

OTTOBRE 2011

ATTIVITA' SVOLTA DURANTE IL PRIMO ANNO DI VIGENZA

**PERMESSO DI RICERCA DENOMINATO
"TORRENTE ALVO"**

(PROVINCIA DI MATERA – REGIONE BASILICATA)



Celtique Energie S.p.A.

CELTIQUE ENERGIE S.p.A.

SEDE PRINCIPALE

76-78 Charlotte Street, Londra, (UK)

SEDE LEGALE

Via XX Settembre 45, 75100 Matera

SEDE OPERATIVA ITALIA

Via Borgo dei Leoni 132, 44121 Ferrara

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUZIONE | 5 |
| 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 7 |
| 2.1 OROGENESI DEL MEDITERRANEO CENTRALE | 8 |
| 2.1.1 Appennini Meridionali | 9 |
| 2.1.2 Evoluzione Appennino Meridionale..... | 11 |
| 2.1.3 Avanafossa Bradanica | 13 |
| 2.1.4 Evoluzione strutturale..... | 13 |
| 2.1.5 Evoluzione deposizionale | 16 |
| 2.2 Temi di ricerca..... | 18 |
| 2.2.1 Roccia Serbatoio | 18 |
| 2.2.2 Rocce di copertura | 19 |
| 2.2.3 Roccia Madre | 19 |
| 2.2.4 Trappola | 22 |
| 3. ATTIVITA' SVOLTA DURANTE IL PRIMO ANNO DI VIGENZA..... | 25 |
| 3.1 Creazione di un database con dati di sottosuolo..... | 25 |
| 3.2 Studio di attività esplorativa precedente | 28 |
| 3.2.1 Studio di pozzi preesistenti..... | 28 |
| 3.2.1 Studio di precedenti aree esplorative (Strombone e San Chirico) | 31 |
| 3.2 Rischio idrogeologico ambientale..... | 38 |
| 4. BIBLIOGRAFIA..... | 42 |

INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Ubicazione del Permesso di ricerca denominato “Torrente Alvo”, evidenziando i comuni interessati. | 5 |
| Figura 1.2 – Ubicazione del Permesso di ricerca “Torrente Alvo”, è possibile vedere come nell’area non ci siano aree SIC-ZPS..... | 6 |
| Figura 2.1 – Carta geologica dell’Italia Meridionale, con i principali domini geologici e strutturali | 7 |
| Figura 2.2 – Carta geologica dell’Italia Meridionale, con i principali domini geologici e strutturali. In verde è indicata la piattaforma Apula, in violetto il dominio orogenico deli Appennini ed in giallo il dominio interno. | 8 |
| Figura 2.4 - Carta geologica con le principali unità strutturali..... | 10 |
| Figura 2.5 - Sezione geologica regionale attraverso l’Appennino Meridionale. La scala verticale è esagerata secondo un rapporto 2:1. (Da Turrini et al. 2004) | 10 |
| Figura 2.6 - Evoluzione schematica e principali unità dell’Appennino Meridionale, dal Mesozoico al Pleistocene..... | 12 |
| Figura 2.7 - Linea sismica attraverso gli Appennini Meridionali | 12 |
| Figura 2.8 - Relazioni geometriche tra le principali unità geologiche dell’Appennino Meridionale | 13 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.9 - Evoluzione strutturale dell'Appennino meridionale (Turrini et al. 2009)..... | 14 |
| Figura 2.10 - Parte inferiore del pozzo Puglia 1. La base della piattaforma Apula (6112m) è rappresentata da Dolomie Triassiche. La parte alta del pozzo è rappresentata dai carbonati del Cretacico Medio | 14 |
| Figura 2.11 - Differenti spessori della sequenza Plio-Pleistocenica nella Placca Adria e in Puglia (modificato dopo Doglioni et al. 1996)..... | 15 |
| Figura 2.12 - A destra schema rappresentativo dei diversi spessori della litosfera per spiegare la diversa evoluzione tra la Placca Adria e la regione della Puglia (dopo Doglioni et al. 1996)..... | 15 |
| Figura 2.13 - Linea sismica attraverso l'Avanfossa Bradanica con relativa interpretazione. | 16 |
| Figura 2.15 - Sezione sismica attraverso la fossa Bradanica che evidenzia faglie normali ad andamento NO-SE..... | 17 |
| Figura 2.16 - Sezione NE-SO schematica con la distribuzione spaziale dei principali corpi sabbiosi torbiditici Plio-Pleistocenici. Da Casnedi (1998), modificato. | 17 |
| Figura 2.17 - Sezione NE-SO schematica con la distribuzione spaziale dei principali corpi sabbiosi torbiditici Plio-Pleistocenici. Si osservi onlap tra i corpi torbiditici e la piattaforma (da Casnedi, 1988 modificato) | 17 |
| Figura 2.18 - Schematizzazione della distribuzione delle rocce serbatoio nell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" | 18 |
| Figura 2.19 - Distribuzione della fratturazione sul piano di strato ed in verticale nei carbonati del Cretaceo superiore..... | 19 |
| Figura 2.20 - Associazione a rudiste di tipo "bouquet" con porosità di tipo vacuolare. | 20 |
| Figura 2.21 - Diagrafie del pozzo Basento1 con il passaggio tra la piattaforma Apula ed i depositi di avanfossa. | 21 |
| Figura 2.22 - Tipi di idrocarburi e distribuzione nei diversi tipi di trappole (Sella et al., 1988)..... | 21 |
| Figura 2.23 - Esempi schematici dei diversi tipi di trappole nella zona in esame, con il rettangolo verde sono indicate trappole strutturali, in rosso quelle stratigrafiche e in blu quelle di tipo misto..... | 22 |
| Figura 2.24 - Sezione attraverso il campo Grottole-Ferrandina. Le stelle rosse rappresentano i livelli sabbiosi con idrocarburi liquidi e gassosi. | 23 |
| Figura 2.25 - Schemi delle trappole (e relativi campi) su substrato carbonatico pre-pliocenico (da Sella et al., 1988, modificato)..... | 23 |
| Figura 2.26 - Schemi delle trappole su substrato carbonatico pre-pliocenico (da Sella et al., 1988) | 24 |
| Figura 3.1 - Database dei dati storici dei pozzi perforati nell'area. Per quelli all'interno dell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" è stato indicato il tipo di dati di cui si dispone. | 25 |
| Figura 3.2 - Ubicazione del permesso di ricerca con indicazione della tipologia dei pozzi presenti nel database..... | 26 |
| Figure 3.3 - Database delle linee sismiche già acquisite nella zona adiacente al permesso di ricerca "Torrente Alvo" | 26 |
| Figure 3.4 - Carta delle linee sismiche acquisite da Eni ricadenti all'interno dell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" (fonte: Eni S.p.A.)..... | 27 |
| Figura 3.6 - Ubicazione del permesso di ricerca rispetto alle altre aree esplorative e di produzione di idrocarburi | 28 |
| Figura 3.7 - Localizzazione dei pozzi perforati rispetto all'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" | 29 |
| Tabella 3.2 - Descrizione dei pozzi analizzati, interni o vicini all'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.8 – Mappa di una possibile struttura al tetto dei carbonati della piattaforma Apula nell’area del campo pozzi Strombone. | 31 |
| Figura 3.9 – Sistema petrolifero completo, contenente roccia madre, rocce di copertura, rocce serbatoio e trappole..... | 32 |
| Figura 3.10 – Diagramma di pozzo - “Strombone 002” | 33 |
| Figura 3.11 – Mappa strutturale dell’area in esame elaborata da ENI..... | 34 |
| Figura 3.12– Dati sismici acquisiti in corrispondenza del pozzo Strombone e relativa interpretazione. | 35 |
| Figura 3.13 – Modello geologico sviluppato grazie all’interpretazione dei dati sismici di sottosuolo della linea PZ-69-94 PTX. | 35 |
| Figura 3.14 – Diagramma del pozzo San Chirico 003, con indicazione del livello in cui è stato ritrovato il gas biogenico..... | 36 |
| Figura 3.15 – Mappa strutturale delle sabbie plioceniche nell’area del campo di San Chirico..... | 37 |
| Figura 3.16 – Dati sismici di sottosuolo in una sezione passante per San Chirico, con relativa interpretazione. | 38 |
| Figura 3.17 – Localizzazione delle aree a rischio idrogeologico all’interno dell’area di permesso. (Piano di stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico) | 40 |
| Figura 3.18 – L’abitato di Tolve con in evidenza le zone a rischio ed il grado di classificazione. | 41 |
| Figura 3.19 – Fenomeni franosi lungo la vecchia strada che porta a Valico Pazzano..... | 41 |

Autori: Dott. Geol. Raffaele Di Cuia, Dott. sa Valentina Negri

Ottobre 2011

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto sintetizza i risultati dello studio effettuato integrando i dati bibliografici di affioramento con i dati di sottosuolo nella zona nella quale ricade il permesso di ricerca "Torrente Alvo". Tale studio rappresenta una sintesi geologica effettuata per meglio comprendere le potenzialità del permesso di ricerca e per meglio pianificare le prossime attività esplorative nell'area di interesse.

L'inquadramento alla scala regionale ed i risultati dell'attività esplorativa svolta in precedenza nell'area consentono di meglio comprendere il sistema petrolifero (roccia madre, roccia serbatoio, roccia di copertura e trappole) che interessa l'area del permesso di ricerca.

Il permesso di ricerca per idrocarburi denominato "Torrente Alvo" è stato conferito con decreto ministeriale del 21 Ottobre 2010 e pubblicato sul B.U.I.G. n. LIV-11.

Il permesso di ricerca ricade nella Regione Basilicata e più specificamente all'interno della provincia di Potenza. L'area interessata ricopre una superficie di 84,34 Km² e ricade nei Comuni di Tolve, Oppido Lucano, Lucano e Vaglio di Basilicata (figura 1.1).

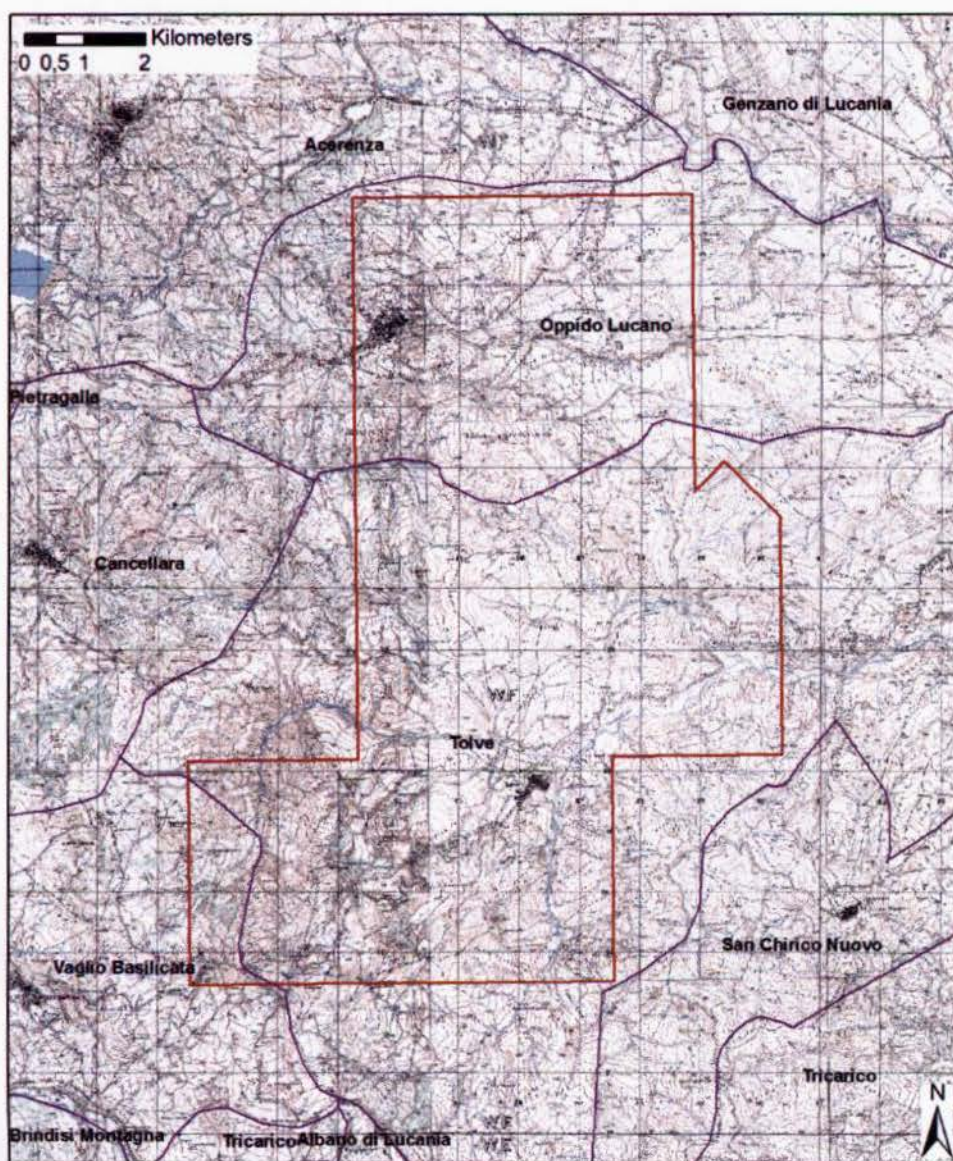


Figura 1.1 – Ubicazione del Permesso di ricerca denominato "Torrente Alvo", evidenziando i comuni interessati.

Lo studio di incidenza ambientale presentato alla Regione Basilicata ha evidenziato che all'interno del permesso di ricerca denominato "Torrente Alvo" non ricade nessuna area protetta (figura 1.2). Di conseguenza il progetto, come presentato, è compatibile con la realtà ambientale presente e rispetta le indicazioni fornite dall'ente preposto al controllo della tutela ambientale.

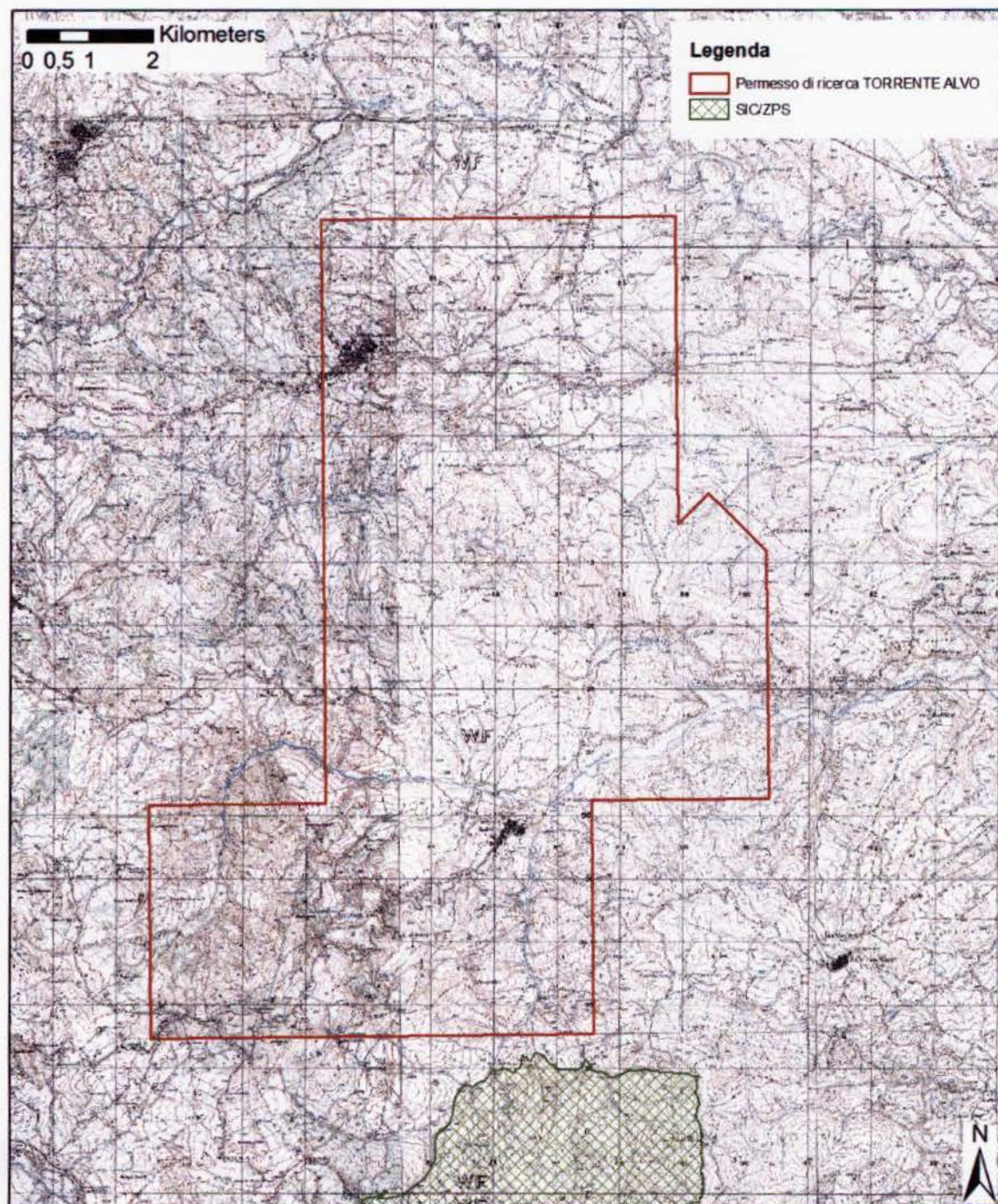


Figura 1.2 – Ubicazione del Permesso di ricerca "Torrente Alvo",
è possibile vedere come nell'area non ci siano aree SIC-ZPS

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel capitolo che segue viene descritto l'assetto geologico-strutturale dell'area con particolare attenzione alle relazioni stratigrafiche tra le varie formazioni coinvolte nel tipico sistema petrolifero dell'area (roccia madre, roccia serbatoio, roccia di copertura e trappole).

Il territorio della Regione Basilicata è localizzato nel dominio Appenninico meridionale (dominio nato dall'orogenesi Appenninico-Magrebide). Gli Appennini meridionali sono parte della catena montuosa nata durante l'orogenesi Mediterranea e sono composti da pile di falde derivanti dalla deformazione dei diversi livelli stratigrafici Meso-Cenozoici. Questa catena montuosa (chiamata generalmente "thrust belt", data forte presenza di faglie inverse), rappresenta il risultato della collisione continentale del Neogene-Quaternario, tra la placca Africana (promontorio Apulo/Placca Adria) ed Europea (Blocco Sardo-Corso).

La litosfera oceanica della Neotetide (età Mesozoica), è stata subdotta sotto il margine continentale Europeo causando la chiusura del bacino oceanico Neotetideo, arrivando così allo scontro continente-continente. Nel contesto Appenninico meridionale è possibile distinguere tre elementi tettonici (figura 2.1):

- Appennino in senso stretto con sedimenti clastici (ghiaie, argille, sabbie) di Età mio-pliocenica;
- Fossa bradanica, a est dell'Appennino con depositi pliocenici e quaternari;
- Avampaese della Puglia, il Tavolato della Murgia, i cui lembi rientrano in territorio lucano. Da ovest a est si può procedere attraverso la piattaforma carbonatica campano-lucana; si arriva quindi al Bacino di Lagonegro (monti Volturino e Sirino); monti a NO e a SE di Potenza; le Unità irpine; le Unità silentine (dal Cilento, subregione campana limitrofa).

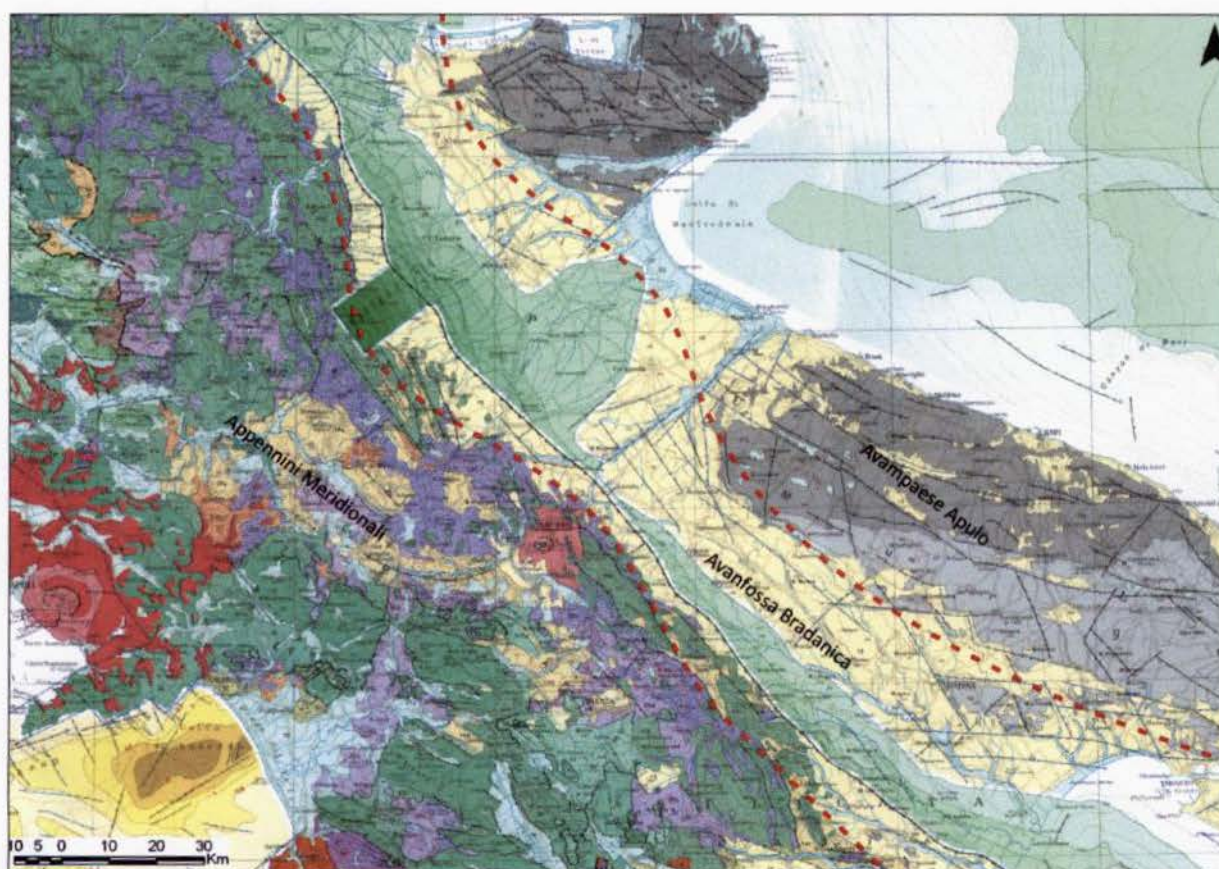


Figura 2.1 – Carta geologica dell'Italia Meridionale, con i principali domini geologici e strutturali

L'area di permesso di ricerca cade a cavallo tra le propaggini più esterne dell'Appennino Meridionale Campano-Lucano e la parte più interna dell'avanfossa Bradanica che rappresenta il depocentro della sedimentazione proveniente dalla messa in posto della catena appenninica. Questa zona è caratterizzata da

tre grandi e differenti sistemi geologico-strutturali, legati tra di loro da un punto di vista geodinamico: l'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa Bradanica e l'Avampaese Apulo.

L'Appennino Campano-Lucano può essere, in prima approssimazione, suddiviso in due grandi unità tetto-stratigrafiche alloctone sovrascorse su un avampaese parzialmente mobilizzato, durante le più recenti fasi tettoniche Appenniniche. Tali unità derivano dalla deformazione e accavallamento verso l'avampaese Apulo di sedimenti Mesozoici e Cenozoici associati sia ad ambienti bacinali (Unità Lagonegresi) sia di piattaforma carbonatica (Piattaforma Appenninica). Nella parte più occidentale della catena le facies di piattaforma risultano sovrascorse sul dominio Lagonegrese, le cui unità, nell'area di val d'Agri, risultano accavallate sulla Piattaforma Apula. Questa sezione presenta brevemente il contesto geologico del Sud Italia, concentrandosi in particolare sulle caratteristiche stratigrafico-strutturali delle unità che formano il complesso Appennino meridionale (catena, avanfossa, avampaese) e l'evoluzione di questa parte d'Italia. La seconda parte si concentrerà in maniera dettagliata sulle caratteristiche della provincia Bradanica.

2.1 OROGENESI DEL MEDITERRANEO CENTRALE

Gli Appennini meridionali (parte dell'orogenesi Appennini-Magrebidi) fanno parte dell'orogenesi del Mediterraneo centrale e sono costituiti da una pila di coltri derivanti dalla deformazione dei diversi domini Mesozoici e Cenozoici. Questa catena montuosa è il risultato della collisione continentale, neogenica, tra la Placca Africana (Promontorio Apulo/Placca Adria) e la Placca Europea (Blocco Sardo-Corso). La litosfera oceanica di età Mesozoica appartenente al dominio della Neotetide è stato subdottato al di sotto del margine continentale europeo provocando la chiusura di grandi porzioni del bacino oceanico fino ad arrivare alla collisione continente-continente. In questo quadro regionale sono riconoscibili i seguenti domini strutturali (Ben Avraham et al. 1990; Lentini et al. 1996; Finetti et al. 1996) (figura 2.2):

- Avampaese,
- Catena,
- Retroarco.

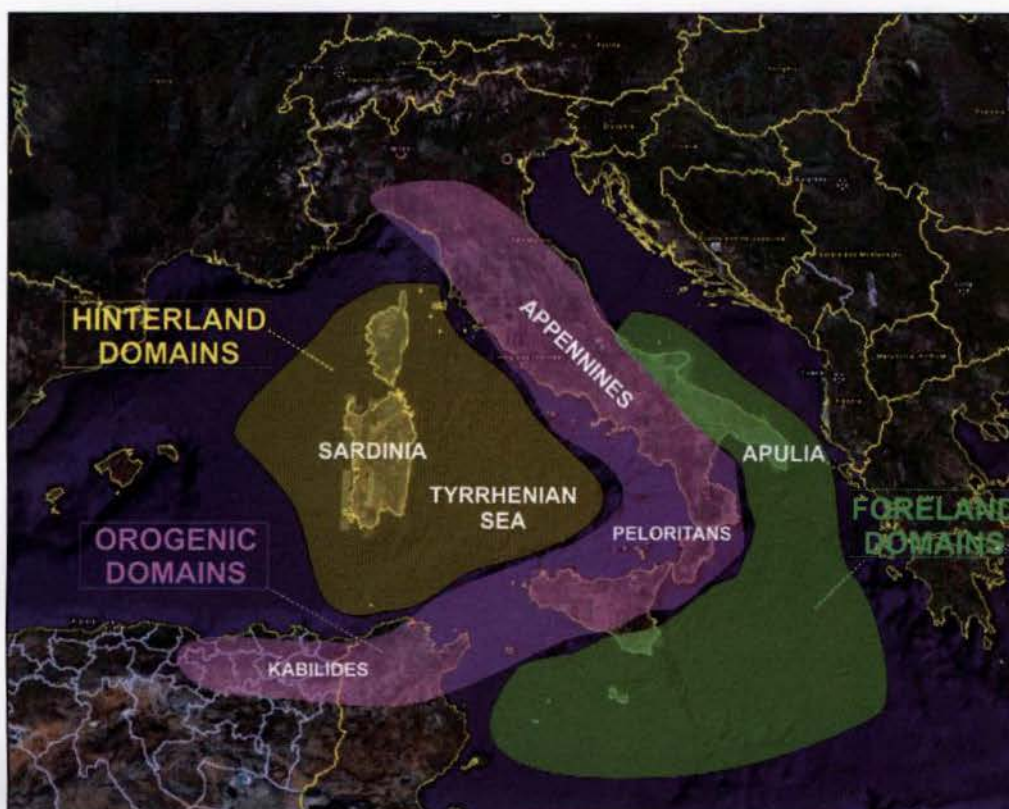


Figura 2.2 – Carta geologica dell'Italia Meridionale, con i principali domini geologici e strutturali. In verde è indicata la piattaforma Apula (avampaese), in violetto il dominio orogenico degli Appennini (catena) ed in giallo il dominio interno di retroarco.

Il Dominio di Avampaese è costituito dalla parte continentale indeformata della placca africana, rappresentata dal blocco Pelagio, e dalla microplacca adriatica, rappresentata nell'area dal Blocco Apulo. La microplacca Adriatica è separata fin dal Mesozoico dall'Avampaese Africano dalla crosta oceanica del Bacino Ionico (Figura 2.3).

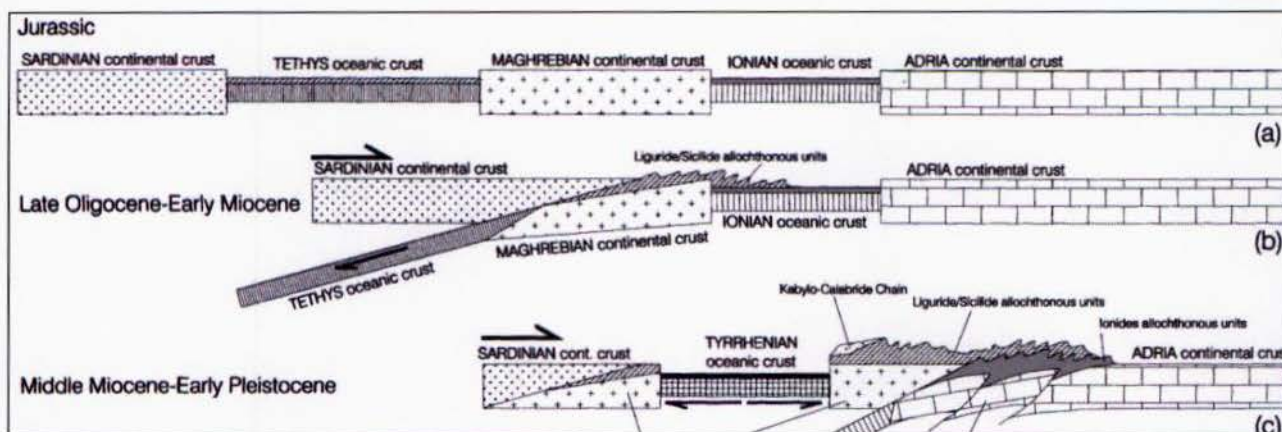


Figura 2.3 – Evoluzione del sistema geologico mediterraneo (Lentini et alii, 2002).

Il secondo dominio è costituito da tre principali catene strutturali:

- il sistema esterno di sovrascorrimenti, legati allo scollamento della copertura sedimentaria interna del settore inarcato dell'Avampaese continentale;
- la Catena Appennino-Magrebide, generata dall'imbriciatura delle sequenze sedimentarie appartenenti sia ai settori di crosta oceanica (Bacino Tetideo e Ionico) sia ai settori di crosta continentale (parte interna delle piattaforme carbonati che);
- la Catena Kabilidi-Calabridi legata alla de-laminazione del margine Europeo.

Il dominio di retroarco è rappresentato dalla Sardegna e dal Blocco del Bacino del Tirreno. Quest'ultimo è caratterizzato da una crosta oceanica, e la sua apertura è iniziata nel Miocene Medio.

Nell'area meridionale del Tirreno le proprietà dell'orogenesi Appennino-Magrebide sono controllate dallo spessore di crosta del Dominio di Avampaese.

2.1.1 Appennini Meridionali

In questo quadro strutturale la peculiarità dell'Appennino Meridionale consiste principalmente nella sua duplice geometria. La parte sommitale della catena spesso diverse migliaia di metri, è costituita dalle unità alloctone della catena Appennino-Magrebide, mentre la parte inferiore è rappresentata dal sistema esterno di sovrascorrimenti, la cosiddetta "catena" pugliese (figure 2.5 e 2.7), che si compone di unità carbonatiche derivate dal bordo interno della Placca Adria.

La Catena Appennino-Magrebide affiora ampiamente lungo gli Appennini Meridionali ed è rappresentata da un sistema a falde est vergenti, che coinvolgono le sequenze sedimentarie del Mesozoico, scollate dal basamento, e le coperture flyschiodi di età Cenozoica (figure 2.3 e 2.4).

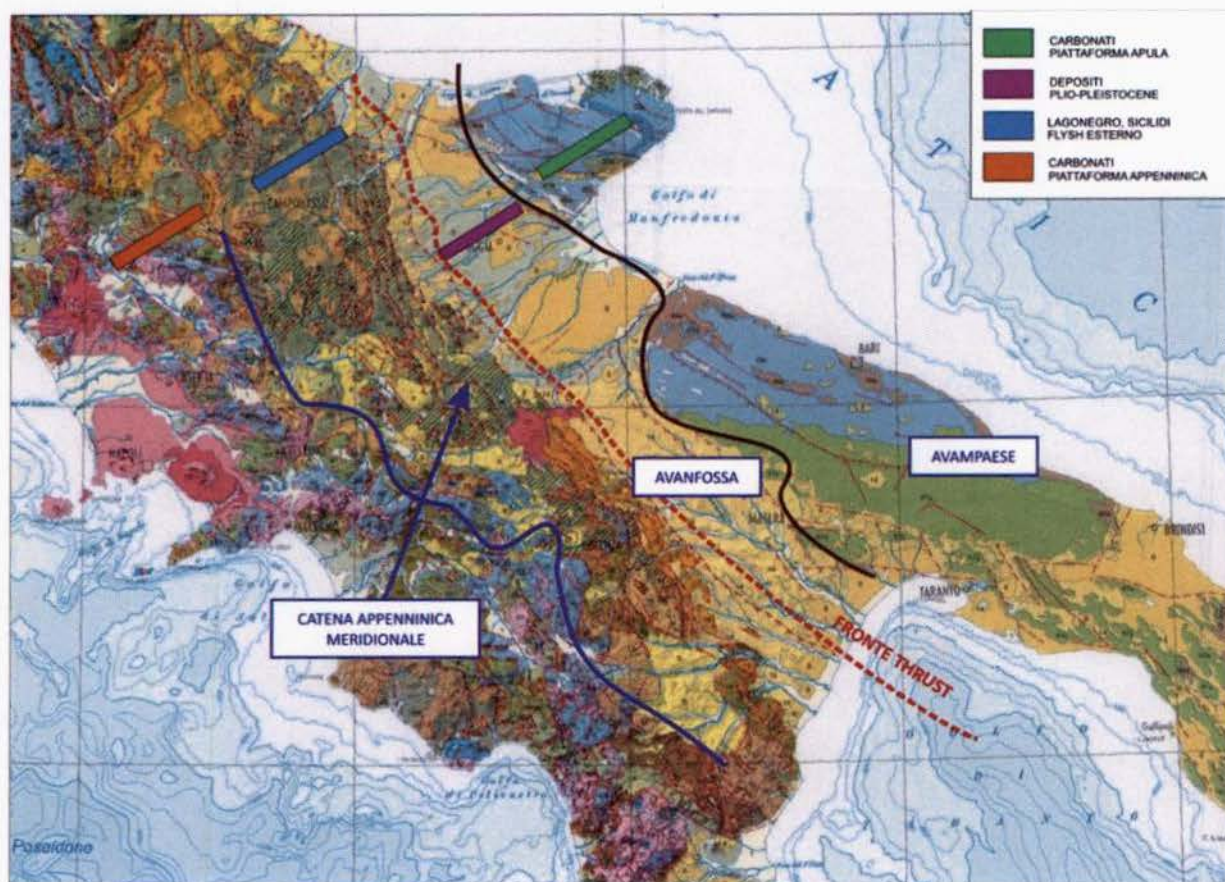


Figura 2.4 - Carta geologica con le principali unità strutturali

Un aspetto strutturale generale di questa catena alloctona è il disaccoppiamento tra le sequenze Mesozoiche e le coperture flyschoidi Terziarie, che costituiscono, nelle aree esterne, un sistema di sovrascorrimenti embricati che si sovrappongono direttamente al Pliocene della Piattaforma Apula (Turrini et al. 2003) (figura 2.5).

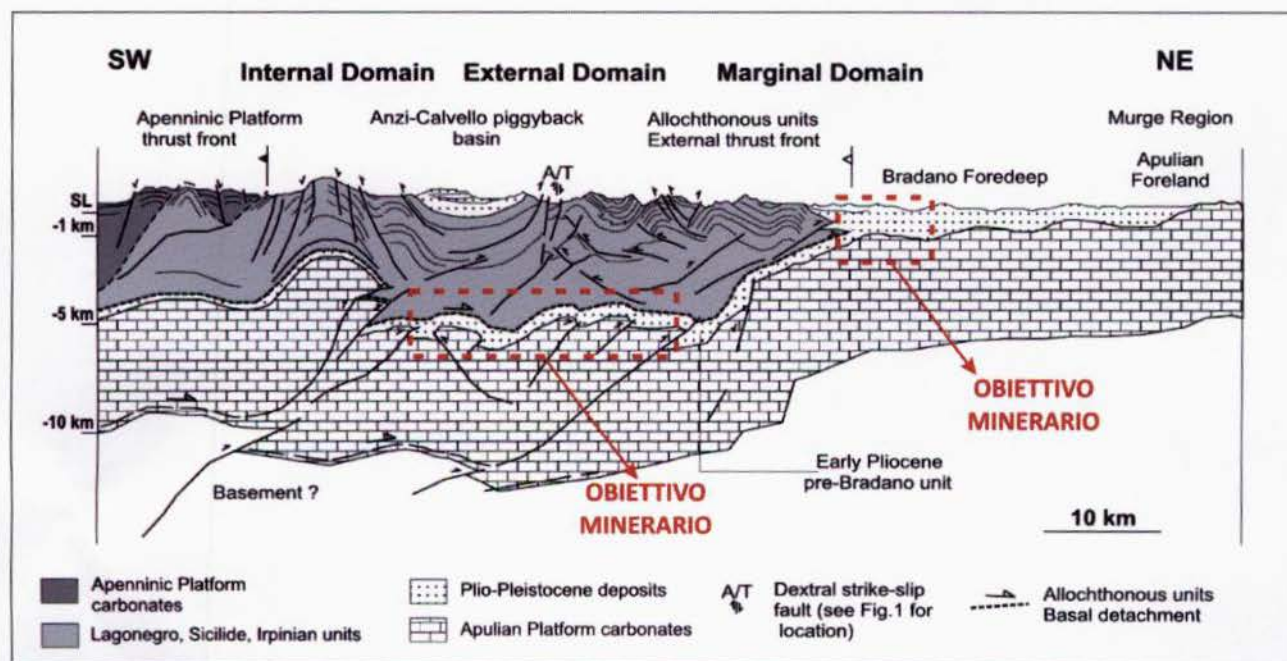


Figura 2.5 - Sezione geologica regionale attraverso l'Appennino Meridionale. La scala verticale è esagerata secondo un rapporto 2:1. (Da Turrini et al. 2004)

Nell' Appennino Meridionale, la parte frontale dei sovrascorrimenti che coinvolgono il sistema Avampaese-Avanfossa è rappresentato dalla Piattaforma Apula e dalla Avanfossa Bradanica. La parte interna della catena presenta una serie di bacini di "piggy back", successivamente riempite da depositi tardo Plaiocenici e Olocenici. (figure 2.4 e 2.8).

I principali eventi tettonici della catena si sono verificati a partire dal Miocene (per gli elementi più interni) al Medio/Tardo Plio-Pleistocene. Dopo il Miocene Medio la catena si è sviluppata con accrezione lungo il bordo, con sequenze flyschoidi via via più giovani, andando a costituire il Flysh Esterno (figure 2.6 e 2.9). Quest'ultimo è stato, probabilmente scollato dalle sequenze carbonatiche più interne della Piattaforma Apula.

La struttura della crosta della parte centrale dell'Appennino Meridionale è definita da una Moho che raggiunge la profondità di 40-45 km lungo l'asse della catena e aumentando progressivamente fino a 20-25 km sotto il Dominio di Avampaese (Boccaletti et al. 1990) (figura 2.7).

La presenza di anomalie negative di Bouger (Morelli et al. 1975) indicano la presenza di corpi profondi a bassa densità, probabilmente correlati alle coltri sedimentarie.

2.1.2 Evoluzione Appennino Meridionale

La successione stratigrafica dell' Appennino meridionale appartiene a due settori principali: il dominio Mesozoico Tetideo-Liguride e il dominio occidentale del margine continentale della Piattaforma Apula. La successione Liguridi è presente a sud di Napoli ed è costituita da un *Flysch* marnoso-arenaceo di età Cretacea-Paleogenica.

Le successioni originatesi dal margine continentale Apulo hanno subito scollamenti lungo livelli non più vecchi del medio-tardo Triassico. La produzione carbonatica della piattaforma si è interrotta alla fine del Triassico Medio, con la formazione del Bacino del Lagonegro che verrà successivamente riempito da argilliti e calcari selciferi (figure 2.6 e 2.8). Una ricostruzione palaeogeografica del margine continentale apulo, durante il Mesozoico, mostra la presenza di due principali piattaforme carbonatiche (Appenninica ad Ovest e Apula ad Est) separate dal Bacino del Lagonegro (figura 2.6). La frammentazione e la subsidenza delle piattaforme ha portato all'allargamento del bacino del Lagonegro e/o alla formazione di altri bacini. Secondo un modello semplificato di ricostruzione paleogeografica del periodo Mesozoico, possono essere identificati tre domini ambientali principali appartenenti al margine continentale Apulo (figure 2.4 e 2.6):

- 1 - Una vasta piattaforma carbonatica bordata durante il Giurassico e il Cretacico da un bacino di mare profondo;
- 2 - Un bacino di mare profondo in cui si è deposta la successione Lagonegro-Molise;
- 3 - Una seconda piattaforma carbonatica, il cui margine occidentale è attualmente tettonizzato e coinvolto nella catena dell'Appennino meridionale .

La collisione continentale tra la Placca europea e il margine occidentale di quella Adria durante l'Oligocene è stata seguita da una subduzione del margine continentale della Placca Adria, dalla messa in posto della Piattaforma Appenninica e dalle falde della successione del Lagonegro-Molise, dalla emersione della catena paleo-Appenninica e l'inizio di una migrazione dei bacini di Avanfossa, dove si andranno successivamente a depositare sedimenti flyschoidi.

Le prime fasi della chiusura della Tetide ha portato i sedimenti Liguridi al di sopra dei sedimenti della piattaforma Appenninica e poi il tutto è stato traslato al di là della piattaforma stessa. Fasi successive (Miocene Superiore) allo sviluppo della catena hanno prodotto la formazione di un vasto bacino di Avanfossa, riempito in un secondo tempo dal Flysh Numidico e da altri depositi flyschoidi. La deformazione continua ad avanzare da ovest verso est coinvolgendo l'Avampaese Apulo (figure 2.6 e 2.8).

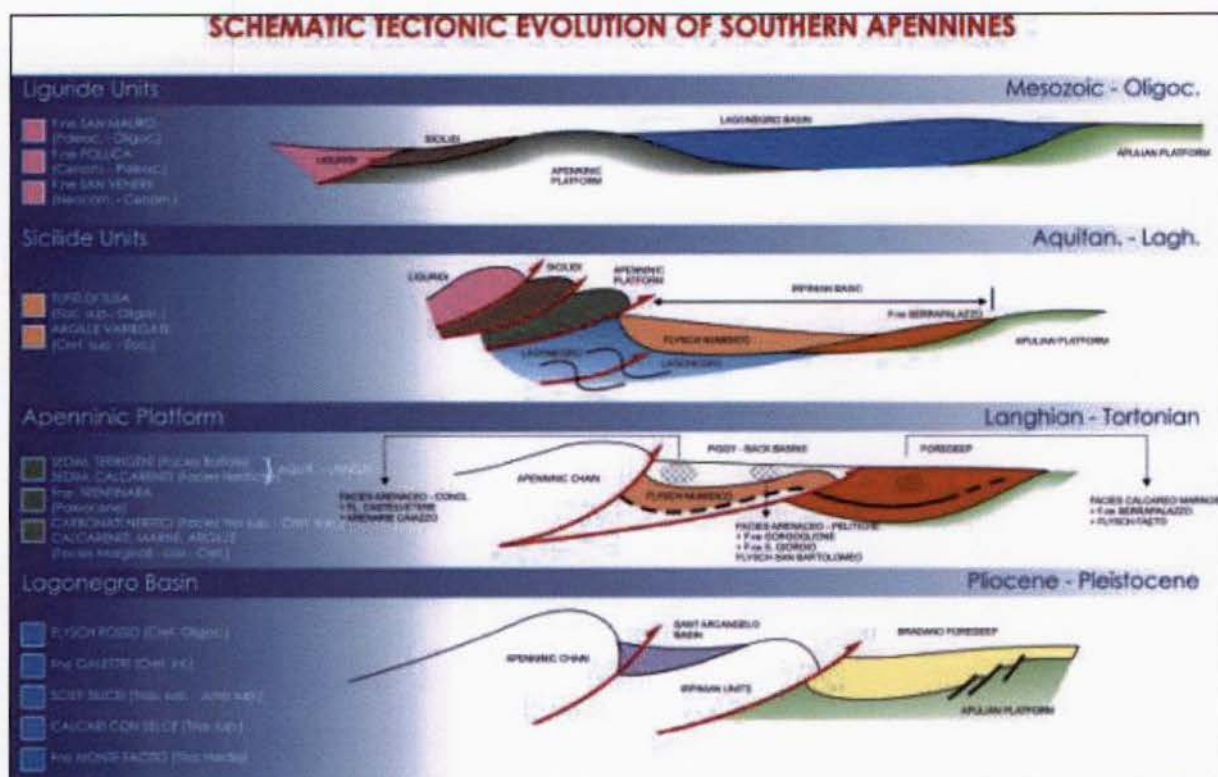


Figura 2.6 - Evoluzione schematica e principali unità dell'Appennino Meridionale, dal Mesozoico al Pleistocene

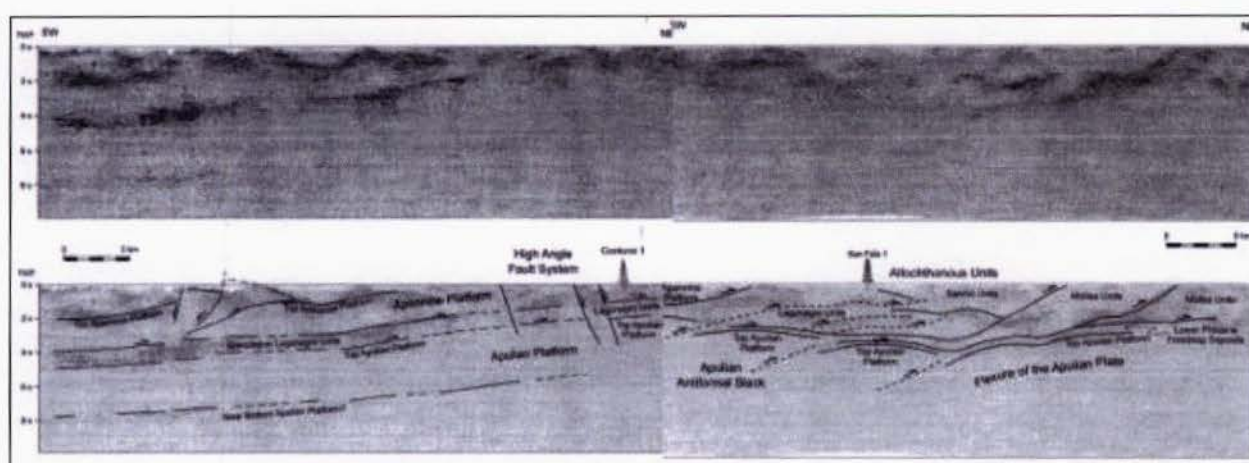


Figura 2.7 - Linea sismica attraverso gli Appennini Meridionali

Durante il Miocene la Piattaforma Appenninica è stata completamente dislocata e coinvolta assieme alle Sicilidi e al Flysch Numidico nella deformazione.

Durante questa continua fase di migrazione si è deposta anche la Formazione di Serrapalazzo nei bacini che si generavano. Questi *flysch* sono stati in un secondo momento rimobilizzati da fasi di formative tardive che hanno prodotto tipiche geometrie di *piggy-back* dietro il fronte di sovrascorrimento. In tale aree, caratterizzate da estensione limitata, si sono depositati sedimenti torbiditici a composizione litica (Flysch di Gorgoglione, Langhiano-Tortoniano).

La fase orogenetica del tardo Pliocene ha portato a:

1. un accorciamento tettonico non inferiore ai 30 km;
2. il trasporto tettonico dell'unità Lagonegro-Molise sulla Piattaforma Interna Apula;
3. inserimento della Piattaforma Apula all'interno della Catena Appenninica;

4. lo scorrimento del Flysch Miocenico dentro l'Avanfossa Pliocenica e sovrapponendosi all'Avampaese Apulo.

L'accorciamento tettonico degli Appennini Meridionali risulta sensibilmente maggiore rispetto a quello degli Appennini Settentrionali a causa della rotazione antioraria della Penisola italiana.

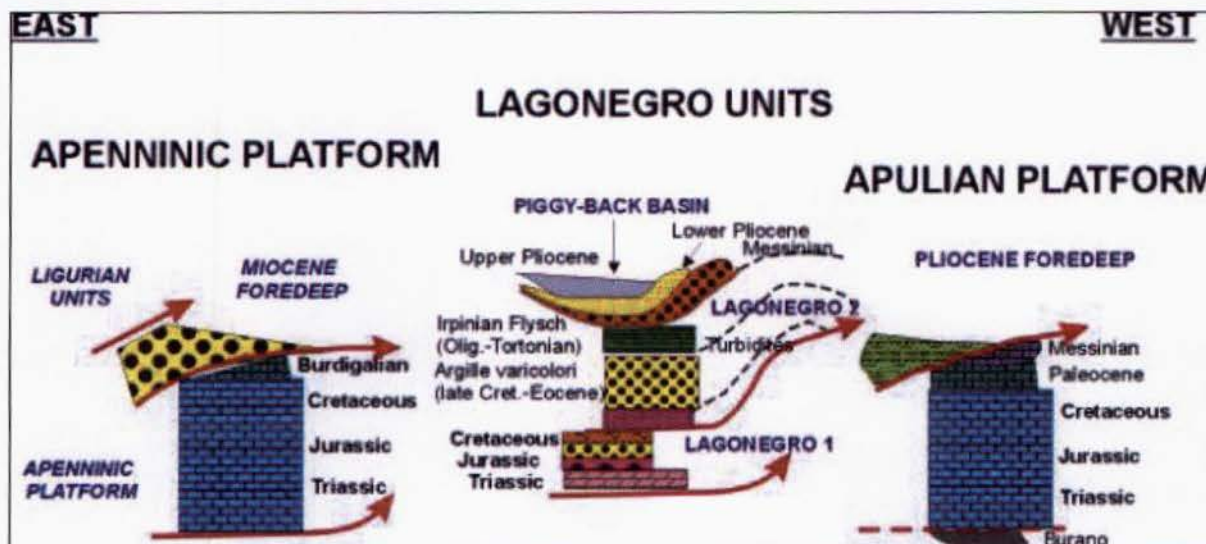


Figura 2.8 - Relazioni geometriche tra le principali unità geologiche dell'Appennino Meridionale

2.1.3 Avanfossa Bradanica

L'Avanfossa Bradanica si estende dall'Avampaese Apulo alla catena appenninica e fa parte del complesso degli Appennini Meridionali. L'avanfossa Bradanica è la reazione agli impulsi dell'orogenesi Appenninica (Pliocene Medio-Pleistocene) che hanno causato l'apertura del Tirreno.

Durante il Pliocene, l'avanzamento degli Appennini Meridionali ha incorporato prima la parte centrale dell'avanfossa e poi si è spostato verso la parte più meridionale.

La sedimentazione sin-tettonica Plio-Pleistocenica avvenuta nella parte frontale del *thrust* era controllata da set di faglie normali che definivano la posizione dei principali depocentri.

Prima di questo periodo di intensa attività tettonica, l'area era caratterizzata da una vasta piattaforma carbonatica, ove si è deposta una spessa sequenza carbonatica dal Triassico (Puglia 1) al Miocene. Attualmente, compressione e accorciamento interessano ancora l'area (come confermato dall'attività sismica) e sono responsabili dell'approfondimento del Mar Ionio.

2.1.4 Evoluzione strutturale

La progressiva subduzione della litosfera continentale Adriatica ha causato una migrazione dei depocentri assiali dell'Avanfossa. Negli Appennini centrali la depressione raggiunse la profondità massima nel Pliocene Inferiore, mentre se ci si sposta lungo l'Avanfossa della catena Appenninica la massima profondità si raggiunge solo in tempi relativamente più recenti (figure 2.12 e 2.13). Nella parte settentrionale della fossa Bradanica il maggiore spessore si raggiunge durante il Pliocene Medio.

Durante il Pliocene inizio Pleistocene, l'Avanfossa Bradanica è stata caratterizzata da un tasso di subsidenza ($> 1\text{ mm/yr}$) tale da permettere la deposizione di spesse sequenze clastiche. Successivamente, si nota una diminuzione del tasso di subsidenza, in totale contrasto con l'Avanfossa Appenninica e il Mar Ionio.

L'Avanfossa Bradanica è stata deformata durante il Plio-Pleistocene da parte dell'ultimo impulso dell'orogenesi e da ripetute spinte provenienti dalla parte meridionale della Catena Appenninica. Gli effetti tettonici sono registrati da sedimenti clastici che hanno riempito la depressione e dal substrato carbonatico (figure 2.14 e 2.15). Nella piattaforma Apula è possibile distinguere due famiglie principali di faglie, in base al loro orientamento:

- NO-SE (N120-N150) faglie normali con immersione SO-NE. Queste faglie presentano una componente trascorrente e una componente compressiva verso la catena Appenninica;
- E-O (N90-N100).

Il sistema principale di faglie è rappresentato dalla famiglia con orientamento NO-SE.

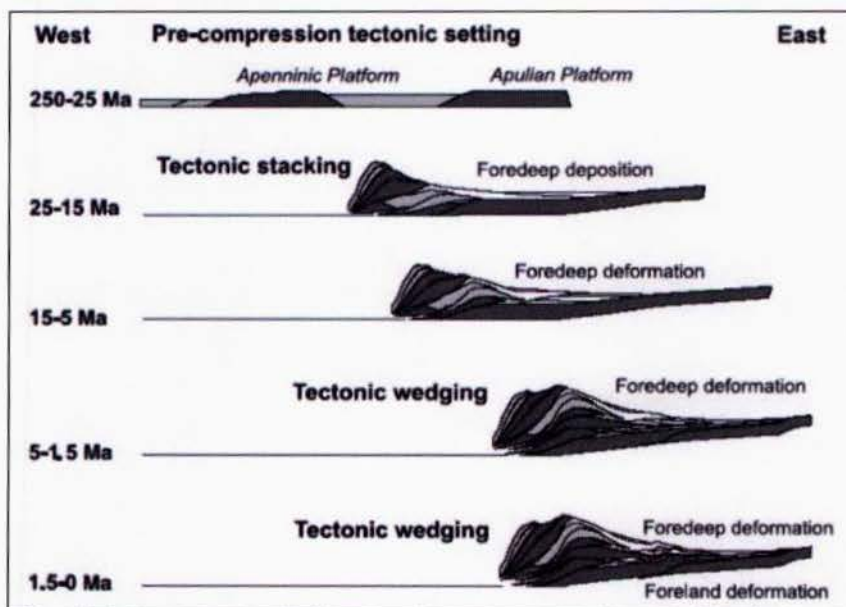


Figura 2.9 - Evoluzione strutturale dell'Appennino meridionale (Turrini et al. 2009)

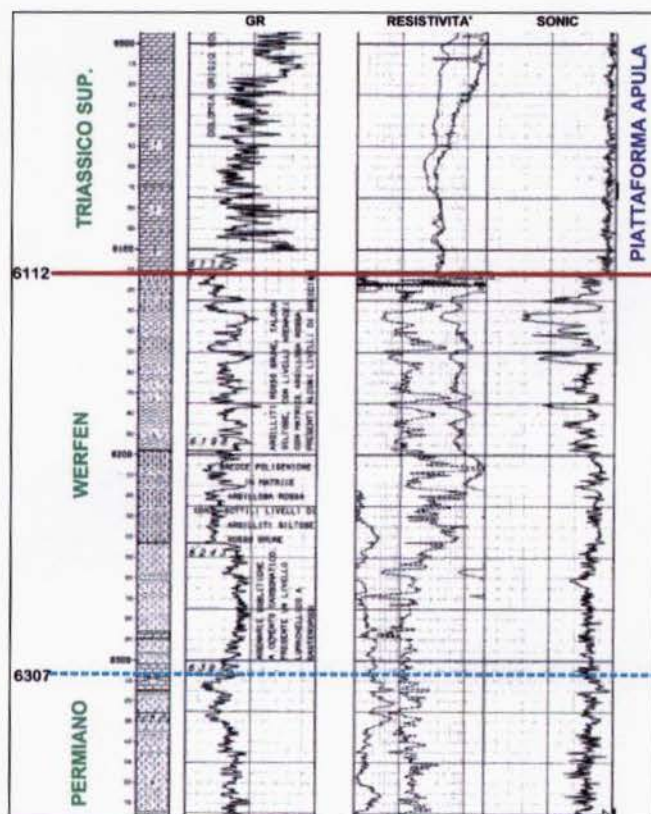


Figura 2.10 - Parte inferiore del pozzo Puglia 1. La base della piattaforma Apula (6112m) è rappresentata da Dolomie Triassiche. La parte alta del pozzo è rappresentata dai carbonati del Cretacico Medio

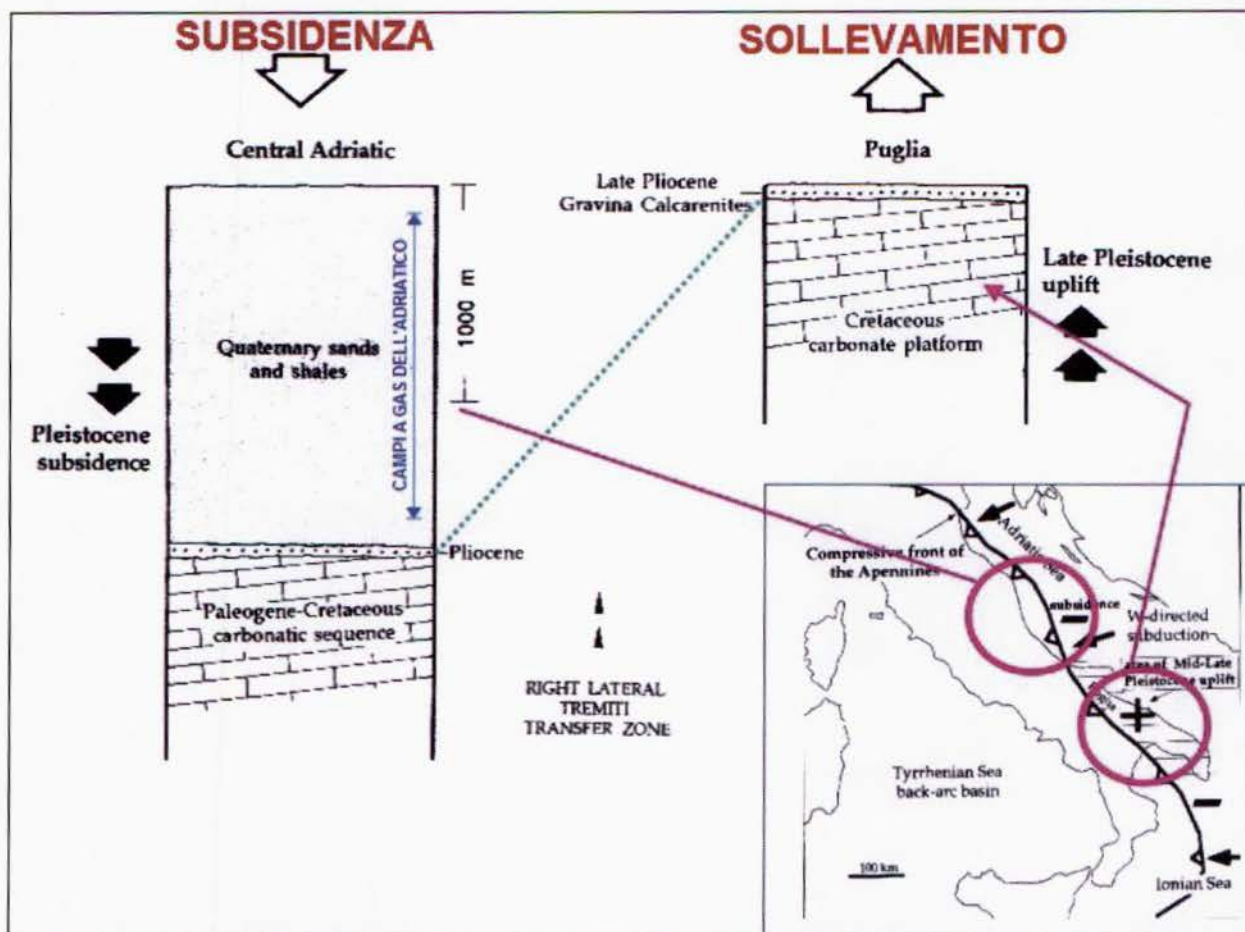


Figura 2.11 - Differenti spessori della sequenza Plio-Pleistocenica nella Placca Adria e in Puglia (modificato dopo Doglioni et al. 1996)

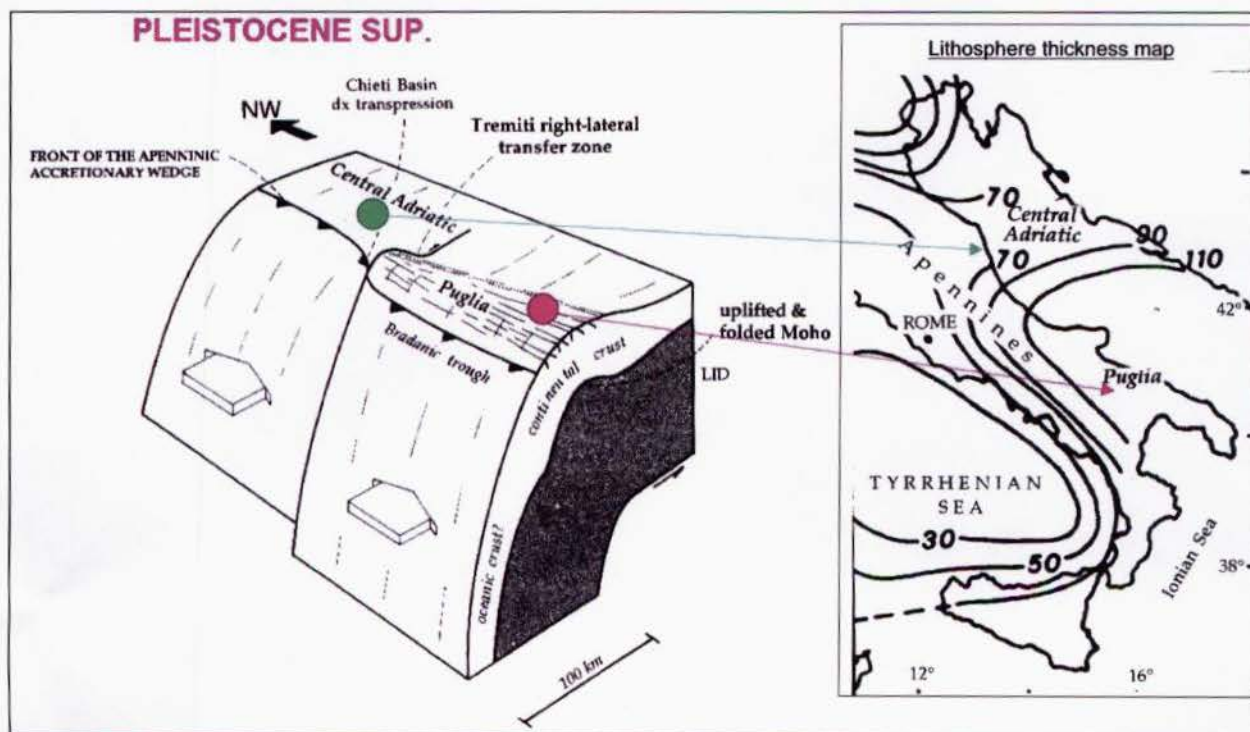


Figura 2.12 - A destra schema rappresentativo dei diversi spessori della litosfera per spiegare la diversa evoluzione tra la Placca Adria e la regione della Puglia (dopo Doglioni et al. 1996)

2.1.5 Evoluzione deposizionale

Al sollevamento della catena è seguito lo scivolamento gravitativo di materiale clastico che si è deposto nell'avanfossa, contemporaneamente si sono deposte sabbie torbiditiche nella parte esterna dell'area. La direzione delle correnti di torbida era longitudinale o lungo i principali assi del bacino, ipotesi confermate anche dai pozzi e dai dati sismici (figura 2.18). Talvolta si è visto che questi depositi gravitativi sono intercalati da torbiditi e quindi la deposizione risulta contemporanea. La Avanfossa Bradanica è costituita nella parte centrale da *debris*, *mud-flows* ed elementi alloctoni della catena Appenninica. Mentre la parte centrale è costituita da depositi torbiditici (figura 2.17).

In alcune parti del bacino è possibile distinguere due cicli principali di deposizione in base alla presenza di sequenze calcarenitiche, facilmente identificabili nei log a causa dell'elevata resistività (figura 2.17). I foraminiferi bentonici testimoniano che questi livelli sono associabili a facies deposizionali poco profonde. Possiamo concludere che il bacino è stato interessato da una seconda fase deposizionale durante medio-inferiore Pliocene e che è continuata fino al Pleistocene.

Questi sedimenti Pleistocenici sono preservati solo localmente perché la maggior parte è stata erosa in seguito alla risalita della struttura nel tardo Pleistocene.

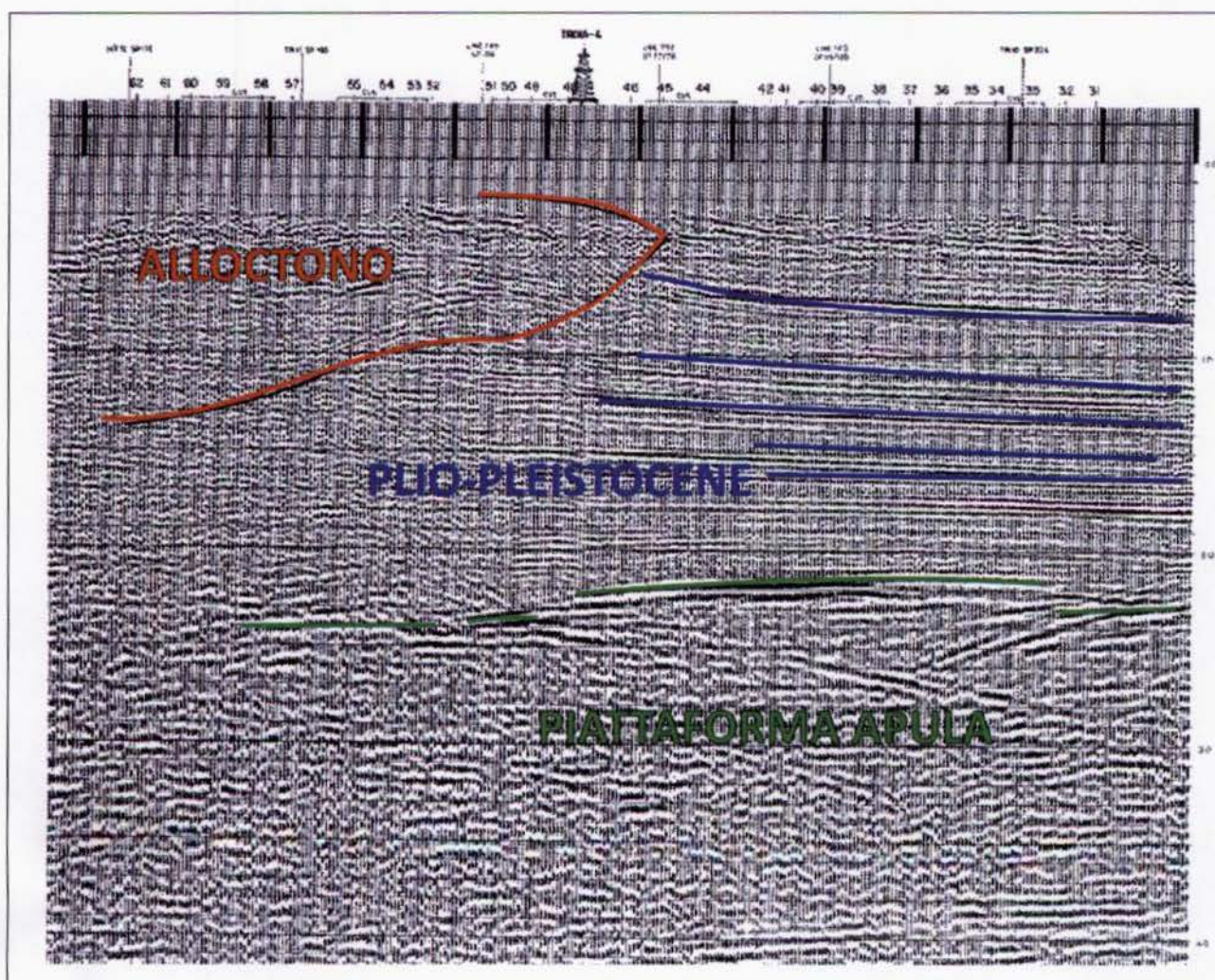


Figura 2.13 - Linea sismica attraverso l'Avanfossa Bradanica con relativa interpretazione.

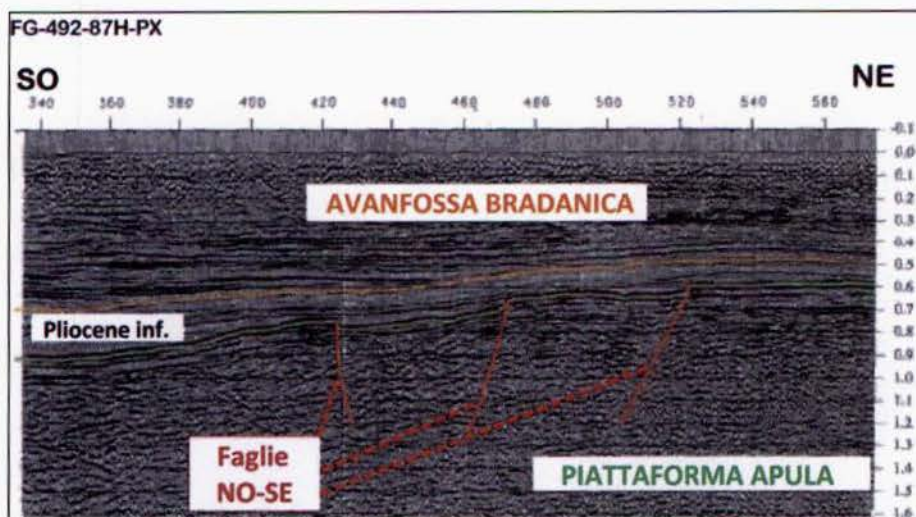


Figura 2.15 - Sezione sismica attraverso la fossa Bradanica che evidenzia faglie normali ad andamento NO-SE

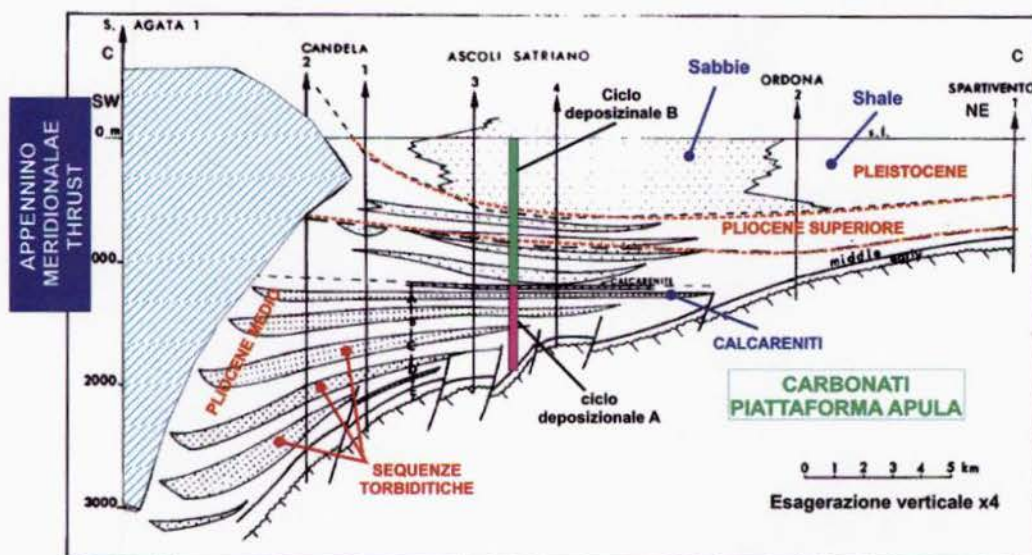


Figura 2.16 - Sezione NE-SO schematica con la distribuzione spaziale dei principali corpi sabbiosi torbiditici Plio-Pleistocenici. Da Casnedi (1998), modificato.

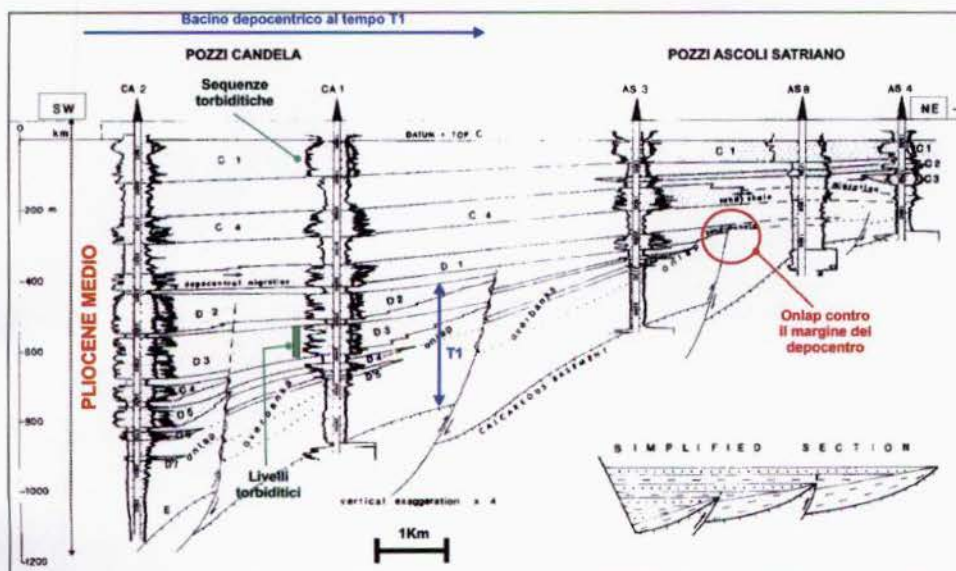


Figura 2.17 - Sezione NE-SO schematica con la distribuzione spaziale dei principali corpi sabbiosi torbiditici Plio-Pleistocenici. Si osservi onlap tra i corpi torbiditici e la piattaforma (da Casnedi, 1988 modificato)

2.2 Temi di ricerca

Il permesso di ricerca "Torrente Alvo" presenta tutte le caratteristiche geo-minerarie per poter essere considerato di interesse. L'insieme delle scoperte odierne e del passato ha consentito di individuare un sistema petrolifero completo, un sistema di rocce madri, un sistema di rocce di copertura e serbatoio, e trappole che differiscono per geometria a seconda della loro posizione stratigrafica, e che verranno dettagliatamente descritti nei prossimi capitoli.

I principali obiettivi esplorativi nell'area in istanza di permesso e nelle zone limitrofe sono rappresentati da:

- Calcarei mesozoici fratturati in trappole strutturali;
- Livelli sabbiosi torbiditici del Pliocene-Pleistocene in trappole strutturali, stratigrafiche e miste.

2.2.1 Roccia Serbatoio

La roccia serbatoio all'interno dei calcari della Piattaforma Apula è rappresentata da livelli ad elevata porosità primaria e secondaria, associati a calcari, calcari dolomitici e dolomie di età comprese tra il Cenomaniano (99.6 Ma – 93.6 Ma) ed il Miocene Medio (16 Ma – 11 Ma) (Figura 2.18). La porosità dei calcari della Piattaforma Apula lungo la sua intera colonna stratigrafica è di tipo vacuolare, inter-cristallina, inter-granulare, per macro e micro-fratture, per "channel porosity" e per stiloliti aperte. In generale la porosità primaria media di questi carbonati è inferiore a 5%, ma la presenza di un sistema di fratturazione pervasivo, sviluppatosi soprattutto durante il Miocene ed il Pliocene può aumentare considerevolmente sia la porosità sia la permeabilità e quindi le caratteristiche produttive di questi carbonati (Figura 2.19).

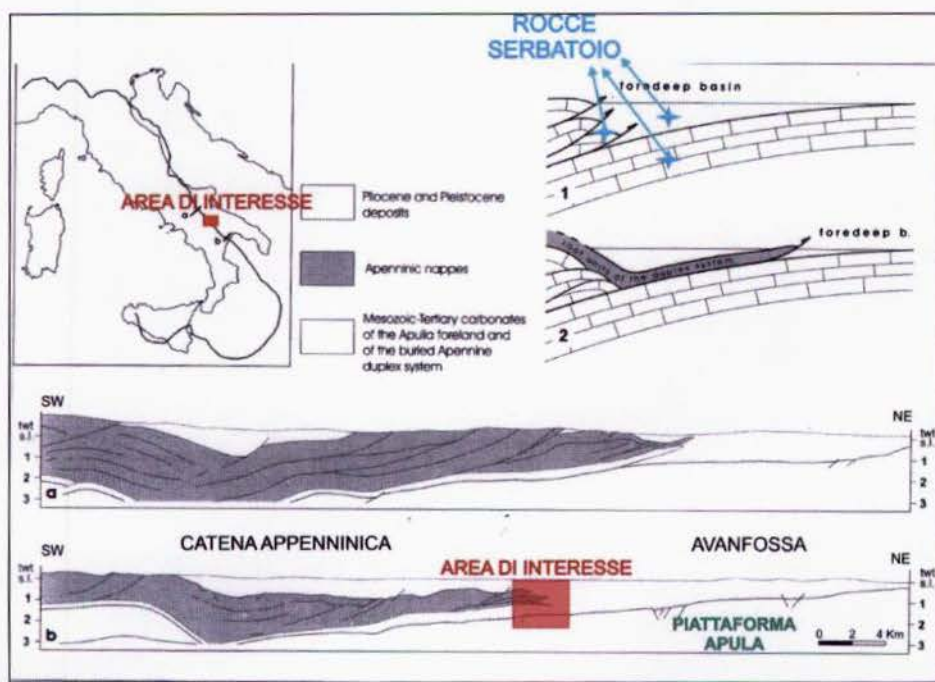


Figura 2.18 - Schematizzazione della distribuzione delle rocce serbatoio nell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo".

I vari tipi di reservoir (rocce serbatoio) della successione Apula possono essere sintetizzati partendo dall'alto come segue:

- calcari pelagici caratterizzati da porosità secondaria e da fratturazione, d'età miocenica medio-inferiore;
- depositi di piattaforma carbonatica interna, anch'essi fratturati e discretamente porosi, risedimentati in un ambiente di piattaforma esterna o di scarpata durante l'Eocene;

- sedimenti neritici del Cretacico Superiore, deposti in un ambiente compreso tra la zona sopratidale e una zona di laguna aperta e caratterizzati dalla presenza di livelli a Rudiste con elevata porosità vacuolare e da quelle di brecce dolomitiche ugualmente porose;
- calcari di piattaforma del Cretacico Inferiore e Giurassico che possono presentare una diffusa dolomitizzazione, con porosità inter ed intra-cristallina.

La roccia serbatoio nei livelli Plio-Pleistocenici è rappresentata da bancate sabbiose che hanno spessori variabili tra qualche metro e qualche decina di metri. Il diverso spessore. È legato alle caratteristiche deposizionali delle correnti di torbida che hanno dato origine a questi livelli.



Figura 2.19 – Distribuzione della fratturazione sul piano di strato ed in verticale nei carbonati del Cretaceo superiore

2.2.2 Rocce di copertura

La roccia di copertura dei carbonati della Piattaforma Apula è rappresentata da sedimenti Pliocenici di natura silicoclastica e da gessi del Messiniano che ricoprono interamente il tetto della piattaforma.

Per quanto concerne la roccia di copertura per i livelli pliocenici è rappresentata da livelli argillosi. La continuità di questa copertura è assicurata dal fatto che la sedimentazione di tipo argilloso rappresenta il principale tipo di deposito dell'area.

2.2.3 Roccia Madre

L'esplorazione petrolifera condotta nell'Avanfossa Bradanica ha messo in evidenza la presenza di due tipologie ben diverse di idrocarburi. In particolare, idrocarburi liquidi nei carbonati mesozoici e gas biogenico nei depositi torbiditici Plio-Pleistocenici. La roccia madre e le caratteristiche di questi idrocarburi sono considerevolmente differenti. La roccia madre relativa agli idrocarburi liquidi nei carbonati della Piattaforma Apula è caratterizzata dai livelli argilloso-selciferi dell'Albiano-Cenomaniano ricchi in materia organica (Figura 2.20), compresi nella successione del Bacino del Lagonegro e delle marne e argille relative a piccoli bacini intra-piattaforma, come testimoniano anche le scoperte dei campi della Val d'Agri e di Tempa Rossa.

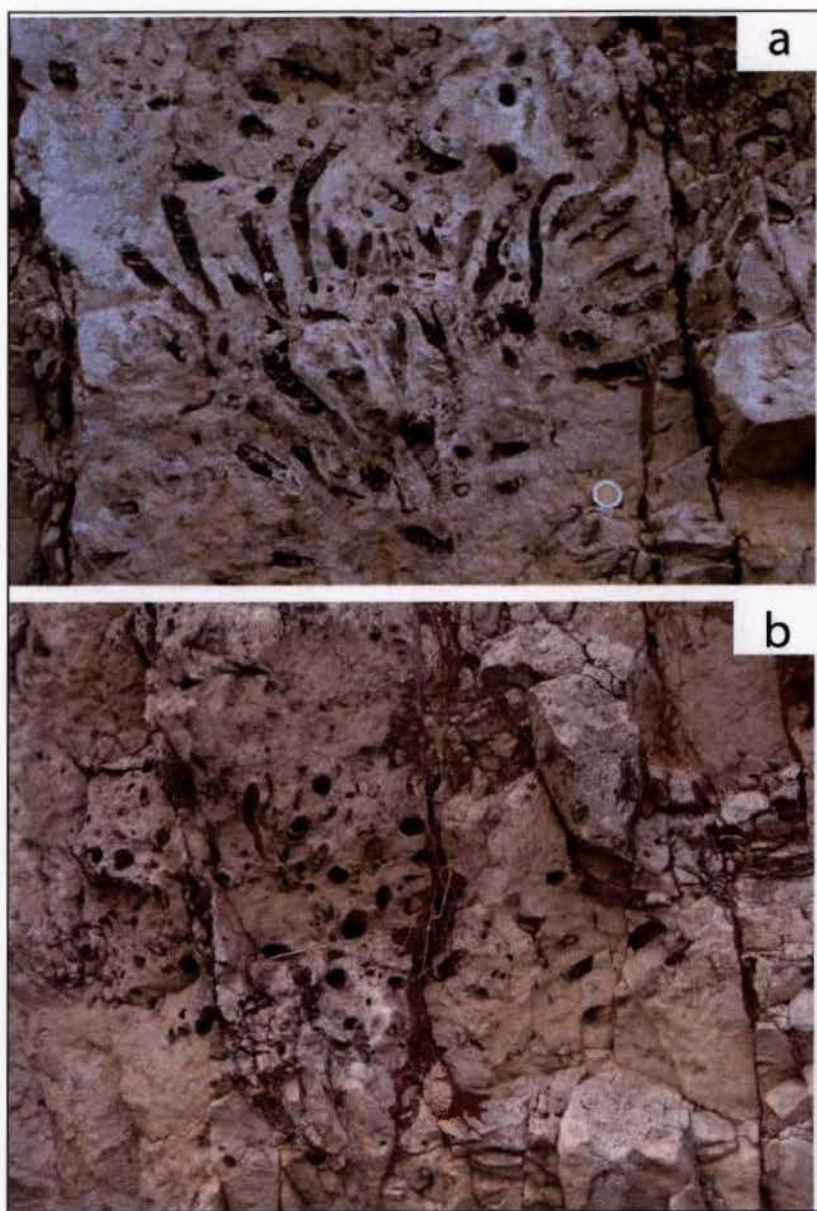


Figura 2.20 - Associazione a rudiste di tipo "bouquet" con porosità di tipo vacuolare.

I principali tipi di idrocarburi liquidi possono esser distinti sulla base delle analisi isotopiche, gascromatografiche, dai parametri fisici e dai biomarker in:

- i) Oli maturi, caratterizzati da materia organica di tipo continentale, depositi in ambiente ossigenato e ampio entro rocce di tipo argilloso;
- ii) Oli immaturi o parzialmente maturi, provenienti da una roccia madre marina, depositi in un ambiente deposizionale carbonatico, con apporti continentali.

Gli idrocarburi contenuti all'interno dei depositi silicoclastici torbiditici sono rappresentati principalmente dal gas di origine biogenica, mentre la restante parte è di origine termogenica. Nell'area sono presenti tutte le condizioni per la formazione di questo tipo di gas: adeguati contenuti di materia organica nei sedimenti più argillosi (TOC da tracce fino a 1.0%; composizione terrigena del kerosene: >80%), elevata velocità di sedimentazione e subsidenza, regime termico freddo (<60°C). Con queste condizioni i batteri possono continuare ad esistere e la materia organica non degrada in maniera significativa.

In sostanza, la roccia madre è rappresentata dai livelli più argillosi di origine profonda intercalati a livelli sabbiosi, infatti gli accumuli gassosi sono stati trovati principalmente in prossimità della roccia madre

avendo avuto una breve migrazione. Il gas è composto principalmente da metano con minori tracce di altri gas, con abbondante presenza di zolfo. Il gas di origine termogenica (6%) degli idrocarburi totali del bacino, può essere considerato come il prodotto di cracking della materia organica.

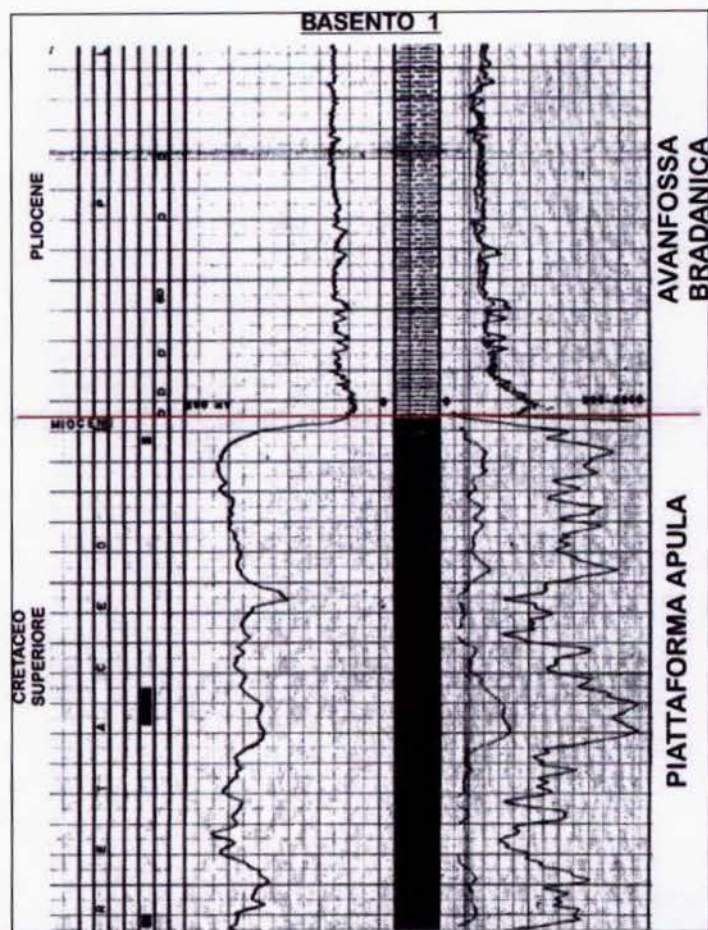


Figura 2.21 - Diagrafie del pozzo Basento1 con il passaggio tra la piattaforma Apula ed i depositi di avanfossa.

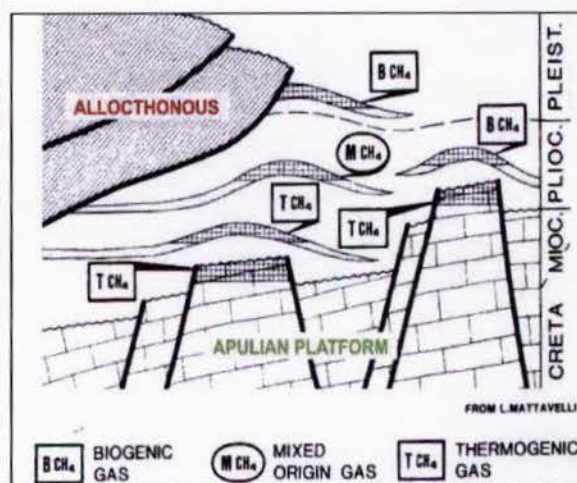
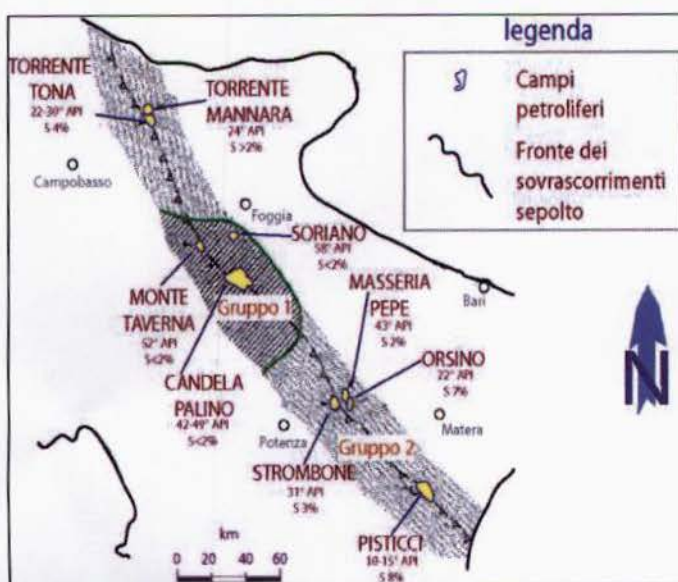


Figura 2.22 - Tipi di idrocarburi e distribuzione nei diversi tipi di trappole (Sella et al., 1988)

2.2.4 Trappola

Nell'area in cui ricade il permesso di ricerca "Torrente Alvo", così come nella maggior parte delle aree circostanti, le trappole per gli idrocarburi possono essere di tipo strutturale, di tipo puramente stratigrafico o di tipo misto (figura 2.23). Le trappole strutturali sono associate alle strutture prodotte dai sovrascorrimenti della tettonica Appenninica.

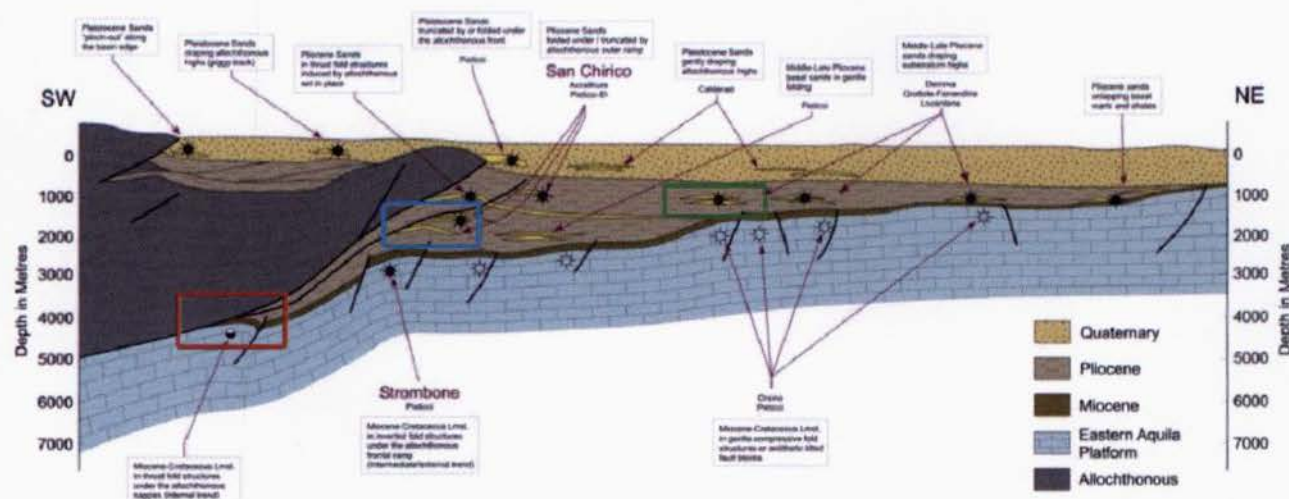


Figura 2.23 – Esempi schematici dei diversi tipi di trappole nella zona in esame, con il rettangolo verde sono indicate trappole strutturali, in rosso quelle stratigrafiche e in blu quelle di tipo misto.

I diversi tipi di trappole identificate nella zona possono essere distinte in base alla successione sedimentaria coinvolta:

a) **Successione pre-Pliocenica.** In tutti i casi esaminati, gli idrocarburi sono stati rinvenuti in trappole strutturali legate a strutture prodotte dai sovrascorrimenti di età appenninica oppure alla riattivazione di precedenti faglie normali di età pre-appenninica. In questo tipo di trappole le principali scoperte sono legate ai campi di Pisticci e a quello di Grottole-Ferrandina (Figura 2.24). Gli idrocarburi sono accumulati in *reservoir* fratturati la cui produzione è strettamente legata ai principali sistemi di frattura e non alla porosità e permeabilità di matrice.

In questo tipo di successione le trappole possono essere distinte in (Sella et al, 1988):

- anticlinali legate a faglie al di sotto delle falde alloctone;
- alti strutturali al di sotto del fronte di avanzamento dell'alloctono;
- alti strutturali lontani dall'alloctono;
- faglie a "domino" lontane dall'alloctono;

b) **Successione Pliocenica.** Le trappole sono di tipo strutturale o misto all'interno di depositi torbiditici composti da arenarie e peliti che formano strutture anticlinali. In questo tipo di successione sono ubicate le scoperte economicamente più interessanti quali i campi di Torrente Tona, Candela-Pallino, Roseto-Montesillo e Grottole-Ferrandina (Figure 2.25 e 2.26).

c) **Successione Pleistocenica.** Le trappole si trovano a profondità superficiali (500-600m) e sono in genere stratigrafiche o miste caratterizzate da depositi naturalmente legati alla sedimentazione torbiditica nell'Avanfossa.

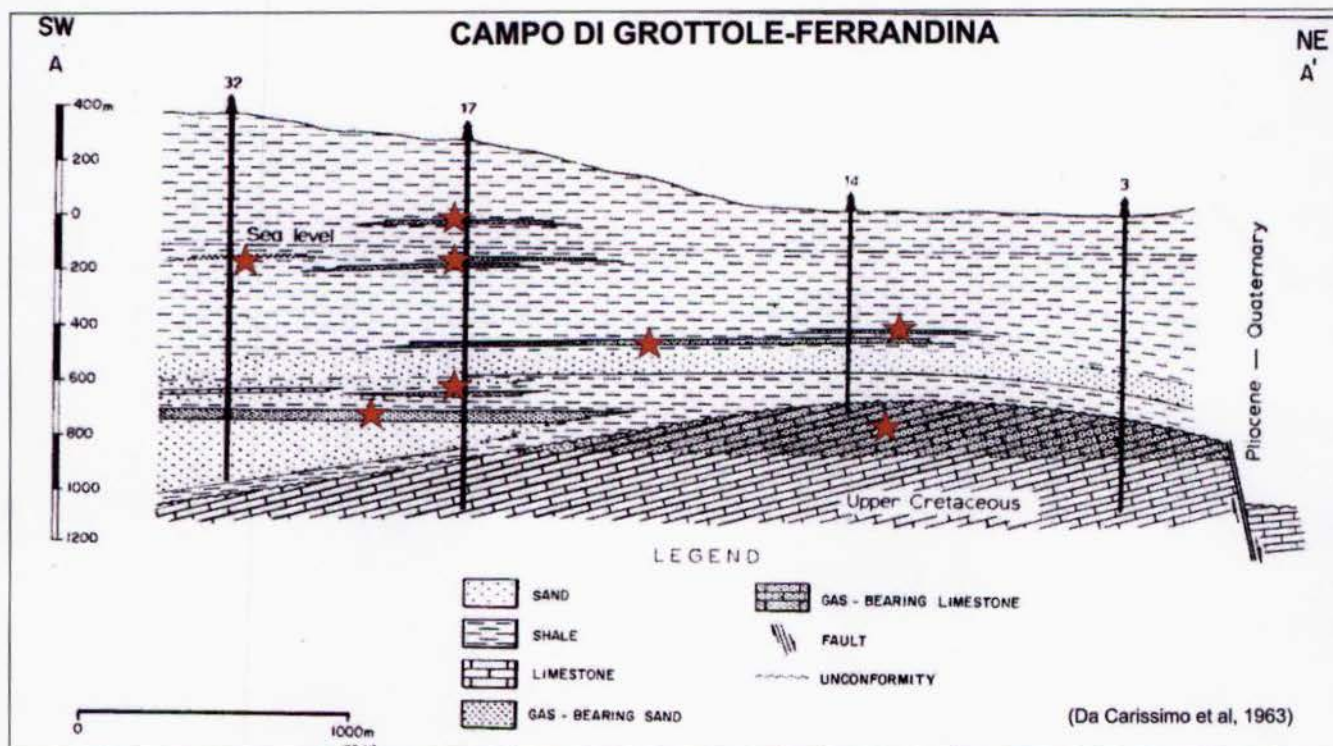


Figura 2.24 - Sezione attraverso il campo Grottole-Ferrandina. Le stelle rosse rappresentano i livelli sabbiosi con idrocarburi liquidi e gassosi.

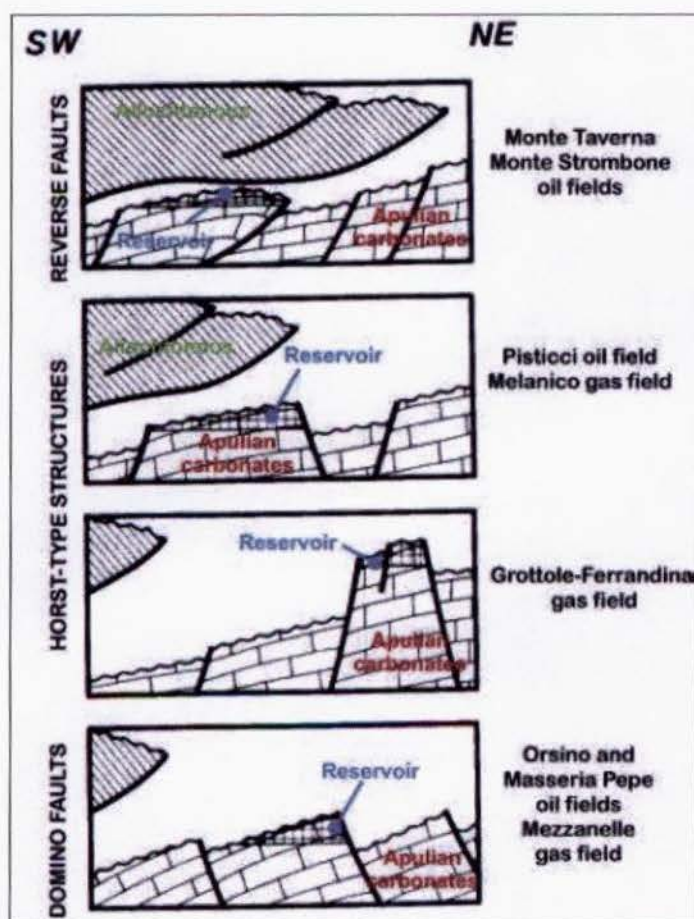


Figura 2.25 - Schemi delle trappole (e relativi campi) su substrato carbonatico pre-pliocenico (da Sella et al., 1988, modificato).

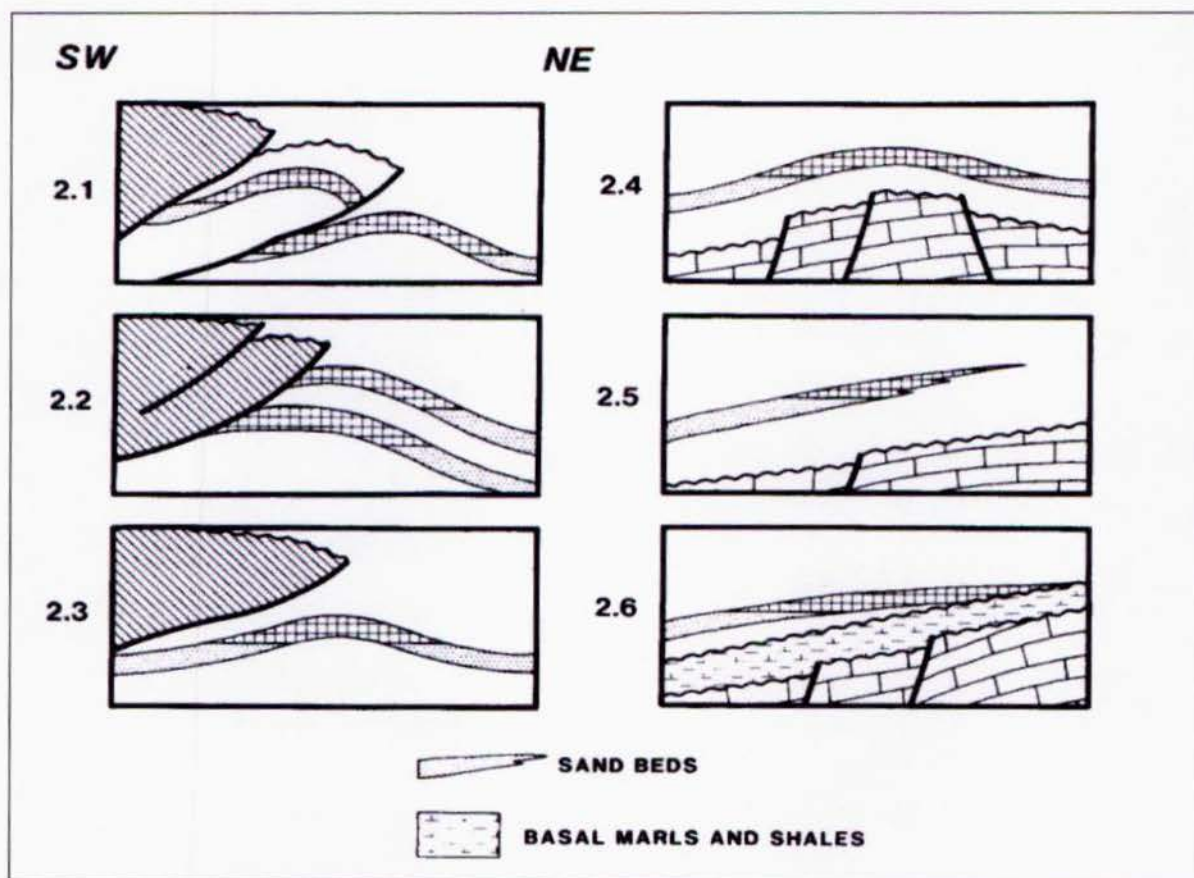


Figura 2.26 - Schemi delle trappole su substrato carbonatico pre-pliocenico (da Sella et al., 1988)

3. ATTIVITA' SVOLTA DURANTE IL PRIMO ANNO DI VIGENZA

3.1 Creazione di un database con dati di sottosuolo

L'inquadramento alla scala regionale ed i risultati dell'attività esplorativa svolta in precedenza nell'area consentono di meglio comprendere il sistema petrolifero (roccia madre, roccia serbatoio, roccia di copertura e trappole) che interessa l'area del permesso di ricerca. A tale scopo è stato elaborato un database in cui sono stati inseriti tutti i dati di sottosuolo disponibili, relativi alla zona in esame.

Nella figura 3.1 si possono vedere i pozzi esplorativi perforati nell'area ed i campi estrattivi adiacenti alla zona del permesso di ricerca. Per quanto riguarda i dati storici di pozzi perforati all'interno dell'area del permesso di ricerca è possibile notare come siano stati perforati 6 pozzi, di cui si dispone di dati LAS.

I dati LAS sono stati ricavati con l'ausilio di software specializzati che hanno permesso l'estrapolazione dei valori numerici caratteristici di ogni curva presente nella versione cartacea dei diagrammi di pozzo.

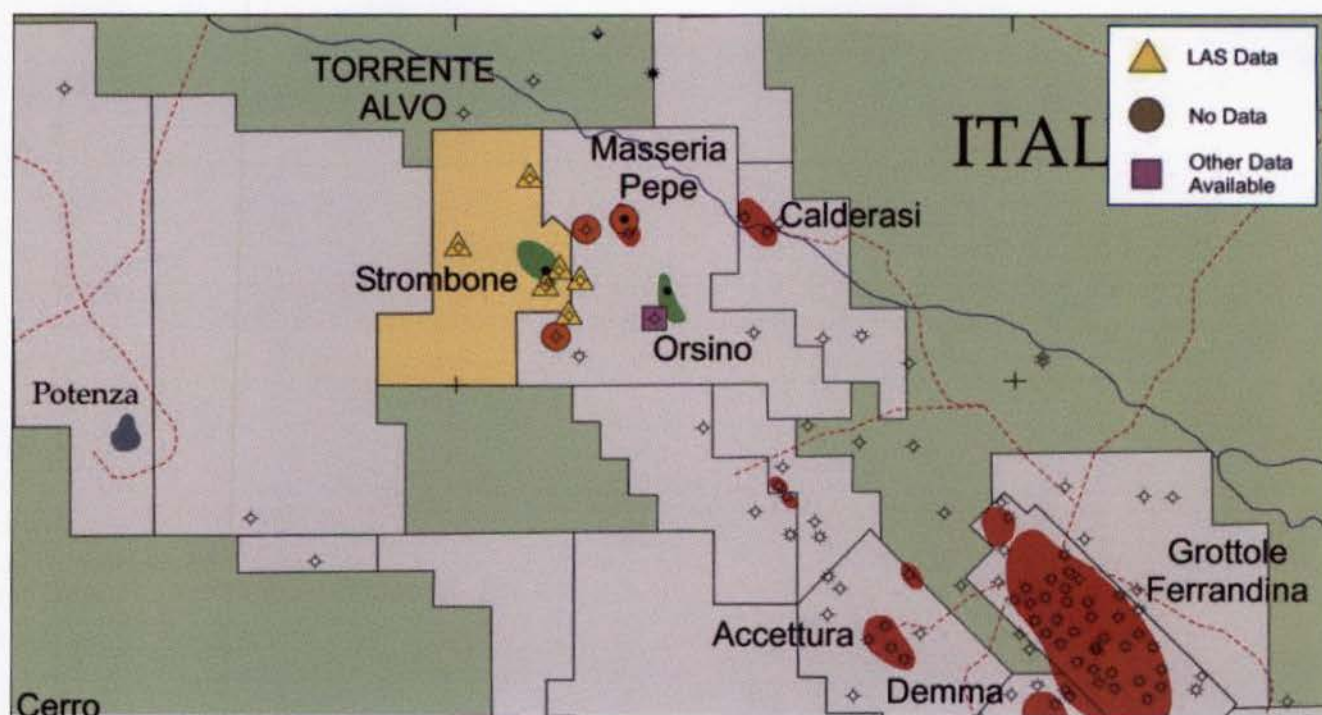


Figura 3.1 – Database dei dati storici dei pozzi perforati nell'area. Per quelli all'interno dell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" è stato indicato il tipo di dati di cui si dispone.

Dal database è possibile, inoltre, avere indicazioni sulla tipologia dei vari pozzi perforati nella zona di interesse, con informazioni sulle manifestazioni riscontrate negli stessi (Figura 3.2).

Allo stesso modo, sono state inserite nel database le linee sismiche acquisite in passato nella zona di interesse, i cui dati sono disponibili e di pubblica consultazione (Figura 3.3).

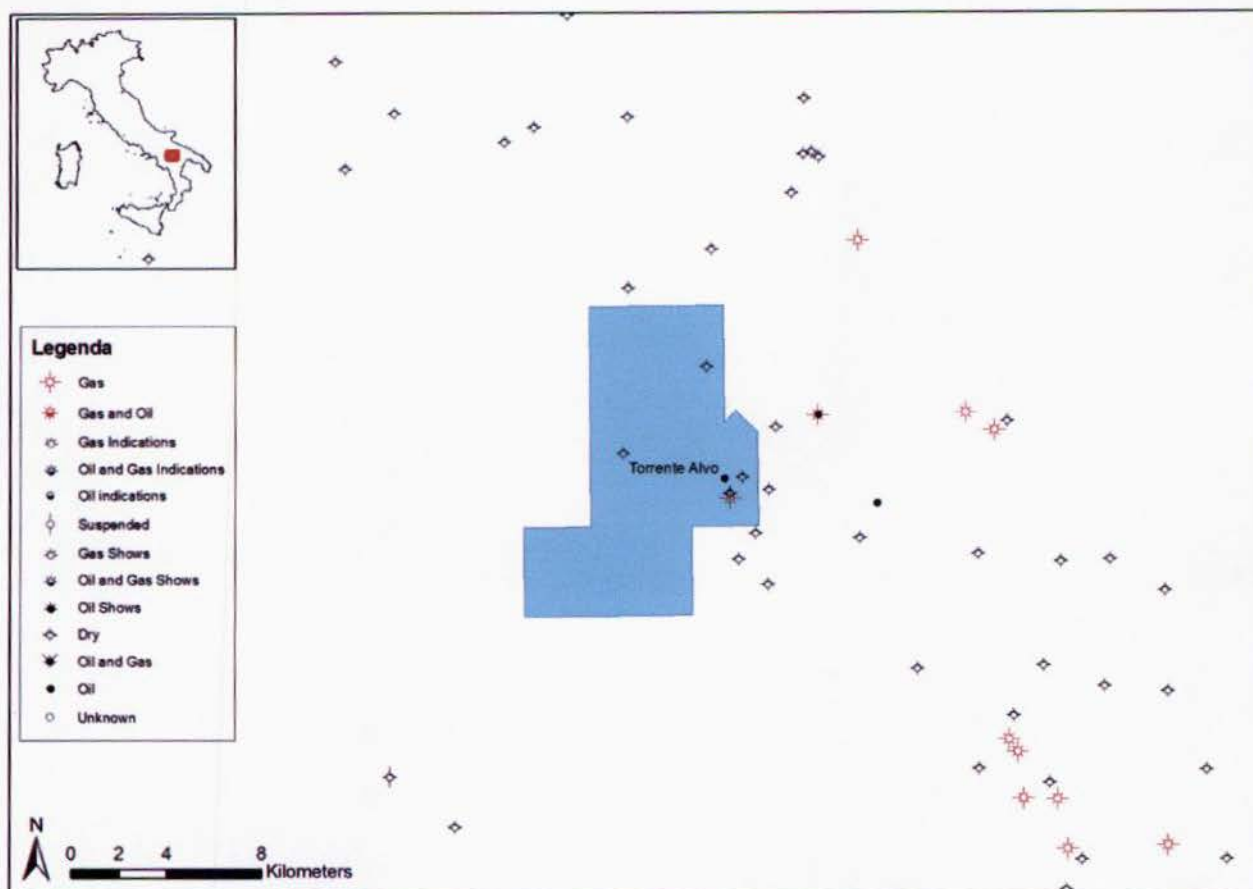


Figura 3.2 - Ubicazione del permesso di ricerca con indicazione della tipologia dei pozzi presenti nel database.

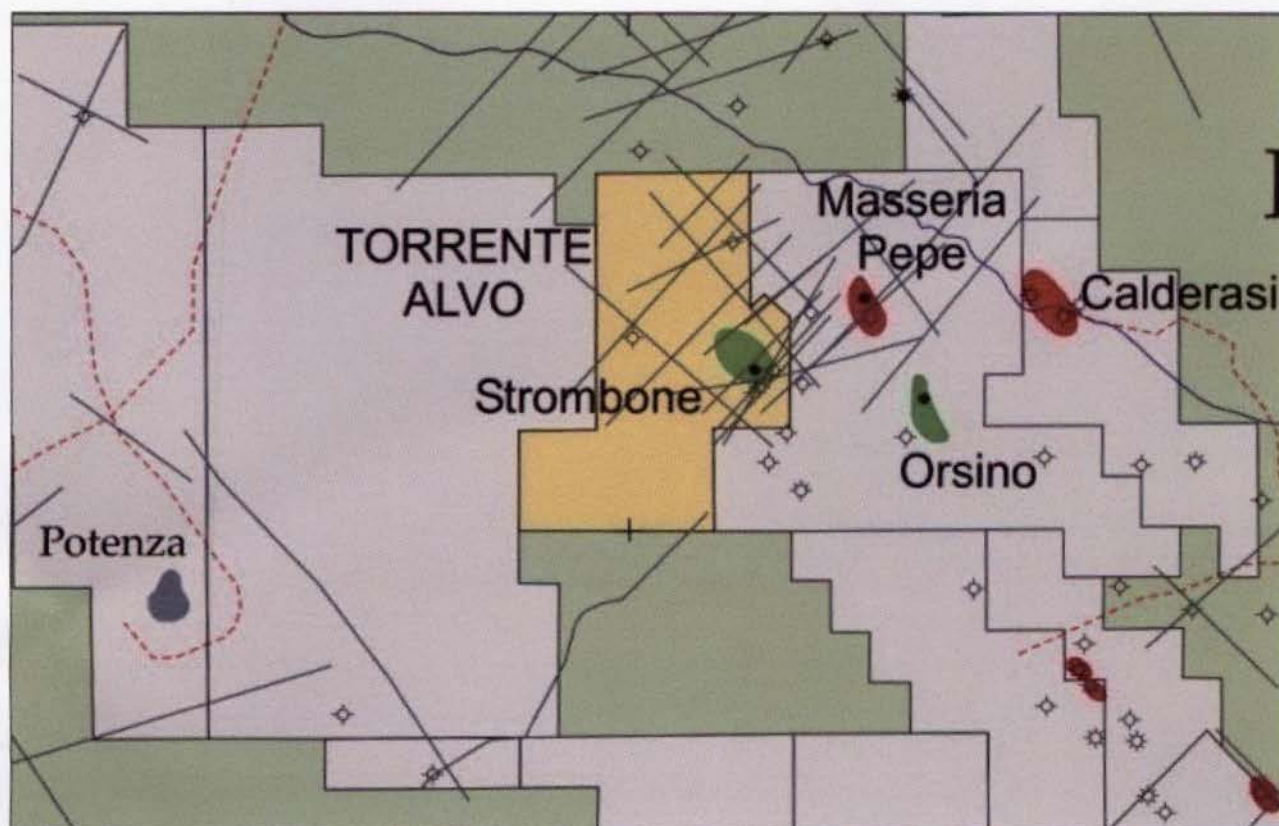


Figure 3.3 - Database delle linee sismiche già acquisite nella zona adiacente al permesso di ricerca "Torrente Alvo".

Osservando la carta delle linee sismiche di Eni (Figura 3.4), è possibile notare come sia stato acquisito un gran numero di linee all'interno dell'area del permesso di ricerca, soprattutto nella parte nord-orientale del blocco. La maggior parte di esse, però, non è di pubblica consultazione, ma rappresenta dati confidenziali di proprietà di Eni S.p.A., disponibili previo acquisto.

Lo scopo di questo database, quindi, è anche quello di meglio comprendere la disponibilità e la qualità dei dati di sottosuolo disponibili, per valutare al meglio quali informazioni mancanti sia opportuno acquistare. A questo scopo, Celtique Energie Petroleum Ltd. ha preso visione delle linee sismiche disponibili recandosi presso gli uffici Eni, nella sezione predisposta per il "data room".

A seguito del "data room", è stato quindi elaborato un progetto di acquisto di dati sismici corrispondenti a linee precedentemente acquisite da Eni S.p.A. all'interno del permesso stesso per poter meglio delineare alcune possibili strutture già identificare con i dati attuali e che consentiranno di meglio programmare e progettare le future attività esplorative (acquisizione di nuove linee sismiche e/o pozzo esplorativo).

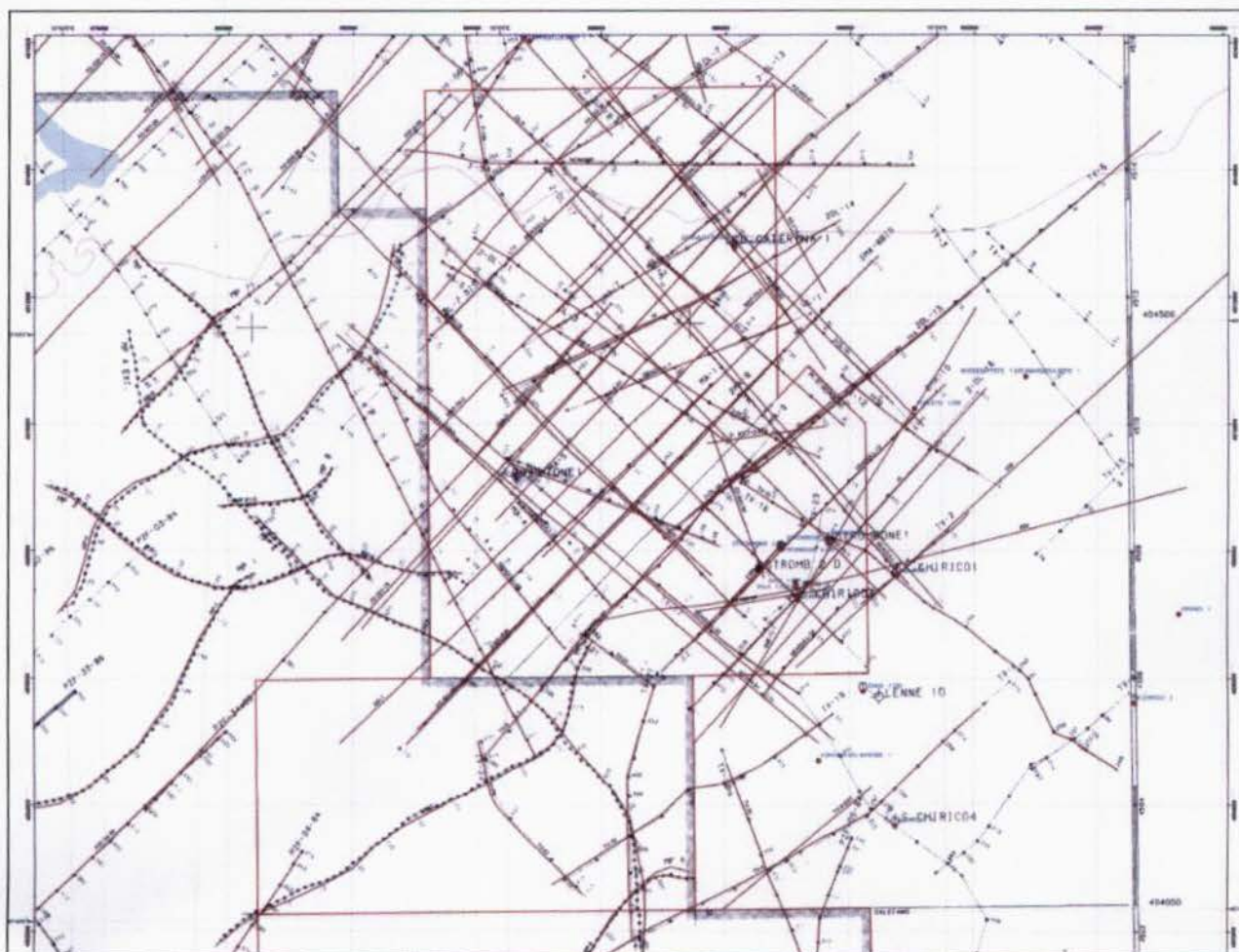


Figure 3.4 – Carta delle linee sismiche acquisite da Eni ricadenti all'interno dell'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" (fonte: Eni S.p.A.)

3.2 Studio di attività esplorativa precedente

Lo studio dei dati storici permette di valutare se aree già interessate in passato da attività di esplorazione e produzione di idrocarburi possano avere ancora delle potenzialità estrattive o possano esserci nuovi obiettivi minerari tralasciati in precedenza.

La zona circostante l'area del permesso di ricerca è caratterizzata dalla presenza di importanti campi a gas e ad olio che hanno prodotto negli anni passati ingenti quantità di idrocarburi.

L'esplorazione nella zona è iniziata nel XIX° secolo, ma la prima scoperta importante è stata fatta nel 1959. Durante questa fase di esplorazione, 120 scoperte ad olio e gas sono state fatte all'interno, o sui fianchi della piattaforma Apula. Del gas è stato rinvenuto nelle sabbie del Terziario, mentre manifestazioni sia a gas che ad olio sono state rinvenute in carbonati di fondo.

La fase esplorativa del 1970, riguardante le unità strutturali al di sotto del sovrascorrimento di Lagonegro, ha portato alla scoperta degli importanti campi estrattivi di Monte Alpi e Tempa Rossa (Figura 3.6).

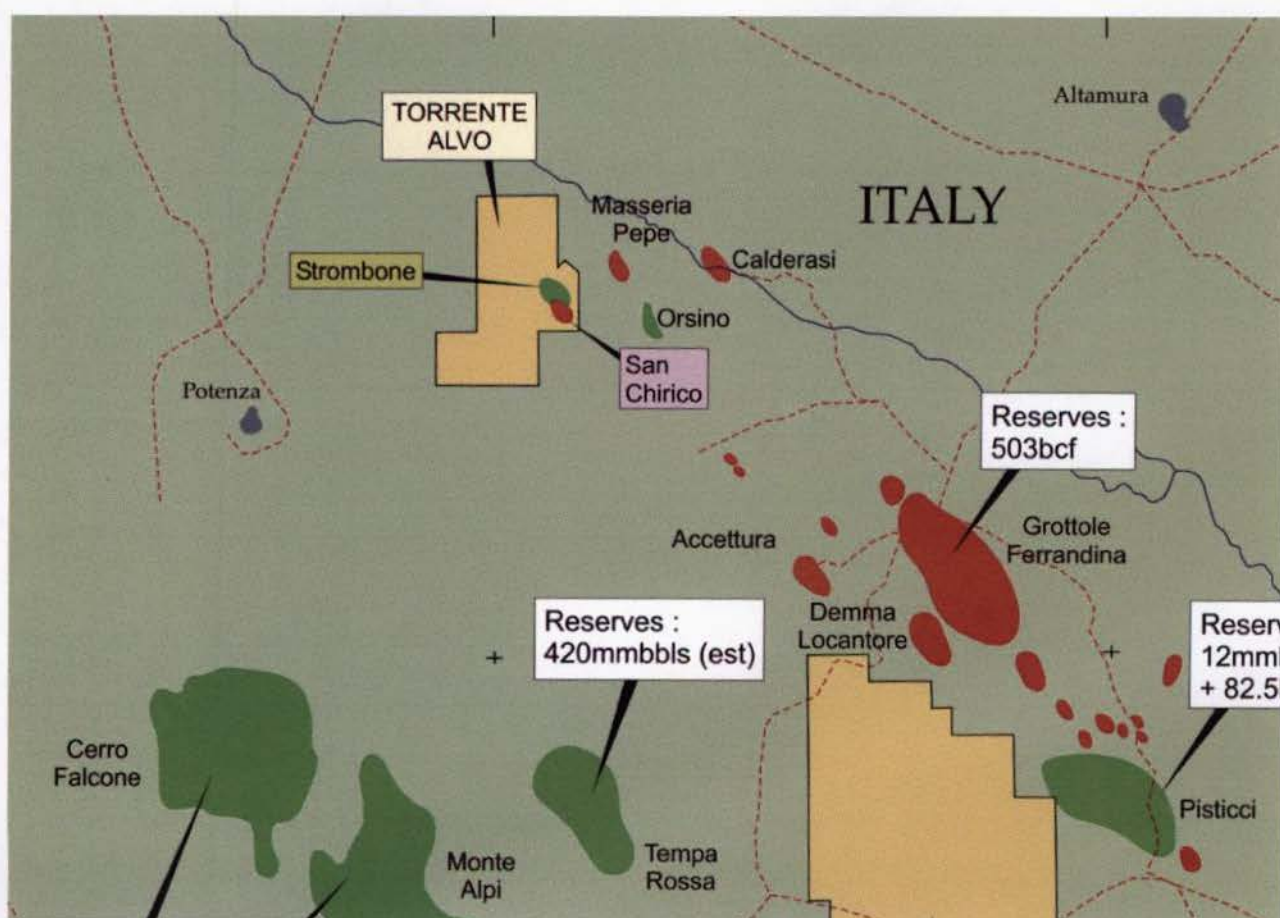


Figura 3.6 – Ubicazione del permesso di ricerca rispetto alle altre aree esplorative e di produzione di idrocarburi

3.2.1 Studio di pozzi preesistenti

Con lo scopo di valutare le potenzialità estrattive dell'area del permesso di ricerca, sono stati presi in considerazione i pozzi perforati all'interno del blocco o nelle immediate vicinanze (Figura 3.7), analizzandone i risultati per meglio comprenderne i motivi di insuccesso e poter meglio pianificare le future fasi esplorative.

I pozzi analizzati sono nove, di cui quattro sono risultati sterili mentre tre hanno evidenziato manifestazioni di gas ed olio e due hanno postato alla scoperta dei campi estrattivi di Strombone e San Chirico (Tabella 3.2).

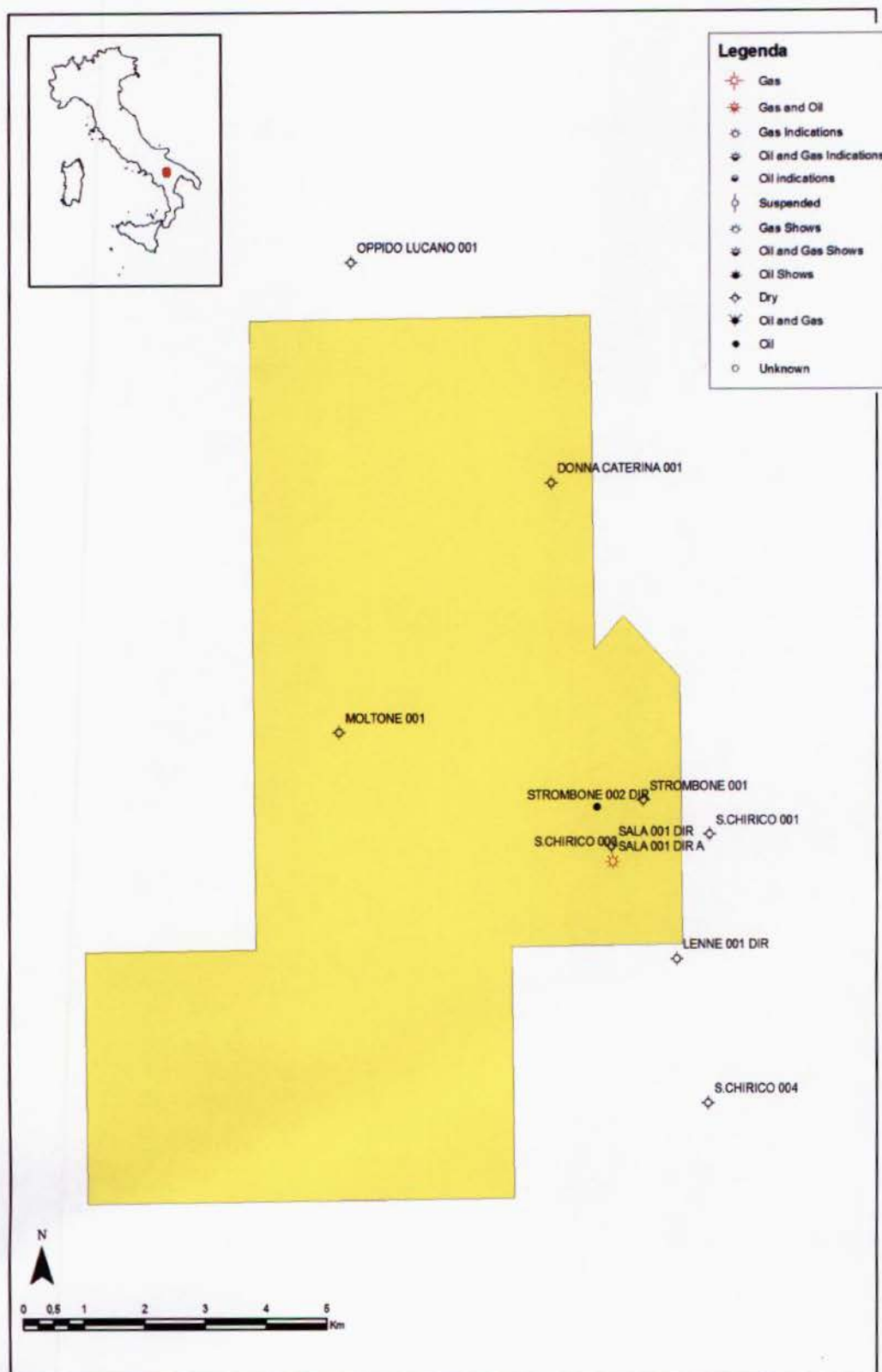


Figura 3.7 – Localizzazione dei pozzi perforati rispetto all'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo"

Tabella 3.2 – Descrizione dei pozzi analizzati, interni o vicini all'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo"

| NOME | LICENZA | ANNO | OPERATORE | PROF. (m) | FORMAZIONE RAGGIUNTA | RISULTATO |
|--------------------|------------------|------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|
| Donna Caterina 001 | Masseria Frisara | 1979 | Agip | 2091 | Senonian | Manifestazioni di Olio e gas |
| Moltone 001 | Masseria Frisara | 1981 | Agip | 3207 | Senonian | Sterile |
| Oppido Lucano 001 | Oppido Lucano | 1969 | Fina | 1745 | | Sterile |
| Sala 001 dir | Monte Strombone | 1998 | Petrolifera italiana-spi | 1648 | Pliocene | Manifestazioni di Gas |
| San Chirico 001 | Tolve | 1965 | Italmineraria | 1912 | Eocene | Sterile |
| San Chirico 002 | Tolve | 1965 | Italmineraria | 1650 | | Sterile |
| San Chirico 003 | Tolve | 1965 | Italmineraria | 1950 | Miocene | Pozzo a Gas |
| Strombone 001 | Monte Strombone | 1971 | Montedison | 1601 | Pliocene | Manifestazioni di Gas |
| Strombone 002 dir | Monte Strombone | 1978 | Agip | 2246 | Senonian | Pozzo ad olio |

Di seguito sono riassunte le principali conclusioni delle studio di revisione dei pozzi esplorativi perforati in precedenza nel permesso di ricerca.

Il pozzo "Donna Caterina 001", perforato nel 1979 da Agip con una profondità di 2091 m, ha raggiunto sequenze plioceniche piene d'acqua ed i test effettuati non hanno rilevato fluidi commercialmente interessanti nei carbonati. Probabilmente, il motivo dell'insuccesso nella perforazione del pozzo è dovuto all'errata conversione della profondità nell'interpretazione sismica e/o all'assenza della roccia serbatoio.

L'obiettivo principale del pozzo "Moltone 001", eseguita da Agip nel 1981, erano le sabbie plioceniche nei depositi alloctoni, rivelatesi piene di acqua salata. La perforazione ha raggiunto carbonati senoniani, anch'essi pieni d'acqua salata, fino ad una profondità di 3207 m.

Per quanto riguarda "Oppido Lucano 001", un pozzo perforato da Fina nel 1969 e risultato sterile, il motivo dell'assenza di idrocarburi nei calcari miocenici potrebbe imputarsi al fatto che non rappresentano la roccia madre oppure ad un errato calcolo nei tempi di migrazione.

Il pozzo "Sala 001 dir", eseguito nel 1998 da Petrolifera Italiana, è risultato sterile, evidenziando qualche manifestazione di gas biogenico. Il motivo dell'insuccesso della perforazione direzionata è dovuto probabilmente all'errata conversione della profondità, infatti non si è raggiunto il contatto acqua/gas ma il pozzo si trovava sul fianco della struttura.

Per "San Chirico 001", perforato nel 1965 da Italmineraria, il motivo dell'insuccesso potrebbe essere dovuto all'assenza della roccia serbatoio (sequenze torbiditiche) nella sequenza pliocenica.

Anche "San Chirico 002", perforato nel 1965, è risultato sterile, probabilmente dovuto alla cattiva interpretazione della profondità nell'interpretazione sismica. I livelli porosi plioecenici infatti contenevano solo acqua salata.

La perforazione di "San Chirico 003", eseguita nel 1965 da Italmineraria, ha raggiunto la profondità di 1950 metri, evidenziando la presenza di gas biogenico nella sequenza clastica pliocenica.

Il pozzo "Strombone 001", perforato nel 1971 da Montedison, ha evidenziato manifestazioni di gas, risultando comunque sterile. Il motivo dell'insuccesso è da imputare al fatto che la sequenza gassifera non può essere correlata alle sabbie del pozzo "San Chirico 003".

La perforazione di "Stromboone 002", effettuata nel 1978 da Agip, ha raggiunto la profondità di 2246 metri e gli intervalli di olio nei carbonati senoniani, in strette matrici prodotte dal sistema di fatturazione.

Le ragioni principali del fallimento dei pozzi elencati si possono suddividere, quindi, a seconda dell'obiettivo: nel caso dei depositi pliocenici-pleistocenici di avanfossa le sabbie si sono rivelate piene d'acqua, mentre nei carbonati della piattaforma Apula non sono stati raggiunti i reservoir oppure si sono rivelati pieni d'acqua.

3.2.1 Studio di precedenti aree esplorative (Strombone e San Chirico)

L'area del permesso di ricerca "Torrente Alvo" è stata interessata da aree esplorative e dalla scoperta di giacimenti di gas e olio (Figura 3.8).

Il campo ad olio "Strombone" è stato scoperto nel 1977 dopo la perforazione del pozzo "Strombone 002" da Agip. La roccia serbatoio è rappresentata dai carbonati della piattaforma Apula (Figura 3.9), di età miocenica. La perforazione del pozzo "Strombone 2" ha raggiunto la profondità totale di 2310 metri, in carbonati Senoniani e, dopo aver intersecato il giacimento a 1946 metri, il pozzo è stato deviato.

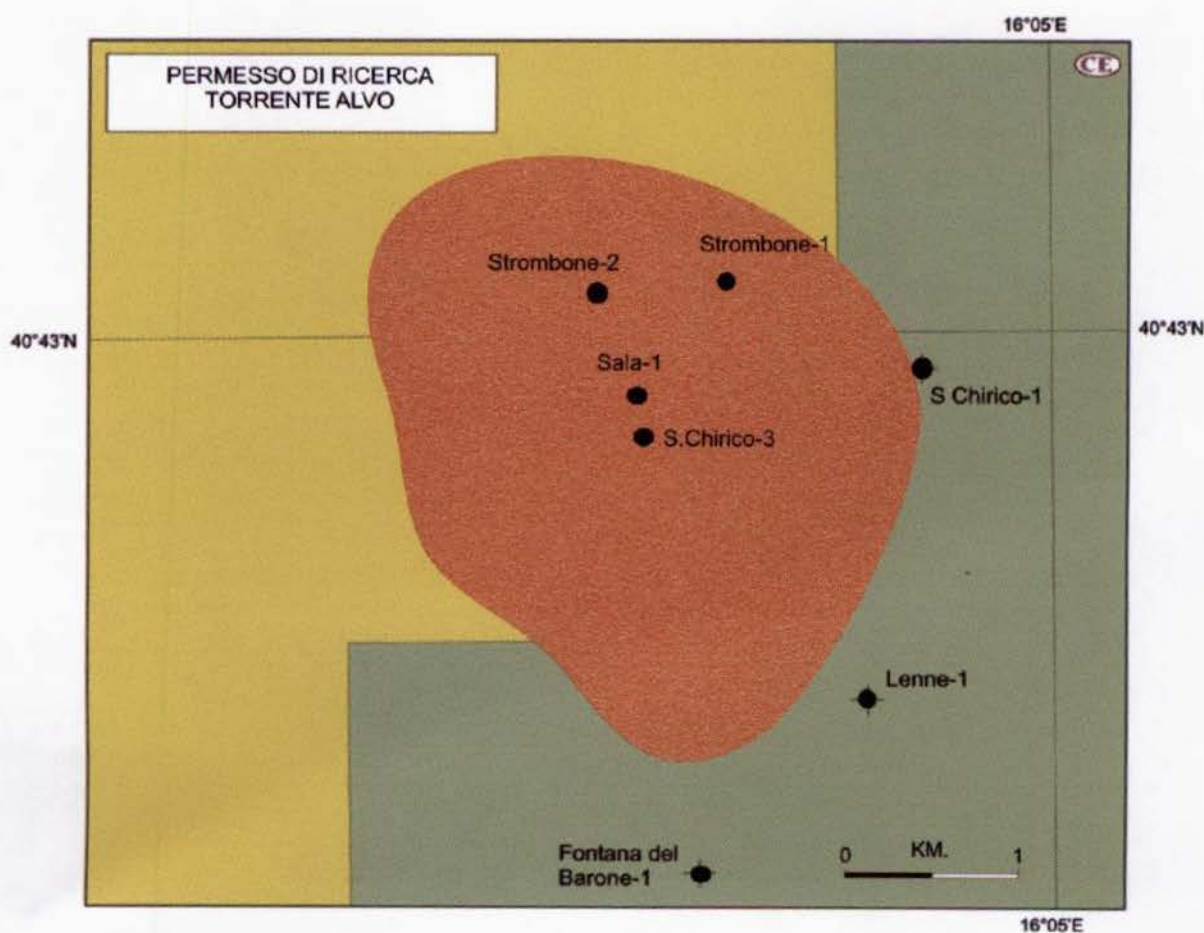


Figura 3.8 – Mappa di una possibile struttura al tetto dei carbonati della piattaforma Apula nell'area del campo pozzi Strombone.

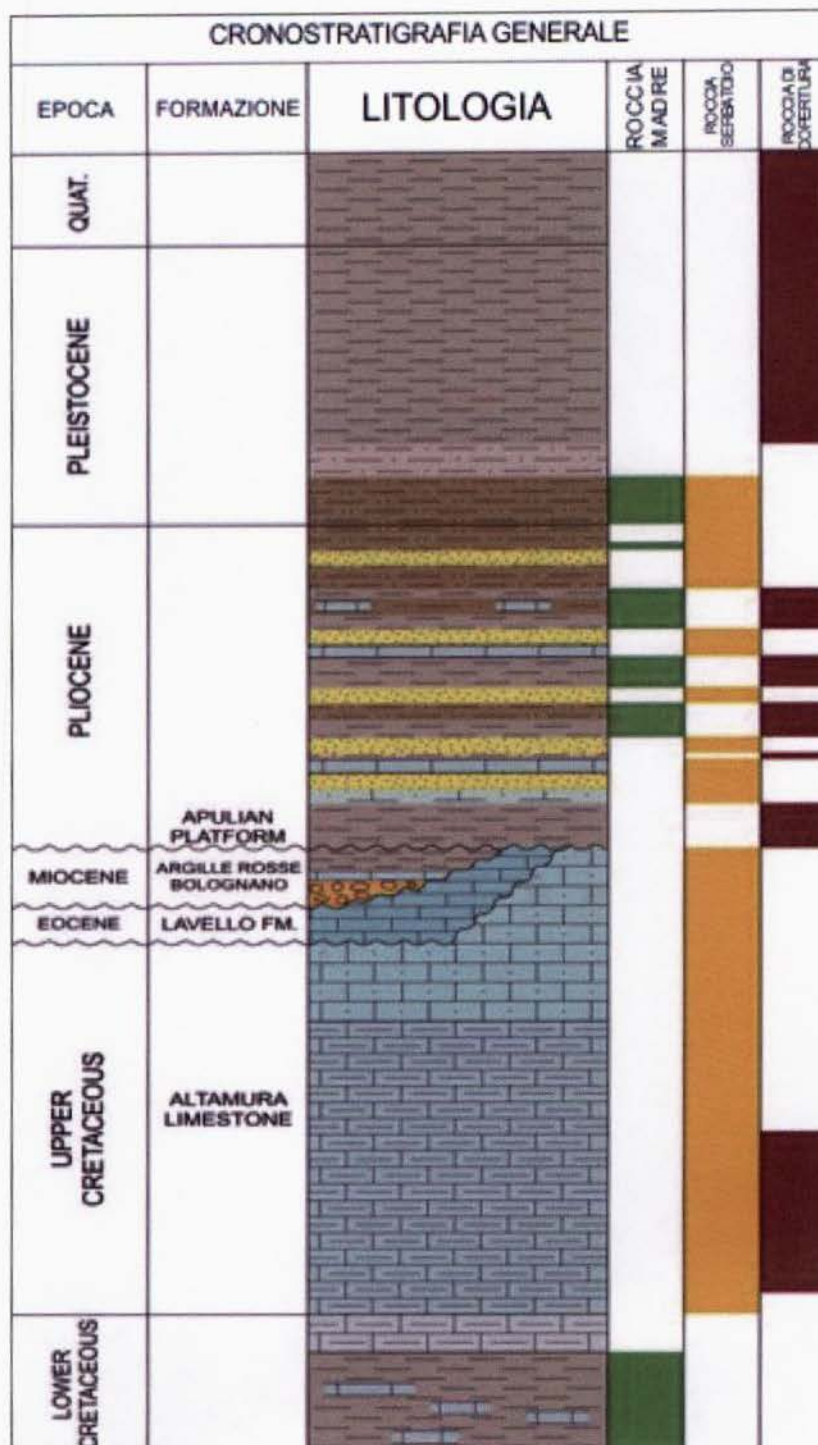


Figura 3.9 – Sistema petrolifero completo, contenente roccia madre, rocce di copertura, rocce serbatoio e trappole.

Sono stati effettuati otto test DST e l'olio è stato recuperato con successo da 2 test nell'intervallo tra 1946 e 1981 metri. Un tasso di 786 barili di olio al giorno è stato raggiunto durante un test di produzione alla fine del pozzo.

Il diagramma di pozzo di "Strombone 002" (Figura 3.10) mostra alcuni aspetti interessanti, tra cui il fatto che la roccia serbatoio a minor profondità è composta da carbonati miocenici, con un intervallo complessivo di 348 metri. Il giacimento si trova all'interno di calcareniti a bassa porosità (5%) ed a bassa permeabilità, ma l'intervallo è fratturato.

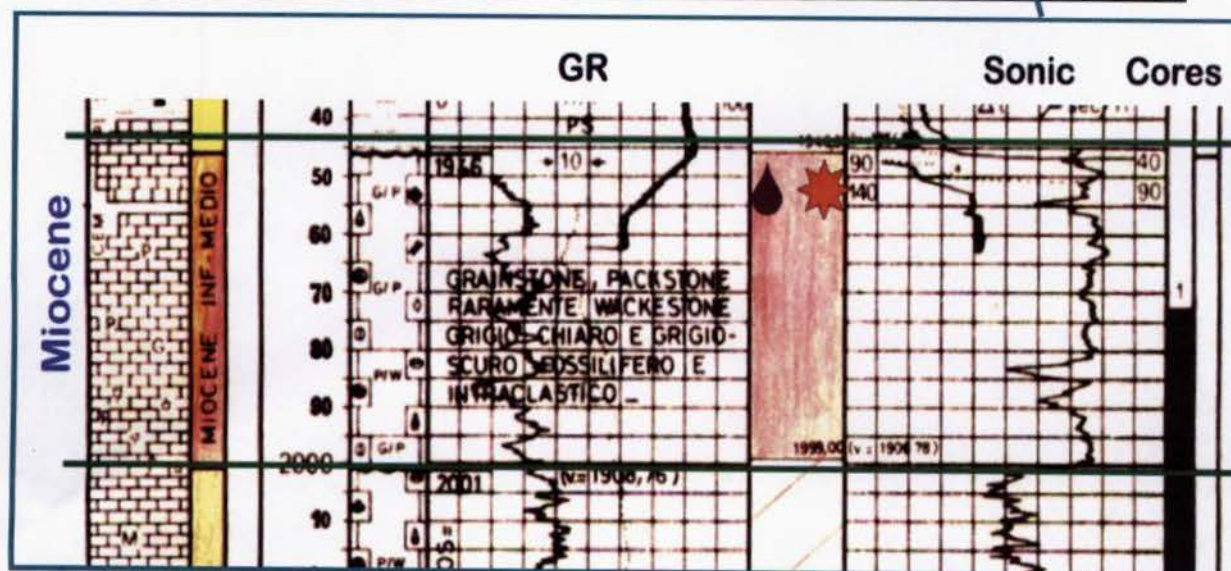
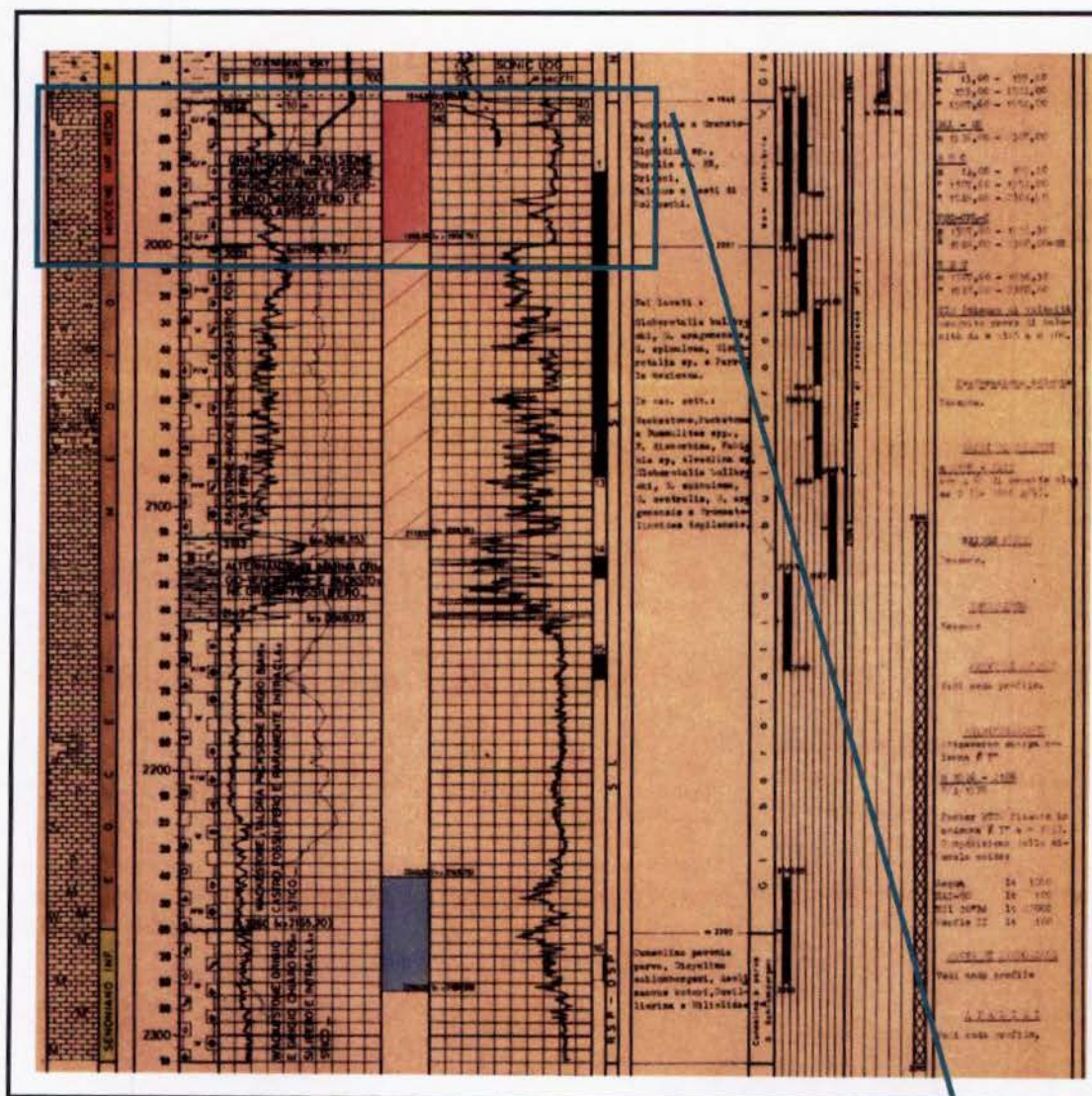


Figura 3.10 – Diagramma di pozzo - "Strombone 002"

Basandosi su dati storici e di studi precedenti, come mappe strutturali (Figura 3.11) e dati sismici di sottosuolo (Figura 3.12), è stato possibile elaborare un modello geologico del sottosuolo in corrispondenza

del pozzo Strombone (Figura 3.13) che consentono di meglio comprendere il sistema petrolifero (roccia madre, roccia serbatoio, roccia di copertura e trappole) che interessa l'area del permesso di ricerca.

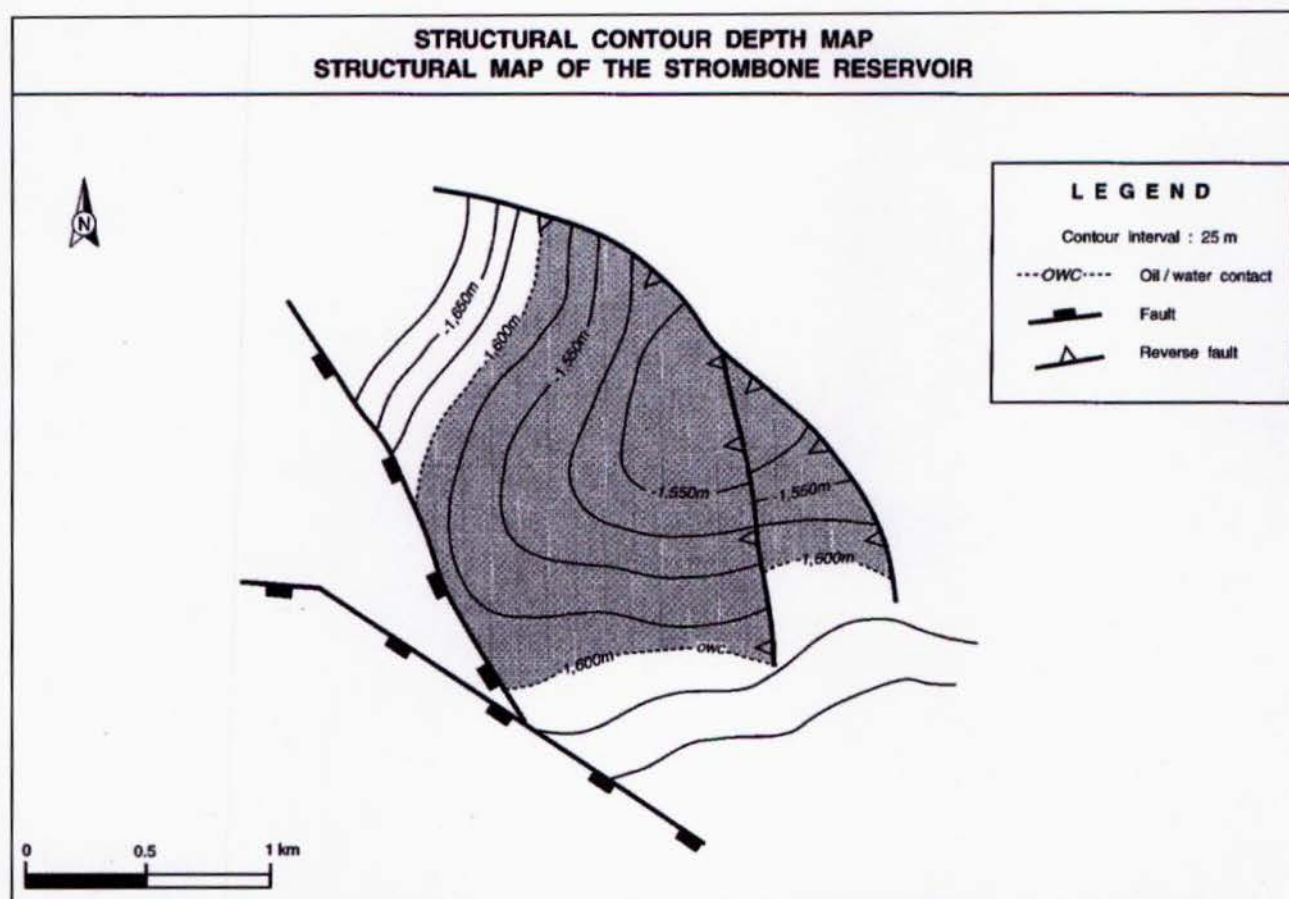


Figura 3.11 – Mappa strutturale dell'area in esame elaborata da ENI.

I risultati dell'analisi dimostrano che le rocce serbatoio di Strombone, costituite da carbonati fratturati miocenici, sono in grado di produrre idrocarburi a prezzi economici.

Restano comunque una serie di incertezze, le più importanti sono la definizione della struttura (variazione di velocità), il meccanismo di produzione ed il grado di afflusso della falda acquifera.

Ottenere ulteriori dati sul campo rimane, quindi, un elemento imprescindibile al fine di meglio delineare alcune possibili strutture già identificate con i dati attuali e progettare le future attività esplorative.

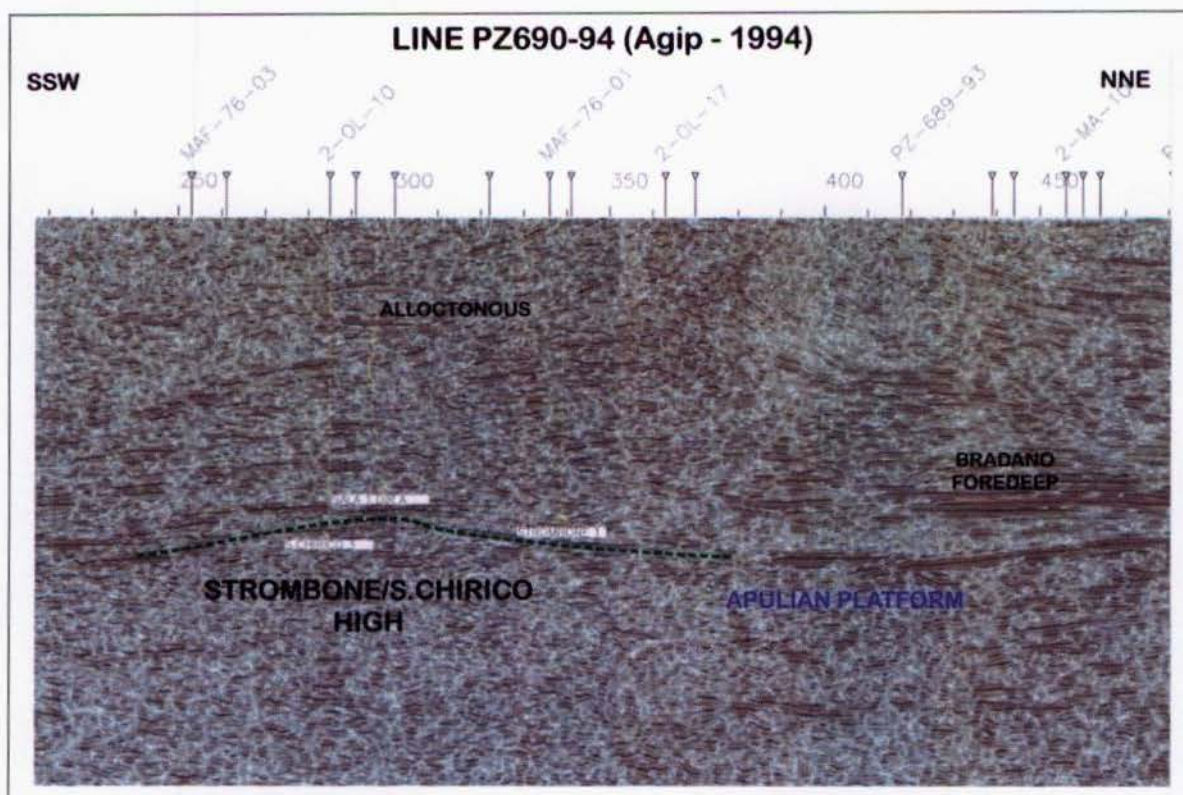


Figura 3.12– Dati sismici acquisiti in corrispondenza del pozzo Strombone e relativa interpretazione.

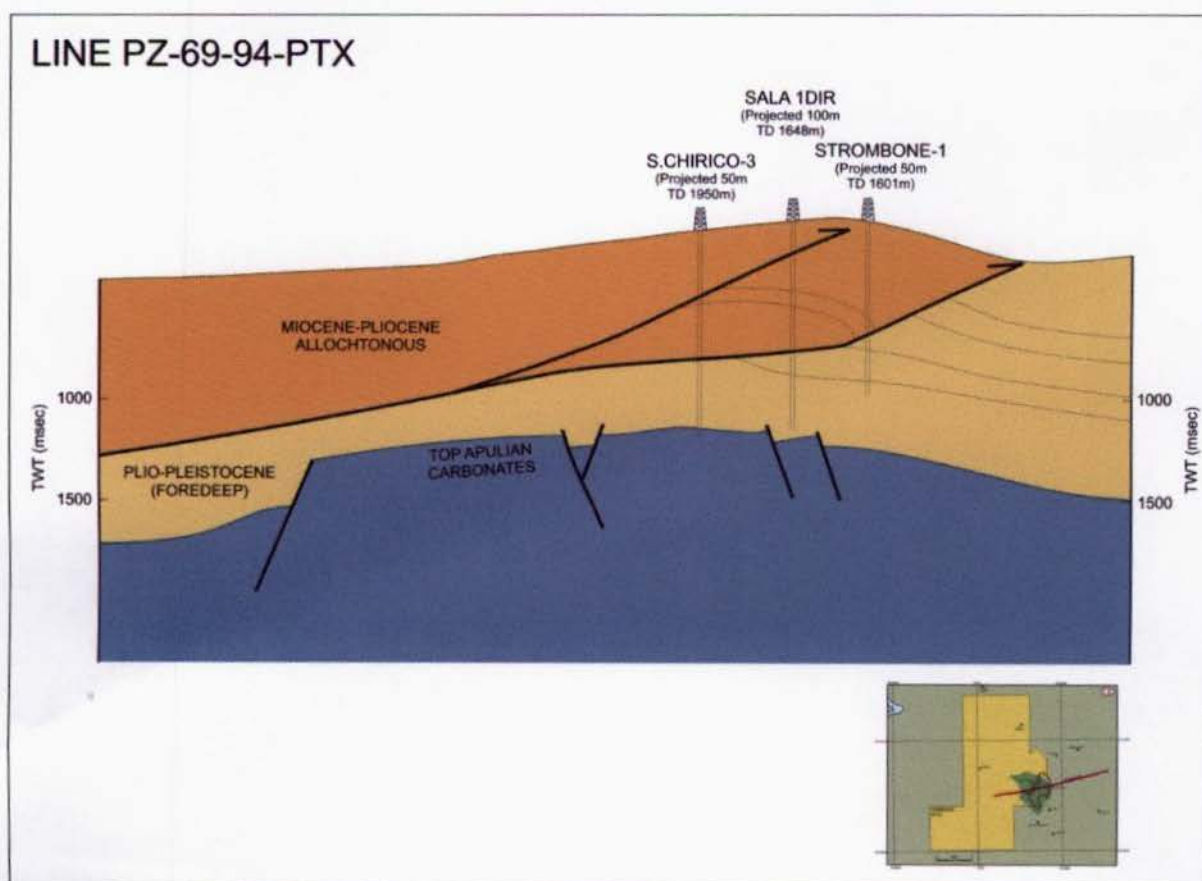


Figura 3.13 – Modello geologico sviluppato grazie all'interpretazione dei dati sismici di sottosuolo della linea PZ-69-94 PTX.

“San Chirico”, invece, è un campo situato nei depositi bacinali dell’avanfossa del Bradano, a sud, sud-est del giacimento di Strombone.

L’accumulo di gas è stato scoperto nel 1956 da Agip con la perforazione del pozzo San Chirico 003 (Figura 3.14), intercettando le stesse sabbie gassifere incontrate nella perforazione di “Strombone 001”. Sono stati poi perforati ulteriori pozzi (San Chirico 001, San Chirico 002, San Chirico 004) ma sono risultati sterili.

La roccia serbatoio è rappresentata da sabbie torbiditiche plio-pleistoceniche, costituite da calcareniti di 3-15 m di spessore intercalate da marne grigie. Lo spessore di queste sabbie ha una grande variabilità laterale e di saturazione.

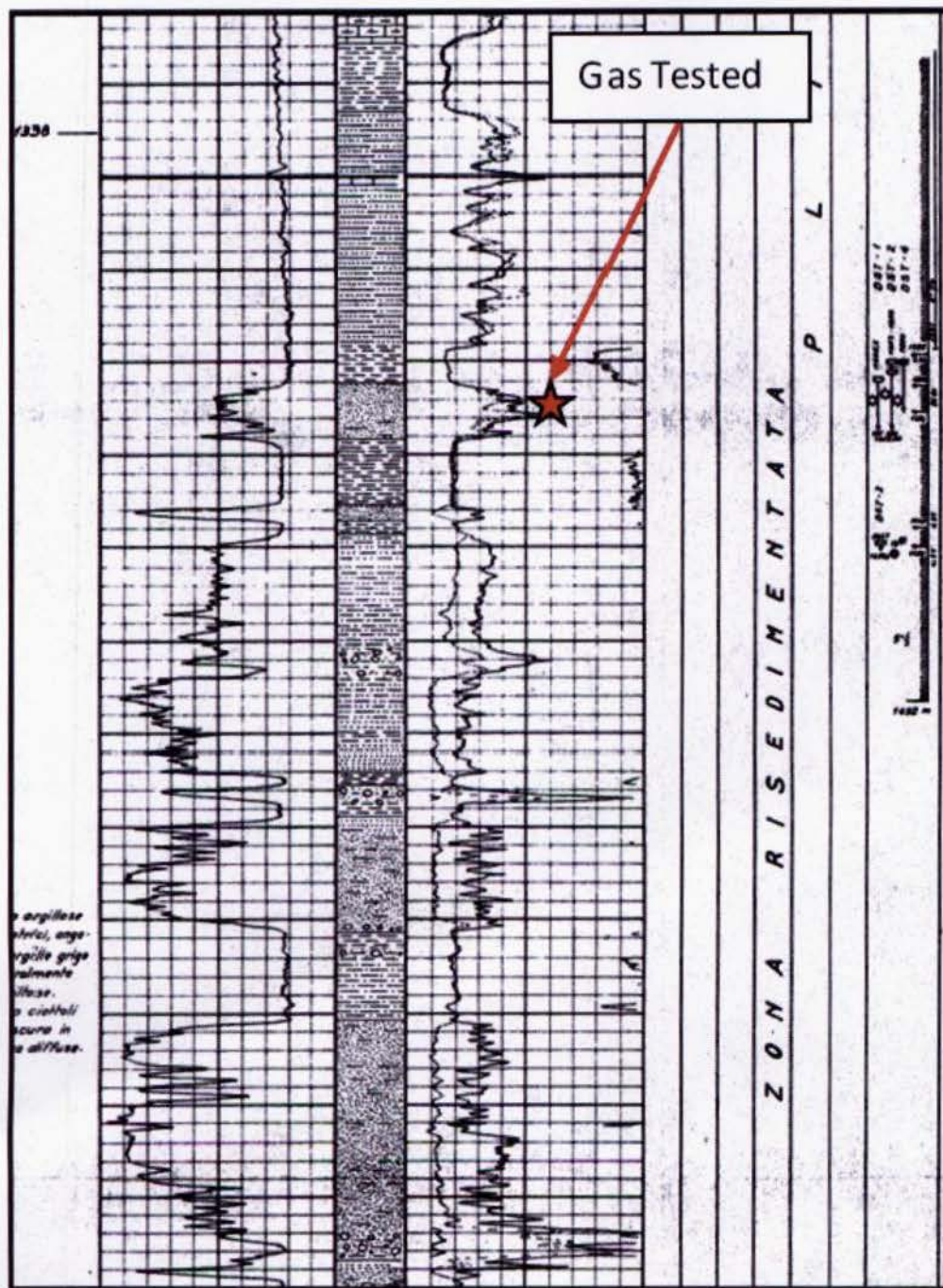


Figura 3.14 – Diagramma del pozzo San Chirico 003, con indicazione del livello in cui è stato ritrovato il gas biogenico.

La Figura 3.15 mostra l'estensione delle sabbie plioceniche, indicate in rosso, interrotte tettonicamente ad ovest dal sovrascorrimento. Il giacimento di gas è dovuto alla presenza combinata di diversi tipi di trappole, ad est e sud di tipo strutturale che termina ad ovest con la linea del sovrascorrimento, e a nord di tipo stratigrafico.

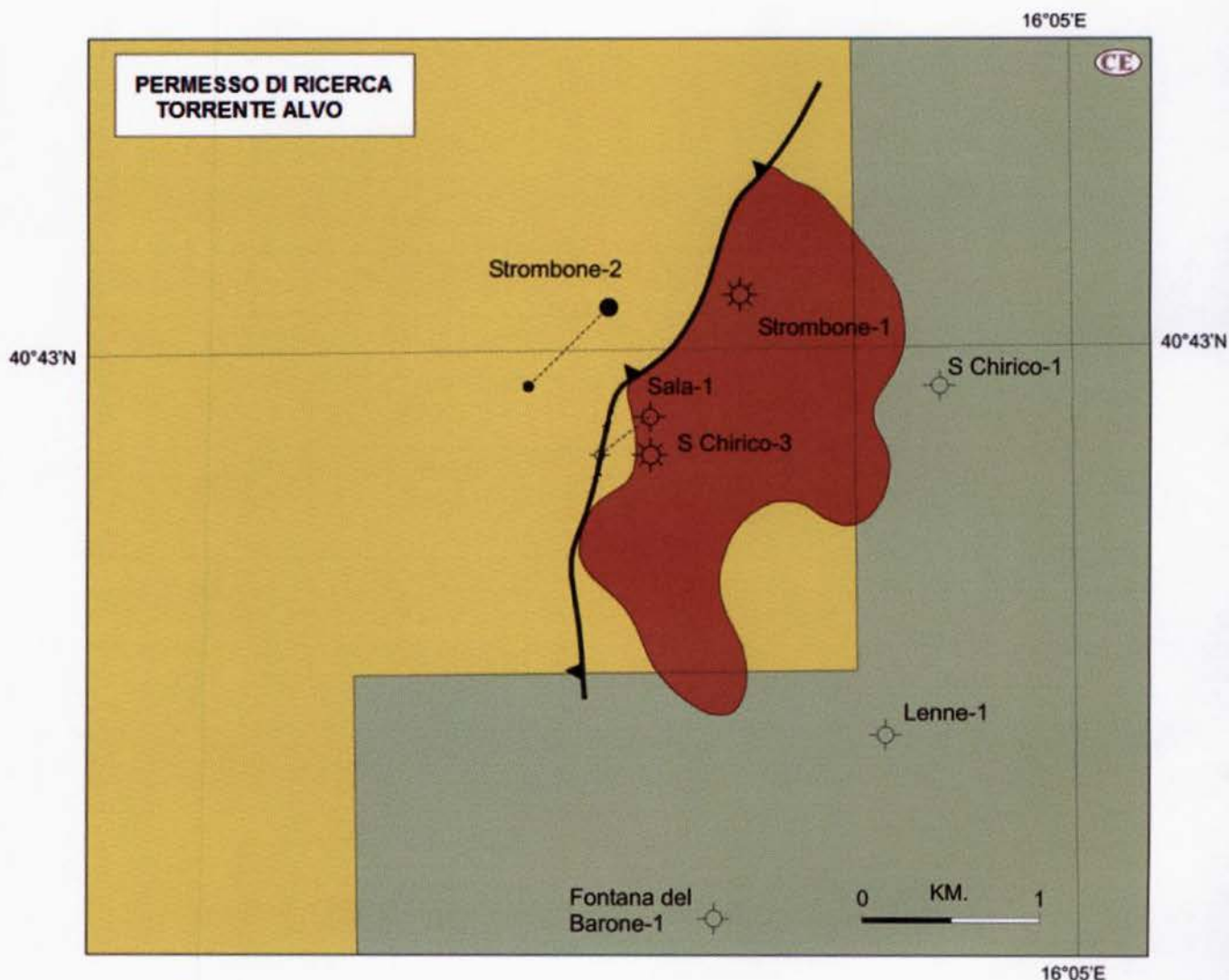


Figura 3.15 – Mappa strutturale delle sabbie plioceniche nell'area del campo di San Chirico

Anche in questo caso, basandosi su preesistenti dati sismici di sottosuolo (Figura 3.16), è stato possibile elaborare un modello geologico utile a meglio comprendere il sistema petrolifero che interessa l'area del permesso di ricerca e a consentire una corretta progettazione di attività esplorative future.

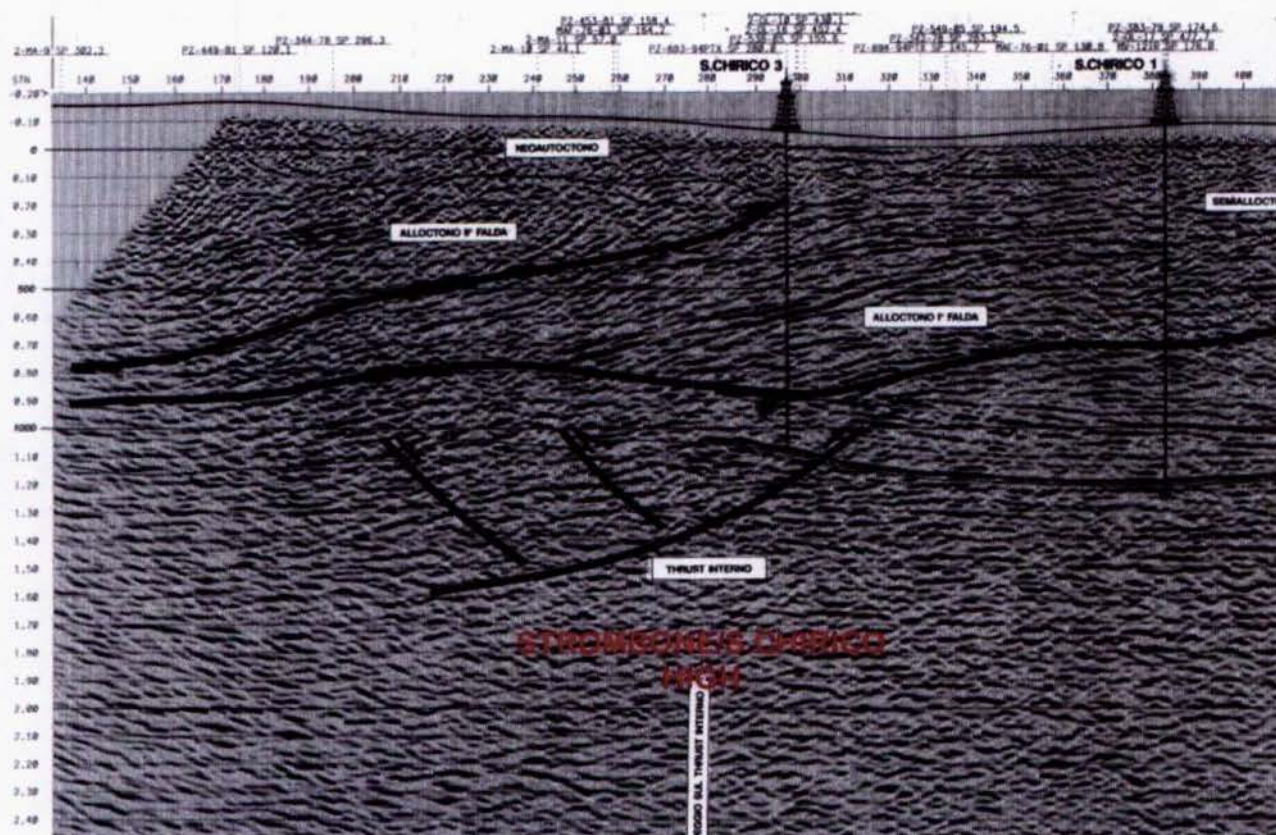


Figura 3.16 – Dati sismici di sottosuolo in una sezione passante per San Chirico, con relativa interpretazione.

3.2 Rischio idrogeologico ambientale

Il territorio della regione Basilicata è particolarmente soggetto a fenomeni di dissesto idrogeologico. Il rischio idrogeologico non si basa però solo sulla possibilità che un evento calamitoso si verifichi, ma è dato dalla combinazione di diversi elementi, quali:

- la probabilità che un certo evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo;
- la vulnerabilità del luogo in cui l'evento può verificarsi ossia il danno potenziale che l'evento provocherebbe;
- il valore della perdita che l'evento provocherebbe ossia perdite di vite umane, danni alle infrastrutture ecc.

Appare perciò evidente che lo stesso fenomeno fisico sarà considerato più o meno rischioso a seconda del periodo di ritorno dell'evento, del luogo in cui si verifica, del numero di persone e delle infrastrutture che coinvolge.

Le manifestazioni più tipiche di fenomeni idrogeologici sono costituite dalle frane e dalle alluvioni, seguite da erosioni costiere, subsidenze e valanghe.

A causa delle condizioni orografiche e della conformazione geologica del territorio in cui si trova il permesso di ricerca, il rischio idrogeologico principale è quello di fenomeni franosi.

Infatti, il territorio interessato dall'area in istanza, presenta una morfologia montuosa e collinare dal profilo piuttosto aspro, influenzata dalle caratteristiche del substrato e dall'attività erosiva delle acque superficiali. Nell'area sono presenti soprattutto rocce permeabili, per questo motivo, in concomitanza di eventi piovosi di una certa intensità, le acque hanno un tempo di infiltrazione nel suolo molto elevato e i fenomeni erosivi risultano molto intensi, incidendo profondamente i versanti inoltre la presenza di rocce a diverso

comportamento geologico comporta all'insorgere di frane di scivolamento. Il fenomeno calanchivo rappresenta in Basilicata uno dei fenomeni maggiormente presenti, ben manifesto nei depositi plio-pleistocenici dell'Avanfossa Bradanica, del Bacino di Sant'Arcangelo e degli altri bacini intrappenninici presenti in regione. Reticoli calanchivi interessano depositi lacustri del Pleistocene, facies argillose del Flysch di Gorgoglione e di Albidona, le Argille Varicolori e le Crete Nere.

Provvedimenti normativi hanno imposto la perimetrazione delle aree a rischio e uno studio del Ministero dell'Ambiente, sulla base della banca dati AVI (Aree Vulnerate Italiane), ha attribuito a ciascun comune italiano un valore del livello di attenzione del rischio idrogeologico classificando quest'ultimo in:

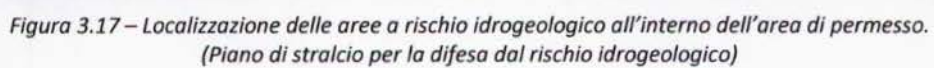
- Molto elevato (R4);
- Elevato (R3);
- Medio (R2);
- Basso o non classificabile (R1).

Sono 123 i comuni della Basilicata a rischio idrogeologico, individuati dal Ministero dell'Ambiente e dall'Unione delle Province Italiane nel 2003, ben il 94% del totale (di cui 56 a rischio frana, 2 a rischio alluvione e 65 a rischio sia di frane che di alluvioni). Un dato che evidenzia bene la fragilità di un territorio dove bastano ormai semplici temporali, per quanto intensi, a provocare smottamenti, allagamenti e disagi per la popolazione. Il territorio risulta anno dopo anno sempre più vulnerabile rispetto al passato, anche in presenza di piogge non eccezionali. Questa maggior fragilità è attribuibile ad un uso del territorio e delle acque che troppo spesso non considera le limitazioni imposte da un rigoroso assetto idrogeologico. Il primato negativo del rischio idrogeologico nel territorio lucano è detenuto dalla provincia di Matera, con tutti i comuni a rischio.

Per quanto riguarda il rischio di fenomeni franosi nella zona del permesso di ricerca "Torrente Alvo" (Figura 3.17), si osserva che gli abitati di Oppido Lucano e di Tolve sono stati classificati con un fattore di rischio elevato dal punto di vista idrogeologico.

Questi dissesti sono legati all'elevata plasticità delle unità geologiche presenti nell'area, in particolare presso l'abitato di Tolve (Figura 3.18) in cui è presente il contatto tra i Conglomerati ed arenarie di Oppido Lucano e le Argille di Gravina.

Fenomeni di dissesto a medio rischio sono stati individuati lungo la strada dismessa (parallela alla SS N°96) che da Masseria Ricci porta a Valico Pazzano (Figura 3.19), anche quest'area presenta unità ad elevata duttilità come il Complesso Indifferenziato.



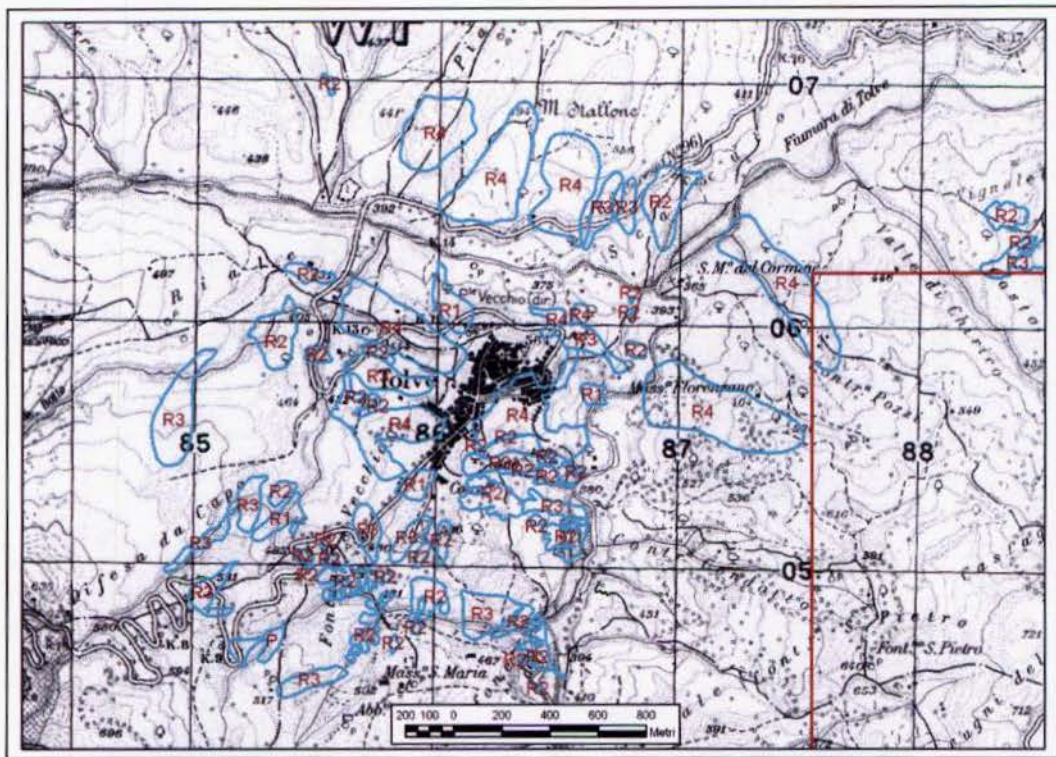


Figura 3.18 – L'abitato di Tolve con in evidenza le zone a rischio ed il grado di classificazione.

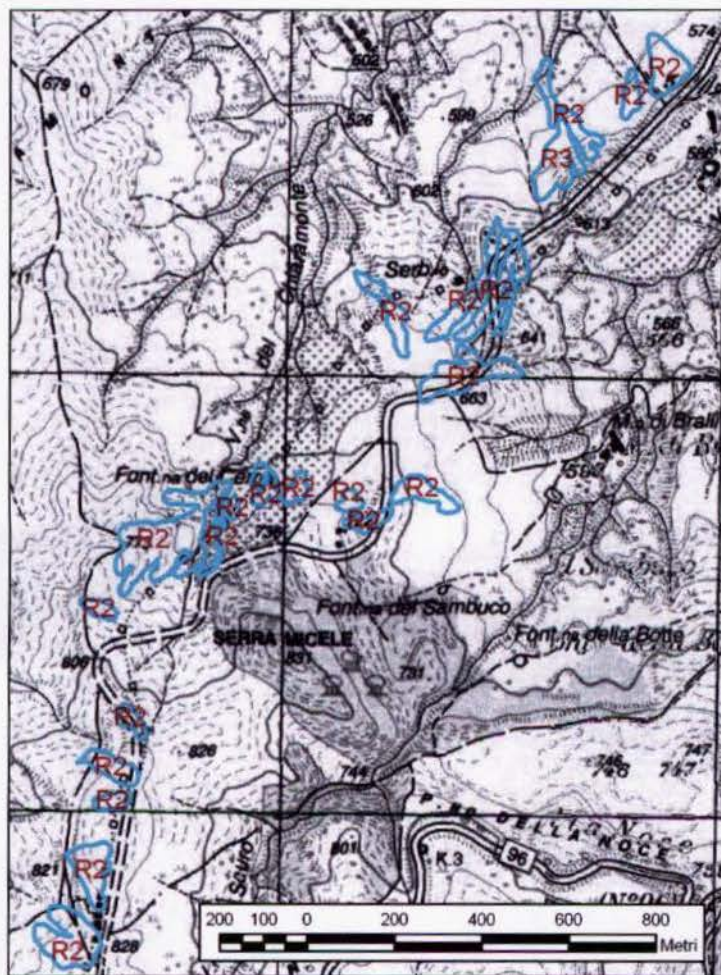


Figura 3.19 – Fenomeni franosi lungo la vecchia strada che porta a Valico Pazzano

4. BIBLIOGRAFIA

- Casero P., Roure F., Endignoux L., Moretti I., Muller C., Sage L., Vially R., 1998, Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines, Mem. Soc. Geol. It., 41, 109-120.
- Dondi L., Mostardini F., & Rizzini A., 1982, Lessico delle Formazioni del bacino padano orientale. In: G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (a cura di): *Guida alla geologia del margine appenninico-padano, Guida Geol. Reg. S.G.I.*, 205-236.
- Holton J., S. Apennines success bodes well for potential off southern Italy, 1999, Oil and Gas Journal, 29, 65 - 68.
- <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it>
- <http://www.regione.emilia-romagna.it>
- Lentini f., Catalano s., Carbone s., (1996) - The external thrust system in the southern Italy: a target for petroleum exploration. *Petroleum geoscience*, 2, 333-342
- Mutti, E., Tinterri, R., Benevelli, G., Di Biase, D., Cavanna, G., 2002, Deltaic, mixed and turbidite sedimentation of ancient foreland basins. *Marine and Petroleum Geology*, 20, 733-755.
- Picotti V., Rossella Capozzi, Giuseppe Bertozzi, Fausto Mosca, Andrea Sitta, Maria Tornaghi, 2007, The Miocene Petroleum System of the Northern Apennines in the Central Po Plain (Italy), THRUST BELTS AND FORELAND BASINS *Frontiers in Earth Sciences*, 2007, Part III, 117-131.
- Pieri M., Groppi G., 1981, Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. *Progetto Finalizzato Geodinamica- Agip* n. 414.
- Ricci Lucchi F., 1982, guida alla geologia del margine Appenninico-Padano. Mem. Soc. Geol. It., 24, 247
- Turrini c., Rennison p. (2004) - Structural style from the southern Apennines' hydrocarbon province - an integrated view. In McClay K.R., Thrust tectonics and hydrocarbon system, AAPG Memoir 82, 558-578.