

NORTH SUN ITALIA *S.p.A.*



**ISTANZA DI PERMESSO ESCLUSIVO
DI RICERCA
DI IDROCARBURI LIQUIDI E GASSOSI
"CASONE DELLA SACCA"**



Relazione Tecnica

Aprile 1999

ISTANZA DI PERMESSO ESCLUSIVO DI RICERCA DI IDROCARBURI LIQUIDI E GASSOSI

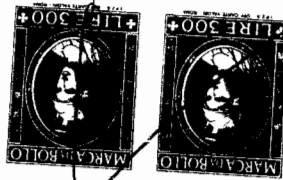
“CASONE DELLA SACCA”

INDICE

1. Introduzione
2. La Joint Venture
 - 2.1 NorthSun Italia S.p.A.
 - 2.2 Petroz N.L.
3. L'avanfossa Padana
 - 3.1. Generalità
 - 3.2. Stratigrafia
 - 3.2.1. Il substrato pre-messiniano superiore
 - 3.2.2. Il ciclo Messiniano-Pleistocene
 - 3.3. Assetto strutturale
 - 3.3.1. Le pieghe ferraresi-romagnole
4. Geologia dell'area in istanza
 - 4.1. Stratigrafia
 - 4.2. Tettonica
 - 4.3. Geologia tecnica
5. Geologia degli idrocarburi
 - 5.1. Campi limitrofi e nuovi indirizzi di ricerca
 - 5.2. Roccia madre, roccia serbatoio e copertura
 - 5.3. Possibili trappole
6. Obiettivi primari dell'esplorazione nell'area in istanza
7. Problematiche relative alla tutela ambientale

ELENCO FIGURE

1. Ubicazione dell'area in istanza
2. Inquadramento geologico regionale
3. Schema strutturale della Pianura Padana
4. Rapporti spazio-temporali fra i cunei clastici nell'Appennino settentrionale
5. Schema della successione litostratigrafica
6. Isobate delle formazioni Mio-Pleistoceniche
7. Sezione schematica dell'appennino settentrionale
8. Carta strutturale e dei titoli minerari limitrofi dell'area in istanza
9. Profilo geologico schematico dell'area in istanza
10. Aree umide del Delta Padano
11. Dominio Appenninico Orientale: età dei reservoir
12. Possibili trappole nell'area in istanza



1. INTRODUZIONE

L'area in istanza (Fig.1), denominata "CASONE DELLA SACCA", si colloca nella parte centro-orientale della Pianura Padana, a S del Delta Padano, e comprende parte dell'area conosciuta come Bonifica delle Valli di Comacchio (Valle del Mezzano). Dal punto di vista amministrativo è compresa nelle provincie di Ferrara, Bologna e Ravenna, in Emilia Romagna.

L'area in istanza, che ha una superficie di circa 379,4 km², ricade all'interno dei Fogli IGM alla scala 1:100 000 n° 76 "Ferrara", n° 77 "Comacchio", n° 88 "Imola" e n° 89 "Ravenna".

DELIMITAZIONE DELL'AREA

VERTICI	LONG (WMM)	LAT
a	0°42'	44°47'
b	0°35'	44°47'
c	0°35'	44°46'
d	0°34'	44°46'
e	0°34'	44°45'
f	0°28'	44°45'
g	0°28'	44°35'
h	0°42'	44°35'

L'attività esplorativa nell'area inizia a cavallo degli anni '50; oltre a ritrovamenti gassiferi minori nelle successioni pleistoceniche (Bando) e messiniane (Porto Verrara), i maggiori risultati si ottengono con le scoperte dei campi a gas di Ravenna (Form. di Porto Garibaldi e Sabbie di Asti) e di Alfonsine (Form. di Porto Corsini e Argille del Santerno) lungo un trend strutturale più interno, e di Sabbioncello (Form. di Porto Garibaldi) e Tresigallo (Sabbie di Asti). Numerosi sono i pozzi perforati nell'area che, pur presentando indizi di mineralizzazioni a gas, non hanno portato a scoperte significative a causa di una scarsa produttività o di un livello insufficiente delle tecniche di esplorazione, perforazione e completamento al tempo della perforazione.

L'area è totalmente pianeggiante, con quote comprese fra -2 e 10 m s.l.m. L'assetto morfologico originario della bassa pianura, fino a Comacchio, è stato notevolmente rimodellato da numerose opere di bonifica, di regimazione, deviazione e inalveamento dei corsi d'acqua.

La Valle del Mezzano (circa 17.700 ha, Fig.10) è stata interamente bonificata nel 1964 e rientra nell'elenco dei SIC (*Siti di Interesse Comunitario*), secondo:

- Direttiva CEE 92/43;
- Deliberazione del Comitato per le Aree Naturali Protette, 2 dicembre 1996, n°183;
- D.P.R. 8 settembre 1997 n°357.

Come evidenziato anche nel capitolo 7 (*Problematiche relative alla tutela ambientale*), si ritiene in questa sede opportuno evidenziare come sarà cura della Società porre tutte le dovute attenzioni, nelle operazioni di esplorazione e successivo eventuale sviluppo, alle relative problematiche ambientali.

Il reticolo viario risulta ben sviluppato ed è governato da numerose strade di diverso ordine gerarchico che collegano i diversi centri abitati (Ferrara, Ostellato, Porto Maggiore, Comacchio): lungo il margine settentrionale dell'area in istanza è presente la superstrada Ferrara mare; la s.s. 495 decorre in direzione SW-NE nella parte centrale dell'area, mentre la s.s. 16 attraversa l'area nella sua porzione sud-occidentale.



2. LA JOINT VENTURE

La liberalizzazione della Pianura Padana, fino ad un recente passato area a esclusivo appannaggio AGIP (ENI) ha sicuramente reso disponibili notevoli opportunità industriali e commerciali. Inoltre, la liberalizzazione del mercato dell'energia apre, in prospettiva, ulteriori potenzialità sull'intero territorio italiano e, in particolare, nell'area padana, area a elevata urbanizzazione e dotata di un'ottima distribuzione delle infrastrutture industriali.

L'introduzione del regime di concorrenza potrà infatti permettere l'ingresso di nuovi operatori italiani e stranieri nel settore delle ricerca petrolifera e favorire un rilancio delle attività esplorative determinando un incremento della prospettività dell'area padana; inoltre, come sta in effetti avvenendo su tutti i mercati che hanno abbandonato il regime di monopolio, l'interazione tra diversi operatori potrà determinare un netto miglioramento dei servizi per le utenze.

Le potenzialità minerarie della Pianura Padana, infatti, sembrano ancora notevoli e gli esiti dell'esplorazione sin qui condotta tutt'altro che definitivi, particolarmente nei settori in cui questa risulta datata ed in quelli ritenuti marginali nel passato. Si ritiene inoltre che le ridotte possibilità tecnologiche al tempo delle precedenti esplorazioni e sviluppi, possano aver notevolmente inficiato le valutazioni minerarie effettuate in tempi non recenti; ciò rende plausibile una attenta rivalutazione di ampi settori dell'area padana alla luce delle più moderne acquisizioni tecniche nel campo dell'esplorazione.

Per questi motivi, *NorthSun Italia S.p.A.*, già attiva in Italia, intende intraprendere, in Joint Venture con una compagnia straniera, un'estesa attività di ricerca nel settore padano.

NorthSun Italia S.p.A. ha operato la scelta del partner sulla base di una riconosciuta affidabilità sia tecnica che economica.

Petroz (Italy) Pty. Ltd. è una compagnia australiana sussidiaria della *Petroz N.L.* e da questa interamente detenuta. *Petroz N.L.* vanta una notevole esperienza nell'esplorazione e coltivazione di giacimenti a idrocarburi gassosi ed il raggiungimento di elevati standard sia nel campo delle tecnologie disponibili che in quello della sicurezza sul lavoro.

Petroz (Italy) Pty. Ltd. intende partecipare, in Joint Venture con *Northsun Italia S.p.A.*, all'esplorazione in Pianura Padana, in funzione delle riconosciute potenzialità di quest'area, con lo scopo di insediarsi stabilmente nello scenario petrolifero italiano e successivamente estendere i propri interessi all'intera penisola.

La *Joint Venture* che presenta questa istanza ha focalizzato la propria attenzione su aree ritenute marginali al tempo della precedente esplorazione e quindi rilasciate da ENI durante la recente liberalizzazione. Questa istanza si accompagna ad un pacchetto di istanze di permessi di ricerca che la *Joint Venture* presenta nella Pianura Padana; alcune di tali istanze sono relative ad aree nelle quali l'adozione delle più moderne tecnologie di esplorazione, accertamento e sviluppo, può consentire notevoli margini di miglioramento dei rendimenti in termini di coltivazione di risorse gassose. Tali aree sono infatti relative a giacimenti a gas scoperti negli anni '50 e '60 e successivamente abbandonati perchè ritenuti poco produttivi o addirittura esauriti; altre istanze si riferiscono invece ad aree esplorative in senso stretto ma che presentano attualmente notevoli potenzialità minerarie.

Le compagnie menzionate partecipano in questa *Joint Venture* secondo le seguenti quote:

NorthSun Italia S.p.A. – 65 %

Petroz (Italy) Pty. Ltd. – 35 %

Di seguito vengono presentati dei brevi profili delle compagnie facenti parte della *Joint Venture*.

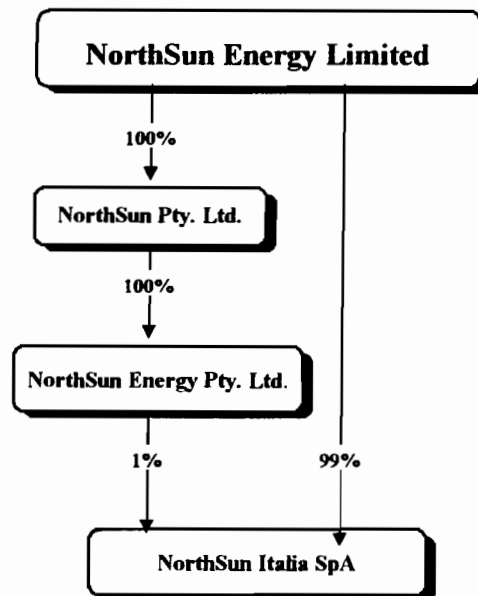
2.1 NORTH SUN ITALIA S.P.A.

La *NorthSun Italia S.p.A.* è una compagnia petrolifera indipendente a capitale canadese e australiano. La Società è controllata dalla *NorthSun Energy Limited*, società di diritto canadese, deputata al reperimento di finanziamenti su base internazionale, e dalla *NorthSun Energy Pty. Ltd.*, società di diritto australiano.

Il Presidente dei Consigli di Amministrazione della *NorthSun Italia S.p.A.* e della *NorthSun Energy Limited* è Dave McDonald, fino al 1995 Direttore Generale delle società del Gruppo Lasmo in Italia. La *NorthSun Italia S.p.A.* si è affacciata sullo scenario petrolifero italiano con una precedente istanza di permesso di ricerca (denominata "San Fortunato" e situata nella provincia di Rimini).



Il seguente diagramma illustra le relazioni fra la *NorthSun Energy Ltd.* e le sue affiliate:



Le principali motivazioni che hanno spinto la Compagnia ad operare in Italia possono essere riassunte come segue:

- l'Italia risulta dotata di normative che incentivano l'esplorazione e la produzione di idrocarburi;
- il sistema di distribuzione e le infrastrutture industriali risultano ben sviluppate e ben collegate;
- la recente liberalizzazione e riclassificazione della Pianura Padana, area esclusiva ENI fino al 1 gennaio 1997, ha sviluppato maggiori opportunità industriali e commerciali.

Il principale punto di forza della Compagnia risiede nell'esperienza più che ventennale dei costituenti i vertici della Compagnia stessa nell'ambito sia dell'esplorazione e produzione di idrocarburi che del relativo management.

Il gruppo dirigenziale della Compagnia ha inoltre maturato nel recente passato una notevole esperienza in Italia in ambito operativo e dirigenziale, creando una fitta rete di rapporti con i principali fornitori di servizi e con le principali compagnie petrolifere operanti in Italia.

Gli obiettivi primari della Compagnia sono:

- utilizzare le più recenti tecnologie esplorative, di produzione e di salvaguardia ambientale, avvalendosi di alleanze strategiche con società leader nel campo petrolifero;
- contenere i costi di operazione e gestione, nel pieno rispetto della normativa vigente e degli standard interni della Compagnia;
- contenere al massimo i tempi di esplorazione e sfruttamento delle risorse;
- impiegare personale di nazionalità italiana, che ha ben presente le problematiche geologiche, tecniche e sociali locali.

La *NorthSun Italia S.p.A.* ritiene che le moderne tecnologie di riprocessamento ed interpretazione dei dataset esistenti, così come i progressi ottenuti nel campo delle indagini geologiche e geofisiche e della perforazione, possano permettere di aumentare i fattori di successo nell'esplorazione e le capacità di sfruttamento delle risorse.

Il gruppo dirigenziale della *NorthSun Energy Limited* ha maturato una notevole esperienza in diverse parti del mondo, il settore tecnico si avvale di specialisti provenienti da diverse esperienze professionali, in particolare in ambienti orogenici compressivi; per questo motivo la *NorthSun Italia S.p.A.* si propone come

una società all'avanguardia anche nel campo delle conoscenze esplorative di questi particolari sistemi geodinamici.

La sede amministrativa della Compagnia è:

NorthSun Italia S.p.A.

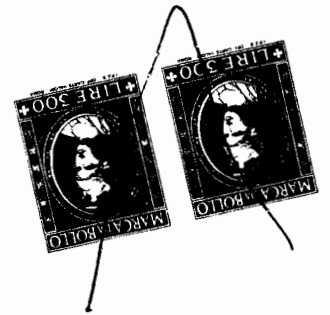
Via Vittorio Veneto, 116

00187 ROMA,

tel. 06-42.74.64.20

fax 06-42.74.64.07

E-mail: northsun@tin.it.



2.2 PETROZ (ITALY) PTY. LTD.

Petroz (Italy) Pty. Ltd. è una compagnia australiana del gruppo *Petroz N.L.*, indirettamente controllata dalla capogruppo al 100%, costituita nel 1998 al fine di condurre attività minerarie in Italia. *Petroz N.L.* è una compagnia australiana quotata alla borsa di Perth (Western Australia, Australia), con un capitale sociale di circa 150 milioni di dollari australiani, con sede in Brisbane (Queensland, Australia). Impegnata da più di 25 anni nell'esplorazione e nella produzione di idrocarburi liquidi e gassosi, *Petroz N.L.* ha raggiunto un elevato livello tecnologico al quale si affianca un'attenta politica di contenimento dei costi.

Nel 1994, 1995, 1996 e 1997 l'APPEA (Australian Petroleum Production and Exploration Association) ha conferito alla *Petroz N.L.* il "Safety Award", premio per gli impegni profusi nell'ambito della sicurezza sul lavoro e della conservazione dell'ambiente. Tali premi sono stati conferiti in riconoscimento di una ricerca continua della sicurezza nel campo dell'esplorazione e produzione di idrocarburi e per un contributo rilevante nella creazione di ambienti di lavoro sani e sicuri.

Petroz N.L. si propone come azienda all'avanguardia nello sviluppo di processi commercialmente vantaggiosi di compressione e di separazione dei fluidi.

Petroz N.L. è totalmente libera da debiti e con una solida posizione finanziaria che le permette di mantenere gli impegni pianificati.

Petroz N.L. ha acquisito permessi di ricerca nel Queensland (Australia nord-orientale) fin dal 1969 e nel Mare di Timor (Bonaparte Basin) fin dal 1977.

Il portafoglio attuale della Compagnia comprende:

- permessi di esplorazione e concessioni di produzione nel Mare di Timor, nel Browse Basin e nel Carnarvon Basin, localizzati nella piattaforma continentale nord-occidentale australiana, e nel Gippsland Basin (Stato di Victoria, Australia Sud-orientale).
- permessi di esplorazione e concessioni di produzione on-shore nel Surat Basin (Stato del Queensland, Australia Nord-orientale).
- permessi di esplorazione e concessioni di produzione nel Palawan Basin (Filippine), nell'isola di Sumatra (Indonesia) e nel Mare del Nord.

Petroz N.L. ha concentrato i propri sforzi negli ultimi anni nello sviluppo delle sue numerose attività nel Mare di Timor.

Sin dal 1986 *Petroz N.L.* è attiva nell'esplorazione mineraria nel settore orientale del Mare di Timor, partecipando, anche come operatore, alla perforazione di 26 pozzi esplorativi e di accertamento. Ulteriori perforazioni sono previste nel corso del 1999.

Nel corso del 1998 *Petroz N.L.* ha incrementato in maniera significativa l'esplorazione, estendendo per la prima volta le sue attività di ricerca al di fuori dell'Australia con la perforazione di pozzi esplorativi nell'offshore filippino.

Nel corso degli ultimi 5 anni *Petroz N.L.* ha partecipato alla perforazione di 30 pozzi esplorativi, aggiungendo 94.5 milioni di BOE alle riserve accertate e probabili della compagnia. Durante questo periodo le spese per le attività esplorative sono state di circa 51 milioni di dollari australiani.

Petroz N.L. intende sviluppare un portafoglio esplorativo a livello mondiale e sta attivamente valutando nuove opportunità per l'esplorazione e la produzione in nuove aree. In quest'ottica, in funzione delle potenzialità minerarie ancora inesprese nel territorio italiano e nel settore padano in particolare, dell'elevato



livello delle infrastrutture e delle tecnologie disponibili e della collocazione strategica dell'Italia in un contesto sia europeo che mediterraneo, *Petroz N.L.* ritiene che le prospettive di operare in Italia siano estremamente incoraggianti.

La sede sociale della Compagnia è:

Petroz (Italy) Pty Ltd

Level 13, Central Plaza One, 345 Queen Street,
Brisbane 4000

Queensland, Australia

Tel.: 0061 7 32310200

Fax: 0061 7 32310222

E-mail: petroz@petroz.com.au

Website: <http://www.petroz.com.au>

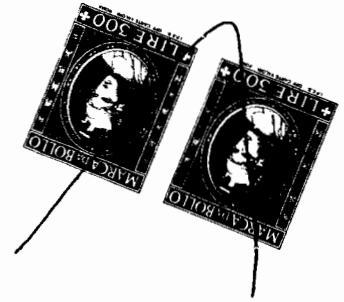
La sede secondaria in Italia è in:

Via del Quirinale, 26

00187 Roma

Tel.: 06 4871 396

Fax: 06 4827 133



ESPLORAZIONE

Dal 1991 *Petroz N.L.*, in veste di operatore in tre diverse joint venture, ha acquisito circa 13000 km di linee sismiche nel corso di sei differenti campagne.

Petroz N.L. ha perforato nel 1994, in qualità di operatore, il pozzo Elang 1 nel permesso ZOCA 91-12 (Mare di Timor). Il pozzo, mineralizzato ad olio, ha aperto nuove prospettive di sviluppo nella ricerca petrolifera nel settore orientale del Mare di Timor. In seguito, *Petroz N.L.* ha partecipato ad ulteriori scoperte a Kakatua, Kakatua Nord e Hingkip (Mare di Timor).

Più recentemente, *Petroz N.L.* ha partecipato alla scoperta e all'accertamento del giacimento gigante a gas e condensato di Bayu-Undan (Mare di Timor). La joint-venture ha completato l'accertamento perforando 10 pozzi e la licenza di concessione è prevista per l'inizio del 1999.

Petroz N.L. ha recentemente partecipato a numerosi gruppi di studio e operato nel Bonaparte Basin, nel Browse Basin e nel Carnarvon Basin (off-shore Australia nord-occidentale) ed ha acquisito, in passato, quote in due permessi di ricerca nel Mare del Nord (Gran Bretagna).

Petroz N.L. detiene contratti d'affitto per la produzione nel Surat Basin (Queensland, Australia) in una joint venture di sviluppo in cui *Santos Ltd.* è operatore. La produzione di gas, olio e condensato in questi permessi ha costituito la maggiore fonte di entrata della compagnia per molti anni.

PRODUZIONE

Nel Luglio 1998 è iniziata la produzione di olio da giacimenti offshore della *Petroz N.L.* (campi di Elang, Kakatua e Kakatua nord) localizzati nella zona di cooperazione del Mare di Timor in cui la *BHP* è operatore. I campi, che distano circa 15 km tra loro, sono stati sviluppati secondo le più moderne tecnologie di completamento e produzione.

La produzione attuale è al di sopra delle aspettative e fornisce oltre 30000 barili di olio al giorno.

Il grande volume di idrocarburi liquidi associati al giacimento a gas di Bayu-Undan (Bonaparte Basin, Mare di Timor), nel quale *Petroz N.L.* ha avuto una parte rilevante nell'ideazione e nello sviluppo dei modelli di produzione, ha permesso di sviluppare tecniche di separazione dei fluidi commercialmente vantaggiose. I lavori per il completamento di questi impianti saranno ultimati all'inizio del 1999. Il progetto consentirà, oltre alla produzione di $31 \times 10^6 \text{ Sm}^3$ di gas al giorno, l'estrazione di 70000 barili di condensato, 23000 di propano e 20000 di butano al giorno.

STAFF TECNICO

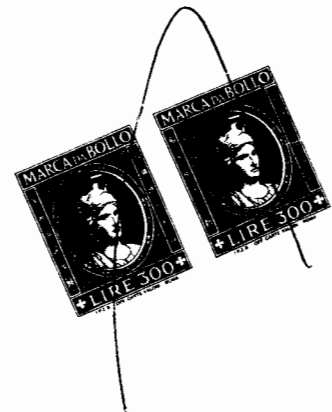
Petroz N.L. ha uno staff altamente motivato, dinamico ed esperto di 22 persone che forniscono alla compagnia una ampia e sofisticata capacità professionale di tipo sia tecnico che commerciale.



La vasta esperienza maturata permette quindi di dirigere i progetti futuri verso:

- sviluppo delle sue scoperte recenti,
- continuazione dell'esplorazione in temi minerari riconosciuti,
- sviluppo di nuovi temi minerari.

La maggior parte dello staff tecnico ha passato molti anni lavorando con successo nel Surat Basin (Queensland, Australia). Questa provincia petrolifera presenta numerose similitudini, dal punto di vista geologico, geofisico e tecnico, con la situazione della Pianura Padana. Anche per questo motivo *Petroz N.L.* si propone come partner ideale, attraverso la sua controllata *Petroz (Italy) Pty. Ltd.*, per condurre uno sviluppo efficiente delle attività di ricerca e produzione in questa regione petrolifera.



3. L'AVANFOSSA PADANA



3.1 - GENERALITÀ

La Pianura Padana è la maggiore pianura alluvionale d'Italia, con una superficie di circa 50.000 km²; essa è limitata a N e W dai rilievi della catena alpina, a S dall'Appennino settentrionale, ad E dal Mare Adriatico.

La Pianura Padana (Figg. 2 e 3) è caratterizzata, a N, dalle pieghe sudalpine lombarde sepolte, dalla monoclinale pedealpina e dalla pianura veneta, e a S dalle pieghe sepolte nord-appenniniche degli archi del Monferrato, dell'Emilia, della Romagna e dagli archi esterni delle pieghe ferraresi e adriatiche. In particolare, l'orogenesi appenninica in questo settore della penisola determina, nell'intera successione mesozoico-terziaria, la formazione di fasci di pieghe "appenniniche" con una vergenza NNE nel settore occidentale e centrale della piana, e "padano-adriatiche" con una vergenza NE nella zona di raccordo fra l'avanfossa padana e quella adriatica.

Da un punto di vista geologico la Pianura Padana rappresenta un complesso bacino di avanfossa individuatosi a partire dal Miocene superiore nel contesto dell'orogenesi alpino-appenninica.

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante, le unità strutturali, impilate e traslate verso NNE, vengono a formare un vero e proprio prisma di accrezione neogenico che, sia per l'entità dei raccorciamenti tettonici sia per la complessa interferenza fra tettonica e sedimentazione, conferiscono al sistema il carattere di una marcata fossa tettonica.

I bacini padani e adriatici sono un classico esempio di avanfossa complessa con sovrascorrimenti attivi nel loro substrato, in un quadro che prevede una articolata paleo-morfologia, condizionata da elementi tettonici mesozoici. I sedimenti sin-orogenici sono principalmente detritici, e i corpi sedimentari tendono a colmare le depressioni venutesi a creare durante l'enucleazione e l'amplificazione delle strutture compressive (pieghe e sovrascorrimenti). Queste strutture presentano le tipiche caratteristiche sedimentologiche, geometriche e cinematiche di pieghe di crescita.

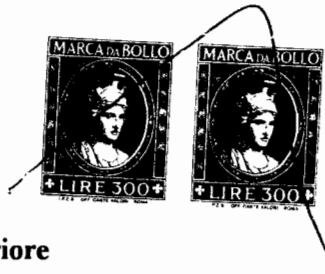
La morfologia articolata in "bassi" ed "alti" che ne conseguì influenzò la deposizione dei corpi torbiditici che riempivano in quel periodo l'avanfossa padana, con la deposizione dei materiali più grossolani all'interno delle zone più depresse ed i sedimenti più sottili in corrispondenza degli alti. Geometrie deposizionali di onlap lungo i fianchi delle strutture e riduzione graduale degli spessori verso gli alti sono caratteristiche tipiche di questo ambiente. A seconda dell'entità dei raccorciamenti tettonici lungo i sovrascorrimenti principali, le differenze di spessore tra i depositi relativi ai vari periodi possono essere anche dell'ordine delle migliaia di metri.

I bacini di avanfossa padani, allungati parallelamente alla catena, si formarono a causa della compressione e del raccorciamento del margine continentale Africano-Adriatico dall'Oligocene al Pleistocene; tali bacini furono successivamente riempiti principalmente da depositi torbiditici e coinvolti nella deformazione stessa. Come conseguenza, la formazione dei bacini di avanfossa venne accompagnata dalla formazione di bacini minori (satellite) trasportati passivamente al retro della struttura frontale (bacini di piggy-back, Fig.4). La migrazione verso i quadranti Nord-orientali di questo sistema riflette l'alternanza di periodi di attività tettonica e di quiescenza.

3.2 - STRATIGRAFIA

La successione litologica presente nel sottosuolo dell'area padana può essere suddivisa in due gruppi formazionali principali (Fig. 5), che risultano attualmente mascherati da una elevata copertura alluvionale recente ed attuale:

- la **Successione terrigena d'avanfossa** (Miocene p.p.-Pleistocene), costituita da una potente successione di peliti e sabbie, talora conglomerati, riferibili a un ambiente di avanfossa orogenica coinvolta in una deformazione compressiva sin- e post-sedimentaria, legata alla traslazione verso i quadranti settentrionali della catena appenninica;
- la sottostante **Successione pelagica meso-cenozoica** (Triassico-Miocene p.p.), riferibile ad un ambiente di sedimentazione pelagico e conosciuta nell'area attraverso indagini profonde.



3.2.1 Il substrato pre-Messiniano superiore

I sedimenti che costituiscono il substrato delle successioni tardomesiniane e plioceniche sono rappresentati essenzialmente da tre Formazioni o gruppi formazionali: il Gruppo Marne di Gallare, la Marnoso-arenacea e la Gessoso-solfifera.

I sedimenti che mostrano la maggiore estensione areale nel sottosuolo padano appartengono al gruppo formazionale delle **Marne di Gallare**. Questi terreni poggiano, nel settore orientale, sulle classiche successioni pelagiche meso-cenozoiche e, nella zona delle Prealpi Lombarde, in parte alla Gonfolite mentre, verso il centro del bacino, sono parzialmente sostituite dalla Marnoso-arenacea.

La sezione terminale di questo gruppo è spesso rappresentata dalla Formazione delle **Marne di Verghereto** che arriva fino al Messiniano inferiore ed è riferibile ad un ambiente marino ristretto. Lo spessore dei sedimenti di questo gruppo supera in genere i 1000 m (dall'Eocene al Messiniano).

Anche la **Marnoso-arenacea** è presente su una vasta area (Fig.6a); il suo bacino di sedimentazione si estende parallelamente al margine settentrionale dell'Appennino, con spessori sempre notevoli e superiori ai 2000 m lungo l'asse del bacino. I depositi della Marnoso-arenacea passano verso N alle peliti del gruppo Gallare ed alla Gonfolite, verso E e W alle peliti del gruppo Gallare, mentre, lungo il bordo appenninico, i passaggi originari di facies, complicati da una intensa tettonica, sono poco chiari.

La terza unità che costituisce il substrato delle successioni tardo-messiniane e plioceniche è la **Gessoso-solfifera**, di gran lunga meno estesa delle precedenti (Fig.6b). Questa formazione è presente lungo una stretta fascia parallela al margine appenninico fino poco ad E di Bologna; ricompare con maggiore ampiezza nel sottosuolo della pianura romagnola e nell'antistante Adriatico dal quale, tramite una stretta fascia, raggiunge la zona di Novi Modenese passando a N della dorsale ferrarese.

La ridotta estensione areale di questa formazione sembra dovuta all'effetto combinato della progressiva riduzione dell'area occupata dal dominio marino e dalla contemporanea deposizione, nelle parti più profonde del bacino, di depositi torbiditici con faune marine di ambiente ristretto ascritti alla Marnoso-arenacea.

3.2.2 Il ciclo Messiniano-Pleistocene

Dopo le successioni di ambiente marino ristretto fin qui descritte inizia un nuovo ciclo di sedimentazione prevalentemente clastica. Il passaggio al nuovo ciclo avviene sia in continuità di sedimentazione, nei settori morfologicamente più depressi, che per trasgressione.

Il ciclo sedimentario pliocenico è caratterizzato dalla deposizione di enormi quantità di materiali clastici; la base dei depositi pliocenici nel sottosuolo padano, infatti, può raggiungere e superare, a luoghi, gli 8 000 m di profondità, in questi casi il tasso di sedimentazione risulta quindi essere superiore ai 1 000 m per milione di anni.

La suddivisione in tre principali sequenze deposizionali (Pliocene inferiore, Pliocene medio-superiore, Pleistocene) dei depositi d'avanfossa del pedeappennino può essere facilmente relazionabile alle variazioni delle condizioni fisiografiche generate sia dall'avanzamento della catena in formazione che dal conseguente rilassamento strutturale nelle fasi di quiescenza tettonica.

Per tali sequenze deposizionali, appare comunque appropriata una origine parzialmente eustatica (globale) e parzialmente tettonica (locale).

I rilievi sismici mettono in evidenza la concordanza tra i termini del substrato e la serie tardo messiniana nelle parti centrali dei diversi sub-bacini individuati dall'attività dei *thrust*, ove sono presenti le torbiditi della **Formazione di Fusignano** (Fig. 6d) deposte in ambiente ipoalino.

Altrove, verso i bordi dei sub-bacini, viene evidenziata, invece, una situazione di *on-lap* per trasgressione dei depositi della **Formazione della Argille a Colombacci** (Fig. 6c). Localmente si sviluppano anche delle conoidi di breccie o di conglomerati che rappresentano il parziale smantellamento delle dorsale ferrarese emergente al margine settentrionale dei bacini ipoalini (Formazione dei **Conglomerati di Boreca**, Fig. 6d).

Lungo il margine appenninico, durante la fase di trasgressione tardo messiniana, è presente talora, in chiara discordanza angolare, la Formazione sabbioso-ciottolosa delle **Sabbie di Cortemaggiore** (Fig. 6f), che si

sviluppa in maniera discontinua con livelli che possono giungere fino al Pliocene. Gli spessori, molto variabili, di questa formazione non superano i 100 m.

Le formazioni plioceniche, nella parte centrale del bacino, sono ancora costituite da torbiditi (Formazione di Porto Corsini e Formazione di Porto Garibaldi,) mentre le zone marginali sono occupate da sedimenti pelitici (Formazione Argille del Santerno) e costieri (Formazione Sabbie di Cortemaggiore).

La Formazione di **Porto Corsini** (Fig. 6f), di età principalmente infrapliocenica, occupa la parte centro-meridionale del bacino, prevalentemente nell'area a S del Po. Il suo spessore è in genere rilevante e può superare, nei settori più subsidenti della fossa (per esempio tra Bologna e Parma), i 2000 m di spessore.

La Formazione di **Porto Garibaldi** (Fig. 6g) occupa una posizione analoga alla Porto Corsini e si sviluppa prevalentemente nel Pliocene medio e superiore. L'area di distribuzione di questa formazione risulta superiore a quella della Porto Corsini, in modo particolare verso i quadranti settentrionali. Gli spessori e le zone di massimo accumulo sono praticamente coincidenti.

Nei settori rilevati, dove non si verifica la deposizione delle torbiditi e dove mancano le Sabbie di Cortemaggiore, la serie plio-pleistocenica continua ad essere sostanzialmente argillosa. Le argille sono comunque prevalenti nel Pliocene inferiore mentre inserimenti sabbiosi compaiono nel Pliocene medio e superiore. Lo spessore di questa sequenza argillosa, che costituisce le **Argille del Santerno** (Fig. 6e), è compreso tra i 500 m ed i 1000 m lungo il margine appenninico, mentre spessori più ridotti caratterizzano la monoclinale pedealpina.

La colmatazione del bacino padano avviene dopo una fase di espansione, con sedimentazione sabbiosa di ambiente marino (Formazione delle Sabbie di Asti) e, in seguito, con deposizione mista e continentale (Alluvioni Padane).

Le **Sabbie di Asti** (Fig.6h) costituiscono la formazione più estesa arealmente tra quelle padane, raggiungendo, senza soluzione di continuità, le zone di affioramento ai bordi del bacino. Questa formazione inizia talora nella parte sommitale del Pliocene superiore e presenta il suo massimo sviluppo nel Pleistocene. A volte la base della formazione coincide con la base del Pleistocene. Lo spessore delle Sabbie di Asti è piuttosto consistente: forti valori si riscontrano nella parte centro-meridionale del bacino dove si superano i 1000-1500 m; il massimo valore (oltre 2000 m) si osserva subito a S dell'attuale delta padano. La formazione si presenta come un deposito sabbioso pressoché continuo solcato da intercalazioni ciottolose con sottili livelli argillosi.

Al di sopra delle Sabbie di Asti si rinvencono depositi alluvionali di età pleistocenica o più recente. Le alluvioni sono più potenti nella parte occidentale della piana padana mentre si riducono a poche decine di metri in quello orientale. Si tratta di sabbie e ghiaie con scarsi livelli di argilla.

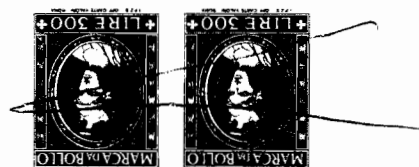
3.3. ASSETTO STRUTTURALE

La ricostruzione tettonica della Pianura Padana deriva essenzialmente dall'interpretazione dei rilievi sismici a riflessione, effettuati principalmente per la ricerca di idrocarburi, e dal raffronto dei numerosi dati di sondaggi profondi e non.

La copertura dei depositi recenti maschera la reale situazione strutturale della Pianura Padana; essa risulta invece evidente, per quanto riguarda gli effetti della tettonica pliocenica e post-pliocenica, dalle numerose sezioni geologiche interpretative (Fig.7) e dal conseguente esame dell'andamento strutturale della base della successione pliocenico-quadernaria. Tale andamento mostra chiaramente la contrapposizione fra il grande, e relativamente tranquillo, elemento strutturale costituito dalla monoclinale pedealpina e dalla Pianura Veneta, presenti a NE, e le pieghe appenniniche sepolte presenti a SSW. Queste ultime risultano strutturate in tre grandi archi (Fig.3): Monferrato ad W, pieghe emiliane al centro della Piana e pieghe ferraresi-romagnole ad E, dove è situata l'area in istanza.

Per quanto concerne la situazione strutturale pre-pliocenica, al di sotto della monoclinale pedealpina, nell'area a S delle Prealpi lombarde, una serie di strutture sud-vergenti rappresentano la continuazione delle pieghe sudalpine di tettonizzazione tardomiocenica.

In genere, al tetto dei sovrascorrimenti principali si sviluppano superfici di thrust secondari, generalmente ad alto angolo, che individuano strutture di ordine inferiore, spesso tra loro vicarianti e con marcate ondulazioni assiali. Tra questi, alcuni piani con vergenza opposta (back-thrust) individuano strutture di tipo pop-up.





I tre archi principali sono caratterizzati, al loro interno, da una notevole frammentazione in blocchi, accentuata inoltre dall'esistenza di complessi sistemi di faglie trasversali alla catena; tali sistemi consentono un movimento differenziale tra blocco e blocco, con diverse entità e modalità di compressione sull'esterno, e di distensione sull'interno. Le modalità deformative lungo questi lineamenti tettonici sono estremamente complicate, con componenti trascorrenti, transtensive e compressive.

Lo stile tettonico è dominato da accavallamenti lungo superfici che nella maggior parte dei casi assumono classiche traiettorie a ramp e flat. I principali orizzonti di scollamento sembrano localizzati nei livelli neogenici (peliti messiniane) ed in quelli corrispondenti alla Scaglia Cinerea. In alcuni casi tuttavia, ove il responso sismico fornisce buoni dettagli fino a maggiori profondità, si è potuto appurare che le superfici di sovrascorrimento sono radicate anche in corrispondenza della Formazione di Burano (Triassico superiore).

La propagazione del sistema di embriazione procede normalmente verso l'esterno verosimilmente fino al Pliocene medio p.p.. Dal Pliocene medio inoltrato la tettonica compressiva si esplica con la massima intensità attraverso la riattivazione di fasce localizzate a S del fronte degli archi padani (Busseto e Brè, Monestirolo e Ferrara) e, principalmente, nella zona pedeappenninica del Bolognese (Varignana).

3.3.1 Le pieghe ferraresi-romagnole

L'arco delle pieghe ferraresi-romagnole costituisce il più evidente e complesso elemento strutturale del sottosuolo padano; esso si sviluppa da Reggio Emilia fino al mare Adriatico, dove prosegue formando le pieghe adriatiche. Esso si accavalla, lungo importanti superfici di sovrascorrimento con vergenza nord-orientale e coinvolgenti il substrato mesozoico, sulle monoclinali pedealpina ed adriatica. All'interno dell'arco la base dei depositi pliocenici può superare la profondità di 8000 m.

In questo settore la situazione strutturale è decisamente più complessa rispetto a quella riscontrabile nell'attiguo arco delle pieghe emiliane. Il sovrascorrimento frontale è estremamente discontinuo e risulta dalla giustapposizione di numerose superfici tettoniche vicarianti; lo sviluppo di numerosi thrust secondari, anche retrovergenti, determina una strutturazione ad embri dalle geometrie notevolmente complesse.

Questa situazione non è peraltro esclusiva degli elementi frontali ma si determina anche nelle zone più interne dell'arco, a ridosso dei rilievi appenninici, dando luogo a numerose strutture con geometrie a luoghi complesse e con rapporti strutturali reciproci di difficile definizione, determinati anche dal concorso di una importante tettonica trasversale.

Gran parte dei giacimenti scoperti in Pianura Padana sono localizzati in corrispondenza dei culmini delle numerose strutture situate in questo settore.

L'età della strutturazione di queste pieghe può essere compresa tra il Messiniano ed il Pleistocene, con una fase più evidente fra il Pliocene medio-superiore e il Pleistocene che tende fra l'altro a riattivare gli elementi più interni, pedeappenninici.



4. GEOLOGIA DELL'AREA IN ISTANZA

4.1 STRATIGRAFIA

Nell'area in istanza un elevato spessore di sedimenti fluvio-palustri recenti ed attuali sovrasta i sedimenti marini argilloso-sabbiosi ascrivibili al Pliocene-Pleistocene inferiore.

La natura e la distribuzione dei terreni affioranti risentono in particolar modo dell'evoluzione del Delta del Po e delle aree subito a monte: le sabbie segnano i corsi antichi e attuali dei fiumi e le tracce dei loro tracimamenti; le argille e le torbe ad esse associate segnano le valli di lungo ristagno; i terreni misti di sabbie e argille, con distribuzioni areali e verticali fortemente variabili, segnano le zone di transizione tra le aree fluviali e quelle di ristagno vallivo. Un terreno di particolare interesse pedologico è il terreno di bonifica, intendendo quello delle bonifiche per colmata, dovute all'intervento dell'uomo e quindi artificiale; troppe però sono ancora le incertezze sulla genesi di molte aree, visto che la bonifica dell'area fu iniziata cinque secoli fa dagli Estensi.

I depositi sabbiosi del Pliocene e del Pleistocene si distribuiscono in corpi lenticolari con una elevata variabilità laterale e verticale. Estremamente diversificati risultano il grado di porosità e di permeabilità.

Per ciò che riguarda gli spessori e le geometrie delle diverse litofacies in profondità si fa riferimento ai dati disponibili dai log dei pozzi perforati nell'area; in particolare, nell'area in istanza, risultano di particolare interesse i seguenti pozzi, perforati da AGIP:

Schiorsi 1 (1986)

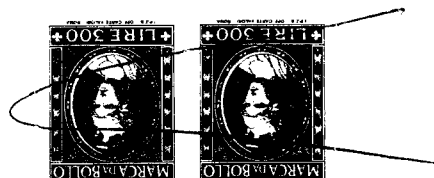
Quaternario <i>(Sabbie di Asti)</i>	0-708 mTR	Sabbie prevalenti con qualche intercalazioni argillose
Pliocene medio-superiore <i>(Porto Garibaldi)</i>	708-791 mTR	Argilla grigia con sottili livelli siltoso-sabbiosi
Pliocene inferiore <i>(Porto Corsini)</i>	791-1201 mTR	Sottili alternanze di sabbie ed argille

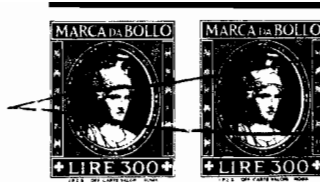
Valli di Comacchio NW 1 (1968)

Quaternario <i>(Sabbie di Asti)</i>	0-950 mTR	Sabbie, silt argillosi con qualche ciottolo e con intercalazioni di argilla
Pliocene medio-superiore <i>(Porto Garibaldi)</i>	950-1110 mTR	Sabbie e silt argillosi con livelli di argilla
Pliocene inferiore <i>(Porto Corsini)</i>	1110-1493 mTR	Sabbie a luoghi argillose con intercalazioni di argille; argille prevalenti; intercalazioni di sabbie ed argille
Miocene superiore <i>(Fusignano)</i> – Tortoniano p.p. <i>(Marne di Gallare)</i>	1493-1810 mTR	Sabbie, sabbie marnose, marne, marne siltose con a luoghi intercalazioni argillose
Tortoniano p.p – Elveziano <i>(Marne di Gallare)</i>	1810-2218 m TR	Marne e marne siltose con intercalazioni di sabbie e talora di ghiaie

Travasona 1 (1983)

Quaternario <i>(Sabbie di Asti)</i>	0-806 m TR	Sabbie quarzose da fini a finissime con intercalazioni di argilla grigia
Pliocene medio-superiore <i>(Argille del Santerno)</i>	806-860 m TR	Argilla grigia con livelletti siltoso-sabbiosi
Pliocene inferiore <i>(Argille del Santerno)</i>	860-892 m TR	Argilla grigia con livelletti siltoso-sabbiosi
Pliocene inferiore <i>(Porto Corsini)</i>	892-1035 m TR	Banchi di sabbia quarzosa con frequenti intercalazioni di argilla grigia
Pliocene inferiore <i>(Argille del Santerno)</i>	1035-1102 m TR	Argilla siltosa grigia con qualche livello sabbioso-siltoso





Il Quaternario marino, solo parzialmente in facies torbidityca, può raggiungere spessori fino a circa 950 m ed è caratterizzato dalla presenza di *Hyalinea balthica*; lo spessore del Pliocene superiore, in facies sabbioso-argillosa, si aggira sui 1000 m nelle zone più depresse, ma in corrispondenza delle culminazioni delle dorsali può diminuire fino a spessori di circa 150 m (pozzo Valli di Comacchio NW 1) o circa 60 m (pozzo Travasona 1); in alcuni casi può mancare del tutto (pozzo Argenta 1); stesso comportamento per il Pliocene inferiore, che nell'area in istanza ha spessori estremamente variabili (500 m nel pozzo Maiero 1; 120 m nel pozzo Valli di Comacchio NW2).

Il passaggio fra il Pliocene inferiore e il Pliocene medio-superiore, così come quello fra il Pliocene medio-superiore e il Pleistocene, è generalmente marcato da superfici trasgressive.

In quest'area il Messiniano è rappresentato dalle torbiditi della Form. di Fusignano che si sostituiscono ai depositi della Gessoso-Solfifera.

Il Miocene superiore (Formazione di Fusignano), incontrato nei pozzi Maiero 1, Valli di Comacchio NW 1, 2, Bando 7, si presenta in facies torbidityche prevalentemente marnose o marnoso-arenacee con intercalazioni sabbiose e ghiaiose verso il basso.

La sottostante successione calcarea, calcareo-marnosa e dolomitica in facies pelagica umbro-romagnola, è stata attraversata dal pozzo Consandolo 1; questo pozzo è stato arrestato ad una profondità di 3106 m TR all'interno delle dolomie cristalline del Trias.

4.2 TETTONICA

Le numerose prospezioni sismiche per esplorazione petrolifera nella Pianura Padana hanno messo in evidenza una successione di thrust e pieghe sepolte che si susseguono irregolarmente nella pianura e nell'off-shore padano; le diverse orientazioni, geometrie e cinematiche di tali elementi deformativi sono riconducibili allo sviluppo di un sistema di thrust e pieghe ad essi associate secondo una geometria di rampe frontali, oblique e laterali. Lo stile tettonico è dominato da accavallamenti lungo superfici che nella maggior parte dei casi assumono classiche traiettorie a ramp e flat.

Le pieghe anticlinaliche maggiori presentano geometrie generalmente riconducibili a meccanismi di messa in posto per propagazione di faglia o per piegamento passivo; le pieghe sono generalmente asimmetriche, con i fianchi interni più estesi ed immergenti verso i settori meridionali con pendenze di circa 20°- 40°, e con i fianchi esterni immergenti verso N e NE con pendenze tra 50° e 90° o, a luoghi, rovesciati; sovrascorrimenti secondari possono interrompere la continuità strutturale di entrambi i fianchi.

La struttura positiva oggetto primario dell'esplorazione è ubicata lungo il trend strutturale di cui fanno parte le pieghe sepolte, con direzione WNW-ESE, esplorate dai pozzi Maiero, Schiorsi, Valli di Comacchio NW e Valli di Comacchio (Figg. 8, 9). Essa è riconducibile ad una anticlinale strutturata a partire dal Pliocene inferiore (Form. di Porto Corsini), erosa al culmine e sormontata in trasgressione dal Pliocene medio-superiore (Form. di Porto Garibaldi).

Le correlazioni stratigrafico-elettriche fra i pozzi Maiero 1, 2, Schiorsi 1, Valli di Comacchio NW 1,2, evidenziano numerose variazioni di facies e di spessori nelle formazioni plioceniche (formazioni di Porto Corsini e di Porto Garibaldi), denotando inoltre la presenza di almeno una trasgressione fra il Pliocene inferiore e il Pliocene medio-superiore.

I sedimenti del Pleistocene (Sabbie di Asti) risultano per lo più blandamente piegati, documentando la fine della deformazione compressiva.

Almeno tre ulteriori strutture positive di particolare interesse minerario sono individuabili in posizione interna (a SW) rispetto alla principale, e sono state oggetto di indagini da parte di AGIP nel passato con la perforazione dei pozzi Portoverrara, Bando e S.Ermelinda, Travasona.

4.3 GEOLOGIA TECNICA

Quest'area di pianura è generalmente esente da problemi di instabilità; nella previsione di realizzazione di opere particolari necessarie per l'esplorazione è da tenere comunque presente l'estrema variabilità nella distribuzione dei materiali, che si riflette su una probabile variabilità delle loro caratteristiche geotecniche: la

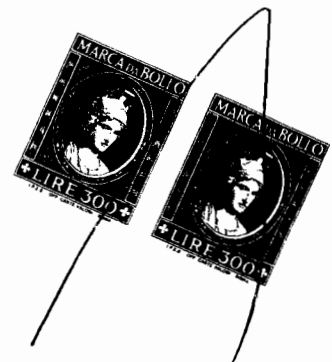


problematica più frequente può risultare legata a eventuali cedimenti dinamici, sotto sforzi. In particolare è da sottolineare la presenza di uno spessore piuttosto consistente di materiale incoerente costituito dai depositi fluvio-palustri del Delta Padano. La Valle del Mezzano (17.700 ha) è stata bonificata nel 1964 (Fig.10); complessivamente, nella provincia di Ferrara la superficie guadagnata alle colture attraverso la bonifica ammonta a più di 100.000 ha.

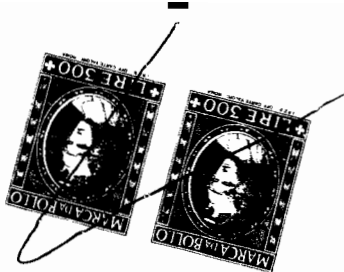
In superficie esiste una rete di canali e di rogge artificiali che emungono acque dai diversi corsi e le ridistribuiscono per uso principalmente agricolo. Le acque sotterranee superficiali costituiscono falde sospese di limitata portata e vengono attinte da numerosi pozzi.

Particolare attenzione, in fase di svolgimento dei lavori e durante le necessarie analisi di impatto ambientale, sarà rivolta alla subsidenza; ogni particolare aspetto di tale problematica, peraltro diffusa nell'area, sarà attentamente valutato di concerto con le Autorità competenti.

Il pedeappennino bolognese e ferrarese è un'area a sismicità molto bassa. Essa risente in maniera lieve della sismicità delle aree circostanti. I comuni di Ostellato, Argenta e Portomaggiore, all'interno dell'area in istanza, non risultano essere classificati come zone sismiche nell'Atlante della Classificazione Sismica del Servizio Sismico Nazionale.



5. GEOLOGIA DEGLI IDROCARBURI



5.1 CAMPI LIMITROFI E NUOVI INDIRIZZI DI RICERCA

La ricerca degli idrocarburi nell'area padana si è sviluppata sin dagli inizi del secolo. Numerosi sono i pozzi perforati, e molti di questi si sono rivelati produttivi specialmente per ciò che riguarda gli idrocarburi gassosi.

Nel settore di nostra pertinenza, i campi di principale interesse sono (Figg. 8, 11):

- *Alfonsine*: trappole miste nel Pliocene medio-superiore, strutturali nel Pliocene inferiore e nel Pliocene medio-superiore;
- *Bova*: alcuni piccoli pools in trappole miste nel Pliocene inferiore;
- *Monestirolo*: trappola strutturale nel Pliocene inferiore;
- *Ravenna*: trappole stratigrafiche nel Quaternario e nel Pliocene inferiore, miste nel Pliocene medio-superiore;
- *Sabbioncello*: trappola stratigrafica nel Quaternario, strutturali nel Pliocene medio-superiore.
- *Tresigallo*: trappole strutturali nel Quaternario;

Nel passato la ricerca petrolifera nel settore in esame è stata principalmente focalizzata sui culmini strutturali; le moderne conoscenze sulle complesse modalità deposizionali dei corpi torbidity della successione plio-pleistocenica, sia in senso longitudinale che in senso trasversale alla catena, rendono ormai possibile indirizzare la ricerca anche su obiettivi di tipo stratigrafico o misto, controllati da pieghe di crescita e dai relativi sovrascorrimenti sin- e post-sedimentari, che sono stati finora oggetto di un'esplorazione ridotta o marginale.

L'esplorazione nell'area in istanza potrà pertanto essere indirizzata proprio all'identificazione e alla definizione di possibili trappole di tipo stratigrafico e misto nella successione mio-plio-pleistocenica, in corrispondenza degli alti strutturali di Valli di Comacchio-Maiero, Portoverrara, Bando-S.Ermelinda-Travasona, e geneticamente correlate a esso.

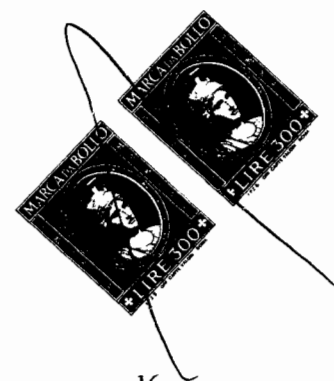
Numerosi sono i pozzi perforati nel passato da AGIP nell'area in istanza (Fig.8). Di seguito vengono presentati i principali risultati di tali pozzi; notevoli potenzialità sono state riscontrate dall'analisi dei logs elettrici anche e soprattutto alla luce dell'analisi delle linee sismiche disponibili e dei notevoli progressi tecnologici dell'esplorazione petrolifera negli ultimi decenni.

- **Bando #1, ..., #7** (1943-1986). L'obiettivo principale dei pozzi più antichi fu quello di investigare e sfruttare alcuni livelli porosi estremamente superficiali nel Quaternario. Il pozzo 7, più recente, fu perforato allo scopo di investigare la serie miocenica in zona di culmine e, secondariamente, la sovrastante successione pliocenica. La bassa permeabilità e la limitata estensione di livelli porosi mineralizzati a gas sia nel Messiniano (Fusignano) che nel Pliocene resero lo sfruttamento non economico.
- **Consandolo #1** (1956). L'obiettivo principale era l'esplorazione della serie mesozoica in culmine strutturale e, subordinatamente, della serie miocenica. Tutti i livelli porosi in entrambi gli obiettivi sono risultati ad acqua salata. Alla luce dei logs elettrici disponibili, si ritiene che la successione miocenica (Mame di Gallare) possa presentare ulteriori potenzialità di investigazione.
- **Maiero #1** (1957), **#2** (1961). Obiettivo principale del pozzo 1 era l'esplorazione del culmine strutturale della piega di Maiero, riferito ai terreni del Miocene e del Pliocene inferiore. Le prove di strato, eseguite nei termini porosi del Tortonian e del Pliocene medio, hanno dato risultati negativi. Si ritiene che la sezione del Pliocene inferiore, costituita per uno spessore di circa 500 m principalmente da fitte alternanze di sabbie e argille in stratificazione sottile, non sia stata accuratamente valutata. Il pozzo 2 è ubicato sul fianco esterno, settentrionale, della omonima piega pliocenica. Obiettivo principale era l'accertamento della presenza e delle potenzialità minerarie di eventuali livelli porosi nel Pliocene medio-superiore, riscontrati indiziati a gas nel precedente pozzo Maiero 1. Non avendo riscontrato alcuna porosità nelle argille del Pliocene medio, il pozzo è stato interrotto all'interno della fitta alternanza di sabbie e argille del Pliocene inferiore.
- **Migliarino #2** (1965), perforato allo scopo di esplorare una chiusura strutturale nel Quaternario e nel Pliocene medio-superiore, mineralizzata a gas nei pozzi di Tresigallo e Migliarino 1. La successione investigata è risultata priva di intervalli porosi. Anche in questo caso, si ritiene che non sia stata posta sufficiente attenzione nella valutazione della successione del Pliocene inferiore.

- **Ostellato #1** (1960), con l'obiettivo di investigare eventuali strati porosi in trappole stratigrafiche nel Pliocene medio-superiore e inferiore. Tali strati sono risultati, alla luce dei logs elettrici, acquiferi. Si ritiene che la sezione del Pliocene inferiore, pur presentando manifestazioni di gas in alternanze di sabbie e argille in stratificazione sottile, non sia stata sufficientemente valutata.
- **Portoverrara #1, #2, #3** (1958). L'obiettivo era l'esplorazione di un culmine strutturale: il risultato è stato il rinvenimento nel pozzo 1 di due livelli a gas alla base del Pliocene inferiore e al tetto della successione alto-miocenica, il primo dei quali aperto alla produzione. Gli stessi livelli porosi e mineralizzati a gas nel pozzo 1 sono risultati mineralizzati ad acqua nei pozzi 2 e 3.
- **Schiorsi #1** (1986). Il sondaggio aveva come tema principale l'esplorazione della serie pliocenica in trappola stratigrafico-strutturale, rappresentata dai livelli sabbiosi del Pliocene medio-superiore (Form. di Porto Garibaldi) che tendono a chiudere contro l'unconformity pliocenica. L'obiettivo secondario, rappresentato dalla sezione superiore del Miocene superiore (Form. di Fusignano), non è stato raggiunto. L'obiettivo principale era caratterizzato da una significativa anomalia del segnale sismico e da confortanti indicazioni nei logs elettrici. A causa di intasamenti di silt argilloso durante le prove di strato e di scarsa permeabilità il pozzo è stato ritenuto sterile e abbandonato.
- **Travasona #1** (1983), **#2** (1983). L'indagine, nel pozzo 1, di alcuni livelli porosi alla base del Pleistocene e nel Pliocene inferiore ha evidenziato la presenza di livelli a gas ma con scarsa produttività, mentre nel pozzo 2 tutti i livelli porosi sono risultati mineralizzati ad acqua. Si ritiene che, specie per il Pliocene inferiore, possano sussistere ulteriori margini di recupero o comunque di miglioramento delle capacità erogative.
- **Valli di Comacchio NW #1** (1968), **#2** (1978). Il pozzo 1, ubicato al culmine del trend strutturale di Maiero, aveva lo scopo di esplorare la serie del Pliocene inferiore, sulla quale il Pliocene medio-superiore doveva risultare in appoggio trasgressivo, e la serie del Miocene, con manifestazioni di gas nel pozzo Maiero 1. I pochi livelli porosi incontrati in tali serie sono risultati acquiferi. Il pozzo 2 aveva lo stesso obiettivo; tutti i livelli porosi incontrati sono risultati, dalle analisi sui logs elettrici, mineralizzati ad acqua.

I pozzi Negrini 1, Case Borra 2 e Argenta 1 non presentano, allo stato attuale, indicazioni di particolare interesse.

Pozzo	Anno	Long.	Lat.	Prof.
MAIERO 1	1957	-344900	44433100	2.306
MAIERO 2	1961	-344650	44440100	1.504
MIGLIARINO 2	1965	-322350	44444100	1.494
OSTELLATO 1	1960	-303350	44441700	1.607
PORTO VERRARA 1	1958	-351550	44412800	1.207
PORTO VERRARA 2	1958	-353950	44414300	1.025
PORTO VERRARA 3	1958	-344350	44412500	1.229
SCHIORSI 1	1986	-300190	44424910	1.201
VALLI DI COMACCHIO NW 1	1968	-283920	44424420	2.218
VALLI DI COMACCHIO NW 2	1978	-290100	44423500	1.710
BANDO 1	1943	-343600	44391030	208
BANDO 1A	1943	-343850	44390880	359
BANDO 2	1943	-360700	44392380	322
BANDO 3	1943	-351900	44384830	326
BANDO 4	1944	-331300	44385730	352
BANDO 5	1946	-345500	44392480	303
BANDO 6	1967	-341200	44390850	1.205
BANDO 7	1986	-362680	44394500	850
TRAVASONA 2	1983	-342900	44361600	1.350
NEGRINI 1	1986	-353550	44355100	1.265
CASE BORRA 1	1960	-412200	44370800	285
CASE BORRA 2	1960	-413200	44364800	1.363
ARGENTA 1	1960	-375800	44363400	1.516
TRAVASONA 1	1983	-334650	44355650	1.102
CONSANDOLO C.151	1948	-383400	44385300	1.003
CONSANDOLO 1	1956	-401090	44400550	3.106



5.2 ROCCIA MADRE, ROCCIA SERBATOIO E COPERTURA

Dai numerosi studi effettuati nei campi nell'area padana, risulta che la gran parte del gas, localizzato principalmente nei *reservoir* sabbiosi del Miocene superiore-Pliocene, possa essere di origine biogenica. Conseguentemente, le associate successioni argillose, spesso con elevato contenuto di materia organica di origine prevalentemente vegetale, sono da considerare come una roccia madre di primaria importanza. La presenza, nella Pianura Padana, di notevoli volumi di gas biogenico può essere ascritta alla combinazione di numerosi eventi favorevoli: l'alto tasso di sedimentazione, dell'ordine di 1000 m/Ma; la deposizione di una successione in alternanza di sabbie (*reservoir*) e argille (*cap rock*); il rapido drenaggio del gas generato nelle argille; la tettonica sinsedimentaria, con la conseguente formazione di trappole strutturali, stratigrafiche e miste. In particolare, si può osservare (Fig. 11) che, in questo settore della Pianura Padana, gli intervalli produttivi sono numerosi e localizzati pressoché in tutti i termini della successione clastica dal Miocene superiore al Pleistocene.

5.3 POSSIBILI TRAPPOLE

Un gran numero di mineralizzazioni a gas in Italia è situato nelle zone esterne della catena appenninica, specie nella Pianura Padana e nell'area adriatica. I serbatoi sono generalmente localizzati nelle successioni torbiditiche e (emi)pelagiche del Miocene superiore-Pliocene. Le relazioni fra la sedimentazione e la tettonica compressiva sono molto evidenti in queste aree, dove diversi *reservoir* sabbiosi del Pliocene sono collocati sui fianchi o al di sopra di anticlinali strutturatesi ed amplificatesi fino al Pliocene superiore-Pleistocene.

Le trappole più comuni, che caratterizzano le successioni alto miocenico-pleistoceniche nei campi padani, possono essere schematizzate come segue:

Trappole strutturali:

- *Strati troncati al letto dei fronti ("lick-up") e anticlinali di letto*; ubicate in prossimità dei fronti e/o al di sotto di questi. A volte la trappola può essere mista, con chiusura per argillificazione del livello sabbioso.
- *"Draping" su alti del substrato*; la tettonica compressiva genera zone rialzate costituite da pieghe anticlinali a luoghi sovrascorse; la serie sovrastante si modella su queste strutture.

Trappole stratigrafiche:

- *"Pinch-out" verso i margini delle zone ribassate*; i livelli sabbiosi si argillificano o vengono troncati da nuovi cicli sedimentari.
- *"Shale-out" di livelli sabbiosi*; sono estremamente difficili da individuare con i dati sismici, tranne i casi in cui la presenza di gas è sottolineata da anomalie del segnale sismico (*bright-spot*).
- *"On lap" di livelli sabbiosi su alti della serie di base*; sono trappole molto frequenti. Gli alti della serie di base possono essere legati a tettonica sinsedimentaria o a compattazione differenziale.

Molto spesso la trappola è di tipo misto: il livello si modella su un alto del substrato, ma la chiusura è controllata anche da argillificazione e da elementi tettonici sin- e post-sedimentari: la combinazione tra le variazioni litologiche originarie e la tettonica può contribuire alla formazione di corpi sabbiosi a diversa porosità idraulicamente separati e con estensioni orizzontale e verticale a luoghi estremamente variabili. Riteniamo che l'evoluzione geologica del settore in esame sia consistente con la formazione di questo tipo di trappole.

Non va peraltro trascurata una possibile componente idrodinamica come fattore che contribuisce alla chiusura della trappola.



6. OBIETTIVI PRIMARI DELL'ESPLORAZIONE NELL'AREA IN ISTANZA

Si ritiene che il tema primario dell'esplorazione nell'area in istanza (Fig.12) debba essere individuato, all'interno delle strutture positive principali riconosciute, nella possibilità di sfruttamento del gas eventualmente contenuto nelle porzioni sabbioso-siltose del Pliocene medio-superiore attraverso nuove tecniche di esplorazione (analisi degli strati sottili nelle correlazioni elettriche e nelle interpretazioni sismiche), perforazione (analisi degli strati sottili durante la perforazione di nuovi pozzi) e completamento (gravel pack).

Allo stesso tempo, e attraverso simili metodologie d'indagine, si potranno quantificare le potenzialità minerarie del Pliocene inferiore, costituito costantemente da sabbie ed argille in stratificazione sottile, mineralizzato a gas in numerosi pozzi nell'area e non sufficientemente valutato negli altri pozzi.

Parallelamente a tali temi principali, un tema secondario può essere individuato nelle ulteriori potenzialità minerarie delle porzioni alto-mioceniche, attraverso una approfondita rivalutazione dei risultati dei pozzi già perforati, allora considerati sterili o non economici e chiusi minerariamente, e una esatta definizione delle anomalie del segnale sismico, peraltro presenti in diverse posizioni stratigrafico-strutturali.

Risulta necessario però evidenziare come i diversi cunei clastici sepolti non siano allo stato attuale sufficientemente definiti nelle loro geometrie e nella loro posizione stratigrafica. In particolare riteniamo che la tettonica compressiva abbia potuto contribuire a definire settori-*reservoir* idraulicamente indipendenti e quindi sarà indispensabile una ricerca dettagliata finalizzata alla comprensione delle caratteristiche geometriche delle strutture sepolte e dei corpi sabbiosi.

In base alla facies che li caratterizza, i diversi pool nella successione pliocenica sono suddivisibili in due diverse categorie:

- a) pool costituiti da sabbie massive con rare intercalazioni argillose;
- b) pool costituiti da fitte e sottili intercalazioni di sabbia e argilla (sabbie e argille a stratificazione sottile).

Le zone appartenenti alla categoria b) sono state nel passato solo parzialmente sfruttate o completamente trascurate, principalmente a causa dell'inadeguatezza dei mezzi al tempo dello sviluppo.

Si ritiene che una approfondita rivalutazione dell'intera area potrebbe evidenziare notevoli potenzialità. Considerate le caratteristiche generalmente multi-pool dei giacimenti in questo settore della Pianura Padana, utilizzando le più avanzate tecniche di registrazione elettrica durante la perforazione di un nuovo pozzo si potrà ottenere una migliore definizione delle caratteristiche litologiche e petrofisiche della roccia serbatoio e degli ulteriori pool, oltre che della posizione delle tavole d'acqua. Adottando quindi nuove tecnologie di perforazione, registrazione e completamento su un pozzo opportunamente ubicato in relazione anche alle necessarie informazioni sismiche, si ritiene che potranno essere ottenuti riscontri estremamente positivi anche nei pool considerati nel passato con scarse capacità erogative.

La ricerca verrà necessariamente effettuata in diverse fasi dell'esplorazione:

□ Verifica del data set esistente:

- ✓ *studi geologici e sedimentologici* di dettaglio, basati principalmente sulla estesa letteratura e sulle correlazioni litologiche ed elettriche dei pozzi già perforati.
- ✓ *acquisto e eventuale riprocessamento delle linee sismiche esistenti.*

□ Piano esplorativo e di accertamento, organizzato come segue:

- ✓ *Eventuale acquisizione di nuove linee sismiche.* Anche se allo stato attuale delle conoscenze si ritiene che i dati sismici esistenti siano di sufficiente qualità e quantità, a seconda dei risultati ottenuti nei momenti precedenti si vuole in questa sede prendere in considerazione l'eventualità di una breve campagna sismica secondo transetti mirati.
- ✓ *perforazione* di un pozzo esplorativo (alla profondità massima stimata di circa 1200-1500 m) per verificare la reale potenzialità mineraria dei livelli interessanti. Al fine di ottenere un controllo ottimale della stratigrafia (particolarmente riguardo gli strati sottili) e una definizione corretta delle elettrofacies, si adotteranno le più avanzate tecniche di registrazione elettrica.
- ✓ *perforazione* di altri pozzi sulla base dei risultati ottenuti.



E' implicito che la perforazione dei pozzi e gli eventuali completamenti per la coltivazione del gas dovranno essere realizzati secondo criteri adeguati al tipo di reservoir: soprattutto per la sezione pliocenica, potranno essere necessari completamenti in "sand control open hole" (gravel pack), al fine di evitare gravi danneggiamenti delle formazioni produttive e possibili mobilizzazioni dell'acqua di strato irriducibile.





7. PROBLEMATICHE RELATIVE ALLA TUTELA AMBIENTALE

L'analisi di compatibilità avviene attraverso una macrolettura del territorio nel quale verrà a inserirsi il progetto. Sarà bene quindi, in fase di progettazione, scomporre il territorio in diverse componenti ambientali per le quali saranno individuati gli indicatori o parametri ambientali maggiormente interagenti con il nuovo inserimento.

Le componenti ambientali coinvolte nella ricerca degli idrocarburi, e in particolare per l'area in istanza, sono le rocce (sciolte e coesive), le acque, il sistema roccia-fluidi (acque e/o gas) e l'atmosfera. In questa ottica si definiscono, all'interno dell'area in istanza, settori critici dal punto di vista di difesa del suolo, idrologico, idrogeologico, geomorfologico, naturalistico e paesaggistico.

Inoltre, l'area in istanza si sovrappone parzialmente al Biotopo "Bonifica del Mezzano", definito come Sito di Interesse Comunitario (SIC) secondo:

- Direttiva CEE 92/43;
- Deliberazione 2 dicembre 1996, n°183 del Comitato per le Aree Naturali Protette;
- D.P.R. 8 settembre 1997 n°357.

Tutte le operazioni di esplorazione e sviluppo dovranno quindi tenere conto di come e quanto la presenza di tale area protetta possa vincolare ulteriormente la soglia di ricettività ambientale.

Il Rapporto Ambientale per i permessi di ricerca idrocarburi è conseguenza del DPR del 18 aprile 1994, n.526, che regola e disciplina la procedura di valutazione di impatto ambientale per le attività che riguardano la prospezione, la ricerca e la coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi.

Nello specifico l'articolo 2 entra nel dettaglio delle procedure di conferimento del permesso di ricerca, specificando, nel punto b), l'obbligo di redigere un Rapporto Ambientale per tali permessi. Questo rapporto rappresenta una relazione sintetica delle possibili operazioni e progetti interconnessi con le attività di ricerca ed uno studio delle caratteristiche ambientali del territorio interessato dalle suddette attività.

Rimandando al successivo Rapporto Ambientale ogni specifica ulteriore, nel seguito tali componenti vengono sommariamente analizzate vagliando la loro possibile interazione con le diverse opere necessarie all'esplorazione, allo scopo di fornire delle possibili linee-guida da seguire per un adeguato mantenimento e/o ripristino delle condizioni ambientali originarie. Il maggiore possibile impatto sull'ambiente potrebbe avvenire durante la fase di perforazione. Risulta peraltro evidente come tale analisi dovrà tener necessariamente conto di vincoli paesistici, idrogeologici, archeologici eventualmente presenti nell'area in istanza.

Subsidenza

Interventi antropici nel sottosuolo, come l'eccessivo sfruttamento delle falde acquifere, possono comportare diversi problemi di natura ambientale quali accentuati tassi di subsidenza e squilibrio della dinamica morfologica. Sarà quindi opportuno, durante la perforazione di un pozzo, prestare la massima attenzione al sistema di isolamento delle falde acquifere sia superficiali che profonde in modo da evitare:

- interconnessioni tra falde sovrapposte che potrebbero turbare l'equilibrio idrico;
- inquinamento dei livelli acquiferi profondi da parte delle acque superficiali.

Non è esclusa la possibilità, qualora lo si ritenesse necessario durante l'eventuale fase di sfruttamento delle possibili risorse gassose, di rimmisione di fluidi per mantenere alta la pressione di giacimento. A questo proposito si stanno vagliando, in collaborazione con le società di perforazione attive in Italia e all'estero, le possibili innovazioni tecniche da applicare.

Inquinamento atmosferico

Per ciò che concerne la componente atmosfera, si può affermare che in fase di esplorazione non vi saranno interferenze concrete con nessuno dei principali indicatori ambientali: qualità dell'aria, vibrazioni, rumore. Solamente nel caso dell'acquisizione di linee sismiche, parte della popolazione potrà avvertire una lievissima **vibrazione istantanea**. A questo proposito sarà importante allertare preventivamente gli interessati con il mezzo di informazione che si riterrà più adeguato.

Le emissioni gassose e le polveri sono legate all'esercizio dell'eventuale cantiere di perforazione. Le dimensioni dell'impatto si ritiene che non eccedano un qualunque cantiere di medie dimensioni e quindi gli impatti ambientali ad esso legati saranno a breve termine, reversibili ed mitigabili.

La produzione di rumore e vibrazioni è legata ai mezzi e agli strumenti utilizzati nel cantiere. Si tratta quindi del rumore prodotto dal passaggio dei mezzi di trasporto, da quello prodotto dalle attrezzature azionate dai motori a combustione interna e dalle attrezzature di perforazione. Il disagio sarà limitato ad un periodo di tempo molto breve.

Postazione e operazioni di perforazione

Le tecniche di salvaguardia ambientale che si prevede di impiegare durante la perforazione hanno lo scopo di:

- salvaguardare eventuali falde idriche superficiali;
- evitare il versamento di fluidi e rifiuti manipolati in superficie;
- prevenire il rischio di risalite incontrollate di fluidi e gas.

Il cantiere della perforazione sarà aperto per breve tempo, per cui l'impatto visivo sarà circoscritto. Saranno invece adottate misure di mitigazione per ridurre l'impatto visivo della struttura di tutela del boccapozzo.

Si ritiene in ogni caso di sostenere le spese per le seguenti opere di minimizzazione:

- Recinzione reticolare;
- Mimetizzazione con pannelli;
- Mimetizzazione con pannelli fonoassorbenti;
- Mimetizzazione con verde arbustivo ed erbaceo;
- Mimetizzazione con arredo urbano.

La gestione dei rifiuti, dei fanghi esausti, delle acque di lavaggio e dei reflui civili avverrà secondo le normative vigenti e gli standard interni della Compagnia.

Le operazioni di mantenimento e completamento del pozzo e di chiusura mineraria avranno il duplice scopo di contenimento delle perturbazioni indotte dalla presenza dell'opera e di riqualificazione ambientale e paesaggistica. Nel primo caso si fa riferimento diretto all'opera, rispondendo all'esigenza di minimizzare o eliminare l'insorgere di interferenze; nel secondo caso, di tipo compensativo, si tenderà a migliorare le condizioni ambientali al contorno dell'opera, mitigando gli eventuali impatti derivanti dalle attività previste.

In particolare, si sottolinea l'importanza del ripristino territoriale sia nel caso di pozzo produttivo che nel caso di pozzo sterile. Nel primo caso la postazione viene mantenuta, riducendo se necessario lo spazio occupato, procedendo alla pulizia e alla messa in sicurezza della postazione:

- pulizia dei vasconi di fango e delle canalette;
- reinterro vasconi di fango;
- demolizione opere non necessarie in cemento armato relativo sottofondo;
- protezione della testa-pozzo;
- ripristino recinzioni e cancelli di accesso.

Nel caso di pozzo sterile invece la postazione viene rilasciata, previa bonifica (pulizia e messa in sicurezza della postazione) e ripristino del terreno alle condizioni ante-operam.

Tutte le attività devono essere svolte in conformità alle normative vigenti in materia di sicurezza del lavoro e tutela dell'ambiente.

Si vuole in conclusione sottolineare che, al fine di delineare la soglia di ricettività ambientale, si baseranno le scelte di progetto e di attuazione su valori guida piuttosto che su valori limite, in modo tale che se si verificassero incrementi temporanei dei parametri ambientali, il sistema non divenga vulnerabile.

Roma, 19 aprile 1999

Dott. Geol. Pietro Marsili



Ubicazione dell'area in istanza "CASONE DELLA SACCA"

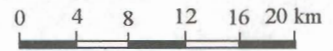
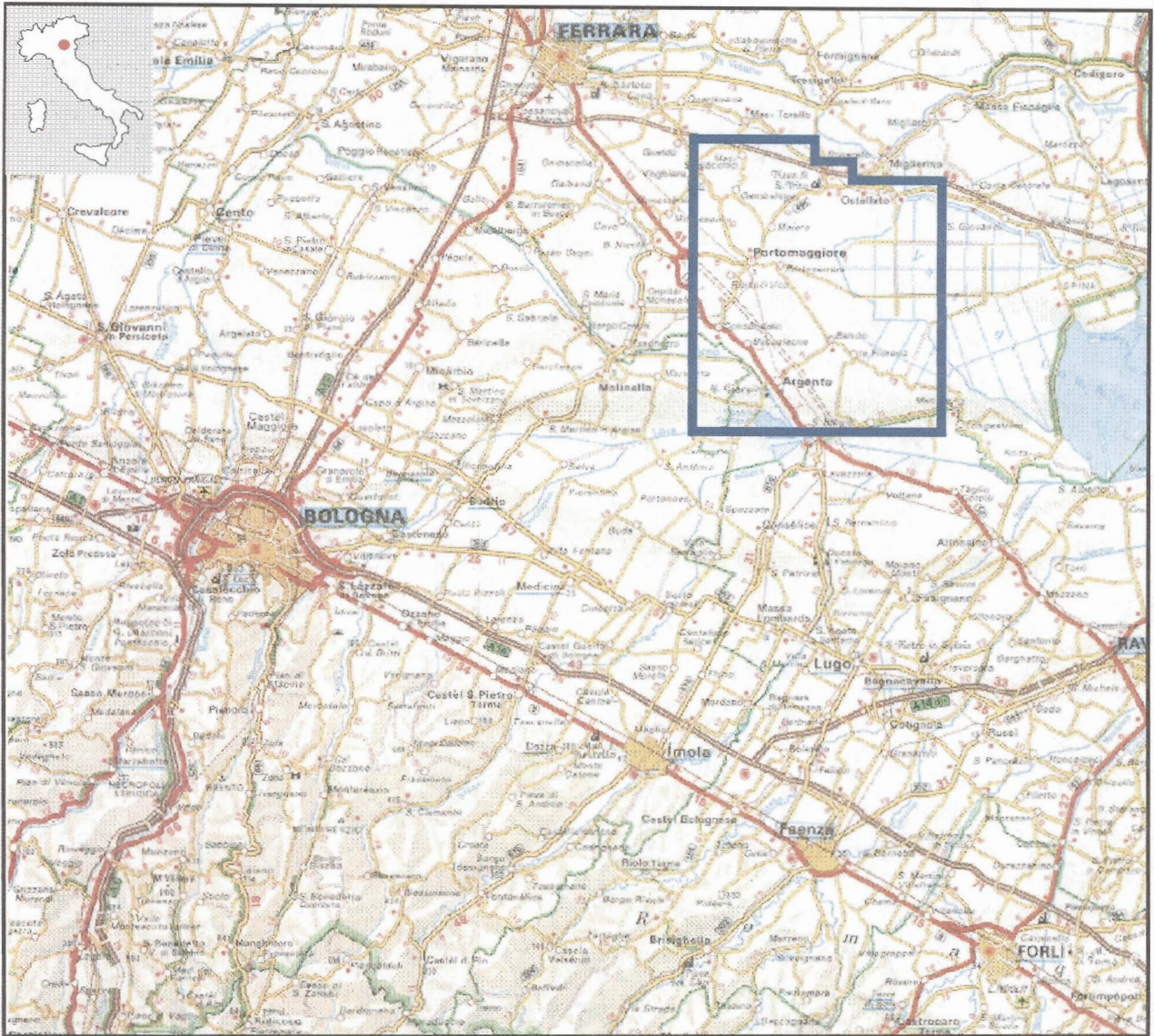
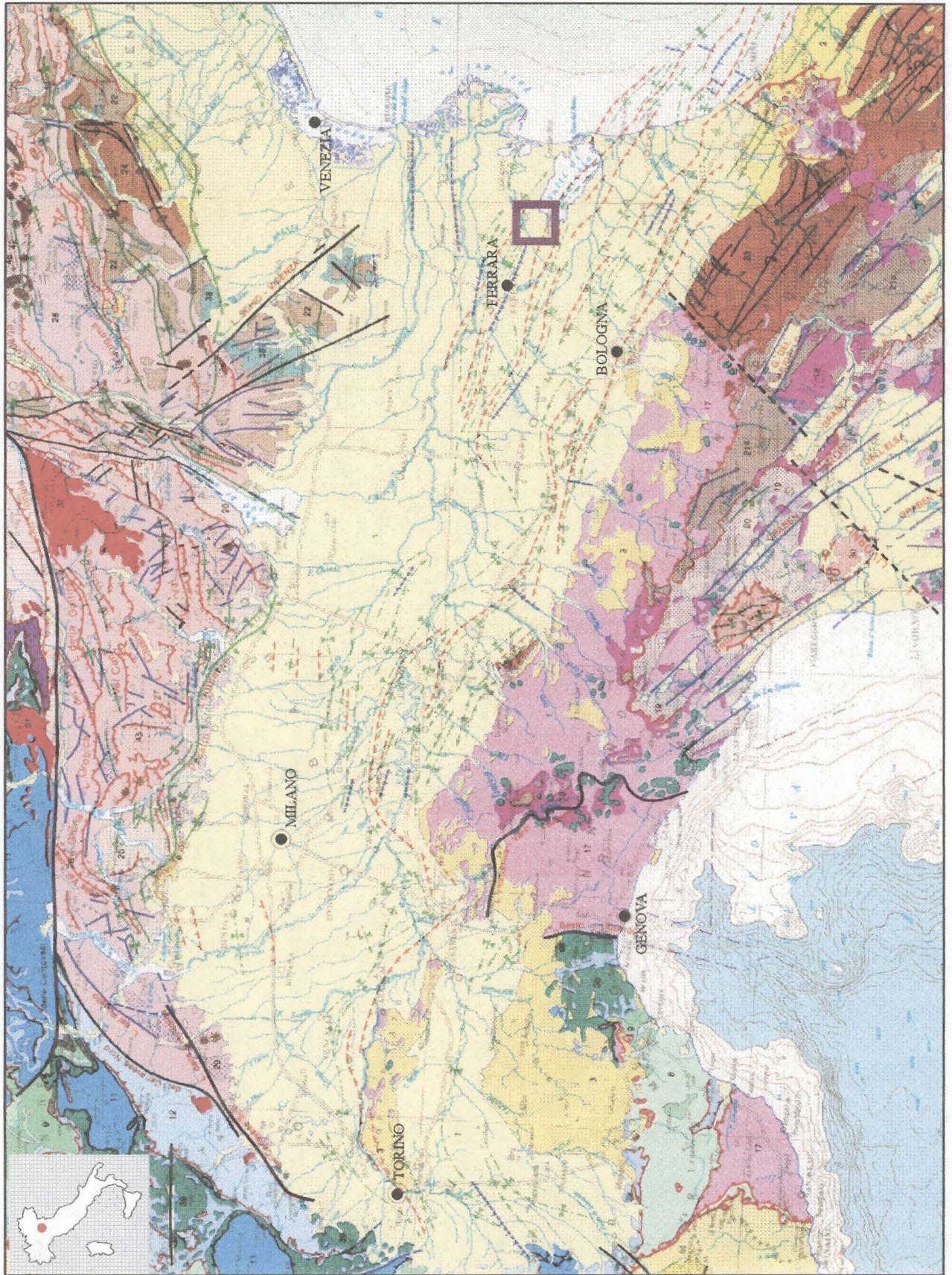


Figura 1



Inquadramento geologico regionale



“Carta Tettonica
d’Italia”
(CNR, 1981)

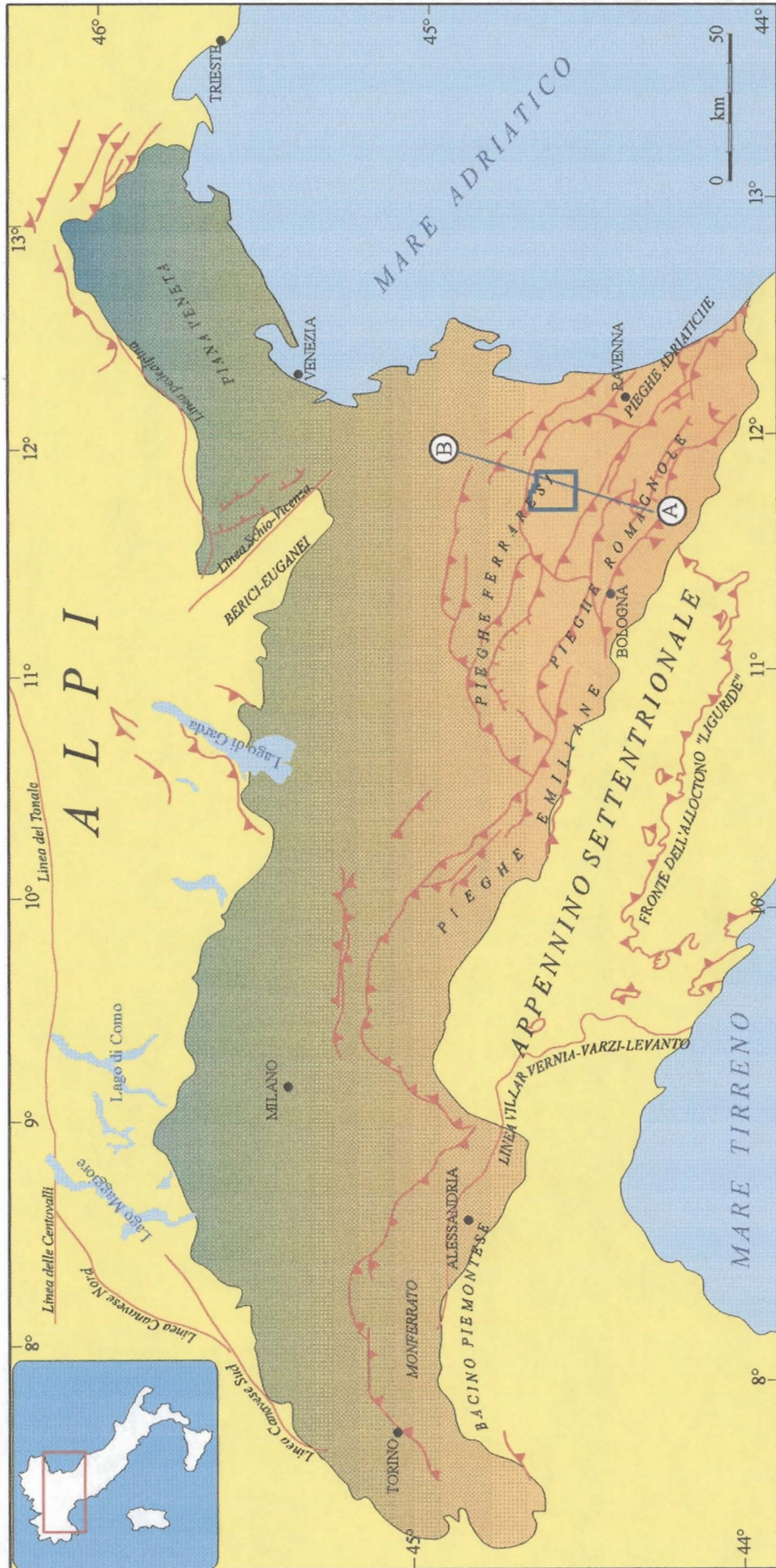
0 km 15



Area in istanza
“Casone della Sacca”

Figura 2

Schema strutturale della Pianura Padana



LEGENDA

- Principali sovrascorrimenti
- Principali faglie dirette
- Principali lineamenti tettonici di significato complesso
- Profilo di Fig. 9
- Area in istanza "Casone della Sacca"



Figura 3

Cunei clastici nell'Appennino settentrionale Rapporti spazio-temporali

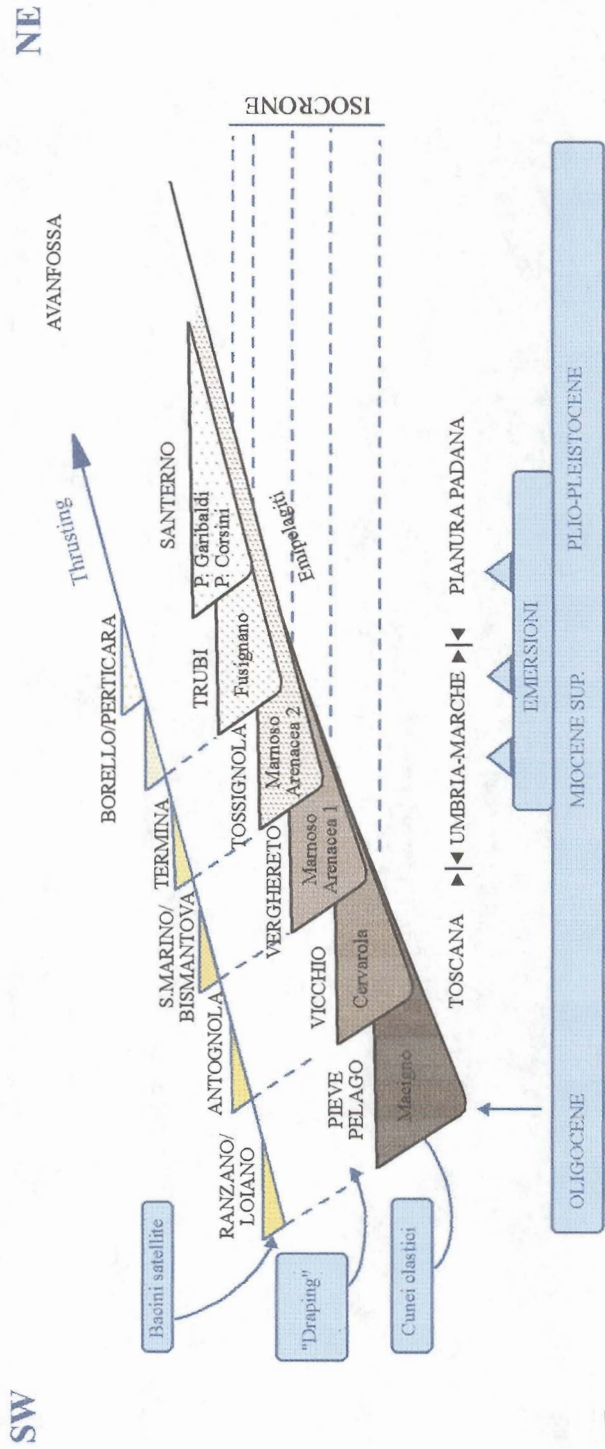


Figura 4

Schema della successione litostratigrafica fra il pedeappennino e la Pianura Padana orientale

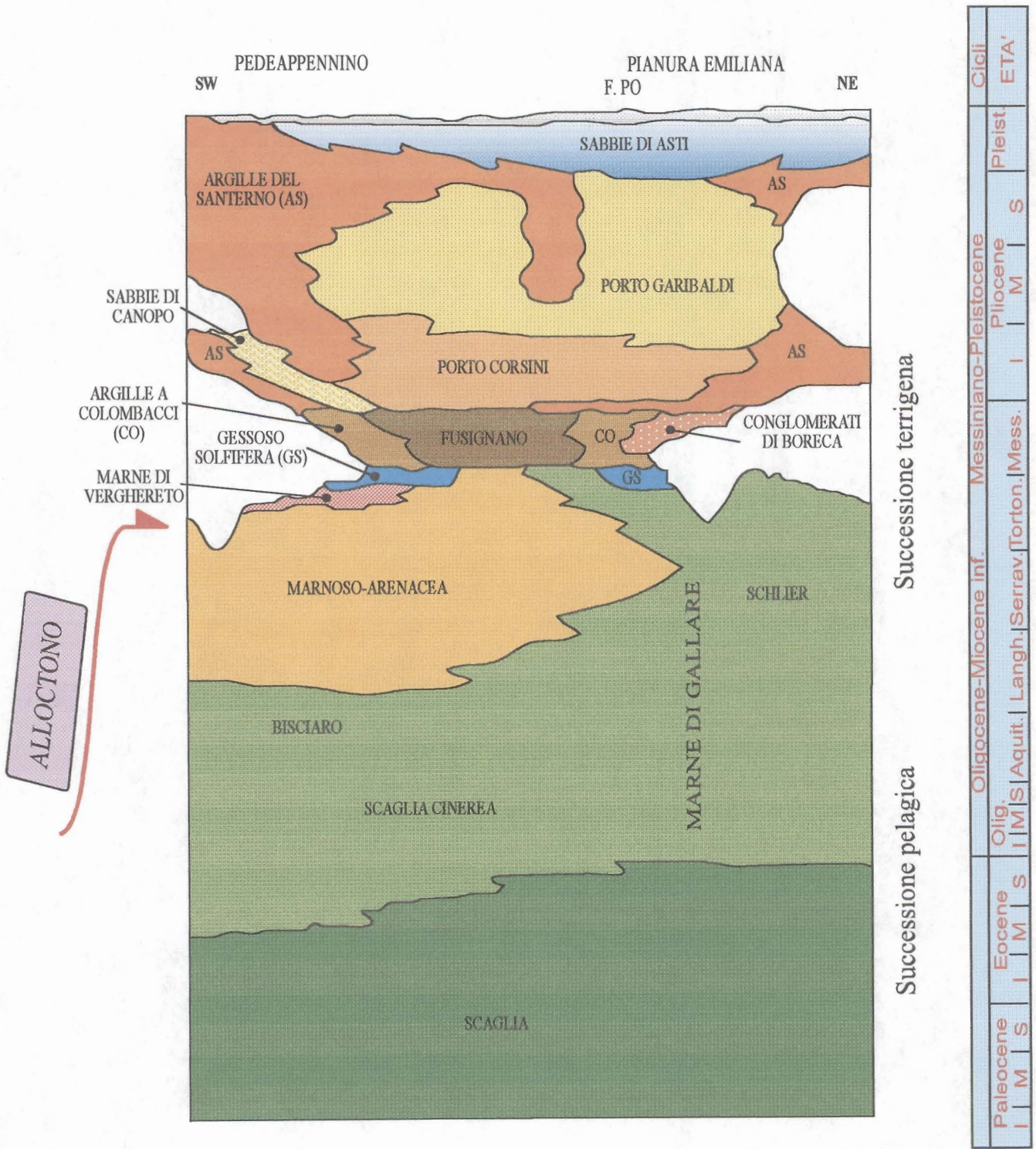


Figura 5

Isobate delle formazioni Mio-Plio-Pleistoceniche

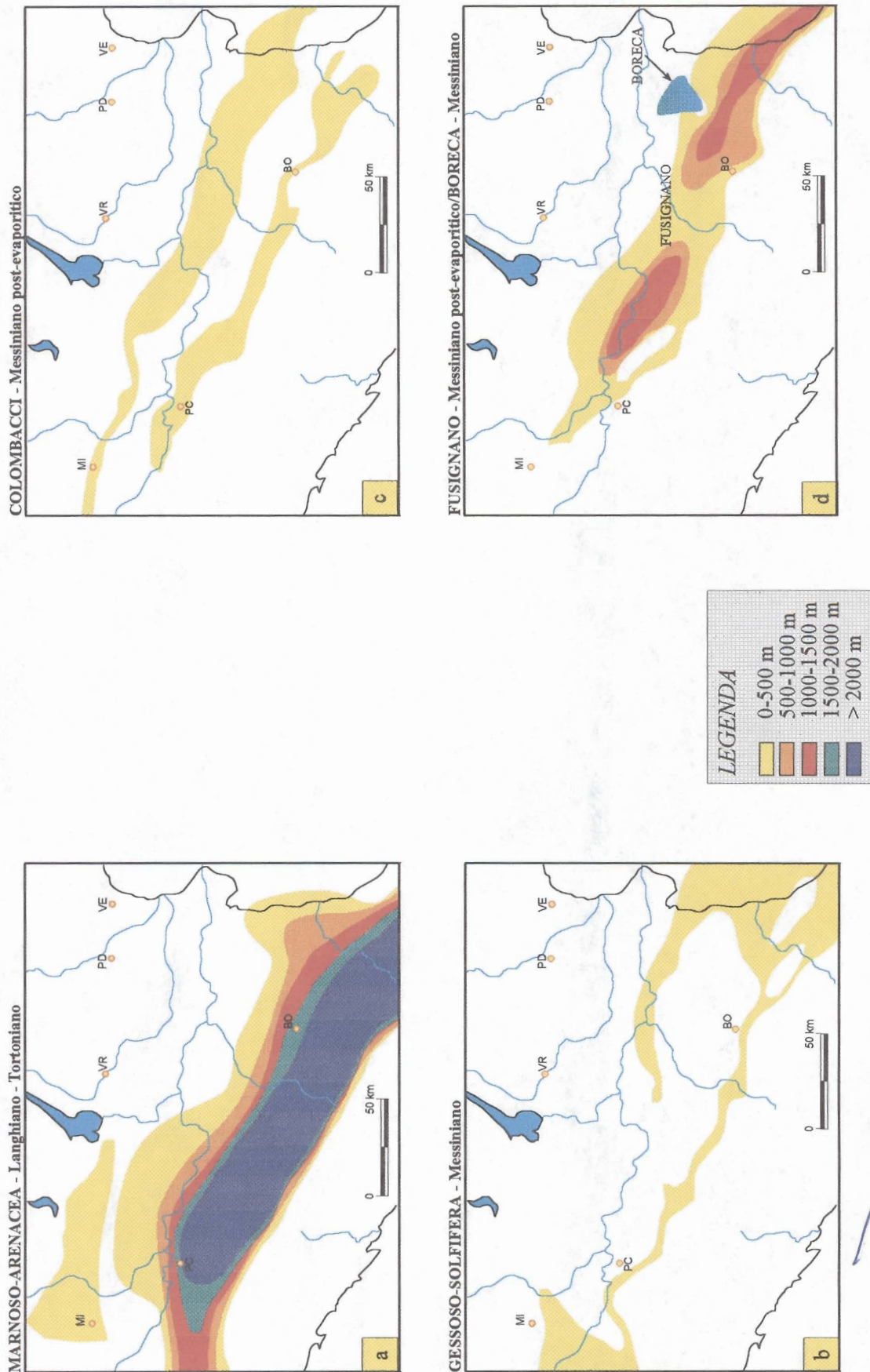


Figura 6

Isobate delle formazioni Mio-Plio-Pleistoceniche

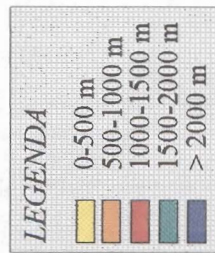
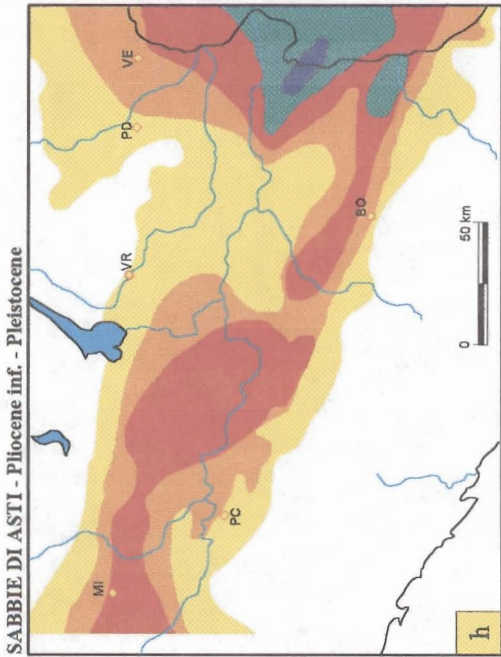
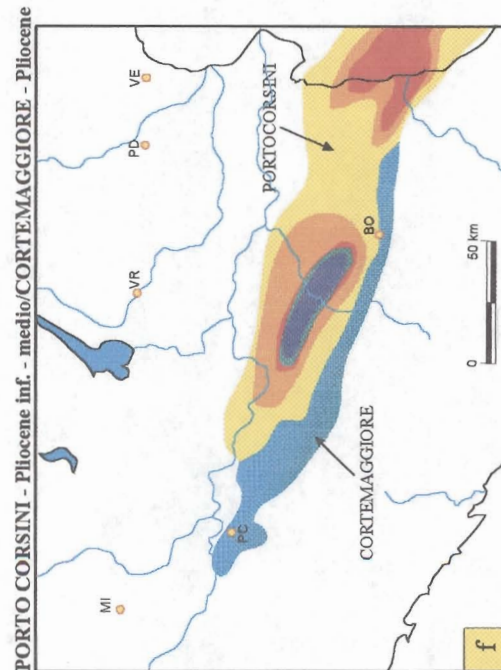
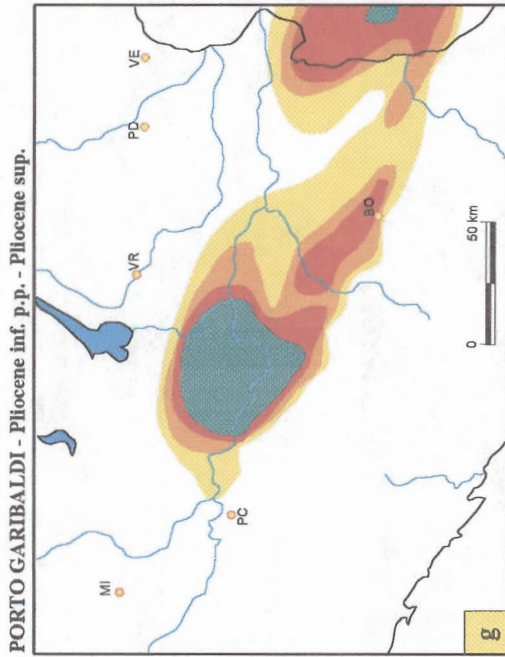
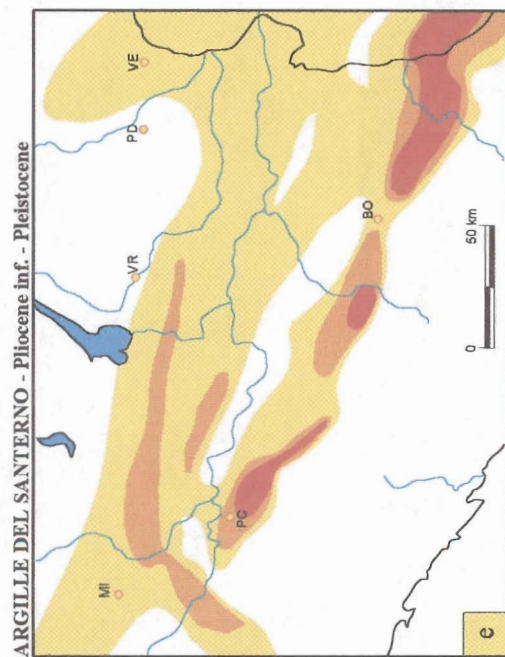


Figura 6



Sezione schematica dell'Appennino settentrionale

APPENNINO TOSCO
EMILIANO-ROMAGNOLO

PIANURA PADANA

Area in istanza

SW Valdarno Firenze

pieghe romagnole pieghe ferraresi NE

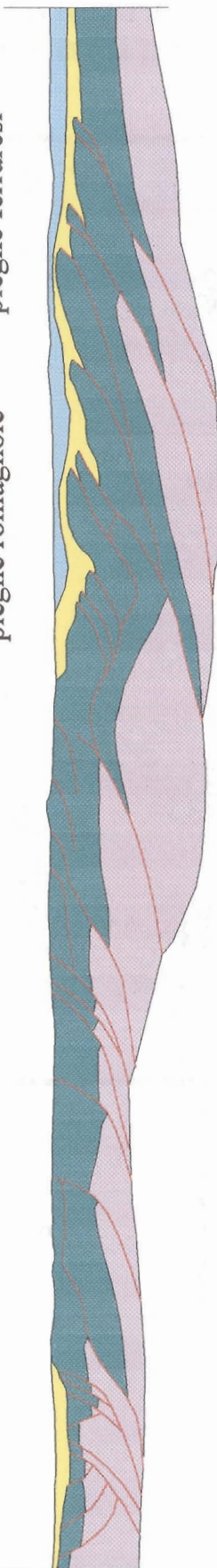
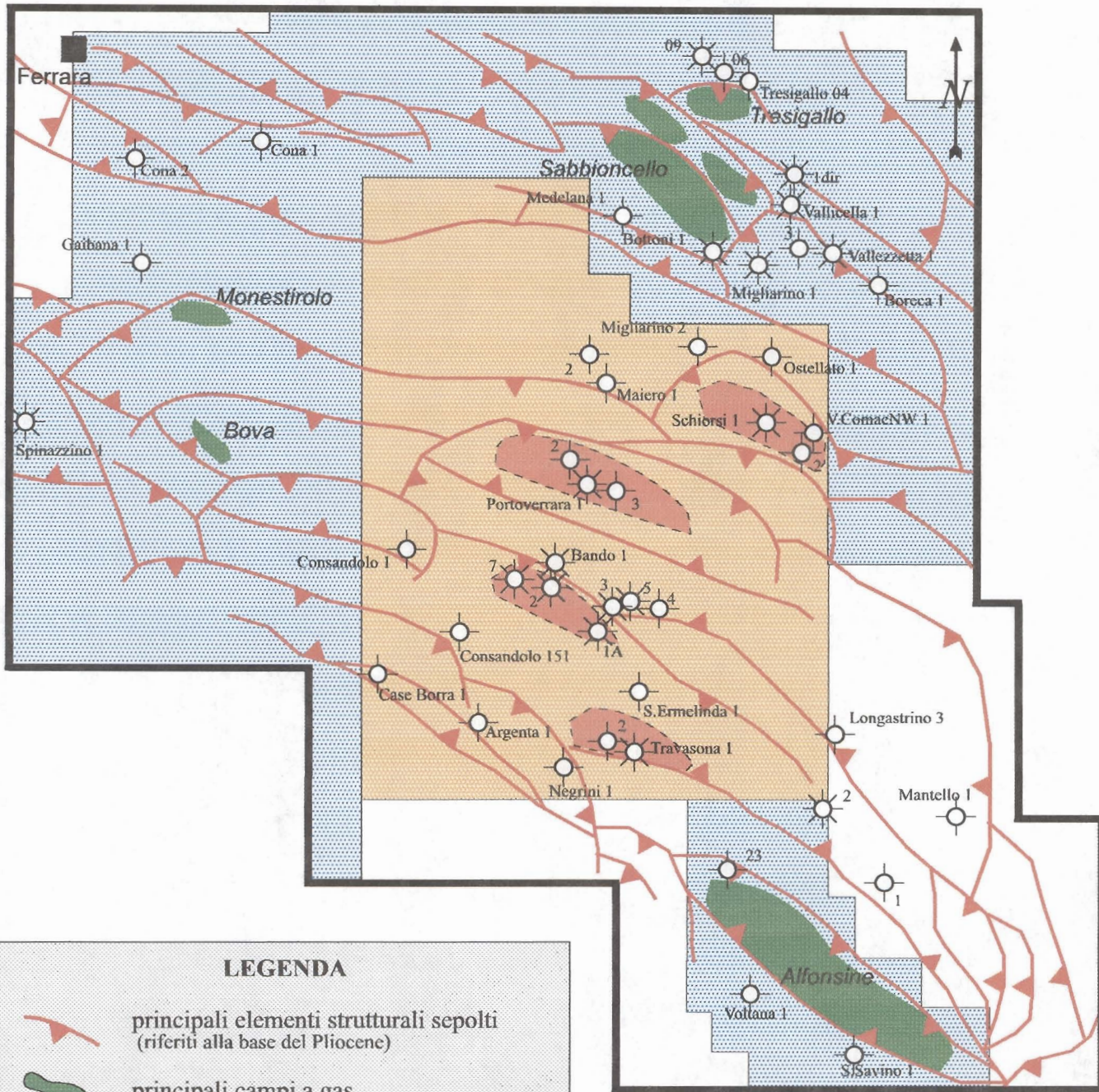


Figura 7

Carta strutturale e dei titoli mineralari limitrofi dell'are in istanza



LEGENDA

- principali elementi strutturali sepolti (riferiti alla base del Pliocene)
- principali campi a gas
- pozzi (mineralizzati a gas o sterili)
- permessi e concessioni ENI
- area in istanza
- aree libere
- strutture positive oggetto dell'esplorazione (prospetti)

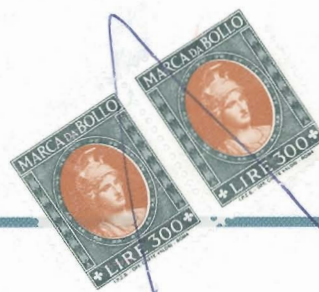
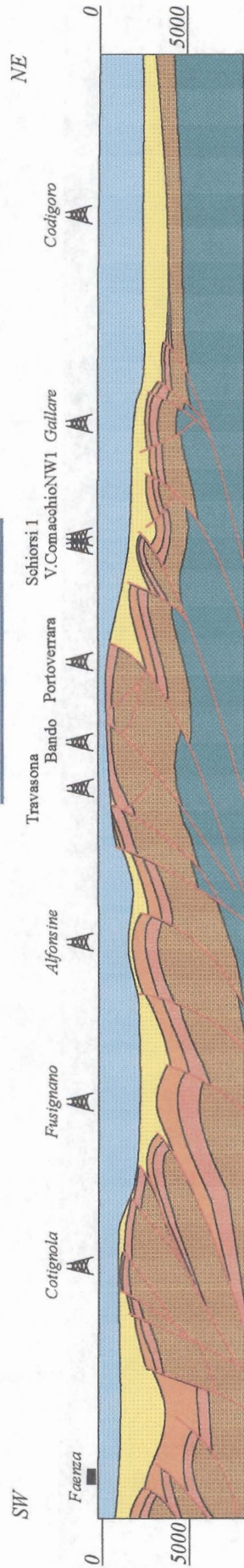


Figura 8

Profilo geologico schematico dell'area in istanza

Area in istanza



LEGENDA

	Quaternario		Miocene superiore
	Pliocene medio-superiore		Miocene inferiore-medio
	Pliocene inferiore		Paleogene-Mesozoico



Figura 9

Principali aree umide attuali e prosciugate del litorale a Sud del delta Padano

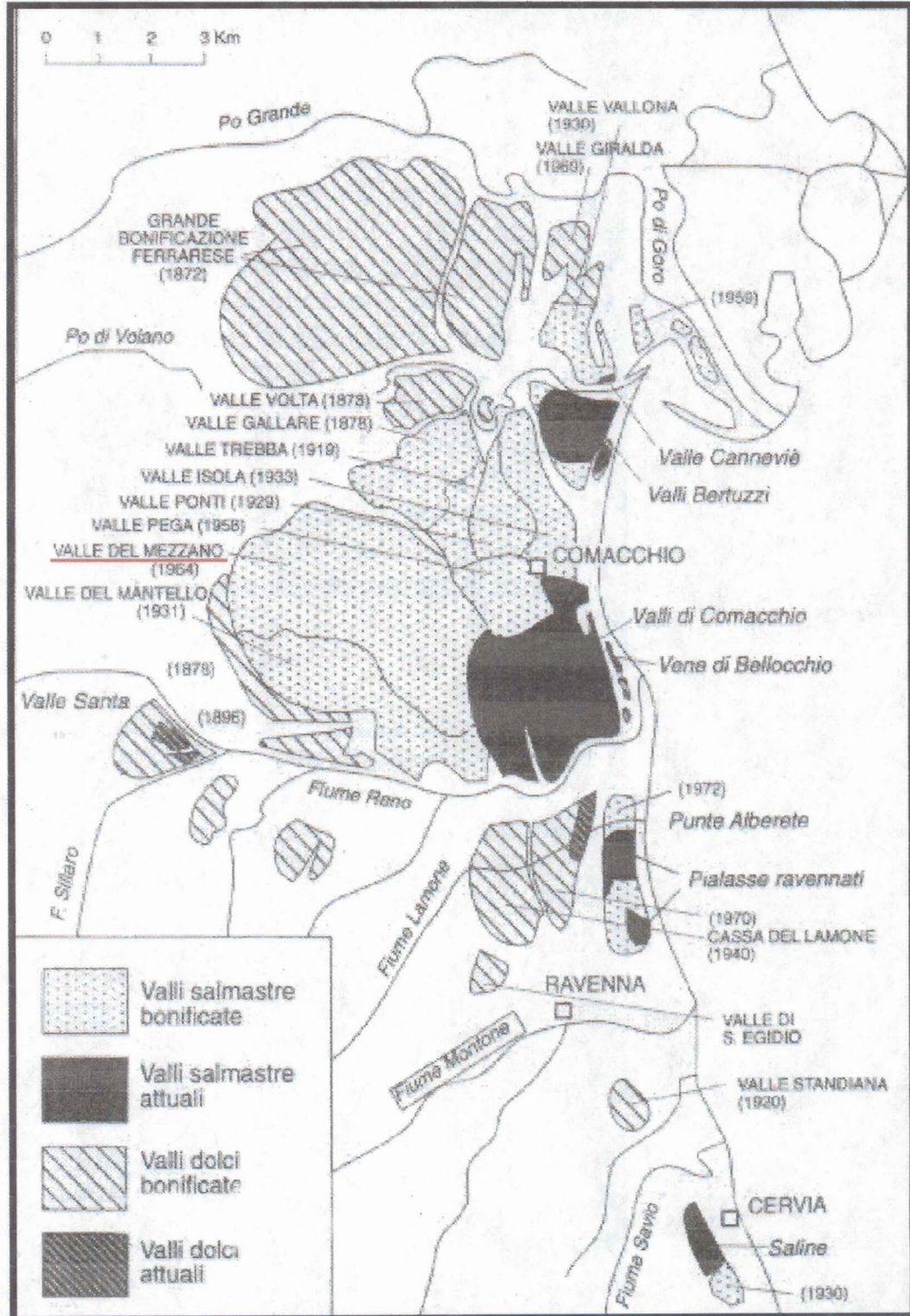


Figura 10

Dominio Appenninico Orientale Età dei reservoir

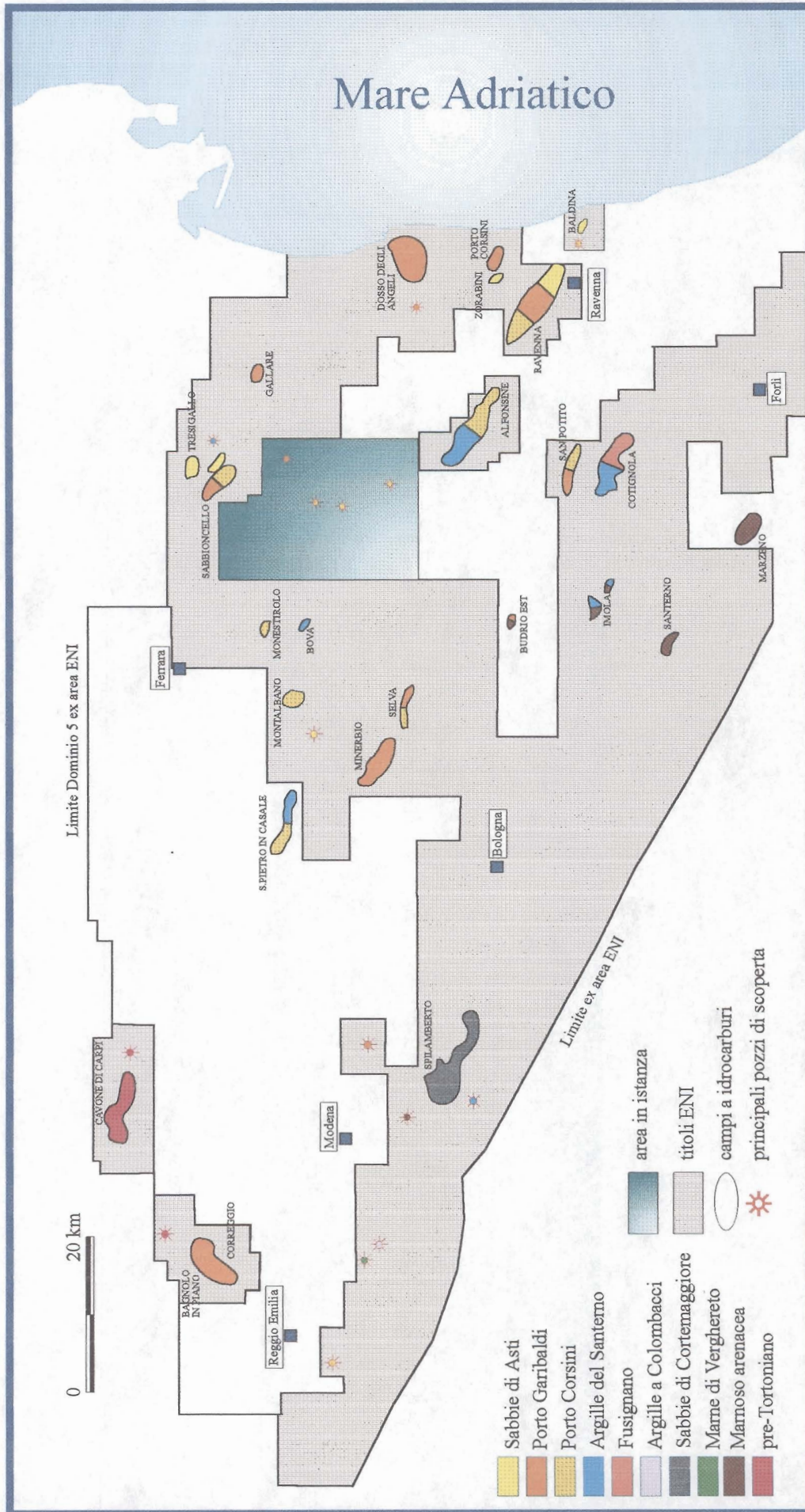
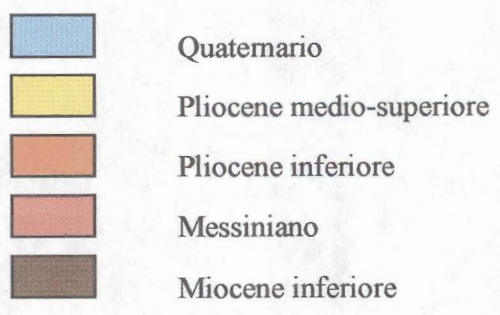
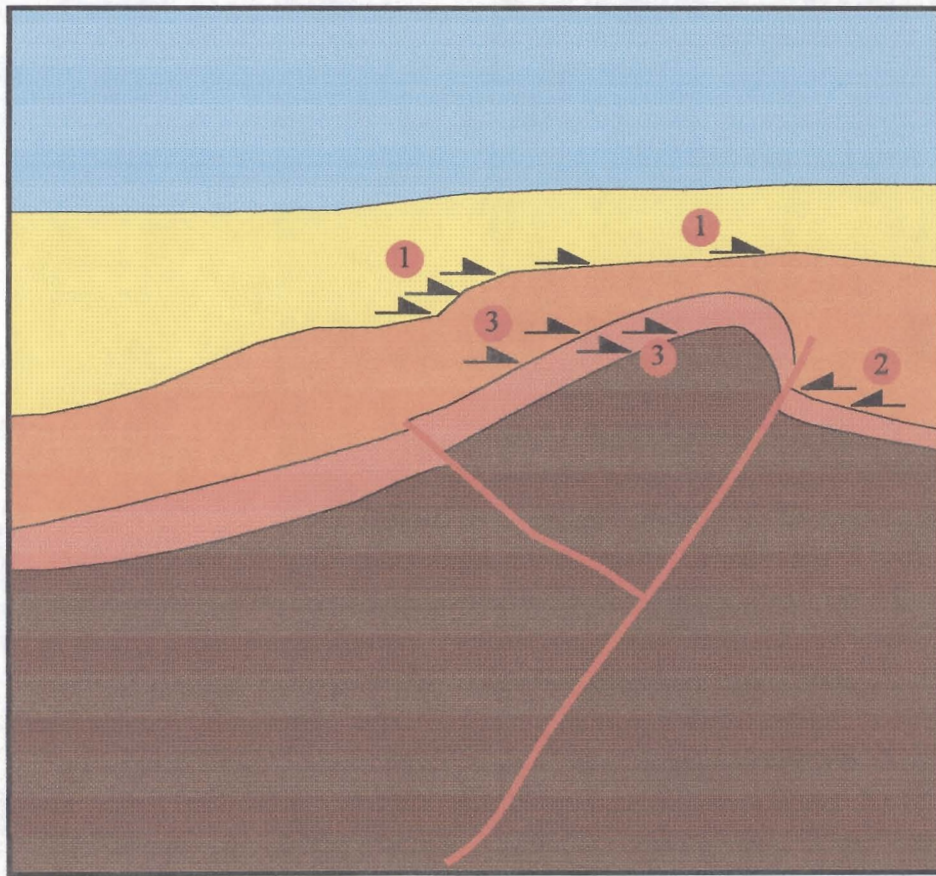


Figura 11



Possibili trappole nell'area in istanza



- ▶ Trappole:
- ① Stratigrafiche (Onlap related)
 - ② Strutturali (Subthrust unit)
 - ③ Miste



Figura 12