimetriche delle singole formazioni, partendo da quelle più antiche, sono le seguenti:

### Gm - Calcare Massiccio

La formazione composta prevalentemente da calcari grigio-chiari, non stratificati e con potenza di circa 2 metri, vacuolari e ricchi di impronte fossili, si mostra, nella parte meridionale dell'area di studio, nella sua facies eteropica chiamata da alcuni autori "dolomia di Castelmafrino". Questa facies dolomitica che si rinviene nel versante sud orientale del Monte Vettore e nella Montagna dei Fiori, è formata

da dolomie cristalline a grana da media a fine e da calcari dolomitici saccaroidi con assetto, dal basso verso l'alto, da prevalentemente massiccio a nettamente stratificato.

La roccia è di colore bruno-biancastro, mediamente dura e si presenta a volte pulverulenta e ricca di carie.

Ad eccezione dell'affioramento a cavallo del fiume Aso in cui il calcare è intercalato con dolomite e quindi in facies intermedia, tutti gli altri affioramenti, siti lungo i fiumi Ambra e Tenna e sul versante occidentale del Monte Vettore, si presentano in facies esclusivamente calcarea. Questa marcata diversità litologica è direttamente legata alla variazione della profondità del fondo dell'acqua derivante probabilmente da una veloce subsidenza.

L'ambiente nettamente marino di limitato altofondo in mare aperto, doveva passare da una facies subtidiale con sedimenti calcarei poco variabili sia come tessitura che come struttura, ad una interditiale con sedimenti prevalentemente dolomiti e ricchi di variazioni tessiturali e strutturali.

La potenza della formazione, la cui base mai osservata in superficie e solo rinvenuta in perforazione, risulta costituita da anidrite e dolomie (Formazione di Burano) non dovrebbe essere inferiore ai 500 m. (390 m. alla Montagna dei Fiori). Gli spessori maggiori, conseguenza di una inversione di subsidenza iniziata nel Lias inferiore, sembrano essere quelli sottostanti alle serie condensate. L'età è attribuibile al Lias inferiore.

Per le sue caratteristiche morfologiche, conseguenza della litologia, della diffusa porosità e fratturazione e della giacitura in banchi potenti, la formazione è ben individuabile sulle foto aeree.

Le caratteristiche peculiari che distinguono i forti pendii (Monte Argentella e Monte Vettore) e le gole profonde (Gola dell'Aso e del Tenna) sono la rugosità e la presenza di fenomeni di tipo carsico.

#### Serie Calcarea giurassica

Alla fine del Lias inferiore termina la sedimentazione del calcare massiccio. Nelle zone di alto si ha un'emersione ed una o più lacune corrispondenti al Lias medio, le zone ribassate non emergono e si ha il graduale passaggio alla corniola. Nel primo caso, nel quale il passaggio è brusco e marcato da una superficie irregolare dell'ultimo strato, interessata da cavità riempite di materiali di tipo Corniola, si



ha una sedimentazione di serie ridotte o condensate e composte, nel secondo, nel quale il passaggio è più graduale, si hanno sedimentazioni di serie complete. Queste ultime sono caratterizzate da sedimentazione continua in ambiente marino pelagico, da spessori complessivi notevoli e relativamente costanti e dalla seguente successione litostratigrafica.

#### Gm - Corniola

Trattasi di una formazione calcarea costituita in prevalenza da calcari micritici grigio-nocciola, selciferi, alternati prevalentemente nella parte inferiore, a livelli detritico-organogeni ricchi di crinoidi (Marmarone). La stratificazione è netta e varia da potenze minime di 5-10 cm. a quelle massime di 10-50 cm. Sono presenti anche turbiditi, frane intraformazionali e strutture sedimentarie tipo slumping; verso l'alto la formazione che diviene più argillosa, presenta livelli di calcilutiti rossastre. Dalle caratteristiche sedimentologiche della formazione si deduce che la deposizione è avvenuta in un ambiente pelagico, con fondo irregolare e con pendii tali da consentire i movimenti delle correnti di torbida e delle flussoturbiditi, posto in prossimità della zona di origine del materiale clastico.

La potenza totale della formazione che dovrebbe non essere inferiore ai 500 m., è maggiore nella parte occidentale, Monte Vettore, circa 460, e minore nella parte orientale Montagna dei Fiori circa 240 m.; l'età è attribuibile al Lias medio.

Per le sue caratteristiche morfologiche la Corniola risulta, sulle fotografie aeree, ben distinguibile, dalla formazione sottostante del calcare massiccio, ma molto confusa con le sovrastanti formazioni calcaree.

#### Gs - Marne del Sentino

Sono costituite nella parte bassa, da alternanze di calcari clastici e calcari marnosi con marne, a volte laminate e con impronte di fondo; nella parte superiore la formazione pelitica aumenta e quindi prevalgono le marne e le argille che si presentano nella parte più terminale intercalate da livelli di Posidonie. A volte dentro le marne del Sentino che in alcune zone risultano eteropiche con il Rosso Ammonitico, si rinvencono, sotto forma di frane intraformazionali, materiali provenienti da quel Rosso Ammonitico, che si stava depositando in zone morfologicamente più rilevate, e formanti il raccordo tra gli alti strutturali e le aree ribassate.

L'ambiente di sedimentazione, comune anche alle sovrastanti formazioni del Rosso Ammonitico e dei Calcari a Posidonia, è quello di mare in lento approfondimento, iniziato già durante l'ultima parte della sedimentazione della Corniola, ma con acque non molto profonde, e caratterizzato da forte variabilità dovuta ad instabilità del fondo e da abbondanti apporti bioclastici fini dagli altifondi, prevalentemente nella porzione inferiore.

La potenza delle Marne del Sentino che non sempre sono presenti fra la Corniola ed il Rosso Ammonitico e che si rinvencono nella serie affiorante sulla sinistra del Torrente Tenna e sulla destra del Torrente Ambro, varia da qualche metro ad un massimo di circa 30 m.; l'età è attribuibile al Toarciano-Dome-riano.

Gr - Rosso Ammonitico

E' costituito da marne rosate e giallastre e da interstrati di calcareniti in basso e di marne calcaree e calcari nodulari nella parte superiore dove sono presenti gusci di Posidonia. La folta fauna di Ammoniti non crea dubbi sull'età che è riferibile al Toarciano.

Il suo spessore varia da un minimo di 8-10 m. nella Montagna dei Fiori ad un massimo di 25-30 m. nel Monte Vettore e nel versante orientale del Monte Priora.

Quantunque le caratteristiche litologiche e quindi morfologiche siano diverse rispetto alle altre formazioni più calcaree, il suo esiguo spessore come pure quello della sottostante formazione descritta precedentemente, non permette una buona individuazione sulle foto aeree.

Gp - Calcari a Posidonia

Sono caratterizzati alla base da marne rossastre e verdastre saltuariamente intercalate da straterelli di calcare marnoso ricco di filamenti algali e di selce, e al tetto da calcare avana e nocciola ben stratificato, talora clastico e bioclastico spesso gradato e laminato, con selce. Tutta la serie è ricca di gusci di Posidonia rimaneggiati dal moto ondoso; lo spessore, varia tra i 10 ed i 35 m. e l'età è attribuita all'Aaleniano.

Gd - Calcari detritici

A volte, come avviene per la serie affiorante sulla sinistra del Torrente Tenna, sono presenti, al tetto

dei calcari a Posidonia, alcuni livelli di calcare detritico e di breccie poligeniche di color nocciola della potenza complessiva di circa 10 m. e di età compresa tra il Batoniano ed il Baiociano. A causa della esigua potenza e della litologia, simile alla formazione precedentemente descritta, la sua individuazione e delimitazione è possibile solamente sul terreno.

Ga - Scisti ad Aptici

La formazione è composta da due litotipi principali, uno prevalentemente calcareo (calcari ad Aptici) interessa le zone inferiori e superiori, l'altro prevalentemente siliceo (calcari Diasprini) occupa la parte centrale.

I calcari Diasprini sono composti quasi esclusivamente da selce varicolore e subordinatamente da calcareniti grigio-verdastre, i calcari ad Aptici sono costituiti da calcari micritici, ricchi di resti fossili e di componente silicea, la quale tende ad aumentare verso la parte centrale della formazione (calcari Diasprini), ed a diminuire verso la parte alta.

L'ambiente di sedimentazione è quello marino pelagico con acque ricche di silice, il colore varia tra toni chiari e rosa-verdastri e la sua potenza tra i 50 ed i 100 m.

Per quanto sopra esposto risulta particolarmente problematico eseguire per mezzo della fotointerpretazione una delimitazione formazionale che a volte non è immediata neppure sul terreno in quanto sfuma gradatamente nelle formazioni che la inglobano. La parte superiore infine è costituita da un calcare bianco micritico del tutto simile alla sovrastante maiolica e dalla quale si differenzia solamente per una minore finezza della pasta e per la mancanza di tintinidi.

Gsc - Serie calcarea giurassica condensata

Le successioni a serie condensata al di sopra del calcare massiccio, a differenza delle precedenti, mostrano variazioni notevoli anche a breve distanza nell'ambito di ciascun nucleo. La successione litostratigrafica di questa serie, che si presenta con uno spessore di poche decine di metri e generalmente sul calcare massiccio di ambiente intercotidiale, è la seguente:

- calcari stratificati grigi;
- calcari nodulari con marne verdi;
- calcari nodulari nocciola;
- calcari nodulari ad Aptici.

Sono presenti ammoniti di piccole e medie dimensioni e noduli di pirite a luoghi limonitizzata. Non sono rari hiatus e lacune stratigrafiche, conseguenza di alti strutturali sommersi tipo seamounts circondanti da un ambiente marino di limitato altofondo in mare aperto. Successioni di questo tipo si riscontrano sul versante sinistro della valle del Tenna e sul fianco occidentale del Monte Vettore in prossimità dei Colli Alti e Bassi.

A volte questi alti strutturali non permangono per tutto il giurassico e quindi si passa da termini caratteristici della serie condensata a quelli tipici della serie completa con formazioni di successioni "composte". Anche queste possono mostrare hiatus e lacune, mentre gli spessori complessivi sono molto variabili, da pochi metri a qualche centinaio di metri. Serie di questo tipo sono presenti nel versante nordoccidentale del Monte Sibilla e nel versante meridionale del Monte Parche.

Cm - Maiolica

E' composta da calcare bianco avorio a grana finissimi ma con stratificazione regolare ed a zone ricche di selce in noduli e letti. Nella parte superiore sono a volte presenti sottili livelli di marne verdi bituminose; nella parte basale quando la maiolica sovrasta la serie condensata, appare dolomitizzata. Con la maiolica le condizioni di sedimentazione del bacino Umbro-Marchigiano divengono uniformi anche se la presenza di dolomite e la variabilità della potenza, da un minimo di 40-50 m. in corrispondenza delle serie condensate ad un massimo di 400 m. (342 nella Montagna dei Fiori), fa pensare ad un fondo piuttosto variabile ed accidentato che va da un relativamente profondo ad un quasi neritico. L'età è attribuita al Neocomiano-Titoniano.

Per le sue caratteristiche morfologiche, conseguenza diretta di quelle litologico-strutturali, questa formazione, molto estesa nella parte occidentale della area di studio, è riconoscibile sulle immagini fotografiche solo quando è presente la sovrastante formazione delle Marne a Fucoidi e quando è molto abbondante la frazione marnosa nelle sottostanti sottili formazioni comprese tra questa e la Corniola.

Cf - Marne a Fucoidi

In concordanza di sedimentazione sulla maiolica si sviluppano dei calcari marnosi, delle marne, delle siltiti e delle argilliti di colore variabile dal verde al rosso vinato ed al grigio sottilmente stratificate e con intercalazioni di straterelli peliti

co bituminosi. Nella Montagna dei Fiori, alla base della formazione, sono presenti alcuni livelli di breccie e di calcari detritici "Cfd" della potenza di circa 12 m.

Il bacino che aveva raggiunto la sua massima estensione durante la deposizione della maiolica subisce in concomitanza della sedimentazione di questa formazione un cospicuo sollevamento evidenziato particolarmente dalla presenza di facies detritiche.

La potenza delle marne a Fucoidi varia da poche decine di metri ad un massimo di 130 m. (114 alla Montagna dei Fiori). L'età è riferita all'Albiano-Aptiano.

Per la peculiare morfologia questa formazione sempre presente nella serie calcarea nella parte occidentale dell'area di studio, è ben individuabile sulle fotografie aeree.

#### Esr - Scaglia rosata

Nella parte basale, al di sopra delle marne a Fucoidi compaiono calcari biancastri in strati di spessore tra 5' e 20 cm. (scaglia bianca), che differiscono dalla maiolica per la presenza di scaglia rosata, e per la tipica frattura a scaglie. Al di sopra si trovano calcari micritici e talora calcari marnosi stratificati con selce rosata e con sottili straterelli marnosi i quali sono più abbondanti e divengono prevalenti nella parte terminale dove assumono colorazione variante dal rosso al verdastro. A volte sono presenti livelli di calcare detritico.

I due membri, quello bianco inferiormente e quello rosato o variegato superiormente sono a volte parzialmente eteropici e sfumano l'uno nell'altro con una spiccata gradualità, a volte il passaggio laterale è evidenziato da un livello bituminoso che costituisce un orizzonte di riferimento sicuro al tetto della scaglia bianca ed al letto di quella rosata quando la prima diminuisce di spessore.

L'ambiente formazionale della scaglia, che affiora in porzioni arealmente molto estese nel Monte Priora, Forca di Presto, Monte Rotonda e Monte Sibilla ed alla Montagna dei Fiori, è di tipo pelagico; lo spessore varia tra i 200 ed i 600 m. (414 alla Montagna dei Fiori) e l'età è attribuibile al Luteziano-Cenomaniano.

Anche se le caratteristiche morfologiche sono simili a quelle della maiolica ed in parte a quelle della sovrastante formazione, la scaglia rosata è ben individuabile sulle foto aeree specialmente quando sono visibili le sottostanti Marne a Fucoidi.

#### Osc - Scaglia Cinerea

Si tratta di prevalenti argille marnose, marne e marne calcaree di tipico colore grigio-verdastro, talora rosato. Intercalati si rinvengono anche strati calcareo-marnosi di colore grigio e per lo più lentiformi. La stratificazione raramente è netta come nelle unità sopradescritte, ma condizionata dal rapporto calcareo-argilla in livelli, che con spessore medio di 10-20 cm., sfumano normalmente l'uno nell'altro. La porzione argilloso-marnosa, presenta una forte scagliosità sia normalmente che parallelamente alla stratificazione.

Il passaggio con la sottostante formazione è graduale ed a volte non ben definibile anche sul terreno.

L'ambiente di sedimentazione è quello di tipo pelagico con apporto di materiale argilloso sempre più abbondante in un bacino che si evolve in estensione ed in profondità.

Gli affioramenti ben osservabili sono sul versante orientale alla Montagna dei Fiori, e su quello occidentale lungo il torrente Aso a valle della gola dell'Infernaccio; scendendo verso sud quest'ultimo affioramento, coperto in parte da detriti, tende ad assottigliarsi fino alla completa estinzione.

Lo spessore non dovrebbe superare i 300 mt. (247 alla Montagna dei Fiori) la sua età è attribuibile all'Aquitano-Priaboniano.

Quando la morfologia è condizionata da un'abbondante quantità della componente marnosa la formazione è discretamente individuabile tra le formazioni che la inglobano ed in particolare superiormente quando è sovrastata dal Bisciano.

#### Ms - Schlier

Con lo Schlier ha inizio una sedimentazione di tipo flyschioide che si protrae in tutto il Miocene. La formazione è composta da due membri: il Bisciario (Mb) e lo Schlier S.S. (MS). Il Bisciario, che affiora ed è distinguibile dal sovrastante membro nella parte sud orientale della tavoletta Bolognola (Rubbiano e Sossasso), è costituito da un'alternanza di calcari marnosi ben stratificati e marne grigiastre di notevole durezza; sono presenti anche letti di selce o

silicizzazioni diffuse. Sfuma gradualmente allo Schlier col quale risulta in parte eteropico.

Lo Schlier è rappresentato a volte da mal distinti orizzonti calcareo-marnosi e marnosi bianchi o grigi. Nella parte sommitale sono presenti livelli di calcari marnosi detritico-organogeni (Cerrognà), i quali sono stati indicati sulla carta con un "key bed" colorato e marcato da una C, sormontati da argille a Ptesopodi generalmente con una potenza oscillante tra i 10 ed i 20 m.

Sia l'intera formazione, sia i suoi membri interni, ed in particolare quelli superiori qualora siano presenti (Anticlinale di Acquasanta e zona compresa tra Morzano e Leofara), sono ben individuabili sulle fotografie aeree. L'ambiente deposizionale dovrebbe essere di tipo pelagico tendente alla fossa; lo spessore complessivo dovrebbe variare da un minimo di 100 m., ad un massimo di 500 m. e l'età dovrebbe essere compresa tra l'Aquitano e il Tortonian.

#### M1 - Flysch della Laga

Interessa quasi per intero l'area di studio ed è definita da un'alternanza, di arenaria e di marne arenacee, tipica di una formazione flyschioide. Il limite inferiore di questa formazione turbiditica è ben netto e marcato da un complesso basale costituito da alcuni grossi banconi, separati da sottili intercalazioni siltitico-marnose, di notevole spicco morfologico, che ben si distaccano dal sottostante Schlier. Nella parte medio superiore aumentano le intercalazioni siltoso-marnose le quali raggiungono spessori circa uguali a quelli dei banchi arenacei, che tendono ad avere un cemento meno calcareo ed a divenire più friabili. La parte terminale infine è composta da un complesso prevalentemente argilloso in cui, ai livelli di circa 60-70 cm. di siltite e marne, si alternano livelli arenacei potenti fino a 50 cm., i quali diminuiscono sempre più di densità verso la parte terminale del complesso.

La distinzione ora descritta non è esclusivamente verticale ma anche areale; mentre infatti la prima, più turbiditica ed arenacea, è concentrata nella parte sud orientale ed occidentale ad ovest dell'allineamento ideale Montemonaco-Castellana, la seconda più molassica prevale in una zona posta a NE della prima ed è limitata da un allineamento passante all'incirca tra Ascoli Piceno e Venarata, la terza, prevalentemente argillosa, è posta a NO di questo allineamento fino al contatto con il Pliocene.

Nella parte superiore del complesso prevalentemente arenaceo, sia nella zona tra Ascoli Piceno e Venareta, sia lungo la sinclinale che passa per il fiume Castellana, si rinvengono livelli di gessoareniti i quali, anche se non sempre visibili, sembrano essere presenti senza soluzione di continuità nella parte superiore della formazione. Generalmente questi livelli, che hanno una potenza di qualche metro ed un diverso comportamento all'erodibilità rispetto ai livelli puramente arenacei che li inglobano, sono individuabili sulle foto aeree quando si mostrano con un'accentuata inclinazione.

Nella parte terminale della serie, quella prevalentemente marnosa che sulla carta è stata separata e distinta con un diverso colore, e che da alcuni Autori è già considerata pliocene inferiore, è presente un livello di circa 50 cm. di tufite bianca costituita da abbondanti elementi vetrosi trasparenti, da raro quarzo e da lamine di mica biotite. Tale livello è reperibile a circa una cinquantina di metri al di sotto dei sedimenti argillosi pliocenici. L'intera formazione, che è attribuita al Messiniano-Tortoniano, ha uno spessore complessivo variante tra i 2.000 ed i 2.500 m. (per alcuni 3.000 m.).

All'osservazione stereoscopica si presenta:

- con tonalità di grigio medio ed uniforme in cui è ben visibile una netta stratificazione nelle aree generalmente topograficamente più alte e quindi coperte da una vegetazione abbastanza uniforme;
- con una tonalità di grigio leggero più scuro nelle zone topograficamente più basse ed in particolare lungo le incisioni dei maggiori corsi d'acqua;
- con una tonalità molto chiara in corrispondenza della morfologia più dolce ed arrotondata presente nelle colline poste nella parte più esterna della area di studio.

Unitamente alle caratteristiche tonali e morfologiche sopra descritte, l'analisi delle foto aeree ha messo in luce una serie di parametri differenziali i quali hanno permesso di individuare la presenza di facies diversa e di episodi locali. Nella parte più meridionale dove la topografia è più aspra e le maggiori vette giungono fino a 2.500 m., sono ben visibili pacchi di livelli, presenti a diverse altezze nella serie ma difficilmente collegabili tra loro a distanza, a causa della loro similitudine, i quali evidenziano la presenza di pacchi prevalentemente arenacei alternati a pacchi prevalentemente marnoso-siltosi. Nell'area occidentale, ad ovest dell'anticlinale di Acquasanta invece la formazione flyschioide, che occupa una zona mediamente accidentata (le quote medie



sono comprese tra gli 800 m. ed i 1.400 m. s.l.m.) si presenta con forme sia aspre che arrotondate, con una netta stratificazione e con tonalità prevalentemente omogenee. In questa monotona sequenza di strati non è quasi mai possibile l'individuazione di livelli guida caratteristici singoli e tanto meno ritmicamente ripetuti.

L'esistenza di queste diverse facies può essere giustificata con due diverse ipotesi:

- la prima implica la presenza di un alto strutturale del bacino di sedimentazione (formato dalla serie calcarea) che avrebbe modificato la normale deposizione e favorito quindi l'interstratificazione di livelli che non sono presenti nelle altre zone;
- la seconda invoca una diversità nei sedimenti la quale potrebbe essere giustificata, o da una diversa direzione di apporto del materiale clastico o da una normale eteropia conseguenza di una variazione del bacino; quale profondità, forma, lontananza dalla zona di erosione, ecc...

Come già accennato la parte superiore da flysch sfuma gradualmente in una facies prevalentemente marnoso-argillosa il cui limite può essere tracciato al di sopra del livello gesso-arenitico.

Questa eteropia potrebbe essere giustificata dalla presenza di un bacino più esterno e con caratteristiche diverse, delimitato ad ovest da una soglia passante per la Montagna dei Fiori e con andamento NO-SE.

#### Serie clastica Plioquaternaria

Comprende tutti i depositi marini e fluviolacustri che vanno dal pliocene al recente e che sono stati divisi nei seguenti gruppi:

- Pm - E' un piccolo affioramento in località Valle il Gallo, formato da sedimenti prevalentemente argillosi ed argillo-marnosi grigi azzurri attribuiti al Pliocene Medio; sono nettamente trasgressivi e discordanti con i sottostanti sedimenti marnoso-argillosi del Miocene. A causa di questa discordanza angolare sono ben riconoscibili, almeno nella piccola porzione presente nell'area di studio, dai sottostanti sedimenti prevalentemente marnosi del flysch della Laga.
- Qt - In questo gruppo sono stati inseriti tutte le alluvioni ciottoloso-terrazzate composte da conglomerati e sabbie fluviali allineate in due o tre ordini

di terrazzi lungo le principali valli, sia da detriti antichi siti ai piedi del Monte Vettore in prossimità dei Colli Alti o Bassi.

- tv - Travertini della velle del Tronto di genesi idrotermale . . . siti a varie quote prevalentemente sulla destra del fiume e particolarmente estesi presso Acqua santa e sul Colle di S. Marco.
- dt - Sotto questa sigla sono stati raccolti i detriti di falda, le coperture detritiche diverse ed i coni di deiezione che si trovano disseminati sia alla confluenza dei torrenti con i principali corsi d'acqua sia sui fianchi dei principali rilievi.
- Qal - In questo gruppo sono stati raccolti sia tutti i depositi fluviali di fondovalle, eccezionalmente anche terrazzati e generalmente fiancheggianti i principali corsi d'acqua, sia quelli lacustri, palustri ed eluviali che sono raccolti nelle più estese depressioni (Colli Alti e Bassi ecc...).

Per le loro caratteristiche morfologiche questi gruppi non solo sono ben distinguibili tra loro, ma anche da tutte le altre sopradescritte formazioni.

## 2.2. CARTA DELLE DIREZIONI DI STRATO

La carta delle direzioni di strato è un documento interpretativo in cui, non solo sono state riunite molte formazioni sotto stessi colori rappresentativi di gruppi di età, ma anche molti confini sono stati largamente adattati con espansione ed arrotondamenti in modo da togliere alle masse affioranti parte dell'inutile complicazione di aspetto conferito dalla erosione superficiale.

Questa carta è derivata da un processo di generalizzazione e coordinazione dei dati sulla pendenza e direzione, inteso ad evidenziare l'andamento della struttura.

L'approssimazione e l'uso di tale tipo di rappresentazione dipende in gran parte dalla densità dei dati che nell'interpretazione fotogeologica è più alta ove le formazioni sono più distintamente stratificate.

Nel nostro caso l'esposizione e la natura litologica delle formazioni affioranti sono tali che l'informazione stratimetrica risulta particolarmente abbondante. Sulla carta sono state inoltre riportate tutte le faglie significative, al fine di aiutare la comprensione delle forme strutturali e gli assi delle strutture positive e negative.

Gli elementi di dettaglio offerti dalla carta delle direzioni di strato, pur non mostrando fenomeni molto appariscenti, mettono in evidenza alcuni diversi modelli di disposizione delle giaciture che possono rispecchiare ed essere messi in relazione anche con una tettonica profonda.

La prima impressione offerta dalla Tav. n. 18 è quella di un'area interessata, salvo alcune eccezioni, da ondulazioni con assi molto lunghi anche se a volte non ben definiti e con direzione prevalente Nord Sud, che, secondo la bibliografia, avrebbero avuto origine, unitamente alle numerose linee di faglia, in un periodo compreso tra l'alto Miocene ed il basso Pliocene.

Queste faglie, frutto di una tettonica tardiva, esprimono in effetti un ringiovanimento tettonico impostato su vecchie cicatrici. Lo sblocchettamento che ne deriva fa pensare che queste forme strutturali siano ereditate dalle formazioni mesozoiche sottostanti più competenti.

La carta presenta due fasce molto simili in cui le pendenze sono molto accentuate o subverticali e l'inclinazione è prevalentemente verso ovest nella fascia più occidentale, verso est o verso ovest in quella più orientale compresa tra Valle Castellana e Palmiano.

Lungo queste fasce sono riconoscibili le maggiori strutture dell'intera area.

La parte centrale è caratterizzata da strati a pendenza debole i quali evidenziano estese strutture monoclinali in cui talora sono accennate, con indizi più o meno marcati, pieghe positive e negative spesso prive di una sicura chiusura.

La parte occidentale, interessata dai terreni calcarei mesozoici, si presenta priva di nette forme plicative ma interessata da una forte densità di grosse fratture tendenti a cancellare i testimoni di modelli plastici.

La parte sud occidentale (Montagna di Campli), anche essa interessata dalla serie calcarea, evidenzia una grossa struttura anticlinale che descriveremo più dettagliatamente in seguito.

I due sovrascorrimenti segnati sulla carta ad oriente ed occidente non sono in effetti individuabili sulle foto in quanto queste evidenziano maggiormente fratture ed allineamenti con piani verticali o subverticali. Così mentre per la lunga linea di sovrascorrimento che limita ad ovest i terreni calcarei, sulle foto aeree, sono visibili solo alcuni tratti, per quel

la marcata nell'angolo nord-orientale abbiamo visto sul terreno un solo vero indizio ad ovest di Ascoli Piceno.

La Tav. n. 18 mette anche in evidenza che le singole forme plicative oltre ad avere un certo interesse singolo in quanto forme strutturali limitate e definite, hanno un interesse più regionale in quanto unità tra loro legate secondo direttrici prevalentemente meridiane e quindi connesse alle direttrici appenniniche.

Il parallelismo esistente tra queste strutture e le maggiori linee di faglia suggerisce un'evoluzione strutturale legata ad una tettonica plicativa e disgiuntiva contemporanea e/o successiva.

Nel dettaglio la carta evidenzia un'allungata forma positiva, la quale interessa verticalmente l'intera lunghezza della carta, ubicata nella parte centrale di questa.

La struttura è ben evidenziata da abbondanti e chiari dati strutturali e geologici sia nella parte più meridionale sia in quella più settentrionale e mostra anche una discreta e marcata chiusura. La parte centrale invece, ad est di Acquasanta, è mal definita per l'assenza di coerenti ed abbondanti dati stratimetrici, derivante da una forte densità di linee di faglia con forti rigetti e con andamento sia meridiano che parallelo.

Il conseguente basculamento dei blocchi prodotti dal fitto reticolo di faglie, ha mascherato l'andamento generali degli strati.

Nella parte meridionale sono accennate alcune forme positive ubicate, una a Pietaltra l'altra a SSE di Acquasanta; ambedue sono di piccola entità e più chiaramente definite solamente nella parte terminale.

Nella zona orientale la Montagna dei Fiori e quella di Campi sono interessate da una anticlinale ben definita sia da dati stratimetrici che geologici, la quale sembra interrompersi bruscamente nella zona di Castel Trosino. L'esistenza più a nord di un asse positivo, perfettamente allineato con quello che si smorza bruscamente a valle di Castel Trosino, suggerisce l'ipotesi di un'unica struttura e non di due separate.

La presenza tra Castel Trosino ed il fiume Tronto di una spessa coltre di detriti e di travertini che ha coperto i sedimenti miocenici ed ne ha calcellato l'assetto, giustifica l'ipotesi di una sola struttura. Questa unica anticlinale ben definita da dati stratimetrici a nord del Tronto, presenta, più a nord, una ben evidente chiusura sia lungo la direzione NNO dell'asse principale, sia lungo la sua biforcazione verso nord.

A sud di Castel Trosino l'anticlinale presenta una non molto definita deviazione dell'asse verso nord in direzione di Ascoli Piceno dove sembra terminare bruscamente.

La deviazione, che risulta parallela a quella della chiusura ed anche ad una piccola culminazione, appena accennata tra le due, potrebbe essere causata dal sovrascorrimento che tende a spingere e ribaltare la struttura principale verso NE. La risultante tra queste due componenti la NNO e la NNE sarebbe una nord perfettamente coincidente con gli assi delle tre deviazioni presenti a cavallo del fiume Tronto.

D'altronde la presenza del sovrascorrimento verso est del mesozoico della Montagna dei Fiori, chiaramente visibile solamente sotto il forte di Ascoli Piceno nei terreni miocenici e lungo il torrente Salinello nei terreni miocenici, verrebbe ad essere giustificata da quanto sopra esposto.

L'anticlinale ben definita da dati stratimetrici e che passa per Arquata del Tronto, sembra interrompersi bruscamente nella zona di Montegallo. Tale interruzione è marcata non solo dalle linee di faglia con andamento NE ma anche dallo spesso pacco di strati con andamento verticale e/o subverticale che interessano l'area.

Questo andamento subverticale degli strati, i quali immergono, a volte verso est altre verso ovest, non permette la ricostruzione dell'andamento o della chiusura di un ben definito asse di anticlinale visibile chiaramente nella zona di Montemonaco. Questa ultima struttura, come pure quella ad essa parallela presente a sud di Montefortino, restano indefinite nella loro parte più settentrionale; la causa è da imputarsi sia a faglie con andamento E-O, sia ad una potente coltre detritica che non permette l'osservazione dei terreni miocenici sottostanti.

### 3. MORFOLOGIA

Gli elementi morfologici presi in considerazione in questo studio sono: il drenaggio superficiale (Tav. 19) ed il contrasto morfologico (Tav. 20). Tali documenti sono stati compilati con i dati estratti dalle carte topografiche I.G.M. a scala 1:25.000. Il reticolo idrografico è stato integrato con quello ricavato dall'annotazione delle fotografie aeree e concerne non solo il ruscellamento superficiale ma anche altri importanti elementi morfologici quali orli di scarpate ed aree interessate a terrazzamento.

#### 3.1. CARTA DEL DRENAGGIO

La forma del reticolo idrografico è la risultante di una serie di parametri quali l'erosione, la deformazione strutturale, la litologia e l'assetto. In particolare il reticolo idrografico si rivela sensibile all'effetto di diaclasi e di fratture ed alla direzione degli strati anche in terreni argillosi apparentemente uniformi.

Sulla Tav. n. 19 sono stati annotati gli spartiacque principali e secondari, gli allineamenti di rottura di pendio più evidenti, le più importanti forme di drenaggio orientato e le deviazioni o forme anomale di scorrimento delle acque superficiali derivanti da probabile deformazione strutturale.

Analizzando la tavola nel suo insieme, si ha una conferma non solo di quanto mostra la carta geologica, la quale essendo a scala diversa non è di facile confronto, ma anche di quanto mostra la carta delle direzioni di strato.

E' ben visibile infatti dal pattern del reticolo, la distribuzione areale dei vari tipi litologici, il condizionamento dovuto a grosse fratture del corso dei fiumi più importanti (principalmente quando questi attraversano sedimenti più duri) e la presenza di terreni terrazzati nelle aree in cui la topografia tende ad addolcirsi.

Dalla forma e densità del reticolo idrografico emergono chiaramente le zone interessate da litotipi diversi ed anche da una diversa morfologia.

Da un pattern esclusivamente parallelo delle aree interessate dai sedimenti miocenici di Monte Vettore - Monte Porche Monte Priora ad ovest, e della Montagna di Campli ad est, si passa, attraverso un pattern parallelo dendritico delle aree interessate da sedimenti miocenici con forte dislivello topografico del-

la zona sud occidentale (Pizzo di Sevo e Monte Cammunitore), ad un pattern prevalentemente dendritico che interessa la totalità dei sedimenti miocenici con topografia più dolce. In questi ultimi terreni la densità di drenaggio tende a decrescere con l'appiattimento delle asperità topografiche.

Lo spiccato parallelismo esistente tra le linee di spartiacque e la direzione regionale di scorrimento dei maggiori corsi d'acqua fa pensare ad un substrato composto da grossi blocchi di faglia interessanti non solo il substrato ma anche subordinatamente i sedimenti più recenti.

La presenza di queste grosse faglie è anche intuibile dal fatto che molte grosse e brusche deviazioni dei corsi d'acqua principali possono essere unite tramite una linea retta.

Parrallelismi di tal genere si possono notare in più punti tra il Fiume Tronto e il torrente Castellana ed in particolare a SO di Valle Castellana ed a SO di Castel Trosino.

Il torrente Fluvione, che segue nel suo corso medio superiore uno scorrimento regionale concordante con i maggiori corsi d'acqua ed in particolare con il Fiume Tronto, nella sua parte terminale segue una netta direzione SSE caratteristica dei principali affluenti di quest'ultimo.

A sud di Palmiano infatti il torrente Fluvione curva decisamente a 90° gradi e continua la sua discesa rettilinea fino alla confluenza con il Fiume Tronto.

Il fatto che quest'ultimo tronco del torrente abbia non solo la stessa direzione della faglia delimitante ad ovest il massiccio calcareo Montagna di Campli-Montagna dei Fiori, ma sia anche posto sulla prosecuzione di quest'ultima, giustifica pienamente l'angolo in accordo anche con quanto evidenzia la carta delle direzioni di strato.

E' da notare infine che sia l'andamento bombato del fiume Tronto, tra la confluenza col torrente Fluvione ed Ascoli Piceno, sia l'andamento del torrente Chiaro e dei suoi affluenti giustificano la presenza delle forme positive evidenziate nella Tavola 18.

### 3.2. CARTA DEL CONTRASTO MORFOLOGICO

La carta, ottenuta tramite un computo tra quota minima e massima entro maglie di 1 kmq. di superficie ed un successivo collegamento di punti con ugual valore, visualizza il rapporto tra velocità di erosione e velocità di sedimentazione.

Fornendo così informazioni sulla velocità ed intensità relative di movimenti verticali in atto o molto recenti questo documento risulta molto più interessante quando evidenzia alti di contrasto morfologico in terreni topograficamente più dolci ed uniformi che nelle aree interessate da terreni più antichi e con forte dislivelli topografici.

Mentre in quest'ultimo caso la presenza di un elevato valore di contrasto è ovvia e non offre quasi mai utili indicazioni, nel primo, al contrario, diviene particolarmente interessante la presenza di anomalie di contrasto sia positive che negative in quanto indizio o conferma di deformazioni relativamente recenti od in atto.

Possiamo aggiungere che questo metodo di ricerca si adatta molto bene all'area in studio in quanto questa è quasi esclusivamente interessata da depositi coevi (Messiniani, Tortoniani) e litologicamente simili. La velocità erosiva è controllata soprattutto da quanto questi depositi sono stati sollevati o si sollevano in quanto gli altri fattori come il clima ed il tempo di esposizione all'erosione possono ritenersi costanti per tutto il bacino. Di conseguenza, attraverso la valutazione della velocità erosiva, possiamo stabilire i sollevamenti differenziali delle varie aree attribuendo loro un significato strutturale.

La Tavola 20 oltre a mettere in evidenza le due zone interessate dai forti rilievi mesozoici, una con andamento NNO ad est (Montagna dei Campi) l'altra con andamento N-S (Monti Sibillini) ad ovest ed anche la spina del flysch mesozoico con andamento meridiano e con forte rilievo topografico (Pizzo di Sevo Monte Comunicatore, Monte Ceresa) estrae una serie di trends con azimuth diverso. Questi trends caratteristici, evidenziati da allineamenti di anomalie positive o negative, sono prevalentemente tre:

il primo con andamento NW-SE, parallelo quindi all'allineamento della Montagna dei Fiori sembra coincidere con la direzione appenninica; il secondo con un andamento variante tra SO-NE (direzione antiappenninica) e SSO-NNE, prevalente nella zona sud occidentale dell'area di studio, sembra quindi concordare con la direzione della linea Ancona-Anzio; il terzo rappresentato da una E-O che taglia a varie latitudini gli allineamenti sopra descritti.

Per quanto concerne la direttrice appenninica è interessante notare che questa si ritrova marcata da linee del contrasto o da valori di massimi o minimi allineati secondo la direttrice NO-SE anche sui Monti Sibillini e



quindi a NO della linea Ancona-Anzio, la quale troviamo ben marcata sulla Tavola n. 20, nella fascia rettil linea passante per Arquata del Tronto - Montegallo. Questo fatto, messo in luce da un documento che eviddenza la dinamica morfologica molto recente od attuale, suggerisce la presenza di una tettonica molto tardiva che, agendo secondo direzioni SO-NE, si sarebbe impiantata sulle vecchie cicatrici prodottesi nelle precedenti fasi orogeniche.

Per la direttrice antiappenninica, che come abbiamo detto sembra variare tra la direzione SO-NE (antiappenninica S.S) ed una SSO-NNE coincidente con la linea Ancona-Anzio, vediamo che quest'ultima direzione (SSO-NNE) è concentrata prevalentemente in una zona compresa tra Arquata del Tronto e Acquasanta.

Questo fatto fa pensare che la linea Ancona-Anzio non è un'unica grossa frattura come appare dall'esame delle immagini da satellite, ma un fascio di fratture parallele concentrate in una fascia che è discretamente visibile sulla Tavola in esame.

Le anomalie dei valori del contrasto morfologico che esprimono dati originali e quindi complementari a quelli già scaturiti dai documenti precedentemente esaminati sono due.

Il primo, molto importante, è dato dalla presenza tra Ascoli Piceno ed Agelli di un'area a forma arcuata e con bassi valori di contrasto la quale mostra chiaramente la chiusura dell'anticlinale della Montagna di Campli. Questa nei precedenti documenti sembrava interrompersi in prossimità di Castel Trosino poiché anche la deviazione verso Ascoli Piceno in direzione N-S sembrava mal definita.

La presenza e la forma di alti valori del contrasto, ed in particolare il massimo relativo emergente nella zona arcuata di minimo, individua chiaramente non solo la posizione dell'asse principale che si prolunga nella direzione NNO ma anche le due deviazioni con direzione N-S dell'asse principale presenti a nord di Ascoli Piceno.

Il secondo è dato dalla presenza ad est del Monte Communitore di una forte anomalia positiva allineata in senso meridiano con altre anomalie positive ma di valore inferiore, coincidenti, nella parte più meridionale, ad aree altimetricamente più elevate. Ciò suggerisce la presenza di una struttura positiva che al contrario nella Tavola 18 era appena marcata nella parte più inferiore dell'area. Tale struttura, che come altre potrebbe essere interessata da una frattura parallela sede attuale del fiume Tronto, dovrebbe proseguire a nord di questo ed avere la sua chiusura tra Montegallo ed Agelli all'atezza circa del Torrente Fluvione.

Il documento infine convalida la presenza delle forme positive e negative già messe in evidenza dalla carta delle direzioni di strato e già descritte al paragrafo precedente.

## 4. ANALISI DELLE FRATTURE

Lo studio delle lineazioni o fratture inteso in senso lato secondo i concetti espressi nell'Appendice 1 si basa sull'esame di una serie di documenti derivanti da elaborazioni statistiche e densitometriche del campo totale (Fig. 21) e subordinatamente del campo delle lineazioni lunghe (Tav. 22). I documenti che ne derivano e che quindi verranno analizzati nei seguenti paragrafi sono:

- la distribuzione azimutale delle fratture e delle lineazioni lunghe messa in rapporto con quella delle direzioni di strato per l'intera area (Fig. 2);
- la distribuzione azimutale delle sole fratture, sempre messa in rapporto con le direzioni di strato, per aree unitarie di una tavoletta I.G.M. e per unità stratigrafiche (Tav. 24);
- la densità del campo totale delle fratture (Tav. 23).

### 4.1. Distribuzione azimutale

Scopo dell'analisi è quello di selezionare lungo le varie direzioni azimutali, in quantità percentuale e con una integrazione continua, le lineazioni presenti nel campo totale.

I diagrammi che ne risultano offrono la possibilità di definire le principali direzioni strutturali, il tipo di deformazione da essa determinata ed il tipo di struttura locale o regionale ad essa connessa.

Il diagramma dell'area totale, che riassume i caratteri generali dell'intera regione, è espresso in due forme nella Fig. 2; ad istogrammi come tutti gli altri costruiti per unità minori, ed a diagramma polare essendo quest'ultima rappresentazione di più immediata visualizzazione. L'elevato numero di fratture rilevate (Tav. 21) fa sì che nel diagramma vi siano deboli contrasti i quali tuttavia assumono un particolare valore anche se indicano piccole variazioni nella frequenza.

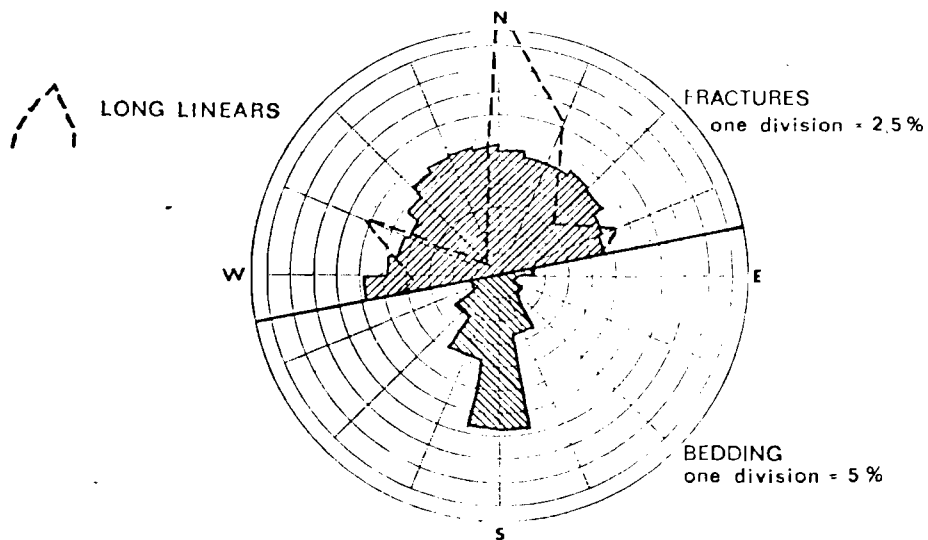
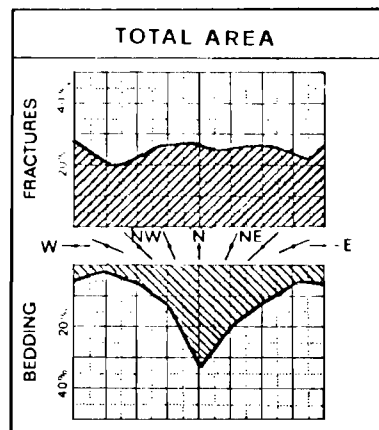
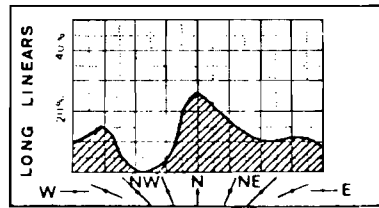
Al contrario i diagrammi concernenti la distribuzione azimutale delle direzioni di strato e delle lineazioni lunghe sono molto contrastati. Ciò è conseguenza non solo del basso numero di dati disponibili, ma anche del fatto che tali diagrammi sono stati costruiti su otto classi e cioè per intervalli di  $22^{\circ}30'$  gradi anziché per integrazione continua come quello delle fratture.

DISTRIBUZIONE AZIMUTALE  
DELLE LINEAZIONI E DELLE DIREZIONI DI STRATO

AZIMUTH DISTRIBUTION  
OF LINEARS AND BEDDING STRIKE

TOTALI

TOTALS



Ne consegue che tutti i dati di una classe concentrandosi in un punto possono creare un apice più vistoso anziché una larga curva come avviene nel diagramma delle fratture. Si può verificare inoltre uno sfasamento dell'ampiezza massima di più o meno mezza classe rispetto alla vera direzione massima di frequenza di una partizione.

Il diagramma delle lineazioni dell'area totale mostra tre zone di massima frequenza; la dominante si presenta con un netto apice lungo la direzione E-O, le altre due sono disposte una tra la direzione N-S e la NNW-SSE, l'altra lungo la direzione NE.

Queste due ultime sono separate da una dolce flessura centrata lungo la direzione NNE.

Mentre sono ben definite le direzioni E-O (parallela) e SO-NE (antiappenninica) le altre due a queste complementari, la N-S (meridiana) e la NO-SE (appenninica) tendono a fondersi, in un unico apice centrato tra N e NNO.

Il diagramma delle lineazioni lunghe al contrario mostra una netta dominante centrata su N-S con appendice verso NNE, e due secondarie orientate nelle direzioni ONO ed ENE.

La rotazione di circa  $22^{\circ}5'$  gradi verso Est che sembra aver subito le lineazioni lunghe rispetto alla fratturazione minuta, è conseguenza del fatto che le prime rappresentano sulle immagini Erts una serie di fratture minute disposte ad "en échelon". Queste ultime visibili sulle foto, sono il risultato superficiale e su terreni plastici di rotture profonde prevalentemente a componente orizzontale, le quali interessano terreni più rigidi.

#### Direzione N-S Meridiana

Questo apice di frequenza centrato tra NNE e N è composto in effetti dalla fusione di due direzioni distinte la N-S meridiana vera e propria e la NO appenninica s.s.

La prima è nettamente evidenziata dalle lineazioni lunghe presenti in tutta l'area e dalle fratture minute particolarmente concentrate nella porzione centro meridionale; la seconda dalla sola fratturazione minuta concentrata prevalentemente nella parte settentrionale dell'area di studio.

Questo fatto fa pensare che le due direzioni non siano coeve ma conseguenza di fenomeni avvenuti in tempi diversi. La meridiana essendo presente con direzioni lunghe ben marcate dovrebbe essere più recente dell'appenninica s.s.

Da uno studio in corso di pubblicazione, basato sulla correlazione tra attività sismica e dislocazione tettonica, è risultato che nell'area oggetto del nostro studio, l'attività sismica, dal 1830 in poi, mostra la sua maggiore densità in corrispondenza ed in coincidenza dei maggiori allineamenti meridiani. Anche i diagrammi per unità di superficie mostrano una marcata e netta frequenza della componente appenninica, nelle aree in cui affiorano i terreni giurassico-paleogenici, sia ad oriente (Montagna dei Fiori) sia ad occidente (Monti Sibillini).

Al contrario le aree interessate dai terreni flyscioi di miocenici presentano una netta prevalenza della componente meridiana la quale tende a ruotare verso ovest nella parte più settentrionale dell'area di studio. Qui infatti i piegamenti appenninici, che nella parte centro-meridionale hanno un andamento N-S, tendono a ruotare nella direzione NO. La giustificazione di tale fenomeno è data dai diagrammi della direzione di strato. E' interessante infatti notare che nei diagrammi parziali al massimo assoluto di frequenza delle fratture corrisponde un massimo anche delle direzioni di strato. La situazione mostra chiaramente che la direttrice meridiana deve essere strettamente legata con le due componenti, la N-S nella parte centro-meridionale e la NO nella parte settentrionale, ai fenomeni di piegamento appenninico. Sui massimi di frequenza nettamente anomali evidenziati dai diagrammi parziali dell'area sud-occidentale torneremo in seguito.

La direzione N-S chiaramente espressa dalle forme del contrasto morfologico, indica che questa è legata agli importanti fenomeni di sollevamento e piegamento con polarità verso est, che hanno determinato l'ossatura della regione. Conseguentemente risultano legate a questa direzione le principali linee di distensione successiva e di approfondimento del bacino pliocenico con stile a blocchi di faglia ribassati verso est.

#### Direttrice NO appenninica

Dai tre apici di frequenza centrati sulle direttrici NO, N-S e NE evidenziati dai due diagrammi del giurassico-paleogene si passa ai due apici di frequenza centrati su N-S ed EO del diagramma riassuntivo del miopliocene. La componente appenninica evidenziata nei terreni premiocenici, dovrebbe quindi essere legata ad una tettonica più antica ma sempre a blocchi di faglia, la quale avrebbe interessato i sedimenti calcareo mesozoici. Tale ipotesi è giustificata: dalla presenza di

apici secondari delle direzioni di strato secondo la direzione NO, dalla presenza di serie condensate sedimentarie nel Lias medio-superiore ed infine dalla mancanza quasi totale di lineazioni lunghe su questo azimuth.

L'esistenza di serie condensate infatti deve essere necessariamente legata alla presenza di aree di sedimentazione a profondità diversa. Ciò implica quindi una tettonica giurassica probabilmente disgiuntiva che avrebbe prodotto, secondo quanto evidenziato dai diagrammi, effetti sia sulla direzione appenninica sia su quella antiappenninica.

I diagrammi parziali che interessano la Montagna dei Fiori, mettono in rilievo una spiccata componente appenninica sia per quanto riguarda la direzione degli strati sia per quanto riguarda la fratturazione. Quest'ultima mostra anche una spiccata frequenza con direzione NE e subordinatamente N-S. L'esistenza di questo macroscopico fenomeno può essere giustificata da due diverse ipotesi; o la struttura si è formata tra il giurassico ed il miocene ed in seguito non è stata eccessivamente interessata dalle spinte plioceniche provenienti da ovest, oppure tali spinte si sono scaricate su vecchie cicatrici e quindi hanno ringiovanito il vecchio trend con direzione appenninica.

Noi optiamo per la seconda ipotesi in quanto molti dati, emersi non solo dallo studio di quest'area ma anche da zone limitrofe, convergono nel giustificare una datazione recente della faglia posta ad occidente della Montagna dei Fiori.

La faglia infine, che è di tipo a forbice con spostamento positivo maggiore verso SE, interessa i terreni miocenici nella zona del torrente Fluvione.

#### Direttrice E-O parallela

Questa direttrice ben definita da un massimo relativo nel diagramma delle fratture è rilevata anche sul diagramma delle lineazioni lunghe.

L'esistenza di un apice relativo in corrispondenza di questo azimuth nel diagramma delle direzioni di strato, è da attribuirsi al fatto che solo i diagrammi parziali dell'area sud-occidentale rilevano una forte frequenza della stratificazione in direzione parallela.

Questo fatto è interessante in quanto mette in risalto la presenza di due tipi di fratturazione. Il primo, che interessa la quasi totalità dell'area, è composto prevalentemente da una fratturazione con spostamento orizzontale e complementare a quella meridiana; il secondo, concentrato nella parte sud-occidentale, è interessato prevalentemente da fratture di tipo inverso con rigetto verticale e con polarità verso nord.

Quest'ultimo sarebbe stato causato da spinte provenienti da sud le quali avrebbero determinato il sovrascorimento dei terreni calcarei del Gran Sasso e la formazione di blocchi di faglia degradanti verso nord. Tali blocchi tiltati verso nord avrebbero così influenzato l'orientamento generale dei corpi stratificati più recenti.

Questa direzione è messa in risalto anche dalla morfologia con allineamenti ben marcati sia delle isocontrasto sia degli allineamenti del reticolo idrografico.

#### Direttrice NE antiappenninica

Questa direttrice presenta un largo massimo di distribuzione intorno a NE e coincide con valori bassi sia delle fratture lunghe sia della stratificazione. Questa come mostrano i diagrammi areali è particolarmente accentuata nella parte settentrionale dell'area dove è anche più marcata la direttrice appenninica.

La complementarità delle due direzioni è espressa anche dai due diagrammi stratigrafici del giurassico-paleogene i quali presentano due apici di frequenza ben definiti lungo le direttrici appenninica ed antiappenninica.

Questa situazione concorda con un sistema di fratture prevalentemente profonde, trasversali al sistema appenninico e con componente orizzontale spesso importante.

Il sistema è chiaramente messo in evidenza dallo studio morfologico sia con gli allineamenti di alcuni tratti dei fiumi Castellana, Tronto, Fluvione, Aso, Tenna e di alcuni loro maggiori affluenti; sia con l'allineamento di anomalie positive e negative sulla carta dell'energia topografica.

L'importanza di questa direttrice, come pure di quella parallela, è limitata nei confronti della nostra indagine agli effetti locali di disturbo sulle pieghe ad andamento meridiano dei terreni miocenici.

#### 4.2. Carta di densità del campo totale delle fratture

Come detto per il contrasto morfologico, anche l'osservazione della densità di fratturazione trova la sua migliore applicazione nelle aree con depositi recenti dove possono esistere strutture, anche importanti, sepolte o mal individuabili attraverso il rilievo convenzionale della geologia di superficie. Ricordiamo che nell'esame della densità di fratturazione conviene limitarsi a prendere in considerazione le grandi linee della distribuzione, tenendo conto anche che aree intensamente coltivate o di alluvionamento quaternario, possono mostrare densità basse dovute a copertura.



Nell'area di studio ciò accade prevalentemente nella area nordorientale ed in particolare lungo la valle del Tronto.

Applicando come regola generale il concetto che aree in deformazione tenzionale sono più ricche di fratture visibili che non quelle dove si abbia compressione gravitazionale, dobbiamo attribuire ai valori alti della densità la corrispondenza a forme strutturalmente rilevate mentre nelle zone con bassa densità corrisponderebbero le sinclinali.

In linea generale si può notare come l'andamento delle isodenze sottolinea in tutta l'area le direttrici principali, appenninica, antiappenninica, meridiana e parallela.

Nel complesso quindi un quadro strutturale che combacia molto bene con quanto espresso dai documenti già analizzati.

I massimi assoluti di densità, sono localizzati in corrispondenza delle principali strutture affioranti e quindi risultano ben marcate tutte le strutture presenti nell'area interessata dai terreni miocenici. Anche in questo documento come pure nella Tav. 18, l'anticlinale Agelli-Monte Ceraso, risulta interrotta o mascherata nell'area ubicata immediatamente ad est di Acquasanta. Oltre alla presenza di fratture parallele, ciò è dovuto anche al fatto che la spessa coltre detritica e la potente coltre di travertino hanno cancellato sia la stratificazione sia la fratturazione dei sedimenti miocenici sottostanti.

L'unico dato nuovo che emerge dalla tavola in esame è dato dalla forte densità di fratturazione presente nella parte centro settentrionale compresa tra Monte Communitore, Monte Ceraso e Acquasanta.

Questo alto valore di densità suggerisce la presenza di una struttura positiva, che per la sua posizione e forma, potrebbe essere collocata a quella di Pizzo di Sevo che è messa in risalto dalla stratimetria (Tav. 18).

Su questa ultima carta, la non chiara definizione della struttura è probabilmente causata, come mettano in risalto le tavole 20 e 23, dalla presenza di fratture con direzione EO le quali tendono a ribassare i blocchi verso nord e quindi a creare un'azione di disturbo sulle strutture meridiane.

Resta tuttavia incerto l'andamento della struttura a NE del Monte Communitore; i due documenti che maggiormente la evidenziano, possono suggerire due allineamenti. Il primo, forse più probabile, si dirigerebbe a

nord verso il Monte Ceraso da dove poi piegherebbe leggermente verso NNE e quindi si perderebbe; il secondo, più a NNE, passerebbe immediatamente ad ovest di Acqua santa e poi forse, proseguirebbe verso nord fino al tōr rente Fluvione.

E' infine da notare l'alta densità di fratturazione dei terreni calcarei più rigidi messi in risalto da alti valori di densità nella zona occidentale dei Monti Si- billini ed in quella orientale della Montagna dei Fio ri.

## 5. CONCLUSIONI

I dati emersi dallo studio, articolato sulla geologia di superficie, sulla morfologia e sull'analisi delle fratture, sono stati in parte sintetizzati sulla carta delle maggiori unità strutturali (Tav. 25) la quale cercheremo di commentare in questo capitolo conclusivo.

Per quanto emerso dalla bibliografia e dalla ricognizione sul terreno, ricognizione troppo breve per poter analizzare a fondo le diversità litologiche esistenti nei terreni calcarei affioranti ad est e ad ovest del permesso, possiamo concludere che esistono, per alcune formazioni, variazioni litostratigrafiche le quali mettono in risalto le caratteristiche e l'evoluzione del bacino umbro-marchigiano, relativamente all'area studiata. L'evoluzione differenziale del bacino sembra essere prevalentemente circoscritta al periodo giurassico.

L'inizio di tale differenziazione è testimoniato dal calcare massiccio che si presenta nella zona settentrionale dei Monti Sibillini nella facies calcarea (calcare biancastro in grosse bancate con ricorrenze cicliche di livelli stromatolitici ed oolitici), nella parte più meridionale dei Monti Sibillini e nella zona orientale del permesso (Montagna dei Fiori) nella facies dolomitica comunemente denominata Formazione di Castel Manfrino. La Valle dell'Aso, ubicata nella parte centrale dei Monti Sibillini e interessata da calcare massiccio con intercalazioni dolomitiche, potrebbe rappresentare la zona di raccordo tra le due suddette unità.

La presenza, al di sopra del calcare massiccio, di serie condensate o ridotte, composte prevalentemente da calcari nodulari, e di lacune, suggeriscono l'esistenza di zone di alto od emerse che viceversa non sono condizionanti quando al di sopra della formazione di Castel Manfrino è presente la serie completa la quale inizia con la Corniola.

Questa infatti, essendo un sedimento marino di tipo pelagico ricco di apporti clastici e bioclastici provenienti dagli altifondi, suggerisce l'esistenza di una rapida subsidenza delle depressioni e di una relativa stabilità dei rilievi nei quali si andava sedimentando il calcare massiccio prima e la serie dei calcari nodulari poi.

Sembra ammissibile che questo comportamento differenziale del bacino rispetto alla subsidenza, abbia portato alla formazione di sistemi di faglie a gradinata che riducevano ed isolavano le zone più elevate trasformandole

in limitati altifondi di mare aperto. I dislivelli, così creatisi, continuamente ringiovaniti dalla fase tettonica in atto, favorivano un'attività erosiva dei cui mini degli alti strutturali stessi, con conseguente trasporto ed accumulo di materiali detritici nelle vicine depressioni in cui si depositava la Corniola.

Nel corso del giurese gli alti strutturali hanno subito evoluzioni differenziali. Su alcuni o su parte di questi si è avuta una continua ma lenta subsidenza (aree a deposizione di serie condensata) su altre il movimento di approfondimento, dapprima lento, ha subito poi brusche accelerazioni accompagnate da fenomeni disgiuntivi (aree a successioni ridotte o composte). In questo ultimo caso si passa da litotipi della serie condensata a quelli della serie completa; tale passaggio può verificarsi a livelli stratigrafici diversi comunque sempre compresi tra la deposizione della parte sommitale della corniola e quella degli scisti ad Aptici.

Il fatto che le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche del rosso ammonitico e della parte inferiore delle marne a Posidonia siano simili a quelle dei calcari nodulari, suggerisce non solo una relativa stasi di questo movimento differenziale, ma anche con parziale colmamento delle depressioni. Queste sembrano riacutizzare la loro subsidenza con la deposizione della parte sommitale delle marne a Posidonia prima e dei diaspri dopo.

Con l'inizio della deposizione della maiolica si creano in tutto il bacino caratteristiche ambientali assai uniformi derivanti da un generale approfondimento di questo.

Le differenze ambientali che hanno condizionato la deposizione dei sedimenti giuresi hanno dato origine a due serie diverse le quali caratterizzano due grandi regioni:

- la prima, comprendente i terreni calcarei che affiorano a nord del Monte Vettore, è caratterizzata dalla presenza di serie condensate e ridotte le quali sostituiscono o si alternano a serie complete;
- la seconda, comprendente i terreni calcarei a sud del Monte Vettore e quelli della Montagna dei Fiori, è caratterizzata dall'esclusiva presenza di serie complete.

Le direttrici tettoniche legate ai sistemi di faglie che hanno differenziato la subsidenza del bacino giurassico, sembrano la NO appenninica e la sua coniugata NE antiappenninica. Tale osservazione trova un valido avallo nei diagrammi parziali che coprono le zone in cui affiorano i terreni calcarei, ed in particolare quello della par-

te più settentrionale dei Monti Sibillini in cui sono prevalentemente concentrate le serie ridotte o condensate. Tali direttrici, che hanno agito fino dal giurà creando una serie di blocchi con spostamenti verticali relativi, sono rimaste attive anche in epoche successive e sono state ringiovanite anche in tempi abbastanza recenti come mostra la linea del Fluvione. Questa è infatti una frattura a netta direzione appenninica che sembra essersi sovrapposta alla struttura prevalentemente meridiana di Castel Trasino. Quest'ultima è da associarsi alle strutture plicative ad andamento meridiano che interessano i terreni miocenici prevalentemente nelle zone di Montegallo, Montemacaco, Arquata del Tronto, Pietralta ed Agelli.

Parallelamente alla sopraindicata tettonica plicativa, esiste una tettonica disgiuntiva messa in risalto dai massimi di frequenza presenti nei diagrammi di distribuzione azimutale lungo la direttrice NO e dagli allineamenti lungo la stessa direzione della densità di fratturazione.

Le pieghe si presentano in forma asimmetrica prevalentemente dove sono presenti linee di faglia di tipo inverso, le quali tendono ad evolvere in sovrascorrimenti. Questi, come messo in risalto dalla Tav. 25, sono più marcati nelle aree dove affiorano i terreni cretacei, più mascherati in quelle dove affiorano i terreni miocenici.

Il sovrascorrimento dei sedimenti carbonati dei Monti Sibillini passa, nella zona di Arquata del Tronto, da una direzione meridiana ad una NNE, la quale si confonde con la serie di piegamenti rovesciati verso SE che rappresentano, tra Antrodoco ed Arquata del Tronto, la linea Ancona-Anzio.

Questa a nord di Arquata è ben marcata dagli allineamenti geologici (Tav. 18), da quelli morfologici (Tavv. 19 e 20) e da quelli delle fratture (Tavv. 21 e 27).

Le direttrici complementari alla N-S ed alla NO, la parallela e l'antiappenninica, sono rappresentate sia da faglie con spostamento orizzontale che nel miocene hanno avuto importanza come fratture trasversali sin-sedimentarie con probabili caratteri di trascorrenza, sia da faglie con spostamento verticale e vergenza verso N e NO.

Queste ultime, concentrate prevalentemente nella parte meridionale del permesso, sono la conseguenza della spinta proveniente da sud, spinta che ha determinato i sovrascorrimenti della piattaforma calcarea abruzzese verso nord.

Questa spinta, unitamente a quella proveniente da ovest, ha dato origine a movimenti tettonici convergenti a tanaglia che hanno provocato il profondo bacino a "V" nel quale si è depositato sintettonicamente il Flysch

della Laga. Le duplici spinte convergenti a tanaglia hanno provocato in seguito uno slittamento del bacino verso est.

In un quadro più regionale lo studio degli effetti provocati da queste due spinte suggerisce, sia uno sfasamento iniziale (il sovrascorrimento parallelo sembra essere di poco precedente a quello meridiano) sia un arresto del movimento proveniente da sud nel periodo in cui l'altro, proveniente da ovest, andava piegando i terreni miocenici.

Nell'area di studio, quanto sopra detto, è messo in risalto dalle numerose fratture parallele con rigetto verticale (linee Capodacqua-Salinello, Castellana e Monte Pilone) distorte ed interrotte dalle più marcate fratture meridiane di Acquasanta, Agelli e Valle Castellana. Queste ultime due sono interrotte dalla linea del Fluvione che risulta essere originata dalle spinte del movimento a tanaglia scaricatesi, in tempi recenti, su antiche cicatrici appenniniche.

L'influenza di tutti questi sistemi di fratture che hanno determinato i blocchi di faglia, sono da tenere presente per il ruolo che hanno giocato durante la sedimentazione, sia dei terreni calcarei, sia di quelli flysciosi, per le dislocazioni provocate sulle pieghe meridiane e sul controllo che l'inclinazione dei blocchi può aver esercitato sulla migrazione dei fluidi controllando così l'orientamento dei sedimenti, il loro spessore e la disposizione della facies.

Dal quadro strutturale sopra esposto le forme più interessanti comprese entro il permesso di Acquasanta sembrano essere le seguenti.

- L'anticlinale di Castel Trosino, nel tratto a nord del fiume Tronto, ha una direzione meridiana con lunghezza di circa 10 Km. ed una biforcazione (Vena Piccola) circa a metà della lunghezza del suo asse. Ambedue le strutture sono ben definite da elementi geologici ed evidenziate anche dall'analisi morfologica e da quella delle fratture.
- L'anticlinale Agelli-Monte Ceraso interessa l'intero permesso nella sua parte centrale ed ha una lunghezza di 35 Km. La parte centrale, che porta in affioramento i terreni del tortoniano, è mal definita in tutti i documenti; ben marcata è la parte settentrionale; una faglia inversa interessata per tutta la sua lunghezza il fianco orientale.

- L'anticlinale di Pietralta, ubicata parallelamente ed in prossimità della precedente, ha una lunghezza di circa 5 km.; è ben definita in molti documenti ed in particolare sulla carta delle direzioni di strato.
- L'anticlinale di Arquata del Tronto, ubicata nell'angolo sudoccidentale, subito ad est del sovrascorrimento, ha una lunghezza di circa 10 km. di cui 5 fuori del permesso. La struttura sembra essere interrotta nella sua parte più settentrionale dalla linea Ancona-Anzio la quale maschera completamente la chiusura.
- L'anticlinale di Montefortino, ubicata nella parte nord occidentale del permesso ha una lunghezza di circa 5 Km.; la chiusura, nella parte meridionale, sembra essere mascherata dal fascio di fratture che coincide con il fiume Aso. La struttura è messa particolarmente in risalto ad un alto valore di densità della fratturazione.

Tra le anomalie sopra ricordate, la più promettente sembra essere quella che interessa i blocchi posti a cavallo della linea Capodacqua Salinello lungo la prosecuzione dell'anticlinale di Pizzo di Sevo la quale, solo per poche centinaia di metri, entra con la sua chiusura entro il permesso. E' probabile che l'anomalia evidenzi la prosecuzione di questa forma positiva la quale probabilmente arriva fino al Monte Communitore e forse, per quanto suggerito dall'anomalia del contrasto morfologico, fino al Monte Ceraso.

Queste conclusioni, sebbene limitate in quanto frutto di uno studio esclusivamente di superficie, potrebbero tuttavia offrire un valido aiuto alla programmazione ed interpretazione delle successive indagini geofisiche. Saremmo lieti, nel futuro, di rivedere e completare la nostra interpretazione quando nuovi dati potranno permettere una più ricca base di analisi.

L.D. NARDI - R. NARDI - "Schema stratigrafico e strut  
turale dell'Appennino settentrionale".  
La Spezia, 1974.

L. OGNIBEN, M. PAROTTO & A. PRATIRLON - "Structural mo  
del of Italy".  
Consiglio Nazionale delle Ricerche "Quaderni de  
la ricerca scientifica", 1975.

F. RICCI LUGGHI - "Miocene paleogeographic and basin  
analysis in the periadriatic Apennines".  
Reprinted from geology of Italy. Edited by COY  
SQUYRES. Petroleum exploration society of Libya,  
1975.

Servizio Geologico d'Italia - "Carta geologica alla  
scala 1:100.000" dei fogli 132, 133, 139, 140.



## APPENDICE 1

### METODO E TECNICA (^)

L'aspetto essenziale del nostro metodo per uno studio fotogeologico completo, che, partendo dai dati di superficie, porti ad una descrizione della geologia superficiale e ad una interpretazione della struttura, sia regionale che locale, si basa sul coordinamento dei risultati di tre diverse linee di approccio, come mostrato nello schema di pag. II.

- 1 - Litologia e stratificazione (fotogeologia convenzionale), spesso sostenuta da elementi morfologici.
- 2 - Studio della geomorfologia, basato sull'analisi del reticolo idrografico e delle forme del rilievo.
- 3 - Studio delle lineazioni visibili sulle foto aeree e interpretate con procedimenti statistici e quantitativi (analisi delle fratture).

La chiave per il coordinamento di questi tre gruppi separati di dati, è un sistema di confronto di simboli lineari che permette il riconoscimento di forme e di relazioni di simmetria comuni a due o più gruppi di dati.

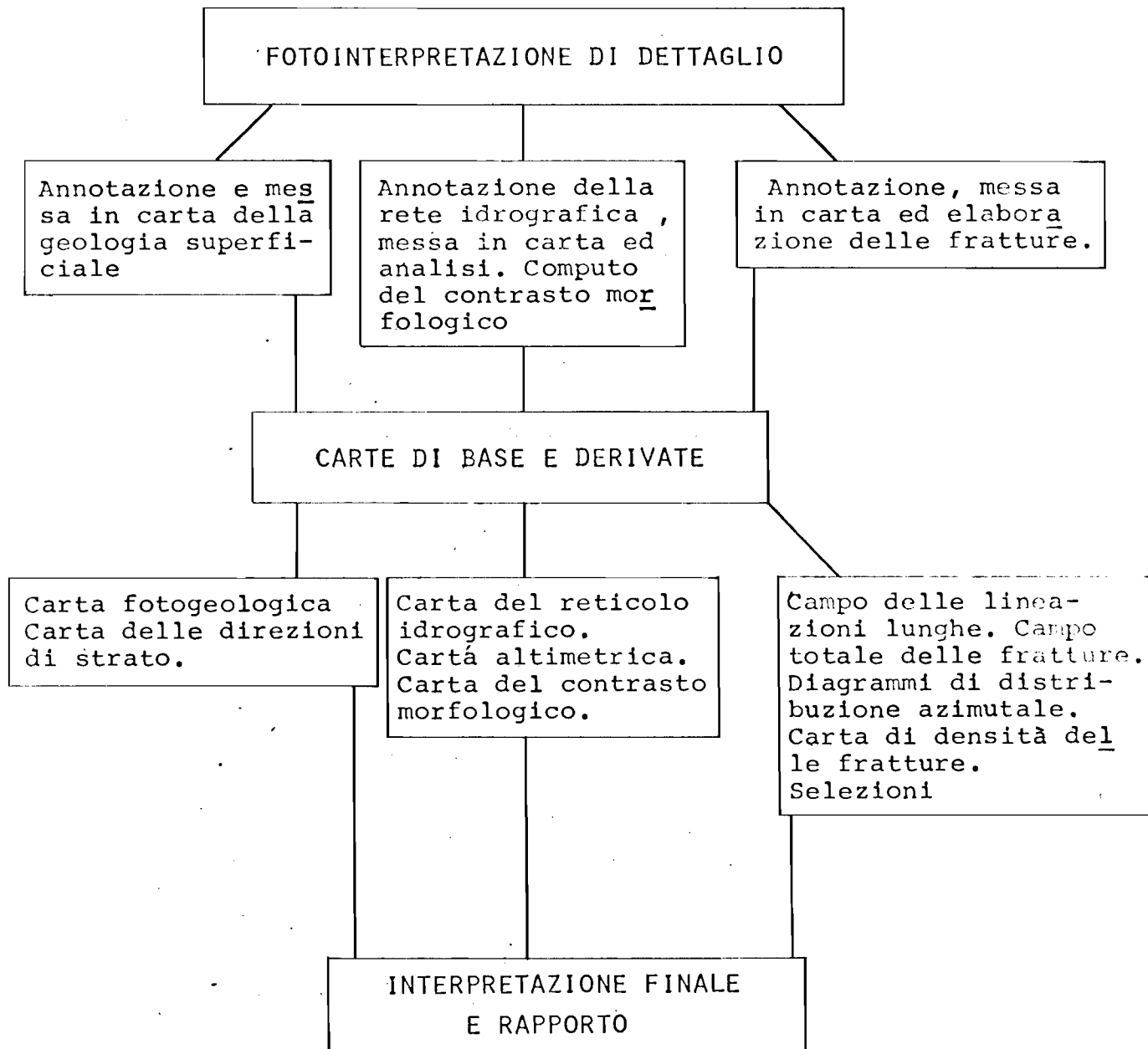
Un assunto basilare è che certi orientamenti e certe relazioni di simmetria, riconoscibili nelle forme superficiali, sono espressivi di condizioni strutturali profonde. Nella fase conclusiva assume grande importanza il processo di eliminazione di anomalie o di interpretazioni strutturali che non appaiano abbastanza coerenti con i dati forniti da una o due delle linee di approccio menzionate. La massima importanza ed attendibilità, quindi, viene conferita a quelle forme che siano convalidate da tutti e tre i tipi di analisi e siano concordanti con le conoscenze geologiche di base dell'area di studio.

#### 1 - LITOLOGIA E STRATIFICAZIONE.

Questi due tipi di dati offrono informazioni essenziali sia su forme strutturali regionali, sia sulle strutture di dettaglio dello spessore più superficiale, nelle aree di chiaro affioramento. L'insieme di limiti formazionali o litostratigrafici, livelli guida, pendenze di strato, faglie,

(^) Questa appendice, essendo di contenuto generale, è largamente rielaborata da rapporti precedenti, pubblicazioni e conferenze.

FASI DI UNO STUDIO FOTOGEOLOGICO COMPLETO-PROCEDURA STANDARD



sistemi di diaclasi, etc.. fornisce un documento di base, la "Carta Fotogeologica", per ulteriori elaborazioni e come base per l'interpretazione.

Un tipo di elaborazione dei dati stratimetrici dà la "Carta delle direzioni di strato". Questa può essere definita come una carta che contiene una descrizione della struttura affiorante per mezzo di linee di forma ottenute per correlazione e generalizzazione dei dati stratimetrici. Ciascuna direzione di strato viene estesa parallelamente a sé stessa, tenendo conto del controllo delle direzioni di strato adiacenti e delle forme descritte dai livelli guida. La carta che si ottiene permette una immediata visualizzazione delle singole forme strutturali, come pure dei differenti caratteri e stili della struttura di una certa regione.

Un'altra elaborazione dei dati stratimetrici è condotta attraverso il loro conteggio statistico, con lo scopo di ottenere un'informazione quantitativa sulla distribuzione azimutale delle direzioni di strato e da questa determinare le direttrici della struttura affiorante e le componenti strutturali di forme locali. Questo tipo di informazione è particolarmente utile quando venga messo in relazione alla distribuzione delle fratture per l'interpretazione dello stile strutturale delle direttrici riconosciute. A questo scopo i dati sono riportati sullo stesso diagramma.

I dati della litologia e della stratificazione possono tuttavia essere molto scarsi o dubbi in aree estesamente coperte da depositi inconsolidati o con forti spessori di sedimenti recenti. In tali aree il confronto di dati stratimetrici, anche discontinui, con forme messe in evidenza dalla morfologia o dalle fratture può condurre a importanti deduzioni di carattere strutturale. In molti casi le tracce della direzione degli strati di strutture coperte da depositi recenti o da fitta vegetazione, possono essere riconosciute come "fantasmi". In questi casi poche pendenze di strato che siano visibili, o anche scarse informazioni di campagna, sono sufficienti a determinare le immersioni. In ogni caso i "fantasmi" danno la forma generale della struttura.

Inoltre lo studio di particolari elementi morfologici, come le superfici di erosione, le terrazze fluviali, i pendii topografici, le forme evo-

lutive del drenaggio, effetti erosionali locali, etc., possono aiutare l'interpretazione della evoluzione strutturale regionale e locale.

## 2 - STUDIO DELLA GEOMORFOLOGIA

Questo tipo di analisi, come procedura associata alla fotogeologia e all'analisi delle fratture, prende in considerazione due elementi base della morfologia superficiale: il reticolo idrografico e il rilievo.

### RETICOLO IDROGRAFICO

L'analisi del reticolo idrografico, come metodo per ottenere informazioni sulla litologia e, più ancora, sulla struttura di un'area, si applica in maniera più efficace, e anche più giustificata, nelle aree dove la geologia di superficie non è evidente, sia perchè la struttura è così blanda da non poter essere determinata, sia dove si voglia localizzare forme strutturali sotto una copertura di sedimenti recenti o di suolo vegetale.

Si tratta quindi d'interpretare particolari forme o anomalie del reticolo, che possano dare indicazioni di struttura o di litologia non altrimenti riconoscibile, o di cui solo pochi dati sono conosciuti. L'uso del reticolo idrografico a questo scopo è basato sulla estrema sensibilità dei corsi d'acqua alle pendenze regionali, a fatti strutturali locali, a variazioni litologiche e agli effetti di movimenti verticali recenti. Altri fattori sono il clima e lo stadio di evoluzione del paesaggio. Questi fattori tuttavia, essendo costanti su grandi estensioni, possono facilmente essere determinati e tenuti in considerazione. Essi non influenzano comunque le anomalie locali che sono appunto il nostro obiettivo principale.

Per lo scopo della nostra analisi, dove anche piccole anomalie possono avere la loro importanza, è necessario che l'annotazione sia eseguita il più dettagliatamente e accuratamente possibile. In particolare essa deve essere omogenea, essendo significative anche le differenze di densità.

La carta del reticolo idrografico che ne risulta viene annotata da tutti quegli elementi che possono essere importanti per l'interpretazione. Es si sono:

- gli spartiacque principali e secondari, che danno la forma, l'estensione dei bacini e la direzione del loro asse, oltre che marcare l'andamento del rilievo;
- gli effetti direzionali, dritti o curvi, che sono di solito prodotti da fratture, o dalla stratificazione;
- gli allineamenti di rotture di pendio, che possono indicare sia fratture che cambiamenti litologici o variazioni nella pendenza degli strati o anche linee di discordanza stratigrafica;
- le forme circolari, centrifughe, centripete, le deviazioni anomale, che sono di solito l'effetto di condizioni strutturali locali;
- le anomalie di densità che, in aree con evoluzione morfologica omogenea, sono collegate a fattori litologici o strutturali;

Considerando tutti questi elementi, nella loro individualità e nelle loro associazioni, si può arrivare a trarre deduzioni sulla forma, dimensioni e andamento della struttura, sia regionale che locale, e su differenziazioni litologiche che non siano evidenti in altro modo, a seconda degli scopi della ricerca.

L'interpretazione può essere poi confermata o meno, mettendola in relazione con i dati stratigrafici esistenti, con livelli di guida, anche se frammentari o non correlati, con particolari densità di fratturazione o fasci di fratture di spiccata individualità. Spesso il confronto con forme di aree dove la struttura è affiorante, può essere preso come modello per interpretare aree dove questa è invece mascherata. Dove la struttura è evidente la forma del reticolo idrografico può anche fornire informazioni sulla presenza di movimenti recenti. Per esempio un'anomala alta densità del reticolo in un'area con litologia uniforme e struttura visibile ad uno stadio avanzato di maturità morfologica indica che una certa forma strutturale ha subito un ringiovanimento recente. Come invece un sistema di rilievo invertito, cioè con i fiumi principali lungo gli assi delle anticlinali e le sinclinali in rilievo, è un'indicazione di struttura antica non ringiovanita.

In regioni morfologicamente vecchie, od in ogni caso piatte, dove i fiumi maggiori mostrano un intenso sviluppo di meandri, la concentrazione, la posizione dei meandri abbandonati rispetto al fiume attuale, o anche la migrazione di un tratto di un corso d'acqua, può dare indicazioni di movimenti recenti di leggero inarcamento o di inclinazione. In tali regioni un tratto partico-

che siano avvenute tra i tempi attuali e il tempo nel quale quel certo reticolo idrografico si era sviluppato. La datazione di un sistema fossile è talvolta possibile per la presenza di sedimenti di età conosciuta che riposano sopra di esso.

#### RILIEVO

Lo studio del rilievo topografico è considerato come interpretazione dell'altimetria, sia in maniera qualitativa come forme messe in evidenza dalle curve di livello, sia in maniera quantitativa come valori assoluti e relativi di quota e valori di pendio. L'assunto che sta alla base di questo tipo di analisi è che esiste una corrispondenza originale tra la struttura ed il rilievo. In questo quadro le anomalie di corrispondenza divengono significative di particolari condizioni litologiche o strutturali e possono essere indicative di movimenti strutturali recenti.

Certi elementi anomali del rilievo acquistano anche particolare importanza quando siano confermati da dati di altra natura, come particolari forme del reticolo idrografico, delle fratture, o della stratimetria anche se scarsa. Ciò in particolare quando esistano tipiche associazioni di forme, come allineamenti di gradienti lineari e particolarmente forti nelle curve di livello o allineamenti di forme. Il confronto tra l'altimetria e gli altri documenti può inoltre aiutare l'interpretazione di questi. Nel caso di aree molto piatte, per esempio, certe anomalie dell'idrografia o delle fratture acquistano un valore particolare.

Un'elaborazione più dettagliata e di tipo quantitativo dei dati altimetrici viene compiuta attraverso la costruzione di carte del CONTRASTO MORFOLOGICO. I valori del contrasto morfologico sono direttamente collegati alla quantità e velocità di erosione. Essi risultano dal bilancio fra la velocità delle deformazioni strutturali e la velocità di erosione e risedimentazione, localmente condizionati dalla litologia e dall'assetto degli strati. Questi ultimi fattori sono noti in aree di affioramento evidente e possono invece essere interpretati in aree coperte.

Le carte del contrasto morfologico possono essere costruite con due metodi differenti che corrispondono a due differenti gradi di dettaglio. Un metodo consiste nel ricostruire la superficie

menti messi in rilievo dalla geologia, dal reticolo idrografico e dall'analisi delle fratture.

### 3 - ANALISI DELLE FRATTURE

L'analisi delle fratture consiste essenzialmente nello studio di tutti quegli elementi lineari che possono essere osservati in una fotografia aerea. In altre parole essa consiste nel selezionare tutte le forme che hanno in comune la peculiarità d'intersecare il piano orizzontale con una linea pressoché dritta. Il postulato che sta alla base di tale scelta è che le deformazioni ad alta velocità della crosta, com'è appunto il caso della fratturazione, al contrario di quanto accade per le deformazioni a bassa velocità, sono espresse in superficie da tracce pressoché dritte. Questa è la ragione per la quale parliamo di analisi di fratture a proposito di un procedimento che prende in considerazione tutti gli elementi lineari visibili sulle fotografie. Infatti noi consideriamo che questi elementi lineari, o almeno la grande maggioranza di essi, siano l'effetto diretto o indiretto di una meccanica disgiuntiva.

Un altro assunto basilare dell'interpretazione delle lineazioni da foto aeree è che queste forme siano espressione di una deformazione che interessa un ragguardevole spessore di rocce sotto la superficie attuale e che esse possano trasmettersi, nel tempo, da elementi strutturali sepolti attraverso spessori di sedimenti più giovani fino alla superficie. Si presume anche che sia possibile, attraverso un'analisi accurata, separare parzialmente famiglie, sistemi o fasci di tali lineazioni. Dai postulati premessi deriva che la analisi delle fratture permette di ricostruire il carattere delle deformazioni strutturali che sono avvenute in una certa regione, di determinare lo stile che sta alla base della struttura locale e di ubicare elementi strutturali sepolti.

L'annotazione è generalmente condotta in due fasi: la prima di carattere più generale è eseguita sui fotomosaici e consiste nell'annotazione delle lineazioni lunghe. Queste sono elementi lineari d'importanza regionale, di una lunghezza che supera almeno i 15 km., e sono molto evidenti anche senza la visione stereoscopica.

L'annotazione analitica delle coppie stereoscopiche, infatti, talvolta non permette di seguire elementi lineari continui su distanze molto lunghe. Queste forme sono quindi messe in carta e computate separatamente non solo perchè provenienti da un diverso metodo di annotazione, ma anche perchè le loro dimensioni possono avere un significato strutturale speciale. Il campo delle lineazioni lunghe inoltre è facilmente analizzato senza una necessaria elaborazione statistica e può aiutare nell'ubicare i maggiori fasci di fratture dato che queste risentono molto debolmente di situazioni strutturali locali.

Tutti gli elementi di dettaglio sono invece annotati sulle coppie stereoscopiche. Questi elementi possono essere raggruppati in classi, a seconda del loro modo di apparire e della loro importanza.

- Le faglie che si mostrano come chiare linee di rottura nelle formazioni affioranti, spesso con spostamento visibile, o come netti limiti tra unità rocciose diverse.
- Le diaclasi che sono particolarmente evidenti in rocce competenti.
- Le fratture iniettate o i dicchi che sono normalmente ben riconoscibili per il loro tono più scuro o molto più chiaro e per essere generalmente in rilievo o in depressione a seconda della relazione di durezza con le rocce incassanti.
- Allineamenti di dettagli morfologici, come scarpate diritte, rotture di pendio, allineamenti di drenaggio.
- Allineamenti di vegetazione, cioè la presenza di vegetazione lungo linee diritte in aree semidesertiche o tipo diverso e diversa densità in aree coperte da vegetazione anche fitta. Questo fatto è dovuto al diverso grado di umidità esistente lungo le linee di frattura.
- Linee tonali o limiti tonali diritti.
- Allineamenti di microdettagli o associazione di due o più degli elementi descritti sopra.

E' importante che il fotointerprete possa riconoscere ed eliminare quindi, durante l'annotazione, tutti gli elementi lineari che non sono chiaramente in relazione alla fratturazione, come le forme dovute all'azione dell'uomo o quelle che derivano da effetti dinamici superficiali, come gli effetti del vento nelle aree desertiche. A meno che non si possa riconoscere che esiste anche per essi un controllo da parte della fratturazione. Un altro elemento che deve essere considerato è la stratificazione dove essa è ben visibile, dato che la stratificazione può mostrare forme lineari che non sono da fratturazione. A questo proposito l'esperienza del fotointerprete è una condizione essenziale e basilare.



A seconda degli scopi e della scala del lavoro l'annotazione può essere condotta in maniera differenziale, separando tutti gli elementi base descritti sopra, o gruppi di essi. Per studi strutturali di carattere regionale, o quando si voglia definire la presenza di elementi strutturali sepolti sotto coperture recenti, dove quindi l'interpretazione è basata soprattutto sull'analisi statistica di una grande quantità di dati, la classificazione delle fratture può essere superflua.

Il documento che si ottiene dall'annotazione è il "Campo totale delle lineazioni". Nella maggior parte dei casi il quadro offerto dal campo totale è così denso e ricco di elementi che l'analizzarlo senza un metodo logico e statistico porterebbe ad un numero quasi infinito di possibili combinazioni ed interpretazioni. L'informazione che noi vogliamo ottenere da un campo di fratture si riferisce principalmente a due serie di dati: la direzione e l'importanza relativa delle direttrici di fratturazione e la distribuzione della densità di fratturazione.

Per il primo scopo si prendono in considerazione le lunghezze e gli azimuth delle lineazioni per costruire dei diagrammi di distribuzione azimutale. I diagrammi vengono computati per unità di superficie, per unità stratigrafiche o strutturali, o per singole anomalie. Il computo di tali diagrammi può essere eseguito con vari metodi. Quello che è normalmente impiegato presso la Geomap si serve di uno strumento automatico, elettro-ottico, studiato e messo a punto dal Prof. E. Marchesini. Questo apparecchio produce un diagramma continuo della distribuzione azimutale delle lineazioni per qualunque porzione del campo totale che venga scelta. La curva del diagramma è equivalente ad un istogramma di 16 classi di azimuth, ciascuna con una ampiezza di  $11^{\circ}$  e  $15'$ , dove i valori assoluti sono stati ridotti a percentuali.

Quando sulla base dei diagrammi, le direttrici strutturali più significative siano state definite, queste possono essere separate cartograficamente, per permettere l'interpretazione più dettagliata ed anche per poter costruire delle carte di densità di ciascuna direttrice. La selezione dal campo totale di ciascuna direttrice può essere eseguita con il metodo del "Laser Scan", comunemente applicato in geofisica per selezionare le direttrici nei profili sismici, per ogni ampiezza di azimuth che sia considerata significativa.

L'altro tipo di elaborazione del campo totale prende in considerazione la distribuzione areale della densità delle lineazioni, senza tener conto dell'azimuth.

I documenti prodotti sono la carta di densità del campo totale delle lineazioni, come pure le carte di densità di qualunque direttrice selezionata. Il processo è eseguito con un metodo fotografico, anch'esso studiato e messo a punto dal Prof. E. Marchesini, partendo direttamente dal campo totale o dai campi selezionati. Il metodo fornisce una rappresentazione dei valori di densità per mezzo delle variazioni d'intensità di un opportuno retino fotografico. Delle curve possono poi essere tracciate, per separare i livelli, sulla base del codice fornito dal retino, o possono essere ottenute automaticamente con processo fotografico. Ciascun livello di densità è espresso in valori numerici, cioè da metri di lineazioni per kmq. di superficie.

Il valore di questa carta di densità, per l'interpretazione strutturale, può essere assai elevato se il procedimento di raccolta dei dati è uniforme su tutta l'area di studio. Dobbiamo riconoscere però che vari fattori possono dare una deformazione del quadro d'insieme, come la scala e la qualità delle fotografie e l'esperienza del fotointerprete. Il confronto fra aree di studio diverse, specialmente se le fotografie sono sostanzialmente diverse per scala e qualità, ed i fotointerpreti sono differenti, può essere fatto solo dopo aver apportato correzioni per mezzo di coefficienti convenientemente calcolati.

L'interpretazione dell'informazione fornita dalle fratture è condotta secondo i due tipi di analisi che abbiamo descritto. La distribuzione statistica delle frequenze relative per azimuth permette il riconoscimento di un numero limitato di direttrici significative. I nomi come "dominante", "secondaria", e "subordinata" sono dati sulla base delle frequenze relative statistiche e non hanno all'inizio nessuna implicazione di carattere strutturale.

Una prima analisi viene eseguita sulla base del diagramma relativo all'area totale, in confronto con la distribuzione delle lineazioni lunghe. Questo dà una prima definizione delle direttrici di carattere regionale. L'insieme dei diagrammi per aree più limitate, normalmente per aree di 15' o di 20' lat.long., fornisce un'informazione più dettagliata sulla distribuzione e sulla intensità locale di ciascuna direttrice. I diagrammi di distribuzione azimutale per unità stratigrafica ed i totali in sequenza cronologica permettono di stabilire certe relazioni tra unità di età o di litologia differente e particolari direttrici, e di determinare anche una loro possibile successione cronologica.

A questo punto, il confronto con i dati ottenuti dalla fotogeologia e dalla morfologia, e con l'informazione geologica regionale permette la definizione del tipo di deformazione collegato a ciascuna direttrice e delle relazioni tra le varie direttrici. E' importante a questo punto il confronto con la distribuzione azimutale delle direzioni di strato. E' possibile perciò stabilire quali sono le principali direttrici di piegamento e quali sono invece le direttrici con prevalente fratturazione trasversa o quelle collegate ad uno stile a blocchi di faglia. Dentro il quadro regionale così definito sarà possibile quindi definire i caratteri strutturali di anomalie locali messe in rilievo anche da altre serie di dati, e di eventuali strutture sepolte, delle quali solo poche indicazioni sono visibili in superficie, computando diagrammi individuali.

La carta di distribuzione della densità può essere considerata come un documento che rappresenta effetti di varia origine. Principalmente le proprietà meccaniche e l'età delle formazioni affioranti, il tipo e le dimensioni della struttura locale. Come regola generale le aree dove sono presenti deformazioni tensionali sono più ricche di fratture e lineazioni visibili che non quelle dove si abbia compressione gravitazionale, come per esempio le zone centrali delle sinclinali. Altri aspetti comunemente osservati sono i massimi assoluti di densità sui fianchi di strutture positive molto grandi ed in corrispondenza di ripidi gradienti delle anomalie di Bouguer.

In conclusione, come risultato di quest'analisi, importanti forme strutturali, sepolte sotto coperture di sedimenti relativamente recenti e povere di evidenza superficiale, possono essere messe in evidenza come anomalie di densità. Oltre a ciò la carta di densità del campo totale spesso mostra interessanti allineamenti di forme e di gradienti che possono confermare il valore di direttrici strutturali e localizzare aree con forte fratturazione a scala regionale. Come pure grandi zone di densità bassa possono corrispondere alle porzioni più profonde di un bacino dove è presente un più alto spessore di sedimenti.

Le carte di densità delle direttrici selezionate sono molto importanti per la localizzazione di elementi strutturali appartenenti ad una certa direttrice, riconosciuta nell'analisi precedente come collegata a piegamento o a deformazione per blocchi. Anche nella ricerca mineraria la carta di densità di una determinata direttrice, riconosciuta come mineralizzata,

permette la localizzazione di aree dove la fratturazione di questa direttrice è più intensa.

Dobbiamo tuttavia mettere in evidenza che essendo la densità di fratturazione influenzata da fattori superficiali o personali, le carte di densità devono essere considerate generalmente per forme relativamente grandi e con forti differenze. E' tuttavia possibile preparare carte di correzione per gli effetti superficiali o correggere direttamente la carta stessa sulla base di coefficienti appropriatamente calcolati.

## APPENDICE 2

### DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Come già accennato nell'introduzione, il lavoro di campagna è stato orientato non solo al controllo della fotointerpretazione, ma anche alla misurazione ed allo studio più approfondito dei litotipi costituenti la serie calcareo-mesozoica, nonché al riconoscimento di facies diverse non solo nell'ambito delle stesse formazioni ma anche nelle due zone di affioramento quello orientale (Montagna dei Fiori) e quello occidentale (Monti Sibillini).

Mentre nella parte orientale è stato possibile eseguire la misurazione dell'intera serie calcareo-mesozoica che dal calcare massiccio giunge alla scaglia rosa, in quella orientale, per la presenza sia di un denso reticolo di faglie, sia di una potente coltre detritica, non è stato possibile reperire esposizioni continue ed atte ad una buona misurazione e campionatura di tutti i litotipi che compongono la serie.

In questa parte occidentale quindi si è cercato, dove possibile, di misurare e di evidenziare eventuali variazioni litologiche di quelle formazioni che affiorano in luoghi diversi ed a volte anche esternamente al perimetro di studio.

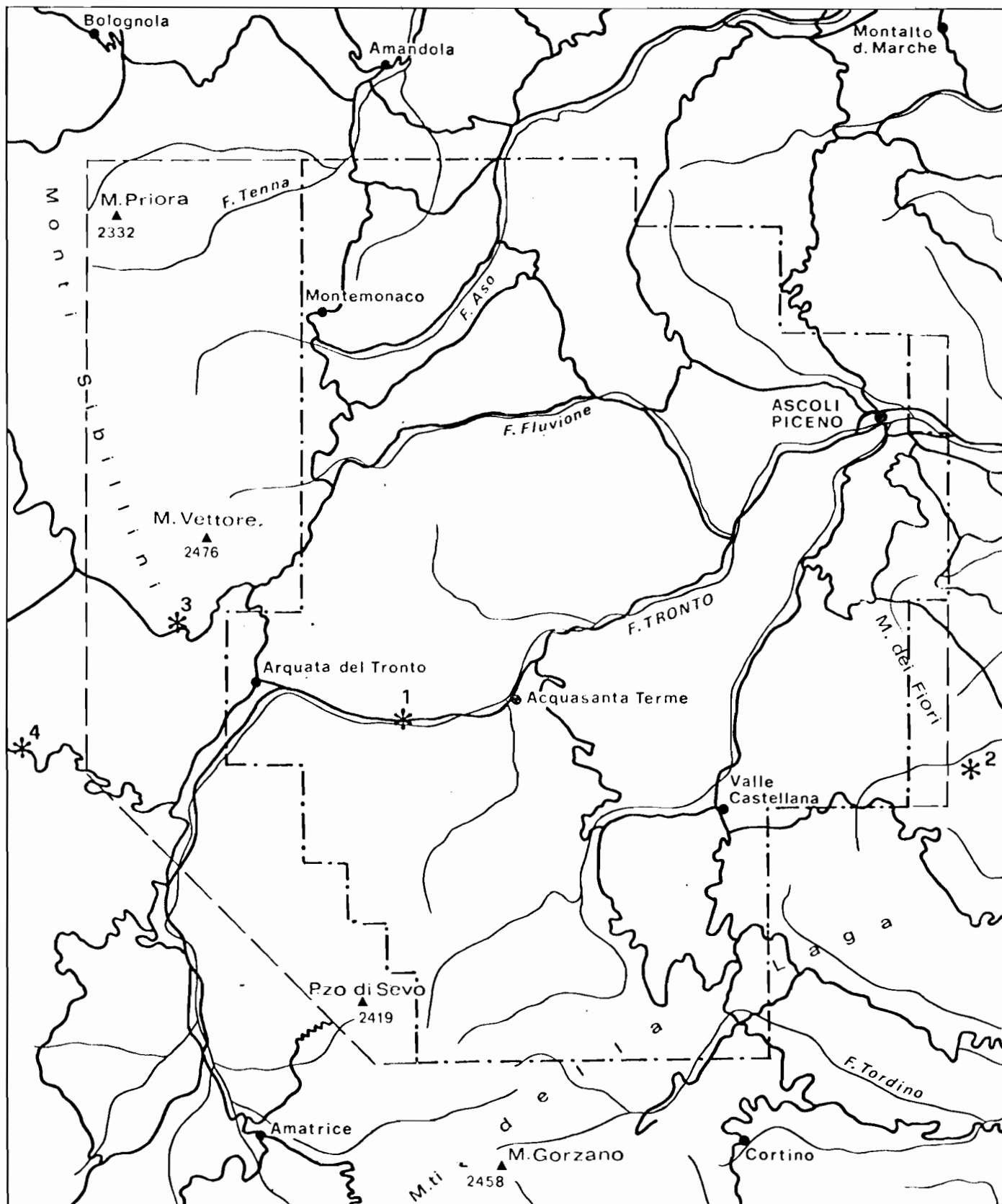
L'intervallo misurato è risultato quello compreso tra la parte superiore del calcare massiccio e la parte medio-superiore della maiolica.

Unitamente alla stratigrafia del mesozoico è stata inserita anche una stratigrafia, da noi eseguita nel 1965, riguardante il complesso flyschioide miocenico. I complessivi 4.719 metri di serie misurata, con la Jacob staff e la bussola, sono stati dettagliatamente descritti e rappresentati graficamente nelle quattro sezioni stratigrafiche delle tavole 26, 27, 28 e 29.

Nelle sopraelencate tavole il tracciato delle serie è riportato su di uno stralcio di carta topografica a scala variante tra 1:25.000 e 1:100.000; l'ubicazione regionale è stata indicata sulla cartina schematica a scala 1:200.000 di Fig. 1.

La documentazione fotografica infine, eseguita durante questa fase di lavoro, è raggruppata nelle pagine

UBICAZIONE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE  
LOCATION OF STRATIGRAPHIC SECTION



Scala 1:200000

che seguono le descrizioni delle singole sezioni.

Sezione n. 1 : "Acquasanta" - Tav. 26

La misurazione effettuata, prevalentemente lungo la via Salaria, inizia nel torrente Tronto all'uscita dell'abitato di Acquasanta Terme e termina all'inizio dell'abitato di Trisungo.

Quantunque non sia ben visibile il passaggio tra Schlier e Flysch della Laga, coperto in parte da un muro di sostegno e dall'abitato di Quintodecimo (foto n. 1), l'esposizione dell'intera serie è buona per tutta la potenza complessiva che è di 2.105 metri.

La parte inferiore della serie, 197 m., è interessata da calcari micritici e scheletrici di color crema, potenti circa 40-80 cm., intercalati da un calcare marnoso molto fratturato ricco di fossili in banchi potenti circa 30-50 m. facenti parte della porzione superiore dello Schlier.

Al di sopra la Cerrogna è composta da banchi di circa 20 cm. di marna calcarea alternata a calcari detritici in banchi di circa 10-15 cm.; lo spessore totale di circa 120 m. è in parte coperto. Le sovrastanti marne a Petropodi non sono misurabili in quanto, in parte coperte dalle abitazioni di Quintodecimo e in parte erose dal Rio Novale.

I sovrastanti 1.765 m. sono composti da ritmiche e monotone sequenze turbiditiche di arenarie grige, siltiti marnose ed argille le quali presentano caratteri turbiditici molto spiccati; sporadicamente sono presenti livelli di marne calcaree e calcareniti.

Tutta la successione, partendo da Acquasanta Terme, si mostra con assetto molto regolare in quanto l'immersione verso ovest rimane quasi sempre compresa tra un minimo di 10°-15° gradi ed un massimo di 30°-35° gradi. Disturbi tettonici di un certo rilievo, ma ben controllabili, sono presenti solamente nella zona di Favallone.

Sezione n. 2:- "Castelmanfrino" - Tav. 27

Lo sbancamento eseguito dalla strada che da Guazzano conduce a Macchia da Sole passando a mezza costa della Montagna di Campli e correndo parallela al torrente Solinello, ha messo bene in evidenza tutta la serie dei terreni calcareo-mesozoici compresi tra il calcare massiccio e la scaglia rosata per uno spessore complessivo di 1.627 m.

Partendo dalla grande faglia posta ad occidente della Montagna dei Fiori, la quale mette a diretto contatto lo Schlier con il calcare massiccio o "formazione di Castelmanfrino", è possibile misurare uno spessore di circa 342 m. di questa formazione (Foto 2). Trattasi di dolomia all'inizio, e poi di calcare dolomitico e scheletrico con stratificazione massiccia e potente verso la base, più netta e sottile verso la parte alta. Al di sopra di una zona coperta di circa 36 m. riappare un calcare dolomitico che per le caratteristiche litologiche potrebbe essere inserito nella formazione della corniola ma che da noi, a causa della non ben distinta stratificazione, è stato inserito nella sottostante formazione del calcare massiccio.

Il passaggio quindi ai 250 m., parzialmente coperti per un 40% da detriti, di corniola è graduale. Questa (foto 3) è rappresentata da un calcare nocciola a frattura concoide, ben stratificato in banchi di 10-40 cm. alternato a calcari rosa e verdi oliva sottilmente stratificati, a livelli calcarenitici e verso la sommità a calcari nodulari in cui sono inglobati livelli e lenti di selce.

Il passaggio al sovrastante gruppo di formazioni marnoso-calcareo-diasprine è mascherato da una potente coltre detritica che certamente maschera un accidente tettonico. Le successive formazioni marnoso-calcaree, nella parte inferiore Rosso Ammonitico (foto 4) e calcari a Posidonia separate da un pacco di calcare detritico (foto 5) da quelle prevalentemente calcareo-silicee (foto 6 e 7) nella parte superiore, non sono state suddivise tra loro sia a causa dei graduali passaggi tra le varie formazioni, sia per la presenza di zone di coperto o di semi-coperto.

Non molto netto anche il passaggio ai sovrastanti 324 m. di maiolica (foto 8) che è ben caratterizzata dalla pasta dal colore e dalla stratificazione.

Netto invece è il passaggio ai sovrastanti 50 m. delle Marne a Fucoidi (foto 9) le quali, forse per la loro alta componente marnoso-argillosa, sono in parte coperte proprio in prossimità del passaggio con la sovrastante scaglia rosata di cui sono stati misurati 200 m. di scaglia prevalentemente bianca (foto 10) e 160 m. di quella prevalentemente rosa (foto 11).

L'esposizione, che come già detto è interessata da alcune faglie controllabili, nel rigetto, per la quasi totalità, ha un'immersione generale verso ovest con inclinazioni quasi costanti e varianti tra un massimo di 40° gradi ed un minimo di 15° gradi.

### Sezione n. 3: "Forca di Presto" - Tav. 28

E' stata misurata sul versante sud orientale del monte Vettoreto lungo la strada che conduce da Pretore a Piano Grande in prossimità di valico di Forche di Presto e copre quasi per intero lo spessore della



maiolica, che in questa zona raggiunge una potenza di circa 260 m.

Litologicamente si presenta simile a quella precedentemente misurata nella Montagna dei Fiori anche se sono presenti una maggior quantità di livelli di selce concentrati specialmente nella parte centrale della formazione; la stratificazione è più sottile sia nella parte superiore che in quella inferiore. Gli ultimi metri della formazione sono disturbati da una grossa faglia che non permette di evidenziare il passaggio alla sovrastante formazione.

In basso invece il passaggio ai sottostanti scisti ad Aptici (m. 75) è ben marcato dalla presenza in questi ultimi sia di livelli argilloscistosi sia di lenti e livelli di selce intercalati ai più sottili livelli calcareo-marnosi.

L'assetto degli strati è abbastanza regolare e presenta un'immersione intorno ai 35° gradi con inclinazione verso SSO.

#### Sezione n. 4: "Monte Cappelletta" - Tav. 29

E' stata misurata al di fuori del perimetro di studio, sul fianco occidentale del Monte Cappelletta lungo la strada che da Norcia conduce a Piano Grande ed esprime prevalentemente la potenza totale della Corniola nella zona dei Monti Sibillini.

Il passaggio tra calcare massiccio (foto 12), misurato per circa 60 m. e la sovrastante corniola (foto 13) è assai netto e ben marcato. La corniola molto ben esposta è con una facies simile a quella della Montagna dei Fiori ha una potenza di circa 438 m. Il passaggio alle sovrastanti formazioni del Rosso Ammonitico circa 30 m. e degli scisti ad Aptici, circa 90 m., è mascherato non solo da una zona di detrito ma anche da un'abbondante coltre di suolo vegetale che solo saltuariamente mette in evidenza i livelli più duri e più calcarei delle due ultime menzionate formazioni.

L'assetto degli strati in genere molto regolare, immersione verso N-NO con inclinazione di circa 30°-40° gradi, è disturbato da una grossa frattura, passante a SO della casa cantoniera, la quale forse ha falsato in eccesso (qualche diecina di metri) la misurazione della corniola, e da altre fratture di piccola entità presenti nella parte iniziale della serie.



Foto n. 1 - Sezione Acquasanta 1. Zona di contatto tra Schlier e Flysch della Laga presso Quintodecimo; parzialmente coperti dalla muraglia gli strati con Cerrognna.

*Photo n.1 - Section 1 "Acquasanta". Stratigraphic contact belt, between Schlier and Flysch della Laga Fm., near Quintodecimo; the Cerrognna beds partly covered by wall.*



Foto n.2 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Calcare massiccio.

*Photo 2 - Section 2 "Castelmanfrino". Calcare massiccio Fm.*



Foto n. 3 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Caratteristica stratificazione della Corniola.

*Photo n.3 - Section 2 "Castelmanfrino". Typical bedding of Cerrogna Fm.*



Foto n. 4 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Livelli calcareo-marnosi nodulari, verdastri, intercalati a livelli di argilloscisti. Rosso Ammonitico-Calcarei a Posidonia.

*Photo n.4 - Section 2 "Castelmanfrino". Pink, green-gray nodular, marlstone levels, intercalated with shale. Rosso Ammonitico-Calcarei a Posidonia Fm.*



Foto n. 5 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Bancate di micro breccie calcaree; Calcare detritico.

*Photo n.5 - Section 2 "Castelmanfrino". Calcareous microbreccia levels. Calcare detritico Fm.*



Foto n. 6 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Scisti ad Aptici. Particolare della parte inferiore più calcarea (Calcari ad Aptici).

*Photo n.6 - Section 2 "Castelmanfrino". Scisti ad Aptici Fm.; detail of lower part more calcareous (Calcari ad Aptici).*



Foto n.7 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Scisti ad Aptici.  
Particolare della parte mediana più silicea  
(Calcari Diasprini).

*Photo n.7- Section 2 "Castelmanfrino". Scisti ad Aptici  
Fm.; detail of middle part more siliceous  
(Calcari Diasprini).*



Foto n. 8 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Maiolica  
*Photo n.8 - Section 2 "Castelmanfrino". Maiolica Fm.*

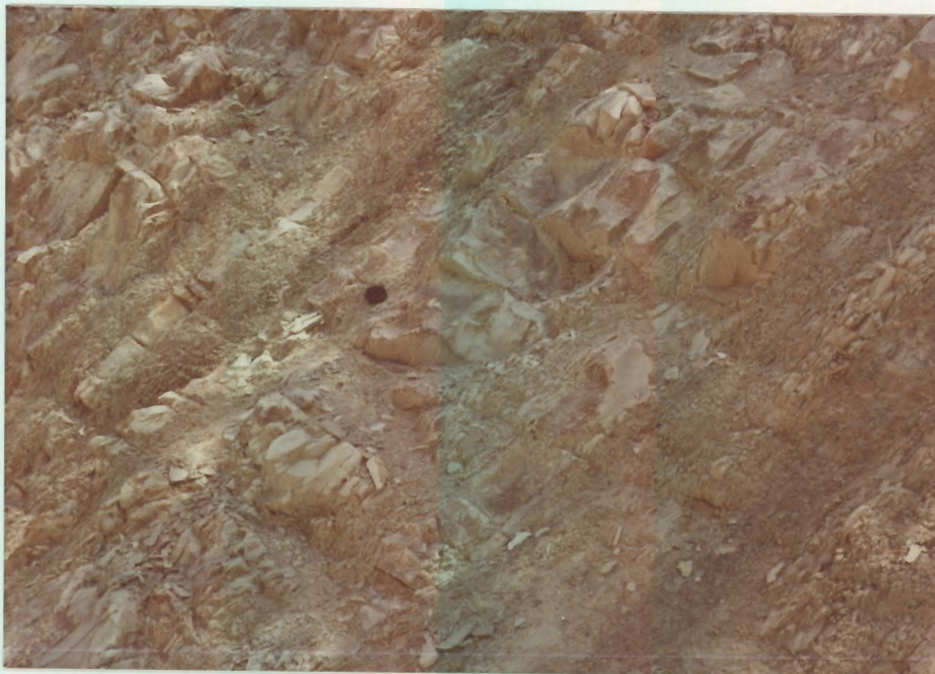


Foto n. 9 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Marne a Fucoidi.  
*Photo n.9 - Section 2 "Castelmanfrino". Marne a Fucoidi Fm.*



Foto n. 10 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Scaglia Rosata;  
parte inferiore bianca.  
*Photo n.10 - Section 2 "Castelmanfrino". Scaglia Rosata  
fm.; lower white portion.*



Foto n. 11 - Sezione 2 "Castelmanfrino". Scaglia Rosata;  
parte mediana rosa.

*Photo n.11 - Section 2 "Castelmanfrino". Scaglia Rosata  
Fm.; middle, pink portion.*



Foto n. 12 - Sezione 4 "Monte Cappelletta". Calcarea  
massiccio.

*Photo n.12 - Section 4 "Monte Cappelletta". Calcarea  
massiccio Fm.*



Foto n. 13 - Sezione 4 "Monte Cappelletta". Particolare del contatto tra calcare massiccio e corniola.  
*Photo n.13 - Section 4 "Monte Cappelletta". Stratigraphic contact between Calcarea Massiccio and Corniola Fm.*



Foto n. 14 - Ascoli Piceno. Ribaltamento della parte inferiore del Flysch della Laga in prossimità del contatto con lo Schlier.  
*Photo n.14 - Ascoli Piceno. Overturning of lower portion of "Flysch della Laga Fm." near contact with "Schlier Fm."*