



RELAZIONE TECNICA  
SUL PERMESSO DI RICERCA  
*" MONTE SPIGNO "*



## INDICE

	Pagina
1. INTRODUZIONE	1
2. SOMMARIO	2
3. RAPPORTO DEI LAVORI ADDITIONAL SVOLTI DURANTE IL PERIODO DI ESTENSIONE DEI LAVORI:	3
A) Profili Gravimetrici	3
B) Campionatura Geologica di Superficie	9



## 1. INTRODUZIONE

A seguito del completamento della fase del programma di lavoro geologico e geofisico sul permesso di ricerca "Monte Spigno", il Gruppo ha ritenuto che dati addizionali fossero necessari per confermare e migliorare la riconosciuta potenzialità del Permesso, prima di impegnarsi alla perforazione di un pozzo esplorativo.

Una istanza per estendere l'obbligo di perforazione è stata sottoposta, in data 27 marzo 1992, ed una estensione, sino al 20 marzo 1993, è stata accordata in data 28 maggio 1992.

I lavori addizionali previsti per il detto periodo consistevano nello studio di fattibilità per la conferma della integrità strutturale del prospetto mappato usando:

- a) Profili Gravimetrici
- b) Campionatura geologica di superficie

Un ulteriore studio è stato fatto per cercare di incrementare la potenzialità del Permesso, cercando di mappare possibili obiettivi reefoidali poco profondi nella sezione del Giurassico superiore.

Questi studi non hanno generato alcun aumento della superficie delle strutture mappate o che abbiano provato potenziali obiettivi reefoidali e, conseguentemente, il Gruppo ha deciso di rinunciare al permesso di ricerca "Monte Spigno".



## **2. SOMMARIO DELL'ATTIVITA' SVOLTA PRECEDENTEMENTE**

Due obbiettivi carbonatici (Triassico - Permiano) furono identificati durante la fase iniziale del lavoro. La roccia madre è nei sedimenti Triassici, con migrazione dall'adiacente avanfossa. L'obbiettivo primario era per l'olio intrappolato in blocchi fagliati e roteati con copertura di evaporiti Triassiche

Le mappe strutturali (TWT) all'anidrite dell'intra-Triassico ed alla disconformità del Permiano superiore mostrarono che due piccole chiusure indipendenti erano presenti nel Permesso ad entrambi gli orizzonti. Questi obbiettivi, disposti in direzione NO-SE erano, con chiusura a nord, controllata da faglie, e con pendenza in tutte le altre direzioni.

L'assenza di una maglia sismica, dovuta alle difficoltà di accesso nella parte nord occidentale, ha limitato la definizione laterale dei prospetti e pertanto un incremento potenziale dell'area di chiusura doveva essere desunta dai dati geologici di superficie o da elaborazioni dei profili gravimetrici.



### **3. RAPPORTO SUI LAVORI ADDIZIONALI SVOLTI DURANTE IL PERIODO DI ESTENSIONE**

Il principale obiettivo del programma dei lavori addizionali svolti durante il periodo di estensione era la convalida della integrità strutturale del blocco fagliato "Coppa Ferrata" alla disconformità del Permiano superiore (obiettivo primario) e le anidrite del intra-Triassico (obiettivo secondario), come mappato nella fase iniziale. La copertura sismica esistente era insufficiente, nella parte nord occidentale del Permesso, per confermare la chiusura estrapolata in questa direzione. Ulteriore acquisizione di dati sismici non erano possibili a causa di restrizioni negli accessi dovuta alle condizioni del terreno. Conseguentemente, sono state cercate tecniche alternative di esplorazione, per confermare il richiesto controllo strutturale in profondità.

#### **A) Profili Gravimetrici**

Le chiusure strutturali agli orizzonti prospettivi nella parte nord occidentale del Permesso dipendevano dal rigetto previsto, lungo la faglia "Sannicandro", che ha un rigetto stimato in superficie di circa 250 m.

#### **Teoria**

Il contrasto di densità attraverso le faglie dà una anomalia misurabile che può essere calibrata in maniera da indicare il rigetto reale della faglia in superficie.

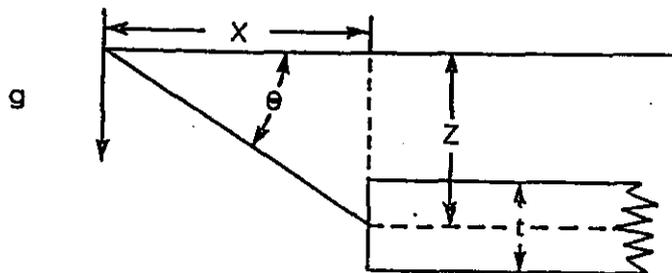
#### **Faglia Verticale**

Gli effetti di gravità di una sezione semi-infinita orizzontale di determinato



spessore (il cui margine corrisponde ad una faglia verticale) può essere espresso molto semplicemente nell'assunto che il materiale sia stato condensato in un sottile foglio sulla massa. L'approssimazione è anche valida nel caso in cui le masse siano di spessore considerevole (vedi Nettleton).

# THE VERTICAL FAULT



Gravity

$$g = 2\gamma\sigma t\theta$$

$$= 2\gamma\sigma t \left( \frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \frac{x}{z} \right)^*$$

$$= K f \left( \frac{x}{z} \right)$$

Where  $f \left( \frac{x}{z} \right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \frac{x}{z}$ ,

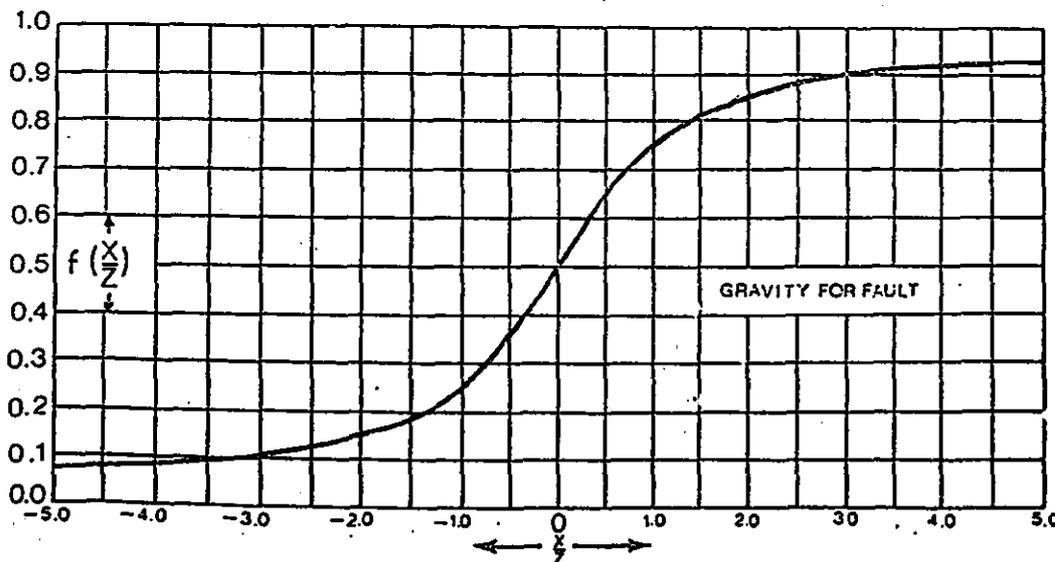
Which is plotted as the Curve 6 below and  $K = 12.77 \sigma$

\* After Nettleton

Where  $\sigma$  = Density Contrast

$\gamma$  = Gravitational Constant

## GRAVITY CALCULATOINS



"Master Curve" for calculating gravitational effect of a fault.



I dati necessari per calibrare e verificare i risultati di profili gravimetrici erano disponibili nel Permesso:

- (a) Il pozzo Gargano 1 e 1D (1982 e 1984) raggiunse una profondità totale di 4853 m e furono registrati i carotaggi elettrici di densità e "sonic".
- (b) Sezioni sismiche (Fig. 1) sono state acquisite attraverso la faglia "Coppa Ferrata" che ha un rigetto superficiale comparabile a quella di "Sannicandro". La linea MC-9001 (Fig. 2) (NE-SO) è ubicata a circa 350 m ad ovest del pozzo Gargano. Una buona correlazione tra i riflettori sismici ed la sequenza geologica è stata ottenuta usando VSP e "synthetic logs". L'interpretazione della linea mostra l'esistenza di circa 1000 m di rigetto nella faglia "Coppa Ferrata" al livello della disconformità del Permiano. E' stata prodotta una sezione geologica su detta linea in profondità, costruita con tutti gli eventi interpretati ed usando misure di densità derivate dal pozzo Gargano ed è stato ottenuto un profilo gravimetrico per comparare e calibrare la sezione sismica.

Era stato previsto che il rigetto sulla faglia "Sannicandro" poteva essere definito soltanto dai profili gravimetrici che dovevano essere correlati con sezioni calibrate alle esistenti linee sismiche.

La società Ark Geophysical Ltd., specializzata in metodi esplorativi gravimetrici e magnetici, è stata incaricata di studiare un modello gravimetrico sul Permesso. Il programma proposto (Fig. 1) consisteva di quattro sezioni. Due con orientamento NO-SE lungo le esistenti sezioni sismiche che dovevano essere utilizzate per la calibrazione. Le rimanenti sezioni dovevano essere perpendicolari alla faglia "Sannicandro".

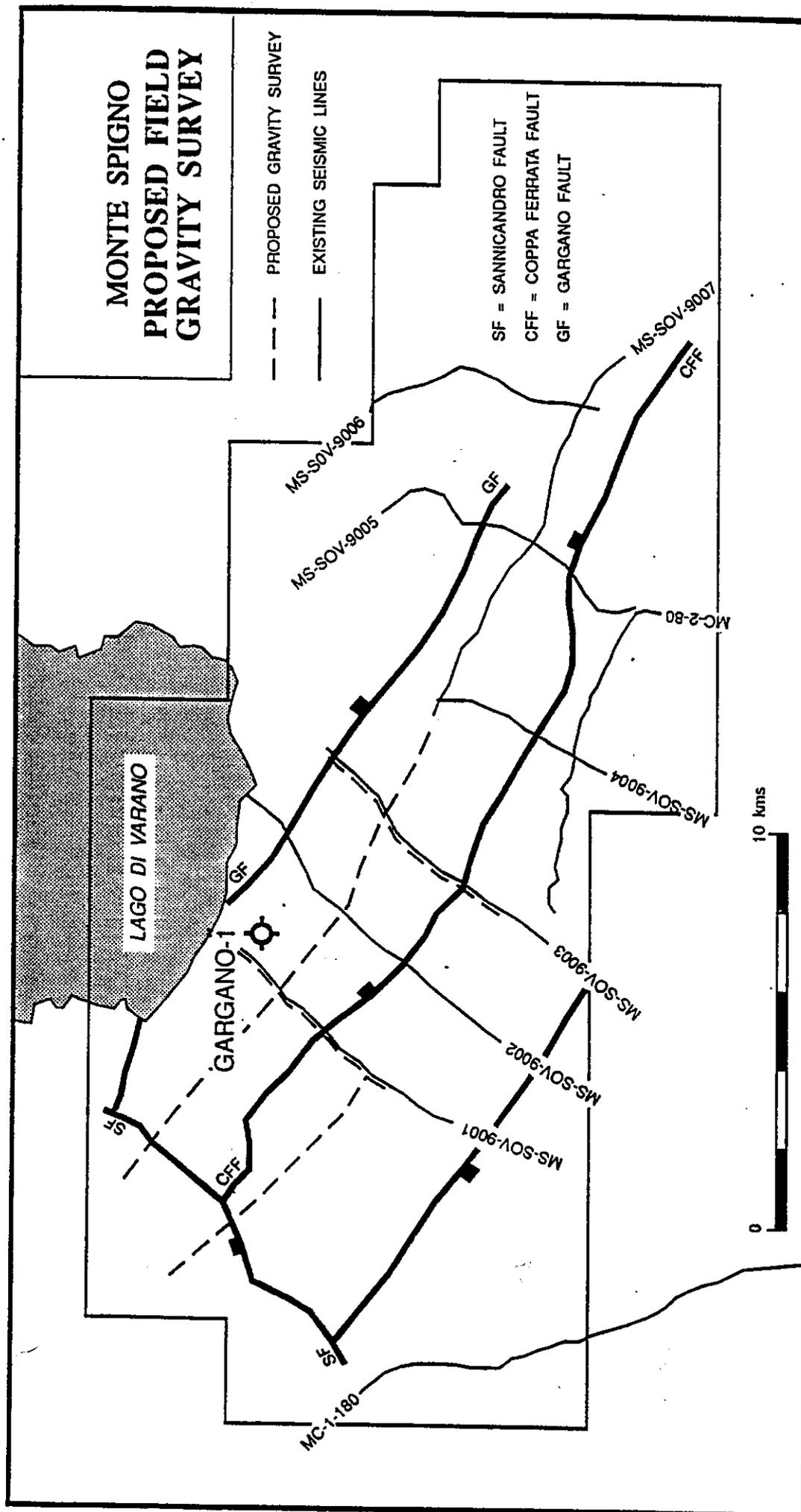
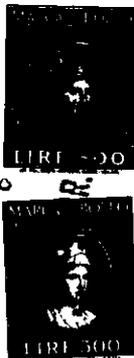


FIGURE 1



MS-SOV-9001

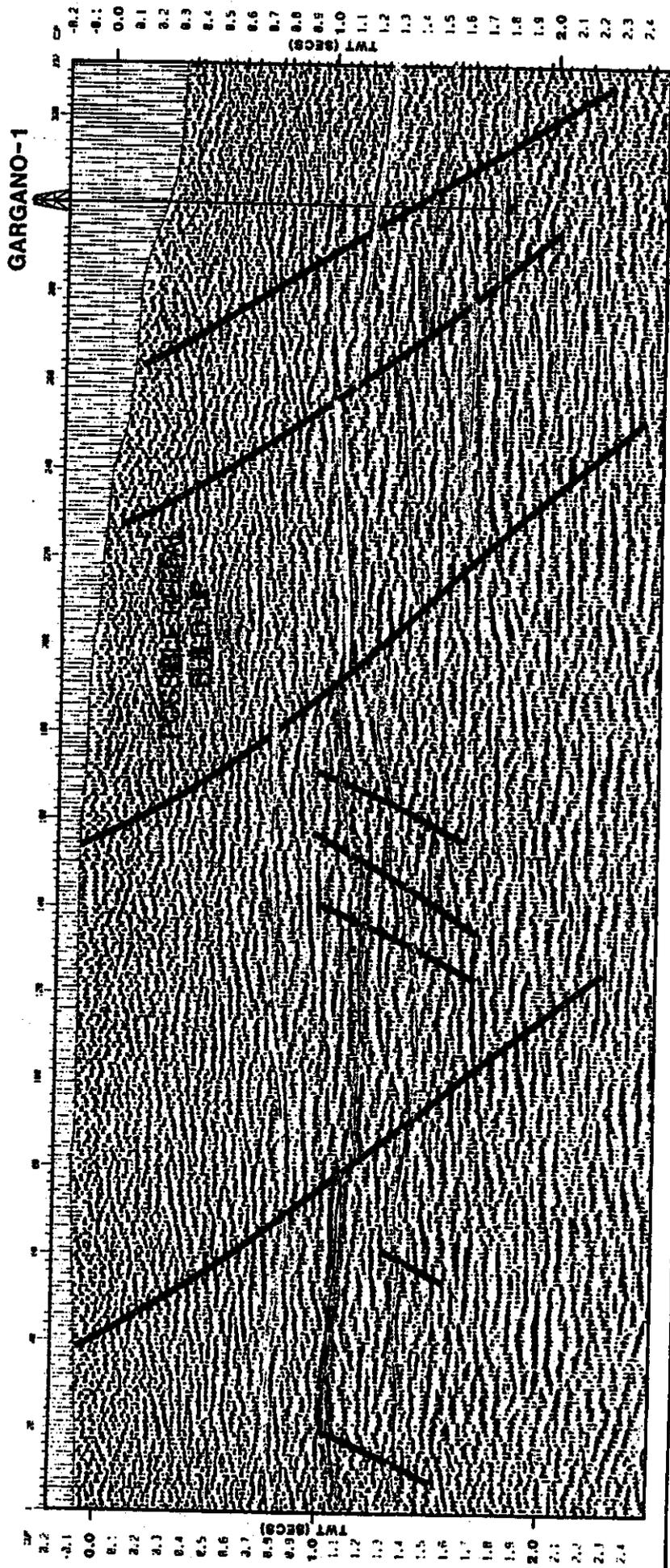


FIGURE 2





# SIMPLIFIED SCALE DRAWING OF LITHOLOGY DENSITY AND INTERVAL VELOCITY AT GARGANO-1D

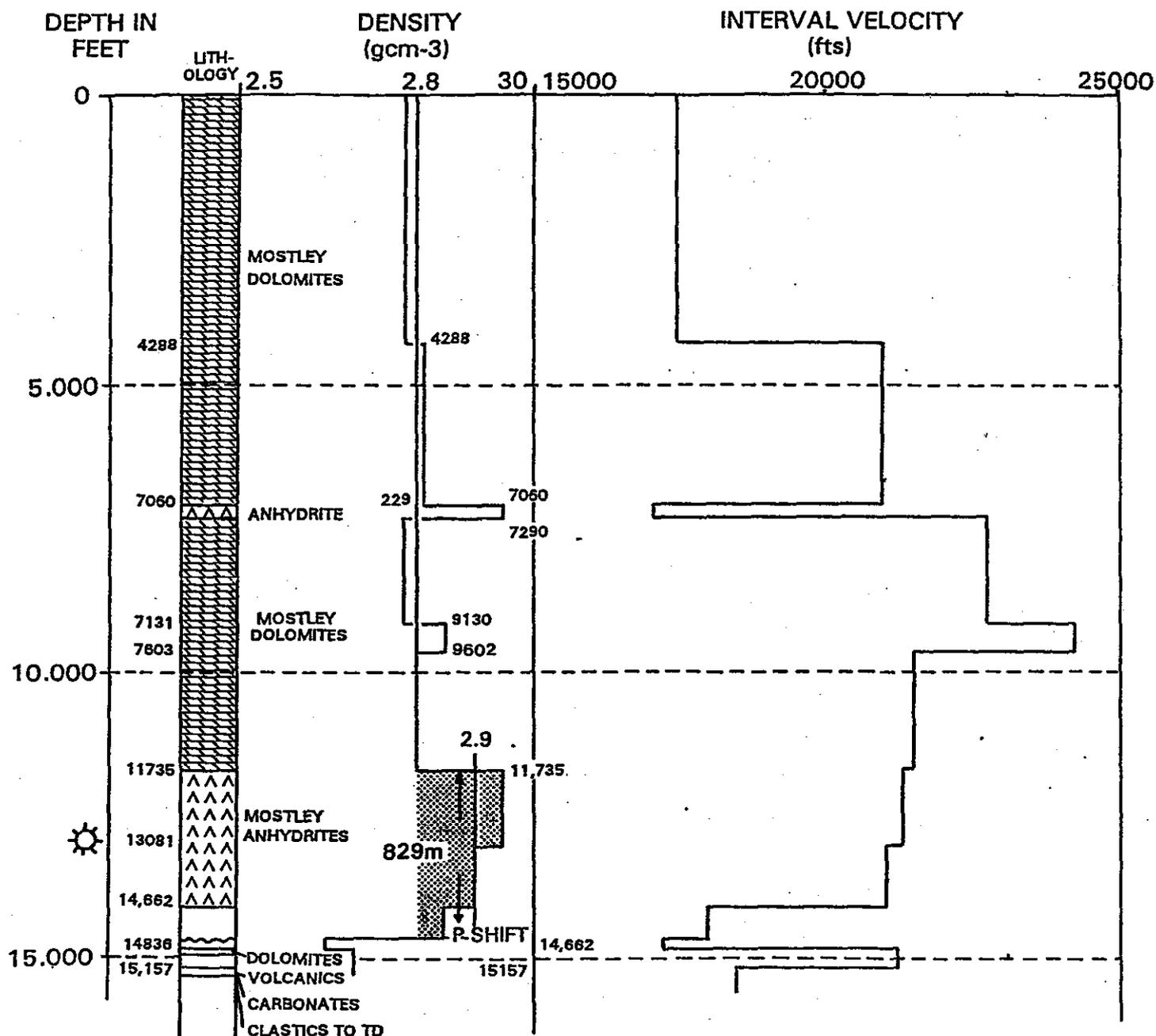


FIGURE 3



Il modello di studio è stato disegnato per determinare:

- (a) L'espressione teorica gravimetrica della faglia sul Permesso è di accertare o meno se il profilo gravimetrico poteva riconoscere le faglie e misurare il loro rigetto.
- (b) L'ottimizzazione dei parametri di registrazione e la lunghezza dei profili gravimetrici richiesti per ottenere risultati accettabili.

Il pozzo Gargano 1 mostra che la densità è abbastanza uniforme. Dalla superficie sino a 3577 m la sequenza è prevalentemente costituita da dolomiti con densità costante registrata di 2.8 g/cc. Un livello di anidriti (70 m) è stato perforato a 2152 m ma questo non influenzava il profilo gravimetrico. Immediatamente sotto la principale sequenza di dolomiti vi è uno spessore di circa 892 m di anidriti con una densità registrata di 2.9 g/cc che è seguito da una sequenza di vulcaniti, carbonati e clastici sino alla profondità totale con una densità registrata di 2.7 g/cc. Non vi sono informazioni disponibili per la profondità o densità del basamento cosicché ulteriore investigazione è limitata. Comunque, la mappa delle anomalie regionali magnetiche mostra una lunga ampiezza d'onda che indica un basamento profondo.

### **Modelli**

Il modello di partenza (Fig. 4) è un semplice caso di tre strati, usando la densità e la profondità nella parte ribassata della faglia preso direttamente dal pozzo Gargano 1. Sotto le anidriti è stata utilizzata una media densità di 2.8 g/cc, in quanto una densità più bassa tenderebbe ad eliminare gli effetti dello spostamento della faglia all'intervallo anidritico principale a più alta densità, che ridurrebbe l'effetto gravimetrico. Il modello prevede una faglia di 45° con un

200m fault, Main anhydrite only

Field Strength: 49016      Inclination: 69.1      Declination: -4.9      Flight height: 0      Profile azimuth: 0

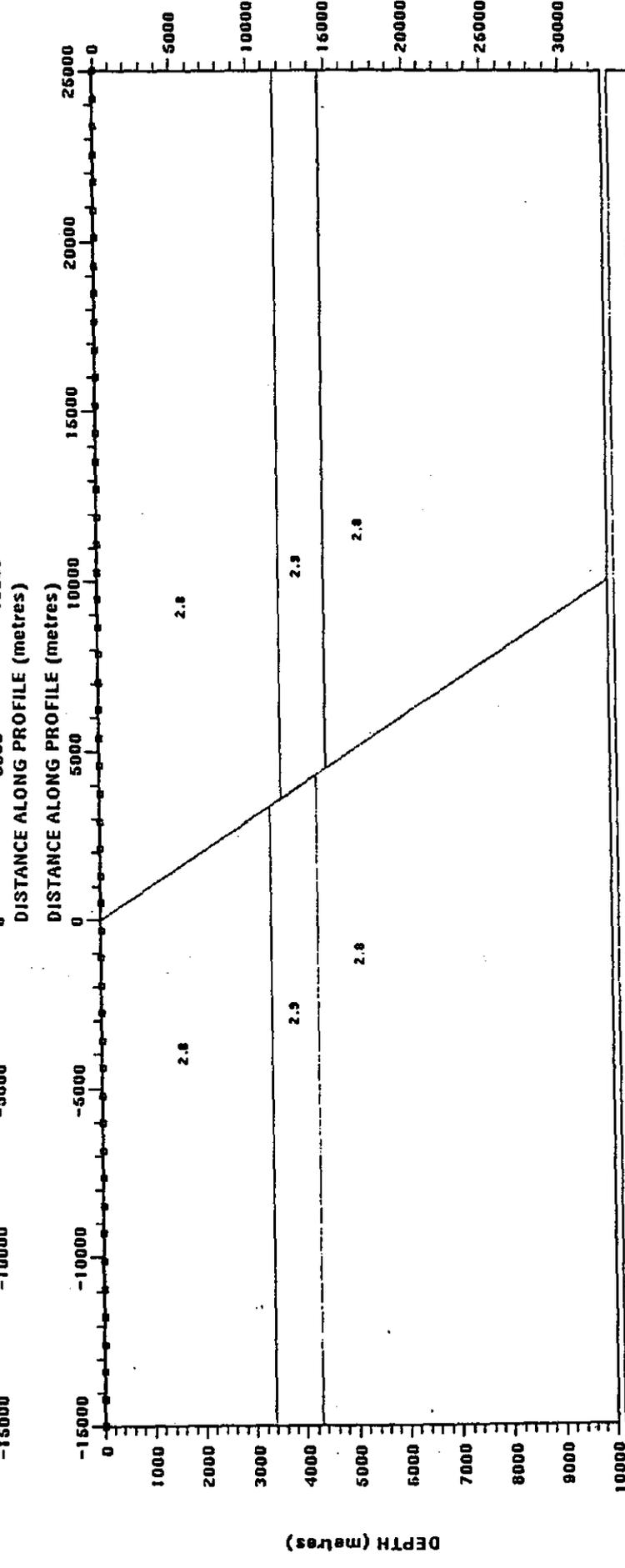
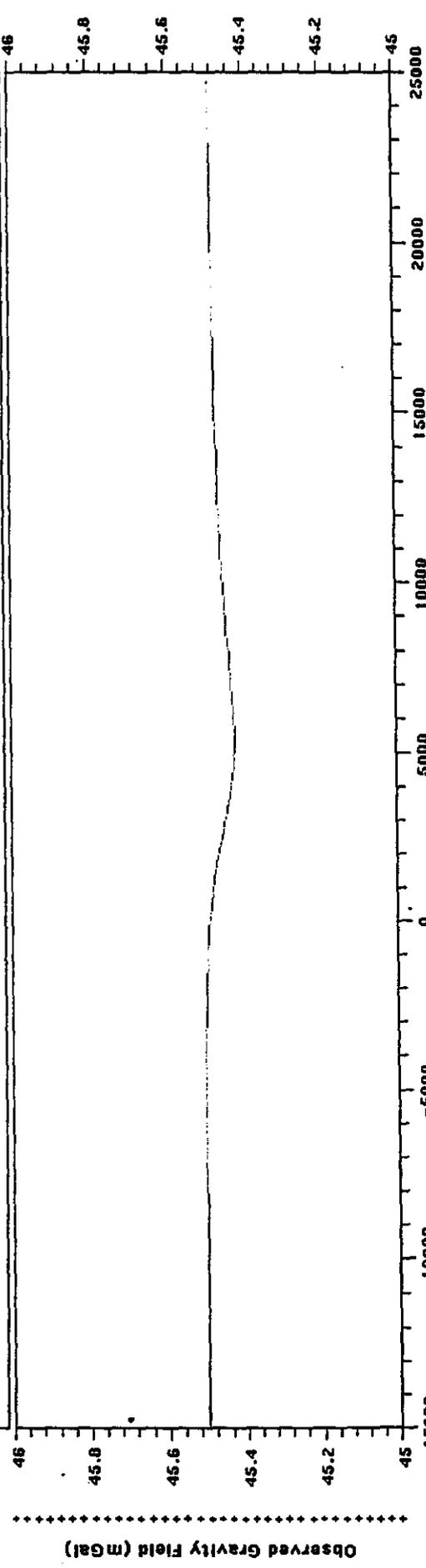


Figure 4





rigetto di 200 m, con un modello gravimetrico da -15 Km a +25 Km. (L'origine delle coordinate orizzontali è in un punto dove la faglia incontra la superficie ed ha una distanza positiva dal lato del rigetto.) I risultati di questo modello danno una piccola espressione gravimetrica di 0.06 m GAL picco a picco.

Nel secondo modello (Fig. 5) il rigetto della faglia è stato aumentato a 1000 m, rimanendo inalterati tutti gli altri parametri. I risultati mostrano un incremento dell'espressione gravimetrica a solo 0.58 m GAL.

Entrambi i modelli mostrano gli effetti solo dello strato anidritico principale ed è più che ragionevole pensare che la faglia potrebbe estendersi al basamento e che lo spostamento a questo livello giunto ad un contrasto di larga densità potrebbe dare adito ad un aumentata anomalia gravimetrica.

E' stato preparato un modello basato su questo scenario con una densità del basamento relativamente alta di 2.9 g/cc ed una bassa profondità del basamento (Fig. 6). L'anomalia in questo caso è incrementata a 3.6 m GAL, ma la forma dell'anomalia diventa quasi una rampa, a causa degli effetti del più spesso basamento dal lato del rigetto verso l'alto della faglia. Questo porta ad una anomalia più grande, che è più difficile da riconoscere in presenza di un gradiente regionale.

Il modello 4 (Fig. 7) è essenzialmente simile al modello 3 eccetto che il contrasto di densità nello strato fra le anidriti ed il basamento è stato ridotto a 2.7 g/cc come nei "logs" dei pozzi e per aumentare il contrasto con il previsto basamento.

In questo caso il riconoscimento della anomalia diminuisce sino a darle, da picco a picco, un amplitudine di 3.2 m GAL ed ingrandendo l'anomalia. Questo era dovuto alla densità più bassa nello strato sub-anidritico che riduceva gli effetti



1000m fault, Main Anhydrite only

Field Strength: 49016    Inclination: 69.1    Declination: -4.9    Flight height: 0    Profile azimuth: 0

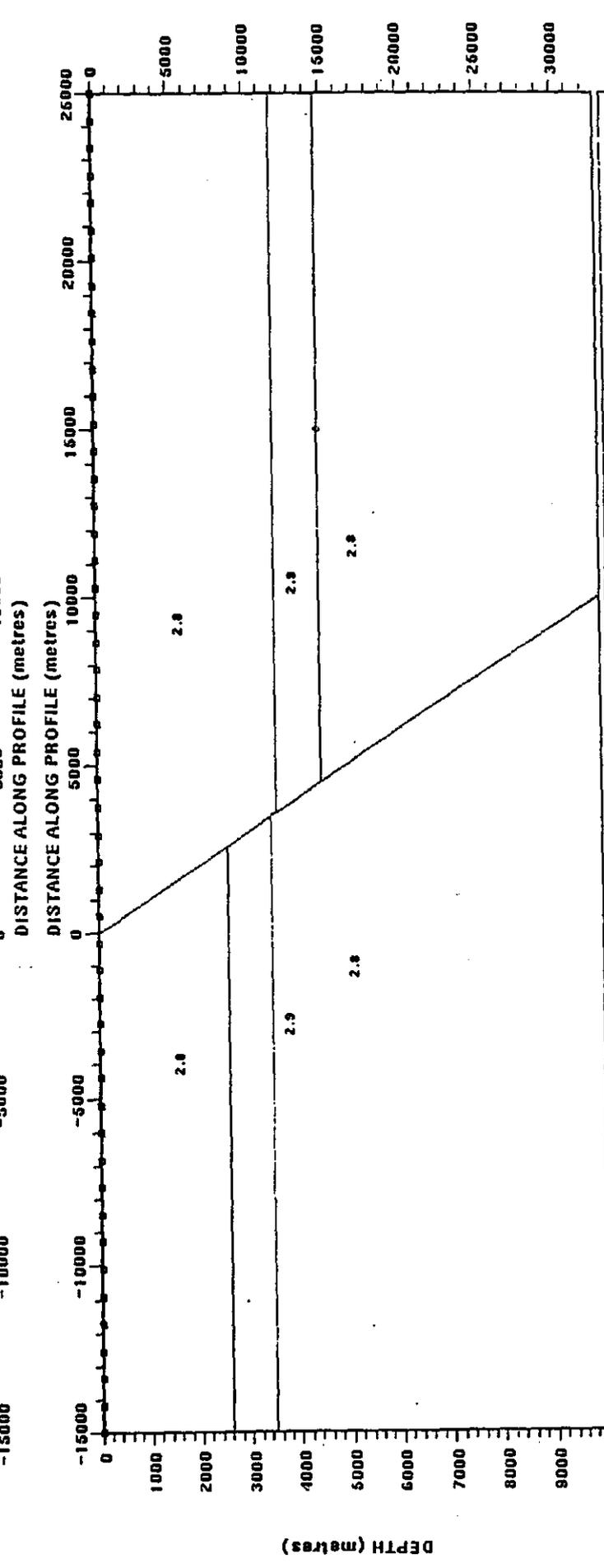
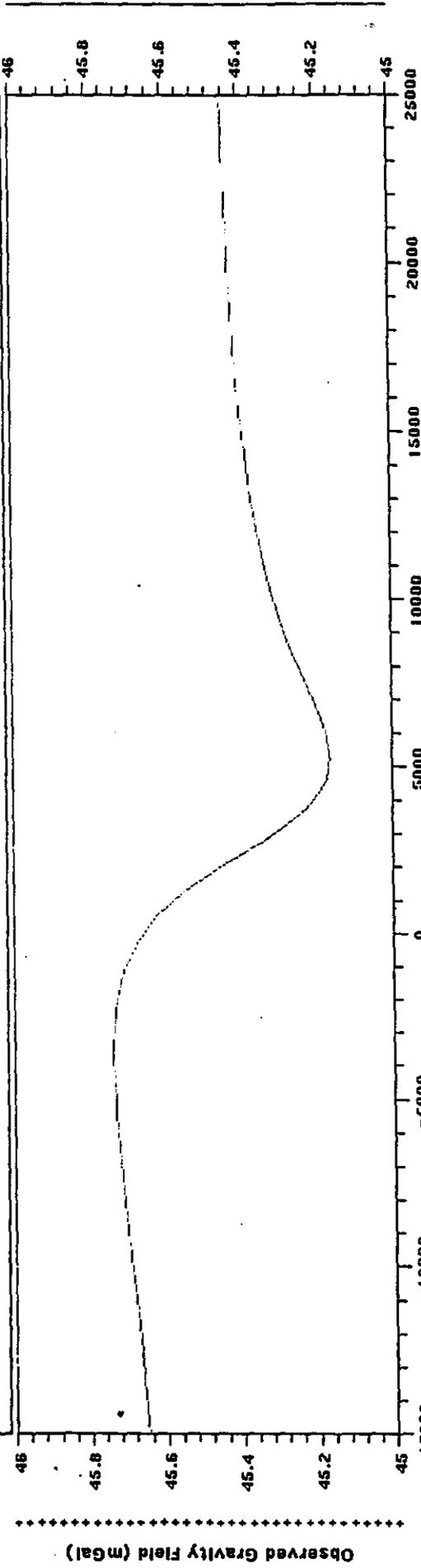
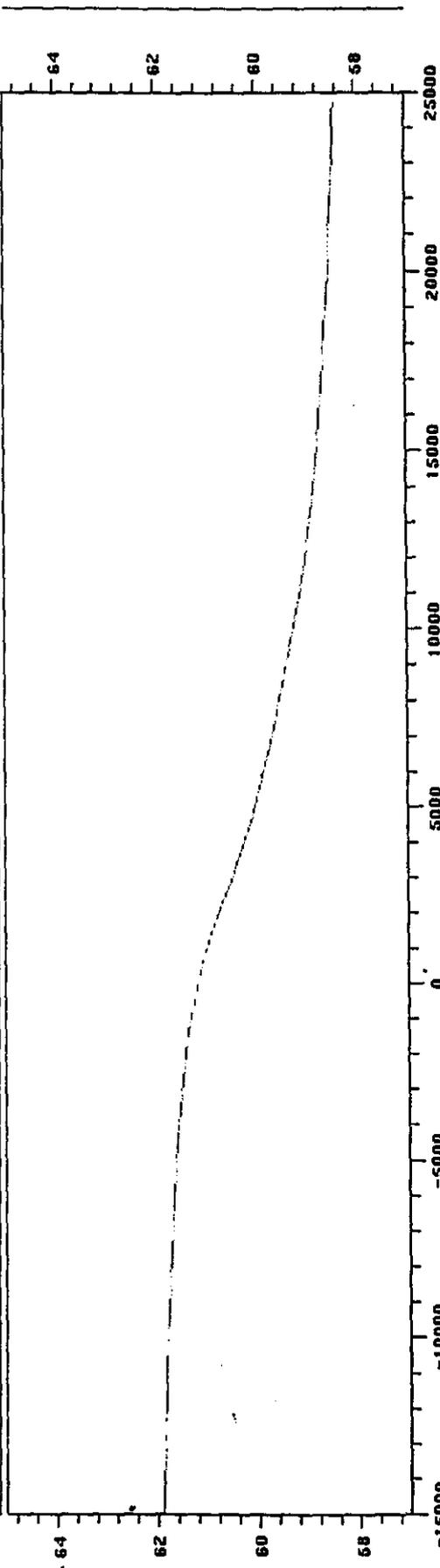


Figure 5

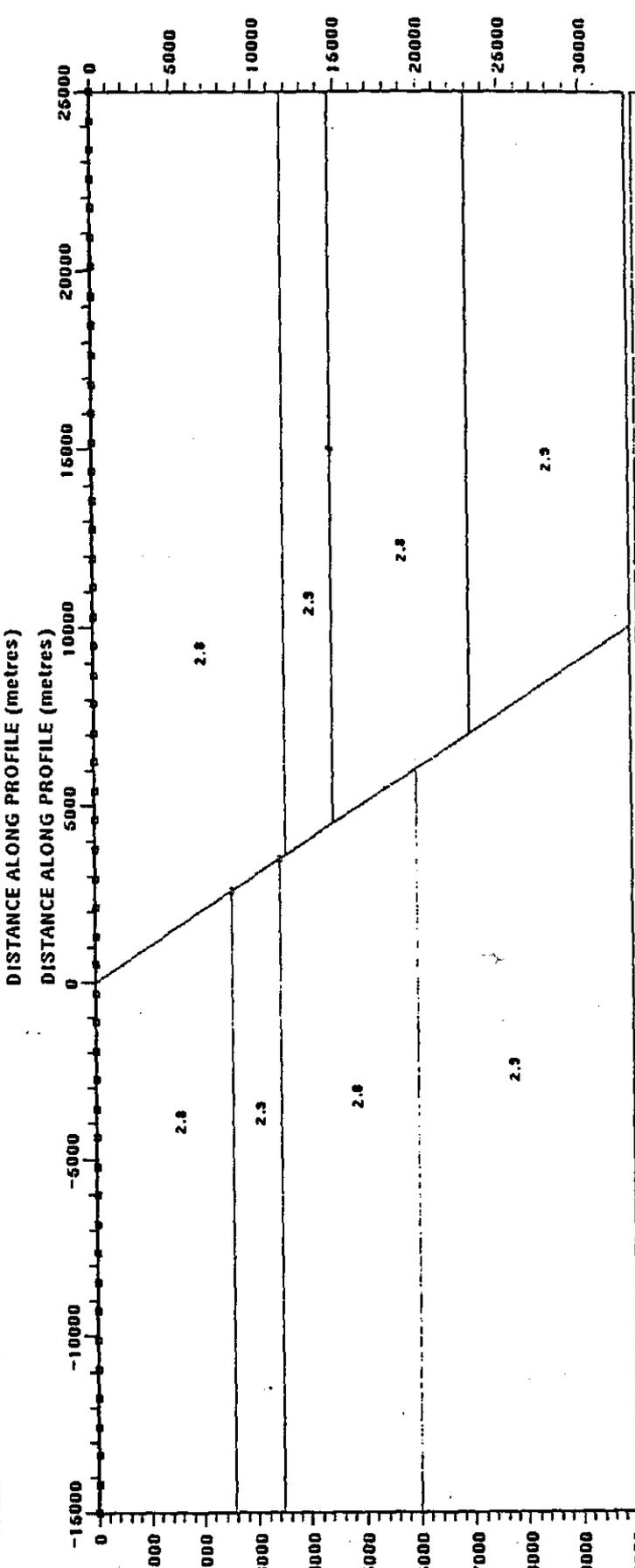


1000m fault, Anhydrite plus Basement

Field Strength: 49016      Inclination: 69.1      Declination: -4.9      Flight height: 0      Profile azimuth: 0



Observed Gravity Field (mGal)



Computed Gravity Field (mGal)

Figure 6

1000m fault, Anhydrite plus Basement

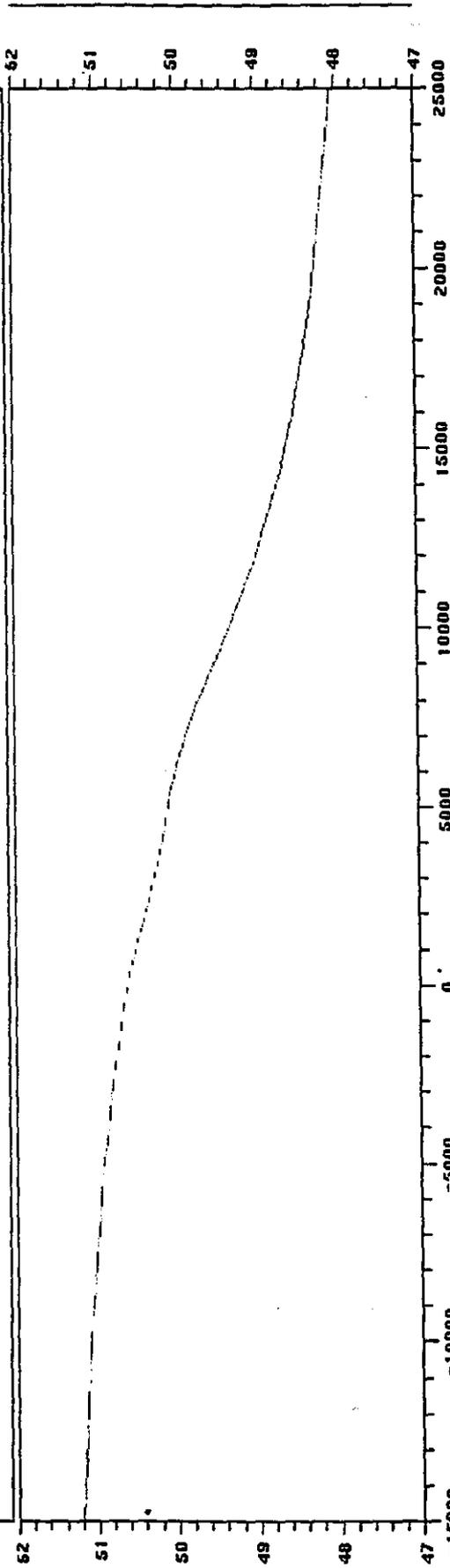
Profile azimuth: 0

Flight height: 0

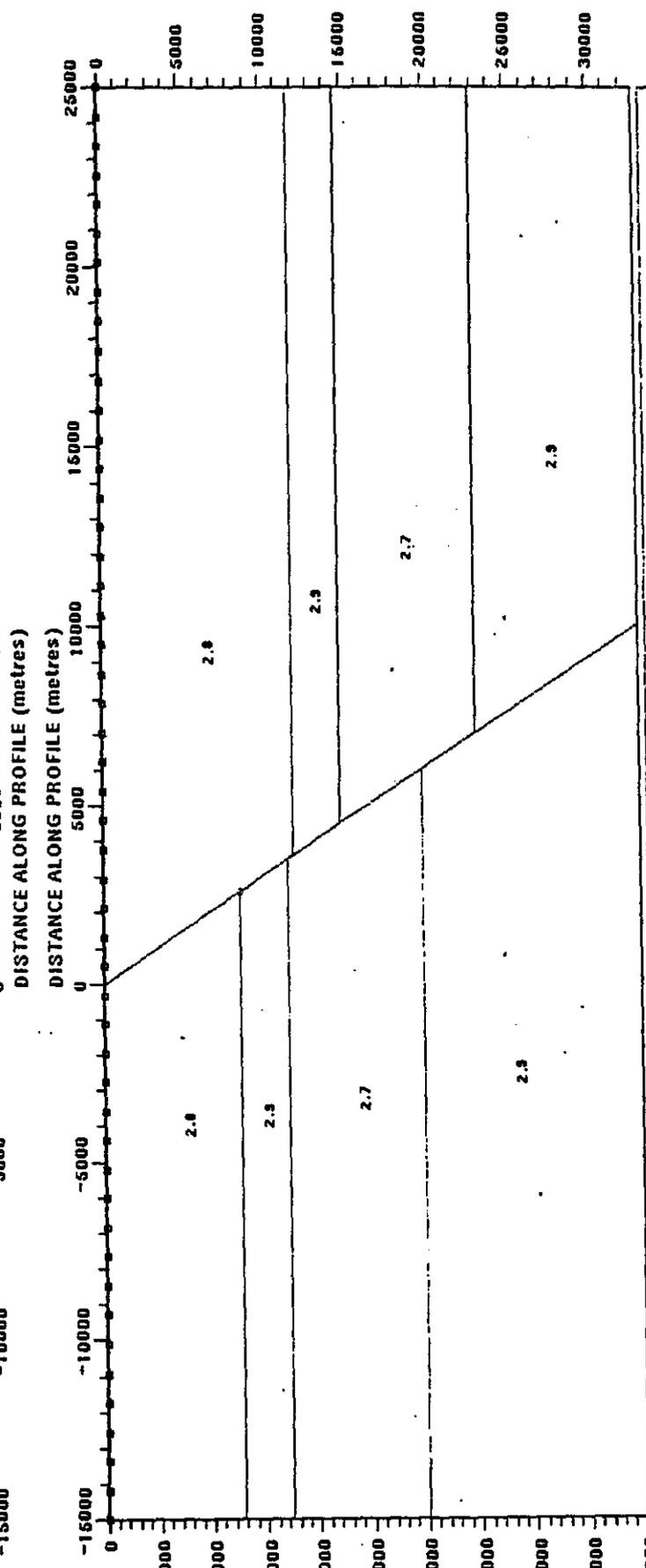
Declination: -4.9

Inclination: 69.1

Field Strength: 49016



Observed Gravity Field (mgal)



Computed Gravity Field (mgal)

DEPTH (metres)

DEPTH (feet)

Figure 7





dell'alta densità nell'anidrite primario. Ulteriori modelli sono stati provati (Fig. 8 e 9) aumentando l'angolazione della faglia da 45° a 63° ed a 90°. Le anomalie sono risultate più compresse, come da aspettative, mentre l'ampiezza rimaneva modesta a 3.6 m GAL ed la lunghezza del profilo da registrare era sempre intorno a 25 Km.

Tutti questi modelli sono basati su semplici scenari ottimistici e non tengono in considerazione i fattori esterni che potrebbero influenzare i parametri di registrazione dei profili. Le anomalie gravimetriche potrebbero essere soggette ad errori dovuti a:

- (a) Calibrazione ed elevazione delle misurazioni - accurato a 0.1 m GAL;
- (b) Bouguer e correzioni del terreno. Le correzioni di Bouguer assumendo un 2.8 g/cc di densità dovrebbe essere intorno a 35 m GAL.

Negli strati superficiali gli effetti di "weathering" potrebbero ridurre la densità media ed una variazione di 0.2 g/cc sarebbe uguale ad un errore di 2.5 m GAL.

La correzione massima del terreno potrebbe introdurre un ulteriore errore di circa 1 m GAL;

- (c) Considerazioni geologiche - isopache laterali e variazioni di densità nei sedimenti e nelle "facies" potrebbe dare adito ad effetti imprevedibili sui profili gravimetrici.



Step 1000m fault, Main Anhydrite plus Basement

Field Strength: 49016      Inclination: 69.1      Declination: -4.9      Flight height: 0      Profile azimuth: 0

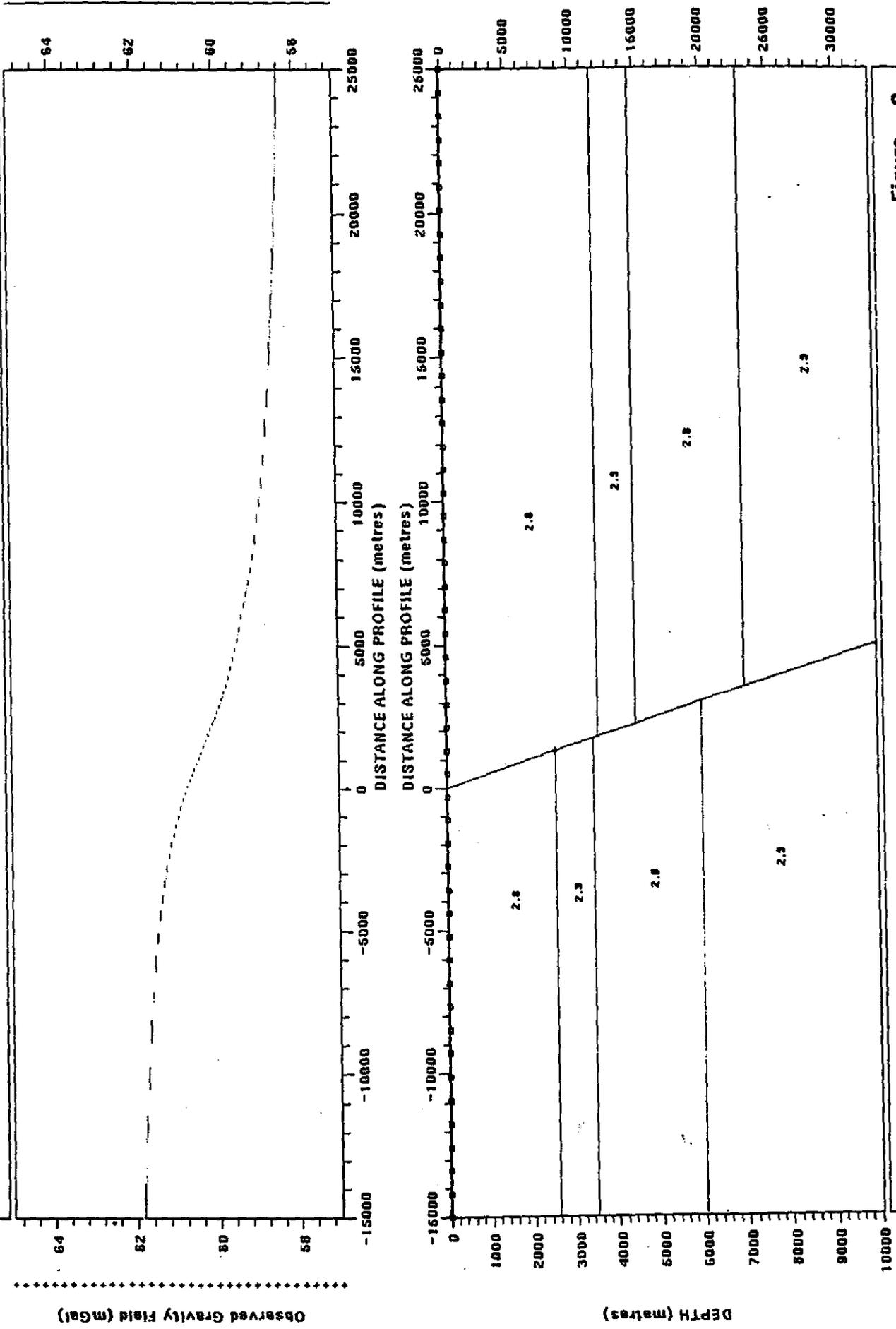


Figure 8

Vertical 1000m fault, Main/Anhydrite plus basement

Field Strength: 49016      Inclination: 69.1      Declination: -4.9      Flight height: 0      Profile azimuth: 0

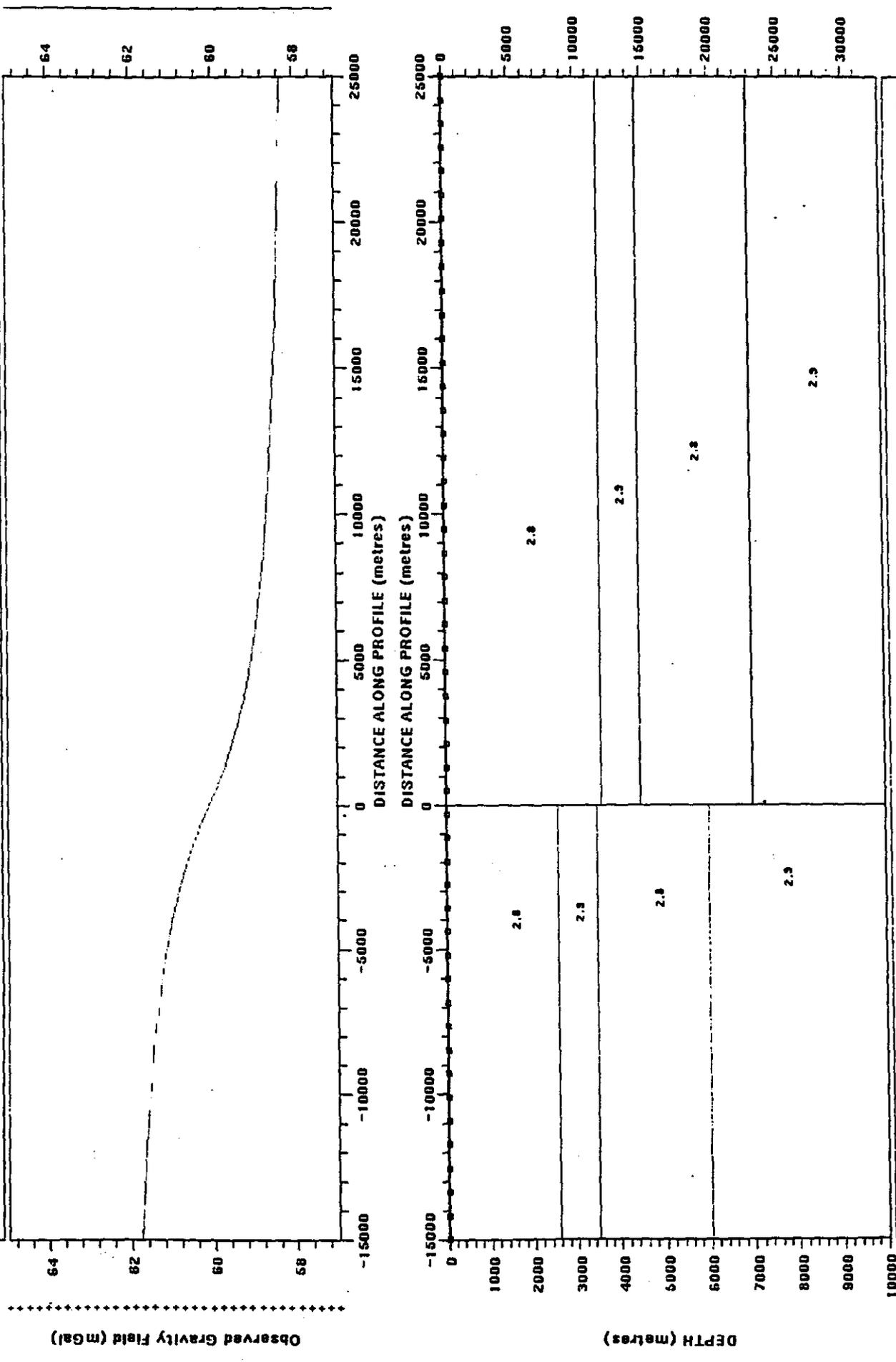


Figure 9





Il modello finale (Fig. 10) dimostra che un 20% di aumento nello spessore delle anidriti principali sul lato ribassato della faglia e con un 20% in meno nello spessore dell'altra parte della faglia cambierebbe completamente l'anomalia gravimetrica.

### **Conclusioni**

I risultati del modello di studio hanno dimostrato che le alte densità gravimetriche degli strati di anidriti non potevano essere utilizzate per determinare il rigetto della faglia in profondità, dato che l'ampiezza dell'anomalia non poteva essere definita a causa dei disturbi provocati dalle Bouguer, dal terreno e degli errori geologici.

Il problema principale nell'area è l'alta densità uniforme dei carbonati che semplicemente non dà sufficiente contrasto di densità attraverso le faglie per assicurare il riconoscimento di qualsiasi anomalia.

Il modello studiato mostrava che qualunque campagna di rilevamento avrebbe dato risultati dubbi, cosicché la campagna prevista per l'acquisizione dei profili gravimetrici è stata cancellata.

### **B) Campionatura Geologica di Superficie**

La campionatura degli affioramenti di superficie può determinare l'età relativa dei blocchi esposti delle faglie e stimare il rigetto nella faglia. In assenza di dati sismici, questa tecnica era stata considerata come un metodo alternativo, unito ai profili gravimetrici per definire il rigetto in profondità della Faglia di "Sannicandro".

200m fault, Main anhydrite only

Field Strength: 49016      Inclination: 69.1      Declination: -4.9      Flight height: 0      Profile azimuth: 0

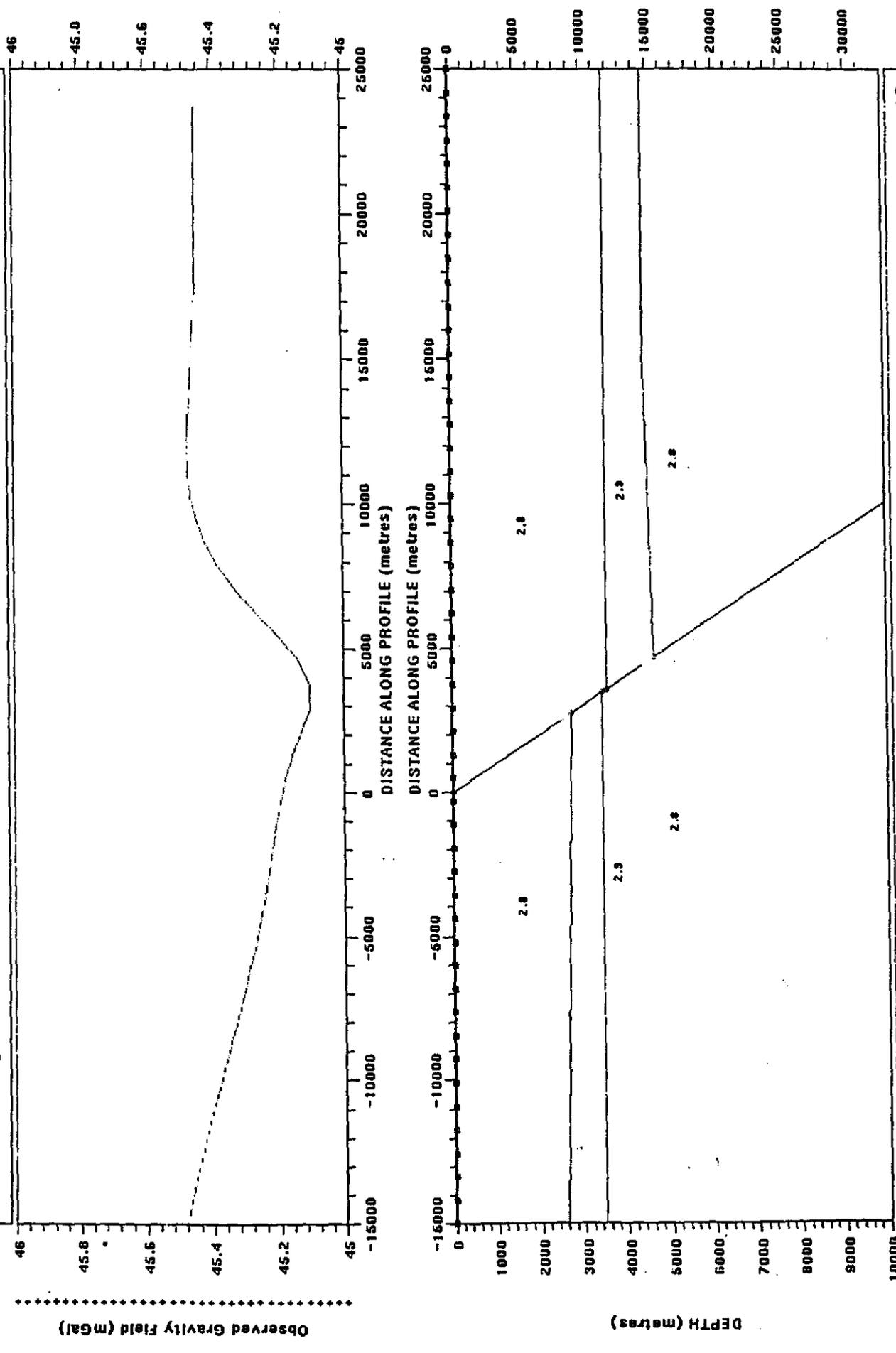


Figure 10





La metodologia per lo studio era basata sul fatto di avere una sufficiente variazione bio-stratigrafica per formulare uno schema di zonazioni locali.

La sequenza giurassica nel pozzo Gargano 1 dava i necessari controlli stratigrafici per una correlazione con la geologia del sottosuolo. Nanoplancton, algae calcari ed microfossili potevano essere utilizzati per datare la stratigrafia nel Giurassico superiore. Le relazioni biostratigrafiche del pozzo indicavano un intervallo che andava dal Liassico al Malm, ma l'analisi del Nanoplancton non era stata fatta in precedenza.

La prima fase dello studio ha riconosciuto questa mancanza ed ha favorito la produzione di una valutazione biostratigrafica della sezione giurassica del pozzo dai "cuttings" dei carottaggi di parete.

La seconda fase del programma di lavoro dipendeva dai risultati della zonazione stratigrafica per iniziare una campionatura che partendo dal pozzo Gargano 1, procedeva lungo una linea sismica esistente, il profilo gravimetrico sino alla faglia "Coppa Ferrata" e poi procedeva quindi in direzione NO per attraversare la faglia "Sannicandro".

La società "Stratigraphic Services International Ltd." è stata incaricata di svolgere la fase iniziale del programma di lavoro, che comprendeva:

- (a) Analisi di sezioni sottili;
- (b) Determinazione dell'età usando Nanofossili.

(a) **Analisi di sezioni sottili**



Trenta campioni, dall'intervallo 457 m a 1600 m, sono stati selezionati dal pozzo Gargano 1 per le sezionature sottili. I campioni furono inizialmente esaminati come frammenti di roccia allo stereo-microscopio e quindi come sezioni sottili. Non è stato trovato alcun fossile diagnostico tranne che per dei microfossili pelagici di età Miocenica che, ovviamente, erano caduti durante la perforazione.

Tutti i campioni sono stati trovati dolomitizzati sino al punto che i residui organici entro le dolomiti erano molto rari e conservati in brutte condizioni per essere positivamente identificati.

Non è stato possibile verificare la zona Lias-Malm usando questa tecnica.

(b) Determinazione dell'età usando Nanofossili

**Campione 457 m**

Il campione contiene pochi gruppi di nanofossili di due distinte età. Il gruppo più giovane è Miocene medio a inferiore, queste specie sono relativamente frequenti, hanno lievi diversità, ma sono ben conservate. Il gruppo più vecchio è di età tardo Giurassico ed è molto diverso dal gruppo del Miocene, ma meno abbondante e poveramente conservato. L'età del gruppo è stata basata sulla *Watznaneria* (in particolare *W. britannia*) ed altri simili generi. Una possibile presenza di *Schizosphaerella punctulata* (mal conservata) potrebbe dare una datazione non più vecchia che Oxfordiano dato che la sua estinzione è in questo periodo. L'età più vecchia di questo gruppo forse è Calloviano, dato che il Bathoniano e stadi



più vecchi hanno generalmente una composizione dominata da *S.punctulata*, da *Watznaneria* generale e da *Lotharinguis*.

#### **Campione 4100 m e 465 m**

Questi campioni hanno un maggiore impoverimento di gruppi che a 457 m, ma contengono ancora gruppi di età mista - generalmente le specie del Miocene sono ancora abbondanti. Questa parte del gruppo è considerata provenire da strati superiori. Il gruppo del tardo Giurassico è inoltre più povero e non vi sono nuovi fossili, pertanto anche per questa specie è probabile una provenienza da strati superiori.

#### **Campione 490 - 720 m**

In questo intervallo nanofossili sono raramente trovati, generalmente una o due specie per ogni campione. Le specie recuperate appartengono ai gruppi del Miocene o del tardo Giurassico e sono considerati caduti degli strati superiori.

#### **Campione 825, 920 e 1020 m**

Nessun nanofossile calcareo è stato trovato in questi campioni.

### **Conclusioni**

I risultati di questa prima fase di studio non hanno dato sufficienti dati per la zona stratigrafica dei "cuttings" del pozzo e questo automaticamente ha cancellato la seconda fase (campionatura del terreno).

*B.J. Lonsdale*

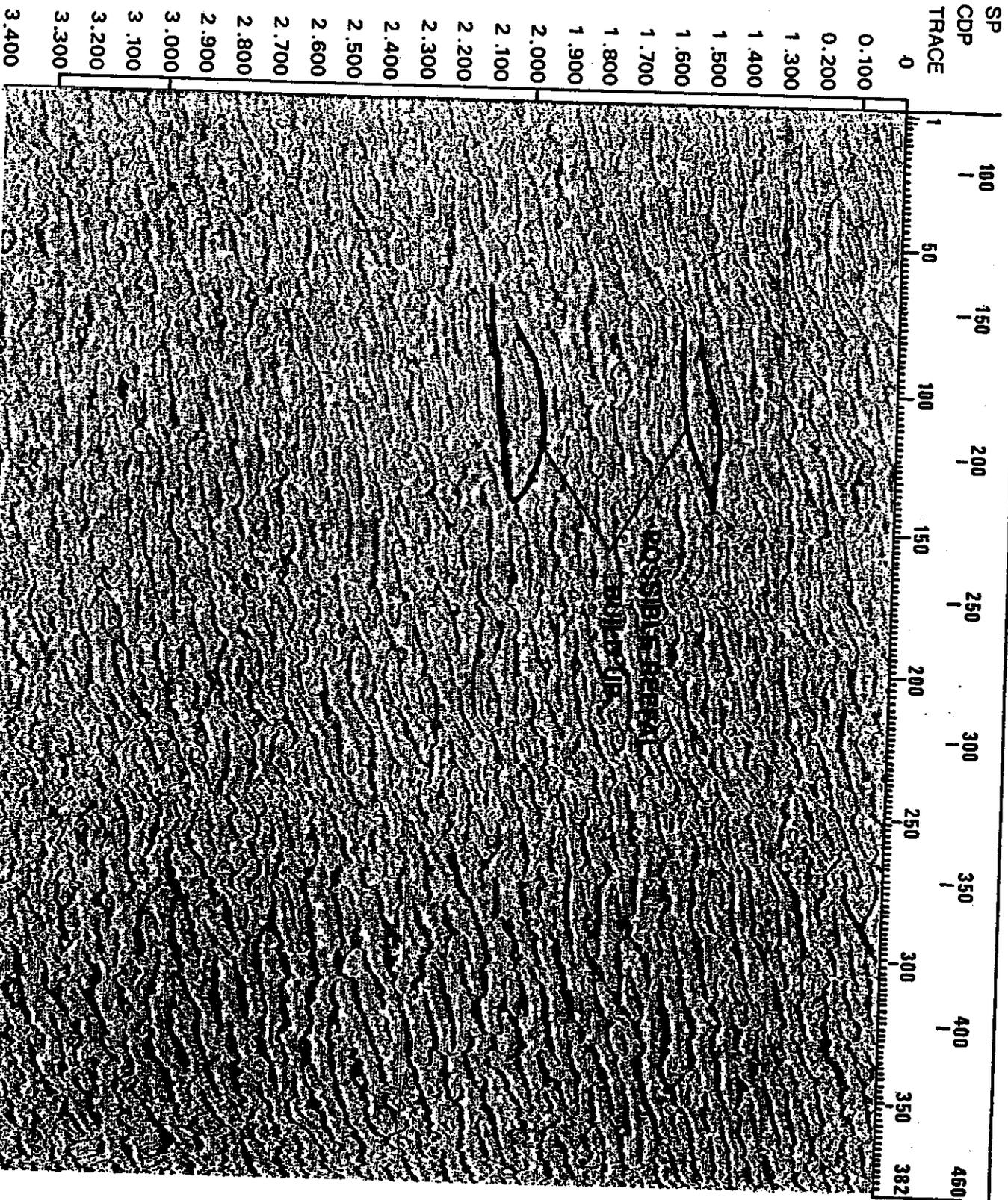
B.J. Lonsdale

Il Geologo

Italmin Petroli S.r.l.



**MONTE SPIGNO**  
**LINE : SOV ; MC9001**  
**INSTANTANEOUS**  
**PHASE DISPLAY**





MONTE SPIGNO  
 LINE:SOV:MC9001  
 AMPLITUDE DISPLAY

